LIPI

PROSIDING

Geodiversity

SEMINAR NASIONAL ILMU KEBUMIAN 2019

"RISET ILMU KEBUMIAN UNTUK PENGEMBANGAN GEOPARK NASIONAL"

Editor: Eko Haryono • Haryadi Permana • Sofyan Rahman
Chusni Ansori • Puguh Dwi Raharjo • Eko Puswanto
Dimas Aryo Wibowo • Ardhan Farisan • Sugeng Purwo Saputro
Kristiawan Widianto • Mohammad Al'Afif • Sueno Winduhutomo
Fitriany Amalia Wardhani • Nandian Mareta • Isyqi
Edi Hidayat • Defry Hastria



Buku ini tidak diperjualbelikan.

PROSIDING

Geodiversity

SEMINAR NASIONAL ILMU KEBUMIAN 2019

"RISET ILMU KEBUMIAN UNTUK PENGEMBANGAN GEOPARK NASIONAL"

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian
dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PROSIDING

Geodiversity

SEMINAR NASIONAL ILMU KEBUMIAN 2019

"RISET ILMU KEBUMIAN UNTUK PENGEMBANGAN GEOPARK NASIONAL"

Editor: Eko Haryono • Haryadi Permana • Sofyan Rahman
Chusni Ansori • Puguh Dwi Raharjo • Eko Puswanto
Dimas Aryo Wibowo • Ardhan Farisan • Sugeng Purwo Saputro
Kristiawan Widianto • Mohammad Al'Afif • Sueno Winduhutomo
Fitriany Amalia Wardhani • Nandian Mareta • Isyqi
Edi Hidayat • Defry Hastria

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LIPI Press

© 2021 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian

Katalog dalam Terbitan

Prosiding Geodiversity: Seminar Nasional Ilmu Kebumian 2019 Riset Ilmu Kebumian untuk Pengembangan Geopark Nasional/Eko Haryono, Haryadi Permana, Sofyan Rahman, Chusni Anshori, Puguh Dwi Raharjo, Eko Puswanto, Dimas Aryo Wibowo, Ardhan Farisan, Sugeng Purwo Saputro, Kristiawan Widianto, Mohammad Al'Afif, Sueno Winduhutomo, Fitriany Amalia Wardhani, Nandian Mareta, Isyqi, dan Defry Hastria (Ed.)–Jakarta: LIPI Press, 2021.

xxiv + 1001 hlm; 21 x 29,7 cm

ISBN 978-602-496-202-9 (*e-book*)
1. Prosiding 2. Geodiversity
3. Geopark

555.98

Copy editor : Heru Yulistiyan, Ira Purwo Kinanti, dan Nikita Daning Pratami
Proofreader : Sonny Heru Kusuma, Noviastuti Putri Indrasari, Sarwendah P. Dewi, Purwantoro, dan Edi Hidayat
Penata isi : Astuti Krisnawati, Erna Rumbiati, dan Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : D.E.I.R. Mahelingga

Cetakan Pertama : Mei 2021

LIPI

Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id
LIPI Press
@lipi_press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL ILMU KEBUMIAN GEODIVERSITY
Riset Ilmu Kebumian Untuk Pengembangan Kawasan Geopark Di Indonesia

Susunan Panitia

Pembina : Kepala Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karang Sambung LIPI
Penanggung Jawab : Kristiawan Widiyanto, S.T.
Ketua Pelaksana : Mohammad Al Afif, S.T.
Sekretaris : Timbul Tri Prabawati, S.E.

Steering Committe

Dr. Eko Yulianto
Edi Hidayat, M.T
Ir. Chusni Ansori, M.T.
Puguh Dwi Raharjo, M.Si.
Eko Puswanto, M.T.

Penyeleksi Makalah/Editor

Dr. Eko Haryono, M.Si.
Dr. Ir. Haryadi Permana
Sofyan Rahman, M.T.
Ir. Chusni Anshori, M.T.
Puguh Dwi Raharjo, M.Si.
Eko Puswanto, M.T.
Dimas Aryo Wibowo M.Eng.
Ardhan Farisan, M.T.
Sugeng Purwo Saputro, M.T.
Kristiawan Widianto, S.T.
Defry Hastria, M.Sc.
Mohammad Al'Afif, S.T.
Sueno Winduhutomo, S.T.
Fitriany Amalia Wardhani, S.T.
Nandian Mareta, S.T.
Isyqi, S.T.

Penelaah/Reviewer

1. Dr. Eko Haryono, M.Si.
2. Dr. Ir. Haryadi Permana
3. Sofyan Rahman, M.T.
4. Ir. Chusni Anshori, M.T.

Penyunting Naskah

1. Purwantoro, S.ST.
2. David Kumoro, A.Md.
3. Ahmad Saefuddin Manshur, M.Acc.
4. Antonius Triharjito

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENERBIT xvii
KATA PENGANTAR xix
PENGANTAR EDITOR xxi

TEMA : PETROLOGI DAN SUMBER DAYA MINERAL

BAB 1
Dolomit Formasi Bulu Dan Paciran, Daerah Montong Dan Sekitarnya, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur 1
A. R. Romadlon Adlofz[1*] dan Dedi Mulyadi[2]

Karakteristik Dan Sebaran Alterasi-Mineralisasi Batuan Di Daerah Citeluk, Cibaliung-Banten 13
Sugeng Purwo Saputro[1*] dan Bambang Priadi[2]

Perbedaan Karakteristik Diabas Pada Gunung Parang, Karangsambung dan Gunung Pendul, Bayat, Jawa Tengah Berdasarkan Analisis Petrografi 25
Galuh Timur Yanto[1*], Nuriko Amri Salam[1], Agus Setiawan[1], Muhammad Rivai, Muhammad Rizalul Ghada

TEMA : GEODINAMIKA

Penentuan Daerah Prospek Panas Bumi Berdasarkan Kerapatan Sesar-Kekar Dan Suhu Permukaan Bumi: Studi Kasus Way Selabung, Sumatra Selatan 35
Salma Dhiya Permana[1*], Resha Hayyu Tiffani[1], dan Wira Natanael Uli[1]

Studi Pendahuluan Proses Tersingkapnya Batuan Tertua di Pulau Jawa Karangsambung: Sebuah Positive Flower Structure? 49
Eko Bayu Purwasatriya[1*], Sugeng Sapto Surjono[2], Hendra Amijaya[2] dan Asmoro Widagdo[1]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pangkalan Data Sesar Aktif Indonesia Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web 63
Anggraini Rizkita Puji[1*], Mudrik Rahmawan Daryono[1], Danny Hilman Natawidjaja[1]

Studi Struktur Geologi Sebagai Bahan Edukasi Geologi di Desa Plumbon, Jawa Tengah 71
Bukit Andika[1], Gabriel Denny Lambe[1]

Studi Penentuan Lingkungan Pengendapan dan Umur Berdasarkan Mikrofosil di Desa Kedungwaru 83
Gabriel Denny Lambe[1], Bukit Andika[2]

Hubungan dan Mekanisme Deformasi Lipatan-Sesar Naik Formasi Waturanda dan Penosongan, Kebumen, Cekungan Serayu Selatan 91
Eko Puswanto[1*], Ardhan Farisan[1], Mohammad Al 'Afif[1], Edi Hidayat[1]

Mekanisme Deformasi Struktur Boudin di Bulukuning, Banjarnegara 99
[1]Eko Puswanto[*], [2]Muhammad Zain Tuakia, [3]Agus H. Harsolumakso, [1]Mohammad Al 'Afif

Sesar Purworejo Sebagai Batas Pegunungan Serayu Selatan dan Kulon Progo 109
Asmoro Widagdo[1)], Subagyo Pramumijoyo[2)], Agung Harijoko[2)]

Mekanisme Endapan Perpindahan Massa dan Hubungannya dengan Deformasi Terkait pada Formasi Totogan, Jawa Tengah 119
[1]Mohammad Al 'Afif, Eko [2]Puswanto, [3]Fitriany Amalia Wardhani, [4]Isyqi

Factors Controlling "Unique Deformation" in Gunung Pandan Area, Central Kendeng Fold, and Thrust Belt: Thoughts and Proofs 125
[*]Ikra Wahyu Pratama, Pramanadri Putra, Danfaturohmannurul Huda

TEMA : KEBENCANAAN, LINGKUNGAN, DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Daya Dukung dan Potensi Amblesan Tanah Endapan Aluvial Kabupaten Demak, Jawa Tengah 135
Dwi Sarah[1], Eko Soebowo[1], Taufiq Wirabuana [2]

Evaluasi Kerusakan Lingkungan Menggunakan Indeks Ketergangguan Karst di Karst Karangbolong 149
Gangsar Edi Laksono[1,*], Eko Haryono[2,3], R. Suharyadi[2]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan *Normalized Difference Water Index* Menggunakan Sentinel 2 165
Yudo Purnomo[1,*], Muhammad L L Usman[1,*], Fifing[1,*]

Analisis Perubahan Temporal Distribusi Aktivitas Vulkanis Gunung Anak Krakatau 171
Mudo Prakoso[1*], Stevany Abigail[1], Usna Zainun[1], Cholisina Anik Perwita[1]

Kajian Kelayakan Laboratorium Alam Kebumian Daerah Sawarna, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten 185
Himmes FitraYuda[1], Hidartan Koesnin[1], Assegaff Abdurachman[1], Eddy Sugiarto[1]

Efektivitas Pengawasan terhadap Kebijakan Penataan Ruang pada Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung 195
Indraya Kusyuniadi[1,*], dan Imam Buchori[2]

Mitigasi Bencana Tanah Longsor dengan Menggunakan Analisis Gis dan Metode Scoring di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta 215
Corintia Dian Primaristi [1,*], Brahmantya Anjas S[2], Bellawan Kusuma A[3], Ir. Sugeng Raharjo[(4)]

Penanggulangan Kebencanaan Wilayah *Ring of Fire* di Indonesia Melalui Pendidikan 231
Dyafini Meitiawati

Geologi dan Tanah Longsor pada Kawasan Geopark Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah 247
Eko Soebowo[1*] dan Adrin Tohari[1]

Mencandrakan Gelora Samudra, Penyusunan Naskah Buku Sosialisasi Mitigasi Bencana Tsunami Bagi Kabupaten Kebumen 257
Muh. Ma'rufin Sudibyo[1*] & Catur Pamungkas[1]

Analisis Kemantapan Lereng Guna Mitigasi Bencana Longsor di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 269
Efrat N. Nainggolan[1], Akhmad Fabreza Ansyari[1*], Lilis Indahsari[1], Muhammad Mahdy Muhadzdzib[1], Andress[1], Siti Aisyah[1]

Analisis Tipe Keruntuhan pada Lereng dengan Menggunakan Metode Kinematika dan Klasifikasi Massa Batuan Daerah Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 281
Panggah Bagaskara Nuraga[1,*], Indra Permanajati[1], Alvian Rizky Yanuardian[2], Eko Soebowo[2]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Studi Karakteristik Batu Lempung di Setiap Derajat Pelapukan pada Tanah Residu Wilayah Cagar Alam Geologi Karangsambung 297
Sueno Winduhutomo[1], Kristiawan Widiyanto[1], Mohammad Al Afif[1], Puguh D. Raharjo[1]

Geoteknik Penyebab Amblesan Tanah pada Wilayah Tambang Pemecah Batu di Kecamatan Sadang 317
Sueno Winduhutomo[1], Kristiawan Widiyanto[1], Mohammad Al Afif[1], Puguh D Raharjo[1]

Pengaruh *Total Dissolve Solid* (Tds) terhadap Sumber Daya Air Tanah di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung 327
Dimas Aryo Wibowo[1]* dan Puguh Dwi Raharjo[1]

Karakteristik Geohazard di Kabupaten Kebumen Tahun 2018–Juli 2019 dan Jumlah Frekuensi Keterjadiannya 337
Nandian Mareta[1,*], Kristiawan Widiyanto[1], Chusni Ansori[1], Eko Widianto[2,] dan Heri Purwoto[2]

Mitigasi Bencana Geologi untuk Pembangunan Berkelanjutan di Kecamatan Alian, Kebumen 349
Widya Mayank Sari[1*], Rizal Giffary Setia[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1] , Andara Rizka Ralingga[1]

Perubahan *Normalised Difference Vegetation Index* (Ndvi) dalam Memengaruhi Kondisi Aliran Air Permukaan Das Lukulo Hulu 359
Puguh Dwi Raharjo[*], Kristiawan Widiyanto[1], Sueno Winduhutomo[1], dan Dimas Aryo Wibowo[1]

Geographic Information System (GIS) untuk Pemetaan Daerah Rawan Longsor serta Mitigasi Bencana Geologi di Kecamatan Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah 371
Viki Febrianto[1*], Ulfa Della Nova Tilova[2], Laelly Nadhira Sindy Ashari[3]

Pentingnya Pendidikan Mitigasi bagi Para Pelajar di Indonesia 379
Rival Akbar Firdaus[1,*]

Warisan Budaya Bungker Kaliadem serta Permodelan Mitigasi Bencana Gunung Merapi di Desa Kaliadem, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 383
Putri Ayu Septiyana Muslimah Dewi[1*], Samuel Agitra[2], dan Mizana Latief Gufron[3]

Kualitas Air Tanah Dangkal Daerah Karangsambung Kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong 391
Kristiawan Widiyanto[1], Puguh Dwi Raharjo[1], Sueno Winduhutomo[1],

Buku ini tidak diperjualbelikan.

TEMA : GEOWISATA

Inventarisasi Keragaman dan Valuasi Situs Geologi Pulau Belitung sebagai Calon *Global Geopark* 405
***Muhammad Alzaid Ponka, Sulistio Yuwono, Umima'tum Rikhasanah**

(Penemuan Baru) Tempat Tinggal Manusia Purba di Gua Tlorong, Desa Lempong, Kecamatan Jenawi Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia 421
[1*]Ediyanto, [1]M.V. Krisnanto, [2]A. Nandiwardhana , dan [1]Y. Rizkianto

Potensi Pengembangan Geowisata Berdasarkan Penilaian *Geosite* dan *Geomorphosite* pada Daerah Kompleks Kaldera Gunung Api Rawa Danau, Banten 433
[1*]Mochammad Alim Yekini, [1]Gamma Abdul Jabbar, [1]Reza Syahputra, [2] Adam Kuniawan, [2]Amellia D.S., [2]Fika C.H., [2]Maria Johana

Pengembangan Kawasan Geopark Kaldera Toba di Kabupaten Samosir 447
[1]Sahala Fransiskus Marbun, [2]Luthfi Muta'ali, [2]Sudrajat

Peninggalan Budaya di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat, untuk Pengembangan Potensi Geowisata 459
[*]Paradita Kenyo Arum Dewantoro, Adhitya Ari Nugroho

Potensi Geowisata Desa Sukasari, Kabupaten Pandeglang, provinsi Banten 471
[*]Arthur G.P. Nayoan, Miza Ramadhan Naslan, Lia Pauling, Deny

Geopark Karangsambung-Karangbolong: Bentang Alam Karst di Atas Lantai Samudra Purba 491
[1*]Chusni Ansori, [1]Puguh Dwi Rahardjo, [1]Edy Hidayat, [2]Junaedi Fathurahman

Potensi Pengembangan Geowisata dan Analisis *Ecopark* di Pantai Banteng Mati dan Sekitarnya, Siderejo, Kecamatan Wonotirto, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur 503
Harlan Renaldi[1*] & Ilyas Furqon[1]

Studi Awal Biogeografi Pulau Belitung: Sebuah Upaya Pengayaan Materi Geowisata Geopark Belitong 521
[1*]Oman Abdurahman dan [2]Ganjar Cahyadi

Persebaran *Geodiversity* dan Geotrek sebagai Potensi Geowisata di Malang Selatan, Jawa Timur, Indonesia 535
***Y. Festian, A. Bagus, dan B. Santoso**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Temuan Manusia Purba dan Budaya Prasejarah di Gua Pawon dan Gua Sekitarnya Sebagai Aset *Cultural Diversity* Pengembangan *Geopark* di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 549
Lutfi Yondri

Geosite Pemandian Air Panas Krakal sebagai Titik Pertemua Legenda, Sejarah, dan Geologi 569
[1]Teguh Hindarto, [2]Chusni Ansori

Developing Geotourism in Geothermal Manifestation: Case Study in Cipanas Hot Springs, Cisolok Subdistrict, Sukabumi Regency 589
Rinaldi Ikhram*, Mohamad Reza Abdillah, Ilham M Saputra*, Mega Fatimah Rosana****

Menjelajahi Destinasi Ikonik Bukittinggi, Taman Bumi Ngarai Sianok: Miniatur Grand Canyon 603
[1*]Astari Rozalina, [2]Sari Widyastuti, [3]Herman Darman

Inventarisasi Potensi Situs *Geoheritage* Karst Muna dan Aspal Buton sebagai Peluang Pengembangan Kawasan Geowisata di Pulau Muna dan Pulau Buton, Sulawesi Tenggara 611
[1*]Astuti, W, [2]Novantri, S, [3]Makkawaru

Potensi Situs Warisan Geologi di Jalur Sesar Palu-Koro, Sulawesi Tengah 621
[*]Reza Permadi dan Fatir Yuslihanu

Potensi Geowisata Kawasan Bantul Bagian Tenggara Daerah Istimewa Yogyakarta 629
[1*]Canggah Besari, [2]Muhamad Rio Dwi Patra, [2]Fauzan Iqbal Hidayat

Identifikasi Potensi Koleksi Museum Geologi sebagai Objek Wisata Berbasis Edukasi Geologi 643
Ifan Yoga Pratama Suharyogi[1], Agustina Djafar[1], Anita Galih Ringga Jayanti[1], Unggul Prasetyo Wibowo[1], Johan Budi Winarto[1]

Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumber Daya Geologi Untuk Geowisata di Kabupaten Sumbawa Barat 655
Aris Dwi Nugroho[1,*], Kurniah[1]

Jejak Aktivitas Vulkanik Purba Selatan Jawa sebagai Potensi Geowisata: Studi Kasus Desa Purwodadi, Kecamatan Tirtoyudo, Malang Selatan, Jawa Timur 667
[1]Iqbal Daffa Pradana[*], [1]V. A. Elvien Kristian, [1]Bramasta Adya Dewanta

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Potensi Geodiversity Pulau Ambon untuk Dijadikan sebagai Geowisata dan Pengembangan Geopark 679
Gabriela C. N. Gaspersz[1*], Santi Dwi Pratiwi[2], Vijaya Isnaniawardhani[2]

Studi Hubungan Antara Indikator SKKNI dan Geopark untuk Peningkatan Geowisata dan Geokonservasi di Gunung Sewu UNESCO Global Geopark, Indonesia 695
Farah Aida Ilmiatul Kulsum[1,*], Hilary Reinhart[2]

Pengembangan Geowisata pada Geosite Gua Petruk Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong, Kebumen 711
Moh. Alfariji[1,*], Chusni Ansori[2]

Identifikasi Geosite di Daerah Baturraden guna Mengembangkan Potensi Wisata Berbasis Edukasi dan Kelestarian Alam 729
Idham Khaliq Yudhistira[1*], Widya Mayank Sari[1], Rahman Wahyu Nurmajid[1] , Akhmad Khahlil Gibran[1], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

Potensi Situs Warisan Geologi Di Ujung Kulon-Selat Sunda Timur 739
Fhirdha Rizqi[1], Gema Akbar Mohammad Arif [2], dan Mutiara Vania Salma[3*]

Identifikasi Dan Analisis Geodiversity Gua Petruk Untuk Pengembangan Wisata Minat Khusus Berbasis Edukasi 751
Tunjung Sunggingsari[1*], Panggah Bagaskara Nuraga[1], Fadilla Pramestiwi[1], Irev Jundulloh[2]

Potensi Gunung Api Purba Tampomas Sebagai Kawasan Geowisata Bernilai Sejarah, Daerah Banjarnegara, Jawa Tengah 761
Ade Rofik Fajar Sidik[1*], Muhammad Tidar Limanianto[1], Khaerul Muhammad Abdillah[1], Huzaely Latief Sunan[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

Optimalisasi *Geosite* dan *Morphosite* Kawasan Karst Argopeni untuk Mendukung Pengengembangan Geopark Karangsambung-Karangbolong 771
Shinta Maharani Putri[1*], Yuzak Firdaus Amrulloh[1], Asri Nababan[1], Maula Nur Latifah[1], Deventi Nur Aeni[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

Konsep Kotak Geowisata dan Penerapannya di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung 791
Shandra Rama Panji Wulung[1*], Budi Brahmantyo[2], dan Arief Rosyidie[3]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Karakterisasi Lorong Gua di Geosite Gua Pindul, Geopark Gunungsewu 805
Mohammad Ainul Labib[1*], Eko Haryono[2,3], Romza Fauzan Agniy[1], Haviz Damar Sasongko[1], Ahmad Cahyadi[2,3], Eko Bayu Dharma Putra[1], Danardono[4], Roza Oktama[1], Tjahyo Nugroho Adji[2,3]

Wisata Geoedukasi Gua Lawa Purbalingga (Golaga): Pendekatan Melalui Karakterisasi Geowisata, *Geoheritage,* dan *Geoculture* 813
Aldo Yulio P[1*], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Rizal Giffary[1], Yunus[1]

Strategi Pengembangan Potensi Geowisata Leher Gunung Api Purba (Gunung Lawe) Banjarnegara Menggunakan Analisis Swot 821
Akhmad Sahlut Taufiq[1*], Huzaely Latief Sunan[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1] Zulfa Tiara[1], Luh Ayu Gita Paramita[1]

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Geowisata Tubing "Putra Dasar Samudera" di Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah 831
Ardhan Farisan[1*]

Geowisata Watugajah: Upaya Konservasi Warisan Geologi Berupa Situs Geologi *Columnar Joint* Intrusi Mikrogabbro di Desa Watugajah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta 839
Nicolaus Ario Wicaksana[1,*], Fidelis Saka Sigmaringa Da Costa[1], Ahmad Ardianto[1], Setyo Haryo Utomo[1], Rofi Fadhli[1], Muhammad Rizal Muslim[1]

Geowisata Selogiri: Upaya Konservasi Lanjutan Warisan Geologi Berupa Situs Geologi *Columnar Joint* Lava Andesit di Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah 851
Nicolaus Ario Wicaksana[1*], Yoyok Ragowo S.S.[1], Alfirdaus[1], Bayu Pradana[1], Muhammad Danny Fauzan[1]

Analisis Potensi Desa Seboro Sebagai Geowisata di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong 869
Isyqi[1*],Mohamad Al'Afif[1], dan Sueno Windu Hutomo[1]

Potensi *Geodiversity* dan Geowisata Pantai Menganti Sebagai Salah Satu *Geosite* di Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong, Jawa Tengah 883
Fitriany Amalia Wardhani[1*], Isyqi[1], Chusni Ansori[1], Defry Hastria[1], Eko Puswanto[1], Mohammad Al Afif[1]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kajian Awal Pemanfaatan Lubang Bekas Tambang Sirtu Sebagai Kawasan Geowisata di Daerah Selatan Jakarta 899
Suherman Dwi Nuryana[1*], Muhammad Adimas Amri[1], dan Eddy Sugiarto[1]

Potensi Kawasan Dataran Tinggi Dieng Sebagai Kandidat Unesco Global Geopark 911
Ali Azimi1[1*]

Keunikan Morfologi Monadnock Granit Indah: Potensi Geowisata Lampung 919
Rahmi Mulyasari[1*], Sugeng Purwo Saputro[2], dan Hari Wiki Utama[3]

Peran Mas Mbak Duta Geopark dalam Strategi Promosi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen 929
Eko Budi Wibowo[1*]

Menemukenali Keterkaitan Keragaman Geologi Terhadap Keragaman Budaya Untuk Pengembangan Geopark Karangsambung-Karangbolong: Sebuah Konsep Analisis 941
Chusni Ansori [1*]

Brand Attributes dalam Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong, Kebumen 953
Tri Juniati Andayani[1*] dan Dwi Novi Purnami[2]

Digitalisasi Media Interpretasi Nonpersonal di Jalur Geowisata Sesar Palu-Koro, Sulawesi Tengah 963
Reza Permadi[1*], Indra Baligau[2], dan M. Rizky[3]

Karakterisasi Ragam Geologi di Daerah Bukit Jamur Sebagai Sarana Edukasi Wisatawan 973
Amalia Hidayati[1], Winda Nur Afni[2], dan Andika Dwi Pradityo[3]

Identifikasi Potensi Energi Panas Bumi Gunungapi Daerah Padusan Pacet, Mojokerto, Jawa Timur dan Pemanfaatannya Sebagai Geowisata 983
Yoyok Ragowo Siswomiharjo. S[1*], Agung Candra Setiawan[1], Dessensa[1], Tiara Ambar Sari[1] , Alfina Trisnawati[1]

Pengembangan Ekowisata Pantai Karangbolong Sebagai Kawasan *Geopark* 995
Choirul Rahmat[1], Widya Ani Al Aqso[2*], Saharani Nabila[3]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sorotan Penting Hasil Eksplorasi Flora di Geopark Kaldera Toba, Sumatera Utara 999
I Putu Gede P. Damayanto[1*], Kusuma Rahmawati[1], Septiani D. Arimukti[1], Deden Girmansyah[1], dan Laberina K. Ibo[1]

Keanekaragaman Suku Ericaceae di Geopark Kaldera Toba 1017
Y. Michael Mambrasar[1*], Tika D. Atikah[1], Joeni Setijo Rahajoe[1], Endang Kintamani[1], Laode Alhmd[1], dan Siti Sundari[1]

Peran Geoinformasi dalam Mendukung Geokonservasi di Geopark: Studi Kasus Gunung Sewu Unesco Global Geopark 1025
Hilary Reinhart[1*], Farah Aida Kulsum[2]

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku Prosiding Geodiversity ini diterbitkan sebagai diseminasi hasil-hasil penelitian bidang ilmu kebumian kepada masyarakat. Topik yang diangkat di antaranya menyangkut pengembangan geowisata dan peran pemerintah bagi peningkatan perekonomian masyarakat melalui pengembangan *geopark* daerah.

Para peneliti dan akademisi, baik nasional maupun internasional, telah banyak menghasilkan penelitian dan pengembangan ilmu kebumian, tetapi masih sedikit yang dimanfaatkan untuk pengembangan *geopark*. Atas dasar tersebut, seminar ini menjadi salah satu ajang bagi para peneliti, akademisi, dan profesional untuk memaparkan hasil penelitiannya sekaligus bertukar informasi dan meningkatkan kerja sama berkelanjutan dalam pengembangan *geopark* nasional atau global.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, yang telah mencurahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, serta dengan ijin-Nya **Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity dan *Call for Papers* tahun 2019** dengan tema "***Riset Ilmu Kebumian untuk Pengembangan Geopark Nasional***" dapat terlaksana dengan baik dan prosiding ini dapat diterbitkan.

Tema di atas dipilih dengan alasan untuk memberikan perhatian bagi pemangku kepentingan, terutama pemerintah daerah dan pemerintah pusat, untuk memberikan perhatian lebih bagi pengembangan *geopark* di tanah air.

Para peneliti dan akademisi, baik nasional dan internasional, telah banyak menghasilkan penelitian dan pengembangan ilmu kebumian, tetapi masih sedikit yang dimanfaatkan untuk pengembangan geopark. Atas dasar tersebut, seminar nasional ini menjadi salah satu ajang bagi para peneliti, akademisi, dan professional untuk memaparkan hasil penelitiannya sekaligus bertukar informasi dan meningkatkan kerja sama berkelanjutan dalam pengembangan *geopark* nasional atau global.

Seminar ini diikuti oleh peneliti, akademisi, dan profesional dari berbagai bidang ilmu, terutama ilmu kebumian dari seluruh Indonesia dan telah memberikan sumbangan pengetahuan untuk pengembangan *geopark* di Indonesia.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah terlibat dalam penyelenggaraan seminar nasional ini. Semoga Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, meridai semua usaha kita.

Kebumen, April 2020

Edi Hidayat
Kepala Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGANTAR EDITOR

Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity yang dilaksanakan pada tanggal 2 Oktober 2019 merupakan salah satu kegiatan diseminasi dari Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI dan diagendakan menjadi salah satu kegiatan ilmiah rutin tahunan. Kegiatan ini bertujuan untuk menghimpun hasil penelitian terkait potensi, kebaruan informasi, penggunaan metode baru, serta pengembangan pendidikan dan penelitian dalam bidang ilmu kebumian ke arah pembangunan nasional.

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI, sebagai salah satu institusi lembaga penelitian sekaligus tempat kawah candradimuka bagi para calon ahli geologi, bekerja sama dengan Pemerintah Kabupaten Kebumen dalam mewujudkan *Geopark* Nasional Karangsambung-Karangbolong. Kerja sama tersebut dimaksudkan untuk menjembatani antara lembaga penelitian dan pemerintah daerah dalam menyikapi percepatan laju pertumbuhan ekonomi di segala bidang, termasuk pariwisata. Semangat bekerja sama inilah yang menjadi tema Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity pertama dengan tema "Riset Ilmu Kebumian untuk Pengembangan Geopark Nasional."

Karya tulis ilmiah yang telah didiskusikan dalam Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity berjumlah 84 makalah dengan tema bidang geologi, yaitu, 1) Petrologi dan Sumber daya Mineral, 2) Lingkungan, Kebencanaan dan Sistem Informasi Geografis, 3) Geodinamika (Tektonik, Paleontologi, Sedimentologi-Stratigrafi), dan 4) Geowisata (Pendidikan Geologi, *Geodiversity*, *Biodiversity*, *Culture*).

Kami mengucapkan puji syukur karunia Allah atas terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity. Atas nama Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, LIPI menyampaikan terima kasih banyak kepada seluruh peserta, tamu undangan, pembicara, dan pihak sponsor yang telah berkenan hadir dalam acara seminar nasional ini. Tidak lupa pula, kami mengucapkan terima kasih

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kepada seluruh rekan panitia dan peneliti Balai Informasi Konservasi Kebumian atas kerja kerasnya sehingga rangkaian seluruh acara dapat berjalan lancar.

Semoga Seminar Nasional Ilmu Kebumian Geodiversity pertama ini dapat terus berjalan dan bermanfaat untuk kita semua.

Kebumen, Desember 2019

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tema :

Petrologi dan Sumber Daya Mineral



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BAB 1
DOLOMIT FORMASI BULU DAN PACIRAN, DAERAH MONTONG DAN SEKITARNYA, KABUPATEN TUBAN, PROVINSI JAWA TIMUR

DOLOMITES OF BULU AND PACIRAN FORMATION, MONTONG AND THE SURROUNDING AREAS, TUBAN REGENCY, EAST JAVA PROVINCE

A. R. Romadlon Adlofz[1*] dan Dedi Mulyadi[2]

[1]SekolahTinggi Teknologi Mineral Indonesia (STTMI)
[2]Pusat Penelitan Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
[*]Pos-el*:* dedi19@yahoo.com

ABSTRACT

Dolomite mineral research is currently being studied by many geologists, namely can be used for fertilizer materials and basic ingredients for making glass and ceramics. Dolomite minerals is also a limestone cement material as groundwater reservoirs. Dolomite can be further processed into magnesium carbonate and calcium carbonate products as a filler for various industrial products such as the pharmaceutical industry, and as a bleaching agent, pulp, coating, and gloss on paper as the main reservoir for oil exploitation areas. The method used are field mapping, petrographic analysis, and XRD. The results of the observations shows that there are 79.9% dolomite minerals in the mudstone Bulu Formation.

Keywords: *dolomite, petrography, XRD, mudstone, Bulu Formation, Paciran Formation*

ABSTRAK

Penelitian mineral dolomit saat ini banyak diteliti oleh para ahli geologi, di antaranya dapat digunakan sebagai bahan campuran pada pupuk serta bahan dasar pembuatan kaca dan keramik. Mineral dolomit juga merupakan bahan semen batu gamping sebagai reservoir air tanah. Dolomit dapat diolah lebih lanjut menjadi produk magnesium karbonat dan kalsium karbonat sebagai bahan pengisi beragam produk industri, seperti industri farmasi, dan sebagai bahan pemutih, pulp, pelapis, serta pengilap pada kertas sebagai reservoir utama daerah ekplotasi perminyakan. Metode yang digunakan adalah dengan pemetaan lapangan, analisis petrografi, dan XRD. Hasil dari analisis memperlihatkan bahwa terdapat 79,9% mineral dolomit dalam *mudstone* Formasi Bulu.

Kata kunci: dolomit, petrografi, XRD, *mudstone*, Formasi Bulu, Formasi Paciran

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Batu gamping adalah sedimen kimia yang umumnya terbentuk di laut dengan kandungan kalsium karbonat yang dihasilkan oleh organisme laut. Pembentukan sedimentasi karbonat di Indonesia sangat intensif karena Indonesia secara geografis terletak di zona khatulistiwa. Jumlah deposit batuan karbonat dapat dikembangkan menjadi area penambangan batu kapur yang baik untuk bahan baku utama semen dan penambangan rakyat. Dari distribusi fasies karbonat, secara umum dapat dikelompokkan batu gamping yang cocok untuk beberapa keperluan penambangan.

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk analisis batu gamping yang mengandung dolomit. Mineral dolomit adalah kalsium magnesium dengan komposisi kima CaMg(CO3)2, dengan nama alternatif doloston dalam batuan metamorf yang disebut marmer dolomit, sedangkan batu kapur yang mengandung beberapa dolomit dikenal sebagai batu kapur dolomit (King, 2020). Ahli geologi telah banyak meneliti keberadaan dolomit di daerah penelitian.

Beberapa peneliti yang telah meneliti di daerah Montong antara lain:

- Santika dan Mulyadi (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa batu kapur Formasi Paciran memiliki kandungan CaO yang tinggi dan MgO yang rendah, sedangkan batu gamping klastik Formasi Bulu memiliki kandungan CaO yang sedang–tinggi dan MgO yang tinggi.
- Firmansyah dan Dewi (2015) meneliti batu kapur dengan tipe klastik dan terumbu. Singkapan batu kapur ini ditemukan di Daerah Montong Sekar, Kabupaten Tuban.
- Dwiyuniarto (2011) menuturkan penambangan dolomit di daerah Tuban ditemukan di tiga desa, yaitu Desa Bektiharjo, Desa Prunggahan Kulon, dan Desa Jadi. Bambang Yunianto (2015) mengatakan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi tambang rakyat di Desa Leran Wetan, Desa Leran Kulon, dan Desa Pucangan dapat dialokasikan untuk menjadi Daerah Tambang Rakyat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daerah yang memiliki kandungan mineral dolomit tinggi yang akan direkomendasikan kepada pemerintah daerah agar dapat dimanfaatkan. Berbagai macam fungsi mineral dolomit, di antaranya sebagai pupuk untuk lahan gambut bagi petani (Alwi & Hairani, 2007), dan sebagai salah satu unsur dalam pembuatan semen (Santika & Mulyadi, 2017). Dolomit dapat diolah lebih lanjut menjadi produk magnesium karbonat dan kalsium karbonat sebagai bahan pengisi berbagai produk industri, seperti industri farmasi (Sulistiyono, Firdiyono, Natasha dkk., 2015). Batu kapur sebagai reservoir air tanah (Djakamihardja & Mulyadi, 2013), dominasi dolomit sebagai reservoir utama di lingkungan pengendapan lingkungan FTM di kawasan Banggai Sula Cekungan Sulawesi (Fatimah, 2016).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Lokasi Pemetaan Kabupaten Tuban, Jawa Timur

Wilayah studi (Gambar 1) adalah bagian kecil dari peta geologi Jatirogo dan Bojonegoro (Sitomorang, Smit, & van Vessem, 1992) dengan skala 1:100.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Lokasi penelitian termasuk dalam fisiografi Antiklinorium Rembang. Zona Rembang adalah bagian dari cekungan sedimentasi Jawa Timur Utara. Garis Rembang terdiri dari lipatan dalam bentuk antiklinorium, membentang ke barat–timur, yang merupakan daerah dataran yang bergelombang dengan berbagai bukit dan bersinggungan dengan dataran aluvial.

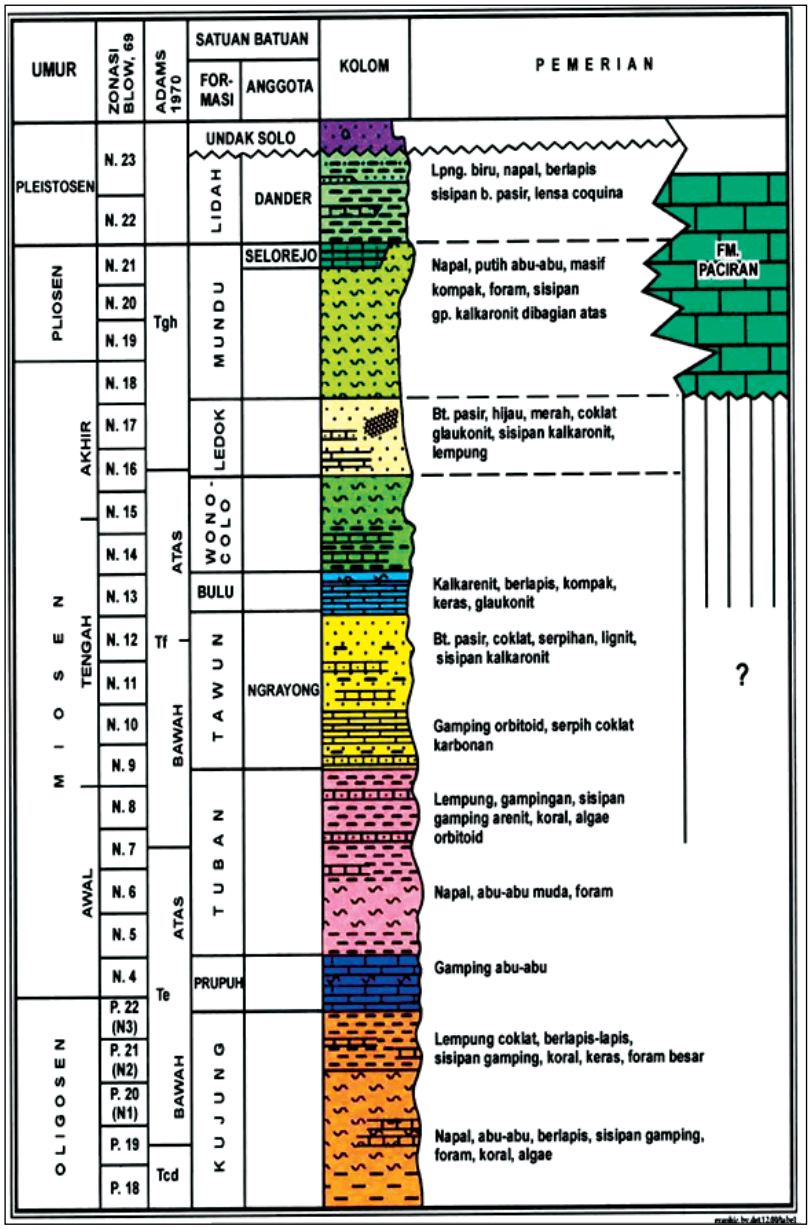
Geologi Daerah Penelitian

Di daerah penelitian, beberapa formasi batuan terungkap (Gambar 2), termasuk Formasi Ngrayong yang terdiri dari batu pasir kuarsa dan di lokasi tertentu terlihat sisipan batu gamping klastik serta sisipan batu lanau. Batu pasir kuarsa di lokasi penelitian umumnya berwarna putih keabu-abuan sampai kecoklatan dengan struktur laminasi dan juga struktur *cross-sectional*.

Formasi Bulu yang terdiri dari batu gamping klastik umumnya abu-abu kecoklatan dengan struktur berlapis dan sebagian besar berongga. Tekstur halus hingga kasar dengan bentuk butiran miring. Diurutkan dengan buruk dan termasuk dalam wadah terbuka dengan porositas yang baik. Singkapan batu kapur klastik memiliki ketebalan ± 1 m hingga 15 m. Rentang usia yang ditunjukkan oleh fosil foraminifera adalah Miosen Tengah hingga Akhir (N14–N16), pukulan zonasi (Plumley, Risley, & Graves Jr. dkk., 1962) dihilangkan secara tidak konsisten dengan batu kapur nonklastik, kotak terbuka dengan rongga sebagai porositas dan bereaksi kuat terhadap HCl. Di beberapa tempat, beberapa koral sudah membusuk. Beragam koral yang termasuk dalam fasies boundstone dari unit kapur nonklastik yang terpapar di wilayah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

studi tidak selaras dengan batu kapur klastik. Ketidakkonsistenan ini ditemukan di lapangan dengan penemuan tanah paleo sebagai penghalang antara batu gamping klastik dan batu gamping nonklastik. Berdasarkan karakteristik litologi di daerah tersebut dan kandungan fosilnya, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih lanjut tentang batuan karbonat yang mengandung dolomit di daerah penelitian, terutama di Formasi Bulu dan Formasi Paciran.



Sumber: Pringgoprawiro & Sukido (1992)

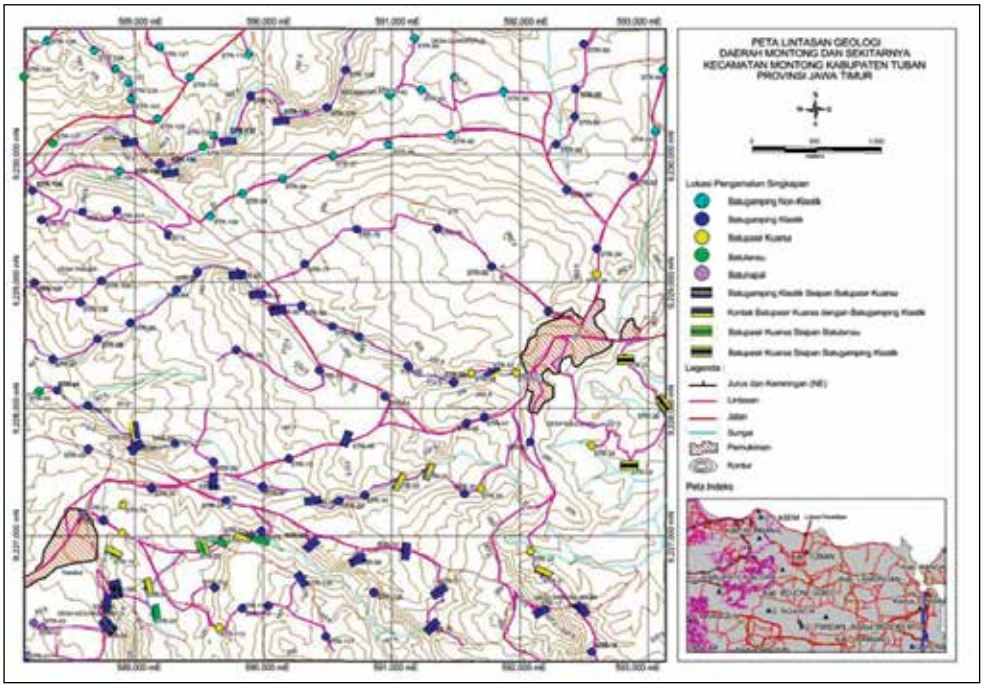
Gambar 2. Kolom Stratigrafi Rembang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data literatur dilakukan sebelum meneliti untuk mendapatkan gambaran umum lokasi yang akan dipetakan. Dalam penelitian ini, kegiatan dilakukan berdasarkan kondisi geologi regional yang dipandu oleh metode pemetaan geologi dan ilmu terkait. Kegiatan penelitian dimulai dari membuat rencana lintasan, kemudian memperkenalkan lapangan dan melacak jalur yang direncanakan, serta menggambarkan batu di setiap perubahan, seperti warna dan ukuran butir serta litologi. Langkah selanjutnya adalah menandai lokasi menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk mengetahui di mana koordinat area yang dituangkan ke dalam bentuk peta. Sebagai data pendukung, foto singkapan batu dan kondisi di setiap lokasi diambil pada lipatan dan pengukuran kesalahan pada peta trek (Gambar 3).

Analisis petrografi dilakukan untuk menentukan kandungan mineral secara mikroskopis. Analisis mikropaleontologi bertujuan untuk mengidentifikasi usia batuan dan lingkungan pengendapannya dengan menganalisis fosil plankton.Analisis Benthos XRD yang dilakukan di Pusat Geoteknologi mencakup jumlah pekerjaan XRD yang terdiri dari empat tahap, yaitu persiapan, difraksi, deteksi, dan interpretasi (Erlangga, Mulyadi, & Cahyarini, 2016). Penerapan fungsi XRD dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak Siroquant untuk menentukan jenis mineral yang lebih tepat dari sampel batuan.



Gambar 3. Peta Lintasan Daerah Montong dan Sekitarnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah yang diteliti terdapat jenis karbonat, lanau, marl, dan jenis batu pasir, termasuk sisipan batu gamping kuarsa dan batu pasir kuarsa. Batu pasir mendominasi hasil penelitian sehingga perlu membuat satu kelompok fasies dalam dua formasi batu kapur.

Penentuan dan pengelompokan fasies karbonat di lokasi penelitian dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan dari lintasan pengamatan disertai dengan deskripsi megaskopik dari singkapan yang ditemukan di daerah tersebut. Tampilan terperinci dari karakter fisik dan konten biota dianalisis di laboratorium dengan analisis petrografi irisan tipis sampel batuan representatif. Pengamatan lapangan dan batuan karbonat laboratorium di lokasi pemetaan dapat dibagi menjadi tiga fasies batuan karbonat menggunakan klasifikasi Dunham (1962).

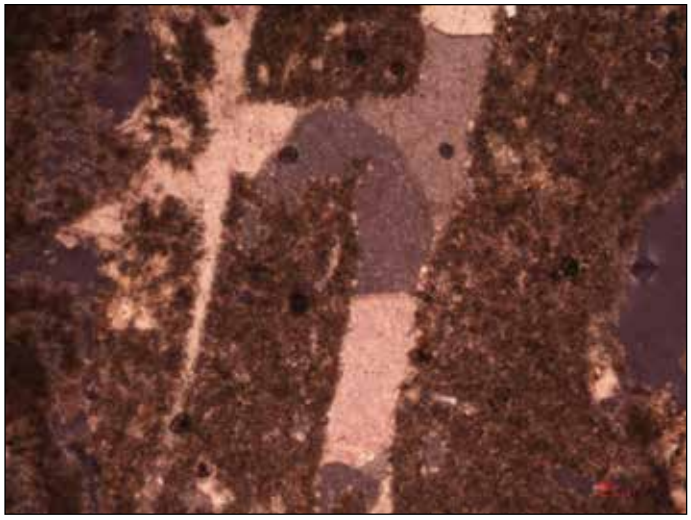
1. Fasies Mudstone

Kapur klastik terletak di wilayah barat daya lokasi pemetaan (Gambar 4). Karakteristik warna coklat kekuningan, struktur berlapis, tekstur butiran karbonat sedang, bentuk butiran bersudut, pengurutan buruk, pengepakan terbuka, porositas buruk dengan komposisi foram dan pecahan-pecahan - kerang split. Satuan Nepal termasuk dalam Formasi Bulu dengan bentuk lumpur lebih dominan daripada butiran. Bagian tipis (Gambar 5) di bawah mikroskop bertekstur bioklastik, berbutir sangat halus hingga sedang (0,0625–0,25 mm), ada potongan kecil alga dan foram yang mengambang pada massa dasar mikrit. Penyortiran sedang, fosil yang tidak utuh, adanya vugee dan fraktur yang diisi dengan kalsit. Matriks ini terdiri dari mikrit coklat yang sangat halus, digulingkan dalam kondisi yang sedikit tidak stabil (Agitasi) (Plumley dkk., 1962).



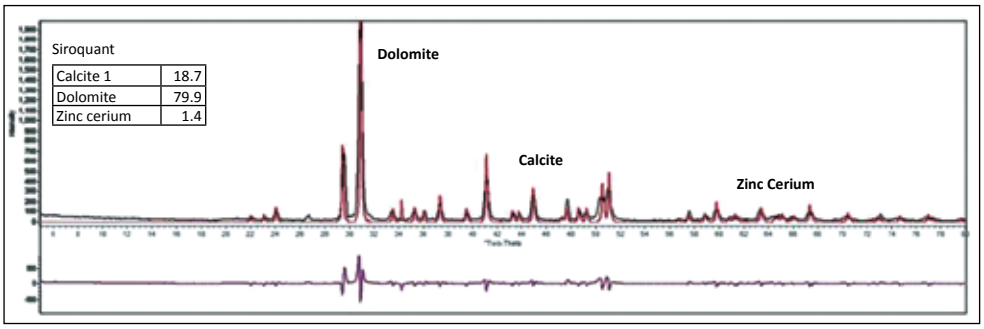
Gambar 4. Fasies Formasi *Mudstone* Bulu

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Bagian Tipis Formasi *Mudstone* Bulu

Dari data analisis XRD (Gambar 6) yang diproses menggunakan Siroquant Software, kandungan dolomit dominan mencapai 79,9%, kalsit 18,7%, dan seng 1,4%.



Gambar 6. Hasil Analisis XRD Batu Gamping Klastik

2. Fasies Packstone

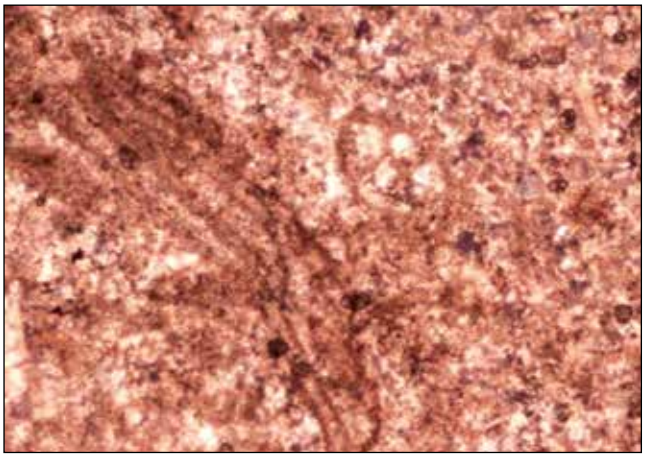
Fasies packstone juga putih agak kekuning-kuningan dengan struktur berlapis, ada pula yang masif, tekstur berbutir kasar, bentuk butiran bersudut, pengurutan yang buruk, pengepakan terbuka, porositas yang baik, memiliki komposisi fragmen fosil foraminifera, fragmen cangkang putih, *Lepidocycline* sp., massa dasar kalsit butiran halus, dan semen berkarbonasi.

Sayatan tipis (Gambar 8) di bawah mikroskop bertekstur bioklastik, berbutir sangat halus hingga sangat kasar (0,0625–2,0 mm), terdapat fosil ganggang dan foraminifera yang berpotongan dalam massa dasar suku cadang kalsit dengan semen mikritik yang sangat baik. Pemilahan sedang, fosil utuh, dikemas secara terbuka.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7. Fasies Packstone di Singkapan Batu Kapur dari Lokasi Desa Kedung Jambe

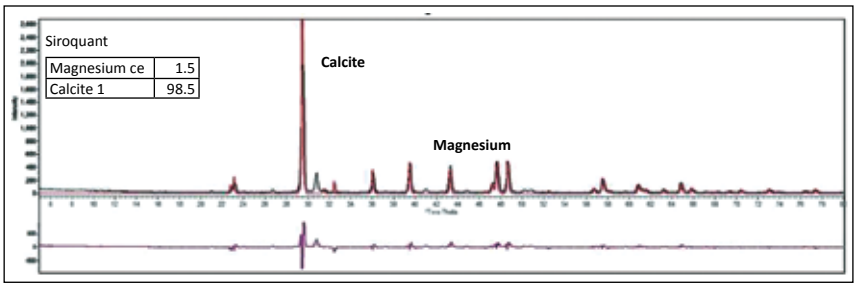


Gambar 8. Hasil analisis petrografi dari fasies packstone menunjukkan tanda alga, foram besar, dan foram kecil.

Spar kalsit putih berukuran halus menyusun matriks dengan semen mikritik yang sangat baik, digulingkan dalam kondisi sedang (agregat) saat ini, (Plumley dkk., 1962). Penamaan petrografi termasuk dalam fasies packstone termasuk Formasi Bulu (Dunham 1962).

Dari data analisis XRD (Gambar 9), sampel batuan yang diolah menggunakan Siroquant Software adalah kandungan dominan kalsit yang mencapai 98,5% dan magnesium 1,5%.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

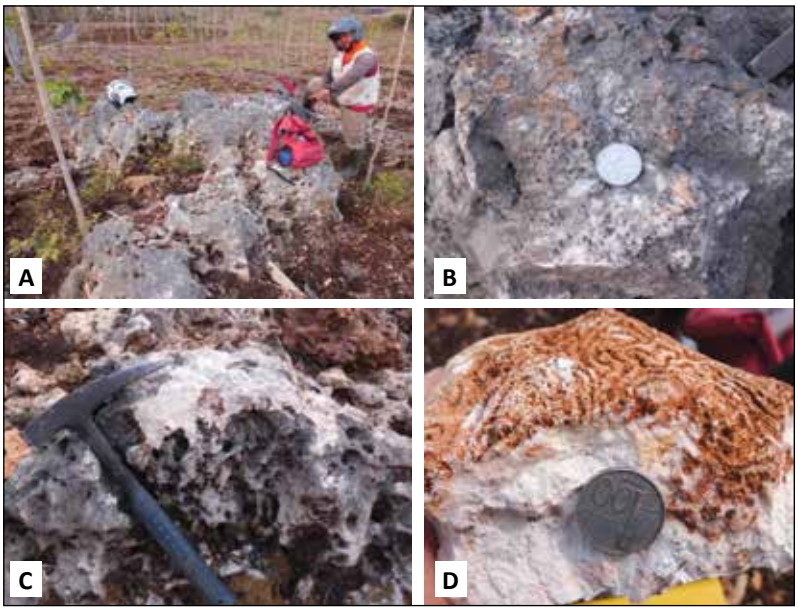


Gambar 9. Hasil Analisis XRD dari Fasies Batulumpur untuk Sampel Batuan STR-70

3. Fasies Batu Pasir

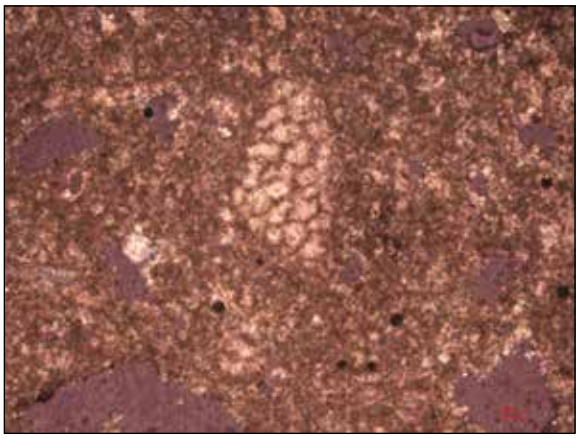
Koral adalah batu utama yang membentuk batu gamping di fasies ini. Warna batuan yang dominan adalah putih abu-abu muda, masif. Berdasarkan bentuk fasies boundstone, koral di lokasi penelitian termasuk dalam subfasies framestone karena koral masif tidak terlihat bercabang atau diratakan.

Wajah-wajah ini tersebar di bagian utara area pemetaan (Gambar 10) yang merupakan litologi batu gamping nonklastik dalam peta geologis. Kelimpahan koral dalam Formasi Paciran diendapkan pada lingkungan terumbu dan bentuk coral yang besar, tidak bercabang, atau diratakan.



Gambar 10. Fasies Boundstone di Singkapan Batu Kapur Nonklastik Desa Gowoterus

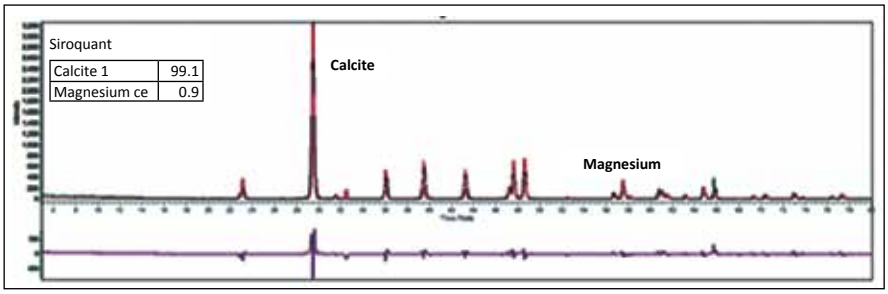
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11. Analisis Fasies Boundstone Petrografi pada Sayatan Tidak Sangat Jelas

Sayatan tipis di bawah mikroskop (Gambar 11), karang atau tekstur organik. Fosil terdiri dari karang utuh yang diisi dengan suku cadang mikrit dan kalsit; ada rongga (vogue). Mineral terdiri dari seluruh karang dengan matriks yang terdiri dari suku cadang kalsit berukuran halus dengan semen mikritik yang sangat baik. Penamaan Petrographic termasuk dalam fasies boundstone (Dunham, 1962).

Dari data analisis XRD (Gambar 12), contoh batuan STR-92 yang mewakili fasies boundstone dan diolah menggunakan perangkat lunak Siroquant, hasilnya konten kalsit yang dominan mencapai 99,1%, dan magnesium 0,9%.



Gambar 12. Hasil Analisis Fasies XRD pada Sampel Batuan Boundstone STR-92.

D. DISKUSI

Penelitian di daerah Montong yang bertujuan memeriksa kandungan dolomit dalam batu gamping, menunjukkan bahwa beberapa sampel batuan memiliki kandungan di atas rata-rata, tetapi fasies lain menunjukkan kandungan dolomit yang sedikit, bahkan sedikit analisis XRD menunjukkan bahwa fasies mudstone memiliki kandungan yang tinggi karena ada kemungkinan terjadi pembentukan dengan fasies packstone dan grainstone. Hasil analisis petrografi tidak menunjukkan hasil yang baik untuk melihat kandungan dolomit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

Daerah penelitian adalah bagian Formasi Bulu (packstone dan mudstone) dan Formasi Paciran (fasies boundstone). Tiga daerah terdiri dari fasies mudstone, packstone, dan boundstone. Analis XRD dalam tiga contoh ada beberapa perbedaan, antara lain fasies mudstone hampir didominasi oleh dolomit mencapai 79,9%, kalsit 18,7%, dan seng 1,4%, sedangkan packstone mengandung kalsit 98,5%, dan magnesium 1,5%. Sementara fasies baundstone dari analisis XRD, misalnya, batuan STR-92 yang mewakili fasies boundstone dan diproses menggunakan Siroquant Software memiliki kandungan kalsit yang dominan mencapai 99,1%, dan magnesium 0,9%.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada dosen kami yang telah mengambil bagian dalam penulisan KTI; kepada Dekan STTMI yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah. Terima kasih untuk Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memiliki kesempatan untuk menggunakan laboratorium optik, kimia, dan XRD dalam analisis data; sesama pusat penelitian untuk teknisi Laboratorium Geoteknologi (Eki Nandia Dida, Jakah, Kuswandi, dan Wawan) yang telah membantu dalam mempersiapkan data untuk penyelesaian penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, M., & dan Hairani, A. (2007). Karakteristik kimia lahan gambut dangkal dan potensinya untuk pertanaman cabai dan tomat. *Buletin Argonomi 35(1)*, 36–43.

Djakamihardja, A. S., & Mulyadi, D. (2013). Implikasi penambangan batu gamping terhadap kondisi hidrologi di Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal RISET Geologi dan Pertambangan, May 2013, 23(l)*, 53–65, ISSN 2354-6638. doi:http://dx.doi.org/10.14203/risetgeotam2013.v23.69. Diakses 06 Sep 2018 pada http://jrisetgeotam.com/index.php/jrisgeotam/article/view/69

Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Dalam W. E. Ham (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks* (108–121). Tulsa: American Association of Petroleum Geologist.

Dwiyuniarto, H. (2011). *Evaluasi kuantitatif massa batuan berdasarkan klasifikasi geomekanik dan geological strength index pada penambangan batu gamping dolomit, studi kasus Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur* (Tesis, Geologi Pertambangan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta).

Erlangga, B. D., Mulyadi, D., & Cahyarini, S. Y. (2016). Analisis petrografi dan x-ray diffraction untuk deteksi kalsit nondestruktif dari fosil coral porites endapan terumbu kuarter Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal RISET Geologi dan Pertambangan*, June, *26(1)*, 15–21. ISSN 2354-6638. doi:http://dx.doi.org/10.14203 /risetgeotam 2016.v26.263.

Fatimah. (2016). Lingkungan pengendapan area FTM Cekungan Banggai Sula Sulawesi. *Dalam Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi"*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Firmansyah, Dody Pratama, & Dewi, Ia Kania. (2015). Fasies batu gamping Formasi Paciran berdasarkan data biostratigrafi, sedimentologi, dan petrografi. Dalam *Seminar Nasional ke-II FTG Universitas Padjadjaran, Pusat Studi Energi Universitas Padjadjaran*.

King, H. M. (2020). *Dolomite*. Diakses 30 Agustus 2020 dari https://geology.com/minerals/dolomite.shtml.

Santika, A. W., & Mulyadi, D. (2017). Geokimia batu gamping daerah Montong, Tuban, Jawa Timur. *Jurnal RISET Geologi dan Pertambangan*, Desember 2017, (27) 2. ISSN 2354–6638. doi:http://dx.doi.org/10.14203/risetgeotam2017.v27.493. Diakses pada 06 Sep 2018 dari http://jrisetgeotam.com/index.php/jrisgeotam /article/view/ 493>.

Situmorang, R. L. (1992). Peta geologi lembar Jatirogo–Jawa. Bandung: Puslitbang Geologi, Departemen ESDM.

Sulistiyono, E., Firdiyono, F., Natasha, C. N., Sufiandi, D. (2015). Pengaruh ukuran butiran terhadap struktur kristal pada proses kalsinasi parsial dolomit. *Majalah Metalurgi*, V 30.3.2015, ISSN 0126-3188/ 125–132.

Plumley, W. J., Risley, G. A., Graves Jr., R. W., Kaley, M. E. (1962). Energy index for limestone interpretation and classification. Dalam W. E. Ham (Ed.), *Classification of Carbonate Rock* (85–107). Tulsa: American Association of Petroleum Geologist.

Pringgoprawiro, & Sukido. (1992). Peta geologi lembar Jatirogo–Jawa. Bandung: Puslitbang Geologi, Departemen ESDM.

Sitomorang, R. L., Smit, R., & van Vessem, E. J. (1992). *Geologi lembar Jatirogo, Jawa, No. 1509-2 dengan Skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G).

Yunianto, B. (2015). Pengalokasian wilayah pertambangan rakyat: Kasus tambang dolomit di Kecamatan Palang-Kabupaten Tuban. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Vol. 11*(No. 1), 29−48.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KARAKTERISTIK DAN SEBARAN ALTERASI-MINERALISASI BATUAN DI DAERAH CITELUK, CIBALIUNG-BANTEN

CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF ROCK ALTERATION-MINERALIZATION IN CITELUK AREA, CIBALIUNG-BANTEN

Sugeng Purwo Saputro[1*] dan Bambang Priadi[2]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, LIPI, Karangsambung-Kebumen
[2]Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung
[*]Pos-el: sugeng.p.saputro@gmail.com

ABSTRACT

Cikoneng and Cibitung are two quartz veins in the Cibaliung area. These two veins are 400 m apart, Cikoneng in the north and Cibitung in the south. The body of the vein has a width of 1–10 m with a length of 140–200 m and a depth of more than 300 m. If we see in more detail, it can be seen that Cikoneng and Cibitung are still in one continuation to the south–southeast direction. The direction of continuity is in accordance with the direction of the West Citeluk River flow to the Indian Ocean. Research in the Citeluk area was carried out to determine the continuity, as well as it's rock alteration-mineralization system. A total of 10 rock samples were used to support this research by conducting petrographic and chemical analysis (assay). The abundance of alteration minerals is dominated by the presence of chlorite, as many as four examples show this fact. Other alteration minerals that are present include quartz, nacrite, illite, halloysite, paragonite, zeolite, epidote, and dickite. Citeluk area can be divided into three alteration zones based on the characteristics and distribution of these minerals, they are the Quartz ± Epidote Zone (Zone X), Illite ± Halloysite ± Dickite Zone (Zone Y), and Chlorite ± Zeolite ± Quartz Zone (Zone Z). The X, Y, and Z zones are sequentially equivalent to propylitic, argillic, and sub-propylitic alteration types and have an evenly distributed ore mineral content. These parameters indicate that Citeluk area is still in one an alteration-mineralization system in the Cibaliung area, but its position is already on the outside part of the system.

Keywords: *Cibaliung, Citeluk, minerals, alteration.*

ABSTRAK

Cikoneng dan Cibitung merupakan dua urat kuarsa yang berada di daerah Cibaliung. Kedua urat tersebut berjarak 400 m, Cikoneng di utara dan Cibitung di selatan. Tubuh urat tersebut memiliki lebar 1–10 m dengan panjang 140–200 m dan kedalaman sampai lebih dari 300 m. Jika dilihat lebih mendetail, dapat diketahui bahwa Cikoneng dan Cibitung masih dalam satu kemenerusan ke arah selatan–tenggara. Arah kemenerusan tersebut sesuai dengan arah aliran Sungai Citeluk Barat yang bermuara ke Samudra Hindia. Penelitian di daerah Citeluk dilakukan untuk mengetahui kemenerusan tersebut serta sistem alterasi-mineralisasi batuannya. Sebanyak 10 percontoh batuan digunakan untuk mendukung penelitian ini dengan melakukan analisis petrografi dan kimia (*assay*). Kelimpahan mineral alterasi sangat didominasi oleh hadirnya klorit, sebanyak empat percontoh

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menunjukkan hal tersebut. Mineral alterasi lainnya yang hadir, di antaranya kuarsa, nakrit, illit, haloisit, paragonit, zeolit, epidot, dan dikit. Daerah Citeluk dapat dibagi menjadi tiga zona alterasi berdasarkan karakteristik dan sebaran dari mineral-mineral tersebut, yaitu Zona Kuarsa ± Epidot (Zona X), Zona Illit ± Haloisit ± Dikit (Zona Y), dan Zona Klorit ± Zeolit ± Kuarsa (Zona Z). Zona X, Y, dan Z secara berurutan disetarakan dengan tipe alterasi propilitik, argilik, dan subpropilitik serta memiliki kandungan mineral bijih yang merata. Parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa daerah Citeluk masih berada dalam satu sistem alterasi-mineralisasi di daerah Cibaliung, namun posisinya sudah berada di bagian terluar sistem tersebut.

Kata kunci: *Cibaliung, Citeluk, mineral, alterasi.*

A. PENDAHULUAN

Emas (Au) merupakan salah satu unsur logam yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena unsur ini hadir di alam dalam jumlah yang sangat sedikit dan sulit untuk ditemukan serta memiliki banyak kegunaan. Unsur ini umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan perhiasan, komponen penting dalam industri elektonik dan mesin, hingga digunakan sebagai salah satu alat investasi jangka panjang. Unsur ini secara alamiah hadir bersama mineral pembawa yang umumnya berasosiasi dengan mineral ikutan maupun endapan sulfida yang telah teroksidasi. Mineral ikutan yang dimaksud, di antaranya kuarsa, karbonat, turmalin, dan sejumlah kecil mineral nonlogam, sedangkan mineral pembawa unsur tersebut, contohnya seperti emas *native*, elektrum (Ag > 20%), emas telurida, serta senyawa yang dibentuk emas dengan belerang, antimon, dan selenium (Sudarsono, 2003; Sukandarrumudi, 2007).



Keterangan: Jarak dari Jakarta menuju daerah penelitian sekitar ±332 km dengan waktu tempuh ±12 jam (titik biru: Urat Cikoneng dan Cibitung; kotak merah: daerah penelitian)

Sumber: Antam (2009)

Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daerah yang dikenal sebagai penghasil emas dan masih produktif hingga saat ini salah satunya adalah Cibaliung-Banten. Emas yang dihasilkan di daerah Cibaliung berasosiasi dengan urat-urat kuarsa pembawa bijih emas (Harijoko, Ohbuchi, Motomura dkk., 2007), yang terdiri dari dua urat kuarsa (Angeles, Prihatmoko, & Walker, 2001, 2002), yaitu Cikoneng dan Cibitung yang memiliki dimensi panjang 140–200 m, lebar 1–10 m, dan kedalaman > 300 m dengan jarak antarkeduanya sekitar 400 m. Kedua urat kuarsa tersebut memiliki arah *strike* selatan–tenggara, searah dengan arah aliran Sungai Citeluk Barat yang melewati daerah Citeluk dan bermuara ke Samudra Hindia. Arah *strike* tersebut diindikasikan menjadi arah pelamparan/ kemenerusan urat Cikoneng dan Cibitung. Penelitian di daerah Citeluk dilakukan untuk mengetahui kemenerusan tersebut serta sistem alterasi-mineralisasi batuannya terkait karakteristik, arah sebaran, dan zonasinya.

B. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di daerah Citeluk, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Pandeglang, Banten, arah selatan–tenggara dari urat Cikoneng dan Cibitung (Gambar 1). Penelitian dilakukan dalam kurun waktu dua bulan dengan luas daerah penelitian sekitar ±52,52 km^2. DData yang digunakan berupa data primer, yakni hasil pemetaan geologi yang diikuti dengan pengambilan percontoh batuan. Pendekatan yang digunakan berupa analisis petrografi dan kimia (PIMA-*Portable Infrared Mineral Analyser*) pada 10 percontoh batuan.

Gambaran mengenai kemenerusan urat Cikoneng dan Cibitung dapat diketahui dari hasil pemetaan geologi, sedangkan sistem alterasi-mineralisasi batuannya (dalam hal ini karakteristiknya) dapat diketahui dari kombinasi hasil analisis petrografi (Tabel 1) dan kimia (Tabel 2) pada percontoh batuan yang diambil selama proses pemetaan. Karakteristik tersebut selanjutnya menjadi dasar penentuan arah sebaran dan penzonasian alterasi-mineralisasi batuan di daerah penelitian.

Tabel 1. Hasil Analisis Petrografi

No	Percontoh Batuan	Formasi Batuan	Komposisi															Tekstur	Nama Petrografis
			Ol	Px	Hbl	Bt	Fsp	Qs	Gls	Fsl	Spar	Mikr	Sid	Opg	Feno	Msds	Tot	M.Sek	
1	sps-e-13	Tmh		5			10		15					5	35	65	100	8		Tuff
2	sps-f-09			1			10		40					4	55	45	100	20		Tuff
3	sps-f-16			1			10		20					4	35	65		10		Tuff
4	sps-k-02			2			25		15					3	45	55		-		Tuff
5	ant 2 ok.5			1			5		45					4	55	45		30		Tuff
6	sps-o-05			25			55	15						5	100	-		16	Pilo taksitik	Pyroxene Andesite
7	sps-o-06			5			65		25					5	100	-		18	Pilo taksitik	Pyroxene Andesite
8	sps-o-07			10			20		15					5	100	-		14	Pilo taksitik	Pyroxene Andesite
9	sps-a-01	Tmb					3	2		50	15	25	2	3	100	-		-		Pyroxene Andesite
10	sps-L-07						4	2		50	15	15	3	1	100	-		-		Pyroxene Andesite

Sumber: Saputro (2013)

Keterangan: Kotak warna merah: Formasi Honje (Tmh); biru muda: Formasi Bojongmanik (Tmb); hijau muda: mineral primer; jingga: mineral opak; hijau: persentase (fenokris; masadasar; total); biru: mineral sekun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia

No.	Kode Sampel	Kuarsa	Klorit	Nakrit	Illit	Halosit	Paragonit	Zeolit	Epidot	Dikit
1.	ANT 2 OK.5	✓							✓	
2.	ANT-01			✓	✓	✓	✓			
3.	ANT-02				✓	✓				✓
4.	SPS-E-06		✓							
5.	SPS-E-13		✓							
6.	SPS-O-05	✓	✓					✓		
7.	SPS-O-07		✓					✓		

Sumber: Saputro (2013)

Keterangan: Mineral alterasi yang hadir pada Zona X, Zona Y, dan Zona Z.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemetaan geologi dan analisis petrografi disajikan dalam bentuk peta geologi, sedangkan paduan antara hasil analisis kimia dengan analisis petrografi disajikan dalam bentuk peta zonasi alterasi-mineralisasi batuan.

1. Geologi

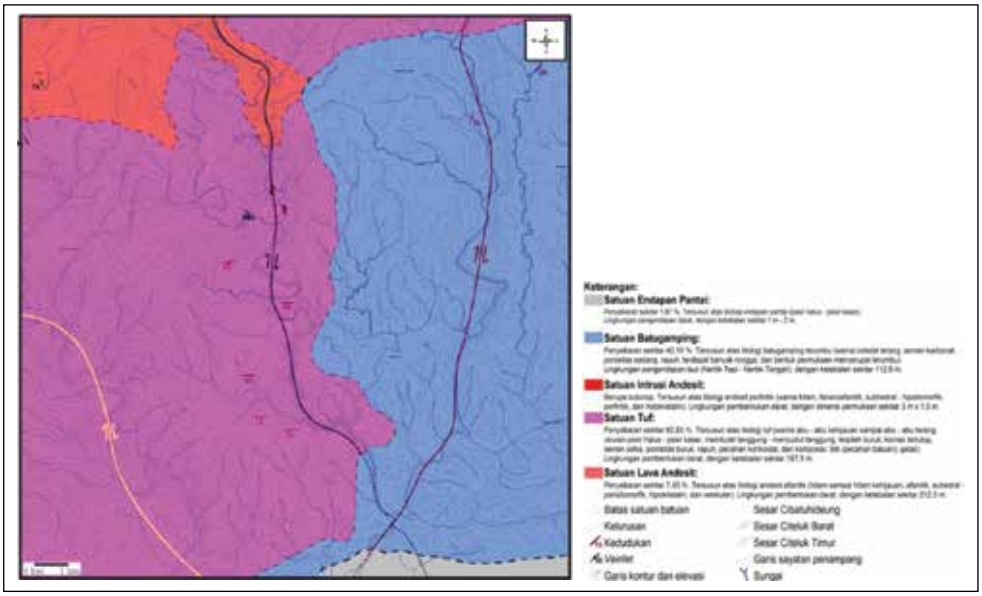
Geologi daerah penelitian dibagi menjadi lima satuan batuan (urut dari tua ke muda), yaitu lava andesit, tuf, intrusi andesit, batu gamping, dan endapan pantai (Gambar 2). Satuan tuf dan batu gamping menjadi yang paling luas area sebarannya (40–51%), sedangkan satuan batuan lainnya hanya sekitar 1–8%. Satuan lava andesit tersusun oleh andesit dengan tekstur pilotaksitik (*pilotaxitic*) atau aliran. Tekstur tersebut menunjukkan bahwa andesit pada satuan batuan ini merupakan produk lava. Hal tersebut juga didukung oleh adanya lubang-lubang gas (vesikuler) pada tubuh singkapan andesit. Selain terdapat pada satuan lava andesit, andesit juga terdapat pada satuan instrusi andesit. Perbedaannya adalah andesit pada satuan intrusi andesit tidak menunjukkan tekstur pilotaksitik dan tidak vesikuler. Singkapan yang muncul ke permukaan hanya berdimensi sekitar ±3 × 1,5 m.

Satuan tuf merupakan satuan batuan yang berada di atas satuan lava andesit. Litologi pada satuan tuf merupakan tuf dengan komposisi > 40% litik dan gelas serta ketebalan satuan batuan ini mencapai ±190 m. Satuan tuf menjadi lantai bagi terumbu karang yang merupakan material pembentuk batu gamping terumbu untuk tumbuh dan berkembang. Batu gamping terumbu menjadi penyusun utama dari satuan batu gamping dan memiliki kandungan > 50% fosil foraminifera. Lingkungan pengendapannya berada pada kisaran neritik tepi–tengah dengan umur Miosen Akhir (N17)–Pliosen (N20) berdasarkan hasil analisis fosil foraminifera bentonik (*Amphistegina lessonii sp.* dan *Cibicides sp.*) serta planktonik (*Globorotalia plesiotumida sp.*, *Globigerinoides immaturus sp.*, dan *Globorotalia miocenica sp.*). Terakhir, satuan endapan pantai diendapkan tepat di atas satuan batu gamping berupa endapan pasir berukuran halus–kasar dengan ketebalan sekitar ±1–2 m.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah sesar geser, terdiri dari Sesar Cibatuhideung, Sesar Citeluk Barat, dan Sesar Citeluk Timur (Gambar 2). Sesar Cibatuhideung memiliki bidang sesar berarah N325°E/79°NE dan memotong satuan tuf, sedangkan Sesar Citeluk Barat memiliki bidang sesar berarah N350°E/86°NE dan memotong satuan lava andesit, intrusi andesit, dan tuf. Kedua sesar tersebut memiliki bidang sesar dengan arah yang hampir sama berbeda dengan Sesar Citeluk Timur yang memiliki bidang sesar berarah N5°E/83°SE serta memotong satuan tuf, batu gamping, dan endapan pantai. Ketiga sesar tersebut, termasuk sesar geser kanan relatif menurun berdasarkan klasifikasi Rickard (1972).



Sumber: Saputro (2013)

Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian.

3. Zonasi Alterasi-Mineralisasi Batuan

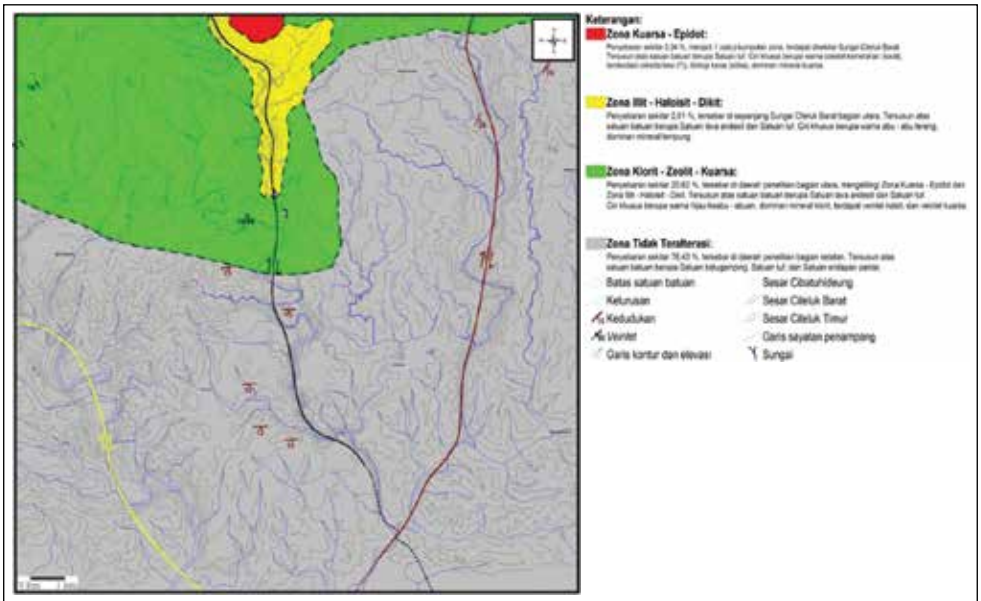
Zonasi alterasi-mineralisasi batuan daerah penelitian (Gambar 3) dibagi menjadi tiga zona, yaitu kuarsa ± epidot (Zona X), illit ± haloisit ± dikit (Zona Y), dan klorit ± zeolit ± kuarsa (Zona Z). Zona yang paling luas area sebarannya adalah Zona Z (20,62%), sedangkan yang paling sempit adalah Zona X (0,34%).

Zona X terdapat di sekitar Sungai Citeluk Barat serta membentuk satu kumpulan zona yang tertutup. Zona ini berada pada satuan tuf dengan ciri khusus litologi berwarna cokelat kemerahan (seperti karat), teroksidasi, keras (mengandung banyak silika), dan didominasi mineral kuarsa. Zona ini sebagian dikelilingi oleh Zona Y yang memiliki area sebaran sekitar ±2,61%. Zona Y berada pada satuan lava andesit dan tuf, dengan dominasi mineral lempung. Kedua zona tersebut dikelilingi oleh

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Zona Z yang juga berada pada satuan lava andesit dan tuf. Klorit merupakan mineral dominan pada Zona Z. Selain itu, pada zona ini juga terdapat *veinlet* yang terisi kalsit maupun kuarsa.

Ketiga zona tersebut masing-masing berasosiasi dengan mineral sulfida berupa pirit (FeS_2). Kandungan pirit pada masing-masing zona tersebut hanya sekitar ±0,5-1,0%.



Keterangan: Zona X (0,18 m^2), Zona Y (1,37 m^2), Zona Z (10,83 m^2), Zona Tidak Teralterasi (40,14 m^2).

Sumber: Saputro (2013)

Gambar 3. Peta Zonasi Alterasi-Mineralisasi Batuan Daerah Penelitian

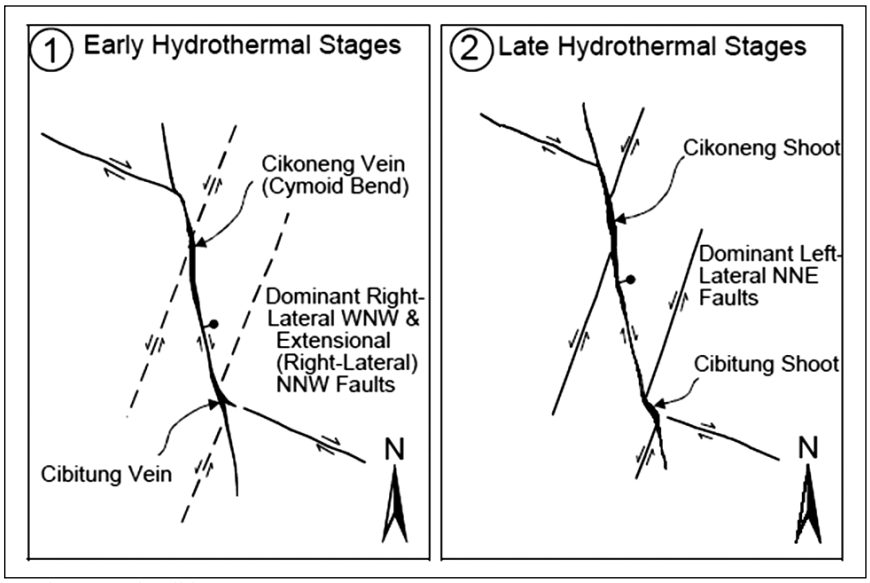
D. DISKUSI

Hasil penelitian divalidasi dengan aktivitas geologi regional, utamanya yang berkaitan dengan aktivitas magmatisme, volkanisme, dan tektonik Pulau Jawa bagian barat. Parameter yang digunakan untuk validasi tersebut, di antaranya sistem alterasi-mineralisasi batuan dan sejarah geologi di daerah penelitian.

1. Kemenerusan Urat Cikoneng–Cibitung

Pemetaan geologi yang dilakukan sepanjang aliran Sungai Citeluk Barat (arah selatan–tenggara dari urat Cikoneng dan Cibitung) tidak menemukan tanda-tanda adanya urat kuarsa (Gambar 1). Hal tersebut karena Sungai Citeluk Barat merupakan sesar geser tunggal, berbeda dengan tempat terbentuknya urat Cikoneng dan Cibitung yang dipengaruhi oleh perpotongan dari tiga sesar geser. Perpotongan tersebut menyebabkan terbentuknya ruang berupa graben atau *pull-apart basin* (Gambar 4) yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Angeles dkk. (2002)

Gambar 4. Model Skematik Pembentukan Urat Cikoneng dan Cibitung

kemudian diisi oleh urat Cikoneng dan Cibitung (Angeles dkk., 2002). Area tersebut umumnya disebut sebagai kompleks *dilational jogs* dan *cymoid bends* (Walker, 2001).

2. Sistem Alterasi-Mineralisasi Batuan

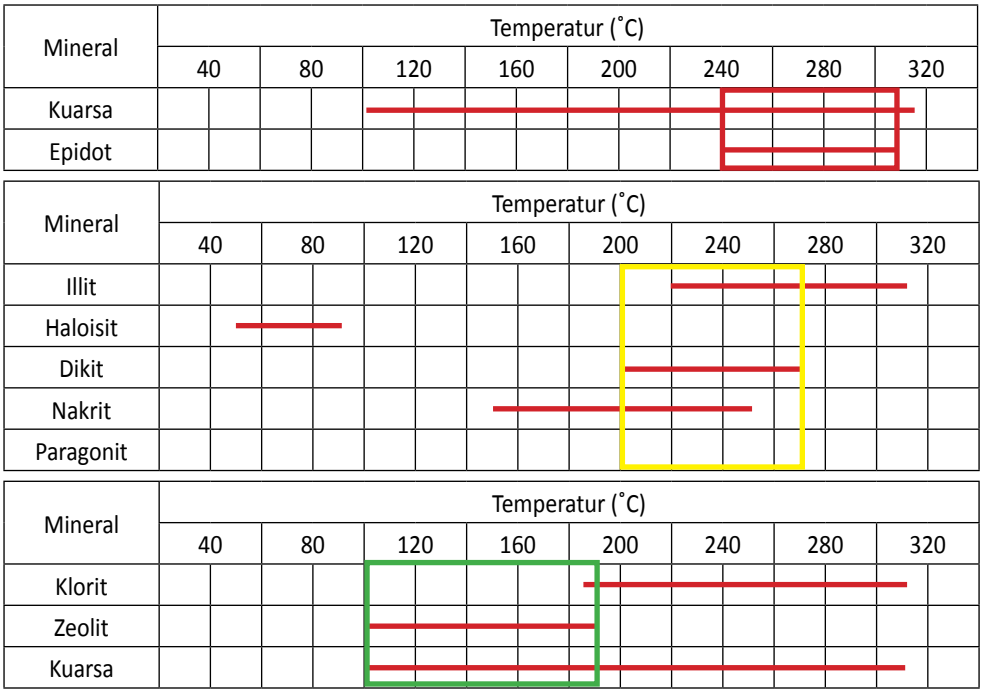
Zona X, Y, dan Z masing-masing memiliki temperatur pembentukan mineral alterasi (Tabel 3) berkisar antara 240–300°C, 200–270°C, dan 100–190°C (Hedenquist, Izawa, Arribas dkk., 1996). Zona-zona tersebut berdasarkan dominasi dan temperatur pembentukan mineral alterasi dapat disetarakan dengan tipe alterasi propilitik (pH > 6), argilik (pH 4–5), dan sub-propilitik (pH > 6) pada tabel alterasi Corbett & Leach (1998). Tipe-tipe alterasi tersebut menunjukkan bahwa Zona X, Y, dan Z dikontrol oleh sistem epitermal (Gambar 5).

Temperatur pada Zona X, Y, dan Z yang bervariasi memiliki pengaruh terhadap stabilitas dan tingkat kristalinitas mineral alterasi. Temperatur yang semakin tinggi menunjukkan bahwa mineral alterasi yang terbentuk mengandung lebih sedikit air dan membentuk fasa yang lebih kristalin (Lawless, White, & Bogie, 1999).

Ketiga zona tersebut juga memiliki variasi pH yang disebabkan oleh faktor lokasi dan permeabilitas. Zona Y yang setara dengan tipe alterasi argilik memiliki pH rendah karena lokasinya yang relatif dekat dengan jalur sirkulasi fluida hidrotermal serta memiliki permeabilitas yang baik (dominasi illit). Jauh dekatnya lokasi dengan jalur sirkulasi fluida hidrotermal dapat mempengaruhi pH karena kandungan gas-gas yang terlarut di dalam fluida hidrotermal umumnya dapat mengganggu kesetimbangan keasaman fluida (Lawless, White, & Bogie, 1997).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Temperatur Mineral Alterasi Daerah Penelitian



Sumber: Hedenquist dkk. (1996)

Keterangan: Zona X mengandung lebih sedikit air dan lebih kristalin (kisaran temperatur diwakili oleh garis merah: Mineral; kotak merah: Zona X; kotak kuning: Zona Y; kotak hijau: Zona Z).

Variasi karakter yang terekam pada sistem alterasi setiap zonasi tidak berlanjut pada kandungan dan konsentrasi mineral bijih yang hadir di setiap zona. Zona X hingga Z memiliki kandungan mineral bijih dengan kisaran dan rata-rata konsentrasi yang relatif sama (Tabel 4). Hal ini menandakan bahwa sistem mineralisasi dari setiap zona tersebut masih berada dalam satu sistem dan level yang sama

Karakteristik sistem alterasi-mineralisasi batuan di daerah penelitian (Tabel 5) jika melihat secara keseluruhan termasuk ke dalam sistem epitermal sulfida rendah (*low sulphidation*/LS). Hal ini juga ditunjang berdasarkan karakteristik sistem epitermal menurut Hedenquist dkk. (1996). Sumber panas yang berperan pada sistem LS ini merupakan intrusi magma yang membentuk satuan intrusi andesit. Intrusi magma tersebut memanaskan fluida meteorik yang bercampur dengan sedikit fluida magmatik untuk membentuk fluida hidrotermal yang kemudian mengalterasi batuan (satuan lava andesit dan tuf) di sekitar jalur sirkulasinya. Salinitas fluida hidrotermal pada sistem LS ini cenderung rendah karena banyaknya pengaruh dari fluida meteorik serta kandungan sulfida dan logam dasar yang rendah (Lindgren, 1933; Pirajno, 1992).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 4. Kisaran dan Rata-rata Mineral Bijih Daerah Penelitian

Kandungan Konsentrasi (ppm) / Zona Alterasi		Zona Klorit + Zeolit + Kuars	-Zona Illit + Halosit + Dikit	Zona Kuarsa + Epidot
Au	Kisaran	<0,02–0,08	<0,02–0,008	< 0,02
	Rata-rata	0,12	0,03	<0,02
Ag	Kisaran	3,00–27,00	3,00–6,00	3,00–17,00
	Rata-rata	6,00	3,12	6,00
Cu	Kisaran	11,00–140,00	2,00–233,00	2,00–76,00
	Rata-rata	59,00	43,60	24,00
Pb	Kisaran	2,00–43,00	2,00–37,00	2,00–34,00
	Rata-rata	24,00	9,80	6,00
Zn	Kisaran	176,00–336,00	2,00–273,00	
	Rata-rata	256,00	61,63	
As	Kisaran	2,00–291,00	-	
	Rata-rata	62,00	-	
Sb	Kisaran	4,00–14,00	-	
	Rata-rata	5,00	-	
Hg	Kisaran	5,00–78,00	-	
	Rata-rata	14,00	-	

Sumber: Saputro (2013)

Tabel 5. Perbandingan Karakteristik Sistem Epitermal

Kriteria	Sulfida Rendah	Sulfida Tinggi	Cibaliung	Derah Penelitian
Alterasi	Serisit/illit-argilik-propilitik, urat didominasi ± karbonat	Kuarsa residual (vuggy)-alunit-kaolinit-illit-propilitik	Urat kuarsa	Kuarsa, epidot, kaolinit, haloisit, dikit, pirofilit, klorit, illit, paragonit, nakrit
Mineral Bijih	Pirit, elektrum, emas, galena, spalerit, kalkopirit, arsenopirit	Pirit, enargit-luzonit, kovelit, kalkopirit, tennantit, emas, telurida	Pirit, elektrum, emas, kalkopirit	Pirit
Mineral Aksesoris	Kuarsa, kalsedon, karbonat, adularia, illit, kaolinit (overprint), klorit	Kuarsa, alunit, kaolinit, dikit, pirofilit.	Kuarsa, kalsedon, karbonat, adularia, klorit.	Kuarsa, kalsedon, karbonat, adularia, klorit
Bentuk Endapan	Urat dominan, umumnya stockwork dengan sedikit diseminasi dan penggantian.	Dominan diseminasi, umunya berupa penggantian dengan sedikit stockwork.	Urat dominan, stockwork.	Veinlet
Tekstur	Urat, cavity filling (banded, colloform, drussy), breksi	Penggantian wallrock, breksi, urat.	Urat, cavity filling (banded, colloform, drussy) breksi	Urat
Logam Ekonomis	Au ± Ag, Pb, Zn, Cu, As, Hg, Te, Sb	Au ± Cu, As, Te.	Au + Ag, Pb, Zn, Cu, As, Hg, Te, Sb.	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg

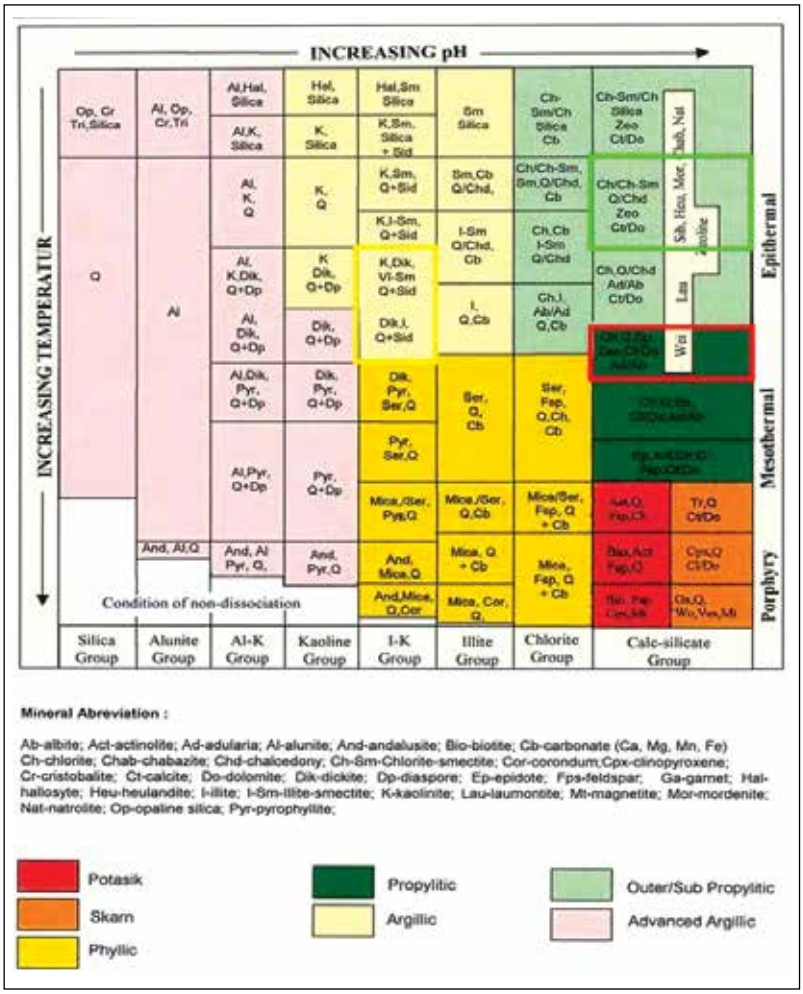
Keterangan: Daerah Cibaliung (lokasi ditemukannya urat Cikoneng dan Cibitung) termasuk ke dalam sistem epitermal sulfida rendah (Angeles, Prihatmoko, & Walker, 2001, 2002).

Sumber: Hedenquist dkk. (1996), Saputro (2013)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Sejarah Geologi

Sejarah geologi daerah penelitian (Gambar 6) berlangsung mulai Kala Miosen Tengah (Marjoribanks, 2000; Sudana & Santosa, 1992; Angeles dkk., 2002) ditandai dengan adanya aktivitas volkanik yang menghasilkan satuan lava andesit dan tuf (Formasi Honje [Tmh]). Aktivitas volkanik tersebut terjadi di permukaan dicirikan oleh adanya lubang-lubang gas pada singkapan andesit dan tebalnya lapisan tuf yang terbentuk dengan baik. Kala Miosen Tengah diakhiri dengan terjadinya proses tektonik (Leach, 2000) yang menyebabkan terbentuknya Sesar Cibatuhideung dan Sesar Citeluk Barat disertai aktifnya aktivitas magmatisme yang menghasilkan satuan intrusi andesit (Prihatmoko, 2000) pada Kala Miosen Akhir.



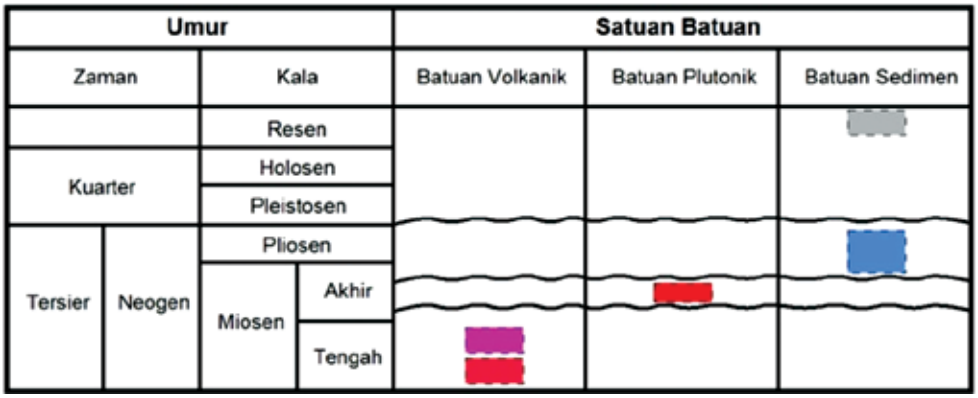
Keterangan: Zona X (Propilitik), Zona Y (Argilik), Zona Z (Sub-Propilitik).

Sumber: Saputro (2013)

Gambar 5. Kesetaraan dengan klasifikasi tipe alterasi menurut Corbett & Leach (1998).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kala Miosen Akhir menjadi penutup dari aktivitas volkanisme dan magmatisme dilanjutkan oleh proses naiknya muka air laut (transgresi) pada Kala Miosen Akhir–Pliosen yang mengendapkan satuan batu gamping (Formasi Bojongmanik [Tmb]). Proses tektonik kembali aktif pada Kala Pleistosen (Leach, 2000; Leach & Corlett, 2000) yang menghasilkan Sesar Citeluk Timur. Proses ini juga menandai berakhirnya pengendapan satuan batu gamping. Satuan endapan pantai (Endapan Undak Pantai [Qc]) yang terendapkan di atas satuan batu gamping pada Kala Resen (Sudana & Santosa, 1992) menjadi penutup dari pembentukan dan pengendapan satuan batuan di daerah penelitian.



Keterangan: Umur tua ke muda (urut kolom dari bawah ke atas): Satuan lava andesit, Satuan tuf, Satuan intrusi andesit, Satuan batu gamping, Satuan endapan pantai.

Sumber: Saputro (2013)

Gambar 6. Stratigrafi Daerah Penelitian

E. KESIMPULAN

Karakteristik sistem alterasi-mineralisasi batuan daerah penelitian dan Cibaliung terbukti identik dari seluruh kriteria (Tabel 5), keduanya termasuk ke dalam sistem epitermal sulfida rendah. Arah sebaran dan zonasinya memiliki orientasi selatan–tenggara, dengan ketentuan semakin ke selatan–tenggara maka tingkat alterasi-mineralisasi batuannya akan semakin lemah. Urat Cikoneng dan Cibitung diketahui tidak menerus hingga daerah penelitian serta berdasarkan karakteristik, arah sebaran, dan zonasi alterasi-mineralisasi batuan tersebut menunjukkan bahwa daerah penelitian termasuk bagian terluar dari satu sistem alterasi-mineralisasi yang sama di daerah Cibaliung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Siswandi, M. T. dan Bapak Andi Kurniawan S. T. atas saran yang diberikan selama pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Angeles, C. A., Prihatmoko, S., & Walker, J. S. (2001). A low-sulphidation epithermal quartz-adularia gold-silver vein system at the Cibaliung Gold Project, Banten, Indonesia. Dalam Proceedings of The 30th IAGI Annual Conference and Exhibition.

Angeles, C. A., Prihatmoko, S., & Walker, J. S. (2002). Geology and alteration-mineralization characteristics of the Cibaliung Epithermal Gold Deposit, Banten, Indonesia. *Resource Geology*, *52* (4), 329–339.

Corbett, G., & Leach T. (1998). Southwest pacific gold-copper systems: Structure, alteration, and mineralization. *Econ. Geol. Spec. Publ.*, *6*, 236.

Harijoko, A., Ohbuchi, Y., Motomura, Y., Imai, A., & Watanabe, K. (2007). Characteristics of the Cibaliung Gold Deposit: Miocene low-sulphidation-type Epithermal Gold Deposit in Western Java, Indonesia. *Resource Geology*, *57*, 114–123.

Hedenquist, J. W., Izawa, E., Arribas, A., & White, N. C. (1996). Epithermal gold deposits: Style, characteristics, and exploration. *Resource Geology*, Special Publication No. 1, 16.

Lawless, J. V., White, P. J., & Bogie, I. (1997). *Important Hydrothermal Minerals and Their Significance, seventh edition*. Auckland: Geothermal and Mineral Service Division, Kingston Morrison Limited, 73.

Lawless, J. V., White, P. J., & Bogie, I. (1999). *Hydrothermal mineral deposits in the arc setting: Exploration based on mineralization models* (Unpubl. Lecture Notes). Kingdom Morrison Ltd.

Leach, T. (2000). *Field report on the alteration and mineralization in the Cibaliung Project, West Java* (Unpubl. Rept.), 26.

Leach, T. & Corlett, G. (2000). *The petrology of twenty-nine drill-core samples from the Cibaliung Project, West Java* (Unpubl. Rept), 36.

Lindgren, W. (1933). *Mineral Deposit*. USA: McGraw-Hill Book Company, Inc.

Marjoribanks, R. (2000). *Geology of the Honje-Cibaliung Area, West Java, Indonesia–An air photo interpretation based study* (Unpubl. Rept.), 13.

Pirajno. (1992). *Hydrothermal Mineral Deposits, Principles and Fundamental Concepts for The Exploration Geologist*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 706.

Rickard, M. J. (1972). Fault classification-discussion. *Geological Society of America Bulletin*, *83*, 2545–2546.

Saputro, S. P. (2013). *Geologi dan studi alterasi-mineralisasi daerah Citeluk dan sekitarnya, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Pandeglang, Banten* (Skripsi tidak dipublikasikan, Unsoed).

Sudana, D. & Santosa, S. (1992). *Peta geologi lembar Cikarang, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sudarsono, A. S. (2003). *Pengantar Pengolahan dan Ekstraksi Bijih Emas*. Bandung: Departemen Teknik Pertambangan ITB.

Sukandarrumudi. (2007). *Geologi Mineral Logam*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Walker, J. S. (2001). *Geological model: Cikoneng and Cibitung Prospect* (Unpubl. Rept.), 21.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PERBEDAAN KARAKTERISTIK DIABAS PADA GUNUNG PARANG, KARANGSAMBUNG DAN GUNUNG PENDUL, BAYAT, JAWA TENGAH BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI

DIABAS CHARACTERISTIC DIFFERENCES IN PARANG MOUNTAIN, KARANGSAMBUNG AND PENDUL MOUNTAIN, BAYAT, CENTRAL JAVA BASED ON PETROGRAPHY ANALYSIS

Galuh Timur Yanto[1*], Nuriko Amri Salam[1], Agus Setiawan[1],

Muhammad Rivai[1], dan Muhammad Rizalul Ghada[1]
[1]MGEI Research Group, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28, Komplek Balapan Yogyakarta 55222
[*]Pos-el: galuhtimur27@gmail.com

ABSTRACT

The study of difference in characterisrics of diabas in Parang Mountain, Karangsambung and Pendul Mountain, Bayat becomes interesting to find out the differences between the two. In macro observations, diabas on Parang Mountain, Karangsambung has the appearance of a diabassic texture that is more apparent than diabas on Pendul Mountain, Bayat. The method used in this research is literature study, primary data collection, and laboratory petrography analysis. Through K/Ar method, diabas Parang Mountain was 39,86 million years ago which was a shallow intrusion as a volcanic neck, whereas the Pendul Mountain K/Ar method that intruded the Kebo-Butak Formation showed that there were two episodes of magmatism aged 39,82–30,04 million years ago and 17,22–13,85 million years ago. Diabas in Pendul Mountain is marked by the presence of anorthite, bytownite, to dominant labradorite plagioclase, and there are also clinopyroxene and orthopyroxene. Plagioclase and pyroxene are seen growing together to form subophytic and diabassic textures. Meanwhile, diabas in Parang Mountain is composed of bytownite and labradorite plagioclase, pyroxene, olivine, calcite, and opaque minerals by showing diabassic and subophytic texture. From the K/Ar method, it is found that the age of Parang Mountain intrusion is the same as Pendul Mountain, but the diabassic structure of the Parang Mountain is clearer than Pendul Mountain.

Keywords: *diabas, Karangsambung, Bayat, Parang Mountain, Pendul Mountain.*

ABSTRAK

Studi perbedaan karakteristik diabas Gunung Parang, Karangsambung dan Gunung Pendul, Bayat menjadi hal yang menarik untuk mengetahui perbedaan keduanya. Secara pengamatan makro, diabas pada Gunung Parang, Karangsambung memiliki ketampakan tekstur diabasik yang lebih nampak jelas dibandingkan diabas pada Gunung Pendul, Bayat. Metode yang dipakai dalam penelitian berupa studi literatur, pengambilan data lapangan (primer), serta analisis petrografi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

laboratorium. Melalui metode K/Ar, diabas Gunung Parang berumur 39,86 juta tahun lalu yang merupakan intrusi dangkal sebagai leher gunungapi, sedangkan metode K/Ar Gunung Pendul yang menerobos Formasi Kebo-Butak menunjukkan bahwa ada dua episode magmatisme berumur 39,82–30,04 juta tahun lalu dan 17,22–13,85 juta tahun lalu. Diabas Gunung Pendul ditandai kehadiran plagioklas jenis anorthite, bytownite, sampai labradorite yang dominan, serta terdapat juga klinopiroksen dan orthopiroksen. Plagioklas dan piroksen terlihat tumbuh secara bersamaan membentuk tekstur subofitik dan diabasik, sedangkan diabas Gunung Parang tersusun atas plagioklas bytownite serta labradorit, piroksen, olivin, kalsit, serta mineral opak dengan menunjukkan tekstur diabasik dan subofitik. Dari metode K/Ar didapat umur Intrusi Gunung Parang sama dengan Gunung Pendul, akan tetapi tekstur diabasik Gunung Parang lebih jelas dari Gunung Pendul.

Kata kunci: diabas, Karangsambung, Bayat, Gunung Parang, Gunung Pendul.

A. PENDAHULUAN

Studi perbedaan karakteristik diabas Gunung Parang Karangsambung dan Gunung Pendul Bayat menjadi hal yang menarik untuk mengetahui perbedaan keduanya. Sifat batuan yang cenderung basa memungkinkan untuk memiliki bentuk serta komposisi yang sama melalui pengamatan makro. Untuk mengetahui perbedaan keduanya dapat dilakukan menggunakan metode petrografi batuannya. Analisis petrografi sangat diperlukan karena untuk mengetahui tekstur, komposisi, dan perilaku mineral-mineral penyusun batuan tersebut tidak bisa dideskripsi secara megaskopis di lapangan.

Tujuan melakukan analisis perbedaan karakteristik diabas Gunung Parang dengan Gunung Pendul yaitu untuk menentukan jenis mineral yang terkandung di dalam kedua batuan tersebut dan membuktikan bahwa struktur yang sama dan pembentukan yang hampir sama belum tentu kandungan mineralnya sama, dengan analisis petrografi salah satunya.

Menurut Bronto (2010), kawasan Gunung Pendul merupakan bekas dari gunung api purba yang telah mengalami erosi tingkat lanjut yang terdiri dari kompleks batuan beku intrusi yang membentuk perbukitan yang sekarang diberi nama Gunung Pendul.

Gunung Parang yang masuk ke dalam kawasan Cagar Alam Geologi Nasional Karangsambung merupakan bentukan dari hasil intrusi magma yang membentuk ketampakan bukit tinggi dengan ketinggian hampir 20 m yang membentuk struktur batuan kekar-kekar kolom yang relatif tegak (vertikal).

Dengan proses pembentukan yang hampir sama, sangat menarik untuk mengulas perbedaan keduanya sehingga memotivasi dilaksanakannya penelitian ini yang hasilnya dapat dipakai sebagai pustaka tambahan informasi bagi yang memerlukan.

Menurut Asikin, Handoyon, Busono, dkk. (1992), Intrusi Gunung Parang merupakan anggota dari Formasi Karangsambung. Formasi ini tesusun oleh batuan konglomerat, batu pasir, batu gamping, batu lempung struktur sisik dengan bongkah batu gamping dan basal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Samodra dan Sutisna (1997) melakukan pemetaan Perbukitan Jiwo dan sekitarnya dan mendapat diorit pendul mengintrusi formasi di atasnya, yaitu:

1. Diorit Pendul
   Pada Intrusi Pendul ini terdiri atas andesit, diabas, diorite, dan gabro.
2. Formasi Kebo-Butak
   Formasi ini dibagi menjadi Anggota Mangli, Anggota Nampurejo, dan Anggota Belang. Anggota Mangli terdiri dari perulangan batu pasir, batu lanau, batu pasir kerikilan, batu lempung, serpih, dan tuf yang setempat disisipi aglomerat dan konglomerat. Anggota Nampurejo terdiri dari lava bantal bersusunan basal. Anggota Belang terdiri dari perulangan grewak dan batu lanau dengan sisipan tuf.

B. METODE PENELITIAN

Daerah penelitian berada pada dua lokasi berbeda yang terletak pada Gunung Parang Desa Karangsambung, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen dengan koordinat lokasi 7°32'22.9" LS, 109°40'14.8" BT dan lokasi lain terletak pada Gunung Pendul Desa Jerukan Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten dengan koordinat lokasi 7°44'7" LS, 110°38'55" BT.

Metode yang dipakai dalam penelitian berupa studi literatur menggunakan data peneliti terdahulu (sekunder) untuk melengkapi data primer yang telah ada dan menjadi tambahan referensi serta pengambilan data langsung lapangan untuk mendapatkan hasil dan data utuh secara deskriptif kondisi lapangan secara langsung.

Sampel batuan yang diambil di dua lokasi berbeda dibuat dalam bentuk sayatan tipis batuan (*thin section*) untuk dilakukan analisis petrografi di laboratorium. Dua sampel yang dipilih telah mewakili diabas di Gunung Parang Karangsambung dan Gunung Pendul Bayat dengan kondisi masih segar tidak terdeformasi agar material yang diamati terlihat jelas dan mudah dalam analisisnya.



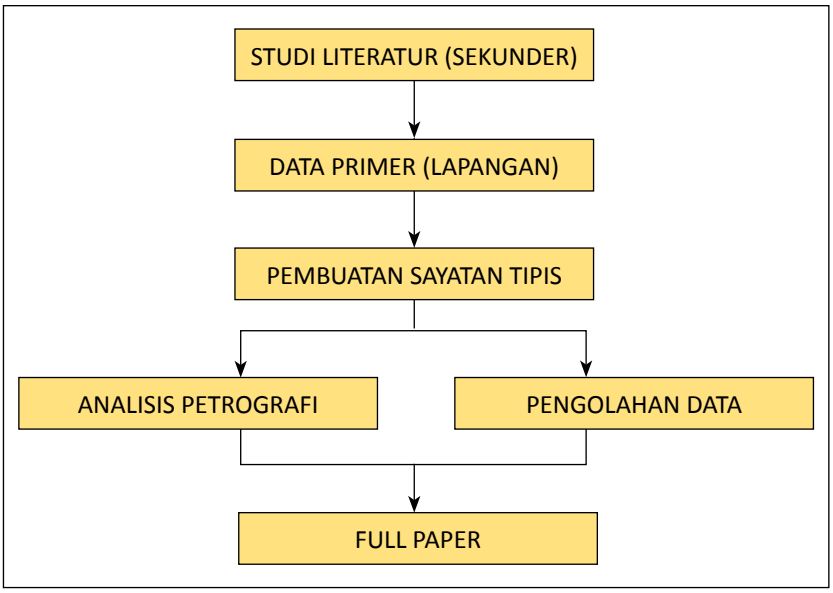
Keterangan: (Kiri) Karangsambung, Jawa Tengah; (Kanan) Bayat Klaten, Jawa Tengah
Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 1.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penarikan radiometri dengan metoda K/Ar pada kelompok batuan Intrusi Pendul yang menerobos Formasi Kebo-Butak telah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Kemudian, Surono, Hartono, & Permanadewi (2006) mengumpulkan data peneliti terdahulu dan mencocokannya, lalu ditarik kesimpulan bahwa Intrusi Pendul telah mengalami dua episode magmatisme, dengan episode magmatisme pertama berumur antara 39,82 ± 1,49 juta tahun lalu dan 30,04 ± 4,62 juta tahun lalu atau Eosen Tengah–Oligosen Awal, sedangkan untuk episode magmatisme kedua berumur antara 17,22 ± 2,84 juta tahun lalu dan 13,85 ± 5,45 juta tahun lalu atau Miosen Tengah.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Sebagai perbandingan dengan menggunakan metode yang sama, Atmadja, dkk (1994) menyatakan diabas Gunung Parang memiliki umur 39,86 ± 3,31 juta tahun lalu atau Eosen Tengah yang merupakan intrusi dangkal sebagai leher gunung api. Berdasarkan umur keduanya, dapat ditarik kesimpulan bahwa umur diabas Gunung Parang Karangsambung memiliki kesamaan umur dengan episode magmatisme pertama diabas Gunung Pendul Bayat, yaitu berumur Eosen Tengah.

Berdasarkan deskripsi makro, diabas Gunung Parang memiliki ketampakan warna abu-abu kehitaman dan abu-abu kecoklatan dalam kondisi lapuk. Batuan ini memiliki tekstur holokristalin, yaitu tersusun atas masa Kristal dengan bentuk fanerik dan batas Kristal subhedral-euhedral dengan relasi equigranular. Batuan ini memiliki komposisi yang tersusun atas piroksen (40%), plagioklas (30%), magnetit (15%), kalsit (10%), dan olivin (5%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan deskripsi makro, diabas Gunung Pendul memiliki ketampakan warna abu-abu kehitaman dan abu-abu kecoklatan dalam kondisi lapuk. Batuan ini memiliki tekstur holokristalin, yaitu tersusun atas masa Kristal dengan bentuk fanerik dan batas Kristal subhedral-euhedral dengan relasi equigranular. Batuan ini memiliki komposisi yang tersusun atas olivin (55%), plagioklas (25%), piroksen (10%), dan magnetit (10%).

Berdasarkan sampel petrografi yang telah diamati pada diabas Gunung Pendul dan Gunung Parang Karangsambung, secara komposisi mineral keduanya tidaklah berbeda jauh. Beberapa hal yang membedakan, antara lain komposisi olivin Gunung Pendul jauh lebih banyak daripada diabas Gunung Parang, dan piroksen Gunung Pendul lebih sedikit dibanding diabas Gunung Parang serta mineral opak diabas Gunung Parang lebih banyak daripada diabas Gunung Pendul. Selain itu, ditemukan juga mineral kalsit pada diabas Gunung Parang yang tidak terdapat pada diabas Gunung Pendul.

Dari hasil analisis petrografi, kedua batuan tersebut memiliki komposisi mineral yang berbeda walaupun dari hasil deskripsi lapangan kedua batuan tersebut sama.

Singkapan diabas Gunung Parang ini merupakan singkapan berbentuk bukit dengan tinggi ±20 m membentuk struktur berupa kekar-kekar kolom (kolumnar) relatif vertikal yang tersingkap sangat jelas dengan tanah di atas intrusi ini mulai tererosi. Tubuh kolumnar juga dikontrol oleh sesar serta rekahan-rekahan yang kemudian terisi oleh urat-urat kalsit.

Singkapan diabas Gunung Pendul ini memiliki ketampakan tubuh intrusi masif dengan tubuh yang telah hancur hasil erosi lanjut. Erosi yang terjadi menyebabkan struktur kolumnar di Gunung Pendul tidak lagi terlihat dengan jelas.

Secara petrografis batuan diabas Gunung Parang memiliki tekstur diabasik dan subofitik dengan struktur masif. Batuan ini tersusun atas mineral plagioklas jenis bytownite (dominan) dan labradorite dengan persentase 48%, piroksen dengan persentase 20%, olivin dengan persentase 15%, mineral opak dengan persentase 10%, serta kalsit dengan persentase 7%.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 3. (Kiri) Singkapan Diabas Gunung Parang
Gambar 4. (Kanan) Urat kalsit yang mengisi rekahan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dengan analisis yang sama, pada batuan diabas Gunung Pendul memiliki tekstur diabasik dan subofitik dengan struktur masif. Batuan ini tersusun atas mineral plagioklas jenis bytownite (dominan), labradorite, serta anorthite dengan persentase 45%, olivin dengan persentase 30%, piroksen jenis orthopiroksen dan klinopiroksen dengan persentase 18%, serta mineral opak dengan persentase 7%.

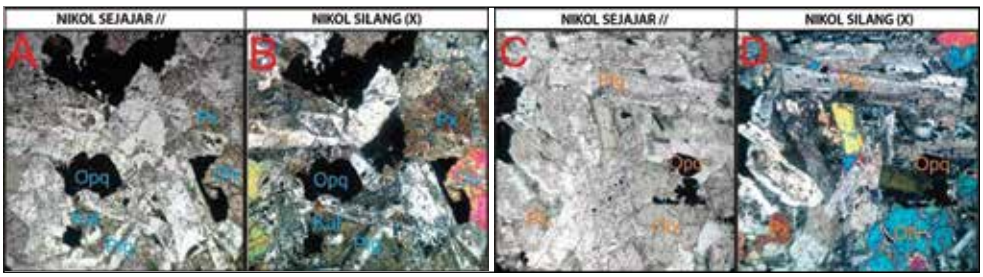


Foto: Penyusun (2019)

Gambar 5. Singkapan Diabas Gunung Pendul

Tabel 1. Perbandingan Persentase Mineral

No Sample	Komposisi Mineral (%)					Lokasi
	Plg	Olv	Px	Opq	Kal	
Diabas /01/G Pendul	45	30	18	7	-	G. Pendul
Diabas /02/G Parang	48	15	20	10	7	G. Parang



Keterangan: (A, B) Sayatan Petrografi Gunung Parang; (C, D) Sayatan Petrografi Gunung Pendul

Foto: Penyusun (2019)

Gambar 6. Sayatan Petrografi Gunung Parang dan Gunung Pendul

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Pada kesempatan ini lebih membahas tentang komposisi, struktur, dan tekstur pada batuan yang memiliki ketampakan megaskopis, yaitu dengan tekstur diabasik.

Penelitian ini bertujuan untuk meyakinkan bahwa batuan dengan struktur dan jenis yang sama dalam pendeskripsian megaskopis akan berbeda jika dilakukan dengan analisis petrografi untuk mengetahui lebih mendetail komposisi yang ada di dalam batuan tersebut.

Perbedaan diabas Gunung Pendul dan diabas Gunung Parang secara petrografi, antara lain komposisi olivin diabas Pendul jauh lebih banyak dibanding diabas Parang, mineral piroksen diabas Parang jauh lebih melimpah dibanding diabas Pendul, kemudian persentase mineral opak diabas Parang jauh lebih besar dibanding diabas Pendul, serta terdapat mineral kalsit pada diabas parang yang tidak dimiliki diabas Pendul.

Analisis petrografi membuktikan adanya perbedaan persentase komposisi batuan yang terjadi walaupun tekstur dari kedua batuan tersebut sama, yaitu diabasik dan proses pembentukan yang hampir sama.

E. SARAN

Penelitian ini masih termasuk tahap awalan, sangat perlu untuk dilakukan penelitian tahap lanjut, seperti mineralgrafi agar mengetahui jenis mineral opak yang membedakan antara kedua sampel.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada bapak Radhitya Adzan Hidayah, S.T., M.Eng. Selaku Pembina MGEI-SC IST AKPRIND Yogyakarta, Tim MGEI Research Group, serta semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan penelitian.

DAFTAR ACUAN

Akbar, M. A., & Setiawan, N. I. (2015). Petrogenesis batuan beku intrusi di daerah Perbukitan Jiwo Barat dan Timur, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Dalam *Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-8*, 675–683.

Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Bronto, S. (2010). Identifikasi gunung api purba Pendul di Perbukitan Jiwo, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten-Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi (JSDG), 20*(1), Februari 2010. Pusat Survei Geologi.

Harsolumakso, A. H. (1999). Diabas di daerah Karangsambung, Luk Ulo, Kebumen, Jawa Tengah; Apakah bentuk kelompok basaltik berupa tubuh intrusif? Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Geologi*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Mackenzie W. S., & Guilford, C. (1980). *Atlas of Rock-Forming minerals in thin section*. London: Halsted Press.

Philpotts A. R. (1989). *Petrography of igneous and metamorpich rocks*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

Surono. (2008). Litostratigrafi dan sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah bagian selatan. *Jurnal Geologi Indonesia, 3*(4), 183–193. Pusat Survei Geologi.

Surono, Hartono, U., & Permanadewi, S. (2006). Posisi stratigrafi dan petrogenesis intrusi Pendul, Perbukitan Jiwo, Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi (JSDG) XVI*(5). Pusat Survei Geologi.

Surono, Toha, B., & Sudarno, I. (1992). *Peta geologi lembar Surakarta & Giritontro, Jawa*, *skala 1:100.000.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tema :

Geodinamika



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENENTUAN DAERAH PROSPEK PANAS BUMI BERDASARKAN KERAPATAN SESAR-KEKAR DAN SUHU PERMUKAAN BUMI: STUDI KASUS WAY SELABUNG, SUMATRA SELATAN

DETERMINATION OF THE GEOTHERMAL PROSPECT AREA BASED ON FAULT-FRACTURE DENSITY AND LAND SURFACE TEMPERATURE: CASE STUDY WAY SELABUNG, SOUTH SUMATRA

Salma Dhiya Permana[1*], Resha Hayyu Tiffani[1], dan Wira Natanael Uli[1]

[1]Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian,
Institut Teknologi Bandung
[1*]Pos-el: salmadhiya98@gmail.com

ABSTRACT

Human population growth and technology development increase the energy demand. Intensification of new and renewable energy, like geothermal energy, is needed to overcome future energy shortages. Located on the ring of fire path makes Indonesia has abundant geothermal energy reserves. One of the geothermal potential locations in Indonesia is Way Selabung in Ogan Komering Ulu Selatan, South Sumatra. The potential geothermal field determination of Way Selabung area was carried out through direct field surveys has been and showed the geothermal potential. In this research, the geothermal prospect area will be determined through fault-fracture density and land surface temperature methods, which are then validated with the prospect area based on the distribution of Hg and CO_2 to see the correlation. Good correlation can be used as a reference that it is important to do the method before any further research. The determination of the fault-fracture density is carried out using DEM SRTM 30 m data after going through the lineament interpretation process in DEM data with the direction of lighting 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, and 315° with a 45° vertical angle of lighting. The results of the lineament interpretation showed that the northwest-southeast dominant direction, which is controlled by Sumatran fault. Land surface temperature map is made using Landsat-8 OLI/TIRS data on row 63 and path 125. Determination of the land surface temperature is done using a series of algorithms after radiometric calibration process, atmospheric correction, and determination of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). The result showed temperature variations of 16.71–27.39°C and the presence of high temperature anomalies (> 23.87°C) in lava basalt Tebatgayat area, which is predicted to be a heat source for the Way Selabung geothermal system. Compilation of the two methods showed that there was a Way Selabung geothermal prospect area in Pematang Tebatgayat, around the Way Selabung hot spring manifestation. The validation with the Hg and CO_2 data distribution showed a good correlation of the prospect area. Therefore, fault-fracture density and land surface temperature method is important as an initial study to determine the geothermal prospect.

Keywords: *geothermal, fault-fracture density, land surface temperature, Way Selabung*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi mengakibatkan meningkatnya permintaan terhadap jumlah energi. Intensifikasi energi baru dan terbarukan, salah satunya panas bumi, diperlukan untuk menanggulangi kekurangan energi di masa depan. Posisi Indonesia yang berada pada jalur cincin gunung api membuat negara ini memiliki cadangan energi panas bumi yang melimpah. Salah satu lokasi potensi panas bumi di Indonesia adalah Way Selabung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatra Selatan. Penentuan potensi lapangan panas bumi daerah Way Selabung dilakukan melalui survei lapangan secara langsung dengan metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi yang kemudian divalidasi dengan daerah prospek berdasarkan sebaran Hg dan CO_2 untuk melihat korelasinya. Korelasi yang baik dapat dijadikan acuan bahwa metode yang dilakukan dalam penelitian ini penting untuk dilakukan sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut lainnya. Penentuan kerapatan sesar-kekar dilakukan dengan menggunakan data DEM SRTM 30 m setelah melalui proses interpretasi kelurusan pada data DEM dengan arah penyinaran 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, dan 315° dengan sudut vertikal penyinaran 45°. Hasil interpretasi kelurusan menunjukkan arah kelurusan dominan barat laut-tenggara yang searah dengan sesar Sumatra. Peta suhu permukaan bumi dibuat dengan menggunakan data Landsat-8 OLI/TIRS pada *row* 63 dan *path* 125. Penentuan suhu permukaan bumi dilakukan dengan menggunakan rangkaian algoritma setelah dilakukan proses kalibrasi radiometrik, koreksi atmosferik, dan penentuan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Peta suhu permukaan bumi yang dihasilkan menunjukkan variasi suhu sebesar 16,71–27,39 °C dan adanya anomali suhu tinggi (> 23,87°C) di daerah lava basal Tebatgayat yang diperkirakan merupakan sumber panas untuk sistem panas bumi Way Selabung. Kompilasi dari kedua metode menunjukkan adanya prospek panas bumi Way Selabung pada daerah Pematang Tebatgayat, yaitu di sekitar manifestasi mata air panas Way Selabung. Hasil validasi dengan data sebaran Hg dan CO_2 menunjukkan adanya korelasi daerah prospek yang baik. Oleh karena itu, metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi penting dilakukan sebagai studi awal penentuan prospek panas bumi.

Kata kunci: panas bumi, kerapatan sesar-kekar, suhu permukaan bumi, Way Selabung

A. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dunia dan perkembangan teknologi berakibat pada peningkatan permintaan terhadap energi. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2018), konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2016 masih didominasi oleh bahan bakar minyak bumi, yaitu sebesar 42%. Namun, seiring dengan berjalannya waktu, apabila eksploitasi minyak bumi terus dilakukan, cadangan minyak bumi akan semakin menipis. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih intensif terhadap energi baru dan terbarukan, salah satunya adalah energi panas bumi.

Sebagai negara yang berada pada jalur cincin gunung api, Indonesia memiliki cadangan energi panas bumi yang melimpah. Salah satu prospek panas bumi berada di daerah Way Selabung. Secara administratif, daerah penelitian Way Selabung berada di Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatra Selatan. Daerah panas bumi Way Selabung ditandai dengan keberadaan sumber mata air panas dan alterasi yang berada di sekitar Sungai Way Selabung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Penyelidikan lapangan terhadap unsur Hg pada daerah prospek panas bumi Way Selabung telah dilakukan oleh Tim Survei Terpadu Badan Geologi (2011) dan menunjukkan adanya anomali Hg dengan kadar tinggi (>150 ppb) pada daerah manifestasi mata air panas. Anomali Hg juga didukung oleh anomali CO_2 (> 2 %) sehingga didapatkan delineasi area prospek geotermal berdasarkan data geokimia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menunjukkan daerah prospek panas bumi berdasarkan metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi yang divalidasi dengan data anomali Hg dan CO_2 yang dibuat oleh Badan Geologi. Hasil validasi yang menunjukkan korelasi dapat dijadikan acuan bahwa metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi penting dilakukan sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut lainnya untuk meminimalisir kesalahan penentuan daerah prospek panas bumi.



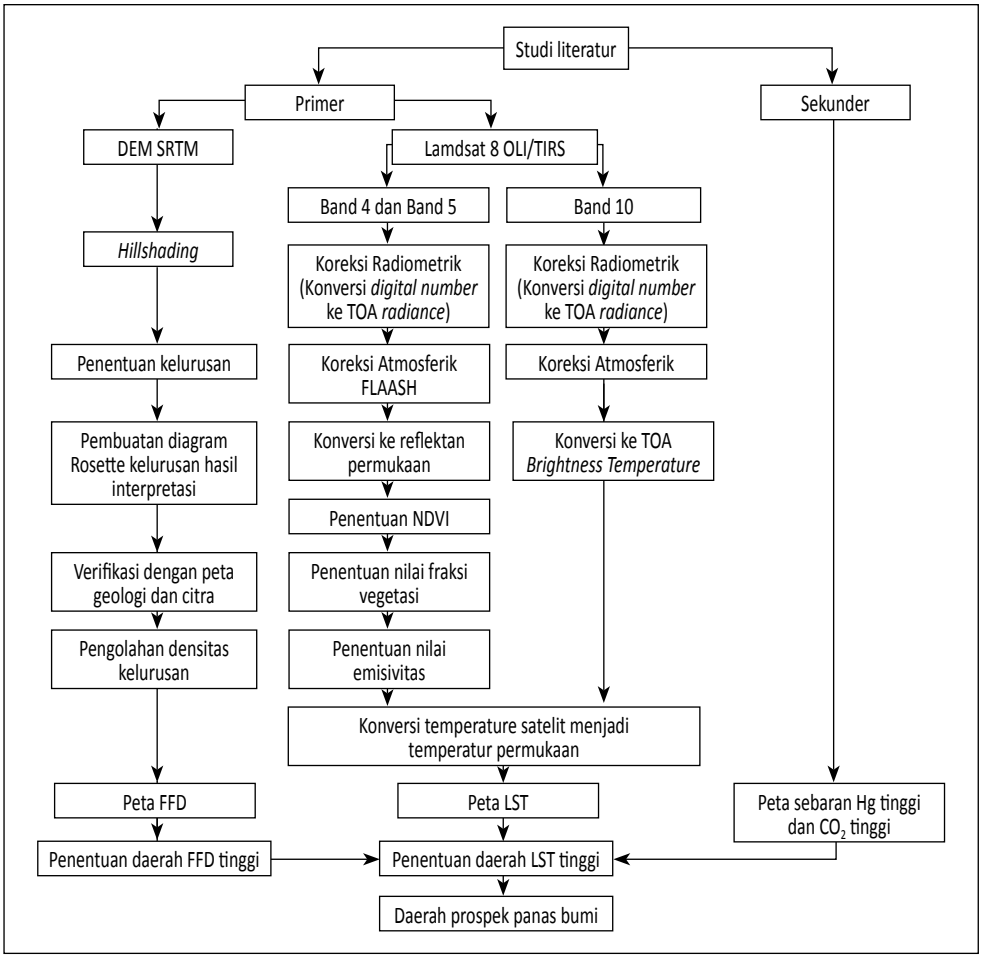
Gambar 1. Lokasi Penelitian dalam Citra Google Maps (ditandai dengan kotak merah)

B. METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer terdiri atas data Landsat-8 OLI/TIRS *row* 63 *path* 125 dan data DEM SRTM 30m yang didapatkan dari *website* USGS (*U.S. Geological Survey*), sedangkan data sekunder terdiri atas peta distribusi Hg dan peta distribusi CO_2 daerah Way Selabung yang dibuat oleh Tim Survei Terpadu Badan Geologi (2011).

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap utama, yaitu pembuatan peta kerapatan sesar-kekar, peta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan peta suhu permukaan bumi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Pembuatan Peta Kerapatan Sesar-Kekar

Metode kerapatan sesar-kekar merupakan metode sederhana yang diaplikasikan pada daerah eksplorasi panas bumi untuk menentukan daerah dengan tingkat sesar dan kekar tinggi. Metode ini mengasumsikan sesar dan rekahan berasosiasi dengan reservoir fluida panas bumi pada kedalaman tertentu (Suryantini & Wibowo, 2010).

Pada penelitian ini, pembuatan peta kerapatan sesar-kekar dilakukan dengan menggunakan data DEM SRTM 30m. DEM yang telah dipotong sesuai daerah penelitian dikonversi ke bentuk *hillshade* dengan sudut azimut 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, dan 315° dengan sudut vertikal penyinaran 45°. Hasil *hillshade* ini akan menampilkan bentuk relief permukaan yang memudahkan dalam proses penarikan kelurusan yang merepresentasikan sesar dan kekar. Proses penarikan kelurusan dikomparasikan dengan struktur regional dari peta geologi. Kelurusan yang telah ditentukan kemudian dimasukkan ke dalam diagram *rosenet* untuk melihat pola struktur dominan pada daerah penelitian.

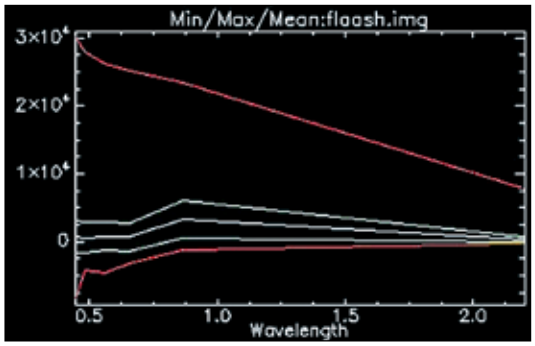
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Setelah dilakukan interpretasi kelurusan kemudian dilakukan pembuatan peta kerapatan sesar-kekar dengan *grid* 1 × 1 km^2. *Grid* dengan ukuran 1 × 1 km^2 merupakan *grid* yang umum digunakan dalam proses pembuatan peta kerapatan sesar-kekar (Suryantini & Wibowo, 2010).

2. Pembuatan Peta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Pembuatan peta NDVI memanfaatkan gelombang *near infrared* atau yang biasa disebut sebagai NIR (*band* 5) dan gelombang *red* (*band* 4) dari citra landsat 8 OLI/TIRS. Langkah pertama dalam pembuatan peta NDVI adalah melakukan kalibrasi radiometrik terhadap *band* 4 dan *band* 5. Kalibrasi radiometrik bertujuan untuk mengubah data dalam bentuk nomor digital (*digital number*) menjadi spektral radian (EXELIS, 2013).

Koreksi atmosferik tipe FLAASH dilakukan setelah kalibrasi radiometrik, keduanya dilakukan pada perangkat lunak ENVI 5.1. Koreksi atmosferik dilakukan untuk menghilangkan faktor kesalahan yang direkam oleh sensor citra akibat pengaruh atmosfer yang diakibatkan oleh partikel di atmosfer sebagai bidang perantara pada akuisisi data citra (ITT Visual Information Solutions, 2009). Hasil komputasi statistik nilai radian setelah koreksi atmosferik ditunjukkan oleh Gambar 3 di bawah ini.

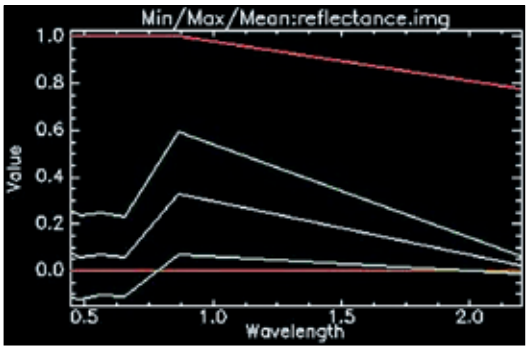


Gambar 3. Grafik Statistik Nilai Radian Setelah Koreksi Atmosferik

Setelah itu, dilakukan konversi nilai spektral radian yang telah dikoreksi atmosferik menjadi nilai reflektan ($P\lambda$) dengan nilai minimum 0 dan maksimum 1 dengan menggunakan persamaan (1) (ITT Visual Information Solutions, 2009). Hasil komputasi statistik nilai reflektan ditunjukkan pada Gambar 4.

$$P\lambda = (b1 \text{ le } 0)*0 + (b1 \text{ ge } 10000)*1 + (b1 \text{ gt } 0 \text{ and } b1 \text{ lt } 10000)* \text{float}(b1)/10000 \quad (1)$$

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Grafik Statistik Nilai Reflektan

Setelah konversi ke nilai reflektan dilakukan proses perhitungan nilai NDVI berdasarkan persamaan (2) (Sobrino, Jimenéz-Munoz, & Paolini, 2004).

$$NDVI = \frac{(NIR - red)}{(NIR + red)} \quad (2)$$

2. Pembuatan Peta Suhu Permukaan Bumi

Data yang digunakan dalam penentuan suhu permukaan bumi adalah *band* 10 dari citra Landsat 8 OLI/TIRS. Tahapan pertama adalah mengalibrasi nilai *band* 10 yang masih berupa nomor digital ke dalam spektral radian (TOA *radiance*) dengan menggunakan persamaan berikut ini (USGS, 2015).

$$L\lambda' = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (3), $L\lambda'$ merupakan nilai spektral radian ($W/(m^2 \times srad \times \mu m)$), Q_{cal} merupakan nilai piksel dalam nomor digital, M_L merupakan faktor skala perkalian radian, dan A_L merupakan faktor skala penambah radian untuk *band* 10. M_L dan A_L didapatkan dari metadata citra. Setelah didapat nilai spektral radian selanjutnya citra dilakukan koreksi atmosfer dengan persamaan (4) di bawah ini (USGS, 2015).

$$L\lambda = \frac{L\lambda^2 - Lv}{e\pi} - \frac{1-e}{e} Ld \quad (4)$$

Nilai $L\lambda$ merupakan nilai spektral radian hasil koreksi, π merupakan nilai transmitansi, *LU* adalah *upwelling radiance*, dan *LD* adalah *downwelling radiance*. Nilai semua variabel tersebut diperoleh dari situs web NASA yang dilakukan dengan memasukkan informasi tanggal dan waktu perekaman citra, serta pusat koordinat lintang dan bujur dari citra yang digunakan. Selanjutnya dilakukan konversi nilai spektral radian menjadi TOA suhu kecerahan (*brightness temperature*) dengan menggunakan persamaan (5) (USGS, 2015) berikut ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

$$TB = \frac{K2}{In\left(\frac{K1}{L\lambda}+1\right)} - 273.15 \quad (5)$$

TB merupakan TOA suhu kecerahan (°C), $L\lambda$ merupakan nilai spektral radian, dan *K1* dan *K2* merupakan konstanta konversi termal yang didapatkan dari metadata citra. Untuk mendapatkan *LST* diperlukan koreksi terhadap emisivitas permukaan (USGS, 2015).

Untuk mendapatkan nilai emisivitas permukaan diperlukan nilai indeks vegetasi (*PV*) yang didapatkan dari persamaan (6) (Carlson & Ripley (1997), dalam Sobrino, Jimenéz-Munoz, & Paolini, 2004).

$$PV = \left[\frac{NDVI - NDVI\,min}{NDVI\,max - NDVI\,min}\right]^2 \quad (6)$$

Setelah didapatkan nilai indeks vegetasi, nilai emisivitas permukaan (*e*) dapat dihitung melalui persamaan (7) (Sobrino, Jimenéz-Munoz, & Paolini, 2004).

$$e = m \times PV + n \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan (7), $m = e_v - e_s - (1 - e_s) \times F \times e_v$, dan $n = e_s + (1 - e_s) \times F \times e_v$, di mana *e* merupakan nilai emisivitas permukaan, e_s adalah nilai emisivitas tanah, e_v adalah nilai emisivitas vegetasi, dan *F* adalah *shape factor*. Nilai e_s dan e_v diasumsikan bernilai 0,97 dan 0,99, sementara nilai F adalah 0,55. Berdasarkan persamaan tersebut didapatkan nilai *m* sebesar 0,004 dan *n* sebesar 0,986 (Sobrino, Jimenéz-Munoz, & Paolini, 2004).

Setelah tahapan tersebut, dilakukan penentuan nilai suhu permukaan bumi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan algoritma fungsi Planck. Persamaan dalam perhitungan suhu permukaan bumi dapat dilihat pada persamaan (8) (Ismail & Abdullah, 2017).

$$LST = \frac{TB}{\left[1 + \left(\frac{\lambda \times TB}{P}\right) \times In\ e\right]} \quad (8)$$

Berdasarkan persamaan 8, *LST* merupakan suhu permukaan bumi, *TB* merupakan nilai TOA *brightness temperature* yang diperoleh dari persamaan 4, λ merupakan nilai Panjang gelombang *band* 10, yaitu 10,8 μ, *P* merupakan konstanta Planck yang dihitung dengan menggunakan persamaan (9) sehingga didapatkan nilai 14.380 μmK (Ismail & Abdullah, 2017).

$$P = \frac{h \times c}{s} \quad (9)$$

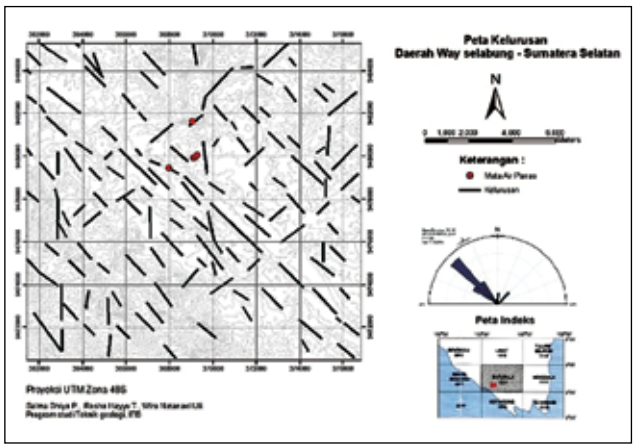
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan persamaan (9), h merupakan konstanta Planck ($6{,}626 \times 10^{-34}$ Js), c adalah kecepatan cahaya ($2{,}998 \times 10^{8}$ m/s), dan s merupakan nilai konstanta Boltzmann ($1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K) (Ismail & Abdullah, 2017).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kerapatan Sesar-Kekar

Berdasarkan hasil interpretasi kelurusan pada daerah penelitian dan analisis arah kelurusan dengan menggunakan diagram *rosenet*, pola struktur geologi di daerah penelitian didominasi oleh arah barat laut-tenggara yang terpotong oleh beberapa pola struktur dengan arah barat daya-timur laut dan arah utara-selatan (Gambar 5). Pola struktur barat laut-tenggara menunjukkan struktur yang mengikuti pola sesar Sumatra, sedangkan pola struktur berarah barat daya-timur laut dan arah utara-selatan diperkirakan merupakan sesar-sesar lokal yang berada di daerah penelitian.

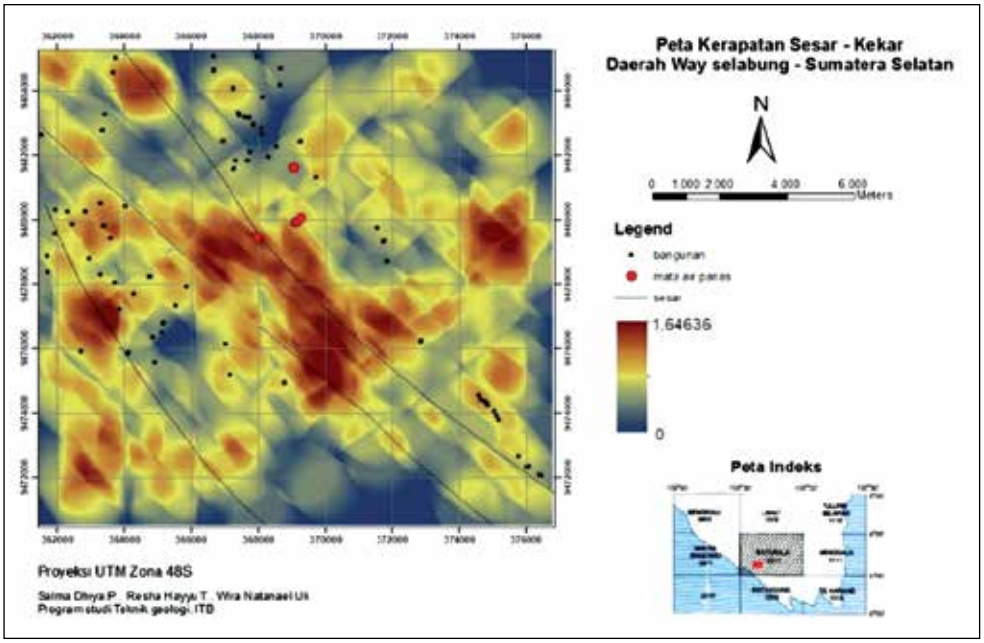


Gambar 5. Peta Kelurusan Daerah Way Selabung

Hasil interpretasi kelurusan kemudian diolah menjadi peta kerapatan sesar-kekar. Peta tersebut menggambarkan panjang kelurusan setiap 1 km^2. Hasil pembuatan peta menunjukkan nilai densitas kelurusan minimum sebesar 0 km/km^2 yang disimbolkan oleh warna biru dan densitas kelurusan maksimum sebesar 1,65 km/km^2 yang disimbolkan oleh warna merah (Gambar 6).

Berdasarkan hasil tersebut, tingkat kerapatan sesar-kekar daerah penelitian dibagi menjadi tiga, yaitu rendah (< 0,53), sedang (0,53–1,06), dan tinggi (> 1,06). Nilai kerapatan sesar-kekar tinggi tersebar di beberapa kawasan, namun didominasi di bagian tengah daerah penelitian yang memanjang dengan arah barat laut-tenggara (Gambar 6). Kerapatan sesar-kekar tinggi tersebut berhubungan dengan jalur depresi sesar Sumatra. Titik-titik manifestasi panas bumi juga terletak pada daerah dengan kerapatan sesar-kekar tinggi. Berdasarkan hasil pada metode kerapatan sesar-kekar, kerapatan sesar-kekar tinggi menunjukkan adanya korelasi dengan keberadaan manifestasi berupa mata air panas dan alterasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Peta Kerapatan Sesar-Kekar Daerah Way Selabung

2. Suhu Permukaan Bumi

Nilai suhu permukaan yang terekam diartikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Untuk suatu lahan terbuka, suhu permukaan adalah suhu pada lapisan terluar permukaan tanah, sedangkan untuk vegetasi, seperti hutan, dapat diartikan sebagai suhu permukaan kanopi tumbuhan dan pada objek perairan merupakan suhu dari permukaan air tersebut (Ismail & Abdullah, 2017).

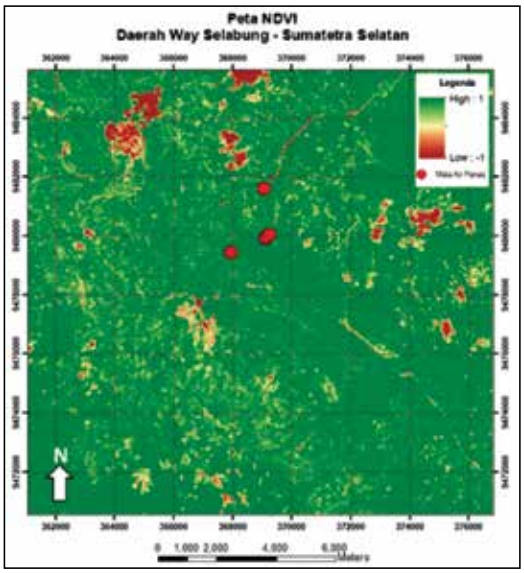
Peta NDVI merepresentasikan tutupan lahan pada daerah penelitian. Rentang nilai NDVI pada daerah penelitian berkisar antara -1 hingga 1 (Gambar 7), semakin tinggi nilai NDVI, semakin tinggi tingkat vegetasi. Daerah penelitian umumnya memiliki tutupan lahan rapat, yaitu >0,715, berdasarkan Ismail dan Abdullah (2017) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Hal tersebut menunjukkan vegetasi tumbuh dengan baik pada daerah penelitian. Titik-titik manifestasi mata air panas terletak pada daerah dengan vegetasi sedang.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai NDVI

No.	Nilai NDVI	RSD (%)
1.	(-0,775)–(-0,032)	Perairan
2.	(-0,032)–0,388	Awan, Pemukiman
3.	0,338–0,566	Jarang
4.	0,566–0,715	Sedang
5.	0,715–0,885	Rapat

Sumber: Ismail & Abdullah (2017)

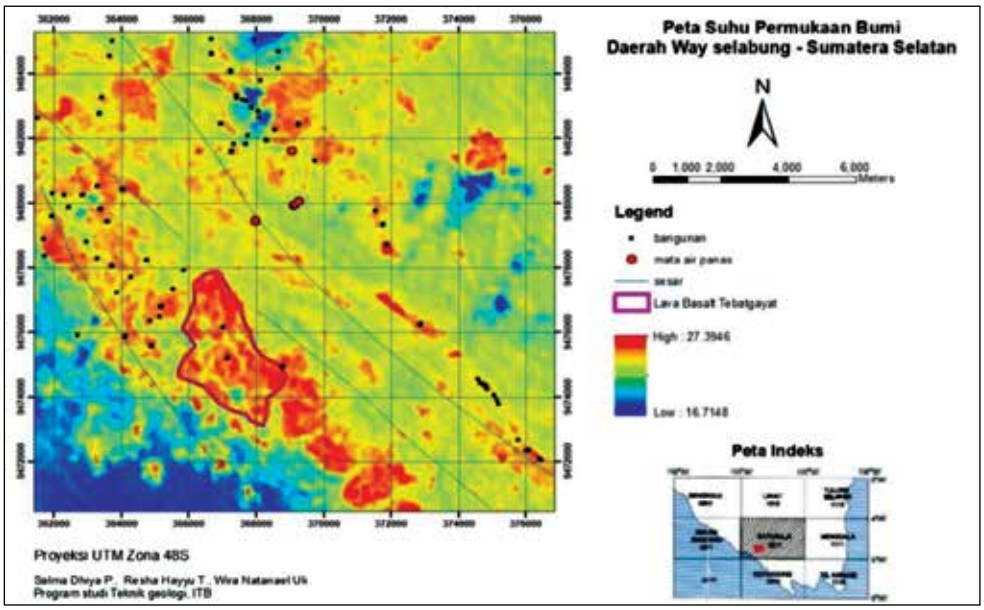
Buku ini tidak diperjualbelikan.



sumber:?

Gambar 7. Peta NDVI Way Selabung

Hasil pembuatan peta suhu permukaan bumi menunjukkan temperatur maksimum sebesar 27,39°C yang disimbolkan dengan warna merah dan temperatur minimum sebesar 16,71°C yang disimbolkan dengan warna biru (Gambar 8). Berdasarkan nilai tersebut, rentang suhu pada daerah penelitian dibagi menjadi tiga, yaitu rendah (< 20,31°C), sedang (20,31–23,87°C), dan tinggi (> 23,87°C).



Gambar 8. Peta Suhu Permukaan Bumi Daerah Way Selabung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai suhu permukaan rendah berada di wilayah barat daya daerah penelitian serta pada beberapa titik di timur laut daerah penelitian. Ismail dan Abdullah (2017) mengungkapkan bahwa vegetasi yang baik umumnya menunjukkan nilai suhu permukaan yang rendah, sedangkan kawasan vegetasi yang buruk memiliki nilai suhu permukaan yang tinggi. Temperatur rendah di kawasan barat daya dipengaruhi oleh tingkat vegetasi yang tinggi karena morfologi wilayah tersebut yang merupakan daerah perbukitan. Sementara itu, titik-titik suhu di kawasan timur laut rendah yang diakibatkan oleh adanya gangguan awan dan beberapa area perairan.

Berdasarkan data manifestasi mata air panas, mata air panas berada pada daerah dengan nilai suhu permukaan sedang. Temperatur sedang pada daerah tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh tingkat vegetasi sedang sehingga menurunkan temperatur permukaan.

Nilai temperatur permukaan tinggi pada daerah penelitian terletak di bagian tengah tepatnya sebelah barat dari depresi sesar Sumatra dan memanjang dari barat laut hingga tenggara. Nilai temperatur tinggi dipengaruhi oleh dominasi lahan dengan vegetasi jarang berdasarkan peta NDVI dan pengaruh adanya pemukiman. Wilayah dengan suhu paling tinggi (wilayah dengan batas merah) setelah dicocokkan dengan peta geologi berdasarkan penelitian Kusnadi, Risdianto, Munandar, dan Dahlan (2011) merupakan daerah lava basal Tebatgayat. Mereka juga memperkirakan bahwa lava basal tersebut berumur 0,4 ± 0,2 juta tahun yang lalu. Sumber panas daerah Sumatra sangat erat kaitannya dengan tubuh gunung api yang masih aktif atau tubuh intrusi batuan. Melihat umur lava basal Tebatgayat yang masih relatif muda serta nilai suhu permukaan saat ini yang tinggi, dapat diperkirakan bahwa sumber panas untuk sistem panas bumi Way Selabung berada di daerah lava basal Tebatgayat.

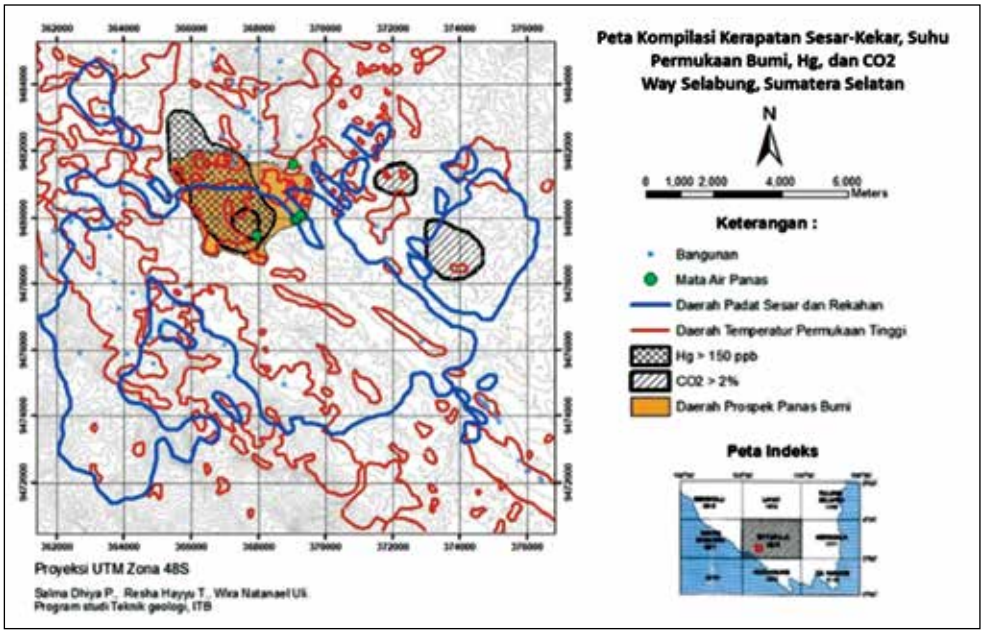
3. Daerah Prospek Panas Bumi

Daerah prospek panas bumi di Way Selabung ditentukan berdasarkan kompilasi peta daerah suhu permukaan bumi sedang-tinggi dan kerapatan sesar-kekar sedang-tinggi. Kontrol tutupan lahan dan litologi dalam menentukan daerah prospek panas bumi berdasarkan kedua peta tersebut. Daerah prospek dengan titik-titik lahan terbangun tinggi tidak dapat dideliniasi sebagai daerah prospek karena suhu permukaan tinggi pada daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh lahan terbangun tersebut. Kontrol litologi pada penelitian ini telah dijelaskan pada bagian pembahasan suhu permukaan bumi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan daerah potensi panas bumi pada daerah penelitian terletak pada daerah Pematang Tebatgayat.

Daerah prospek panas bumi berdasarkan metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi kemudian divalidasi dengan data sekunder berupa peta anomali Hg tinggi (> 150 ppb) dan peta anomali CO_2 tinggi (> 2%) yang dibuat oleh Tim Survei Terpadu Badan Geologi (2011). Hal tersebut dilakukan untuk melihat korelasi daerah prospek panas bumi. Hasil kompilasi peta-peta tersebut menunjukkan daerah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan distribusi Hg > 150 ppb dan CO_2 > 2% berada pada daerah prospek panas bumi berdasarkan metode kerapatan sesar-kekar dan suhu permukaan bumi, yaitu berada pada daerah Pematang Tebatgayat. Berdasarkan hasil tersebut, keempat metode tersebut saling berkorelasi. Gambar 9 di bawah ini menunjukkan peta kompilasi dari semua peta dan daerah prospek.



Gambar 9. Peta Penentuan Prospek Panas Bumi Way Selabung

D. KESIMPULAN

Daerah dengan nilai kerapatan sesar-kekar tinggi (> 1,06 km/km^2) berada pada daerah depresi sesar Sumatra dan memiliki pola struktur dominan barat laut-tenggara yang dikontrol oleh pola sesar Sumatra. Daerah tersebut menunjukkan zona permeabel pada daerah panas bumi Way Selabung yang didukung dengan adanya manifestasi mata air panas pada daerah tersebut. Mata air panas di Way Selabung berhubungan dengan sumber panas lava basal Tebatgayat yang berumur Kuarter dan ditunjukkan oleh nilai suhu permukaan yang tinggi (> 23,87^{o}C). Berdasarkan hasil kompilasi kedua metode, didapatkan daerah prospek panas bumi pada daerah Pematang Tebatgayat. Hasil validasi daerah prospek dengan anomali Hg tinggi (> 150 ppb) dan CO_2 tinggi (> 2%) menunjukkan adanya korelasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode kerapatan sesar-kekar dan suhu pemukaan bumi penting untuk dilakukan sebelum dilakukan penelitian lebih lanjut lainnya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis, dosen Teknik Geologi ITB yang memberikan ilmu kepada penulis, dan teman-teman Teknik Geologi ITB 2015 yang senantiasa memberikan dorongan dan bantuan kepada penulis dalam pembuatan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Harris Geospatial Solutions, Inc. (Tanpa tahun). *Fast line-of-sight atmospheric analysis of hypercubes (FLAASH)*. Diakses dari https://www.harrisgeospatial.com/docs/FLAASH.html

Harris Geospatial Solutions, Inc. (Tanpa tahun). *Radiometric Callibration*. Diakses dari https://www.harrisgeospatial.com/docs/RadiometricCalibration.html

Ismail, N. & Abdullah, F. (2017). Kajian awal penentuan daerah prospek panas bumi di Gunung Bur Ni Telong berdasarkan analisis data DEM SRTM dan citra Landsat 8. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, *13*(3), 125–132.

ITT Visual Information Solutions. (2009). *Atmospheric correction module: QUAC and FLAASH user's guide* (Version 4.7). https://www.harrisgeospatial. com/portals/0/pdfs/envi/Flaash_Module.pdf

Kusnadi, D., Risdianto, D., Munandar, A., & Dahlan. (2011). Geologi dan geokimia daerah panas bumi Wai Selabung Kabupaten Oku Selatan, Sumatra Selatan. Dalam *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi Tahun 2011.*

NASA. *Atmospheric Correction Parameter Calculator*. Diakses dari https://atmcorr.gsfc.nasa.gov/

Sobrino, J.A., Jimenéz-Munoz, J.C., & Paolini L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90, 434–440.

Suryantini & Wibowo, H.H. (2010). Application of fault and fracture density (FFD) method for geothermal exploration in non-volcanic geothermal system: A case study in Sulawesi-Indonesia. Dalam *Proceedings World Geothermal Congress 2010*.

USGS. (2015). *Landsat 8 (L8) data users handbook*. South Dakota: United States Geological Survey.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI PENDAHULUAN PROSES TERSINGKAPNYA BATUAN TERTUA DI PULAU JAWA KARANGSAMBUNG: SEBUAH *POSITIVE FLOWER STRUCTURE*?

Eko Bayu Purwasatriya[1*], Sugeng Sapto Surjono[2], Hendra Amijaya[2] dan Asmoro Widagdo[1]

[1]Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
[2]Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
[1*]Pos-el: bayusatriya@yahoo.com

ABSTRACT

Karangsambung is one of the three oldest exposed rock locations in Java, in addition to Bayat and Ciletuh. Besides the age, the types of rocks that are exposed are also unique because they are usually formed at the bottom of the ocean. It is an interesting question how they can be exposed to the surface. To answer this problem, a preliminary study was conducted to find out the process of the disclosure of these old rocks in Karangsambung. The research uses (1) descriptive method to compare the distribution geometry and geological structures pattern with structural models, (2) measurement several samples of geological structures in old rocks to determine their structural patterns, and (3) interpretation the subsurface data by gravity methods to support interpretation. In addition to these methods, secondary data from previous researchers are also used for interpretation. The results showed that the geometry and structural patterns in Karangsambung was matched to the positive flower structure model in the sinistral strike-slip system and as an isostatic effect of Karangsambung rise is the drawned of Southern Mountains among Karangbolong-Nusakambangan. Several measurements of shear fractures in phylit rocks also showed the existence of fault patterns with N 70 E direction, accordance with the regional pattern. Regional gravity anomaly data indicate the existence of high anomaly in the Karangsambung area due to the uplifting process.

Keywords: *Karangsambung, positive flower structure, sinistral strike-slip, southern mountain*

ABSTRAK

Karangsambung merupakan salah satu dari tiga lokasi tersingkapnya batuan tertua di Jawa, selain Bayat dan Ciletuh. Selain umur batuannya yang tua, jenis batuan yang tersingkap juga unik, yaitu batuan-batuan yang terbentuknya di dasar samudra. Menjadi pertanyaan menarik bagaimana batuan yang berada di dasar samudra dapat tersingkap sampai di permukaan. Untuk menjawab masalah tersebut, dilakukan studi pendahuluan untuk mengetahui proses tersingkapnya batuan-batuan tua ini di Karangsambung. Metode penelitian yang digunakan adalah (1) metode deskriptif untuk membandingkan geometri sebaran dan pola struktur geologi dengan model struktur, (2) mengukur beberapa sampel struktur geologi pada batuan tua untuk mengetahui pola strukturnya, dan (3) interpretasi data bawah permukaan metode gravitasi untuk mendukung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

interpretasi. Selain metode tersebut, data sekunder dari hasil peneliti terdahulu juga digunakan untuk interpretasi. Hasil metode deskriptif menunjukkan geometri sebaran dan pola struktur yang ada di Karangsambung sangat cocok dengan model *positive flower structure* pada sistem patahan geser mengiri dan sebagai efek isostasinya Karangsambung naik ke permukaan adalah dengan tenggelamnya Pegunungan Selatan antara Karangbolong-Nusakambangan. Beberapa pengukuran kekar gerus di batuan filit juga menunjukkan adanya pola patahan yang berarah N 70 E sesuai dengan pola struktur regionalnya. Data anomali gravitasi regional menunjukkan adanya anomali tinggian di daerah Karangsambung akibat proses pengangkatan.

Kata kunci: Karangsambung, *positive flower structure*, sesar geser kiri, pegunungan selatan

A. PENDAHULUAN

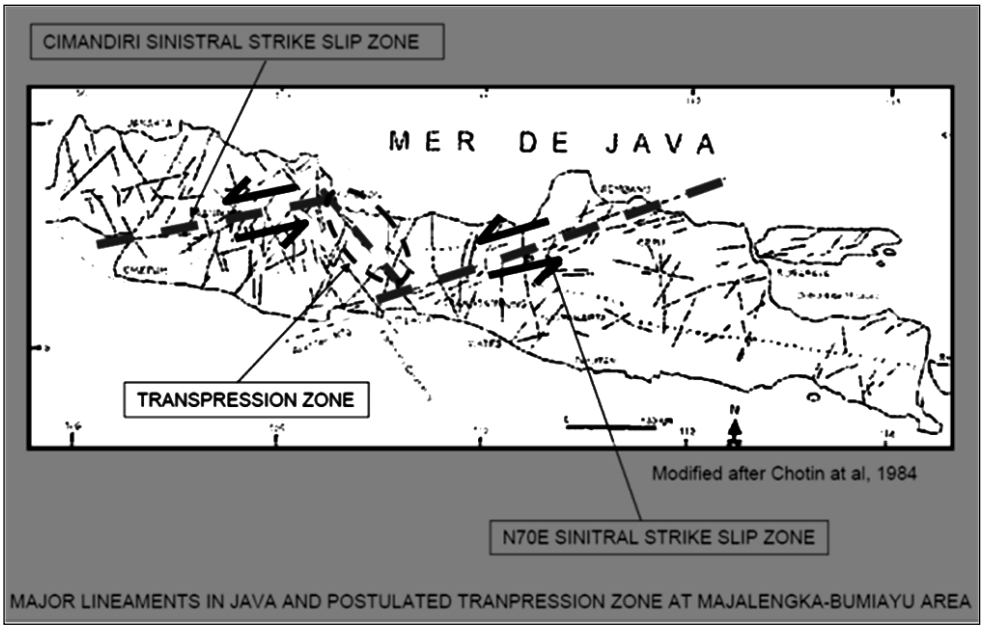
Karangsambung merupakan tempat yang istimewa bagi seluruh geolog di Indonesia karena terdapat singkapan batuan tertua di Jawa dan variasi batuan yang menunjukkan daerah subduksi di dasar samudra. Pertanyaannya adalah bagaimana mekanisme perpindahan batuan yang pada awalnya berada di dasar samudra dapat tersingkap di permukaan dengan pola sebaran seperti yang dapat kita lihat sekarang ini. Secara umum, pertanyaan tersebut dapat dijawab bahwa yang membuat batuan di Karangsambung terangkat adalah suatu proses struktur geologi, namun jenis dan sejarah geologinya masih harus digali serta menjadi permasalahan yang harus dijawab oleh para geolog di Indonesia. Pada makalah ini, penulis melakukan studi pendahuluan untuk menjawab bagaimana proses tersingkapnya batuan tua di Karangsambung. Data yang digunakan meliputi data permukaan dan bawah permukaan untuk menunjang interpretasi struktur geologinya. Data permukaan berupa data kekar gerus, kekar tarik, dan breksiasi pada lava di Kali Mandala yang merupakan bagian dari Kompleks Melange Luk Ulo yang berumur Kapur. Data permukaan berupa data gravitasi dari situs web Topex dengan batasan Lintang 7°LS–8°LS dan Bujur 109°BT–110°BT.

B. GEOLOGI REGIONAL

Menurut Katili (1972), Karangsambung masuk ke dalam zona subduksi yang berumur Kapur, hal ini sesuai dengan jenis batuan berumur tua yang ditemukan di Karangsambung merupakan batuan ofiolit yang mencirikan daerah subduksi di dasar samudra. Sribudiyani dkk. (2003) menyebutkan bahwa mikro-kontinen Jawa Timur menumbuk pulau Jawa pada umur Paleosen sehingga semua pola struktur yang berarah timur laut-barat daya (pola meratus) menjadi berhenti dan berganti menjadi pola struktur yang berarah barat-timur (pola Jawa). Satyana (2014) melakukan rekonstruksi jalur subduksi di Jawa pada umur Kapur Awal, di mana Luk Ulo di Karangsambung merupakan zona tumbukan antara mikrokontinen Jawa Timur dengan Pulau Jawa sehingga besar kemungkinan bahwa Karangsambung juga

Buku ini tidak diperjualbelikan.

merupakan *suture zone* dari tumbukan tersebut. Bukti adanya *suture zone* tersebut ternyata sudah pernah terlihat dari data SLAR yang dipublikasikan oleh Noeradi, Subroto, Wahono, Hermanto, dan Zaim (2006) yang menyebutkan adanya jalur sesar sinistral yang berarah sekitar N 70°E (Gambar 1.). Sesar N 70°E inilah yang kemungkinan berperan besar dalam proses tersingkapnya batuan-batuan tua berumur Kapur di daerah Karangsambung. Semua data permukaan dan bawah permukaan diharapkan dapat mengidentifikasi pola struktur tua tersebut.



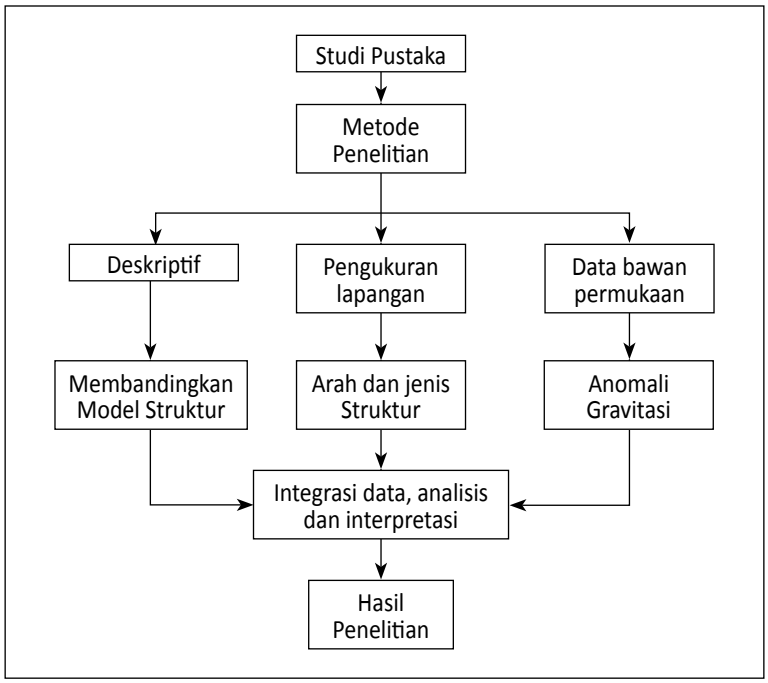
Sumber: Noeradi, Subroto, Wahono, Hermanto, dan Zaim (2006)

Gambar 1. Sesar N70°E yang melewati Karangsambung dan diperkirakan merupakan *suture zone.*

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada studi pendahuluan ini adalah (1) metode deskriptif untuk membandingkan geometri sebaran dan pola struktur geologi dengan model struktur, (2) mengukur beberapa sampel struktur geologi pada batuan tua untuk mengetahui pola strukturnya, dan (3) interpretasi data bawah permukaan metode gravitasi untuk mendukung interpretasi. Selain metode tersebut, data sekunder dari hasil peneliti terdahulu juga digunakan untuk interpretasi. Secara ringkas, metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut (Gambar 2).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



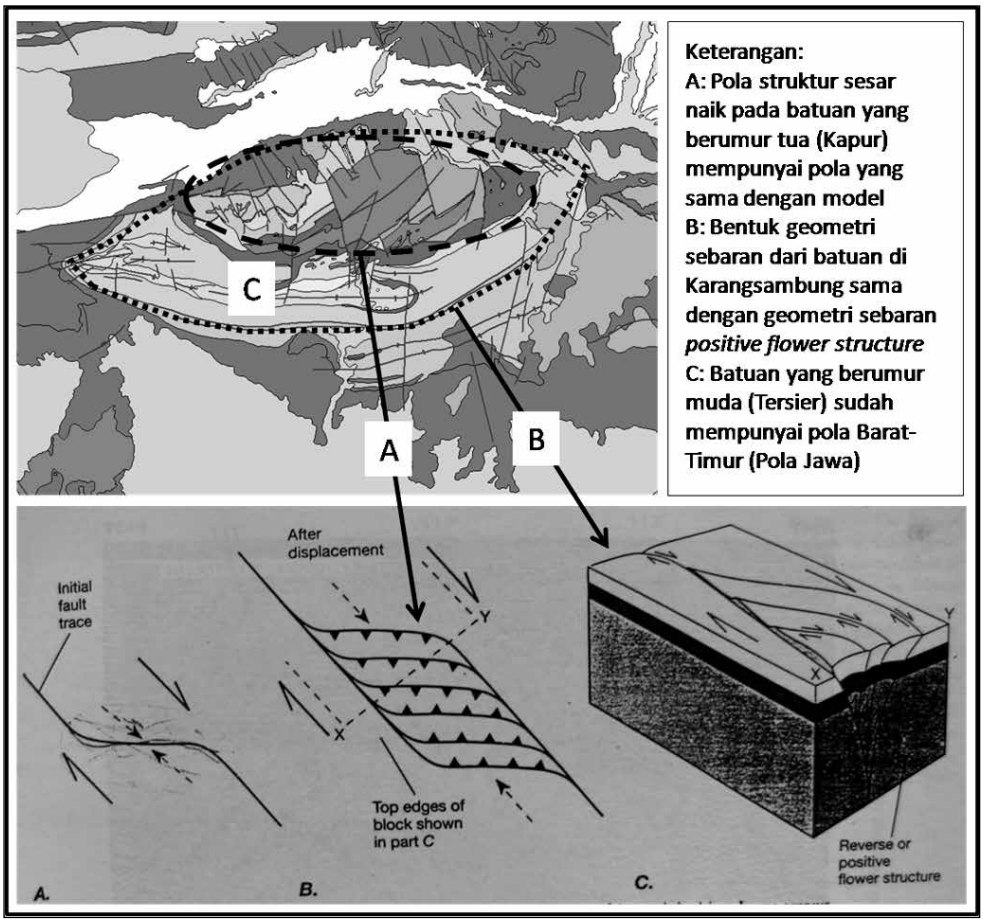
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode deskriptif membandingkan pola struktur dan sebaran yang ada di lapangan dengan model struktur yang diduga sebagai penyebab tersingkapnya batuan tua di Karangsambung. Hipotesis awalnya adalah bahwa batuan tua di Karangsambung tersingkap karena adanya *positive flower structure* dari sistem sesar geser kiri regional dengan arah timur laut-barat daya (pola meratus). Oleh karena itu, berikut disajikan perbandingan antara pola struktur dan sebaran batuan tua di Karangsambung dengan model *positive flower structure* (Gambar 3).

Metode deskriptif ini membandingkan dua parameter utama, yaitu pola struktur dan geometri sebaran batuannya. Pola struktur naik yang berada di dalam zona *positive flower structure* searah dengan model. Bentuk geometri sebaran batuan di Karangsambung juga mempunyai kesamaan dengan bentuk geometri *positive flower structure*, namun bagian selatan (ditandai dengan huruf C pada Gambar 3) menunjukkan pola yang berbeda dengan model. Hal ini disebabkan karena batuannya berumur lebih muda (Tersier) sehingga sudah terkena kompresi dari arah selatan dan membentuk arah kelurusan barat-timur sesuai dengan pola Jawa.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Hasil Perbandingan Deskriptif Antara Pola Struktur dan Geometri Sebaran Batuan di Karangsambung dengan Model *Positive Flower Structure*

Metode kedua adalah melakukan pengukuran lapangan berupa kekar gerus, kekar tarik, dan breksiasi di Kali Mandala masing-masing sebanyak tiga puluh buah yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

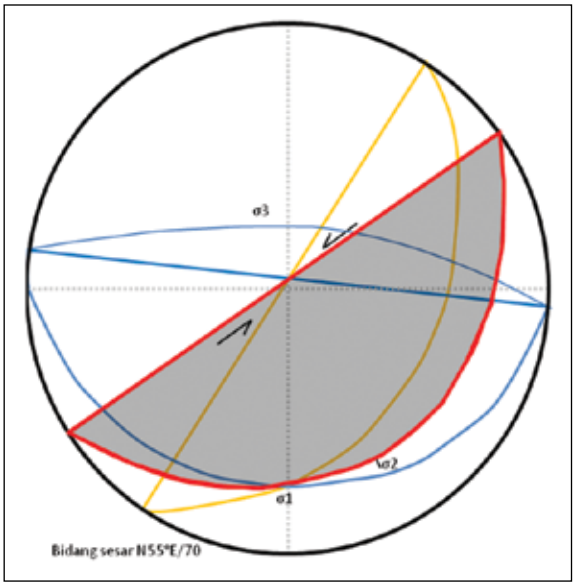
Tabel 1. Tabel Pengukuran Kekar Gerus, Kekar Tarik, dan Breksiasi di Kali Mandala

No	Kekar Gerus (N... ° E/...°)		Kekar Tarik (N... ° E/...°)	Breksiasi (N... ° E)
	I	II		
1	156/75	324/70	130/50	232
2	155/52	325/67	131/51	195
3	150/64	295/55	140/49	215
4	140/75	60/40	150/63	260
5	95/65	60/40	140/55	254
6	282/73	62/40	135/60	195
7	160/70	225/48	155/45	240
8	144/76	160/70	180/60	244
9	180/58	305/76	190/76	215
10	120/65	308/76	133/73	223
11	294/54	93/31	150/60	246
12	285/48	58/23	241/61	218
13	22/60	110/20	111/46	240
14	75/19	105/13	230/72	272
15	36/86	185/19	70/36	68
16	289/15	42/39	87/52	54
17	188/55	132/65	24/81	51
18	106/48	29/16	231/68	220
19	145/55	109/24	284/12	224
20	284/18	290/14	56/31	270
21	134/70	26/29	321/40	27
22	9/81	355/64	215/43	30
23	352/57	15/44	22/63	270
24	336/57	193/64	9/38	198
25	340/72	26/44	42/25	258
26	112/58	192/45	213/69	263
27	56/50	32/58	44/41	60
28	29/70	128/53	20/52	35
29	58/66	10/64	330/47	80
30	312/61	210/69	180/58	45

Data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai σ1, σ2, σ3, dan bidang sesarnya dengan menggunakan stereonet (Gambar 4). Hasil analisis strukturnya adalah sebagai berikut.

SF1 = N 31°E/36°
SF2 = N 94°E/19°
Bidang bantu = N 279°E/72°
Bidang sesar = N 55°E/70°
σ1 = 18°, N 200°E
σ2 = 21°, N 145°E
σ3 = 68°, N 290°E
Jenis sesar = sesar geser kiri

Buku ini tidak diperjualbelikan.

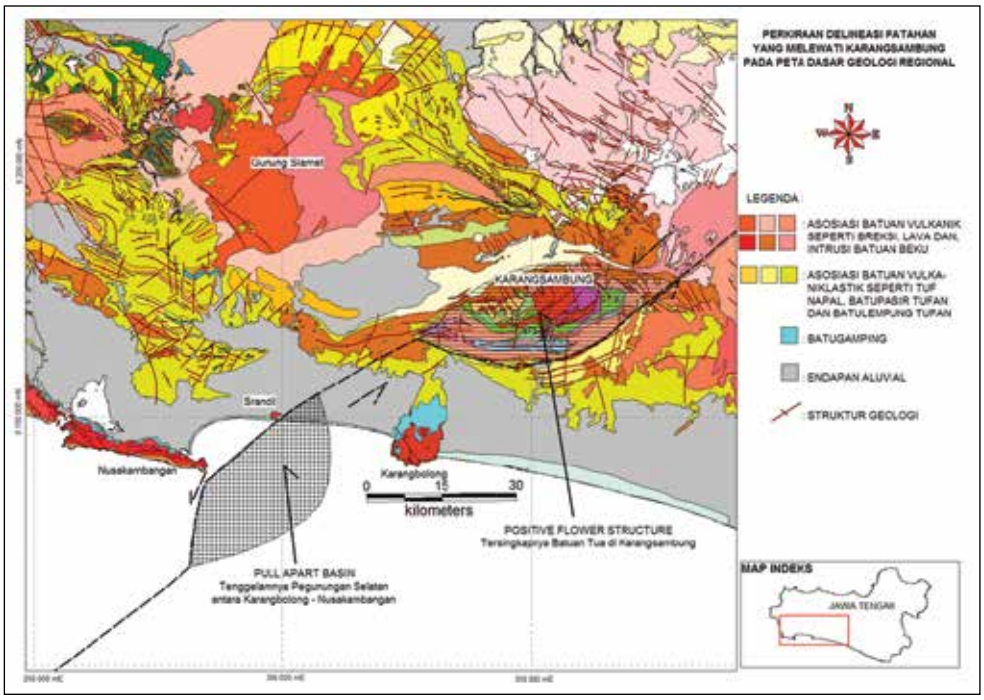


Gambar 4. Stereonet hasil olahan data lapangan menunjukkan bidang sesar N55°E/70°.

Arah bidang sesar mirip dengan data dari Noeradi, Subroto, Wahono, Hermanto, dan Zaim (2006), yaitu berarah timur laut-barat daya sehingga hal ini menguatkan adanya sesar geser kiri yang melewati Karangsambung.

Jika dilihat pada peta geologi regional daerah Karangsambung dan sekitarnya, dapat ditarik delineasi sesar geser kiri berdasarkan data deskriptif serta data analisis kekar dan breksiasinya (Gambar 5). Pada peta tersebut, dapat didelineasi sebuah sesar dupleks yang berupa sesar geser kiri (*sinistral strike-slip fault*) yang berarah timur laut-barat daya. Oleh karena proses pelengkungan (*bending*) bidang patahan yang berbeda, terbentuk zona kompresional yang berupa *positive flower structure* di daerah Karangsambung, sedangkan pada daerah laut selatan terbentuk lawannya, yaitu *pull apart basin*, yang merupakan zona ekstensional dari sistem sesar geser kiri tersebut. Akibat gaya kompresional yang berlangsung selama puluhan juta tahun tersebut, batuan dasar samudra yang berumur Kapur dapat tersingkap di permukaan. Sementara itu, sebagian dari Pegunungan Selatan yang berada antara Karangbolong dan Nusakambangan tenggelam akibat gaya ekstensional di bagian laut selatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

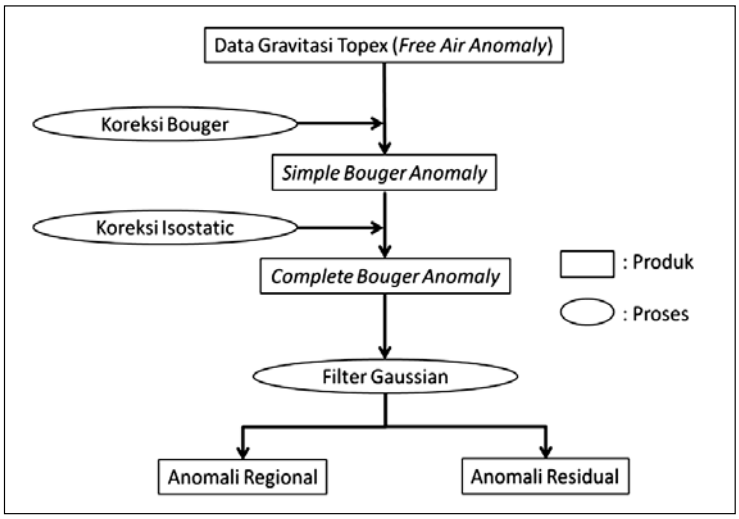


Gambar 5. Perkiraan delineasi patahan yang melewati Karangsambung pada peta dasar berupa Peta Geologi Regional. Jenis patahan merupakan sesar geser kiri yang menghasilkan *positive flower structure* di Karangsambung dan *pull apart basin* di selatan yang menyebabkan tenggelamnya Pegunungan Selatan di antara Karangbolong dan Nusakambangan.

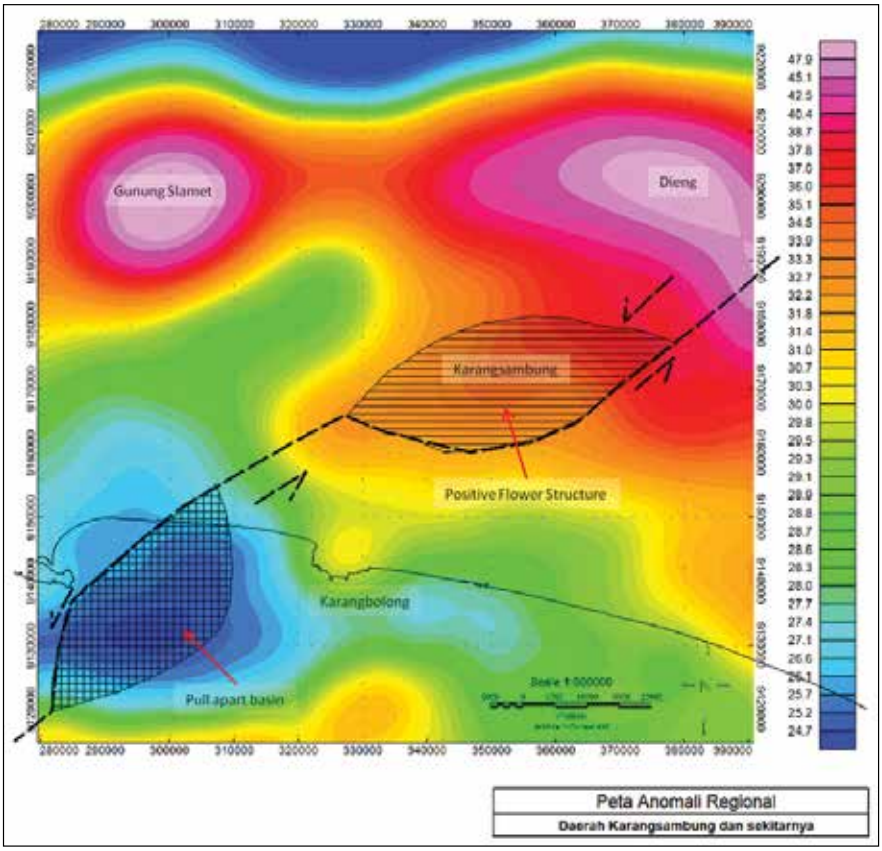
Hasil delineasi sesar geser kiri dengan sistem dupleks yang menyebabkan *positive flower structure* dan *pull apart basin* ini kemudian perlu dikonfirmasi dengan data bawah permukaan. Data bawah permukaan menggunakan data gravitasi satelit yang diambil dari situs web Topex. Data yang diambil masih berupa anomali udara bebas (*free air anomaly*) sehingga harus dikoreksi Bouger dan koreksi Isostatik untuk mendapatkan anomali Bouguer lengkap (*complete Bouguer anomaly*, selanjutnya disingkat ABL). Kemudian ABL ini dipisahkan menjadi anomali regional dan anomali residual dengan menggunakan filter Gaussian. Anomali regional menunjukkan anomali yang besar dan dalam sumbernya, sedangkan anomali residual menunjukkan anomali gravitasi yang lebih detil dan bersifat lokal serta lebih dangkal. Prosedur pemrosesan data gravitasi dapat dilihat pada bagan alir berikut (Gambar 6)

Peta dan diinterpretasi jalur patahan dari hasil anomali regional kemudian dibuat sesuai dengan anomali gravitasi yang tampak pada peta tersebut (Gambar 7).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Bagan Alir Pemrosesan Data Gravitasi

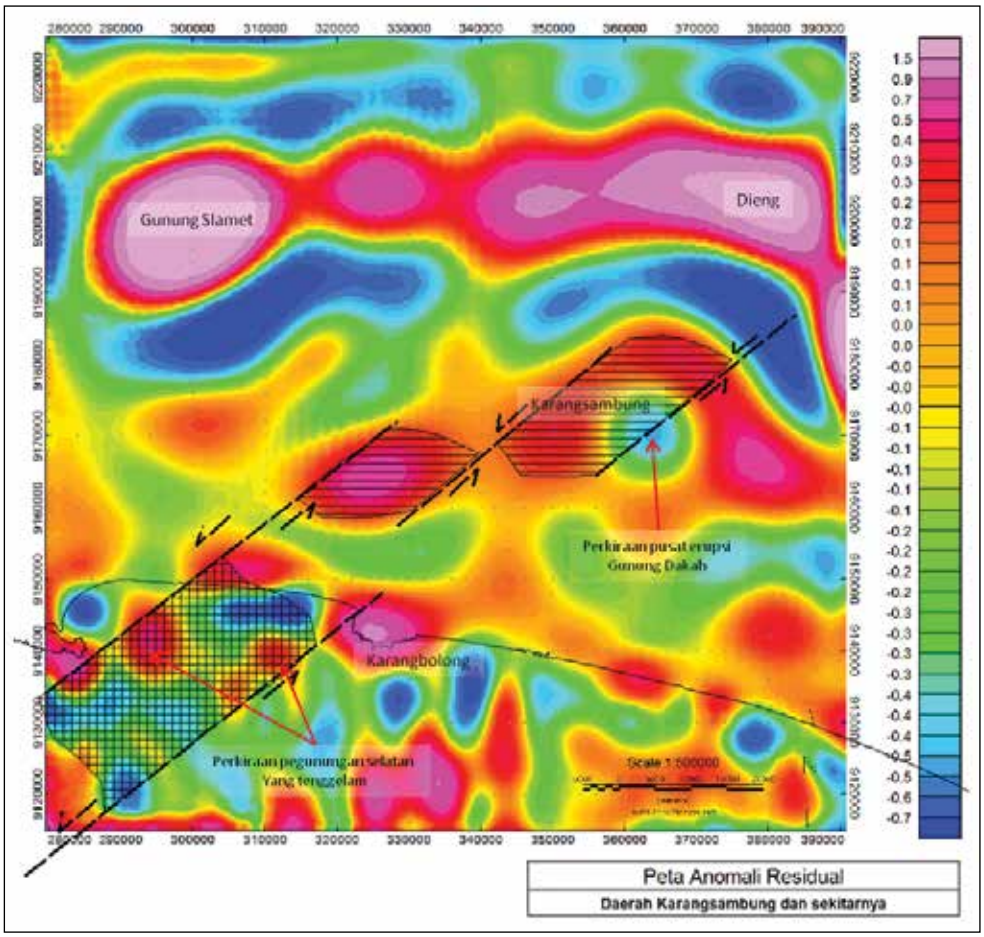


Gambar 7. Peta anomali regional gravitasi daerah Karangsambung dan sekitarnya yang menunjukkan anomali tinggi pada daerah Karangsambung dan anomali rendah pada laut selatan. Anomali tinggi disebabkan adanya *positive flower structure* dan anomali rendah akibat adanya *pull apart basin*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Peta anomali regional gravitasi menunjukkan adanya anomali tinggi pada daerah Karangsambung yang menunjukkan adanya kontras densitas cukup tinggi akibat adanya batuan tua dan keras yang terangkat sampai ke permukaan. Pada laut selatan, antara Karangbolong dan Nusakambangan, terlihat adanya anomali negatif yang menunjukkan adanya dalaman akibat penurunan *basement* yang menyebabkan tenggelamnya Pegunungan Selatan pada lokasi tersebut. Secara geologi, yang dapat menjelaskan semua anomali tersebut adalah suatu sistem sesar dupleks, dalam hal ini sesar geser kiri yang mengalami *bending* sehingga pada salah satu sisi menjadi zona kompresi dengan terbentuknya *positive flower structure* dan di sisi yang lain menjadi zona ekstensi dengan terbentuknya *pull apart basin*.

Kemudian, untuk melihat secara lebih detail, digunakan peta anomali residual gravitasi yang menunjukkan anomali gravitasi yang sifatnya lebih dangkal dan lokal dengan interpretasi struktur yang lebih bersifat lokal pula (Gambar 8).

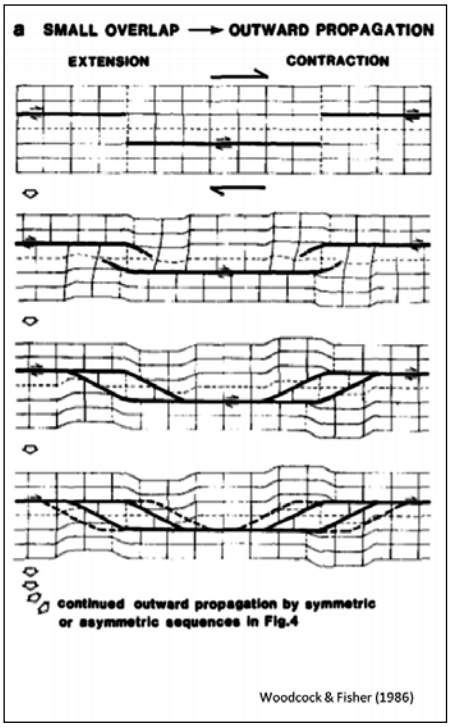


Gambar 8. Peta anomali residual daerah Karangsambung dan sekitarnya yang menunjukkan struktur patahan yang sifatnya lokal dan lebih dangkal. Perkiraan semua bagian dari Pegunungan Selatan yang tenggelam terlihat cukup jelas dan perkiraan pusat erupsi Gunung Dakah juga terlihat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Peta anomali residual menunjukkan banyak struktur geologi lebih kecil yang merupakan bagian dari struktur besar sesar geser kiri dupleks yang tampak pada peta anomali regional. Peta anomali residual ini juga menunjukkan berbagai anomali berdimensi lebih kecil sehingga tampak adanya beberapa *closure* anomali tinggi pada daerah *pull apart basin* yang diperkirakan berupa pecahan dari Pegunungan Selatan yang telah tenggelam. Sebagian kecil bagian Pegunungan Selatan yang tidak ikut tenggelam pada daerah tersebut adalah Bukit Srandil yang juga tersusun atas breksi dan lava (lokasi pada peta geologi regional dapat dilihat pada Gambar 5). Fitur lokal lainnya yang tampak dari peta anomali residual ini adalah adanya *closure* anomali negatif yang dikelilingi oleh anomali positif pada daerah Karangsambung. Karakter anomali ini merupakan karakter tubuh vulkanik yang biasanya sudah terkubur sehingga bagian pusat erupsinya sudah terendapkan sedimen yang lebih lunak dan memberikan efek anomali yang rendah. Gunung yang ada di daerah Karangsambung ini adalah Gunung Dakah (Setiawan, 2010). Lokasi pusat erupsi Gunung Dakah tersebut berada disekitar Desa Sadang Wetan, Cangkring, Kalidadap, Kaliguwo, dan Somoge.

Konsep terbentuknya sesar dupleks tersebut dapat dilihat dari konsep yang dikemukakan oleh Woodcock dan Fisher (1986) yang menunjukkan perkembangan dari sesar geser menjadi sistem dupleks (Gambar 9).



Sumber: Woodcock dan Fisher (1986)

Gambar 9. Perkembangan sesar geser menjadi sistem dupleks dengan zona ekstensi dan zona kompresi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Konsep tersebut menggambarkan beberapa sesar geser dengan arah yang sama, namun belum menyatu. Akibat mendapatkan tekanan terus-menerus, sesar tersebut membentuk *bending* atau lengkungan dan akhirnya menyatu membentuk sistem dupleks dengan zona ekstensi dan zona kompresi. Konsep ini sesuai dengan hasil analisis data gravitasi dengan anomali regional dan anomali residual. Anomali residual memperlihatkan zona sesar geser kecil dan berarah sama, sedangkan anomali regional lebih melihat ke sesar regionalnya, yaitu berupa sesar geser kiri dengan sistem dupleks tersebut.

Kemudian untuk mengetahui secara ringkas, sejarah geologi tersingkapnya batuan tua di Karangsambung berdasarkan analisis dan interpretasi data primer dan sekunder, permukaan, dan bawah permukaan adalah sebagai berikut.

1. Pada umur Kapur, daerah Karangsambung merupakan daerah subduksi dengan jenis batuan yang berasosiasi dengan batuan daerah subduksi dasar samudra (ofiolit). Arah zona subduksinya adalah timur laut-barat daya (pola meratus).
2. Pada umur Paleosen, mikrokontinen Jawa Timur datang dari arah tenggara, kemudian menumbuk Pulau Jawa di daerah Karangsambung dan mulai membentuk pola struktur dengan arah barat-timur (pola Jawa).
3. Pada umur Oligosen Akhir, terbentuk Pegunungan Selatan dengan arah barat-timur, namun gaya kompresi dari arah selatan akibat tumbukan lempeng Samudra Hindia dan tumbukan mikrokontinen Jawa Timur mengakibatkan aktivasi patahan Karangsambung membentuk sesar geser kiri.
4. Pada umur Miosen, rezim tektonik berlanjut dalam sistem *strike-slip* dan pada umur Plio-Pleistosen terjadi rezim tektonik *pure compression* (Purwasatriya, Surjono, & Amijaya, 2018) yang terus mengaktifkan sesar geser kiri ini menjadi sistem dupleks, membuat daerah Karangsambung menjadi *positive flower structure* dan laut selatan menjadi *pull apart basin.*

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Karangsambung merupakan sebuah *positive flower structure* dari sebuah sesar geser kiri regional yang berarah timur laut-barat daya dengan sistem dupleks.
2. *Pull apart basin* di laut selatan Jawa terbentuk akibat kenaikan daerah Karangsambung yang menyebabkan tenggelamnya sebagian Pegunungan Selatan antara Karangbolong dan Nusakambangan.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang merupakan awal untuk menyampaikan ide mengenai konsep tersingkapnya batuan tua di Karangsambung. Oleh karena itu, sebagai saran, diperlukan penelitian lebih lanjut dan lebih detail untuk membuktikan konsep ini dan mengembangkannya untuk ilmu pengetahuan oleh pihak terkait, terutama dari pemerintah dan akademisi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Jurusan Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman dan Departemen Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada atas dukungannya dalam pembuatan makalah ini, serta pihak LIPI Karangsambung yang telah menyelenggarakan seminar ini.

DAFTAR PUSTAKA

Katili, J.A. (1972). Plate tectonics of indonesia with special reference to the Sundaland area. Dalam *Proceeding Indonesian Petroleum Association 1st Annual Convention,* 57–61.

Noeradi, D., Subroto, E.A., Wahono, H.E., Hermanto, E., & Zaim, Y. (2006). Basin evolution and hydrocarbon potential of Majalengka-Bumiayu transpression basin, Java Island, Indonesia. Dalam *AAPG 2006 International Conference and Exhibition*. Perth, Australia: American Association of Petroleum Geologists.

Purwasatriya, E.B., Surjono, S.S., & Amijaya, D.H. (2018). Tectonostratigraphy of Banyumas basin and its correlation to petroleum potential. Dalam *Proceeding of The 12nd South East Asian Technical University Consortium (SEATUC),* 58–62.

Satyana, A.H. (2014). New consideration on the cretaceous subduction zone of Ciletuh-Luk Ulo-Bayat-Meratus: Implications for Southeast Sundaland petroleum geology. Dalam *Proceeding Indonesian Petroleum Association, 38th Annual Convention and Exhibition.*

Setiawan, N.I. (2010). *Genesis vulkanik berumur tersier di daerah Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah* (Tesis tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Bandung).

Sribudiyani, Muchsin, N., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., … & A.H, Yulianto, I. (2003). The collision of East Java microplate and its implication for hydrocarbon occurences in the East Java basin. Dalam *Proceeding of Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention and Exhibition*, Jakarta.

Topex. (Tanpa tahun). *Extract XYZ grid: Topography or gravity*. Diakses dari https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi

Woodcock, N.H. & Fisher, M. (1986). Strike-slip duplekses. *Journal of Structural Geology*, *8*(7), 725–735.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PANGKALAN DATA SESAR AKTIF INDONESIA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS BERBASIS WEB

INDONESIAN ACTIVE FAULT DATABASE USING WEB-BASED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

Anggraini Rizkita Puji[1*], Mudrik Rahmawan Daryono[1], Danny Hilman Natawidjaja[1]

[1]Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Kompleks LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135, Indonesia
[1*]Pos-el: angg029@lipi.go.id

ABSTRACT

Active fault is the source of natural hazard that could impact directly to local inhabitant, infrastructure, and geoheritage site. It is the cause and manifestation of surface deformation which occurred at the event of energy release, such as big earthquake. Thus, understanding the location and characteristic of Indonesian active fault is necessary due to its location in the "Ring of Fire". The latest and most comprehensive Indonesian active fault information is a book published by PuSGen Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017, published by PuSGeN. However, the contained information mostly written using complicated scientific term and limited visualization. Developing the way how to deliver the information by using web-based geographic information system (GIS) software is the solution to ease the problem. Quantum GIS is an open-source software that has been applied to construct the web-based of Indonesian Active Fault Database, so it could be accessed anywhere as long as internet connection is available. The attributes in the database contain each of the active fault characteristic information which allows user, especially the authorities, to get the information about Indonesian active fault that could be used further such as for the geopark development plan and its hazard mitigation plan.

Keywords: *active fault, web GIS, database, mitigation.*

ABSTRAK

Sesar aktif adalah sumber dari bencana alam yang berdampak langsung pada penduduk, infrastruktur, dan cagar alam geologi. Sesar aktif merupakan sebab dan manifestasi dari deformasi permukaan bumi yang terbentuk pada saat terjadi pelepasan energi di peristiwa gempa besar. Oleh karena itu, memahami lokasi dan karakteristik sesar aktif di Indonesia adalah hal yang sangat penting karena Indonesia berada di jalur cincin api (*ring of fire*). Sumber informasi terlengkap dan terkini mengenai sesar aktif di Indonesia adalah buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* yang diterbitkan oleh PuSGeN (Pusat Studi Gempa Nasional). Namun, informasi yang ada dalam buku ini masih belum dalam bahasa dan visualisasi yang dapat dipahami dengan mudah. Pengembangan cara penyampaian informasi sesar aktif dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografis berbasis web adalah solusi atas kesulitan untuk memahami informasi dari buku tersebut. Quantum GIS adalah perangkat lunak *open-source* yang telah digunakan untuk membuat pangkalan data sesar aktif Indonesia yang berbasis web sehingga dapat diakses langsung dari mana pun selama ada akses internet. Atribut dalam media ini berisi informasi karakter sesar aktif yang memungkinkan pengguna, terutama badan pemerintah yang berwenang, untuk mendapatkan informasi sejelas mungkin akan sebaran jalur sesar aktif di Indonesia yang selanjutnya dapat digunakan untuk perencanaan pengembangan dan pembangunan *geopark* serta perencanaan mitigasi bencananya.

Kata kunci: sesar aktif, web GIS, pangkalan data, mitigasi bencana.

A. PENDAHULUAN

Berada di zona konvergensi antara tiga lempeng tektonik utama (Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik) membuat Indonesia menjadi laboratorium alam untuk studi pembentukan orogen yang disebabkan oleh aktivitas tektonik aktif (Patria, 2018). Aktivitas tektonik aktif akibat interaksi lempeng tersebut membuat Indonesia menjadi salah satu negara yang sangat rawan akan bencana yang mengancam nyawa, seperti gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung api. Bencana gempa bumi berasal dari pergerakan jalur sesar aktif di permukaan bumi (Keller & Pinter, 1996). Oleh karena itu, lokasi persis dari keberadaan sesar aktif sangat penting untuk diketahui karena daerah yang dilalui sesar aktif itulah yang berpotensi untuk mengalami bencana gempa di suatu hari.

Informasi jalur sesar aktif yang tersedia di Indonesia saat ini masih berupa hasil penelitian terbaru yang terangkum dalam bentuk peta sesar aktif yang ada dalam publikasi ilmiah (Irsyam dkk., 2017; Natawidjaja, 2018; Daryono, 2019). Sampai saat ini belum ada informasi detail dari setiap sesar aktif Indonesia yang mudah diakses dengan cepat melalui media digital. Oleh karena itu, perlu dibentuk suatu sistem informasi yang dapat menyajikan informasi lokasi jalur sesar aktif untuk badan pemerintah yang berwenang dan masyarakat umum agar dapat menjadi suatu acuan untuk perencanaan penanganan bencana yang dapat terjadi di masa depan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membentuk sistem informasi geografis berbasis web yang dapat digunakan untuk memberikan informasi terintegrasi mengenai lokasi jalur sesar aktif dan informasi mengenai karakter dari setiap sesar aktif di Indonesia. Hasil dari penelitian ini berupa prototipe yang akan dikembangkan lebih sempurna di masa depan, seperti yang sudah ada di negara maju lainnya (Langridge, 2016; AIST, 2012). Penelitian ini dibatasi sampai dengan pembentukan prototipe sistem informasi geografis berbasis web yang menampilkan sebaran lokasi jalur sesar aktif di Indonesia beserta informasi dari karakter setiap sesar.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi penting dari lokasi jalur sesar aktif beserta informasi karakternya. Dari informasi tersebut selanjutnya dapat digunakan oleh pihak terkait (stakeholder) untuk keperluan studi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

permodelan bencana, riset geologi, perencanaan infrastruktur, lokasi residensial, dan sebagainya.

B. METODE

Penelitian ini dimulai dengan melakukan identifikasi konsep tipe pangkalan data sesar aktif Indonesia yang diperlukan pada saat ini. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data geospasial dari jalur sesar aktif beserta informasi terkini dari karakter setiap sesar aktif tersebut yang nantinya akan tercantum dalam atribut data geospasial tersebut.

Data geospasial yang digunakan dalam pembentukan prototipe ini berasal dari data digital hasil pemetaan jalur sesar aktif terbaru yang telah dipublikasian dalam buku *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017* (Irsyam dkk., 2017). Buku tersebut menjelaskan potensi kegempaan dari tiap sesar aktif yang terpetakan di Indonesia. Pemetaan tersebut sudah menggunakan material yang lebih baik dari pembuatan peta gempa versi sebelumnya. Peta gempa dalam buku versi 2017 ini dibuat dengan pemakaian data dasar yang lebih baik, seperti IFSAR dan LIDAR, serta memanfaatkan survey geolistrik, *trenching*, dan *carbon dating* dalam studi paleoseismologi yang dilakukan oleh tim geologi para peneliti PuSGeN (Pusat Studi Gempa Nasional). Hasil dari penggunaan data yang lebih baik ini adalah berkembangnya temuan jalur sesar aktif. Pada peta gempa tahun 2010, hanya terdapat 81 jalur sesar aktif yang teridentifikasi di Indonesia, namun pada versi tahun 2017 ini sudah terdapat 295 jalur sesar aktif yang teridentifikasi di Indonesia.

Pengintegrasian semua data geospasial dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak yang bernama Quantum GIS dengan versi 2.14.3-Essen. Quantum GIS adalah perangkat lunak *open-source* untuk sistem informasi geografis (SIG) yang bersifat *multi-platform*, namun dalam penelitian ini penggunaan Quantum GIS digunakan pada platform Microsoft Windows. Atribut yang ada dalam data geospasial jalur sesar aktif ini dapat dikelola lebih jauh dengan perangkat lunak Quantum GIS ini untuk memastikan tiap data telah memiliki informasi umum dari jalur sesar aktif Indonesia.

Setelah semua data geospasial terintegrasi dan dirapihkan data atributnya, dilanjutkan dengan membuat halaman web GIS dengan melakukan ekspor data geospasial tersebut menggunakan *plug-ins* QGIS2WEB sehingga tampilan prototipe dari pangkalan data sesar aktif Indonesia dapat diakses dalam sebuah *dummy* domain.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembuatan prototipe pangkalan data sesar aktif dapat dilihat pada Gambar 1 yang merupakan tampilan awal dari prototipe web GIS pangkalan data sesar aktif Indonesia yang telah dibuat dengan perangkat lunak Quantum GIS. Tampilan ini memuat persebaran jalur sesar aktif yang ada di daerah darat dan laut yang ditandai

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan fitur garis berwarna merah. Setiap garis merah ini dapat ditekan dan akan muncul kotak informasi yang berisi nama dari garis sesar yang dipilih, nama segmen sesar dari garis tersebut, panjang sesar, tipe pergerakan sesar, dan tautan yang dapat ditekan (*hyperlink*) untuk masuk ke halaman web baru yang mengandung informasi lebih detail (Gambar 3). Tautan dalam kotak informasi tersebut juga berisi foto bukti sesar yang berasal dari hasil penelitian sesar aktif serta mencantumkan daftar berbagai publikasi terbaru terkait dengan suatu sesar tertentu. Tampilan dasar dari prototipe web GIS ini (Gambar 1) juga dapat diperbesar untuk melihat lokasi persis dari keberadaan jalur sesar aktif di suatu kota atau daerah, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.

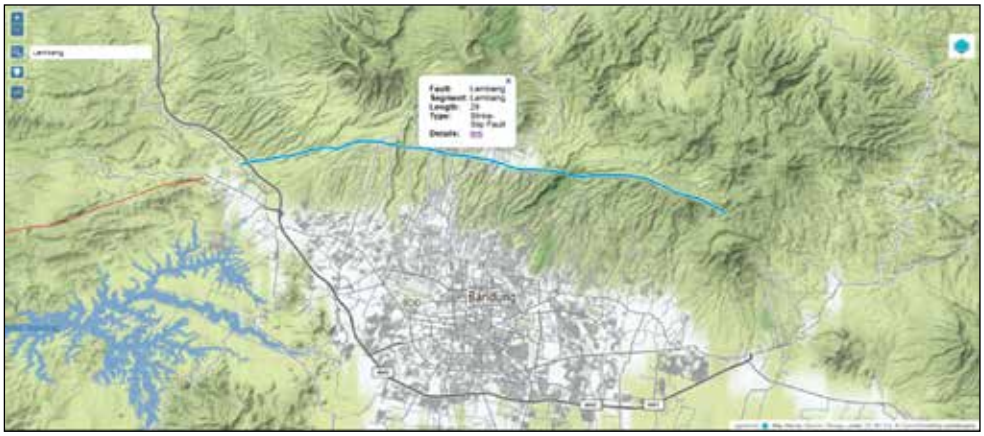
Prototipe web GIS pangkalan data sesar aktif Indonesia ini juga dilengkapi fitur tambahan yang dapat dipilih. Fitur pencarian data dapat digunakan dengan cara memasukkan nama sesar yang ingin dicari. Fitur ini dapat mempercepat pencarian lokasi suatu sesar aktif tanpa harus melakukan pembesaran tampilan peta secara manual. Fitur tambahan lainnya adalah *geo-locator* yang dapat digunakan untuk memberikan tanda di mana lokasi pengakses prototipe ini. Kemudian, terdapat juga fitur tambahan pengukur jarak yang dapat dipilih dalam prototipe ini jika pengakses prototipe ini ingin mengetahui jarak sesar aktif terdekat ke lokasi tertentu.

Jenis peta dasar dari tampilan peta prototipe ini juga dapat diubah sesuai kebutuhan pengakses. Tampilan peta dasar dari prototipe ini adalah peta muka lahan (*terrain*) yang mencantumkan label nama kota-kota besar di Indonesia, namun opsi untuk mengubah tampilan peta dasar dengan label nama daerah yang lebih detail juga tersedia.



Gambar 1. Tampilan awal prototipe pangkalan data sesar aktif Indonesia. Garis merah adalah jalur sesar aktif yang dapat disorot untuk melihat informasi umum dari sesar dan tautan dari informasi detail sesar tersebut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Pembesaran dari prototipe pangkalan data sesar aktif Indonesia. Lokasi persis dari sesar aktif dapat dilihat dengan jelas jika dilakukan pembesaran pada peta pangkalan data.



Gambar 3. Tangkapan layar dari contoh halaman web penjelasan sesar aktif. Halaman web ini berisi tentang penjelasan lebih lanjut dari sesar aktif yang ingin dipelajari serta dilengkapi dengan foto bukti sesar dan daftar publikasi terkait.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kekurangan dari prototipe ini adalah belum adanya antarmuka (*interface*) yang lebih ramah untuk digunakan pengakses yang seharusnya sudah memuat penjelasan dan penafian (*disclaimer*) dari penggunaan pangkalan data. Format penyajian datanya pun masih sangat sederhana jika dibandingkan dengan pangkalan data sesar aktif negara maju, seperti Jepang dan Selandia Baru. Namun, prototipe yang dibuat dalam penelitian ini adalah pengembangan pertama yang didedikasikan untuk pemberian informasi hasil peneilitian sesar aktif Indonesia secara interaktif karena pangkalan data dapat digunakan sesuai dengan skala kedetailan yang dibutuhkan dan telah memuat informasi atribut yang lengkap.

D. KESIMPULAN

Pangkalan data sesar aktif Indonesia menggunakan sistem informasi geografis (SIG) berbasis web telah berhasil dibentuk dalam bentuk prototipe. Prototipe tersebut sudah memiliki berbagai fitu tambahan yang dapat membantu pengguna untuk mendapatkan data sesar aktif. Prototipe ini adalah suatu bentuk awal dari usaha untuk penyediaan informasi persebaran jalur sesar aktif di seluruh Indonesia untuk mengetahui potensi bencana dengan lebih detail dan fleksibel (sesuai keinginan pengguna) sehingga mendukung untuk perencanaan pembangunan Indonesia yang matang dan siap siaga akan bencana gempa bumi atau tsunami.

E. SARAN

Prototipe ini diharapkan dapat dikembangkan secara bertahap di masa depan agar dapat menjadi suatu pangkalan data sesar aktif nasional yang sudah dapat diakses secara terbuka oleh pihak terkait.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Agus Men Riyanto, S.Ikom atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Terima kasih juga ditujukan kepada Tim Pendukung IT Pusat Penelitian Geoteknologi atas kerja samanya dalam pembuatan pangkalan data ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

AIST. (2012). Active *Fault Database of Japan, February 28, 2012 version* (Research Information Database DB095). Tokyo, Jepang: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. https://gbank.gsj.jp/activefault/index_e_gmap.html

Daryono, M. R., Natawidjaja, D. H., Sapiie, B., & Cummins, P. (2019). Earthquake geology of the Lembang fault, West Java, Indonesia. *Tectonophysics*, *751*, 180–191.

Irsyam, M., Widiyantoro, S., Natawidjaja, D., Meilano, I., Rudyanto, A., Hidayati, S., & Sunarjito, S. (2017). *Peta sumber and bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Keller, E. A. & Pinter, N. (1996). *Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Langridge, R. M., Ries, W. F., Litchfield, N. J., Villamor, P., Van Dissen, R. J., Barrell, D. J. A., ... & Lee, J. M. (2016). The New Zealand active faults database. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, *59*(1), 86–96.

Natawidjaja, D. H. (2018). Updating active fault maps and sliprates along the Sumatran Fault Zone, Indonesia. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1), 012001. Bristol, Inggris: IOP Publishing.

Patria, A. (2018). Oblique intraplate convergence of the Seram Trough, Indonesia. *Bulletin of the Marine Geology*, *33*(1), 41–58.

Tarigan, J. (2005). Kerusakan akibat tsunami dan gempa Northen Sumatra 26 Desember 2004 terhadap Banda Aceh dan Sirombu Nias Barat. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(3), 180–189.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI STRUKTUR GEOLOGI SEBAGAI BAHAN EDUKASI GEOLOGI DI DESA PLUMBON, JAWA TENGAH

GEOLOGICAL STRUCTURE STUDY AS GEOLOGICAL EDUCATION MATERIAL IN PLUMBON, KARANGSAMBUNG SUBDISTRICT, KEBUMEN REGENCY

Bukit Andika, Gabriel Denny Lambe*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman,
Kampus Gunung Kelua Samarinda
*Pos-el: gabrieldenny12@gmail.com

ABSTRACT

Indonesian government has established the Karangsambung Geological Reserve Area in Kebumen, Central Java as a national geopark. A development concept for geopark area introduced by UNESCO in 2006 is to integrate various aspects, namely education, conservation, and protection aspects. This research is about geological structure studies in Plumbon, Karangsambung Subdistrict, Kebumen Regency, Central Java Province. The research method used is geological mapping (direct observation) and analysis of geological structure data found in the research area. Based on the data, the geological structure in Plumbon is sinistral strike-slip fault and normal fault with a relatively northwest-southeast direction, shear joint with a relatively southwest-northeast, and folds southwest-northeast with northwest-southeast tension direction. The geological structure complexity and morphological formation in Plumbon is an interesting geological study, so that this area is very suitable as a geological education area for the community, students, especially the geological structure of the geopark area in Karangsambung.

Keywords: *education, geology structure, Karangsambung, Plumbon*

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia telah menetapkan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah sebagai kawasan *national geopark*. Konsep pengembangan kawasan *geopark* yang diperkenalkan UNESCO pada tahun 2006 adalah mengintegrasikan aspek pendidikan, konservasi, dan perlindungan. Penelitian ini menekankan pada studi struktur geologi di daerah Plumbon, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Metode penelitian yang dilakukan adalah pemetaan geologi (observasi langsung) dan analisis data struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian. Struktur geologi daerah Plumbon adalah sesar geser sinistral dan sesar turun dengan arah relatif barat laut-tenggara, kekar gerus dengan arah gaya relatif barat daya-timur laut, dan lipatan berarah barat daya-timur laut dengan arah gaya barat laut-tenggara. Kompleksnya struktur geologi serta bentukan morfologi di Plumbon menjadi objek

Buku ini tidak diperjualbelikan.

studi geologi sehingga daerah ini sangat tepat dijadikan daerah edukasi geologi bagi masyarakat, pelajar, dan mahasiswa, khususnya geologi struktur dari kawasan *geopark* di Karangsambung.

Kata kunci: edukasi, struktur geologi, Karangsambung, Plumbon

A. PENDAHULUAN

Plumbon adalah sebuah desa di Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, dan masuk ke dalam Kawasan Cagar Alam Karangsambung. Cagar alam ini memiliki ciri fisik yang khas berupa daerah pegunungan dengan struktur geologi berupa sesar dan kekar yang sangat intensif, serta aliran sungai yang memanjang dan meliuk-liuk seperti ular, yang dapat dilihat pada Sungai Luk Ulo. Kondisi geologi Karangsambung merupakan hasil interaksi pertemuan atau subduksi lempeng Samudra Hindia-Australia dengan lempeng Benua Eurasia (Auly, 2011).

Kawasan Karangsambung yang terletak 19 km di utara Kebumen merupakan laboratorium alam terbaik karena banyak ditemukan berbagai jenis batuan dengan lingkungan pembentukan yang berbeda-beda. Selain itu, Karangsambung juga merupakan tempatpertemuan antara Samudra Hindia Australia dan lempeng Benua Eurasia. Jejak proses tumbukan antarlempeng yang terjadi mulai zaman Kapur sekitar 121 juta tahun lalu bisa ditemukan di tempat ini dalam bentuk singkapan (Ansori, 2010).

Secara fisiografi, Cagar Alam Geologi Karangsambung termasuk ke dalam subbasin Banyumas yang merupakan salah satu cekungan di bagian selatan Jawa (beberapa pengarang memasukkannya dalam Cekungan Jawa Selatan). Meskipun sudah banyak diskusi mengenai posisi tektonik cekungan ini, namun posisi jelasnya masih belum dapat ditentukan. Kawasan ini merupakan daerah subduksi pada zaman Kapur Akhir hingga Eosen, basin Fore-Arc pada Miosen awal hingga Miosen Tengah, dan menjadi basin Back-Arc pada Miosen Tengah hingga Miosen Akhir (Asikin, 1994)

Keunikan dan karakteristik kawasan Karangsambung telah ditetapkan dan diakui sebagai Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung melalui Surat Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 2817 K/40/MEM/2006. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN), Peraturan Daerah Nomor 21 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Jawa Tengah, dan revisi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Kebumen 2007-2027, kawasan Karangsambung merupakan kawasan lindung nasional. Selama ini, pengelolaan kawasan cagar alam tersebut dikoordinasi oleh UPT Balai Informasi Kebumian Karangsambung Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (UPT BIKK LIPI).

LIPI, sebagai organisasi pengelola Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung, sedang mempertimbangkan suatu proyek pengembangan taman geologi atau *geopark* di kawasan ini. *Geopark* adalah konsep yang diperkenalkan oleh UNESCO pada tahun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2004 dengan tujuan untuk melindungi suatu kawasan lindung berskala nasional dengan kekayaan warisan geologi yang khas dan memiliki nilai estetika yang dapat dikembangkan dalam model pengelolaan yang mengintegrasikan aspek pendidikan, konservasi, dan perlindungan (UNESCO, 2006).

Karangsambung merupakan salah satu tempat tersingkapnya batuan campuran, yaitu Kompleks Melange Luk-Ulo yang berumur Kapur Akhir sampai Paleosen. Satuan batuan ini dianggap sebagai produk jalur subduksi purba pada pre-Tersier berumur Kapur yang dapat diamati mulai dari Jawa Barat bagian selatan (Ciletuh), Pegunungan Serayu (Jawa Tengah), dan Laut Jawa bagian timur hingga ke Kalimantan Tenggara akibat proses subduksi antara lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng benua Asia Tenggara (Asikin, 1974).

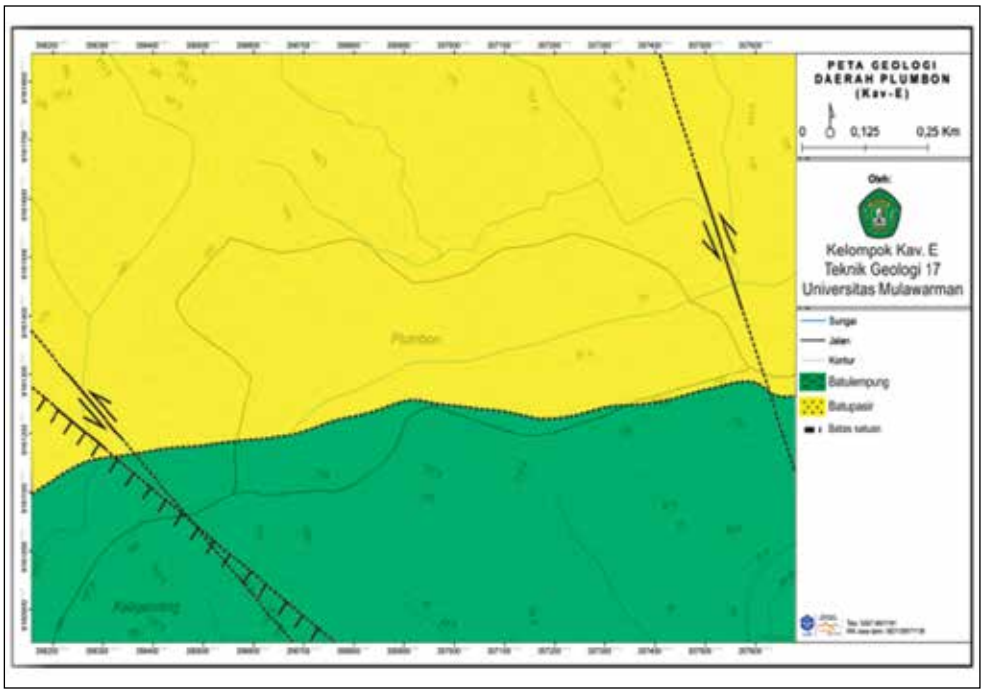
Kompleks batuan Karangsambung terbagi menjadi dua zona utama, yaitu zona utara dan zona selatan. Zona Utara terdiri atas batuan berumur Kapur yang tersingkap berupa blok raksasa dan membentuk deretan perbukitan terjal dengan relief kasar dan pola kelurusan struktur yang sejajar atau disebut dengan Kompleks Melange Tektonik (*Melange Tectonic Complex*). Sementara itu, zona selatan terdiri atas batuan berumur Tersier dengan morfologi amfiteater yang tersusun dari Formasi Waturanda, Formasi Penosogan, dan Formasi Halang.

Keistimewaan kawasan cagar alam yang terletak di Plumbon, zona selatan Karangsambung, adalah banyak struktur geologi menunjukan betapa intensnya gejala tektonik yang terjadi. Hal ini terlihat dengan adanya sesar, baik makro maupun mikro, kekar, dan lipatan serta beberapa struktur memiliki lokasi berdekatan. Struktur geologi yang demikian sangat menarik untuk dijadikan bahan edukasi geologi struktur dan perlu dikembangkan lebih rinci lagi.

B. METODE

Daerah penelitian yang terletak di Desa Plumbon, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah memiliki koordinat UTM X 356200-357600 UTM, Y 9160900-9161800 (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan bersamaan dengan Kuliah Lapangan Teknik Geologi Universitas Mulawarman pada awal bulan Maret 2019. Studi regional dilakukan dengan mempelajari daerah penelitian, seperti pengumpulan atau pengambilan data dilakukan dengan pemetaan geologi (observasi langsung) serta analisis data lapangan berupa data kekar, sesar, dan lipatan dilakukan dengan menggunakan proyeksi streografis untuk menentukan arah tegasan utama yang kemudian dihubungkan dengan kondisi regional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian

B. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Geologi

Berbagai struktur geologi, baik kekar, sesar, maupun lipatan ditemukan di daerah penelitian. Data struktur geologi diambil dan dianalisis untuk mendapatkan arah gaya tegasan yang bekerja pada daerah penelitian.

a. Sesar

Sesar yang dijumpai pada daerah penelitian berupa sesar mikro yang berada di daerah penelitian dengan panjang ±1 m (Gambar 7) dan sesar makro yang meliputi daerah penelitian. Sesar makro berupa sesar geser sinistral dan sesar turun. Sesar geser sinistral ditemukan pada lokasi pengamatan (selanjutnya disingkat LP) 2 pada batu pasir (Gambar 2) dengan hasil pengukuran bidang sesar N 133°E/39°, namun, pada bidang sesar, tidak dijumpai cermin sesar yang membantu dalam memproyeksikan data sesar tersebut. Hasil pengukuran bidang sesar menunjukan bahwa sesar geser sinistral tersebut berarah barat laut-tenggara pada wilayah barat daerah penelitian (Gambar 1).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 2. Bidang Sesar Geser Sinistral di Lokasi Pengamatan 2

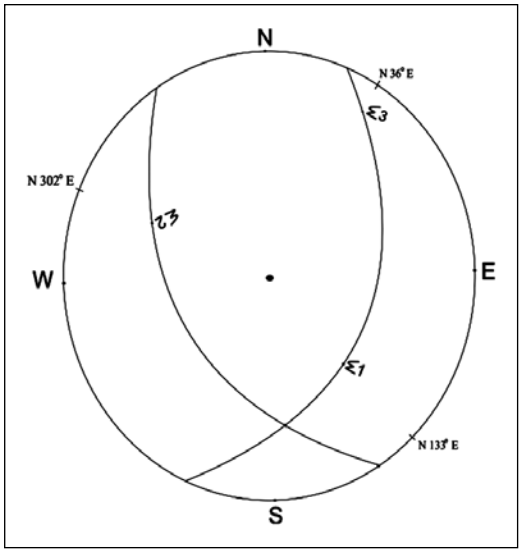
Pada lokasi pengamatan selanjutnya, ±100 m dari LP2, dijumpai sesar turun pada batu pasir (Gambar 3) dengan pengukuran bidang sesar N 150° E/62° dan pengukuran cermin sesar dengan nilai *Pitch* 40°. Hasil pengukuran menunjukan sesar turun berarah barat laut-tenggara dengan blok barat daya pada daerah penelitian yang mengalami penurunan (Gambar 1). Hasil proyeksi streografis menunjukan arah tegasan utama (Σ1) relatif dari tenggara dengan nilai N 133° E, (Σ2) dengan nilai N 302° E, dan (Σ3) dengan nilai N 36° E (Gambar 4).



Sumber: Dokumentasi pribadi

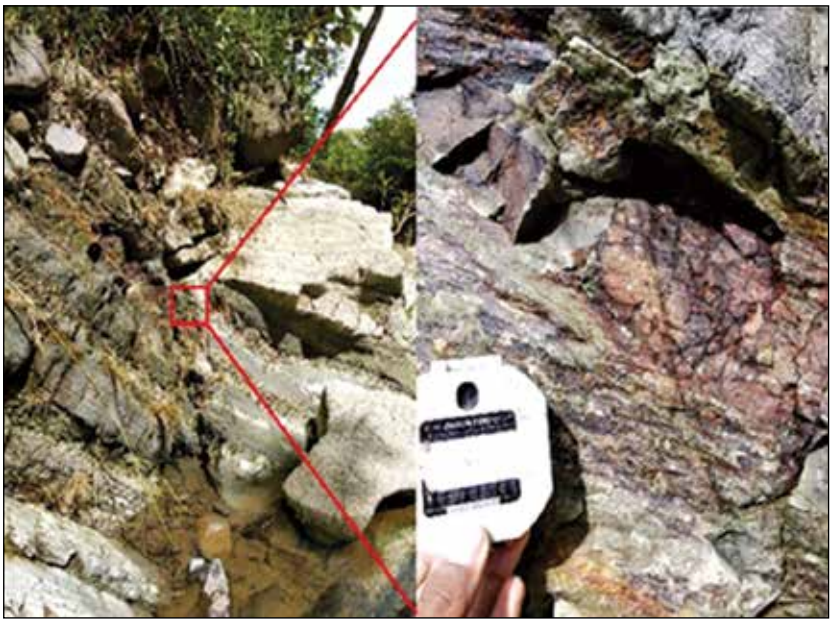
Gambar 3. Bidang Sesar Turun di Lokasi Pengamatan 2

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Proyeksi Streografis pada Sesar Turun

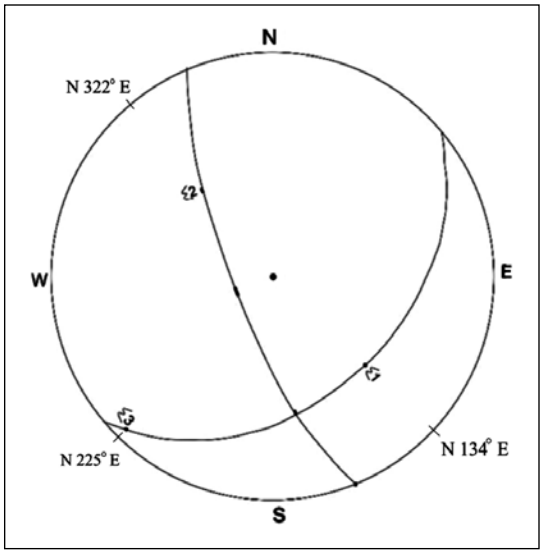
Sesar geser sinistral ditemukan pada batu pasir (Gambar 5) di sebelah timur area penelitian, tepatnya di LP13, dengan pengukuran bidang sesar N 160° E/75° dengan nilai *Pitch* 40°. Hasil pengukuran menunjukan bahwa sesar geser sinistral berarah barat laut-tenggara pada daerah penelitian (Gambar 1). Hasil proyeksi streografis menunjukan arah tegasan utama (Σ1) relatif dari tenggara dengan nilai N 134° E, (Σ2) dengan nilai N 322° E, dan (Σ3) dengan nilai N 225° E (Gambar 6).



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 5. Bidang Sesar (Kiri) dan Cermin Sesar (Kanan) di Lokasi Pengamatan 13

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Proyeksi Streografis pada Sesar Geser Sinistral di Lokasi Pengamatan 13



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 7. Sesar mikro di Area Penelitian

b. Lipatan

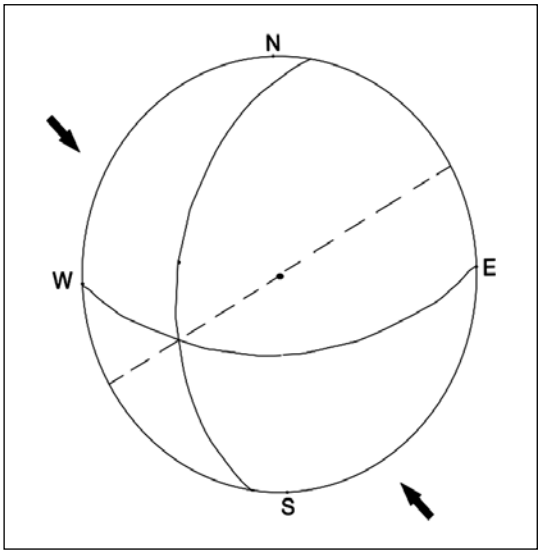
Lipatan pada daerah penelitian berupa lipatan lokal yang mempunyai ketampakan jelas pada batu pasir di sekitar sesar geser sinistral LP13 (Gambar 8) dan dipengaruhi oleh sesar yang berada di sekitar area lipatan. Hasil pengukuran menunjukkan sayap-sayap lipatan bernilai N 90° E/60° dan N 191° E/47°. Hasil analisis lipatan menunjukan arah tegasan lipatan relatif barat laut-tenggara dengan sumbu lipatan relatif berarah barat daya-timur laut (Gambar 9).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 8. Lipatan di Lokasi Pengamatan 13



Gambar 9. Proyeksi Arah Tegasan Lipatan Lokasi Pengamatan 13

c. Kekar

Kekar yang ditemukan pada daerah penelitian berupa kekar gerus pada batu pasir (Gambar 10) yang merupakan struktur penyerta dari beberapa indikasi dari struktur sesar yang berkembang pada daerah penelitian. Sepuluh pasang data kekar (Tabel 1) yang dianalisis menunjukan arah tegasan relatif barat daya-timur laut (Gambar 11).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

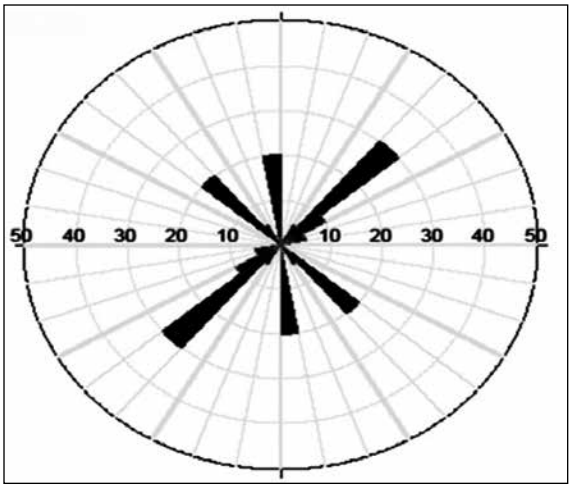
Tabel 1. Data Kekar Lokasi Pengamatan 13

N 314° E/74°	N 263° E/52°
N 319° E/8°	N 265° E/60°
N 330° E/84°	N 261° E/53°
N 261° E/42°	N 319° E/70°
N 304° E/61°	N 236° E/71°
N 313° E/39°	N 326° E/43°
N 347° E/40°	N 46° E/60°
N 312° E/57°	N 49° E/65°
N 320° E/65°	N 43° E/20°
N 314° E/59°	N 45° E/26°



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 10. Kekar Gerus di Area Penelitian



Gambar 11. Arah Gaya Kekar pada Diagram Roset

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Plumbon, dapat diketahui bahwa struktur geologi yang berkembang berupa sesar, lipatan, dan kekar. Hasil analisis struktur sesar yang berkembang pada daerah penelitian, baik sesar geser sinistal maupun sesar turun, menunjukan arah barat laut-tenggara dengan hasil analisis gaya dominan berasal dari tenggara. Hasil analisis struktur lipatan lokal menunjukan bahwa lipatan yang terbentuk dipengaruhi gaya yang berasal dari barat laut-tenggara, sementara hasil analisis struktur kekar menunjukan arah gaya relatif berarah barat daya-timur laut. Keunikan struktur geologi dan morfologi yang terjadi akibat struktur yang berkembang membuat Plumbon menjadi penting untuk dikaji lagi dan dijadikan wilayah edukasi geologi struktur bagi para masyarakat, pelajar, dan mahasiswa geosains dari seluruh Indonesia.

D. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, penulis bersyukur kepada Allah Swt. karena atas rahmat dan hidayah-Nya seluruh penelitian ini selesai dan dilancarkan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Heryanto, S.T., M.T. dan Bapak Koeshadi Sasmito, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Kuliah Lapangan 1 Teknik Geologi Angkatan 17, kepada Bapak Eko Puswanto, dosen pembimbing pemetaan Kav.E dari LIPI Karangsambung, serta seluruh rekan pemetaan Kav.E yang telah menyelesaikan pemetaan selama kuliah lapangan berlangsung dan memberikan cerita yang luar biasa, rekan-rekan Teknik Geologi angkatan 17 yang solid, dan seluruh pihak yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini yang belum disebutkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C. (2010). *Tinjauan tektonik Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung: Panduan ekskursi Karangsambung*. Kebumen: Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI.

Asikin, S. (1974). *Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi tektonik dunia yang baru* (Disertasi tidak dipublikasikan, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Asikin, S. & Sutoyo. (1994). *IPA post convention field trip, Banyumas Basin, Central Java, guide book*. Jakarta: Indonesian Petroleum Association.

Auly, T., Hoffmann, F., & Meyer, A.-M. (2011). *Petit vocabulaire de l'environnement*. Paris: Confluences.

Keputusan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Nomor 2817/K/40/MEM/2006 tentang Penetapan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung.

Pulunggono & S. Martodjojo. (1994). Perubahan tektonik paleogene-neogene merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa. Dalam *Proceedings Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*, 37–50.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Setyadi, D.A. (2012). Studi komparasi pengelolaan geopark di dunia untuk pengembangan pengelolaan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota Volume*, *8*(4), 392–402. Semarang: Biro Penerbit Planologi Universitas Diponegoro.

UNESCO. (2006). *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI PENENTUAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN DAN UMUR BERDASARKAN MIKROFOSIL DI DESA KEDUNGWARU

STUDY OF DETERMINATION DEPOSITIONAL ENVIRONMENT AND AGE BASED FROM MICROFOSSILS IN KEDUNGWARU AND SURROUNDING AREA

Gabriel Denny Lambe[1], Bukit Andika[2]

Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
[1]Pos-el: gabrieldenny12@gmail.com

ABSTRACT

Depositional environment and age of an area is one of the important elements in the geology of an area. The researchers always use fossils presence method, foraminifera bentonic to determine the depositional environment and foraminifera planktonic as a characteristic of the age of an area. The purpose of the study is to determine the environmental conditions of the deposition and the age of the study area based on foraminifera fossils. The study area is located in Kedungwaru, Karangsambung, Kebumen District, Central Java. This study area belongs to the Penosogan formation (Asikin, Harsolumakso, Busono, & Gafoer, 1992). The research methods are geological mapping (direct observation) and fossils preparation and removal with a microscope. Based on geological mapping that has been done, the study area is divided into three rock units from young to old, namely alluvium, calcarenite, and claystone unit. Based on fossil identification found in calcarenite unit, the depositional environment of the study area is shallow marine (neritic). Moreover, the age of the study area is middle miocene based on the identification of fossils foraminifera planktonic found, i.e. Orbulina bilobata, Orbulina universa, Globorotalia nana, Globorotaia mayeri, Globoquadrian altispira and Globigerina seminulina.

Keywords: *fossil, foraminifera, Karangsambung, depositional environment, age*

ABSTRAK

Lingkungan pengendapan dan umur suatu daerah merupakan salah satu unsur penting dalam geologi suatu daerah. Metode dalam menentukan lingkungan pengendapan dan umur suatu daerah berdasarkan fosil sudah sejak lama dilakukan oleh ahli geologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi lingkungan pengendapan dan umur daerah penelitian berdasarkan fosil foraminifera. Daerah penelitian ini terletak di desa Kedungwaru, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, dan termasuk ke dalam fomasi Penosogan (Asikin, Harsolumakso, Busono, & Gafoer, 1992). Metode penelitian yang dilakukan adalah pemetaan geologi (observasi langsung) serta preparasi dan pengangkatan fosil dengan bantuan mikroskop. Berdasarkan pemetaan geologi yang telah dilakukan, daerah penelitian terbagi menjadi tiga satuan batuan dari muda ke tua, yaitu satuan aluvium, satuan kalkarenit, dan satuan batu lempung.

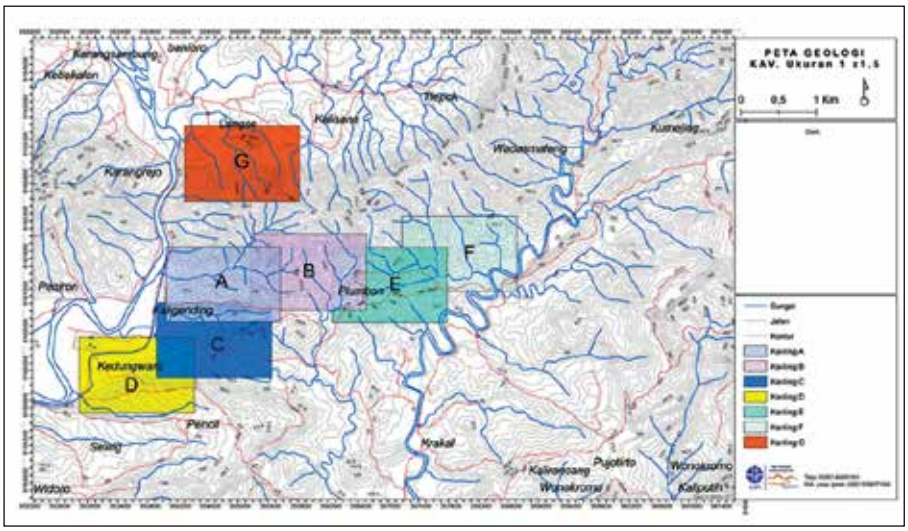
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Lingkungan pengendapan daerah penelitian adalah laut dangkal (neritik) berdasarkan hasil identifikasi fosil yang ditemukan pada satuan kalkarenit dan umur daerah penelitian adalah miosen tengah berdasarkan hasil identifikasi fosil foraminiera plantonik yang ditemukan, yaitu *Orbulina bilobata*, *Orbulina universa*, *Globorotalia nana*, *Globorotaia mayeri*, *Globoquadrian altispira*, dan *Globigerina seminulina*.

Kata kunci: fosil, foraminifera, Karangsambung, lingkungan pengendapan, umur

A. PENDAHULUAN

Lingkungan pengendapan adalah karakteristik dari suatu tatanan geomorfik, di mana proses fisik, kimia dan biologi berlangsung, menghasilkan suatu jenis endapan tertentu (Boggs Jr., 1995). Umur geologi merupakan skala waktu geologi yang menunjukkan rentang waktu atau zaman yang telah berlangsung sejak bumi terbentuk hingga saat ini. Lingkungan pengendapan dan umur suatu daerah merupakan salah satu unsur penting dalam geologi suatu daerah. Metode dalam menentukan lingkungan pengendapan dan umur suatu daerah berdasarkan fosil sudah sejak lama dilakukan oleh ahli geologi. Fosil adalah sisa-sisa organisme yang telah menjadi batu dan harus memenuhi persyaratan, yaitu merupakan sisa-sisa organisme, terawetkan secara alamiah, umumnya padat atau kompak atau keras, dan berumur lebih dari 11.000 tahun. Mikrofosil adalah fosil yang umumnya berukuran tidak lebih besar dari empat millimeter, umumnya lebih kecil dari satu millimeter sehingga untuk mempelajarinya dibutuhkan mikroskop cahaya atau elektron (Noor, 2012). Studi ini bertujuan untuk mengetahui secara relatif lingkungan pengendapan dan umur berdasarkan mikrofosil yang terdapat dalam batuan di daerah studi, yaitu Desa Kedungwaru dan sekitarnya. Studi ini dirancang sebagai salah satu aspek edukasi dalam upaya pengembangan kawasan Geopark Karangsambung, baik kepada masyarakat maupun akademisi.



Sumber: BIKK LIPI Karangsambung (2019)

Gambar 1. Peta Daerah Studi, Desa Kedungwaru (Kaveling D)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE

Daerah penelitian secara administratif terletak di wilayah Desa Kedungwaru, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Posisi geografis daerah penelitian terletak pada koordinat ((UTM) X 352800–354300 dan Y 9159700–9160600. Daerah penelitian termasuk ke dalam Fomasi Penosogan (Asikin dkk., 1992). Penelitian yang dimulai bersamaan dengan Kuliah Lapangan Teknik Geologi angkatan 2017 Universitas Mulawarman pada awal bulan Maret tahun 2019 ini bersifat studi deskriptif dan khusus dalam penentuan lingkungan pengendapan dan umur. Studi regional penelitian dilakukan dalam mempelajari daerah penelitian. Metode penelitian yang dilakukan adalah pemetaan geologi (observasi langsung) serta persiapan dan pengangkatan fosil dengan bantuan mikroskop. Empat sampel batuan dari dua satuan batuan dianalisis dengan studi mikropaleontologi untuk menentukan lingkungan pengendapan dan umur dari daerah penelitian.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pemetaan geologi yang telah dilakukan, daerah penelitian terbagi menjadi tiga satuan batuan dari muda ke tua, yaitu satuan aluvium, kalkarenit, dan batu lempung. Sampel batuan diambil dari satuan kalkarenit dan batu lempung untuk dianalisis dengan persiapan fosil dan studi mikropaleontologi.



Sumber:

Gambar 2. Singkapan Batuan pada Satuan Kalkarenit

Buku ini tidak diperjualbelikan.



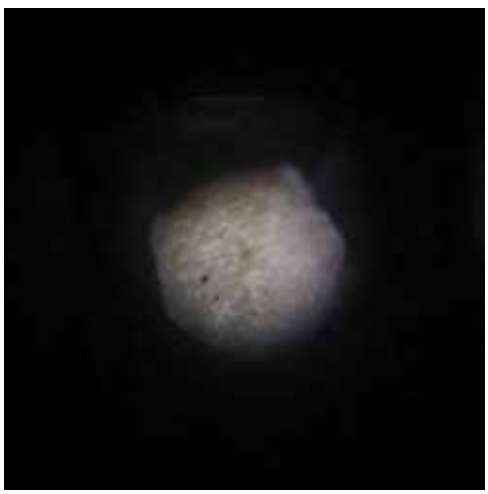
Sumber:

Gambar 3. Singkapan Batuan pada Satuan Batu Lempung

Hasil pengamatan laboratorium dari sampel batuan yang telah diambil menunjukkan adanya mikrofosil, yaitu foraminifera planktonik berupa *Orbulina universa*, *Orbulina bilobata*, *Globorotalia nana*, *Globorotaia mayeri*, *Globoquadrian altispira*, dan *Globigerina seminulina.*



Gambar 4. *Orbulina universa* d'Orbigny, 1839



Gambar 5. *Orbulina bilobata* (d'Orbigny, 1946)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



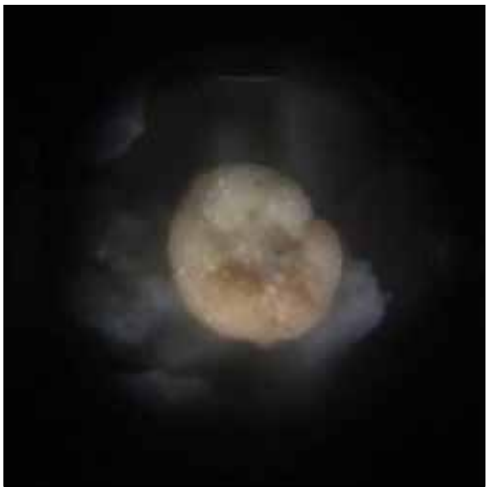
Gambar 6. *Globorotalian nana* Bolli



Gambar 7. *Globigerina seminulina* Schwager 1866



Gambar 8. *Globoquadrina altispira* Cushman & Jarvish, 1936



Gambar 9. *Globoquadrina altispira* Cushman & Jarvish, 1936

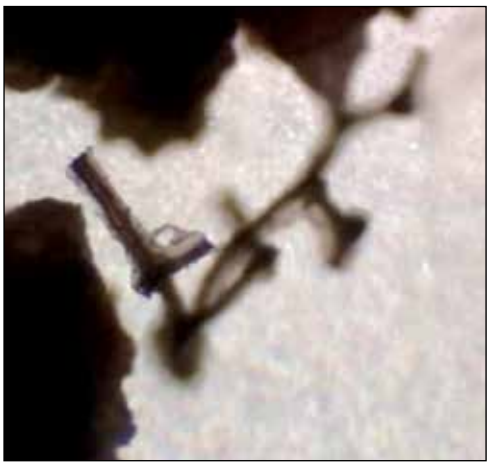
Penarikan umur relatif berdasarkan Zonasi Blow (1969) dilakukan dari fosil foraminifera planktonik yang telah diidentifikasi sehingga daerah studi diinterpretasikan berumur Miosen tengah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

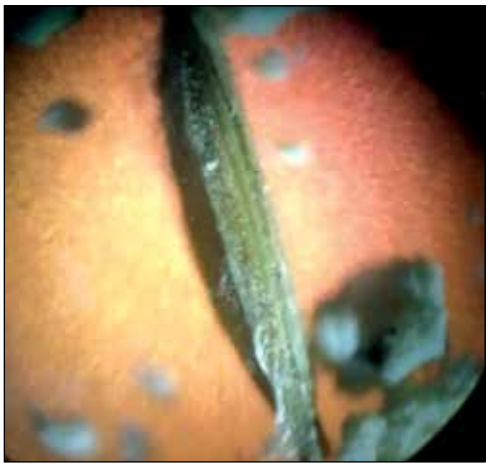
Tabel 1. Penentuan Umur Relatif Daerah Studi Berdasarkan Zonasi Blow

Nama	Oligosen	Miosen Awal	Miosen Tengah	Miosen Akhir	Pliosen	Pleistosen
Bloboratalia nana						
Globorotalia mayeri						
Globoquadrina altispira						
Globigerina seminulina						
Orbulina universa						
Orbulina bilobota						

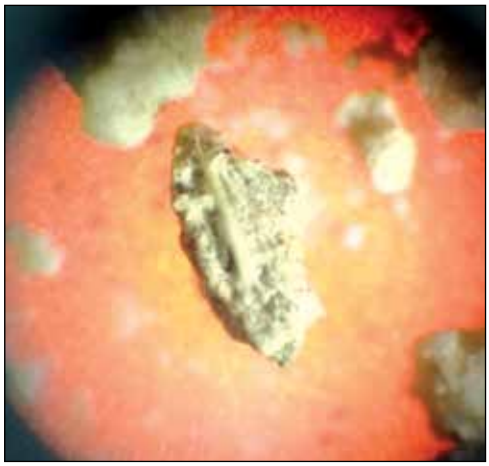
Dalam penentuan lingkungan pengendapan daerah studi berdasarkan mikrofosil, ditemukan *Cryptolaria*, *Actiniaria*, dan *Sulcata* yang merupakan mikrofosil ganggang (Robert, 1953).



Gambar 11. *Cryptolaria*



Gambar 12. *Actiniaria*



Gambar 13. *Sulcata*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan Robert R. Shrock dan William H. Twenhofel, dalam buku *Principles of Invertebrate Paleontology* (1953), fosil tersebut umumnya memiliki habitat di dasar air laut dangkal dengan kandungan karbonat dan biasa ditemukan di sekitar terumbu karang. Untuk itu, lingkungan pengendapan daerah studi secara relatif diinterpretasikan dalam zona neritik (laut dangkal) yang merupakan zona karbonat habitat dari fosil yang ditemukan. Hal ini juga didukung dari hasil pemetaan geologi, bahwa daerah studi didominasi dengan material karbonat dan struktur batuan yang menunjukkan lingkungan pengendapan laut dangkal.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, lingkungan pengendapan daerah studi secara relatif diinterpretasikan berdasarkan mikrofosil yang ditemukan, yaitu *Cryptolaria*, *Actiniaria*, dan *Sulcata* masuk dalam zona laut dangkal (neritik), dan umur daerah studi diinterpretasikan berdasarkan mikrofosil foraminifera planktonik, seperti *Orbulina universa*, *Orbulina bilobata*, *Globorotalia nana*, *Globorotaia mayeri*, *Globoquadrian altispira*, dan *Globigerina seminulina* adalah Miosen tengah.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Teknik Geologi Universitas Mulawarman, khususnya Bapak Heriyanto, S.T., M.T. dan Bapak Koeshadi Sasmito, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Kuliah Lapangan 1 Teknik Geologi angkatan 2017, saudara-saudari Teknik Geologi Universitas Mulawarman angkatan 2017, khususnya Michael Ivan Somba, Agus Salim, dan Indah Wulandari, yang telah berjuang dan mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alisah, Alghani, A., Metly, A.R., Yazid, A., Markus, C., & Isnaniawardhani, V. (2014). Identifikasi foraminifera dalam endapan turbidit formasi pemali di daerah Rambatan, Kecamatan Ciniru, Kabupaten Kuningan, Provinsi Jawa Barat. Dalam *Prosiding Seminar Nasional ke-II Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran*, 25–31. Bandung: Universitas Padjadjaran.

Blow, W.H. (1969). Late middle eocene to recent planktonic foraminifera biostratigraphy conf, planktonic microfossil. Dalam P. Bronnimann & H.H. Renz (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on Planktonic Microfossils*, 1, 199–422. Leiden: E.J. Brill.

Boggs Jr., S. (1995). *Principles of sedimentology and stratygraphy (2nd Edition)*. New Jersey: Prentice-Hall.

Bolli, H.M. & Saunders, J.B. (1986). *Oligocene to Holocene Low Latitude Planktic Foraminifera in Plankton Stratigraphy, edited by Bolli, H.M., Saunders, J.B., dan Perch-Nielsen*. K., Cambridge University Press.

Noor, D. (2012). *Pengantar geologi edisi kedua.* Bogor: Pakuan University Press.

Postuma, J.A. (1971). *Manual of planktonic foraminifera*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

HUBUNGAN DAN MEKANISME DEFORMASI LIPATAN-SESAR NAIK FORMASI WATURANDA DAN PENOSOGAN, KEBUMEN, CEKUNGAN SERAYU SELATAN

THE RELATED OF FOLD-THRUST FAULT DEFORMATION MECHANISM ON WATURANDA AND PENOSOGAN FORMATION, KEBUMEN, SOUTH SERAYU BASIN

Eko Puswanto[1*], Ardhan Farisan[1], Mohammad Al 'Afif[1], Edi Hidayat[1]

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian - LIPI
[1*]Pos-el: epuswanto@gmail.com

ABSTRAK

Mekanisme deformasi Formasi Waturanda dan Penosogan yang diendapkan secara selaras mempunyai karakteristik struktur primer dan sekunder yang cukup kompleks dan saling terkait satu sama lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan mekanisme deformasi yang melibatkan struktur lipatan dan sesar pada batuan neogen Formasi Waturanda dan Penosogan. Deformasi struktur lipatan yang melibatkan seluruh Formasi Waturanda dan Penosogan secara regional mengindikasikan bahwa daerah ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik kompresi. Mekanisme deformasi sistem sesar naik Kenteng diinterpretasikan sebagai *fault propagation fold* yang berhubungan dengan perkembangan lipatan yang telah terbentuk sebelumnya. Mekanisme deformasi ini diperkirakan berhubungan dengan reaktivasi tektonik regional yang terjadi pada Pliosen hasil proses subduksi lempeng Hindia-Australia menunjam di bawah lempeng benua Asia sejak Eosen Tengah dengan arah tegasan kompresi utara-selatan.

Kata kunci: deformasi, neogen, sesar, lipatan, tektonik, kompresi

A. PENDAHULUAN

Kondisi geologi Cekungan Serayu Selatan yang kompleks menarik untuk dikaji lebih lanjut. Tektonik deformasi batuan pra-Tersier, Paleogen, dan sedimen neogen yang tersingkap di bagian tengah Cekungan Serayu Selatan, Kebumen, menunjukkan keterkaitan satu dengan yang lainnya. Material sedimen neogen melampar luas di daerah penelitian (daerah Kenteng, Kecamatan Sempor dan Kaligending, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen; Gambar 1 dengan simbol bintang warna merah) yang secara regional mempunyai jurus bidang perlapisan berarah barat-timur dan kemiringan ke arah selatan. Daerah Kenteng, Kecamatan Sempor tersusun oleh endapan vulkanik Formasi Waturanda. Formasi ini oleh van Bemmelen (1949) dianggap sebagai bagian dari zona Pegunungan Selatan yang berada di bagian tengah zona Serayu Selatan. Daerah Kaligending, Kecamatan Karangsambung, tersusun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

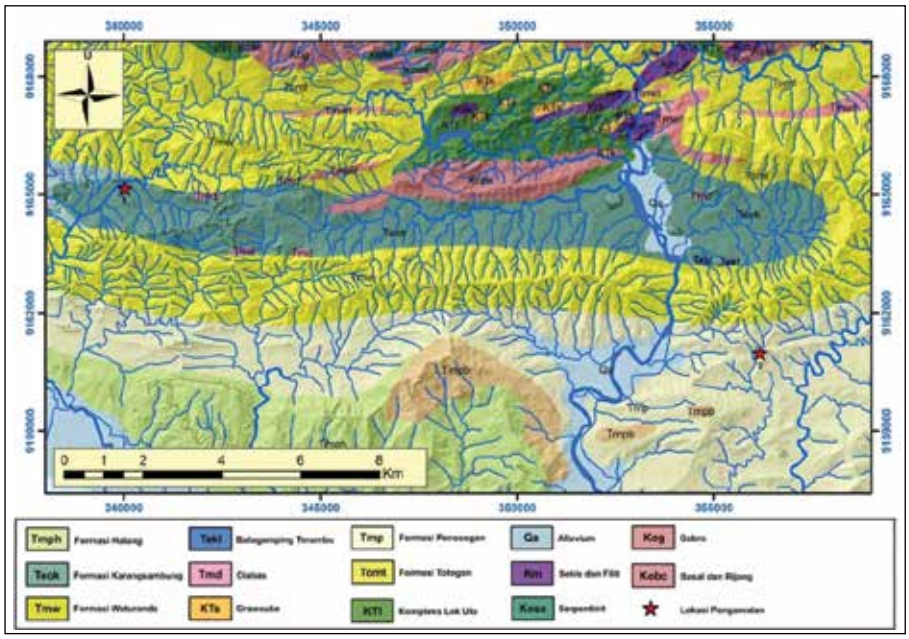
oleh bagian bawah Formasi Penosogan dan sekaligus batas transisi dengan Formasi Waturanda.

Sedimen neogen tersebut mengindikasikan terdeformasi kuat pada beberapa bagian. Indikasi deformasi struktur lipatan berasosiasi dengan gejala frakturasi berupa zona hancuran, rekahan, dan sesar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan mekanisme deformasi yang melibatkan struktur lipatan dan sesar naik Formasi Waturanda dan Formasi Penosogan.

B. GEOLOGI REGIONAL

Secara fisiografi, daerah penelitian merupakan bagian dari zona pengangkatan Jawa Tengah yang berada di antara dua jalur pegunungan utama, yaitu jalur Pegunungan Serayu Utara dan Serayu Selatan. Jalur Pegunungan Serayu Selatan merupakan bagian dari subcekungan Kebumen yang telah mengalami beberapa periode perubahan segmentasi tektonik.

Subcekungan Kebumen tersusun oleh sedimen paleogen Formasi Karangsambung dan Totogan yang diendapkan secara tidak selaras di atas batuan pra-Tersier Kompleks Mélange Luk Ulo yang berumur Kapur Akhir (Asikin, 1974). Batuan dasar pra-Tersier Kompleks Mélange Luk Ulo di daerah Karangsambung merupakan hasil kolisi antara mikrokontinen Jawa Timur dan bagian timur daratan Sunda pada Eosen Awal hingga Oligosen Awal (Asikin, Harsolumakso, Busono, & Gafoer, 1992; Sribudiyani dkk., 2003; Hall, 2012).



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian di Kabupaten Kebumen, yaitu Desa Kenteng, Kecamatan Sempor (simbol bintang merah 1) dan Desa Kaligending, Kecamatan Karangsambung (simbol bintang merah 2).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batuan dasar pra-Tersier Kompleks Mélange Luk Ulo di daerah Karangsambung merupakan hasil kolisi antara mikrokontinen Jawa Timur dan bagian timur daratan Sunda pada Eosen Awal hingga Oligosen Awal (Askin dkk., 1992; Sribudiyani dkk., 2003; Hall 2012). Periode tektonik kolisi ini diikuti dengan pembentukan busur vulkanik Pegunungan Serayu Selatan pada Oligosen hingga Miosen Awal. Aktivitas vulkanisme pada busur vulkanik Serayu Selatan diperkirakan telah dimulai sejak Eosen Tengah (Hall, 2012). Intensitasnya mulai berkurang ditandai dengan pengendapan batu lempung dan batu pasir karbonatan Formasi Penosogan.

Krisnabudhi dkk. (2015) menyimpulkan bahwa lingkungan pengendapan Formasi Waturanda adalah *fluvial-marine* dengan komposisi fragmen beragam, antara lain fragmen *allochthon* filit, *slate*, kuarsit, dan rijang yang berasal dari daur ulang orogen batuan dasar Kompleks Mélange Luk Ulo-Formasi Karangsambung dan fragmen *autochthon* basal-andesit yang berasal dari lingkungan tektonik busur vulkanik.

C. METODE PENELITIAN

Hubungan dan mekanisme deformasi yang melibatkan struktur lipatan dan sesar naik Formasi Waturanda dan Formasi Penosogan dikaji dengan melakukan observasi detail dan pengukuran struktur geologi yang terawetkan dengan baik di sekitar zona hancuran. Data primer ini meliputi identifikasi jenis struktur dan geometri, serta kinematikanya. Sintesis data primer dan sekunder dilakukan untuk memperoleh gambaran pengaruh aktivitas tektonik dan mekanisme deformasi terhadap sedimen neogen Formasi Waturanda dan Formasi Penosogan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Struktur Geologi

Material sedimen neogen tersingkap dengan baik di daerah Kenteng, Kecamatan Sempor, dan Kaligending, Kecamatan Karangsambung, Kabupaten Kebumen. Daerah Kenteng, Kecamatan Sempor, secara geografis terletak pada koordinat UTM 49 M -0340029 mE, 9165165 mS. Secara umum, daerah ini tersusun oleh batu pasir vulkanik anggota Formasi Waturanda yang terdeformasi oleh aktivitas tektonik. Berdasarkan *Peta Geologi Lembar Kebumen* (Asikin dkk., 1992), daerah ini berada pada Formasi Karangsambung, namun kondisi di lapangan menunjukkan bahwa perlapisan batu pasir vulkanik anggota Formasi Waturanda melampar 2 km ke utara dan ke selatan dari lokasi pengamatan ini.

Lokasi pengamatan kedua berada di sekitar daerah Kaligending pada koordinat UTM 49 M -0356179 mE, 9160984 mS yang mengindikasikan sebagai batas transisi Formasi Waturanda dan Penosogan bagian bawah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan penyusun material vulkanik menjadi dominasi material tuf karbonatan. Formasi Penosogan tersusun oleh perulangan batu pasir dan batu lempung yang mengandung tuf karbonatan.

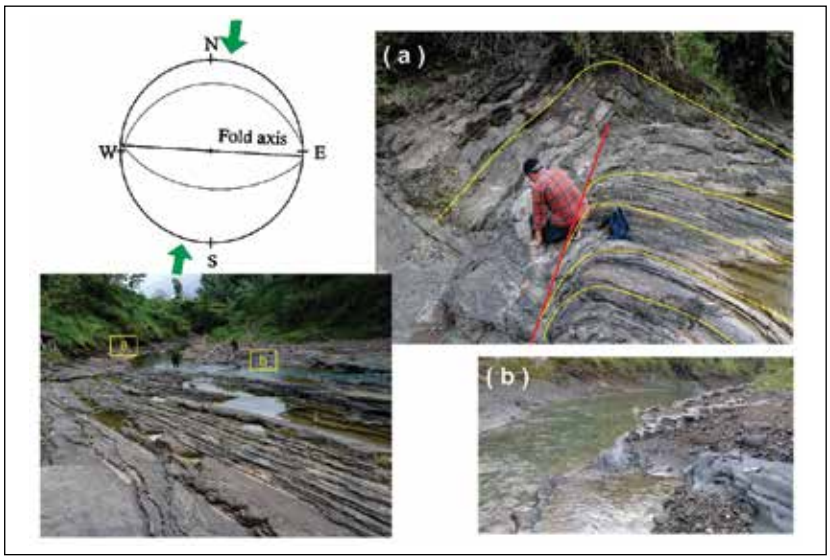
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Deformasi yang terbentuk di daerah penelitian berasosiasi dengan struktur lipatan, zona hancuran, dan zona sesar yang terawetkan dengan baik pada batuan. Deformasi lipatan mengindikasikan melibatkan seluruh Formasi Waturanda dan Penosogan secara regional. Keberadaan struktur lipatan ditunjukkan dengan perubahan jurus dan kemiringan pada beberapa lokasi pengamatan. Namun, secara khusus menunjukkan bahwa deformasi struktur lipatan pada Formasi Waturanda di daerah Kenteng berbeda dengan Formasi Penosogan di daerah Kaligending.

2. Struktur Lipatan Waturanda

Deformasi struktur lipatan pada Formasi Waturanda di daerah Kenteng, Kecamatan Sempor mengindikasikan berasosiasi dengan sesar naik dan membentuk sayap antiklin dengan kedudukan N 265° E/27° di utara dan N 96° E/57° di selatan. Pada beberapa tempat, struktur lipatan ini berasosiasi dengan urat kuarsa. Hasil analisis tegasan purba mengindikasikan bahwa sumbu lipatan berarah timur laut-barat daya dengan arah tegasan kompresi barat laut-tenggara (Gambar 2).

Keberadaan sesar naik ditunjukkan dengan adanya pergerakan relatif berupa pergeseran bidang perlapisan, terutama pada bagian puncak antiklin. Kemiringan bidang perlapisan mengalami perubahan secara tiba-tiba, mulai dari kemiringan sudut tinggi (*high angle dip*) 70°–80° di bagian selatan menjadi kemiringan sudut landai 20°–25° di bagian utara (Gambar 2).



Gambar 2. Deformasi struktur lipatan pada Formasi Waturanda di daerah Kenteng, Kecamatan Sempor, mengindikasikan sumbu lipatan berarah barat-timur dengan arah tegasan kompresi utara-selatan. Titik (a) dan (b) masing-masing merupakan kedudukan sayap antiklin N265°E/27° di utara dan N96°E/57° di selatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Struktur lipatan di daerah Kaligending pada hulu Kali Jaya dengan sumbu lipatan berarah barat laut-tenggara. Kedudukan sayap utara N306°E/26° dan sayap selatan N81°E/20°.

3. Struktur Lipatan Penosogan

Indikasi deformasi lipatan antiklin di daerah Kaligending dijumpai pada hulu Kali Jaya dengan kedudukan sayap utara N 306°E/26° dan sayap selatan N 81°E/20°. Hasil analisis tegasan purba mengindikasikan bahwa sumbu lipatan berarah barat laut-tenggara dengan arah tegasan utara-selatan (Gambar 3).

4. Tektonik Kompresi Neogen

Tektonik neogen Cekungan Serayu Selatan secara umum berhubungan dengan aktivitas tektonik Miosen Tengah hingga Pliosen. Aktivitas tektonik Miosen Tengah diperkirakan memengaruhi mekanisme pengendapan Formasi Penosogan yang terbentuk pada saat intensitas vulkanisme Pegunungan Serayu Selatan mulai berkurang. Hal ini diperkirakan dipengaruhi oleh adanya efek rotasi proses subduksi Sundaland yang bergerak berlawanan arah jarum jam (Husein, Jyalita, & Nursecha, 2013). Mekanisme deformasi setelah pengendapan Formasi Penosogan pada Miosen Tengah berhubungan dengan tektonik kompresi berarah utara-selatan menghasilkan deformasi *simple shear* yang melibatkan komponen gaya tarik (*extension*) dan komponen gaya tekan (*compression*) pada beberapa bagian. Tegasan gaya tarik berarah timur laut-barat daya menghasilkan sesar turun dan tegasan gaya kompresi menghasilkan sesar geser sinistral sebagai sesar sintetik (Puswanto, Al'Afif, & Hidayat, 2019). Sesar geser ini merupakan sesar utama, yang kemudian pada periode tektonik selanjutnya diperkirakan mengalami reaktivasi menjadi struktur termuda.

Berkembangnya deformasi struktur lipatan yang intensif dan melibatkan seluruh Formasi Waturanda dan Penosogan secara regional mengindikasikan bahwa cekungan neogen ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik kompresi. Tektonik kompresi pada periode ini diperkirakan berhubungan dengan tegasan gaya tekan yang menghasilkan sesar geser. Sesar ini diperkirakan berhubungan dengan reaktivasi sesar geser yang merupakan sesar utama hasil tektonik Miosen Tengah. Reaktivasi sesar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini menghasilkan hal yang sama di daerah Wanakrama berupa sesar geser dekstral Wanakrama yang memengaruhi pembentukan deformasi struktur lipatan dan sesar naik Wanakrama dengan tegasan purba berarah timur laut-barat daya (Puswanto & Hidayat, 2015). Satyana dan Purwaningsih (2002) menyebut aktivitas tektonik ini sebagai *Neogen Compressional Wrenching* yang dipengaruhi oleh aktivitas subduksi di selatan Jawa. Aktivitas subduksi lempeng Hindia-Australia yang menunjam di bawah lempeng Benua Asia di selatan Jawa diperkirakan telah dimulai sejak Eosen Tengah (Hall, 2012).

Mekanisme deformasi sistem sesar naik Kenteng diinterpretasikan sebagai *fault-propagation folds* yang berhubungan dengan perkembangan lipatan yang telah terbentuk sebelumnya. Deformasi struktur lipatan yang terus berkembang diperkirakan terbentuk bersamaan dengan imbrikasi sesar naik membentuk sistem dupleks dengan arah tegasan kompresi utara-selatan. Deformasi struktur ini diperkirakan berhubungan dengan reaktivasi tektonik regional yang terjadi pada Pliosen, ditandai dengan berkurangnya intensitas aktivitas vulkanisme Serayu Selatan (Husein dkk., 2013).

E. KESIMPULAN

1. Berkembangnya deformasi struktur lipatan yang intensif dan melibatkan seluruh Formasi Waturanda dan Penosogan secara regional mengindikasikan bahwa cekungan neogen ini dipengaruhi oleh aktivitas tektonik kompresi.
2. Mekanisme deformasi sistem sesar naik Kenteng diinterpretasikan sebagai *fault-propagation folds* yang berhubungan dengan perkembangan lipatan yang telah terbentuk sebelumnya.
3. Deformasi *fault-propagation folds* diperkirakan berhubungan dengan reaktivasi tektonik regional yang terjadi pada Pliosen dibawah kontrol aktivitas tektonik kompresif yang dipengaruhi oleh proses subduksi lempeng Hindia-Australia menunjam di bawah lempeng benua Asia sejak Eosen Tengah

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S. (1974). Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi teori tektonik dunia yang baru (Disertasi tidak dipublikasikan, Departemen Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung).

Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa, skala 1:100.000.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Hall, R. (2012). Late Jurasic-Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics*, 570–571, 1–41.

Husein, S., Jyalita, J., & Nursecha, M.A.Q. (2013). Kendali stratigrafi dan struktur gravitasi pada rembesan hidrokarbon Sijenggung, Cekungan Serayu Utara. Dalam Akmaludin & A. Idrus

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(Eds.), *Proceeding Seminar Nasional Kebumian ke-6*, 474–489. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Krisnabudhi, A., Rahmanto, B., Hapsoro, S.E., Sulaeman, H.I., Rachman, M.G., & Pratama, R.I. (2015). Tectonic event trailing based on fragments of Waturanda Formation, Wadasmalang, Karangsambung, Central Java. Dalam *Proceedings Joint Convention HAGI-IAGI-IAFMI-IATMI*, Balikpapan: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

Puswanto, E. & Hidayat, E. (2015). Kendali sesar geser dekstral terhadap struktur lipatan dan sesar naik daerah Wanakrama, Kebumen. Dalam *Proceeding Pemaparan Hasil Penelitian Geoteknologi*, 73–82. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

Puswanto, E., Al'Afif, M., & Hidayat, E. (2019). Hubungan sesar turun-sesar geser dan struktur deformasi sedimen halus Formasi Penosogan, Kebumen, Jawa Tengah. *Proceeding Seminar Nasional Kebumian ke-12*, 1727–1736. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.

Satyana, A.H. & Purwaningsih, M.E.M. (2002). Lekukan struktur Jawa Tengah: Suatu segmentasi sesar mendatar. Dalam *Proceeding Indonesian Association of Geologists (IAGI*), 1–14. Yogyakarta: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

Sribudiyani, Muchsin, M., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., …, & Yulianto, I., (2003). The collision of the East Java microplate and implication for hydrocarbon occurrences in the East Java Basin. Dalam *29th Annual Convention, Jakarta, Indonesian Petroleoum Association Proceedings*, 1–12. Jakarta: Indonesia Petroleum Association.

van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia (Volume 1A)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MEKANISME DEFORMASI STRUKTUR BOUDIN DI BULUKUNING, BANJARNEGARA

DEFORMATION MECHANISM OF BOUDIN STRUCTURES AT BULUKUNING AREA, BANJARNEGARA

[1]Eko Puswanto[*], [2]Muhammad Zain Tuakia, [3]Agus H. Harsolumakso, [1]Mohammad Al 'Afif

[1)]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian-LIPI
Jalan Karangsambung Km 19, Karangsambung, Kebumen
[2)]Program Studi Teknik Geologi, Universitas Pattimura, Kampus Poka, Ambon
[3)]Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Institut Teknologi Bandung
*Pos-el: epuswanto@gmail.com

ABSTRAK

Batu pasir *greywacke* di daerah Bulukuning, Banjarnegara, yang sebelumnya pernah diusulkan sebagai Formasi Bulukuning merupakan bagian dari Kompleks Mélange Luk Ulo. Secara umum, endapan *molasse* ini menunjukkan perselingan antara batu lanau dan batu lempung dengan perlapisan baik yang diendapkan pada cekungan *foreland basin*. Batu pasir Eosen ini pada beberapa bagian berasosiasi dengan struktur *boudin*, terlipat dan terpotong oleh sesar-sesar dalam rezim kontraksional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme deformasi pembentukan struktur *boudin*. Struktur *boudin* batu pasir yang tertanam di dalam matriks lempung memperlihatkan hubungan struktur yang mengikuti prinsip *riedel shear*. Hubungan antara orientasi sesar sistematis P-foliasi, Y-*shear*, dan R menunjukkan bahwa pembentukan *boudinage* diperkirakan dipengaruhi oleh adanya pergerakan menganan (*dextral*). Mekanisme deformasi pada pembentukan struktur *boudin* batu pasir diperkirakan dipengaruhi oleh deformasi yang besifat plastis (*ductile*) dengan mengikuti prinsip *simple shear*. Mekanisme deformasi ini menyebabkan terjadinya penarikan pada tubuh batu pasir yang berada di sekitar matriks lempung yang relatif kurang kompeten.

Kata kunci: boudin, struktur, deformasi, batu pasir, sesar

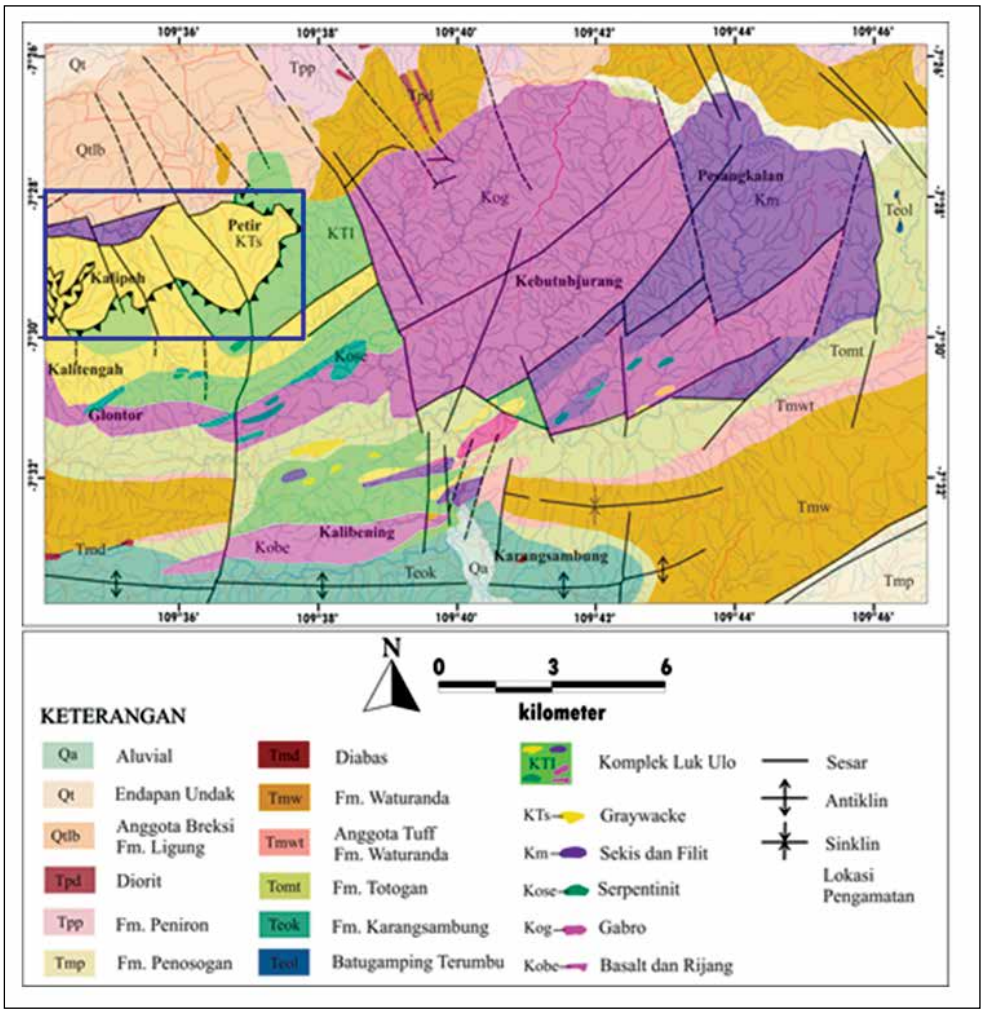
A. PENDAHULUAN

Daerah penelitian berada di Desa Bulukuning, Kecamatan Purwanegara, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Kondisi geologi daerah penelitian telah banyak diteliti oleh peneliti terdahulu, di antaranya Asikin (1974); Suparka (1988); Parkinson, Miyazaki, Wakita, Barber, dan Carswell (1998); Prasetyadi (2007); serta Harsolumakso, Puswanto, dan Sucipta (2019). Satuan batuan sedimen di daerah penelitian sebelumnya telah dipetakan oleh Ketner dkk. (1976) sebagai batuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sedimen pra-Eosen (*pre-Eocene sedimentary sequence*) berumur Kapur Atas-Paleosen (Gambar 1). Sekuen batuan sedimen yang seluruhnya relatif terdeformasi dan sedikit termetamorfkan diusulkan Prasetyadi (2007) sebagai metasedimen Formasi Bulukuning. Pengusulan formasi baru ini berdasarkan ciri litologi dan umur yang berbeda dengan Kompleks Mélange Luk Ulo yang terdapat di sekitarnya.

Secara umum, satuan batuan sedimen di daerah penelitian menunjukkan perselingan antara batu lanau dan batu lempung. Proses *boudinage* pada beberapa bagian dijumpai pada blok batu pasir yang tertanam di dalam matriks batu lempung yang tergerus serta batu pasir yang menyisip di dalam batu lempung. *Boudinage* merupakan proses pembentukan struktur *boudin*. Istilah *boudin* pertama kali



Sumber: Condon dkk. (1996); Asikin dkk. (1992)

Gambar 1. Penyebaran satuan batuan sedimen pra-Eosen (Ketner dkk., 1976) yang diusulkan Prasetyadi (2007) sebagai metasedimen Formasi Bulukuning (indeks garis kotak warna biru).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dikenalkan oleh Lohest (1909, dalam Goscombe, Passchier, & Hand (2004)) untuk menjelaskan ketampakan struktur batu pasir yang menyerupai sosis. Mekanisme proses pembentukan *boudinage*, yang dalam perkembangannya dapat berperan sebagai indicator kinematika (Goscombe dkk., 2004), di daerah penelitian belum pernah dibahas secara khusus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kendali struktur sesar terhadap mekanisme deformasi struktur *boudin* batu pasir yang menunjukkan kemiripan karakteristik dengan *mélange* berupa struktur blok dalam matriks yang tergerus kuat.

B. GEOLOGI REGIONAL

Secara fisiografi, daerah Bulukuning, Desa Kaliajir, Kecamatan Purwanegara, merupakan bagian dari jalur Pegunungan Serayu Selatan yang menumpang secara tidak selaras di atas batuan dasar pra-Tersier. Batuan dasar pra-Tersier ini dikenal sebagai Kompleks Mélange Luk Ulo yang merupakan hasil proses subduksi Lempeng Hindia-Australia terhadap Lempeng Eurasia berumur Kapur Atas-Paleosen (Asikin, 1974; Suparka, 1988; Parkinson dkk., 1998). Kompleks tersebut tersusun oleh campuran bongkahan batuan metamorf, batuan beku mafis-ultramafis (ofiolit), serta batuan sedimen pelagik dan hemipelagik. Beraneka ragam bongkah ini tertanam di dalam matriks batu lempung dan tergerus secara tektonik (Asikin, 1974; Suparka, 1988).

Proses tektonik subduksi ini kemudian diikuti dengan kolisi antara mikrokontinen Jawa Timur dan bagian timur daratan Sunda pada Eosen Awal hingga Oligosen Awal (Sribudiyani dkk., 2003; Hall, 2012). Pascakolisi ini menghasilkan Formasi Karangsambung dan Formasi Totogan yang diendapkan secara tidak selaras di atas kompleks tersebut. Batuan Paleogen Formasi Karangsambung dan Totogan yang merupakan endapan olistostrom akibat longsoran gravitasional laut dalam yang tersusun oleh fragmen aneka bahan bercampur aduk di dalam matriks batu lempung (Asikin, 1974).

Batuan metasedimen paleogen yang diusulkan Prasetyadi (2007) sebagai Formasi Bulukuning mengisi cekungan laut dangkal di daerah Karangsambung Utara. Sekuen batuan metasedimen ini dari bawah ke atas terdiri dari batu pasir berlapis, serpih dengan lensa-lensa konglomerat dan sisipan batu gamping. Secara stratigrafi, Prasetyadi (2007) memisahkan Formasi Bulukuning dengan Kompleks Mélange Luk Ulo yang ada di sekitarnya berdasarkan perbedaan umur dan karakteristik litologinya.

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan berhubungan dengan identifikasi struktur *boudin* yang berkembang di daerah penelitian menggunakan pendekatan klasifikasi Goscombe dkk. (2004) serta Pamplona dkk. (2011). Intensitas pembentukan *boudin* diketahui dengan membuat grafik perbandingan aspek rasio (AR) antara arah memanjang permukaan *boudin* (Bbs) dan bagian tepi *boudin* yang tumpul (B-t).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Identifikasi jenis struktur utama dan penyerta menitikberatkan pada geometri dan hubungan antarstruktur yang saling memotong. Struktur *boudin* yang berkembang pada matriks batu lempung menunjukkan geometri berupa berbagai bidang belah yang saling terhubung satu sama lain. Hubungan ini membentuk geometri yang dapat mendukung interpretasi kinematika dan mekanisme deformasinya.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan dan penyebaran satuan batu pasir di dalam matriks lempung bersisik dapat dijumpai mulai dari lintasan Kali Sat di bagian barat hingga lintasan Kali Lebak Menak di bagian timur daerah penelitian (Gambar 2). Matriks lempung yang menyerpih di daerah penelitian secara umum memperlihatkan kedudukan bidang belah (*cleavage*) barat-barat daya hingga timur-timur laut dengan arah kemiringan ke selatan sekitar 40° dan ke arah utara sekitar sekitar 35°.

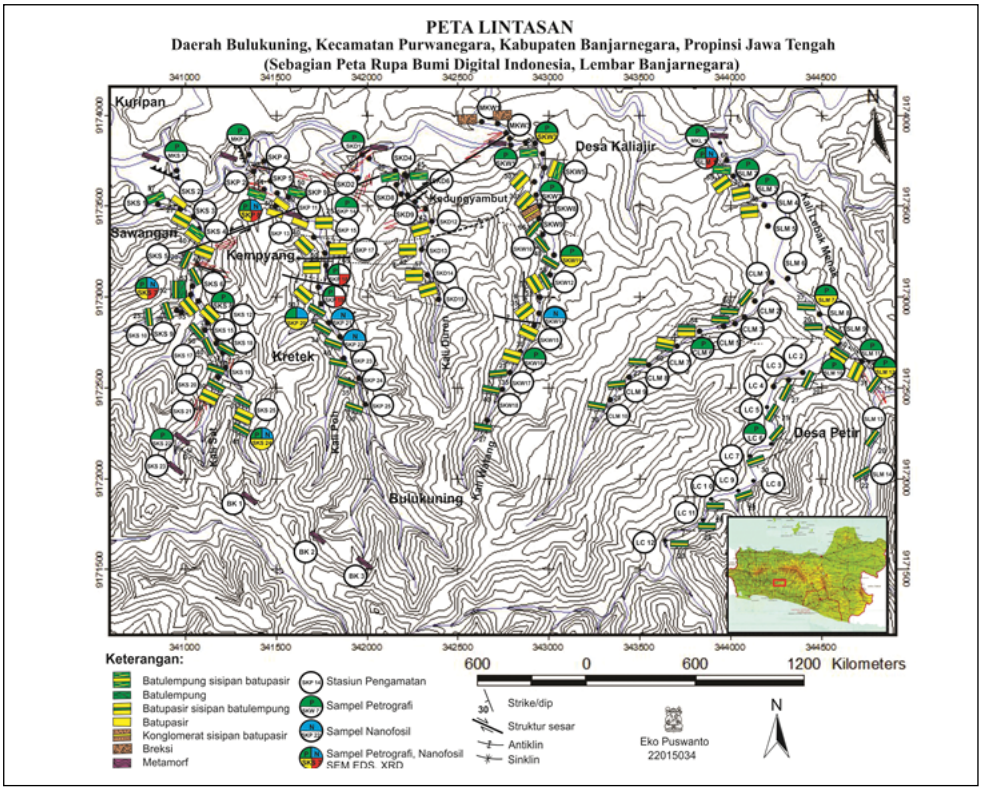
1. Analisis Geometri Struktur Boudin

Matriks lempung yang ditemukan di daerah penelitian secara umum memiliki karakteristik berwarna hitam bersisik dan menyerpih dengan sisipan batu pasir. Batu pasir yang menyisip di dalam batu lempung yang relatif kurang kompeten pada beberapa bagian mengindikasikan mengalami *boudinage* menghasilkan struktur *boudin*. Ketampakan geometri struktur *boudin* umumnya berupa batu pasir yang melensa, tidak simetris, dan membulat pada bagian ujung (Gambar 3). Berdasarkan klasifikasi struktur *boudin* yang dikemukakan oleh Goscombe dkk. (2004), terdapat indikasi bahwa struktur *boudin* batu pasir di daerah penelitian merupakan tipe *shearband boudin*.

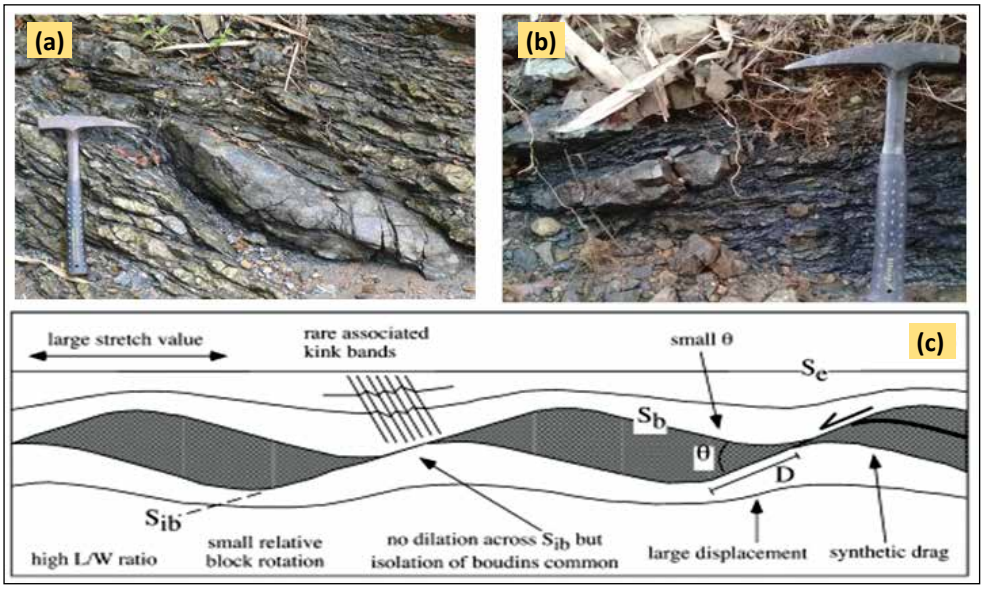
Secara umum, sumbu terpanjang *boudin* berarah N 280°E, terpotong oleh berbagai rekahan yang sistematis. Penghitungan aspek rasio (AR) dilakukan untuk mengetahui intensitas *boudinage* yang telah dicapai selama pembentukan *boudin*. Penghitungan aspek rasio melibatkan perbandingan antara arah memanjang permukaan *boudin* (Bbs) dan tebal *boudin* yang disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4). Grafik perbandingan aspek rasio (AR) sumbu terpanjang *boudin* menunjukkan bahwa nilai AR cukup besar. Perbandingan tersebut menunjukkan tingkat perkembangan *boudinage* yang signifikan.

Nilai sumbu terpanjang *boudin* antara 10–20 cm menunjukkan nilai aspek rasio yang meningkat hingga 15. Grafik perbandingan frekuensi dan analisis aspek rasio yang disajikan (Gambar 5) menunjukkan kisaran 2–5. Perbandingan aspek rasio yang tinggi menunjukkan bahwa *boudinange* berkembang dengan baik (Yamamoto, Tonogai, & Anma, 2012).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

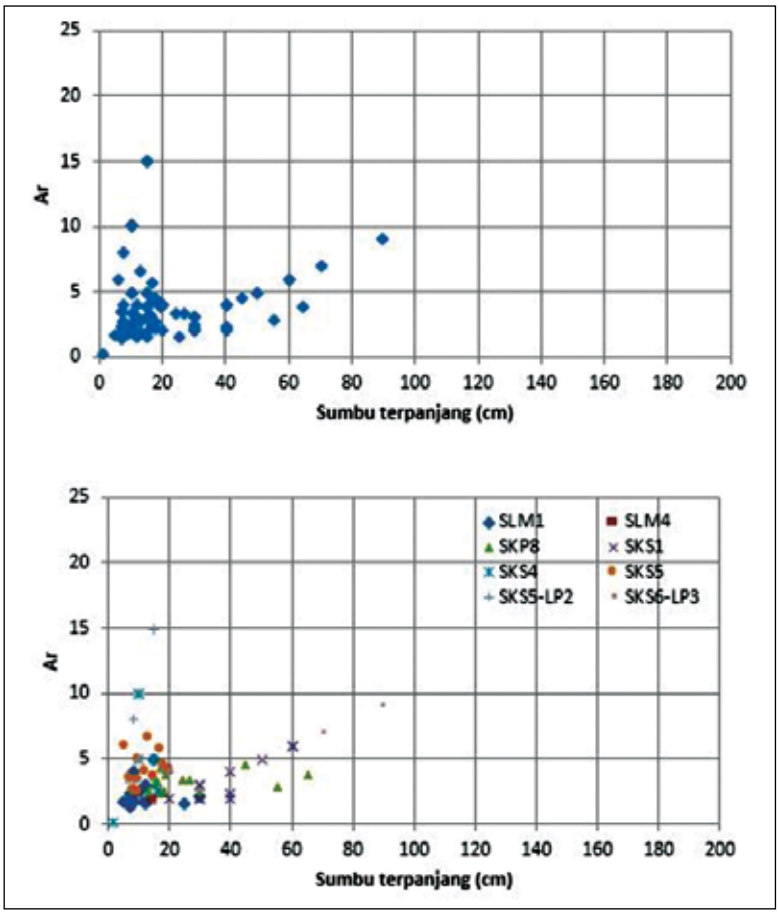


Gambar 2. Penyebaran batu pasir di dalam matriks lempung bersisik mulai dari lintasan Kali Sat di bagian barat hingga lintasan Kali Lebak Menak di bagian timur daerah penelitian.



Gambar 3. Struktur *boudin* batu pasir di dalam matriks lempung bersisik mengindikasikan tipe *shearband boudin* (a dan b) dan ilustrasi tipe *shearband boudin* Goscombe dan Passchier (2003) (c).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



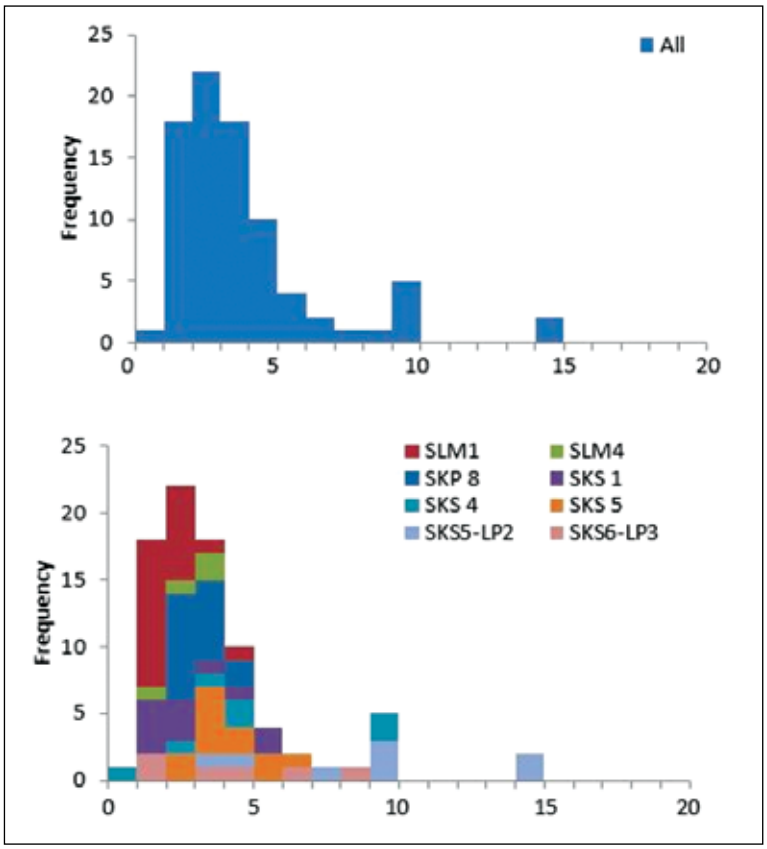
Gambar 4. Grafik Perbandingan Aspek Rasio (AR) dengan Sumbu Terpanjang *Boudin*

2. Mekanisme Deformasi

Struktur *boudin* batu pasir yang tertanam di dalam matriks lempung yang relatif kurang kompeten memperlihatkan hubungan struktur yang mengikuti prinsip *riedel shear*. Hal tersebut menunjukkan hubungan antara R1 dan R2 (pasangan sesar sintetik dan antitetik). Pada dasarnya, prinsip ini identik dengan perkembangan pembentukan struktur mikro pada zona *gouge* yang dibatasi oleh bidang sesar pararel. Bidang sesar tersebut dapat berkembang baik secara lokal pada tubuh batuan yang relatif kompeten di dalam zona *gouge* tersebut (Blenkinsop, 2002). Bidang sesar pararel tersebut dikenal sebagai Y-*shear* yang secara khusus diinterpretasikan sebagai sesar utama yang berkembang secara lokal (Logan dkk. (1981), dalam Kimura dkk. (2012)).

Struktur mikro pada zona *gouge* tersebut diinterpretasikan mengontrol pembentukan struktur *boudin* di daerah penelitian yang umumnya asimetri dan dipisahkan sepanjang *riedel shear*. Sebagaimana tampak pada Gambar 6 yang menunjukkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



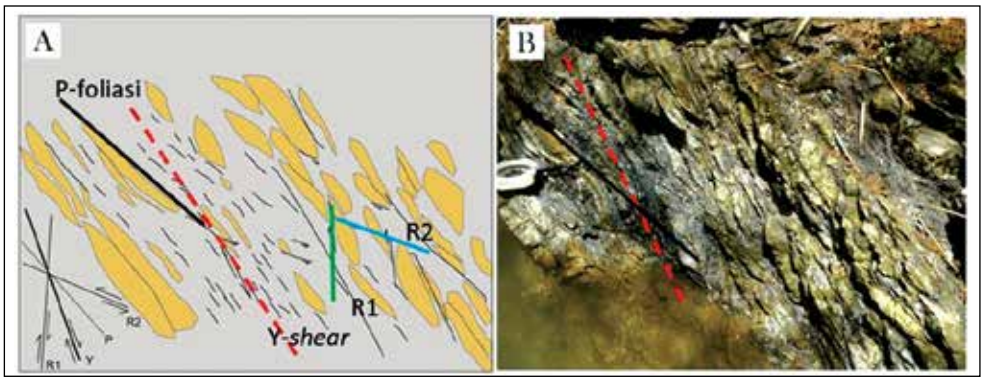
Gambar 5. Grafik Perbandingan Frekuensi dan Aspek Rasio (AR) *Boudin*

bahwa bidang P-foliasi terbentuk sejajar dengan arah sumbu terpanjang dari *boudin*. Bidang P-foliasi ini merupakan *cleavage* yang berkembang pada matriks lempung yang relatif miring ke arah utara. *Riedel shear* (R1) terbentuk pada sudut oblik berlawanan arah dengan P-foliasi, sedangkan *conjugate riedel shear* (R2) terbentuk pada sudut yang lebih besar pada zona *gouge* dengan arah yang berlawanan dengan R1. Hubungan antara orientasi sesar sistematis P-foliasi, Y-*shear*, dan R menunjukkan bahwa pembentukan *boudinage* diperkirakan dipengaruhi oleh adanya pergerakan menganan (*dextral*).

Mekanisme deformasi pada pembentukan struktur *boudin* batu pasir yang tertanam di dalam matriks lempung bersisik diperkirakan dipengaruhi oleh deformasi yang besifat plastis (*ductile*) dengan mengikuti prinsip *simple shear*. Mekanisme deformasi ini menyebabkan terjadinya penarikan pada lapisan batu pasir yang berada di sekitar matriks lempung yang relatif kurang kompeten seiring dengan peningkatan tekanan dan perbedaan viskositas.

Gambaran spesifik mengenai kondisi tekanan dan suhu yang berhubungan dengan pembentukan deformasi yang berlangsung pada batuan yang tersesarkan, khususnya pada batuan kompeten di sepanjang zona *gouge* dapat diketahui dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber:

Gambar 6. Hubungan orientasi sesar sistematis P-foliasi,Y-*shear*, dan R yang memengaruhi pembentukan struktur *boudin*

mengukur nilai *illite crystallinity* (IC) pada matriks lempung. Nilai IC pada matriks lempung di daerah penelitian sekitar 0,632–0.714 (Harsolumakso dkk., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme deformasi terbentuk pada suhu sekitar 205.916–223.014°C (±30°) pada kedalaman sekitar 4–5 km. Pengukuran suhu tersebut berdasarkan persamaan T (°C) = 353–206 IC (Δ°2θ) yang diusulkan oleh Hara dan Kurihara (2010) dengan koefisien korelasi 0.92 dan kesalahan ±30°C (Mukoyoshi dkk. (2007), dalam Hara, Kurihara, & Mori (2013)).

Harsolumakso dkk. (2019) menekankan bahwa endapan *molasse* di daerah penelitian yang didominasi oleh satuan batu pasir dan batu lempung diendapkan pada bagian *wedge-top* cekungan *foreland.* Endapan *molasse* ini diinterpretasikan sebagai hasil erosi kompleks akresi Karangsambung yang terbentuk sebelumnya dan bercampur dengan batuan vulkanik serta beberapa blok daratan Sunda yang ikut terangkat. Mekanisme pengangkatan ini berhubungan dengan tumbukan antara mikrokontinen Jawa Timur dan bagian timur daratan Sunda pada Eosen Awal hingga Oligosen Awal (Sribudiyani dkk., 2003; Hall, 2012).

E. KESIMPULAN

1. Struktur *boudin* batu pasir yang tertanam di dalam matriks lempung yang relatif kurang kompeten memperlihatkan hubungan struktur yang mengikuti prinsip *riedel shear.*
2. Hubungan antara orientasi sesar sistematis P-foliasi, Y-*shear*, dan R menunjukkan bahwa pembentukan *boudinage* diperkirakan dipengaruhi oleh adanya pergerakan menganan (*dextral*).
3. Mekanisme deformasi pada pembentukan struktur *boudin* batu pasir yang tertanam di dalam matriks lempung bersisik diperkirakan dipengaruhi oleh deformasi yang besifat plastis (*ductile*) dengan mengikuti prinsip *simple shear*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Mekanisme deformasi ini menyebabkan terjadinya penarikan pada tubuh batu pasir yang berada di sekitar matriks lempung yang relatif kurang kompeten.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S. (1974). *Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi teori tektonik dunia yang baru* (Disertasi tidak dipublikasikan, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., & Gafoer, S., (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Blenkinsop, T.G. (2002). *Deformation microstructures and mechanicms in minerals and rocks*. Dordrecht, Belanda: Kluwer Academic Publishers.

Condon, W.H., Pardyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., & Samodra, H. (1996). *Peta geologi lembar Banjarnegara dan Pekalongan skala 1:100.000* (*edisi kedua*). Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Goscombe, B.D. & Passchier, C.W. (2003). Asymmetric boudins as shear sense indicators: An assessment from field data. *Journal of Structural Geology*, *25*(4), 575–589.

Goscombe, B.D., Passchier, C.W., & Hand, M. (2004). Boudinage classification: End-member boudin types and modified boudin structures. *Journal of Structural Geology*, *26*(4), 739–763.

Hall, R. (2012). Late Jurassic–Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics*, 570–571, 1–41.

Hara, H., Kurihara, T., & Mori, H. (2013). Tectono-stratugraphy and low-grade metamorphism of Late Permian and Early Jurassic accretionary complexes within the Kurosegawa belt, Southwest Japan: Implications for mechanisms of crustal displacement within active continental margin. *Tectonophysics*, 592, 80–93.

Harsolumakso, A.H., Puswanto, P., & Sucipta, E. (2019). Batu pasir Bulukuning pada lempung bersisik di daerah Banjarnegara, Jawa Tengah: Studi petrologi, provenan, dan implikasi tektonik. *Buletin Geologi*, *3*(2), 333–343. DOI: 10.5614/bull.geol.2019.3.2.1

Ketner, K.B., Kastowo, Modjo, S., Naeser, C.W., Obradovich, J.D., Robinson, K., Suptandar, T., & Wikarno. (1976). Pre-Eocene rocks of Java, Indonesia. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, *4*(3), 605–614.

Kimura, G., Yamaguchi, A., Hojo, M., Kitamura, Y., Kameda, J., Ujiie, K., Hamada, Y., …, & Hina, S. (2012). Tectonic mélange as fault rock of subduction plate boundary, *Tectonophysics*, *568-569*, 25–38.

Parkinson, C.D., Miyazaki, K., Wakita, K., Barber, A.J., & Carswell, D.A. (1998). An overview and tectonic synthesis of the pre-Tertiary very-highpressure metamorphic and associated rocks of Java, Sulawesi and Kalimantan, Indonesia. *The Island Arc*, *7*(1–2), 184–200.

Prasetyadi, C. (2007). *Evolusi tektonik Paleogen Jawa bagian timur* (Disertasi tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Sribudiyani, Muchsin, M., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., …, & Yulianto, I. (2003). The collision of the East Java microplate and implication for hydrocarbon occurrences in the East Java Basin. Dalam *29th Annual Convention, Jakarta, Indonesian Petroleoum Association Proceedings*, 1, 1–12.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Suparka, M.E. (1988). *Studi petrologi dan pola kimia kompleks ofiolit Karangsambung utara Luh Ulo, Jawa Tengah, Evolusi geologi Jawa Tengah* (Disertasi tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Yamamoto, Y., Tonogai, K., & Anma, R. (2012). Fabric-based criteria to distinguish tectonic from sedimentary mélange in the Shimanto accretionary complex, Yakushima Island, SW Japan, *Tectonophysics*, *568–569*, 65–73.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

SESAR PURWOREJO SEBAGAI BATAS PEGUNUNGAN SERAYU SELATAN DAN KULON PROGO

PURWOREJO FAULT AS A BOUNDARY OF SOUTH SERAYU AND KULON PROGO MOUNTAINS

Asmoro Widagdo[1], Subagyo Pramumijoyo[2], Agung Harijoko[2]

[1]Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman
[2]Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The extensional structure of Purworejo is in the eastern part of the South Serayu Mountains. This structure is the boundary of the South Serayu Mountains with the Kulon Progo Mountains to the east. How the influence of this structure on the geological relationship of the South Serayu Mountains and the Kulon Progo Mountains is important to explain the geological conditions of this area. The study was conducted by reviewing field data on the structure and lithology that developed in the area around the Purworejo fault. The distribution of the Gunung Gajah Barat rock is an indication of the presence of Purworejo's extensional fault structure. The facies-medial distribution of West Gajah Mountain is cut and becomes narrow in the west, while the northward is very wide. The medial-facies of West Gajah Mountain is composed of andesite lava, andesite breccia and tuffaceous sandstones. In the west, the normal faults of Purworejo are found in different rocks in the form of polymic breccias with andesite igneous fragments, andesite breccia blocks, carbonate sandstone blocks, and marl block. The results of the striations analysis on this fault line show the least stress (σ3) trending west to northwest that has worked to create normal North-South faults (N-S). The presence of this stress with the main compression (compression area, σ1) vertically has worked to create normal faults with dipping to the west.

Keywords: *fault, extensional, facies, stress, mountain*

A. PENDAHULUAN

Konfigurasi penunjaman lempeng baru terjadi di Samudera Hindia pada Oligosen Akhir dan busur vulkanik baru terbentuk di bagian selatan Jawa. Menurut Sujanto dan Sumantri (1977), empat sesar utama yang terbentuk pada saat penyesuaian tektonik baru adalah sesar Citanduy, sesar Kroya, *Southern Hinge Line*, dan sesar Purworejo (di barat Pegunungan Kulon Progo).

Sesar Purworejo yang terletak di antara Pegunungan Serayu Selatan dan Pegunungan Kulon Progo ini belum dikaji lebih lanjut hingga kini. Purworejo dan Pegunungan Kulon Progo merupakan bagian dari wilayah Provinsi Jawa Tengah bagian selatan. Sesar ini terletak di bagian selatan Pulau Jawa dan merupakan bagian dari rangkaian Pegunungan Serayu Selatan di ujung paling timur. Sungai Bogowonto

Buku ini tidak diperjualbelikan.

membatasi wilayah antara Pegunungan Serayu Selatan dan Tinggian Kulon Progo. Pada jalur inilah Sesar Purworejo berkembang. Lokasi Sesar Purworejo dalam konstelasi Pulau Jawa ditunjukkan pada Gambar 1.

Struktur geologi di jalur sesar Purworejo dipengaruhi oleh gaya atau arah tegasan yang berhubungan dengan interaksi tektonik terhadap daerah di sekelilingnya. Di selatan Pulau Jawa, terdapat zona penunjaman lempeng Samudera Hindia-Australia di bawah lempeng Benua Eurasia yang memberikan efek kompresif terhadap Pulau Jawa. Di sebelah barat sesar Purworejo, berkembang pegunungan lipatan antiklin dan sinklin Serayu Selatan (Asikin, 1992). Pegunungan Kulon Progo terletak di sebelah timur sesar Purworejo. Widagdo, Pramumijoyo, dan Harijoko (2017; 2018) menyebutkan bahwa sesar Kulon Progo dengan pergerakan mendatar mengiri/sesar sinistral hadir di Pegunungan Kulon Progo.



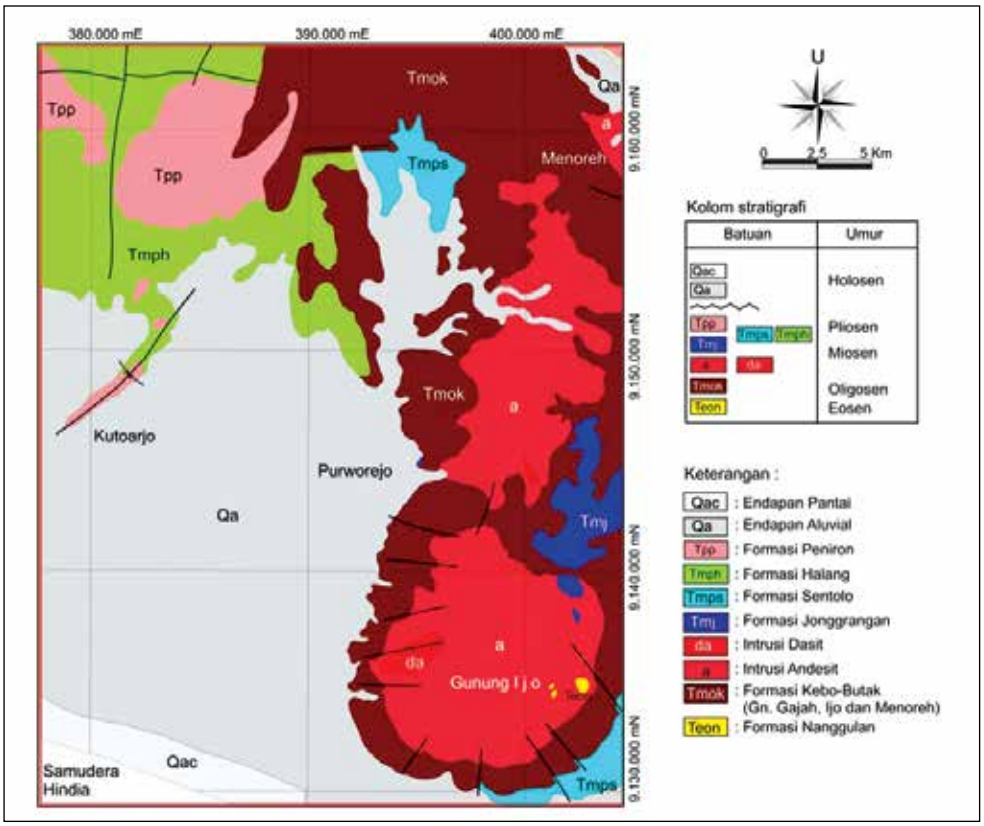
Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

B. GEOLOGI REGIONAL

Secara stratigrafi, daerah kajian termasuk ke dalam Mandala Gunung Api Tua yang sebagian besar disusun oleh batuan vulkanik Formasi Andesit Tua (van Bammelen, 1949) dan Formasi Sentolo/Jonggrangan. Formasi Nanggulan dan Formasi Andesit Tua tersebut diintrusi oleh batuan intrusi dangkal yang berupa mikrodiorit, andesit, dan dasit (Rahardjo dkk., 2012). Berdasarkan hubungan dengan formasi yang diintrusi, dapat disimpulkan bahwa batuan intrusi di daerah Kulon Progo terjadi dalam dua periode, yaitu intrusi yang terjadi pada kala Oligosen Akhir-Miosen Awal dan Miosen Akhir. Harjanto (2011) menyatakan bahwa kelompok gunung api ini ditutupi secara tidak selaras oleh endapan laut dangkal Formasi Jonggrangan dan Formasi Sentolo.

Di sebelah barat daerah penelitian, berkembang tatanan stratigrafi yang digambarkan oleh Asikin (1992). Batuan yang dijumpai terutama merupakan bagian dari Formasi Halang dan Formasi Peniron. Formasi Halang merupakan batuan vulkaniklastik berlapis baik yang berumur Miosen Akhir-Pliosen. Formasi Peniron merupakan batuan terutama tersusun atas breksi vulkanik yang berumur Pliosen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Tatanan Stratigrafi Regional Daerah Penelitian Menurut Peta Geologi Regional Lembar Yogyakarta (Rahardjo, 1995) dan Peta Geologi Lembar Kebumen (Asikin, 1992)

Menurut Asikin, Harsolumakso, Busono, dan Gafoer (1992) bahwa secara regional, di sebelah barat daerah kajian menggambarkan sesar N-S dengan pergerakan mengiri di utara Kutoharjo yang dapat dilihat pada Gambar 2. Sesar ini memotong sesar naik E-W pada Formasi Halang dan Peniron, serta batuan Formasi Halang dan Formasi Peniron. Formasi Peniron merupakan formasi batuan yang berumur Pliosen. Dengan demikian, sumber gaya pembentuk sesar ini aktif pada pasca-Pliosen. *Off-set* mengiri pada sesar ini dimungkinkan terjadi oleh intervensi gaya dari Pegunungan Kulon Progo yang mengalami reorientasi ke arah N-W.

Asikin dkk. (1992) juga menggambarkan lipatan antiklin dan sinklin terpotong oleh sesar-sesar N-S dengan *off-set* mengiri di antara Kutoarjo (Purworejo) dan Karangsambung (Kebumen). Lipatan berarah E-W ini terbentuk oleh gaya utama kompresif horisontal dari penunjaman lempeng di selatan Jawa, kemudian terkena gaya akibat sesar mendatar kiri Kulon Progo yang menyebabkan reorientasi gaya ke arah NW. Gaya ini menggerakkan sesar-sesar normal N-S yang telah terbentuk sebelumnya oleh gaya N-S.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah melalui pengamatan citra dan peta geologi regional, pengamatan lapangan, serta pengukuran unsur struktur sesar. Melalui pengamatan dan analisis citra, jalur kelurusan digambarkan untuk mempermudah pekerjaan pengambilan data sesar di lapangan dan penggambaran kemenerusan sesar. Data lapangan yang digunakan dalam penelitian ini berupa striasi pada bidang sesar yang dijumpai dalam berbagai singkapan batuan pada jalur sesar. Pengukuran yang meliputi strike, dip, sudut pitch dan arah pergerakan sesar, serta perekaman data sesar dilakukan langsung di lapangan.

D. DATA DAN ANALISIS

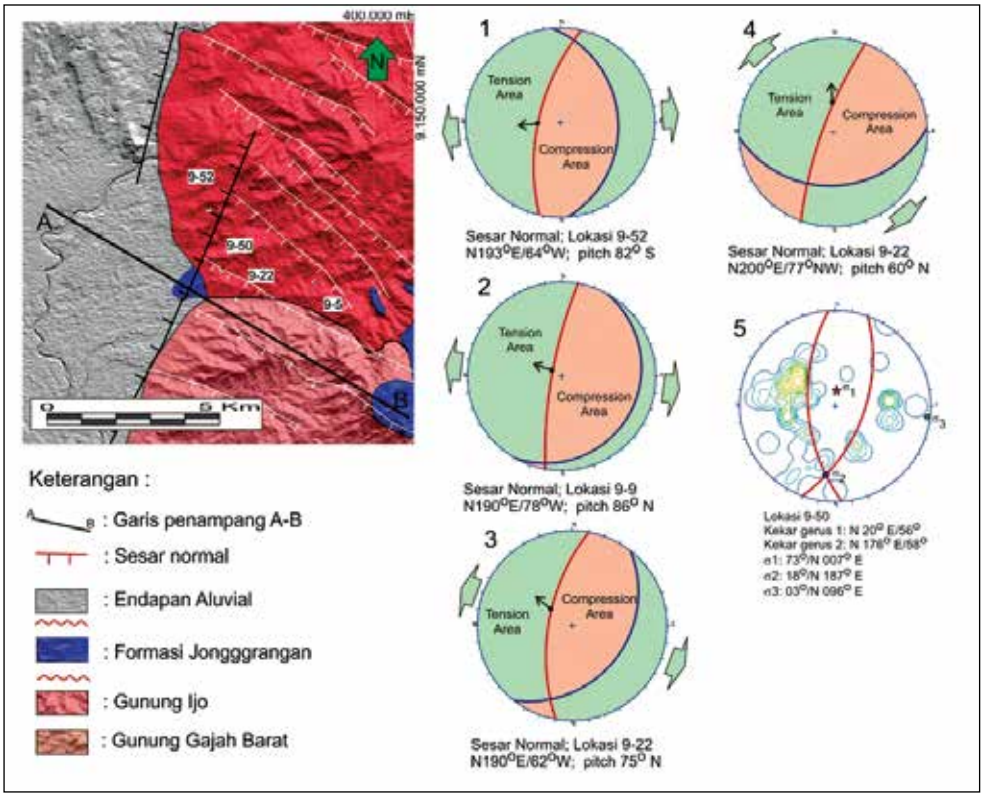
Data kehadiran sesar ini dijumpai di lapangan berupa bidang sesar dengan gores-garis (Gambar 3) dan kekar gerus di Kecamatan Purworejo. Bidang sesar dengan kedudukan N 190°/78° dijumpai dengan sudut *pitch* 86° membuka ke arah barat laut. Data gores-garis sesar dengan kedudukan N 193°/64° dengan sudut *pitch* 82° membuka ke arah selatan dijumpai di Desa Sidomulyo, sementara di Desa Benggong terjadi pada batu gamping. Gores-garis ini terbentuk pada batuan lava andesit sisi barat Gunung Gajah Barat. Di Desa Plipir, dijumpai bidang sesar dengan kedudukan N 190°/62° dan N 200°/77°. Sudut *pitch* yang dijumpai membentuk sudut masing-masing 75° dan 60°, keduanya membuka ke arah utara (Gambar 4(3) dan 4(4)).

Gambar 4 menunjukkan hasil analisis terhadap data gores garis pada bidang sesar yang berkaitan dengan kehadiran sesar berarah relatif utara timur laut-selatan barat daya (NNE-SSW) seperti pada peta. Hasil analisis data gores-garis sesar di daerah Kecamatan Purworejo menunjukkan adanya gaya utama terlemah (*minimum horizontal stress direction*, σ*3*) berarah barat hingga barat laut yang telah bekerja menciptakan sesar-sesar normal utara timur laut-selatan barat daya (NNE-SSW). Gaya kompresi utama (*compression area*, σ*1*) vertikal dengan gaya utama terlemah (*tension area*, σ*3*) horisontal ke arah barat hingga barat laut yang telah bekerja menciptakan sesar-sesar normal dengan kemiringan (*dipping*) ke arah barat (Gambar 4).



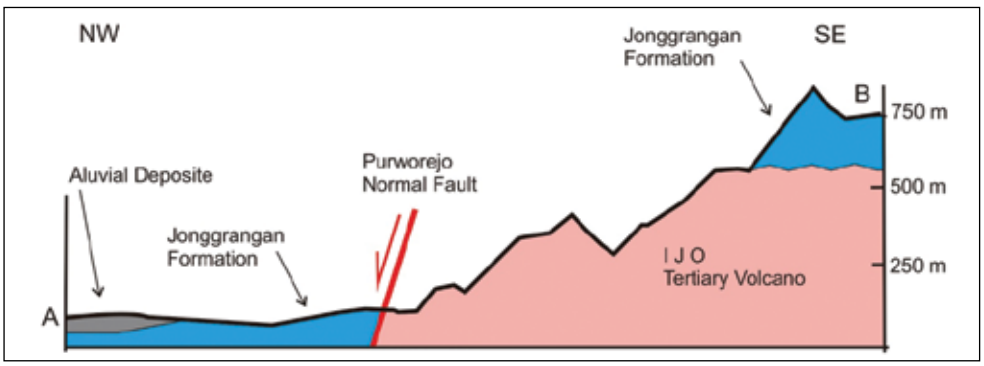
Gambar 3. Ketampakan Lapangan Sesar Normal di Desa Plipir, Kecamatan Purworejo

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Analisis Data Gores-Garis dan Kekar pada Jalur Sesar Ekstensional Purworejo

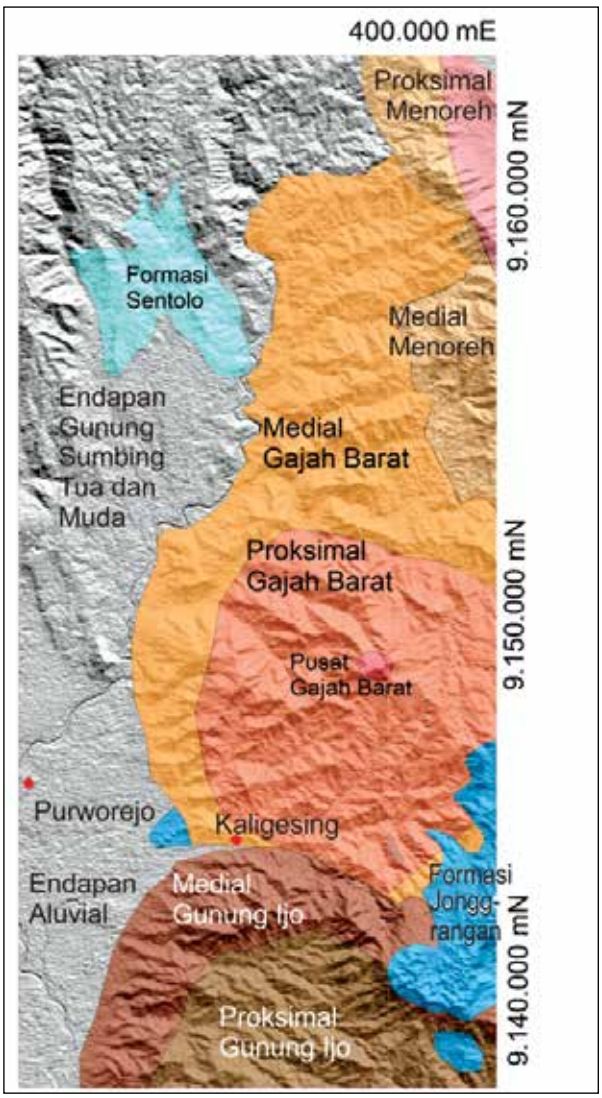
Analisis data kekar gerus menunjukkan gaya utama terkuat ($\sigma 1$) relatif vertikal dan gaya utama terlemah ($\sigma 3$) horizontal. Hasil analisis terlihat konsisten atau tidak berbeda dengan hasil analisis data gores-garis yang dijumpai. Hasil analisis di atas $\sigma 3$ berada pada bagian tepi lingkaran besar atau bersifat horizontal. Berbagai normal atau daerah tektonik regangan terbentuk akibat perpaduan gaya utama terkuat vertikal dan gaya utama terlemah horizontal.



Gambar 5. Penampang Geologi dari Garis Penampang A-B

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Terpotongnya sebaran batuan Gunung Gajah Barat menjadi indikasi kehadiran struktur sesar ekstensional Purworejo. Pelamparan fasies medial Gunung Gajah Barat terpotong dan menjadi sempit di barat, sementara pelamparan ke arah utara sangat luas. Bagian fasies medial Gunung Gajah Barat ini tersusun atas lava andesit, breksi andesit, dan batu pasir tufaan krakalan. Di sebelah barat sesar normal Purworejo, dijumpai batuan yang berbeda, yakni berupa breksi polimik dengan fragmen batuan beku andesit, bongkah breksi andesit, bongkah batu pasir karbonatan, dan bongkah napal. Batuan yang diinterpretasikan sebagai hasil percampuran karena sesar ini dapat dijumpai di Sungai Bogowonto, Desa Loano, Kecamatan Loano, Purworejo.



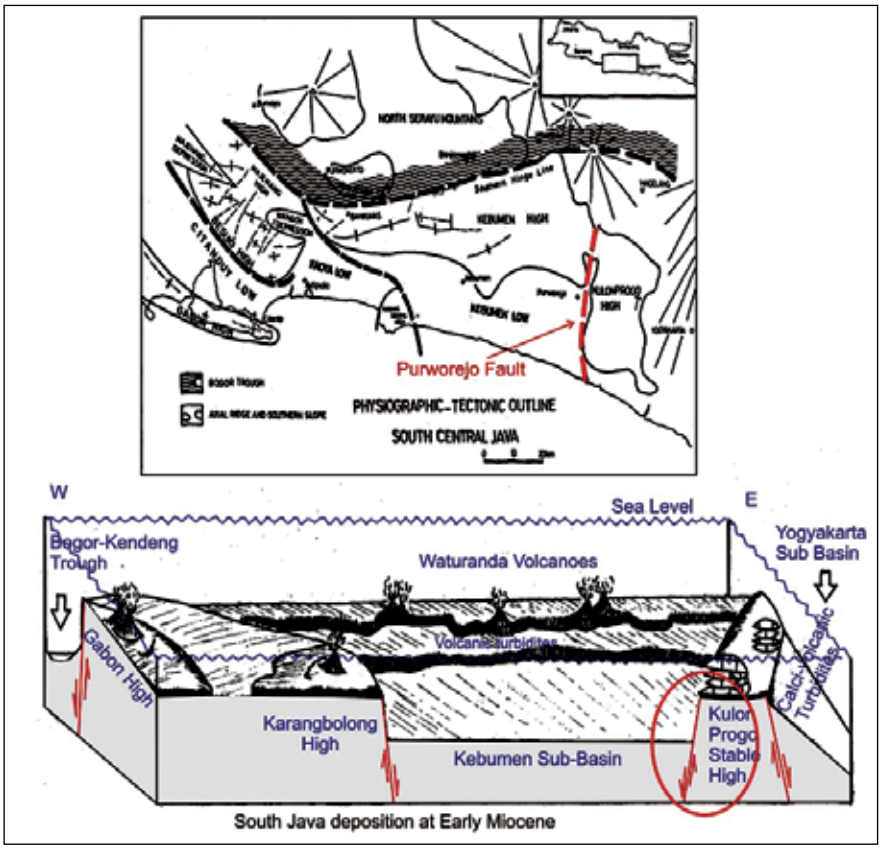
Gambar 6. Fasies medial Gunung Gajah Barat melampar luas ke arah utara, namun terpotong dan hanya sempit di arah barat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. DISKUSI DAN PEMBAHASAN

Struktur ekstensional Purworejo yang berumur Oligosen (Gambar 7) pertama kali dikemukakan oleh Sujanto dan Sumantri (1977). Sesar Purworejo terletak di bagian barat Gunung Gajah Barat menempati daerah Kaligesing dan Loano. Sesar ini memotong batuan Gunung Gajah Barat dengan arah relatif utara-selatan (N-S). Sebaran sesar ini ditunjukkan pada gambar di bawah, dengan kelurusan sesar tertimbun pada bagian utara dan selatan. Jalur sesar ini sebagian besar telah tertimbun oleh endapan Gunung Api Muda Sumbing. Sesar tersebut menjadi batas tubuh Gunung Api Gajah Barat yang lebih tua dengan endapan muda di bagian barat serta menyebabkan hilangnya sebagian fasies medial dan distal Gunung Gajah di sisi barat Gunung Ijo.

Struktur ekstensional Purworejo berada di bagian sebelah barat Gunung Gajah dan Gunung Ijo. Struktur ini memiliki arah relatif utara-selatan dan menjadi pembatas antara Pegunugan Serayu Selatan di sebelah barat dan Pegunungan Kulon Progo di sebelah timurnya. Jalur sesar Purworejo tertutup oleh endapan aluvial di sebelah selatan dan endapan Gunung Api Sumbing Tua di sebelah utara.

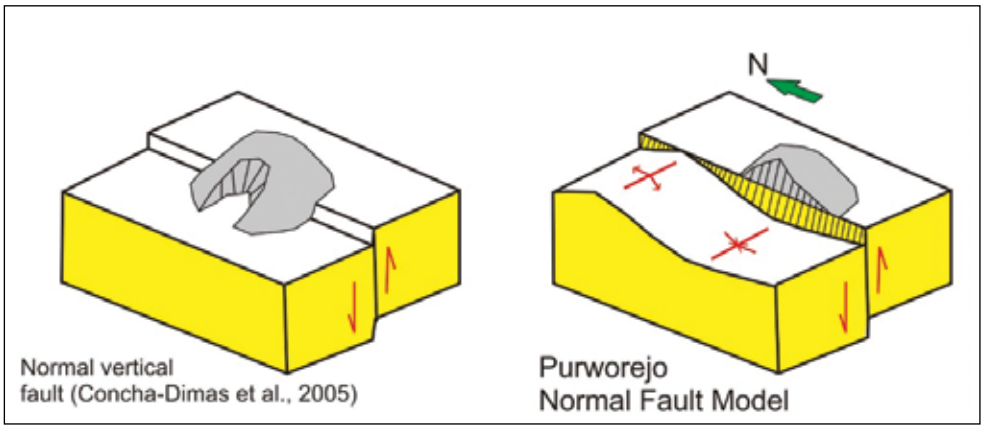


Sumber: Sujanto dan Sumatri (1977)

Gambar 7. Sesar Normal di Sebelah Barat Kulon Progo

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hasil analisis data gores-garis pada jalur sesar ini menunjukkan adanya gaya tarikan ($\sigma 3$) berarah barat hingga barat laut yang telah bekerja menciptakan sesar-sesar normal utara-selatan (N-S). Kehadiran gaya ini dengan kompresi utama ($\sigma 1$) vertikal telah bekerja menciptakan sesar-sesar normal dengan kemiringan (*dipping*) ke arah barat. Gaya terlemah yang bekerja berarah barat-timur dimungkinkan hadir saat pembentukan lipatan di sebelah barat sesar Purworejo ini.



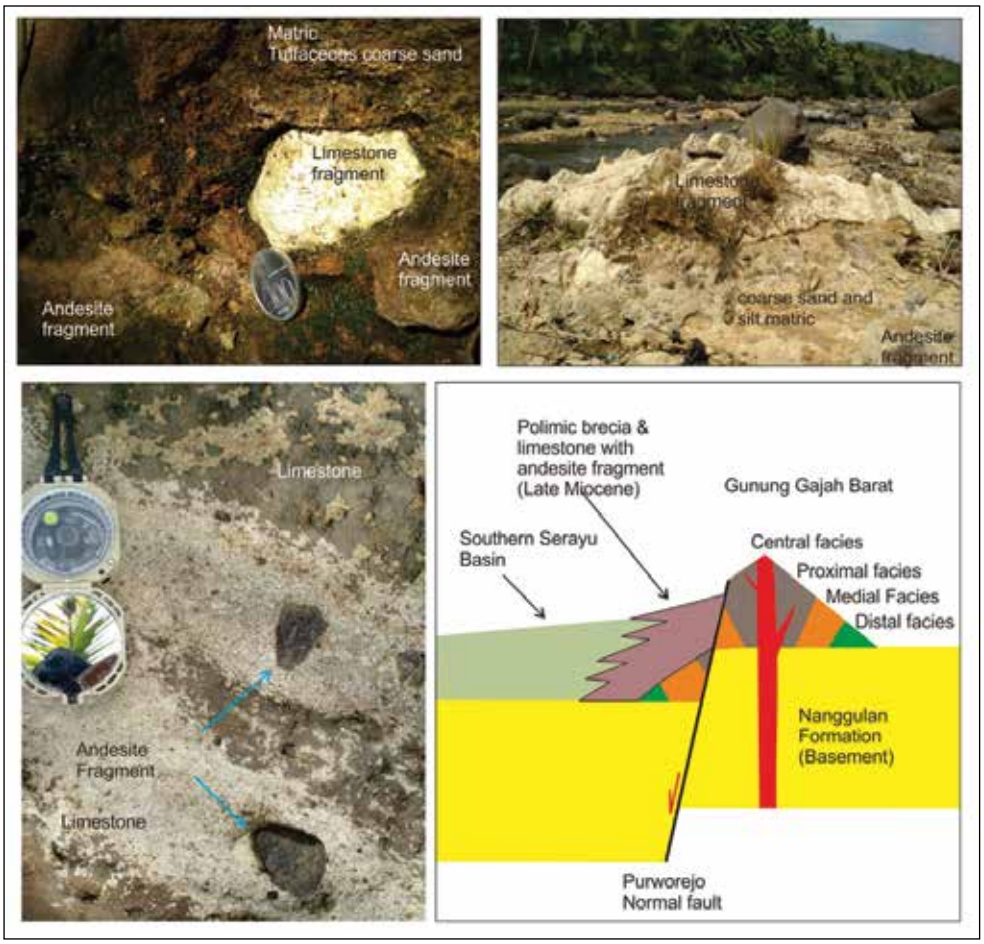
Sumber:

Gambar 8. Diagram pengaruh sesar normal terhadap bentuk gunung api (Concha-Dimas, Cerca, Rodriguez, & Watters, 2005) dan kondisi di sisi barat Pegunungan Kulon Progo

Gambar 8 menggambarkan keadaan pada sesar turun yang mengontrol bentuk morfologi dan sebaran litologi di bagian barat Pegunungan Kulon Progo dikomparasikan dengan model menurut Concha-Dimas dkk. (2004). Sesar tersebut menjadi pengaruh utama hilangnya fasies medial dan distal pada bagian barat Gunung Gajah Barat. Bagian fasies ini bergerak turun dan tertimbun oleh breksi polimik hasil percampuran material vulkanik Gunung Gajah Barat dan sedimen karbonat Formasi Sentolo/Jonggrangan (Gambar 9).

Breksi polimik (Gambar 9) tersusun atas fragmen batuan beku, bongkah breksi andesit yang lebih tua, fragmen batu gamping, fragmen napal, dan fragmen batu pasir karbonatan. Komposisi matrik breksi ini berupa material berukuran pasir kasar, pasir sedang, dan lanau. Breksi polimik ini melampar luas di daerah utara dataran Purworejo dengan ukuran fragmen mencapai bongkah di sisi timur (dekat dengan bidang sesar) dan berangsur mengecil ke arah barat menjauhi bidang sesar normal Purworejo.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber:

Gambar 9. Breksi polimik di Purworejo bagian barat Pegunungan Kulon Progo yang tidak dijumpai di Pegunungan Kulon Progo.

E. KESIMPULAN

1. Sesar Purworejo dihasilkan oleh stres tarikan (*least stress*, $\sigma 3$) berarah barat-timur hingga barat laut-tenggara yang telah bekerja menciptakan sesar normal utara-selatan.
2. Kehadiran *stress* barat-timur hingga barat laut-tenggara dengan kompresi utama ($\sigma 1$) vertikal telah bekerja menciptakan sesar-sesar normal dengan kemiringan (*dipping*) ke arah barat.
3. Sesar Purworejo memengaruhi hilangnya fasies medial dan distal Gunung Gajah Barat di sebelah barat.
4. Breksi polimik yang tersusun atas fragmen batuan beku, fragmen batuan karbonat, fragmen batu pasir karbonatan dengan matrik pasir kasar, pasir sedang, dan lanau terbentuk di sepanjang sesar Purworejo.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih pada Departemen Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia, yang telah memberikan pembiayaan bagi kelancaran studi penulis mengenai struktur geologi di Pegunungan Kulon Progo. Banyak terima kasih kami sampaikan kepada teman-teman di Program Doktor, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, untuk diskusi yang telah dilakukan dalam mendukung terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen Skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Concha-Dimas, A., Cerca, M., Rodriguez, S.R., & Watters, R.J. (2005). Geomorphological evidence of the influence of pre-volcanic basement structure on emplacement and deformation of volcanic edifices at the Cofre de Perote–Pico de Orizaba chain and implications for avalanche generation. *Geomorphology*, *72*(1–4), 19–39.

Harjanto, A. (2011). Vulkanostratigrafi di daerah Kulon Progo dan sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah MTG*, *4*(8), 30–45.

Sujanto, F.X. & Sumantri, Y.R. (1977). Preliminary study on the tertiary depositional pattern of Java. Dalam *Proceedings of the 6th Annual Convention Indonesian Petroleum Association*, 2, 183–213.

Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H.M.D. (1995). *Peta geologi lembar Yogyakarta*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia* (Vol. IA). Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Widagdo, A., Pramumijoyo, S.P., & Harijoko, A. (2017). Rekontruksi struktur geologi daerah Gunung Ijo di Pegunungan Kulon Progo-Yogyakarta berdasarkan sebaran kekar, sesar, dan urat kuarsa. Dalam *Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-10*, 1072–1090. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Widagdo, A., Pramumijoyo, S.P., & Harijoko, A. (2018). Morphotectono-volcanic of tertiary volcanic rock in Kulon Progo mountains area, Yogyakarta-Indonesia. Dalam *International Conference on Earth Science, Mineral and Energy (ICEMINE)*, 212. Yogyakarta: IOP Publishing Ltd.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MEKANISME ENDAPAN PERPINDAHAN MASSA DAN HUBUNGANNYA DENGAN DEFORMASI TERKAIT PADA FORMASI TOTOGAN, JAWA TENGAH

MASS TRANSPORT DEPOSITS PROCESSES AND RELATED DEFORMATION IN TOTOGAN FORMATION, CENTRAL JAWA

[1]Mohammad Al 'Afif, Eko [2]Puswanto, [3]Fitriany Amalia Wardhani, [4]Isyqi

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI
[1]Pos-el: mohammad.al.afif@karangsambung.lipi.go.id

ABSTRACT

Mass transport deposits, a unit that moved by the gravitation process, is an important component of submarine stratigraphy. Totogan formation comes under the sedimentary mélange (olisostrome) and it is an excellent fossil deposit sample. The path shows the presence of fragments of cherts, basalts, clay stones, and sandstones in the dominance of the matrix. Most of the lower passages show clast supported with poor to very bad sorting. The process is interpreted as part of the oversteepening process in which the mass will be the charges carried by the gravity-driven mechanism.

Keywords: *mass transport deposit, matrix, deformation, Totogan Formation*

ABSTRAK

Endapan perpindahan massa (*mass transport deposits*) merupakan unit yang dipengaruhi oleh proses gravitasi dan mewakili kompenen penting dari urutan stratigrafi bawah laut, baik sekarang maupun masa lampau. Formasi Totogan termasuk dalam *mélange* sedimen (olisostrom) dan merupakan contoh ideal dalam proses pengendapan massa purba. Jalur lintasan menujukkan adanya pecahan rijang, basal, batu lempung, dan batu pasir dalam dominasi matriks. Sebagian besar lintasan bagian bawah menunjukkan kemas *clast supported* dengan sortasi buruk sampai sangat buruk. Proses tersebut diinterpretasikan sebagai bagian dari proses *oversteepening*, di mana massa akan menjadi berbagai muatan yang dibawa oleh mekanisme *gravity-driven*.

Kata kunci: endapan perpindahan massa, matriks, deformasi, Formasi Totogan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Endapan perpindahan massa (*mass transport deposits*) merupakan unit yang dipengaruhi oleh proses gravitasi dan mewakili kompenen penting dari urutan stratigrafi bawah laut pada masa sekarang dan masa lampau (Martín-Merino, Férnandez, Colmenero, & Bahamonde, 2014). Endapan ini merekam proses longsoran bawah laut dengan mekanisme, luncuran (*sliding*), jatuhan (*rock fall*), serta aliran gravitasi (*gravity flow*) dan proses lainnya.

Peneliti lainnya, Alonso, Marcos, dan Suárez (2006) telah mendokumentasikan mengenai bentukan endapan perpindahan massa pada cekungan depan benua untuk mempelajari komposisi, genesa, dan hubungan dengan deformasi yang terjadi. Endapan ini juga merekam peristiwa pengendapan multiepisodik pada skala regional dan berguna sebagai kunci utama dalam korelasi stratigrafi.

Penelitian pendahuluan berbasis lapangan ini berfokus pada Formasi Totogan dalam satu lintasan yang memiliki perubahan secara signifikan dalam proses pengendapannya. Dalam banyak kasus, stuktur sedimen primer yang dihasilkan dari endapan perpindahan massa biasanya akan saling tumpang tindih akibat proses tektonik setelahnya. Pengamatan sedimentologi, statigrafi, dan geologi struktur yang terintegrasi diharapkan mampu untuk menganalisis proses endapan perpindahan massa ini.

Penelitian ini bertujuan membahas bukti terkait proses endapan perpindahan massa dari Formasi Totogan dan mekanisme deformasi terkait sebagai mekanisme utama pembentukan *mélange* sedimen (olisostrom).

B. GEOLOGI REGIONAL

Pulau Jawa terletak di bagian tenggara Keraton Sundaland yang terbentuk dari konvergensi lempeng Hindia-Australia dan Eurasia sejak zaman Kapur hingga saat ini. Kondisi geologi tersebut membuat Pulau Jawa memiliki kompleks busur magmatik, prisma akresi, zona subduksi, dan asosiasi batuan sedimen di dalamnya (Armandita, Satyana, Mukti, & Yuliandri, 2011)

Secara fisiografis, Jawa Tengah dikontrol oleh dua sesar mendatar regional, yaitu Sesar Pamanukan-Cilacap yang berorientasi Sumatra dan Sesar Kebumen-Muria yang berorientasi Meratus. Kedua sesar menyebabkan perbedaan tinggi sehingga bagian pantai utara selatan Jawa Tengah menjorok ke darat dan pada titik pertemuan kedua sesar ini mengalami pengangkatan dan menyibak batuan dasar Kompleks Luk Ulo (Satyana & Purwaningsih, 2002).

Batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah satuan batuan pra-Tersier yang dikenal sebagai Kompleks Mélange Luk Ulo (Asikin, 1974). Kompleks tersebut terdiri atas campuran tektonik bongkah dan keratan batuan metamorf, batuan beku basa dan ultrabasa, serta batuan sedimen pelagik dan hemipelagik yang tertanam dalam matriks batu lempung yang tergerus kuat. Secara tidak selaras, ditandai oleh suatu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kontak tektonik, kompleks *mélange* ini ditumpangi oleh sedimen tersier, berurutan dari bawah ke atas, antara lain Formasi Karangsambung, Formasi Totogan, Formasi Waturanda, dan Formasi Penosogan (Prasetyadi, Suparka, Harsolumakso, & Sapiie, 2006).

Formasi Totogan umumnya terdiri atas campuran sedimenter berbagai fragmen dan blok (olistolit), seperti batu pasir, batu lanau, konglomerat, dan batu gamping *Palenummulites* sp. dalam matriks lempung yang diinterpretasikan sebagai endapan olistostrom (Asikin, 1974). Di beberapa tempat, pada bagian atas Formasi Totogan secara berangsur menjadi endapan aliran gravitasi yang berupa batu lempung kerakalan serta terdapatnya endapan turbidit dengan struktur sedimen lapisan bersusun.

Secara umum, struktur daerah Karangsambung terdiri atas tiga arah struktur utama. Arah struktur yang pertama adalah arah timur laut-barat daya yang ditunjukkan oleh arah umum sumbu panjang struktur *boudin*, arah timur-barat berkembang di kelompok batuan pra-Tersier dan struktur lain berarah timur-barat yang ditunjukkan oleh arah umum struktur lipatan dan sesar naik yang berkembang di batuan Tersier, dan berarah utara-selatan berupa sesar-sesar yang memotong batuan pra-Tersier dan tersier (Asikin, Handoyo, Busono, & Gafoer, 1992).

C. METODE

Lokasi penelitian berada di Desa Karangsambung, Kebumen, dengan koordinat UTM 49 0355350 9167225 dan termasuk dalam Formasi Totogan. Penelitian tahap awal berfokus pada satu lintasan sepanjang kurang lebih 100 meter. Metode penelitian yang digunakan berupa studi pustaka dan kajian literatur mekanisme olisostrom. Observasi lapangan dilakukan pembuatan penampang stratigrafi dilanjutkan dengan analisis berdasarkan data awal yang didapatkan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur sedimen yang berkembang berupa bentukan *slump*, fasies aliran debris, dan *boudin* yang terjebak dalam blok litologi dalam matriks (*blocky flow deposit*). Percampuran blok pada lokasi dikaitkan dengan kedalaman cekungan yang mampu menggabungkan beberapa litologi, umur, dan komposisi yang berbeda dalam satu tempat (Ogata, Pini, Tinterri, & Mutti, 2012). Komposisi polimiktik memperkuat teori bahwa asal dari endapan kemungkinan berasal dari sedimen itu sendiri atau *mélange* tektonik yang sudah terbentuk lebih awal. Proses resedimentasi ulang dikaitkan dengan karakteristik matriks dengan blok hasil olisostrom.

Karakteristik matriks berupa batu lempung tergerus kuat serta bongkahan yang tecampur telah mengalami proses penarikan dan terkonsentrasi serta memiliki orientasi arah. Endapan sedimen tersebut diperkirakan berasal dari erosi dasar laut dan sebagian berasal dari hancuran secara terus menerus pada lapisan yang terlitifikasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lemah (Gambar 1) pada bagian atas merupakan lapisan awal yang tidak dipengaruhi oleh proses longsoran.

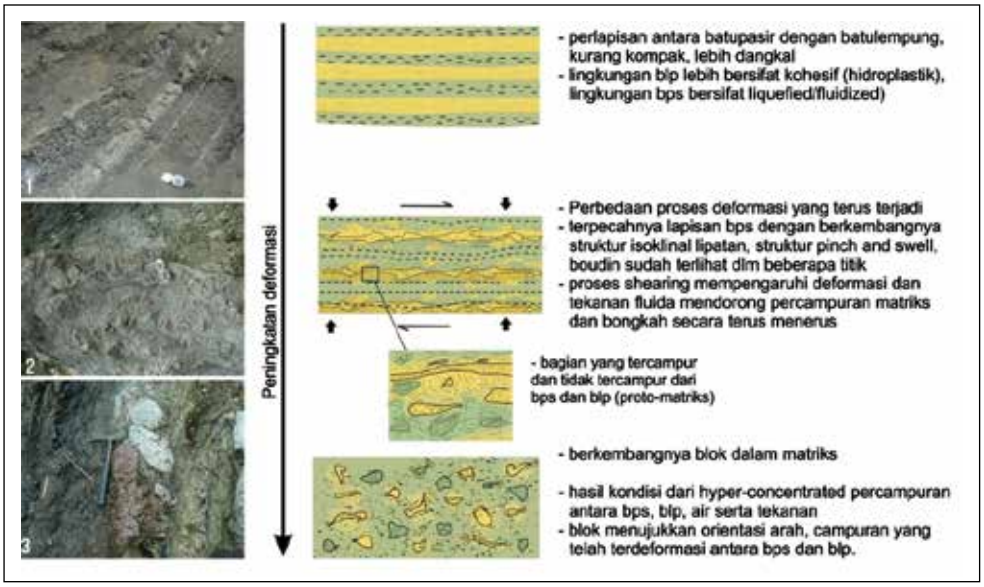
Berdasarkan urutan dan susunan dari lingkungan tubuh luncuran sedimen, karakteristik matriks dapat dibedakan berdasarkan urutan dan susunannya, meskipun memiliki blok yang sama. Hal ini ditunjukkan dengan adanya matriks yang terjebak pada "kantong" dan terisolasi, di mana bagian yang terisolasi tersebut merupakan matriks induk (proto-matriks) dan tidak tercampur (*unmixing*) selama proses luncuran terjadi dan berkembang selama tahap awal deformasi (Ogata dkk., (2012).

Proses perpindahan massa daerah penelitian memiliki ciri keseluruhan bagian yang berkaitan dengan pembentukan *shear zone*. *Shear zone* berhubungan dengan mekanisme pengendapan yang terjadi bersamaan proses sedimentasi (*syn-sedimentary*), sesar normal, dan sesar naik. Zona ini dapat dikenali melalui pengamatan pada matriks dan blok yang memiliki penjajaran arah pada matriks dan blok, orientasi memanjang dari blok, lipatan dan *boudin* yang tidak simetri dengan matriks lebih bersifat plastis, serta tipe struktur menyerupai sigma (Ogata dkk., (2012). Tebal endapan bersifat masif ini mulai dari beberapa millimeter sampai beberapa meter dengan matriks yang dominan. Gaya utama yang bekerja berupa gaya seretan (*dragging force*) yang berkontribusi terhadap berkembangnya lipatan rebah, lipatan isoklinal, dan lipatan lain yang bidang aksialnya sejajar dengan *shear zone*.

Daerah penelitian termasuk dalam kategori endapan perpindahan massa yang merupakan campuran dari berbagai batuan dan beberapa proses yang melibatkan seluruh aspek dari proses *mass-wasting*. Pergerakan penurunan lereng dari tubuh endapan dipicu oleh perubahan aliran atau pergerakan massa yang yang berbeda dan mendorong terjadinya gangguan secara progesif pada batuan.

Menurut Martín-Merino, Férnandez, Colmenero, & Bahamonde (2014) mekanisme pemicu dari endapan perpindahan massa terbagi menjadi dua, yaitu *oversteepening* pada cekungan dan peningkatan tekanan fluida pada pori sehingga massa menjadi lebih berat. Pada daerah penelitian yang merupakan zona prisma akresi, jalur lintasan menujukkan adanya pecahan rijang, basal, batu lempung, dan batu pasir dalam dominasi matriks. Hasil pengukuran rasio aspek *boudin* bernilai Ar < 7 yang menunjukkan bahwa mekanisme pembentukan struktur bongkah (*boudinage*) kurang berkembang dengan baik (Puswanto, Al 'Afif, Raharjo, & Mareta, 2016). Sebagian besar lintasan bagian bawah menunjukkan kemas *clast supported* dengan sortasi buruk sampai sangat buruk. Proses tersebut diinterpretasikan sebagai bagian dari proses *oversteepening*, di mana massa akan menjadi berbagai muatan yang dibawa oleh mekanisme *gravity-driven*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber:

Gambar 1. Tahap perubahan perkembangan matriks serta perubahan endapan pergerakan massa dari urutan berlapis sampai tercampur aduk

E. KESIMPULAN

Proses perpindahan massa dibuktikan pada gangguan urutan sekuen dan pencampuran yang terus terjadi. Pembentukan berhubungan pada *shear zone*, di mana blok dan matriks memiliki panjang dan orientasi arah dengan boudin dan lipatan yang asimetri serta matrik dominan bersifat plastis.

Deformasi terkait proses *mass transport* pada lintasan berkembang di dalam longsoran bawah laut. Pembentukan ini merupakan mekanisme yang paling efektif dalam membentuk struktur blok polimik dalam massa dasar tipe *mélange* sedimen.

F. SARAN DAN REKOMENDASI

Hasil dari penelitian pendahuluan menujukkan perlu adanya penelitian lanjutan pada Formasi Totogan dan Formasi Karangsambung berkaitan dengan mekanisme MTD (*Mass Transport Deposit*) di cekungan hasil prisma akresi.

Penambahan metode seperti petrografi, analisis mikropaleontologi, dan pengukuran penampang statigrafi beberapa lintasan dan jika diperlukan melakukan pembuktian untuk menentukan genesis dari blok batu pasir yang ada, akan mendukung data secara lebih mendetail mengenai MTD pada cekungan depan benua.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

G. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh rekan peneliti Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI atas bantuan dan kerja samanya dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alonso, J.L., Marcos, A., & Suárez, A. (2006). Structure and organization of the Porma Mélange: Progressive denudation of a submarine Nappe toe by gravitational collapse. *American Journal of Science*, *306*(1), 32–65. https://doi.org/10.2475/ajs.306.1.32

Armandita, C., Satyana, A.H., Mukti, M.M., & Yuliandri, I. (2011). Trace of the translated subduction in central Java and its role on the Paleogene basins and petroleum system development. Dalam *Proceedings JCM Makassar 2011 The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*, 26–29. Makassar: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

Asikin, 1974. *Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi tektonik dunia yang baru* (Disertasi tidak dipublikasikan, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S., (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi

Martín-Merino, G., Férnandez, L.P., Colmenero, J.R., & Bahamonde, J.R. (2014). Mass-transport deposits in a Variscan wedge-top foreland basin (Pisuerga area, Cantabrian Zone, NW Spain). *Marine Geology*, *356*, 71–87. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2014.01.012

Ogata, K., Pini, G.A., Tinterri, R., & Mutti, E. (2012). Mass transport processes and related deformation mechanisms in sedimentary mélanges. *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, *22*(2012), 158–161.

Prasetyadi, C., Suparka, E. R., Harsolumakso, A. H., & Sapiie, B. (2006). An overview of Paleogene stratigraphy of he Karangsambung area, central Java: Discovery of a new type of Eocene rock. Dalam *Proceedings International Geosciences Conference and Exhibition*, 3–6. Jakarta: Society of Exploration Geophysicists dan Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.

Puswanto, E., Al 'Afif, M., Raharjo, P.D., & Mareta, N. (2016). *Mekanisme deformasi lempung bersisik Formasi Karangsambung*. Dalam *Prosiding Geotek Expo Puslit Geoteknologi LIPI*, 978–979. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

Satyana, A.H. & Purwaningsih, M.E.M. (2002). Lekukan struktur Jawa Tengah: Suatu segmentasi sesar mendatar. Dalam *Proceeding Indonesian Association of Geologists (IAGI)*, 1–14. Yogyakarta: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

FACTORS CONTROLLING "UNIQUE DEFORMATION" IN GUNUNG PANDAN AREA, CENTRAL KENDENG FOLD, AND THRUST BELT: THOUGHTS AND PROOFS

[*]Ikra Wahyu Pratama, Pramanadri Putra, Danfaturohmannurul Huda

Geological Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta, 55281
[*]Pos-el: ikrawahyupratama@gmail.com

ABSTRACT

Kendeng Zone is mainly composed of marine-terrestrial deposits that have experienced intense folding and thrusting forming west-east structural trend due to north-south trending compression. Some "unique" deformation patterns can be observed in West Kendeng, around Gunung Ungaran, and Central Kendeng. In Central Kendeng, it is marked by the presence of east-west trending structures that are bent and deflected around Gunung Pandan. The research area is 40x20 km^2 wide, including Gunung Pandan and its surrounding area. Methods used in this study were remote sensing analysis using Landsat 7, SRTM 1 Arc-Second, and field observation. Remote sensing analysis resulted in an observable kink-band-like pattern surrounding Gunung Pandan. This pattern was marked by the difference in lineament patterns between eastern (W-E pattern), central (NW-SE pattern), and western part (W-E/WNW-ESE pattern) of Gunung Pandan. This study proposes three possible factors that might be responsible for forming this unique deformation, i.e. the presence of Gunung Pandan, the presence of NE-SW sinistral fault, and the presence of N-S reactivated basement fault. The presence of Gunung Pandan causes deflection of E-W trend structures to the south, while the presence of NE-SW sinistral fault and reactivation of N-S basement fault responsible for forming a kink-band-like pattern. The presence of N-S basement fault is supported by the presence of andesite intrusion bodies distributed along N-S trend in the research area, this basement fault also possibly responsible for the rise of magma to the surface forming Gunung Pandan.

Keywords: unique deformation, Central Kendeng, Gunung Pandan, basement fault, kink-band-like pattern

ABSTRAK

Zona Kendeng utamanya tersusun oleh endapan laut-darat yang telah mengalami perlipatan dan penyesaran anjak intensif membentuk tren struktur berarah barat-timur akibat kompresi berarah utara-selatan. Beberapa deformasi "unik" dapat diamati di Kendeng Barat, tepatnya di sekitar Gunung Ungaran, dan Kendeng Tengah. Deformasi "unik" di Kendeng Tengah ditandai dengan kehadiran tren struktur berarah timur-barat yang terbelokkan dan terdefleksikan di sekitar Gunung Pandan. Lokasi penelitian memiliki luas 40x20 km^2, termasuk di dalamnya tubuh Gunung Api Pandan, dan area sekitarnya. Metode yang digunakan berupa analisis penginderaan jauh menggunakan citra Landsat 7 dan SRTM 1 Arc-Second, serta pengamatan lapangan. Hasil analisis penginderaan jauh menunjukkan hadirnya pola struktur yang menyerupai kink-band di sekitar Gunung Pandan. Pola

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini ditandai oleh adanya perbedaan pola kelurusan antara sisi timur (pola B-T), tengah (pola BL-Tg), dan barat (pola B-T/BBL-TTg) Gunung Pandan. Studi ini mengusulkan adanya tiga faktor yang kemungkinan berperan membentuk deformasi unik ini, yaitu kehadiran tubuh Gunung Pandan, sesar geser sinistral berarah TL-BD, dan patahan basemen berarah U-S yang teraktivasi kembali. Kehadiran Gunung Pandan mengakibatkan terjadinya defleksi sumbu struktur berarah T-B ke selatan, sedangkan kehadiran sesar geser sinistral berarah TL-BD dan reaktivasi patahan basemen berarah U-S berperan dalam membentuk pola menyerupai kink band. Hadirnya patahan basemen berarah U-S didukung oleh kehadiran tubuh-tubuh andesit yang terdistribusi sepanjang tren U-S di lokasi penelitian, patahan basemen ini juga kemungkinan berperan sebagai jalur naiknya magma ke permukaan yang kemudian membentuk Gunung Pandan.

Kata kunci: *deformasi unik, Kendeng Tengah, Gunung Pandan, patahan basemen, pola menyerupai kink-band*

A. INTRODUCTION

Java Island has been experiencing such long and complex history of deformation, starting from its early formation to this day (Hamilton, 1979). This complex history of deformation is mainly controlled by the dynamic changes of plate tectonics configuration (Katili, 1975; Hall, 2009, 2012). The records of this long and complex deformation can be found spread across Java Island, whether in its older basement rocks or the younger overlying sediments (Sribudiyani et al., 2013). One of the most appealing ones can be found in Central Kendeng, near Gunung Pandan area.

Gunung Pandan is an inactive volcano located in the southern part of Bojonegoro, East Java. In this area, a "unique" feature of deformation can be observed surrounding the body of Gunung Pandan. This unique deformation is marked by the presence of west-east trending structures that are bent and deflected to the south near the main body of Gunung Pandan. Several previous studies have been conducted in this

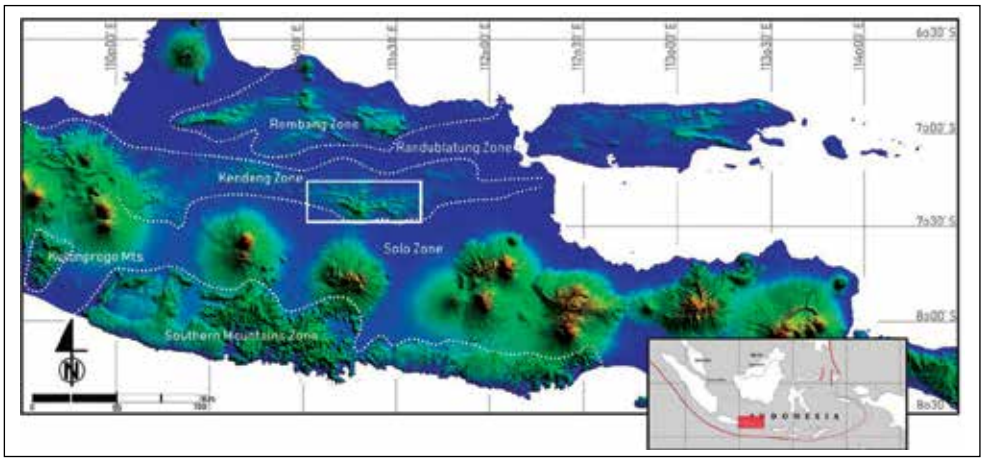


Figure 1. The research area is located in Gunung Pandan and its surrounding area, southern part of Bojonegoro, East Java. Physiographically, the area is part of Central Kendeng Zone, also known as Kendeng Fold and thrust belt (white box).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

area, including studies by van Bemmelen (1949), De Genevraye and Samuel (1972), Pringgoprawiro and Sukido (1992), Simandjuntak (1993), and Simandjuntak and Barber (1996), but none of these studies were concluding enough to explain the deformation process and the factors that contribute to the process. In this study, we try to evaluate factors that are possibly contributing to the deformation mechanism in the area.

B. REGIONAL GEOLOGY OVERVIEW

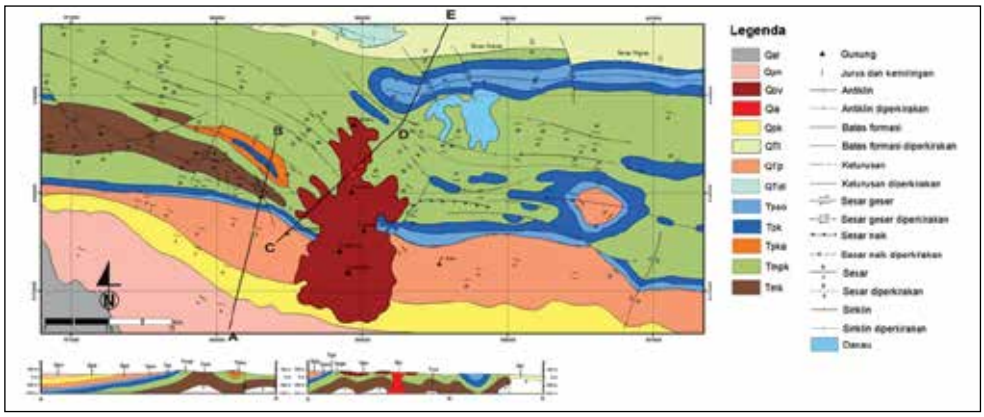
The research area is located in the region of Gunung Pandan. Physiographically, this area is part of the Central Kendeng Zone, or also known as Kendeng Fold and Thrust Belt (Figure 1). The belt is part of the back-arc thrust and fold system of Java Island known as Baribis-Kendeng Thrust Belt (Simandjuntak, 1993; Simandjuntak & Barber 1996). The formation of this belt was estimated to have started during Late Pliocene time, due to north-south compression force. The result was west-east trending structures, including anticlines, synclines, and thrust faults that were spread from west to east along Java Island.

Gunung Pandan, based on its position relative to the regional setting, is classified as back arc-side volcano (Setijadji, Kajino, Imai, & Watanabe, 2006). Studies by van Bemmelen (1994) and Lunt, Netherwood, and Huffman (1998) suggest that the emplacement of Gunung Pandan was estimated to have occurred during Early Pleistocene time, at the same time as the emplacement of GunungUngaran, and the initiation of thrusting and folding event in Kendeng area (De Genevraye & Samuel, 1972).

The geology and stratigraphy of the research area are covered by previous studies, including the published regional map of Bojonegoro Quadrangle, East Java, by Pringgoprawiro and Sukido (1992) (Figure 2) and stratigraphic column of Central Kendeng by De Genevraye and Samuel (1972) (Figure 3). The lithology of research area is composed by sequence of deep marine to terrestrial deposits from several formations, including turbidite sediments of Kerek Formation (intercalation of sandstone, mudstone, marly tuff, and limestone), marl of Kalibeng Formation (marl, tuff insertion, tuffaceous sandstone, and calcarenite), Atas Angin Member of Kalibeng Formation (tuffaceous sandstone and breccia), Klitik Formation (limestone with marl and mudstone insertion), Sonde Formation (intercalation of mudstone and tuffaceous sandstone, with limestone insertion), Selorejo Formation (intercalation of sandy limestone and calcareous sandstone), Dander Member of Lidah Formation (reefal limestone and interbedded limestone), Pucangan Formation (breccia and tuffaceous sandstone), Lidah Formation (mudstone, with sandstone and limestone insertion at some place), Kabuh Formation (conglomerate, sandstone, with mudstone and marl insertion), intrusion rocks (andesite pyroxene), Pandan Breccia (volcanic breccia), and Notopuro Formation (tuff, tuffaceous sandstone, and conglomerate) (De Genevraye & Samuel, 1972; Pringgoprawiro & Sukido, 1992).

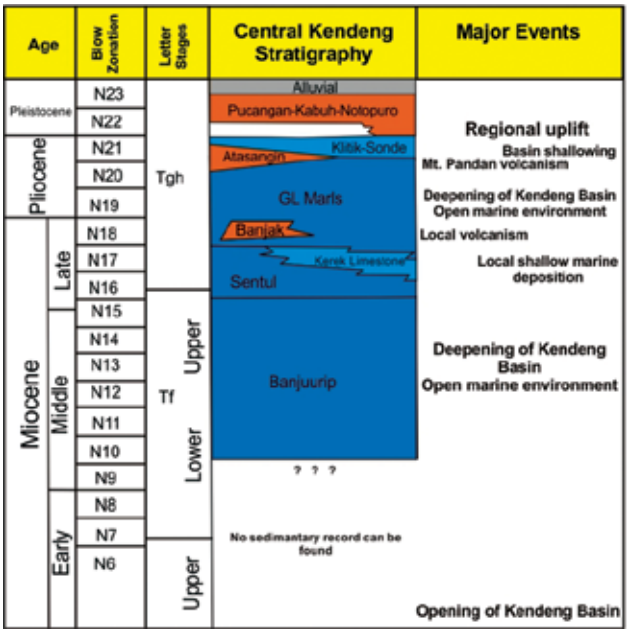
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Structural features of the area are mainly dominated by west-east trending compressive structures of synclines, anticlines, and thrust faults. Several SW-NE trending sinistral and dextral strike-slip faults and N-S trending normal faults can also be observed in the area. Around Gunung Pandan, the west-east trending structures are bent and deflected to the south (Figure 2).



Source: Pringgoprawiro & Sukido (1992)

Figure 2. Geological Map of the Research Area



Note: Dark blue color represents deep marine, light blue color represents shallow marine origin, while brown color represents volcanic/terrestrial origin

Source: modified after de Genevraye and Samuel, 1972

Figure 3. Stratigraphic column of Central Kendeng and several major events.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. METHODS

In this research, we utilized remote sensing analysis and field observation. Data used for remote sensing analysis were Landsat 7 and SRTM 1 Arc-Second, this data can be downloaded freely from USGS's Earth Explorer website (https://earthexplorer.usgs.gov/). SRTM 1 Arc-Second data was used to evaluate lineament and structural patterns of the area, while Landsat 7 data was used to map surface features, including geomorphological features, structural geology features, also to map the distribution of intrusion bodies in the area. Landsat 7 data was processed using band combination (band 4-5-7) to accentuate geological features and image sharpening by adding panchromatic band (band 8) to increase spatial resolution up to 15 m. In the end, we conducted field observation to confirm the remote sensing analysis results.

D. RESULT AND DISCUSSION

Lineament analysis using SRTM 1 Arc-Second showed that three distinctive lineament patterns were present in the area. We divided the research area into three parts based on its dominant lineament patterns, i.e. western part, central part, and eastern part (Figure 4). The western part, which covered the western side of Gunung Pandan, was dominantly showing W-E and WWE-ENE trending lineament patterns. The Central part, which covered the main body of Gunung Pandan, was showing NW-SE trending lineament patterns, while eastern part, which covered the eastern side of Gunung Pandan, was showing W-E trending lineament patterns. At a glance, these lineament features were resemblant to the kink-band structure at regional scale.

This idea was later supported by Landsat 7 analysis results (Figure 5). Landsat 7 analysis was also showing the surface feature that resemblant to the kink-band structure as shown by black lines in figure 5. Other important features could also

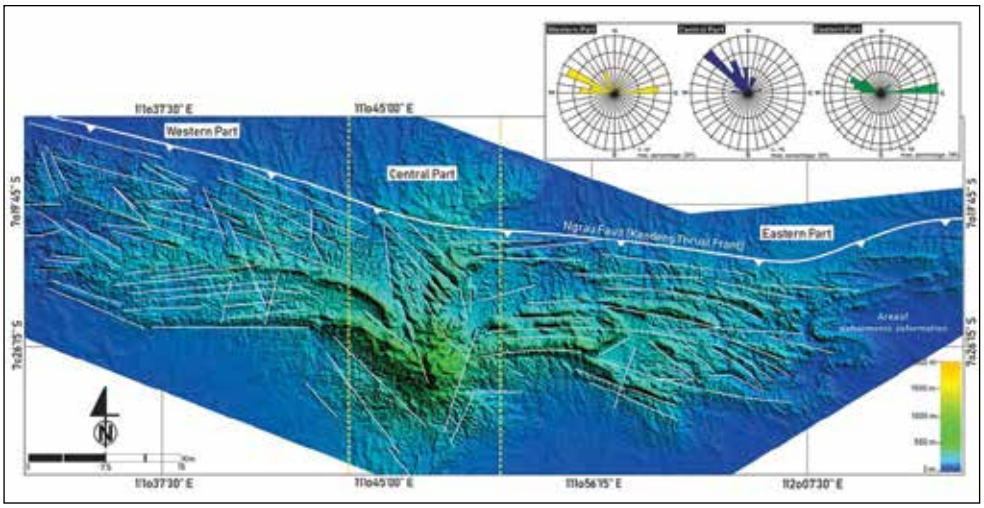


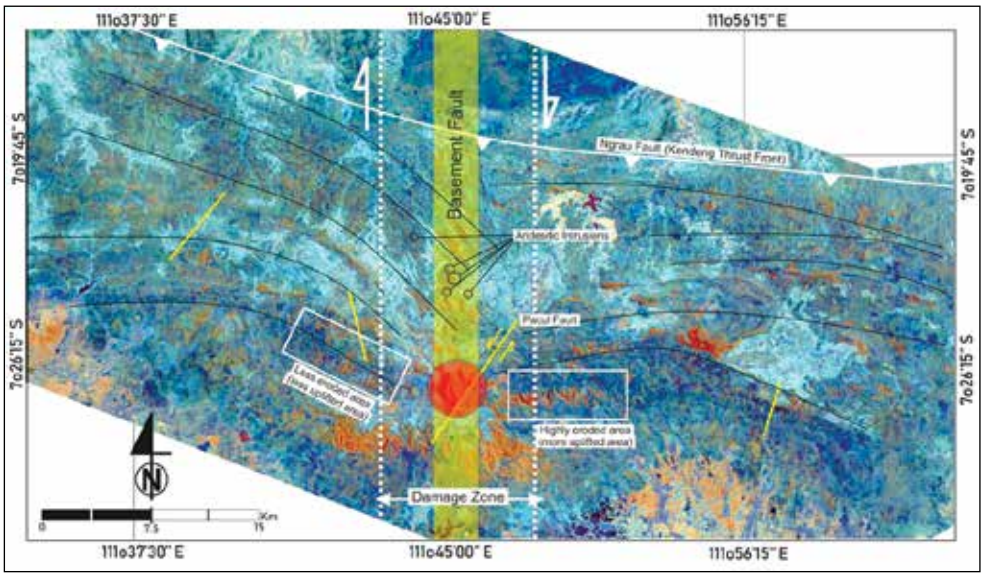
Figure 4. Lineament analysis of research area using SRTM 1 Arc-Second data resulting in three distinctive lineament patterns.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

be observed from Landsat 7 analysis, including the presence of several intrusion bodies at the northern side of Gunung Pandan, the presence of several strike-slip faults, and also the difference in erosion intensity on the western and eastern side of Gunung Pandan.

From this analysis, we interpret that the deformation surrounding Gunung Pandanis resemblant to the kink-band structure at regional scale. We propose three possible factors (and its evidence) that are possibly responsible for this unique deformation, i.e. the presence of Gunung Pandan itself, the presence of reactivated N-S trending basement fault, and the presence of NE-SW trending sinistral fault.

We interpret the presence of Gunung Pandan contributes to the deflection of structures to the south. In this case, Gunung Pandan, which was emplaced at the same time as the initiation of folding and thrusting event in Kendeng Zone, acted as an obstacle during the deformation process, thus deflecting structural trend to the south near its body. The presence of N-S trending basement fault and its lateral movement is responsible for forming kink-band structure in the research area (Figure 5). We also estimate this deep-seated fault acted as a pathway for magma to rise to the surface, forming Gunung Pandan and several andesitic intrusion bodies in the research area. This idea is supported by the alignment of the intrusion bodies which are distributed along N-S direction (Figure 5). From field observation and thin



Note: Other important features are the presence of several intrusion bodies at the northern side of Gunung Pandan, the presence of several strike-slip faults as shown by yellow lines, and also the difference in erosion intensity on the western and eastern side of Gunung Pandan. Yellow area represents the position of deep-seated basement fault, while white-dashed lines represent the area affected by fault's lateral movement (damage zone).

Figure 5. Landsat 7 image analysis showing surface feature that are resemblant to the kink-band structure as shown by black lines.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

section analysis, these intrusion bodies are classified as porphyritic andesite pyroxene, which are characterized by the abundance of plagioclase and pyroxene resembling porphyritic texture.

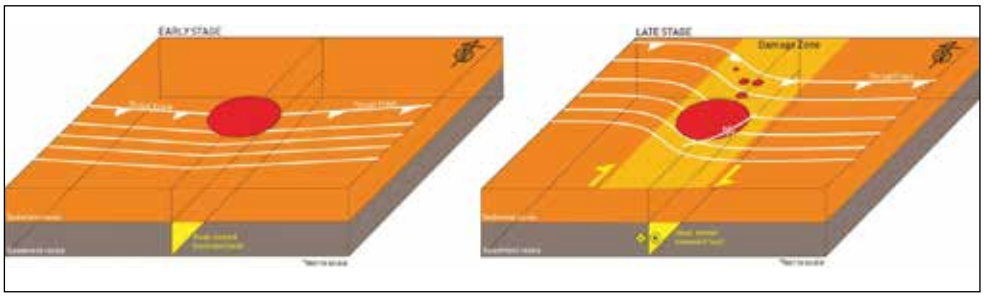
The last factor is the presence of NE-SW sinistral fault or known as Pacul Fault (Figure 5). We interpret this sinistral fault as also responsible for forming the kink-band structure, but not as significant as the basement fault. We estimate this fault was formed at the late stage of deformation as a tear or transfer fault to accommodate regional N-S compression.

Another feature that needs to be highlighted in the area is the difference in erosion intensity on the western and eastern side of Gunung Pandan. Landsat analysis showed that the eastern side was highly eroded compared to the other side. We intepret this feature as a consequence of different uplift intensities on western and eastern sides of Gunung Pandan. The eastern side seems to be more uplifted (or tilted) than the western side, this was possibly due to the presence of Gunung Pandan that acted as an obstacle, and the presence of sinistral fault that was accommodating higher uplift intensity at the eastern side.

Finally, in the end, we tried to make the schematic illustration that explained the possible deformation mechanism in the area, as shown in Figure 6. At the early stage, the same timing of Gunung Pandan emplacement and regional uplift of Kendeng region was causing deflection of W-E trending structures to the south near Gunung Pandan's body. Later, the deep-seated N-S trending basement fault was reactivated, thus forming the kink band structure geometry along its damage zone (Figure 6). At last, the strike-slip fault was formed as a transfer structure accommodating regional compression.

E. CONCLUSION

In this study, we concluded the presence of regional kink-band structure in Gunung Pandan area. There were three factors that were possibly contributing to the formation



Note: At the early stage, the same timing of Gunung Pandan emplacement and regional uplift of Kendeng region were causing deflection of W-E trending structures to the south near Gunung Pandan body (left). Later, the deep-seated N-S trending basement fault was reactivated, thus forming the kink band structure geometry along its damage zone (right).

Figure 6. Schematic illustration showing possible deformation mechanism of the area.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

of this structure, namely the presence of Gunung Pandan, the presence of NE-SW trending sinistral fault, and the presence of reactivated N-S trending basement fault. This idea was supported by several supporting evidence, including the presence of kink-band structure itself, the presence of intrusion bodies distributed along N-S direction, and the difference of uplift intensity on the western and eastern side of Gunung Pandan. This study is giving the general idea of the deformation mechanism in the area, further study would still be needed in the future to give more detail evidence and information in order to build a better reconstruction.

F. ACKNOWLEDGEMENT

This study was part of geological mapping program conducted by Geological Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Gadjah Mada year 2018. We would like to thank the other group members who have provided another complementary data for this paper.

REFERENCES

De Genevraye, P. & Samuel, L. (1972). Geology of the Kendeng Area (Central &East Java). In 1st Annual Convention *Proceedings, 17–30*. Jakarta: Indonesian Petroleum Association.

Hall, R. (2009). Indonesia, geology. In R. Gillespie & D. Clague (Eds.), *Encyclopedia of islands*, 454–460. Berkeley, California: University of California Press.

Hall, R. (2012). Late Jurassic-Cenozoic reconstruction of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics, 570–571*, 1–41.

Katili, J.A. (1975). Volcanism and plate tectonics in the Indonesian island arcs. *Tectonophysics 26*(3–4), 165–188.

Lunt, P., Netherwood, R., & Huffman, O.F. (1998). *Guide book of IPA field trip to Central Java*. Jakarta: Indonesian Petroleoum Association.

Pringgoprawiro, H. & Sukido. (1992). *Peta geologi lembar Bojonegoro, Jawa Timur*: Skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Setijadji, L.D., Kajino, S., Imai, A., & Watanabe, K. (2006). Cenozoic island arc magmatism in Java Island (Sunda Arc, Indonesia): Clues on relationships between geodynamics of volcanic centers and ore mineralization. *Resource Geology, 56*(3), 267–292.

Simandjuntak, T.O. (1993). Neogene tectonics and orogenesis of Indonesia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia, 33*, 43–64.

Simandjuntak, T.O. & Barber, A.J. (1996). Contrasting tectonic styles in the neogene orogenic belts of Indonesia. In R. Hall & D. Blundell (Eds.), *Tectonic evolution of Southeast Asia. geological society special publication*, 106, 185–201. London: Geological Society.

Sribudiyani, Muchsin, N., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie,B., …, & Yulianto, I. (2003). Collision of the East Jawa microplate and implication for hydrocarbon occurrences in East Java basin. In *Proceedings of Indonesian Petroleum Association 29th Annual Convention and Exhibition*.

van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tema :

Kebencanaan, Lingkungan, dan Sistem Informasi Geografis



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAYA DUKUNG DAN POTENSI AMBLESAN TANAH ENDAPAN ALUVIAL KABUPATEN DEMAK, JAWA TENGAH

BEARING CAPACITY AND LAND SUBSIDENCE POTENTIAL OF THE ALLUVIAL DEPOSIT IN DEMAK REGENCY, CENTRAL JAVA

Dwi Sarah[1], Eko Soebowo[1], Taufiq Wirabuana [2]

[1] Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
[2] Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan Badan Geologi
Pos-el: dwi.sarah@lipi.go.id; sarahpr28@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Demak merupakan kawasan strategis di pesisir utara Jawa yang diketahui mengalami beberapa masalah lingkungan, seperti banjir pasang (rob), erosi pantai, dan tanah ambles. Kondisi bawah permukaan Demak tersusun oleh endapan aluvial berumur holosen yang belum terkonsolidasi dan rentan terhadap penurunan. Untuk menunjang pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Demak, diperlukan informasi geologi teknik mengenai daya dukung bawah permukaan dan potensi amblesannya. Tulisan ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran susunan bawah permukaan daerah pesisir Kabupaten Demak, aspek daya dukung, dan kerentanannya terhadap amblesan tanah. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi pengeboran teknik, pengujian penetrasi konus (CPTu), pengujian laboratorium geologi teknik, dan mineralogi lempung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi bawah permukaan dataran aluvial Demak tersusun oleh lempung dengan ketebalan setidaknya 30–50 m, sisipan lensa-lensa pasir tipis, dan material organik. Hasil analisis menunjukkan bahwa lempung memiliki plastisitas tinggi, sangat lunak hingga lunak, berpotensi kompres, masih mengalami konsolidasi hingga terkonsolidasi normal, didominasi fraksi smektit, dan merupakan lempung aktif (potensi kembang kerut tinggi). Keberadaan lempung tebal yang dekat permukaan dengan karakter aktif menyebabkan daya dukung yang rendah dan rentan terhadap amblesan tanah.

Kata kunci: lempung, lunak, Holosen, daya dukung, amblesan, potensi

ABSTRACT

Demak Regency is a strategic region in the North Java coast that has experienced several environmental problems such as coastal flood, coastal erosion, and land subsidence. The subsurface of the Demak Regency consists of unconsolidated alluvial deposit of Holocene age that is susceptible to subside. To support the sustainable regional development in the study area, it is important to understand the engineering geology of the Recent subsurface deposit especially regarding its bearing capacity and vulnerability to subside. This paper aims to obtain the subsurface profile of the coastal Demak Regency, its bearing capacity and susceptibility to land subsidence. Methods consisted of geotechnical borings, cone penetration tests with pore water measurement (CPTu), engineering geology laboratory tests, and identification of clay

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mineralogy. Results of study show that the subsurface of Demak regency consists of clay of 30-50 m thick, intercalated with thin lenses of sand, and organic materials. The clay has high plasticity, very soft to soft, compressible, underconsolidated to consolidated, and is dominated by smectite fraction, hence classified as an active clay (high shrink-swell capacity). The occurrence of near surface thick clay with an active characteristic is causing the low bearing capacity and high susceptibility to land subsidence.

Keywords: *soft clay, Holocene, bearing capacity, land subsidence, potential*

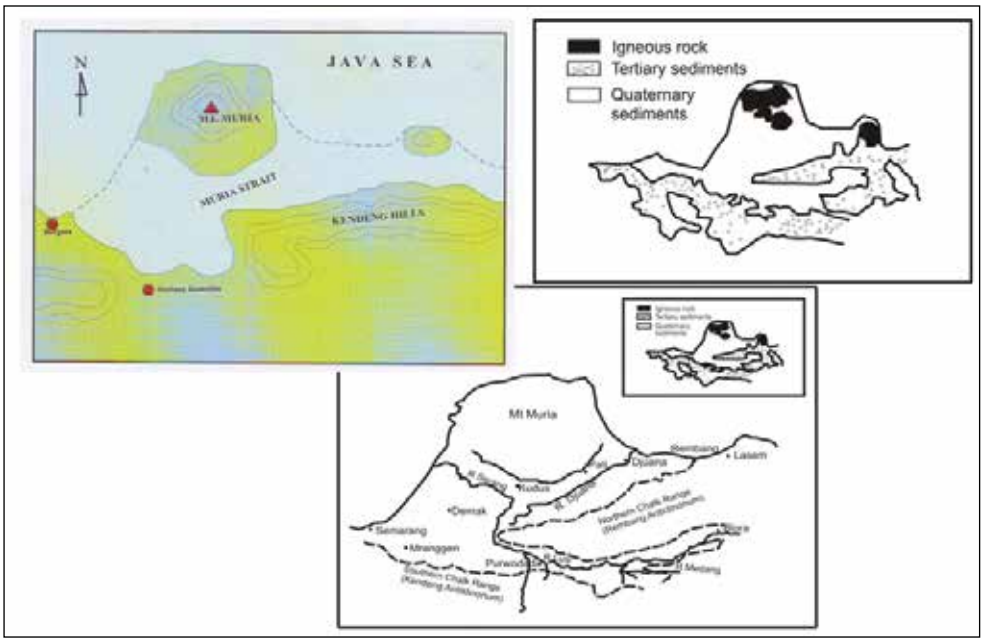
A. PENDAHULUAN

Kabupaten Demak merupakan jalur penghubung penting antara Kota Semarang dan kota- kota lain di timur Pulau Jawa. Saat ini, beberapa wilayah di Kabupaten Demak (antara lain Kecamatan Sayung, Karangtengah, dan Demak) direncanakan menjadi kawasan pengembangan kawasan industri hingga 2031 (RTRW Kabupaten Demak 2011–2013) (Pemerintah Daerah Kabupaten Demak, 2011). Sebagai kawasan strategis di pesisir Jawa utara, Kabupaten Demak mengalami beberapa masalah lingkungan, seperti banjir pasang (rob), erosi pantai, dan amblesan tanah (Chaussard, Amelung, Abidin, & Hong, 2013; Subardjo & Ario, 2015). Untuk menunjang pembangunan berkelanjutan, pengetahuan tentang daya dukung bawah permukaan penting untuk diketahui sebagai dasar acuan pengembangan fisik di daerah ini.

Secara geologis, bawah permukaan Demak tersusun oleh endapan aluvial berumur holosen yang belum terkonsolidasi, sehingga rentan terhadap penurunan tanah. Van Bemmelen (1949) menyatakan bahwa dataran aluvial antara Semarang dan Rembang merupakan sebuah cekungan terbuka antara Rembang *antiklinorium* di timur, kompleks Muria di utara, dan Kendeng *antiklinorium* di selatan (Gambar 1). Cekungan ini berumur *Neogen* dan pada zaman kuarter menjadi selat akibat kenaikan muka air laut *eustatik*. Van Bemmelen (1949) mencatat bahwa pada abad ke-18 kapal laut masih dapat melewati Selat Muria, yang memanjang dari Demak-Kudus-Pati menuju Rembang. Fluktuasi muka air laut global menyebabkan proses *transgresi* dan regresi yang memengaruhi proses sedimentasi dataran aluvial Semarang-Demak saat ini. Proses sedimentasi yang cepat dan belum lama berlangsung menimbulkan implikasi pada sifat keteknikan bawah permukaan, yaitu endapan yang belum terkonsolidasi sempurna yang rentan terhadap masalah daya dukung dan amblesan tanah.

Mengingat pentingnya pembangunan di wilayah pesisir Kabupaten Demak, maka perlu diketahui aspek kebencanaan kebumian yang terdapat di wilayah ini untuk mendukung penataan ruang, khususnya terkait daya dukung bawah permukaan dan kerentanan bahaya amblesan di wilayah ini. Penelitian ini bertujuan mendapatkan gambaran susunan bawah permukaan daerah pesisir Kabupaten Demak, aspek daya dukung, dan kerentanannya terhadap amblesan tanah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



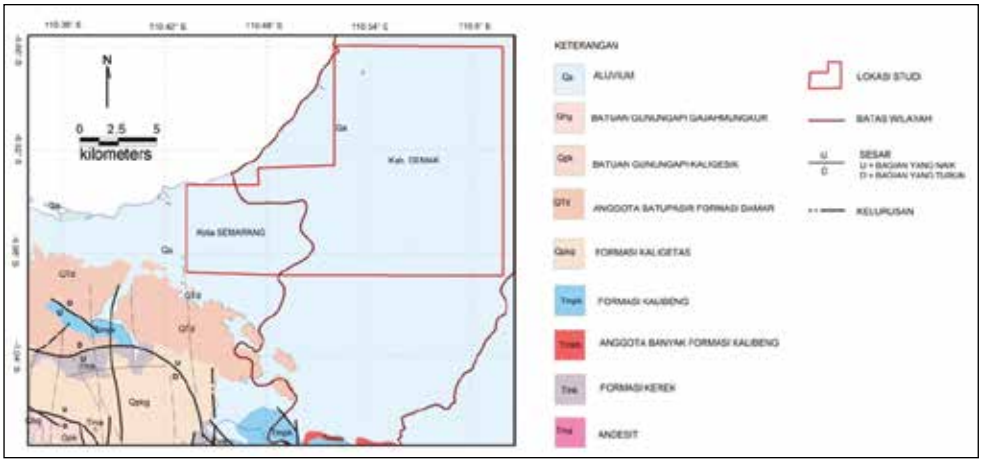
Sumber: Soekmono (1967)

Gambar 1. Rekonstruksi Paleogeografi Semarang-Muria

B. LOKASI STUDI DAN GEOLOGI

Lokasi studi berada pada koordinat 110,44°–110,63° BT dan -6,86°–-7,01° LS. Koordinat tersebut melingkupi wilayah Kabupaten Demak dan sebagian kecil berbatasan dengan Kota Semarang. Berdasarkan pada peta geologi regional lembar Kota Semarang (Thaden, Sumardirdja, & Richards, 1996) dan Kudus (Suwarti & Wikarno, 1992), geologi regional daerah penelitian (Gambar 2) yang tertua ke yang paling muda terdiri atas sebagai berikut. Batuan intrusi andesit (Tma) berumur pertengahan Miosen tersebar terbatas di selatan Kota Semarang. Batuan sedimen tersusun dari tua ke muda, yaitu Formasi Kerek (Tmk) di bagian barat, kemudian diikuti oleh anggota banyak Formasi Kalibeng (Tmkb), dan Formasi Kalibeng (Tmpk). Berikutnya adalah Formasi Kaligetas (Qpkg), Formasi Damar (Qtd), dan aluvium (Qa). Formasi Kerek tersusun oleh batu lempung, napal, dan batu gamping. Sementara itu, Formasi Kalibeng tersusun oleh napal masif dan setempat berseling dengan batu pasir tufaan dan batu gamping. Formasi Kaligetas tersusun oleh breksi, batu pasir tufaan, dan batu lempung, sedangkan Formasi Damar terdiri atas batu pasir tufaan, konglomerat, dan breksi vulkanis. Endapan dekat permukaan tersusun oleh aluvium (Qa) yang merupakan hasil sedimentasi dari dataran pantai, sungai, serta delta yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, dan kerikil-krakal. Van Schaeck Mathon (1975) menyatakan bahwa dataran Semarang-Demak merupakan cekungan yang terisi oleh endapan berumur holosen dan *Plistosen* muda yang terendapkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Thaden dkk. (1996); Suwarti dan Wikarno (1992)

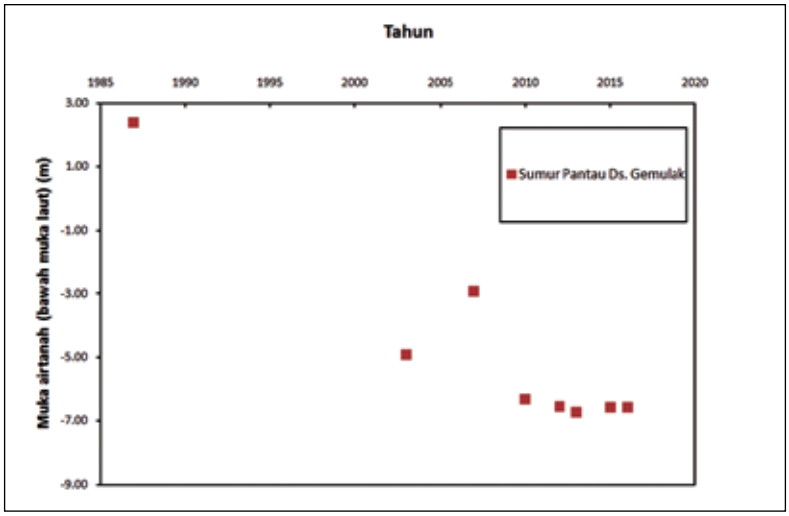
Gambar 2 Peta Geologi Semarang-Demak

dalam lingkungan laut. Cekungan ini mayoritas terisi oleh aluvium tebal yang terdiri dari lempung karbonatan dan lempung yang mengandung cangkang dengan sisipan lapisan pasir tipis, kerikil, atau kerikil tersementasi.

Thaden dkk. (1996) menyatakan bahwa kegiatan tektonik paling akhir di Semarang terjadi pada masa *Plio-Plistosen*. Struktur geologi yang berkembang, terutama sepanjang batas antara batuan yang berumur Kuarter, yaitu Formasi Damar dengan Formasi Kaligetas dan Formasi Kaligetas dengan Formasi Kerek yang berumur *Miosen* tengah (Poedjoprajitno, Wahyudiono, & Cita, 2008). Seismisitas di daerah ini relatif kecil dengan kegempaan $3 < M < 5$ (Marsudi, 2001) dengan *peak ground acceleration* (pga) 0,15–0,2 g (Ashadi dkk., 2015).

Hidrogeologi dataran aluvial Semarang-Demak terdiri atas *akifer* tertekan dan *akifer* tidak tertekan. *Akifer* tertekan dikelompokkan menjadi *akifer* endapan Kuarter (*akifer* delta Garang dan *akifer* endapan laut Kuarter) dan *akifer* Formasi Damar (Taufiq Nz, Solihin, & Wahyudin, 2010). *Akifer* endapan Kuarter mempunyai kedalaman 20–70 bmt, sementara akifer Formasi Damar mempunyai kedalaman 30–130 m dari selatan ke utara (Marsudi, 2001). Tipe air pada *akifer* delta Garang bersifat *carbonate-alkaline*, *akifer* endapan laut Kuarter bertipe natrium klorida, dan *akifer* Formasi Damar terdiri atas endapan volkanik bersifat tawar, *carbonate-alkaline* (Putranto & Rude, 2016). Pemantauan muka air tanah pada sumur pantau Desa Gemulak (Kabupaten Demak) (kedalaman saringan 114–120 m bmt) menunjukkan bahwa penurunan muka air tanah di daerah ini selama 29 tahun rata-rata 31 cm/tahun (Gambar 3).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3 Penurunan Muka Air Tanah Sumur Pantau Gemulak (1985–2016)

C. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi pengeboran teknik, pengujian penetrasi konus (CPTu), pengujian laboratorium geologi teknik, dan mineralogi. Pengeboran teknik hingga kedalaman 50 meter dengan uji penetrasi standar (N-SPT) tiap interval 2 m dan pengambilan contoh tak terganggu (UDS). Pengujian penetrasi konus dengan pengukuran tekanan pori/CPTu dilakukan menggunakan alat *sondir hidrolik geomil* yang menghasilkan stratifikasi lapisan bawah permukaan dan sifat keteknikan secara kontinu. Grafik yang dihasilkan dari uji *in situ* ini memberikan informasi yang berkaitan dengan parameter respons tanah antara penampang kedalaman dan tekanan konus (q_c), *friction ratio* (f_s), serta penetrasi tekanan pori (u_2). Penetrasi *piezocone* dihentikan pada kedalaman tertentu untuk mengetahui variasi tekanan pori terhadap waktu (uji disipasi). Lokasi titik pengujian CPTu dapat dilihat pada Gambar 4. Pengujian laboratorium geologi teknik dilakukan untuk mendapatkan profil sifat keteknikan endapan aluvial Demak. Pengujian meliputi bobot isi dan *specific gravity*, konsolidasi 1-Dimensi (SNI 2812: 2011), batas Atterberg (SNI 3422:2008), permeabilitas *falling head.* Analisis jenis mineral lempung dilakukan menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD) Shimadzu 6000. Perhitungan kelimpahan mineral lempung dari data XRD menggunakan metode semikuantitatif.

D. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

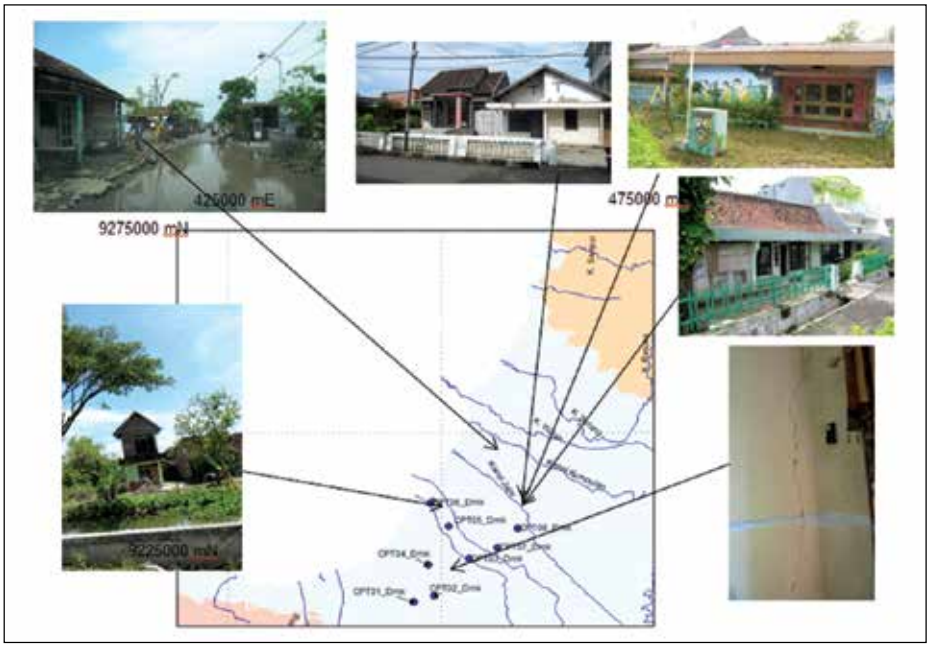
Identifikasi kerusakan akibat tanah amblesan tanah.

Beberapa tempat di Kabupaten Demak terindikasi mengalami amblesan tanah (*land subsidence*), terlihat dari kerusakan bangunan dan infrastruktur dengan titik lokasi pada Gambar 4. Kerusakan yang terjadi meliputi rumah ambles dan miring, keretakan pada rumah, jembatan miring, kerusakan jalan raya, dan genangan.

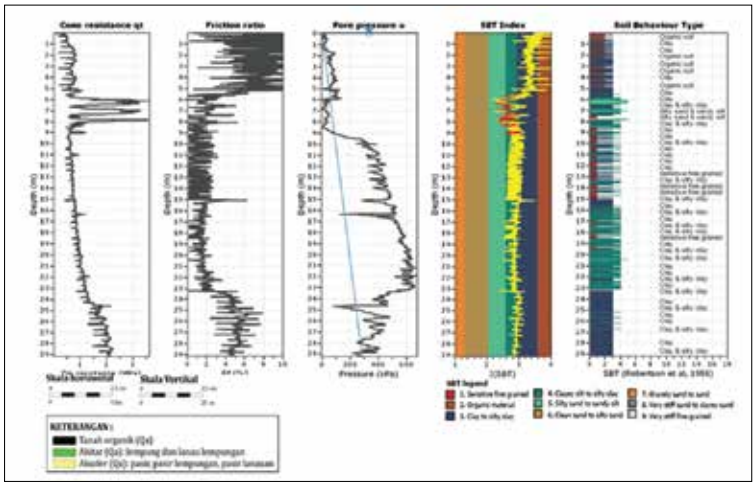
Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Penampang Bawah Permukaan

Hasil pengukuran CPTu diinterpretasikan menggunakan klasifikasi Robertson-1986 (Robertson, 2006), yang sering digunakan dalam interpretasi *statigrafi* endapan sedimen dengan akurasi sekitar 80% (Amorosi & Marchi, 1999). Tipikal hasil interpretasi CPTu menunjukkan kondisi bawah permukaan pesisir Demak hingga kedalaman 39 m, terdiri atas lapisan lempung lanauan-lempung tebal dengan lensa-lensa pasir tipis dan tanah organik, seperti terlihat pada Gambar 4.

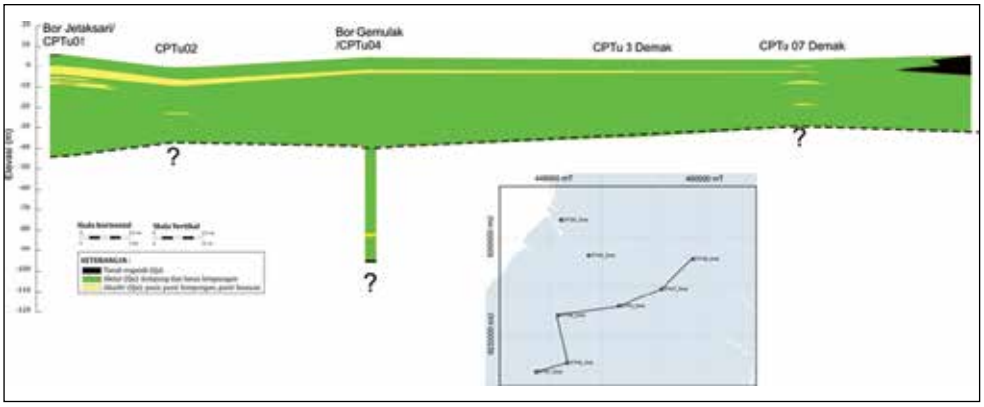


Gambar 4. Identifikasi kerusakan bangunan dan jalan akibat amblesan tanah Demak pada 2017.

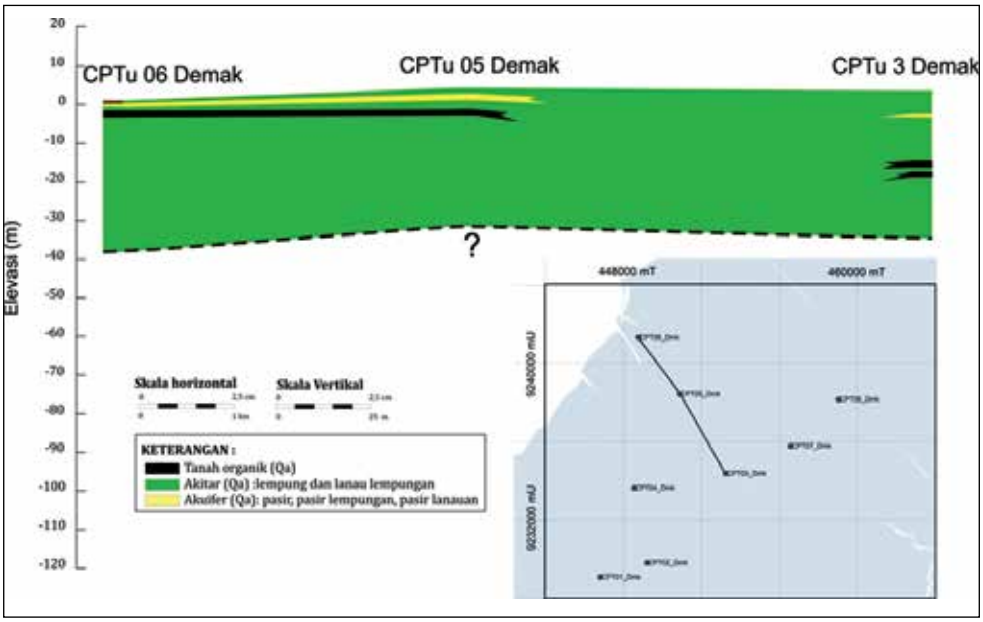


Gambar 5. Stratifikasi bawah permukaan titik CPTu-01 Demak berdasarkan pada klasifikasi Robertson (1986).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6a. Penampang Barat-Timur Demak dari Data CPTu dan Bor Teknik



Gambar 6b. Penampang Utara-Selatan Demak dari Data CPTu

Penampang korelasi data CPTu dengan titik bor Jetaksari (LIPI) dan bor Gemulak (PAG-Badan Geologi) terlihat pada Gambar 5 dan 6.

Penampang bawah permukaan (Gambar 5 dan 6) menunjukkan bahwa daerah pesisir Demak tersusun oleh endapan aluvial muda yang cukup tebal. Bor Gemulak (PAG-Badan Geologi) menunjukkan bahwa di titik ini ketebalan endapan aluvial mencapai 100 m. Ketebalan endapan aluvial di dataran Demak diduga mencapai 120–130 m atau lebih (Van Schaeck Mathon, 1975). Endapan lempung tebal diduga masih mengalami proses konsolidasi. Status konsolidasi lempung dapat didekati dengan pendekatan uji disipasi parsial pada uji CPTu (Taufiq dkk., 2014; Liu, Ju, Cai, & Liu, 2014):

Buku ini tidak diperjualbelikan.

$$U = \frac{u_2 - u_0}{u_2 - u_w}$$

dengan:

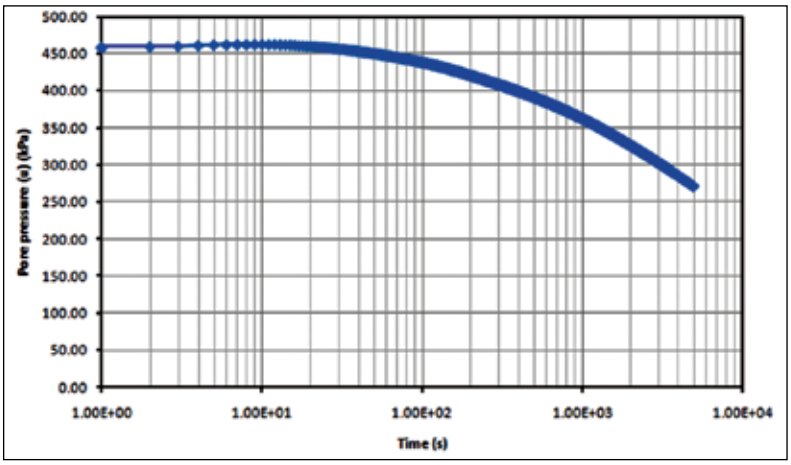
U = derajat konsolidasi

u_2= tekanan pori di awal disipasi (kPa)

u_0= tekanan pori di akhir disipasi (ekuilibrium) (kPa)

u_w = tekanan pori hidrostatis (kPa)

Tipikal kurva disipasi tekanan pori terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Disipasi CPTu 01 Demak (Jetaksari) Kedalaman 15,07 m

Tabel 1. Resume Uji Disipasi CPTu

No CPTu	Kedalaman (m)	U
CPT01	5,13	0,87
	15,07	0,76
CPT02	25,67	1,12
CPT03	15,04	0,31
	23,54	0,46
	36,32	1,0
	15,37	0,56
CPT04	35,26	1,16
	5,57	0,26
	16,02	0,42
	23,23	0,37
CPT06	30,16	0,36
	10,39	0,75
	15,22	0,85
	22,86	0,93
CPT07	27,09	0,90

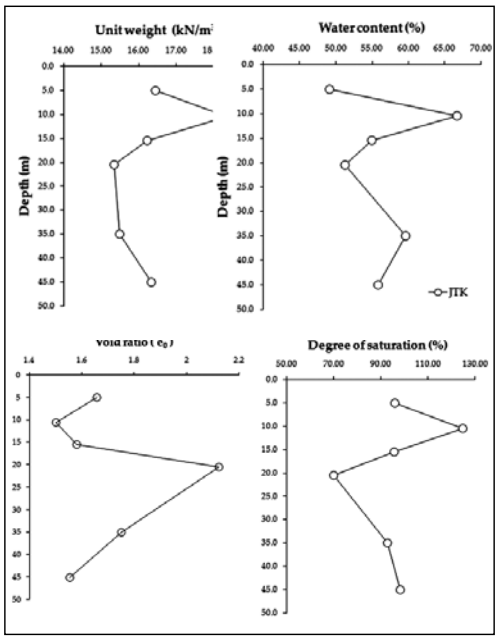
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Derajat konsolidasi lempung berdasarkan pada hasil uji disipasi pada seluruh titik CPTu Demak terangkum pada Tabel 1.

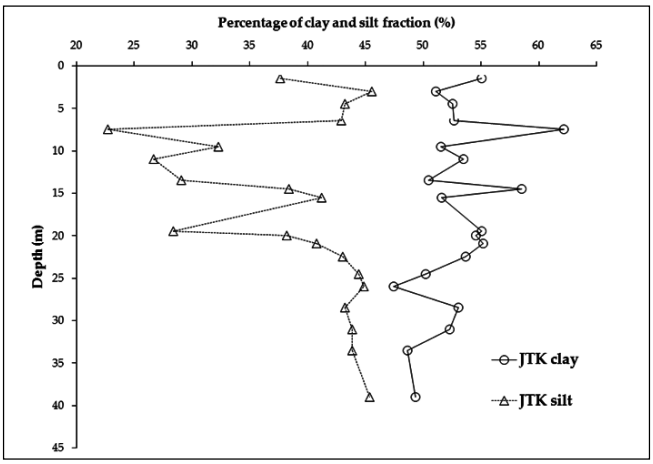
Hasil uji disipasi CPTu (Tabel 1) mengindikasikan lempung berada dalam kondisi masih berkonsolidasi hingga terkonsolidasi normal.

2. Sifat Fisik Lempung Demak

Pengujian sifat fisik lempung Bor Jetaksari dilakukan di Laboratorium Geologi Teknik, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. Hasil pengujian sifat fisik terdapat pada Gambar 8–9 dan Tabel 2.



Gambar 8. Index Properties Contoh Tanah Bor Jetaksari



Gambar 9. Distribusi Ukuran Butir Contoh Tanah Bor Jetaksari

Buku ini tidak diperjualbelikan.

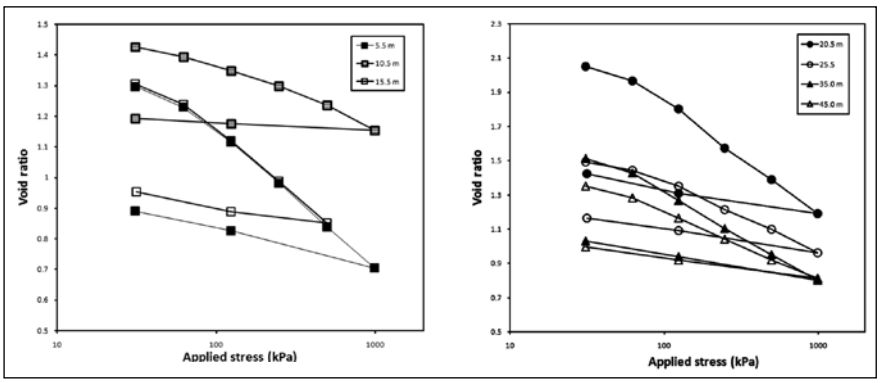
Tabel 2. Batas Atterberg dan Klasifikasi Lempung Bor Jetaksari

Kedalaman (m)	LL (%)	PL (%)	IP (%)	SL (%)	Klasifikasi	Mineral lempung dominan
4,45–5,00	119,12	46,96	72,15	19,45	CH	Na- montmorilonit
10,95–11,50	81,20	40,53	40,67	18,49	MH	Na- montmorilonit
15,50–16,00	107,52	44,69	62,82	19,97	CH	Na- montmorilonit
19,50–20,00	124,80	45,41	79,38	20,79	CH	Na- montmorilonit
24,50–25,00	148,83	41,71	107,12	12,40	CH	Na- montmorilonit
29,45–29,00	124,00	39,21	84,79	16,07	CH	Na- montmorilonit
31,00–32,00	140,15	37,79	102,36	17,08	CH	Na- montmorilonit
34,50–35,95	106,88	40,19	66,69	12,36	CH	Na- montmorilonit
39,00–40,00	103,68	30,18	73,50	11,40	CH	Na- montmorilonit
45,50–47,00	102,38	37,58	64,79	12,95	CH	Na- montmorilonit
49,00–49,50	110,48	36,55	73,93	14,06	CH	Na- montmorilonit

Gambar 13 menunjukkan bahwa bobot isi asli lempung Jetaksari Demak berkisar 15–17 kN/m3, kadar air asli 50–70%, angka pori 1,5–2,2, dan derajat saturasi 70–130% yang menunjukkan lempung dalam keadaan jenuh (seluruh pori terisi air). Distribusi ukuran butir didominasi oleh lempung dan lanau dengan persentase lempung lebih dari 50% (Gambar 14). Batas Atterberg contoh lempung Bor Jetaksari (Tabel 5) menunjukkan bahwa tanah didominasi oleh lempung plastisitas tinggi (CH) dan terdapat lanau plastisitas tinggi (MH). Lempung yang memiliki batas cair (LL) yang sangat tinggi merupakan khas dari lempung yang mengandung fraksi smektit.

3. Sifat Keteknikan Lempung Demak

Pengujian konsolidasi dilakukan untuk mengetahui parameter *kompresibilitas*, seperti laju kompresi, konduktivitas hidrolik, indeks kompresi, tingkat konsolidasi, dan modulus kompresi (Das, 2008). Hasil pengujian konsolidasi lempung Bor Jetaksari terlihat pada Gambar 9a dan b. Resume parameter *kompresibilitas* terdapat pada Tabel 3.



Gambar 10. Kurva Konsolidasi Lempung Bor Jetaksari: a) kedalaman 5,5 m, 10,5 m, dan 15,5 m; b) kedalaman 20,5 m, 25,5 m, 35,0 m, dan 45,0 m.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Parameter Kompresibilitas Lempung Bor Jetaksari

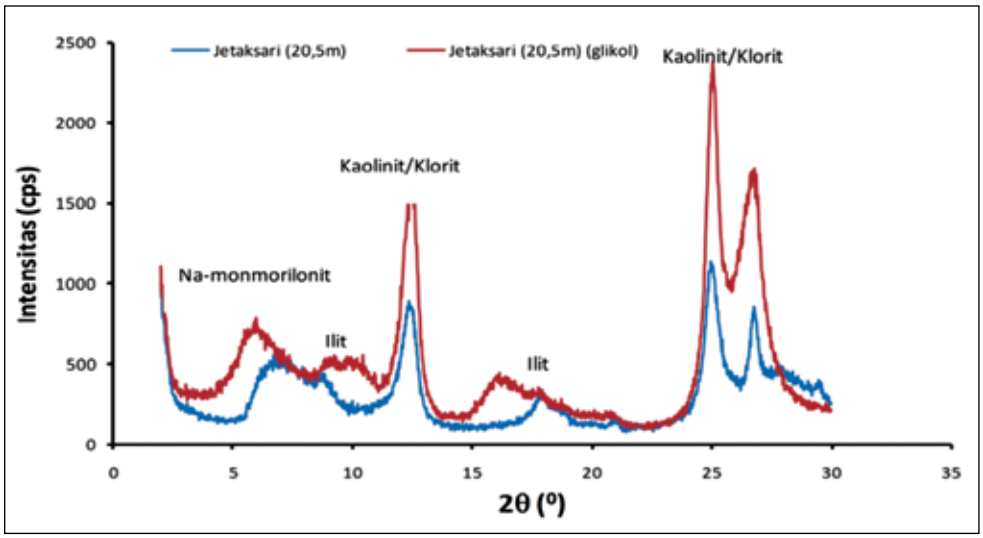
Kedalaman (m)	C_v (m^2/tahun)	C_c	m_v (1/kPa)	E (kPa)	k (m/s)	p_c (kPa)	OCR
5,5	0,44	0,46	0,000593	1687,37	$1{,}02\times10^{-10}$	100	2,74
10,5	2,69	0,21	0,000345	2894,39	$4{,}52\times10^{-10}$	150	1,75
15,5	0,79	0,44	0,001214	824,63	$2{,}92\times10^{-10}$	85	0,88
20,5	1,04	0,63	0,000619	1615,13	$2{,}32\times10^{-10}$	105	0,93
25,5	0,21	0,42	0,000482	2074,20	$2{,}82\times10^{-11}$	100	0,71
35,0	0,17	0,53	0,001001	999,39	$6{,}92\times10^{-11}$	99	0,48
45,0	0,22	0,40	0,00086	1163,28	$6{,}70\times10^{-11}$	150	0,38

Gambar 9 dan Tabel 3 menunjukkan *kompresibilitas* lempung yang cukup tinggi pada kedalaman 5,5–45,0 m. Lempung dekat permukaan (kedalaman 5,5–10,5 m) sudah terkonsolidasi berlebih, sementara lempung di bawahnya (15,5–45,0 m) bersifat belum terkonsolidasi. Kecepatan penurunan (C_v) pada lempung kedalaman 5,5–20,5 m lebih tinggi dari lempung di bawahnya (kedalaman 20,5–45,0 m). Hal ini terindikasi dari nilai konduktivitas hidrolik (k) yang lebih tinggi satu orde dari nilai k lempung kedalaman (25,5–45,0 m). Derajat konsolidasi (OCR) lempung < 1 menunjukkan kondisi lempung belum terkonsolidasi. Secara geologi, hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Sedimentasi yang berlangsung cepat di dataran Semarang-Demak menyebabkan tekanan air pori pada lempung belum sempat terdisipasi seluruhnya, sementara beban *overburden* terus bertambah. Konduktivitas hidrolik (k) lempung yang rendah (pada orde 10^{-10}–10^{-11} m/s) dan mineralogi lempung yang didominasi *smektit* menyebabkan air pori terikat kuat pada lempung dan sulit teralirkan. Nilai modulus elastisitas (E) dan indeks kompresi (c_c) menunjukkan bahwa lempung merupakan lempuk lunak dan *kompresibilitas* tinggi.

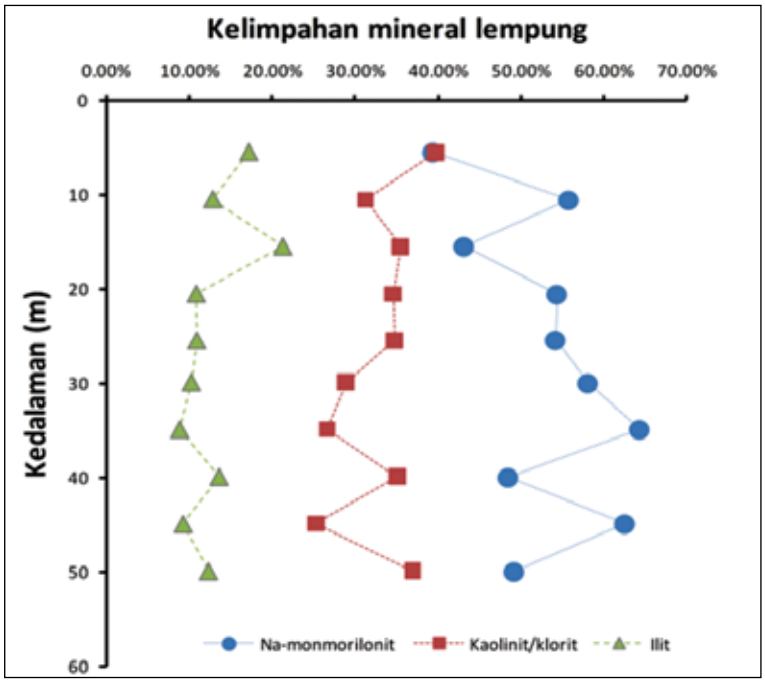
4. Mineralogi Lempung Demak

Tipikal mineralogi lempung Demak diwakili oleh contoh lempung Jetaksari kedalaman 20,5 m (Gambar 10). Kelimpahan mineral lempung Demak didominasi oleh Na-monmorilonit (40–80%), selanjutnya kaolinit/klorit (13–39%), dan ilit (9–21%). Variasi kelimpahan mineral lempung terhadap kedalaman yang cenderung konstan menunjukkan dominasi keberadaan Na-monmorilonit (Gambar 11). Keberadaan Na-monmorilonit pada lempung Semarang-Demak mengindikasikan aktivitas lempung yang tinggi sehingga reaktif terhadap perubahan kadar air dan komposisi kimia air pori.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10. Pola Difraksi Sinar-X Lempung Jetaksari (Kedalaman 20,5 m)



Gambar 11. Kelimpahan Mineral Lempung Demak (Bor Jetaksari)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. KESIMPULAN

Analisis kondisi bawah permukaan dataran Demak dari data CPTu dan bor memperlihatkan keberadaan lempung tebal dekat permukaan dengan ketebalan setidaknya 30–50 m, sementara pada bor Desa Gemulak ketebalan lempung mencapai sekitar 80 m. Karakterisasi lempung berdasarkan pada analisis geologi teknik dan mineralogi mengindikasikan jenis lempung dengan plastisitas tinggi, relatif lunak, *kompresibel*, masih mengalami konsolidasi hingga terkonsolidasi normal, didominasi fraksi *smektit* (Na-monmorilonit), dan merupakan lempung aktif (potensi kembang kerut tinggi). Fenomena dampak amblesan tanah sudah mulai terlihat seperti dalam hasil survei lapangan. Data penurunan muka air tanah pada *akifer* tertekan Formasi Damar pada sumur pantau Gemulak-Demak sejak 2000 hingga 2016 belum menunjukkan penurunan muka air tanah yang besar. Eksploitasi air tanah di masa mendatang akan perlu diperhatikan agar tidak terjadi penurunan muka air tanah yang besar yang akan memicu laju amblesan yang tinggi. Kondisi endapan aluvial yang didominasi lempung menunjukkan kondisi yang sangat *kompresibel*, daya dukung rendah, dan rentan terhadap amblesan akibat proses alami dan antropogenik.

DAFTAR PUSTAKA

Amorosi, A., & Marchi, N. (1999). High-resolution sequence stratigraphy from piezocone tests: an example from the Late Quaternary deposits of the southeastern Po Plain. *Sedimentary Geology*, ***128***(1–2), 67–81.

Chaussard, E., Amelung, F., Abidin, H., & Hong, S.H. (2013). Sinking cities in Indonesia: ALOS PALSAR detects rapid subsidence due to groundwater and gas extraction. *Remote Sensing of Environment*, ***128***, 150–161.

Das, B. M. (2008), *Advanced Soil Mechanics*, Third Edit. London and New York: Taylor & Franci.

Lim, B. S., Tumay, M. T., Lee, J. W., Chun, B. S., & Jung, J. W. (2014). A case study in evaluating the status of consolidation of a soft soil deposit by incomplete piezocone dissipation tests using laboratory and field data. *Soils and Foundations*, ***54***(4), 648–656.

Liu, S., Ju, J., Cai, G., & Liu, Z. (2014). Stress history estimation method of underconsolidated soil by partial piezocone dissipation tests. *Marine Georesources and Geotechnology*, ***32***, 368–378.

Marsudi. (2001). *Prediksi laju amblesan tanah di dataran aluvial Semarang, Propinsi Jawa Tengah*. (Disertasi). Institut Teknologi Bandung (ITB).

Pemerintah Daerah Kabupaten Demak. (2011). *Peraturan daerah kabupaten demak no 6 tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah kabupaten demak tahun 2011–2031*. Demak: Pemerintah Daerah Kabupaten Demak.

Poedjoprajitno, S., Wahyudiono, J., & Cita, A. (2008). Reaktivitas Sesar Kaligarang, Semarang. *Jurnal Geologi Indonesia*, ***3***(3), 129–138.

Putranto, T. T., & Rude, T. R. (2016). Hydrogeological model of an urban city in a coastal area, case study: Semarang, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*, ***3***(1), 17–27.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Robertson, P. K. (2006). *Guide to In-situ Testing*. Signal Hill, California: Gregg Drilling & Testing Inc.

Soekmono, R. (1967). A geographical reconstruction of northeastern Central Java and the location of Medang. *Southeast Asia Program Publications at Cornell University*, ***4***, 1–7.

Subardjo, P., & Ario, R. (2015). Genangan banjir pasang pada kawasan pemukiman di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, ***18***(1), 7–12.

Suwarti, T., & Wikarno, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Kudus, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Survei Geologi, Badan Geologi.

Taufiq Nz, A., Solihin, I., & Wahyudin (2010): *Peta Zona Konservasi Air Tanah Cekungan Air Tanah Semarang Demak Tahun 2010*. Bandung: Badan Geologi.

Thaden, R. E., Sumardirdja, H., & Richards, P. W. (1996): *Peta Geologi Lembar Semarang-Magelang, Jawa, Skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Survei Geologi Badan Geologi.

Van Schaeck Mathon, F. M. A. (1975). Analysis of groundwater conditions on the basis of existing data: a study of the East Semarang-Demak plain Central Java. *Seminar On Groundwater Development For The Purpose of Irrigation*, 1–23. Surabaya: Department of Public Works Republic of Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

EVALUASI KERUSAKAN LINGKUNGAN MENGGUNAKAN INDEKS KETERGANGGUAN KARST DI KARST KARANGBOLONG

Gangsar Edi Laksono[1,*], Eko Haryono[2,3], R. Suharyadi[2]

[1]Magister Pengelolaan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
[2]Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
[3]Kelompok Studi Karst, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
[1,*]Pos-el: gangsaredi@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted in the Karangbolong Karst Area, Kebumen Regency, Central Java Province. Human activities in the karst area can potentially threaten the sustainability of the karst area if it is not managed seriously. Environmental deterioration can interfere and even reduce the diversity of the value of benefits in the karst area, then we need to study so produce a karst environment management strategy as a form of karst protection. The purpose of this study is (1) to estimate the level of environmental deterioration in the Karangbolong Karst Area based on the environmental karst disturbance index; (2) to determine management strategies and policies for the protection of the Karangbolong Karst Area.

The method used is a field survey and literature study with scoring and weighting approach. The field mapping and checking unit uses a closed depression map with a sample size of 95. Indicators of deterioration to the karst environment used include mining activities, buildings on the karst surface, vegetation density, cave deterioration, spring conditions and protection rules.

The level of environmental deterioration shows that the most are categorized as low with area of 3310.64 Ha or 58.63%, medium 1539.92 or 27.27%, high 751.49 Ha or 13.3% and very high 44.82 Ha or 0.8%. In high deterioration, the most affected village is Kalisari, with an area of 126.40 Ha. At the level of deterioration is very high, the area affected is 44.82 Ha in the Village of Kalisari and Redisari. The category of high and very high deterioration is influenced by the factors of the existence of mining activities, buildings above the Kars settlement, the percentage of cave deterioration, the low vegetation density and the low area in the protected area. Management strategies are based on aspects of protection of important features in the karst region and zoning of the level of deterioration and protection and produce maps of priority management areas I, II and III. Priority Region I is the main management priority for revegetation of ex-mining land, revegati on land with low vegetation around the basin, caves, springs and ponor, cleaning of domestic waste in caves, socio-economic approaches around mine sites and policy approaches by establishing protected areas at the local or regional level.

Keywords: *karst, deterioration, karst disturbance index*

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Karst Karangbolong, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Aktivitas manusia pada kawasan karst berpotensi mengancam kelestarian kawasan karst jika tidak dikelola serius. Kerusakan lingkungan dapat mengganggu bahkan mengurangi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

keberagaman nilai manfaat pada kawasan karst sehingga perlu dilakukan kajian agar menghasilkan strategi pengelolaan lingkungan karst sebagai bentuk upaya perlindungan karst. Tujuan penelitian ini ialah (1) mengestimasi besarnya tingkat kerusakan lingkungan di Kawasan Karst Karangbolong berbasis Indeks Ketergangguan Karst Lingkungan; (2) menentukan strategi dan kebijakan pengelolaan untuk perlindungan Kawasan Karst Karangbolong.

Metode yang digunakan adalah survei lapangan dan studi pustaka dengan pendekatan *scoring* dan pembobotan. Unit pemetaan dan pengecekan lapangan menggunakan peta cekungan tertutup dengan sejumlah 95 sampel. Indikator kerusakan lingkungan karst yang digunakan antara lain luasan kegiatan penambangan, bangunan di atas permukaan karst, kerapatan vegetasi, kerusakan gua, kondisi mata air, dan aturan lindung.

Tingkat kerusakan lingkungan menunjukkan bahwa sebagian besar tergolong kategori rendah dengan luas 3.310,64 ha atau 58,63%, sedang 1.539,92 ha atau 27,27%, tinggi 751,49 ha atau 13,3%, dan kerusakan sangat tinggi 44,82 ha atau 0,8%. Pada kerusakan tinggi dan sangat tinggi, desa yang terkena dampak paling luas adalah Kalisari dengan luas 126,40 ha. Pada tingkat kerusakan sangat tinggi, luasan wilayah terdampak adalah 44,82 ha di Desa Kalisari dan Redisari. Kategori kerusakan tinggi dan sangat tinggi dipengaruhi oleh faktor keberadaan kegiatan penambangan, bangunan di atas permukiman karst, persentase kerusakan gua, rendahnya kerapatan vegetasi, dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung. Strategi pengelolaan berdasarkan pada aspek perlindungan ketampakan penting di kawasan karst dan zonasi tingkat kerusakan dan perlindungan. Strategi tersebut menghasilkan peta wilayah prioritas pengelolaan I, II, dan III. Wilayah Prioritas I adalah prioritas utama pengelolaan dengan upaya teknis revegetasi lahan bekas tambang; revegetasi pada lahan dengan kerapatan vegetasi rendah di sekitar cekungan, gua, mata air, dan ponor; pendekatan sosial-ekonomi di sekitar lokasi tambang; serta pendekatan kebijakan dengan menetapkan kawasan lindung di tingkat lokal atau daerah.

Kata kunci: karst, kerusakan lingkungan, indeks ketergangguan.

A. PENDAHULUAN

Sumber daya gua dan karst merupakan sumber daya tidak dapat diperbarui (Gunn, Hardwick, & Wood, 2000). Secara khusus, setiap aktivitas yang dilakukan di wilayah karst berpotensi menimbulkan dampak berbahaya dan perubahan yang cepat di lingkungannya. Beberapa aktivitas manusia yang dapat mengganggu keberlanjutan lingkungan karst antara lain deforestasi, aktivitas pertanian, pertambangan dan penggalian, urbanisasi dan industri, kegiatan wisata, serta aktivitas militer dan eksploitasi sumber daya air (Williams, 1993).

Di Indonesia, persebaran kawasan karst mencapai 145.000 km^2 dengan persentase kawasan karst yang dilindungi sebesar 15% atau 22.000 km^2 (Day & Urich, 2000). Salah satu kawasan karst di Indonesia yang termasuk dalam kawasan lindung adalah Karst Karangbolong di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 3043.K/40/MEM/2014, Kawasan Bentang Alam Karst (KBAK) Gombong Selatan atau Karangbolong ditetapkan sebagai kawasan lindung geologi dengan luas wilayah karst yang dilindungi sebesar 40,89 km^2. Kawasan ini terletak di perbukitan Karangbolong di sebelah barat daya Kabupaten Kebumen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilihat dari aspek geologi, kawasan ini merupakan satuan batu gamping Formasi Kalipucang yang menindih secara tidak selaras terhadap satuan breksi gunung api (Formasi Gabon) di bagian selatan dan ditindih oleh satuan batu lempung (Formasi Halang) pada bagian utara (Ruswanto, Badri, & Anwar, 2002). Ditinjau dari perkembangannya, Haryono (2008) menjelaskan bahwa Karst Karangbolong termasuk dalam kategori perkembangan karst dewasa. Secara lebih lanjut, daerah karst tersebut dicirikan oleh bukit-bukit karst yang menyambung satu sama lain dan dipisahkan oleh cekungan tertutup majemuk atau sering disebut kokpit. Ciri lain karst tersebut adalah bentukan *polygonal karst* dengan keberadaan lembah sejajar dan cekungan tertutup yang melengkung dengan pola-pola berbeda berdasarkan pada struktur dan tekanan dari proses subduksi (Haryono, Sutanto, & Sutikno, 2017).

Kawasan Karst Karangbolong juga memiliki nilai manfaat tinggi dan beragam, baik dari segi ekonomi, sosial budaya, ilmiah, maupun keanekaragaman hayati, sehingga perlu dilindungi untuk keberlanjutan masa depan (Ruswanto dkk., 2002; Anggraeni, 2005; Riswan, Noerdjito, & Rachman, 2006; Haryono E., 2008; Haryono, Yulianto, Putro, & Nucifera, 2013; Ansori, Saefudin, Nur, & Kristiawan, 2008; Wijayanti, 2011; Sarwanto, Tuswati, & Widodo, 2015; Haryono, Sutanto, & Sutikno, 2017; Wisnuaji, 2018).

Nilai atau manfaat secara hidrologi menjadi perhatian penting dalam upaya perlindungan. Dari hasil pengamatan dan kajian sebelumnya, terdapat lima sistem sungai bawah tanah dan 58 titik mata air beserta gua berair. Lokasi sumber air tersebut dan berperan penting dalam penyediaan kebutuhan air bersih bagi masyarakat di kawasan karst ataupun di luar karst (Ruswanto dkk., 2002; Haryono dkk., 2013; Dinperkim LH Kebumen, 2015). Dari 58 mata air dan gua berair, empat di antaranya dimanfaatkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kebumen untuk distribusi air bersih di enam kecamatan di Kabupaten Kebumen.

Nilai kenanekaragaman hayati di kawasan ini juga termasuk tinggi. Karst Karangbolong memiliki kekayaan jenis spesies kelelawar tinggi dengan jumlah 15 spesies kelelawar (Wijayanti, 2011). Dari temuan tersebut, empat spesies merupakan pemakan buah, sedangkan sembilan spesies lainnya adalah pemakan serangga. Kekayaan jenis tanaman di Kawasan Karst Karangbolong juga tergolong tinggi dan beragam. Vegetasi hutan karst di kawasan Karst Karangbolong terdiri atas 187 jenis tumbuhan yang termasuk dalam 125 marga dan 60 suku tumbuhan (Riswan dkk., 2006).

Sebagai kawasan lindung geologi dan kawasan *geopark*, Kawasan Karst Karangbolong tidak sepenuhnya dapat terhindar dari potensi kerusakan. Berbagai pemanfaatan sumber daya di kawasan karst berpotensi mengurangi nilai manfaat dan mengancam kelestarian Kawasan Karst Karangbolong. Tindakan eksploitasi yang mengancam kawasan karst tersebut antara lain penambangan batu gamping ataupun bahan galian lain, deforestasi, aktivitas pertanian, wisata gua, dan eksploitasi sumber daya air. Upaya perlindungan pada kawasan karst dapat dilakukan melalui

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tahap awal dengan melakukan penilaian tingkat kerusakan agar dapat menghasilkan strategi pengelolaan untuk perlindungan yang tepat dan efisien.

Kawasan karst yang memiliki karakter yang berbeda membutuhkan metode penilaian yang berbeda pula dengan kawasan lain. Salah satu metode dalam mengukur tingkat kerusakan karst adalah Indeks Ketergangguan Karst atau Karst Disturbance Index yang disusun oleh Van Beynen dan Towsend pada 2005. Ekosistem menjadi fokus utama dengan aspek kajian yang cukup mendalam, luas, dan beragam. Pendekatan menekankan bahwa faktor-faktor seperti vegetasi, morfologi, air, tanah, biota, serta manusia memengaruhi dan dipengaruhi oleh proses (Van Beynen & Townsend, 2005).

Indeks Ketergangguan Karst dapat menjadi pilihan penting untuk mengukur tingkat kerusakan karst. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi besarnya tingkat kerusakan lingkungan di Kawasan Karst Karangbolong dengan pendekatan Indeks Ketergangguan Karst. Hasil penilaian tingkat kerusakan dapat digunakan untuk menentukan strategi kebijakan pengelolaan dan perlindungan yang tepat.

Indeks Ketergangguan Karst

Model ini digagas untuk menjawab kebutuhan dalam mengidentifikasi dan melindungi ancaman sistem gua dan karst. Indeks ini terdiri atas lima variabel yang dikaji, yaitu geomorfologi (bentuk lahan permukaan, tanah, bawah permukaan); hidrologi (kualitas dan kuantitas); atmosfer gua; biota (vegetasi dan biota bawah permukaan); serta budaya. Rincian mengenai indikator-indikator yang pada indeks ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Sistem penilaian (*scoring*) pada setiap indikator diberi skor 0–3 berdasarkan pada interpretasi penilai dari luasan dan tingkat kerusakan. Kendala yang dihadapi dalam menerapkan indeks ini adalah kurangnya data dan kesulitan dalam menilai beberapa indikator (Calo & Parise, 2006; North, 2007; De Waele, 2009). Ketidaktersediaan data dijumpai pada indikator biota, *sinkhole*, dan aspek hidrologi. Indikator lain juga sulit diolah dan dinilai, seperti indikator atmosfer gua dengan skala mikro, vegetasi yang hilang, biota gua dan biota air tanah, *alga blooms,* serta *infilling sinkhole*. Beberapa peneliti merekomendasikan adanya penyederhanaan dan penyesuaian indeks pada setiap wilayah yang berbeda, serta mendorong penggunaan foto udara dan peta tematik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Indikator Indeks Ketergangguan Karst

Variabel	Kategori	Indikator
Geomorfologi	Bentuk lahan permukaan	Penambangan
		Banjir (efek tidak langsung bendungan/ dam)
		Drainase
		Gua dan *sinkhole* tertutup atau terisi sedimen
		Dumping pada *sinkhole*
	Tanah	Erosi
		Tanah yang terpadatkan
	Permukaan bawah tanah karst (gua)	Banjir gua
		Speleothem yang hilang; Vandalisme
		Mineral dan sedimen yang hilang
		Kerusakan lantai gua
Atmosfer gua	Kualitas udara	*Dessication*
		Kondesasi-Korosi gua
Hidrologi	Kualitas air permukaan	Pestisida dan Herbisida
		Pembuangan atau tumpahan limbah industri dan minyak
	Kualitas air mata air	*Alga blooms*
	Kuantitas air	Perubahan muka air tanah
		Perubahan tetesan gua
Biota	Kerusakan vegetasi	Vegetasi yang hilang
	Biota bawah permukaan-gua	Penurunan kekayaan spesies
		Penurunan kepadatan populasi
	Biota bawah permukaan-air tanah	Penurunan kekayaan spesies
		Penurunan kepadatan populasi
Kultural	Artefak manusia	Kerusakan atau hilangnya artefak
		Peraturan perlindungan
		Penguatan aturan
		Pendidikan publik
	Infrastruktur Bangunan	Bangunan jalan
		Bangunan di atas permukaan karst
		Bangunan di dalam gua

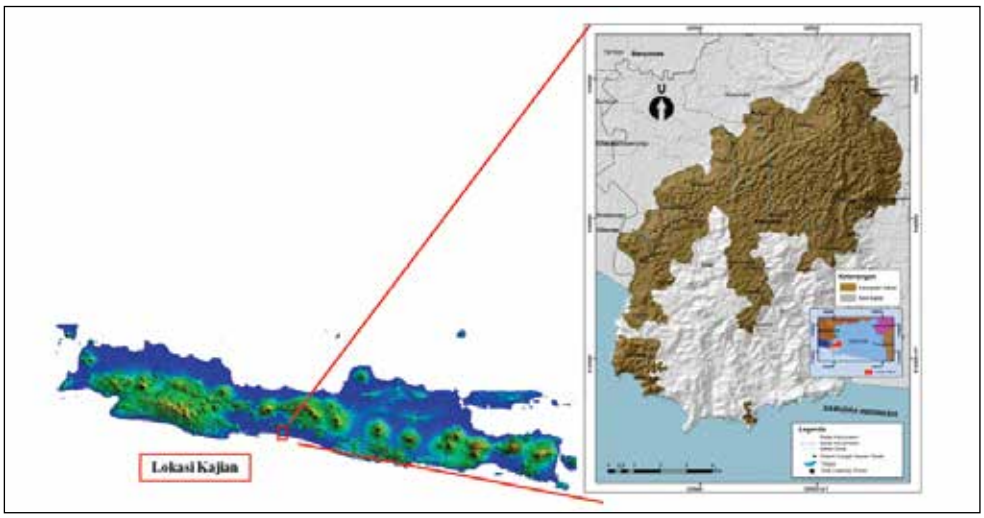
Sumber: Van Beynen dan Townsend (2005)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara astronomis, Kawasan Karst Karangbolong terletak pada 321974–333246 mT dan 9140441–9154786 mU. Kawasan ini terletak di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah, yang mencakup 27 desa dari tiga kecamatan, yaitu Ayah, Rowokele, dan Buayan. Secara umum, lokasi daerah penelitian tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada September 2018 (tahap persiapan) hingga Februari 2019 (pengumpulan data, analisis data, dan pelaporan).

2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian terdiri atas peralatan survei lapangan, perangkat analisis data, bahan utama terkait peta tematik, dan citra pengindraan jauh. Alat dan bahan penelitian secara terperinci tersaji pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat survei	Perangkat analisis data	Peta dan citra
Lembar observasi	Perangkat keras (*CPU,* monitor, *printer*)	Peta Rupa Bumi
GPS	*Software* Envi 4.5 Arc. GIS 10.3	Peta Geologi, Peta KBAK
Kamera digital		Citra *Landsat 8*
Tabung volumetrik, pelampung dan meteran		Citra *Ikonos*
Peralatan susur gua		Peta sebaran gua dan mata air

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan serta studi pustaka. Pengecekan atau survei lapangan dilakukan menggunakan satuan pemetaan cekungan tertutup. Morfologi cekungan tertutup dibatasi oleh *igir* dan puncak bukit karst. Batasan tersebut memiliki fungsi penting sebagai daerah resapan air dari sistem sungai bawah tanah ataupun mata air karst. Delineasi cekungan dilakukan dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) dari peta topografi. Proses delineasi cekungan tertutup tersaji pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Cara delineasi cekungan tertutup dari data DEM dan ketampakan di lapangan.

Pengecekan lapangan dilakukan pada 95 sampel cekungan dari 193 cekungan tertutup dengan teknik *purposive.* Sampel cekungan ditentukan dari aspek keberadaan gua, ponor, mata air, telaga, dan potensi kerusakan bio-geofisik sosial akibat aktivitas manusia. Studi pustaka pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan hasil kajian sebelumnya, baik dalam bentuk hasil penelitian, laporan inventarisasi, jurnal ilmiah, maupun laporan ilmiah lainnya.

4. Teknik Analisis Data

Kriteria untuk evaluasi tingkat kerusakan lingkungan mengacu pada Indeks Ketergangguan Karst dengan penyesuaian dan modifikasi dari hasil kajian sebelumnya yang dilakukan oleh North (2007); De Waele (2009); serta Endarto, Gunawan, dan Haryono (2015). Pendekatan penelitian menggunakan *scoring* dan pembobotan. Variabel dan indikator penelitian terdiri atas komponen abiotik (fisik), biotik, dan sosial budaya. Uraian variabel, indikator, dan sistem penilaian (*scoring*) tersaji pada Tabel 3.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Indikator dan Sistem Scoring

Indikator	Skor				Bobot
	3	2	1	0	
Penambangan	Terbuka besar (luas > 10%	kecil (1–10%	kecil (luas < 1%	Tidak ada	2
Jumlah gua yang rusak	> 66 %	34–66%	1–33%	Tidak ada	1
Kondisi debit mata air	Kering	Berkurang	Stabil	Meningkat	1
Tutupan vegetasi	< 25%	25–50%	50–75%	> 75%	1
Bangunan di atas permukaan karst	> 40 %	20–40%	1–20%	Tidak ada	2
Peraturan atau kawasan lindung	<50%	50–75%	75–100%	100%	1

Sumber: Van Beynen dan Towsend (2005); North (2007); De Waeale (2009); Endarto (2014).

Setelah indikator dinilai, tahap terakhir adalah penentuan jumlah kelas kerusakan menggunakan rumus Sturgess (1926) dan interval kelas kerusakan menggunakan rumus Kingman (1991) dalam Kurniawati (2018).

a) Penentuan jumlah kerusakan
Rumus Sturgess (1926)

$$K = 1 + 3{,}3 \log n$$

Keterangan:
K = Jumlah kelas yang akan dicari
n = Jumlah set data

b) Penentuan interval kelas kerusakan
Rumus Kingman (1991)

$$I = \frac{R}{N}$$

Keterangan:
I = Lebar interval atau kelas
R = Selisih nilai maks dan min
N = Jumlah kelas

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kerusakan Lingkungan Karst

Hasil penelitian menunjukkan jumlah skor tertinggi dan terendah adalah 13 dan 1. Dengan menggunakan rumus Sturgess dan Kingman, diperoleh jumlah kelas kerusakan sebanyak empat kelas dan interval kelas 3. Keempat kelas tersebut adalah kerusakan rendah (nilai 1–4), kerusakan sedang (5–8), tinggi (9–12), dan sangat tinggi (13–16). Tingkat dan sebaran kelas kerusakan Karst Karangbolong tersaji secara rinci pada Tabel 4 dan Gambar 3 berikut ini.

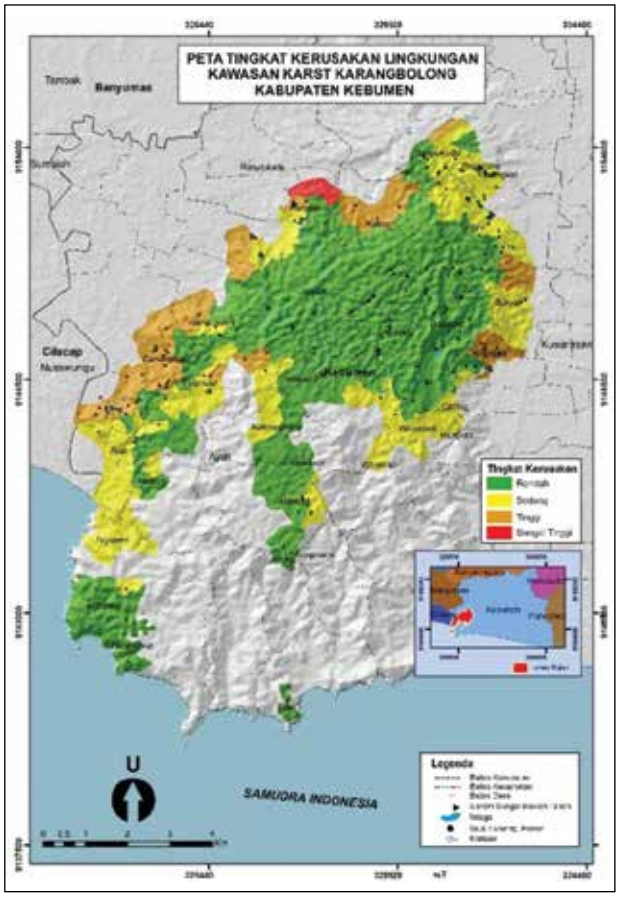
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 4. Tingkat dan Sebaran Kerusakan Karst Karangbolong

No	Kategori Kerusakan	Jumlah Cekungan	Luas (Ha)	Persentase
1	Rendah	149	3.310,64	58,63
2	Sedang	33	1.539,92	27,27
3	Tinggi	11	751,49	13,30
4	Sangat Tinggi	1	44,82	0,8
	Jumlah	194	5.646,8	100

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekungan tertutup yang mengalami kerusakan kategori rendah mencakup 149 cekungan dengan luas 3.310,64 ha atau 58,63%. Cekungan dengan kerusakan sedang berjumlah 33 dengan luas 1.539,92 ha atau 27,27%. Adapun kelas kerusakan tinggi tersebar pada 11 cekungan dengan luas 751,49 ha atau 13,3% dan kerusakan sangat tinggi hanya berada pada satu cekungan dengan luas 44,82 ha atau 0,8%. Hasil tersebut menunjukkan tingkat kerusakan karst didominasi oleh kelas kerusakan rendah.



Gambar 3. Peta Tingkat Kerusakan Karst Karangbolong

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Secara administrasi, hasil penelitian (**G**ambar 3) menunjukkan tingkat kerusakan karst pada kategori rendah hampir tersebar di semua desa (26 desa) di Kawasan Karst Karangbolong. Di sisi lain, kerusakan sedang tersebar di 23 desa, kerusakan tinggi tersebar di 11 desa, dan kerusakan sangat tinggi tersebar di dua desa. Tabel 5 berikut ini menyajikan jenis dan luasan tingkat kerusakan pada masing-masing desa.

Dari uraian Tabel 5 dan Gambar 3, dapat dilihat bahwa Desa Pakuran (Kecamatan Buayan) tergolong pada tingkat kerusakan rendah dengan persentase luasan tertinggi seluas 712,27 ha. Walaupun demikian, pembatasan wilayah permukiman perlu

Tabel 5. Tingkat Kerusakan Lingkungan di Karst Karangbolong

Kecamatan	Desa	Kelas dan Luas Kerusakan (Ha)			
		Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Buayan	Banyumudal	69,29	74,68	19,21	-
	Buayan	37,13	122,21	33,54	-
	Pakuran	712,27	16,12	-	-
	Rogodadi	30,16	12,57	67,12	-
	Sikayu	189,83	242,96	26,97	-
	Karangsari	-	1,01	-	-
	Rogodono	3,04	14,75	-	-
	Tugu	3,60	2,86	-	-
	Wanadadi	6,47	143,55	-	-
	Geblug	1,17	11,17	-	-
Rowokele	Redisari	30,30	19,21	15,64	12,71
	Kalisari	280,62	0,25	126,40	32,11
Ayah	Argopeni	195,93	127,04	-	-
	Argosari	185,60	39,63	-	-
	Ayah	14,19	176,23	47,24	-
	Banjarharjo	0,24	-	-	-
	Candirenggo	40,20	0,09	218,82	-
	Jatijajar	552,23	72,41	61,19	-
	Jintung	18,72	-	-	-
	Kalibangkang	113,86	68,19	-	-
	Kalipoh	36,61	63,29	-	-
	Karangduwur	82,91			
	Pasir	23,51			
	Tlagasari	310,19	203,79	56,31	
	Mangunweni	137,28	22,49	79,05	
	Watukelir	235,29	105,42		
Jumlah		**3.310,64**	**1.539,92**	**751,49**	**44,82**

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dipertimbangkan karena Desa Pakuran merupakan daerah tangkapan dari beberapa mata air dan/atau sungai bawah tanah yang mengalir di bawahnya.

Pada kategori kerusakan sedang, Desa Sikayu merupakan desa dengan luasan kerusakan sedang tertinggi, yakni 242,96 ha. Indikator yang berpengaruh pada tingkat kerusakan sedang adalah bangunan permukiman di atas tanah, kerusakan gua, dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung. Pada kerusakan tinggi, desa yang terkena dampak paling luas adalah Desa Candirenggo dan Kalisari dengan luas 218,82 ha dan 126,40 ha. Pada tingkat kerusakan sangat tinggi, luasan wilayah yang terkena dampak adalah 44,82 ha di Desa Kalisari dan Redisari. Faktor yang berpengaruh pada tingkat kerusakan tinggi dan sangat tinggi adalah luasan kegiatan penambangan, bangunan permukiman di atas tanah, kerusakan gua, dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung.

Beberapa kajian sebelumnya yang dilakukan oleh Van Beynen, Feliciano, L, dan Townsend (2007); Calo dan Parise (2006); Endarto dkk. (2015); serta Porter, North, dan Polk (2016) juga menyatakan bahwa keberadaan penambangan dan bangunan permukiman di atas permukaan karst merupakan faktor yang berpengaruh pada kerusakan lingkungan karst. Selain itu, penetapan aturan lindung yang tidak mencakup keseluruhan wilayah karst dan penegakan aturan yang lemah termasuk faktor yang berpengaruh pada kerusakan (North, 2007).

Indikator kerusakan gua secara keseluruhan menunjukkan 28% dari seluruh 235 gua mengalami kerusakan akibat penambangan fosfat (22%), serta keberadaan sampah dan pematahan ornamen (6%). Persebaran gua yang rusak berada di Desa Sikayu, Tlagasari, Ayah, Candirenggo, Rogodadi, Buayan, Jatijajar, dan Redisari. Dilihat dari persebarannya, indikator kerusakan gua lebih berpengaruh pada tingkat kerusakan tinggi dan sedang.

Dari pemrosesan citra satelit, kerapatan vegetasi di Karst Karangbolong sebagian besar (92%) memiliki kerapatan tinggi hingga sangat tinggi sehingga tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kerusakan lingkungan. Hasil penelitian yang sama telah dilakukan oleh Sarwanto dkk. (2015) yang menunjukkan bahwa sebagian besar (90%) hutan di Kawasan Karst Karangbolong dalam tingkat kerapatan vegetasi sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

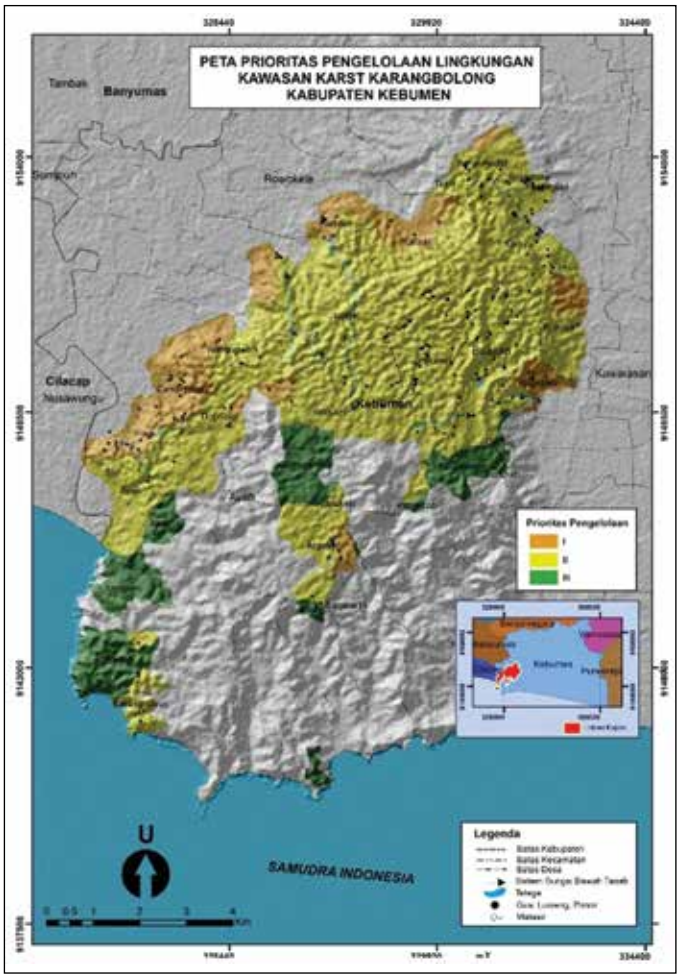
Indikator kondisi mata air di Karst Karangbolong sebagian besar tidak mengalami penurunan debit. Penurunan debit mata air hanya terjadi di tiga mata air, yaitu Klesem (Desa Argosari), Kalipucang (Desa Wonodadi), dan Ledeng (Desa Banyumudal). Dua mata air (Klesem dan Kalipucang) mengalami penurunan akibat perubahan kondisi tutupan vegetasi menjadi hutan produksi. Pada mata air Ledeng, penurunan debit dipengaruhi oleh tingkat konsumsi air bersih yang tinggi, yakni 3.222 keluarga pengguna, baik oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Kebumen maupun masyarakat. Secara umum, kondisi mata air tidak berpengaruh secara signifikan karena hanya terdapat tiga dari 62 titik yang mengalami penurunan debit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. STRATEGI PENGELOLAAN DAN PERLINDUNGAN KARST KARANGBOLONG

Strategi pengelolaan karst mengacu pada konsep yang dikembangkan oleh Angulo, Morales, Uriarte, dan Antiguedad (2013) mengenai peta prioritas pengelolaan karst. Konsep ini tersusun atas hasil tumpang susun antara data sebaran ketampakan penting karst (ponor, luweng, gua, mata air, dan telaga) dan peta tingkat kerusakan karst.

Peta prioritas pengelolaan Karst Karangbolong yang telah disusun terdiri atas tiga wilayah prioritas, yaitu Prioritas 1, 2, dan 3. Wilayah Prioritas 1 merupakan daerah tingkat kerusakan tinggi hingga sangat tinggi dengan kerapatan ketampakan penting karst yang rendah hingga tinggi. Arahan pengelolaan pada wilayah ini dilakukan dengan upaya teknis revegetasi lahan bekas tambang dan lahan dengan kerapatan vegetasi rendah di sekitar cekungan, gua, mata air, dan ponor; pendekatan sosial-ekonomi di sekitar lokasi tambang; serta pendekatan kebijakan dengan menetapkan kawasan lindung di tingkat lokal atau daerah.



Gambar 4. Peta Prioritas Pengelolaan Kawasan Karst Karangbolong

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wilayah skala prioritas dua terdiri atas daerah dengan tingkat kerusakan sedang dan rendah dengan kerapatan ketampakan penting karst tinggi dan berperan sebagai daerah tangkapan sistem sungai bawah tanah. Wilayah ini difokuskan pada upaya revegetasi pada ketampakan penting karst (telaga, gua, dan mata air); penggalian ponor yang terisi sedimen; dan pembatasan bangunan di atas permukaan karst (aspek tata ruang).

Wilayah prioritas tiga mencangkup wilayah dengan tingkat kerusakan rendah dan tidak memiliki ketampakan penting karst. Wilayah ini diarahkan menjadi daerah budi daya hutan produksi terbatas dan/atau pertanian-perkebunan. Pembagian wilayah prioritas pengelolaan tersaji pada Gambar 4.

E. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, sebagian besar tingkat kerusakan lingkungan di Karst Karangbolong berada dalam kategori rendah (58,63%) dan sangat tinggi (sekitar 0,8%). Kelas kerusakan tinggi dan sangat tinggi dipengaruhi oleh faktor keberadaan kegiatan penambangan, bangunan di atas permukiman karst, persentase kerusakan gua, rendahnya kerapatan vegetasi, dan rendahnya wilayah yang masuk kawasan lindung. Strategi pengelolaan selanjutnya berdasarkan pada aspek perlindungan ketampakan penting karst dan zonasi tingkat kerusakan sehingga dihasilkan wilayah prioritas pengelolaan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap warga Desa Sikayu yang telah membantu dalam kegiatan penelitian di lapangan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih juga kepada rekan-rekan KMPA Giri Bahama UMS yang telah memberi dukungan dan kontribusi dalam pengambilan data di lapangan. Selain itu, kepada rekan-rekan Banyumas Asik Caving (BAC), terutama kepada Rasyid Wisnu Aji, yang telah memberikan data pendukung dan gambaran di lapangan sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni. (2005). Penelusuran potensi arkeologis di Kawasan Karst Gombong Selatan. *Humaniora*, 135–141.

Angulo, B., Morales, T., Uriarte, A. J., & Antiguedad, I. (2013). Implementing a comprehensive approach for evaluating significance and disturbance in protected karst areas to guide management strategies. *Journal of Environmental Management*, 386–396.

Ansori, C., Saefudin, Nur, M. A., & Kristiawan, W. (2008). Potensi sumber daya mineral Kawasan Karst Gombong Selatan serta implikasinya terhadap pengelolaan kawasan lindung. *Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi 2008.* Bandung: Badan Geologi.

Calo, F., & Parise, M. (2006). Evaluating the human disturbance to karst environments in Southern Italy. *Acta Carsologica*, 47–56.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Day, M., & Urich, P. (2000). An assessment of protected karst landscapes in Southeast Asia. *Cave and Karst Science*, 61–70.

De Waele, J. (2009). Evaluating disturbance on Mediterranean Karst Areas: The example of Sardinia (Italy). *Environmental Geology*, 239–255.

Dinperkim LH Kebumen. (2015). *Kajian Mata Air Kabupaten Kebumen.* Kebumen.

Endarto, R., Gunawan, T., & Haryono, E. (2015). Kajian kerusakan lingkungan karst sebagai dasar pelestarian sumber daya air (Kasus di DAS Bribin Hulu Kab. Gunungkidul, DIY). *Majalah Geografi Indonesia*, 51–59.

Gunn, J., Hardwick, P., & Wood, P. (2000). The invertebrate community of the Peak Speedwell Cave System, Derbyshire, England: Presure and considerations for conservation management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 353–369.

Haryono, E. (2008). *Model Perkembangan Karst Berdasarkan Morfometri Jaringan Lembah di Karangbolong, Gunungsewu, Blambangan, Rengel*. (Disertasi), Program Pascasarjana Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Haryono, E., Sutanto, T., & Sutikno. (2017). Polygonal Karst Morphology of Karangbolong Area, Java-Indonesia. *Acta Carsologica*, 63–72.

Haryono, E., Yulianto, B., Putro, S., & Nucifera, F. (2013.). *Studi Hidrogeologi Kawasan Karst Karangbolong.* Yogyakarta.

Kurniawati, A. (2018). *Analisis Kerawanan Banjir Genangan Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi di Sub DAS Mungkung.* (Skripsi), Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

North, L. (2007). *Application and Refinement of the Karst Disturbance Index in Westcentral Florida.* (Thesis). Tampa: University of South Florida.

Porter, L., North, L., & Polk, S. (2016). Comparing and refining karst disturbance index methods through application in an island karst setting. *Environmental Management*, 1027–1045.

Riswan, S., Noerdjito, M., & Rachman, I. (2006). Vegetasi hutan karst: Kasus kawasan Gombong Selatan-Ayah-Kebumen. Dalam *Manajemen Bioregional: Karst, Masalah dan Pemecahannya, Dilengkapi Kasus Jabodetabek* (111–122). Bogor: Puslit Biologi-LIPI.

Ruswanto, Badri, I., & Anwar, A. (2002). *Inventarisasi Geologi Lingkungan Kawasan Karst Gombong Kabupaten Kebumen.* Bandung: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

Sarwanto, D., Tuswati, S., & Widodo, P. (2015). Keragaman dan produktivitas hijauan pakan indigenous pada berbagai tingkat kerapatan vegetasi di Pegunungan Kapur Gombong Selatan. *Biosfera*, 147–153.

Sturgess, A. H. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 65–66.

Van Beynen, P., & Townsend, K. (2005). A disturbance index for karst environments. *Environmental Management*, 101–116.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Van Beynen, P., Feliciano, N., L, N., & Townsend, K. (2007). Application of a karst disturbance index in Hillsborough county, Florida. *Environmental Assessment*, 261–277.

Wijayanti, F. (2011). *Ekologi, Relung, dan Strategi Adaptasi Kelelawar Penghuni Gua di Kawasan Karst Gombong.* (Disertasi), Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Williams, P. W. (1993). Environmental change and human impact on karst terrains: an introduction. Dalam P. W. Williams, *Karst Terrains, Environmental Changes, Human Impact* (1–19). Catena: Catena Supplements.

Wisnuaji, R. (2018). *Kajian Valuasi Ekonomi Potensi Sumber Daya Alam dan Lingkungan Kawasan Karst Gombong.* (Tesis) Program Pascasarjana Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN *NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX* MENGGUNAKAN SENTINEL 2

MAPPING FLOOD-PRONE AREAS WITH THE NORMALIZED DIFFERENCE WATER INDEX USING SENTINEL 2

Yudo Purnomo[1,*], Muhammad L L Usman[1,*], Fifing[1,*]

[1]Universitas Pertahanan Indonesia, Kawasan IPSC, Bogor
[2]Fakultas Teknologi Pertahanan
[3]Kementerian Pertahanan
Pos-el: nibo.yudo@gmail.com, zarkuz.mail@gmail.com, fifing3@gmail.com

ABSTRACT

According to the website of the government of West Java Province, West Java is a province with an area of 35.377,76 km2 with a population of 46.497.175 people and spread in 36 districts. The large population of West Java must be faced with the risk of natural disasters, one of which is flooding. According to data from the official website of the Badan National Penanggulangan Bencana or BNPB, the floods in West Java in 2018 recorded 75 incidents and in 2019 there were 75 potentially rising events. BNPB statistical data also states that due to flooding in 2019 there were 115,414 people displaced with 25,493 submerged housing units. In preventing flooding, research is conducted to identify areas prone to flooding. This study uses the Normalized Difference Water Index (NDWI) method which uses an algorithm for detection of water bodies. Water bodies have the ability to absorb strongly at visible and infrared light wavelengths (McFeeters, 2013). NDWI mapping uses open access data from high-resolution and multi spectral satellite imagery Sentinel-2 in 2013-2018. NDWI transformation in research is used to distinguish land and water areas. The NDWI algorithm involves green bands and near infrared bands, namely the NDWI = Green-NIR / Green + NIR formula. This research is expected to be a material for the study of the West Java provincial government in the development and prevention of flooding.

Keywords: *Sentinel 2, Flood, Normalized Difference Water Index*

ABSTRAK

Menurut situs web Pemerintah Provinsi Jawa Barat, Jawa Barat merupakan provinsi yang memiliki luas 35.377,76 km^2 dengan populasi sebesar 46.497.175 jiwa yang tersebar di 36 kabupaten. Banyaknya populasi penduduk Jawa Barat harus dihadapkan pada risiko bencana alam, salah satunya banjir. Banjir di Jawa Barat sendiri, menurut data dari situs webresmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana atau BNPB, tercatat sama-sama 75 kejadian pada tahun 2018 dan 2019, tetapi tahun ini berpotensi naik. Data statistik BNPB juga menyebutkan, akibat banjir pada 2019, tercatat 115.414 jiwa mengungsi dengan 25.493 unit rumah terendam. Dalam mencegah terjadinya banjir, dilakukan penelitian untuk identifikasi wilayah yang rentan terjadinya bencana

Buku ini tidak diperjualbelikan.

banjir. Penelitian ini menggunakan metode Normalized Diferrence Water Index atau NDWI yang menggunakan algoritma untuk deteksi badan air. Badan air memiliki kemampuan menyerap secara kuat pada panjang gelombang sinar tampak dan inframerah (McFeeters, 2013). Pemetaan NDWI menggunakan data *open access* dari citra satelit resolusi tinggi dan *multi-spectral* Sentinel-2 pada 2016–2018. Transformasi NDWI pada penelitian digunakan untuk membedakan wilayah daratan dengan perairan. Algoritma NDWI melibatkan *band* hijau dan *band* inframerah dekat, yaitu dengan rumus NDWI = Green-NIR/Green+NIR. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan kajian Pemerintah Provinsi Jawa Barat dalam pembangunan dan pencegahan banjir.

A. PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan masalah bencana alam yang sering terjadi di Indonesia ketika musim hujan. Bencana banjir sering menyebabkan kerusakan, baik fisik, ekonomi, maupun sosial budaya. Bencana banjir juga dapat mengakibatkan hilangnya korban jiwa dan kerusakan infrastruktur sekitar. Salah satu provinsi yang mengalami bencana banjir hampir tiap tahun adalah Jawa Barat.

Jawa Barat merupakan provinsi yang memiliki luas wilayah 35.377,76 km^2 dengan jumlah populasi sebesar 46.497.175 jiwa yang tersebar di 36 kabupaten. Banjir di Jawa Barat pada 2018 tercatat 75 kejadian dan berpotensi mengalami kenaikan setiap tahun. Data statistik BNPB juga menyebutkan, akibat banjir pada 2019, tercatat 115.414 jiwa mengungsi dengan 25.493 unit rumah terendam. Respons banjir menggunakan citra satelit bumi sangat dibutuhkan saat ini, baik di tingkat nasional, regional, maupun lokal. Hal tersebut disebabkan oleh risiko banjir yang tingkat kejadiannya tinggi.

Penilaian/pemantauan/kajian/penilaian secara cepat setelah peristiwa banjir dan genangan daratan sangat penting untuk melaksanakan manajemen bencana dalam mengoordinasi respons pertama dan kegiatan lain yang berkaitan dengan respons dan rehabilitasi infrastruktur yang rusak secara cepat. Data satelit secara signifikan memfasilitasi penentuan tingkat banjir untuk area yang luas yang tidak memerlukan kerja di lapangan atau meninjau langsung di lapangan yang akan membutuhkan banyak waktu, tenaga, dan biaya. Pemetaan banjir dapat dilakukan dengan memanfaatkan ketersediaan data satelit yang besar secara gratis, seperti data Sentinel yang disediakan oleh European Space Agency (ESA). Data juga dapat diambil dari Copernicus Open Access Hub dengan cara mengunduh data satelit optik dan radar.

Synthetic Aperature Radar (SAR) dapat digunakan untuk memetakan banjir karena kemampuannya menembus awan pada malam ataupun siang hari. Adapun penelitian ini menggunakan data satelit optik dan memanfaatkan pantulan *spektral* dalam saluran hijau dan Near-Infrared (NIR) untuk menghitung Normalized Difference Water Index (NDWI).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, data sekunder meliputi literatur yang diakses dari Elsevier/Scopus dan Google Scholar, laporan yang tidak dipublikasi, dan penelitian yang berada di kalangan internal peneliti. Sementara data primer diambil dari laman *open-access* yang pengolahannya menggunakan perangkat lunak *open-source*. Penelitian ini menggunakan citra Sentinel 2 yang memiliki 13 *band multispectral*. Untuk saat ini, Sentinel-2 merupakan data citra *open-access*/*open data* yang paling andal karena mempunyai cakupan dua kali lebih luas daripada *landsat* dengan resolusi spasial 10 m. Data citra Sentinel 2 dapat diperoleh dari Google Earth Engine. Area penelitian ini berada di Jawa Barat dengan luaran penelitian adalah deskripsi interpretasi hasil dari tumpang susun, yaitu hidrogeologi wilayah genangan air dan interpretasi citra Sentinel-2. Nilai NDWI didapatkan berdasarkan pada persamaan:

$$NDWI = \frac{Xnir - Xswir}{Xnir + Xswir}$$

Pada Sentinel-2, Near Infrared (NIR) adalah *reflektan* inframerah dekat yang mengidentifikasi materi kering menggunakan *band* 8A. Short Wavelength-Infrared (SWIR) adalah inframerah gelombang pendek yang mengidentifikasi kadar air menggunakan *band* 11. Persamaan dan kombinasi interpretasi memberikan peningkatan ketepatan informasi kadar air pada tanah dan tumbuhan dengan resolusi spasial 20 m, nilai berkisar dari -1. yang menunjukkan tingkat kadar air pada tanah sangat rendah sampai 1 untuk tingkat kadar air pada tanah yang sangat tinggi. Hasil pengolahan citra satelit tersebut (*input*) kemudian ditumpang susun (*overlay*) dengan peta geologi, nilai properti batuan dan kedalaman muka air tanah, serta penggunaan lahan di daerah resapan. Proses tersebut bertujuan untuk mencapai *output* yang diharapkan, yaitu *preliminary study* nilai NDWI di wilayah resapan air tanah. NDWI adalah metode baru yang telah dikembangkan oleh McFeeters (1996) untuk menggambarkan fitur air terbuka dan meningkatkan metode ini dalam citra digital yang diambil dari teknik pengindraan jauh. NDWI adalah indeks yang menunjukkan tingkat kebasahan suatu area. Indeks kebasahan merupakan fasilitas yang membedakan antara wilayah yang digenangi air dan wilayah yang tidak digenangi air.

NDWI adalah fungsi dari kanal NIR dan SWIR. NIR digunakan dalam identifikasi vegetasi dan kandungan biomassa, sedangkan SWIR mengidentifikasi kelembapan vegetasi dan kelembapan tanah. Panjang gelombang kanal NIR adalah μm dan SWIR adalah μm. Nilai NDWI diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu kebasahan rendah, kebasahan sedang, dan kebasahan tinggi.

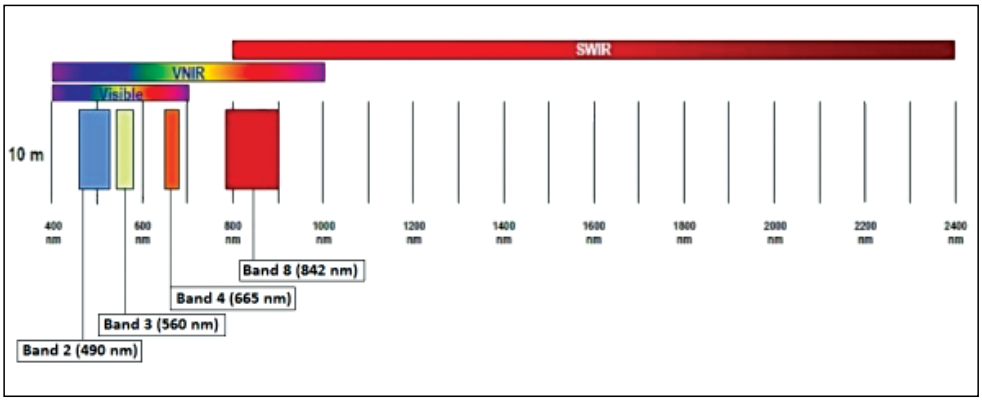
Metode NDWI menggunakan *band green* dan *band* NIR, sedangkan metode MNDWI menggunakan *band green* dan *band* SWIR. Badan air memiliki daya serap lebih kuat pada *band* SWIR dibandingkan *band* NIR. Hasil perbandingan dari NDWI menunjukkan kedua metode dapat meningkatkan perbedaan air dan non-air.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Resolusi Spasial Sentinel-2

Penelitian ini menggunakan metode Normalized Difference dengan proses Google Earth-Engine. Dengan metode Normalized Difference, dapat dihitung NIR-SWIR/NIR + SWIR. Dalam citra Sentinel 2, *green* (hijau) adalah *band* 3 dan NIR adalah *band* 8.



Gambar 1. Sentinel-2 10 m *spatial resolution bands*: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm), dan B8 (842 nm).

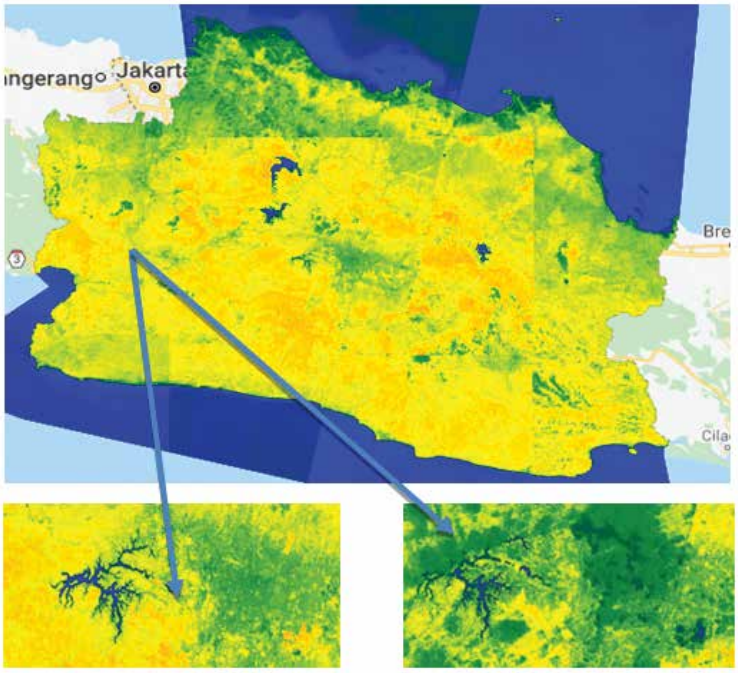
Pemrosesan citra dengan metode NDWI menghasilkan 2 citra, yaitu citra NDWI musim hujan dan citra NDWI musim kering. Kemampuan pengolahan citra dengan Google Earth Engine yang memiliki visualisasi citra baik sangat cocok digunakan untuk pemetaan suatu wilayah di permukaan bumi.

2. Analisis Citra dengan Metode NDWI

Analisis citra dengan metode NDWI menggunakan citra SAR data Sentinel 2 karena memiliki kelebihan, yaitu dapat menembus awan ketika melakukan akuisisi citra. Citra yang diperoleh menjadi lebih jelas dan detail sehingga mempermudah analisis.

Pada Gambar 2 citra pada musim kering (*dry season*) menggunakan *band* 3 dan *band* 8 karena lebih kompatibel dalam analisis vegetasi dan air sehingga dalam proses analisis dapat dengan mudah dilakukan proses NDWI. Sementara pada Gambar 3, *dry season* menampilkan citra dengan vegetasi yang lebih banyak karena citra tersebut diambil pada musim basah dan indeks air di permukaan lahan meningkat dibandingkan saat *dry season* (musim basah).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2 Gambar 3

Gambar 2. *Dry season*
Gambar 3. *Wet season*

D. SARAN/REKOMENDASI (OPSIONAL)

Metode NDWI dapat digunakan untuk menganalisis kerawanan banjir karena dapat diketahui indeks air pada setiap saat melalui citra yang diakuisisi. Dalam memperkuat keakuratan data atau hasil dari analisis menggunakan NDWI, dapat dilakukan dengan pengecekan lapangan. Pemetaan rawan bencana ini juga dapat membantu badan, instansi, dan *stakeholder* lain dalam pengambilan keputusan terkait dengan bencana alam.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pertahanan, Universitas Pertahanan, Pusat Studi Teknologi Pertahanan, dan Badan Penanggulangan Bencana Nasional. Melalui fasilitas dan penyediaan data informasi yang diberikan, dalam bentuk *offline* ataupun *online* penelitian kami dapat diselesaikan dengan baik/sempurna.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2019). Data bencana Jawa Barat. Diakses pada 1 Juli 2019 dari http://dibi.bnpb.go.id/.

Agustin, D. (2017). *Analisis Banjir dengan Menggunakan Citra Satelit Multilevel di Kecamatan Rengel Kabupaten Tuban.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Anonim. *Peta Digital Satelit Landsat*. Diakses pada 31 Juli 2019 dari http://landsatexplorer.esri.com/.

Anonim. Spatial resolution. Diakses pada 29 Juli 2019 dari https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial.

Darul, A. Irawan, D. E., Koesoemo Roekmi, R. A., & Oktavia, P. (2017). Preliminary study normalized difference water index di wilayah resapan air tanah Kabupaten Bekasi. *Jurnal Pendidikan Geografi, 17*(2).

I.B.K. Putra Susila, I.D. N. Nurweda Putra, et. al. (2017). Rancang bangun aplikasi analisa pola hujan penyebab banjir di Jakarta. *Lontar Komputer*, *5*(3): 151–161.

Teungku Haikal. (2014). *Analisis Normalized Difference Wetness Index dengan Menggunakan Data Citra Landsat 5TM*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ANALISIS PERUBAHAN TEMPORAL DISTRIBUSI AKTIVITAS VULKANIS GUNUNG ANAK KRAKATAU

TEMPORAL CHANGEANALYSIS OFLAND SURFACE TEMPERATURE DISTRIBUTION BASED ON MOUNT ANAK KRAKATAU VOLCANIC ACTIVITIEST

Mudo Prakoso[1*], Stevany Abigail[1], Usna Zainun[1], Cholisina Anik Perwita[1]

[1]Geophysical Engineering, Physics Departement, Mathematics and Natural Science Faculty
Brawijaya University
Jalan Veteran no.1, Lowokwaru, Malang 65145, East Java
[1*]Pos-el: prakosomudo@student.ub.ac.id

ABSTRACT

Gunung Anak Krakatau (GAK) is one of the active volcanoes in Indonesia, located in Sunda Strait between Java and Sumatra Island. GAK Shows an increasing activity along May 2018 until December 2018 that can be identified through seismic data provided by Volcanologyl Survey Indonesia (VSI). This change of activity also can be deduced from land surface temperature. Identification of changes in land surface temperature has been done through image processing LANDSAT OLI / TIRS 8. The results of the processing showed an increase in surface temperature around the body of Mount Anak Krakatau reaching temperatures between 70 ° C and 80 ° C. After December 2018, the land surface temperature around the body of Mount Anak Krakatau decreases to 20 ° C in February 2019 which shows a decrease in volcanic activity. This temperature distribution is still relevant to the results of previous studies discussing the distribution model of magma chamber under the Krakatau Mountain area where the conduit pipe as the escape route for magma is only on Anak Krakatau Island. This is in accordance with the temperature distribution of the processing results which are only concentrated in the body of Mount Anak Krakatau.

***Keywords** : Land Surface Temperature (LST), Mount Anak Krakatau Volcanic, LANDSAT*

ABSTRAK

Gunung Anak Krakatau (GAK) merupakan salah satu gunung api aktif di Indonesia yang terletak di Selat Sunda, di antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatra. GAK menunjukkan peningkatan aktivitas selama Mei 2018 hingga Desember 2018 yang dapat diidentifikasi dari rekaman seismik yang dirilis oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Perubahan aktivitas ini juga dapat disimpulkan dari perubahan temperatur permukaan. Identifikasi perubahan temperatur permukaan tanah dilakukan melalui pengolahan citra Landsat OLI/TIRS 8. Hasil pengolahan menunjukkan adanya peningkatan temperatur permukaan tanah sekitar tubuh Gunung Anak Krakatau mencapai suhu antara 70°C dan 80°C. Setelah Desember 2018, temperatur permukaan tanah sekitar tubuh Gunung Anak Krakatau menurun hingga 20°C pada Februari 2019 yang menunjukkan penurunan aktivitas vulkanis. Distribusi temperatur ini masih relevan dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

hasil penelitian sebelumnya yang membahas mengenai model persebaran dapur magma di bawah Kompleks Gunung Krakatau. Dalam model persebaran tersebut, pipa *konduit* sebagai jalur keluarnya magma hanya berada di Pulau Anak Krakatau. Hal ini sesuai dengan distribusi temperatur hasil pengolahan yang hanya terkonsentrasi pada tubuh Gunung Anak Krakatau.

Kata kunci: Temperatur Permukaan Tanah (LST), Gunung Api Anak Krakatau, Landsat

A. PENDAHULUAN

1. *Land Surface Temperature* (LST)

Landsat 8 sebagai seri terakhir dari Landsat merupakan salah satu bentuk capaian kerja sama antara United State Geological Survey (USGS) dan National Aeronautics and Space Administration (NASA) dalam menyajikan data spasial dengan resolusi yang tinggi. Dari dua data yang disediakan oleh tiap sensor yang terpasang dalam satelit ini, Operational Land Imaging (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS)[1], memungkinkan untuk digunakan sebagai data awal dalam penentuan LST seperti yang telah dilakukan oleh beberapa praktisi.

Land Surface Temperature merupakan temperatur permukaan yang dapat diukur ketika permukaan diukur langsung oleh suatu instrumen pengukuran[2]. Menurut Jeevalakshmi et al (2017), LST dapat diestimasi dengan menggunakan data pada *red band,* yang berasosiasi dengan *band 4*; *near red band,* yang berasosiasi dengan *band 5*; serta *thermal infrared band,* yang berasosiasi dengan *band 10* dan *band 11*[1].

2. Penentuan *Land Surface Temperature* (LST)

a. Top of Atmosphere (TOA) Reflectance

Tahapan awal yang dilakukan ialah mengonversi *digital numbers* menjadi satuan fisika[1]. Data dari *band 4* dan *band 5* dikonversi menjadi satuan TOA Reflentance melalui persamaan (1). Persamaan ini sekaligus memberikan koreksi terhadap sudut elevasi matahari.

$$\rho_\lambda = \frac{M_\rho Q_{cal} + A_\rho}{\sin(\theta_{SE})} \qquad (1)$$

dengan keterangan,

ρ_λ = *TOA planetary spectral reflectance*
M_ρ = *Reflectance multiplicative scaling factor* dari *band*
A_ρ = *Reflectance additive scaling factor* dari *band*
Q_{cal} = Nilai *pixel* level 1 dalam *digital numbers*
θ_{SE} = Sudut elevasi matahari

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Estimasi Emisivitas melalui Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Menurut Qin et al (2019), besarnya NDVI[3] dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2).

$$NDVI = \frac{R_{nir} - R_{red}}{R_{nir} + R_{red}} \quad (2)$$

di mana,

R_{nir} = Nilai refleksi dari *band 4* yang telah terkoreksi

R_{red} = Nilai refleksi dari *band 5* yang telah terkoreksi

Nilai NDVI yang didapat digunakan untuk menentukan besarnya Fraksi Vegetasi. Fraksi tersebut menunjukkan bagian suatu lahan yang tertutup oleh vegetasi[4]. Besarnya Fraksi Vegetasi ditunjukkan oleh persamaan (3).

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (3)$$

dengan keterangan

Pv = Fraksi Vegetasi

$NDVI_{min}$ = 0,2 dan $NDVI_{max}$ = 0,5

Penentuan nilai untuk $NDVI_{min}$ dan $NDVI_{max}$ didasarkan pada asumsi bahwa pada nilai NDVI < 0,2 lahan hampir tidak tertutup vegetasi, sedangkan untuk nilai NDVI > 0,5 lahan hampir tertutup oleh vegetasi[4]. Hal inilah yang kemudian menentukan emisivitas. Nilai emisivitas tersebut dinyatakan oleh persamaan (4).

$$\varepsilon = mPv + n = 0.004Pv + 0.986 \quad (4)$$

dengan keterangan

ε = *Land surface emissivity*

$m = \varepsilon_v - \varepsilon_s - (1 - \varepsilon_s)F\varepsilon_v$

$n = \varepsilon_s + (1 - \varepsilon_s)F\varepsilon_v$

Nilai *F* merupakan faktor bentuk yang memiliki nilai rata–rata sekitar 0,55. Nilai ε_v yang dipilih sebesar 0,99 untuk menunjukkan emisivitas oleh vegetasi. Sementara itu, nilai emisivitas oleh tanah sangat beragam sehingga dipilih nilai rata-rata untuk berbagai sampel tanah yaitu sebesar 0,973[4]. Dengan menyubstitusikan nilai-nilai tersebut, akan didapatkan persamaan (4).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Estimasi Land Surface Temperature

Besarnya LST dapat diestimasikan dengan menggunakan persamaan (5)[3].

$$T_s = \frac{T_{sensor}}{1+\left(\lambda \times \frac{T_{sensor}}{\rho}\right) n(\varepsilon)} \quad (5)$$

dengan keterangan

λ = Panjang gelombang radiasi yang teremisikan

T_{sensor} = Temperatur kecerahan sensor

ρ = hc/j

Weng et al dalam Qin dkk. (2019) menjelaskan bahwa nilai rata-rata gelombang radiasi yang teremisikan sebesar 11,5 μm. Sementara itu, *h* menunjukkan konstanta Plank (6.626×10^{-34} Js), *c* menunjukkan kecepatan cahaya (2.998×10^{8} m/s), dan *j* menunjukkan konstanta Boltzmann ($1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K)[3]. Penentuan temperatur kecerahan sensor, T_{sensor}, menggunakan persamaan (6)[3].

$$T_{sensor} = \frac{K}{In(1+K_1/L_{sensor})} \quad (6)$$

dengan persamaan

K = Konstanta yang tersedia di dalam metadata

L_{sensor} = Nilai Sensor Spectral Radiance yang dinyatakan oleh persamaan 7.

$$L_\lambda = M_L\, Qcal + AL \quad (7)$$

di mana,

L_λ = *Sensor Spectral Radiance*

M_L = *Radiance Multiplicative Scaling Factor* dari *band*

AL = *Radiance Additive Scaling Factor* dari *band*

Qcal = Nilai *pixel* level 1 dalam *digital numbers*

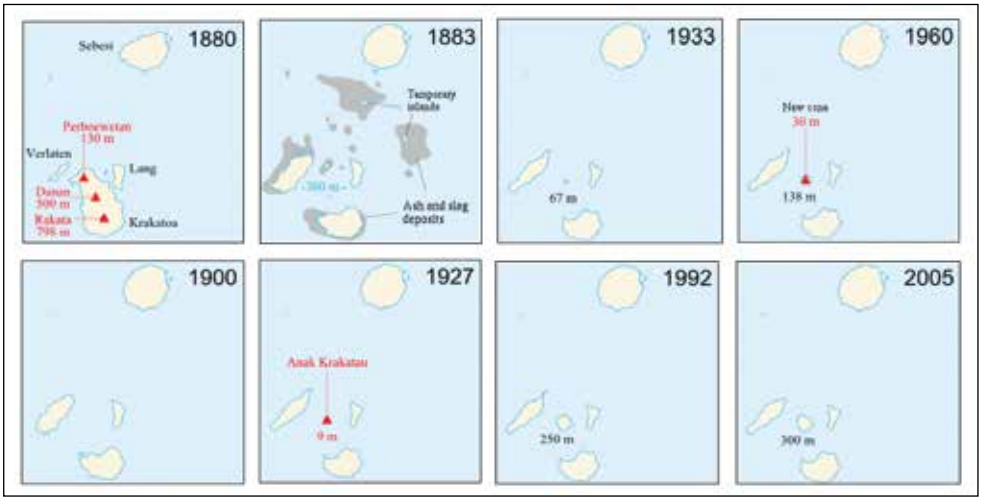
4. Aktivitas Gunung Krakatau

Setelah beristirahat lebih-kurang 200 tahun, Gunung Krakatau kembali memperlihatkan kegiatannya yang diawali dari beberapa letusan Gunung Danan dan Gunung Perbuatan. Pada 20 Mei 1883, letusan Gunung Perbuatan berkomposisi *basaltis* mengawali letusan *paroksismal* pada 27 Agustus 1883 yang berkomposisi *dasit* dengan komposisi SiO_2 = 64-68%[5]. Letusan *paroksismal* terjadi pada Minggu, 27 Agustus 1883 dengan suara letusan terdengar sejauh 4.500 km, tinggi asap 80 km, dan energi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang dikeluarkan 1 × 1.025 erg. Tsunami terjadi 30 menit setelah letusan kataklismik dengan tinggi gelombang 30 m di pantai barat Banten dan pantai selatan Lampung.

Catatan sejarah kegiatan vulkanis Gunung Anak Krakatau sejak lahirnya pada 11 Juni 1930 hingga 2000 telah mengalami erupsi lebih dari 100 kali, baik bersifat eksplosif maupun efusif. Dari sejumlah letusan tersebut, pada umumnya titik letusan selalu berpindah-pindah di sekitar tubuh kerucutnya. Waktu istirahat berkisar 1–8 tahun dan umumnya terjadi 4 tahun sekali berupa letusan abu dan leleran lava. Kegiatan terakhir Gunung Anak Krakatau adalah letusan abu dan leleran lava yang berlangsung mulai 8 November 1992 terus-menerus sampai Juni 2000. (Data Dasar Gunung Api, PVMBG). Evolusi yang terjadi pada kompleks Krakatau digambarkan dari 1980 sampai 2005 seperti pada Gambar 1.



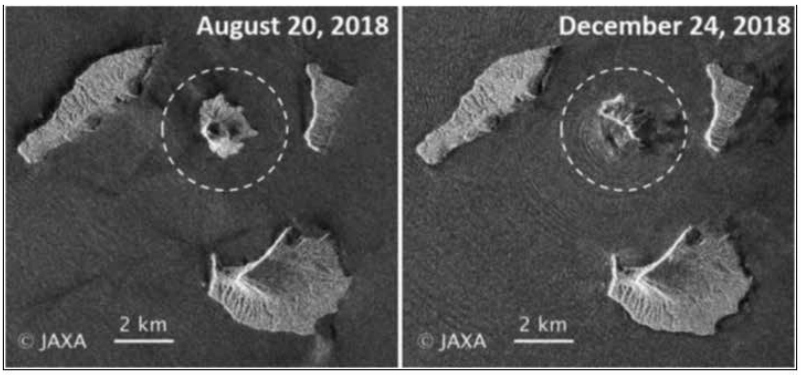
Gambar 1. Evolusi Kompleks Krakatau pada 1880–2005.

Erupsi Krakatau pada 1883 menyebabkan hilangnya dua gunung api (Danan dan Perbuatan) dan sebagian Gunung Rakata. Erupsi ini menyebabkan tsunami yang menyapu kota-kota kecil di sepanjang pantai Banten dan Lampung Selatan. Gelombang pasang yang meninggalkan Krakatau merambat dalam waktu 2 jam 30 menit mencapai Jakarta yang berjarak 169 km. Gelombang pasang besar menyapu pantai Jakarta melebihi maksimum pengukur tinggi gelombang.

Gelombang tsunami akibat erupsi Krakatau ini juga bergerak ke arah barat menuju Samudra Hindia mencapai semenanjung Good Hope, kemudian ke arah utara menuju Samudra Atlantik. Gejala tsunami ini ditemukan di Cape Town (yang berjarak 13.032 km dari Krakatau) dan hampir teramati di seluruh pantai di sekitar Samudra Hindia dan Samudra Atlantik.

Pada 22 Desember 2018, Tsunami akibat longsoran tubuh Gunung Anak Krakatau kembali terjadi tanpa peringatan apa pun. Citra satelit Jepang Alos-2, diambil sebelum dan 2 hari sesudah terjadinya tsunami, memperlihatkan morfologi

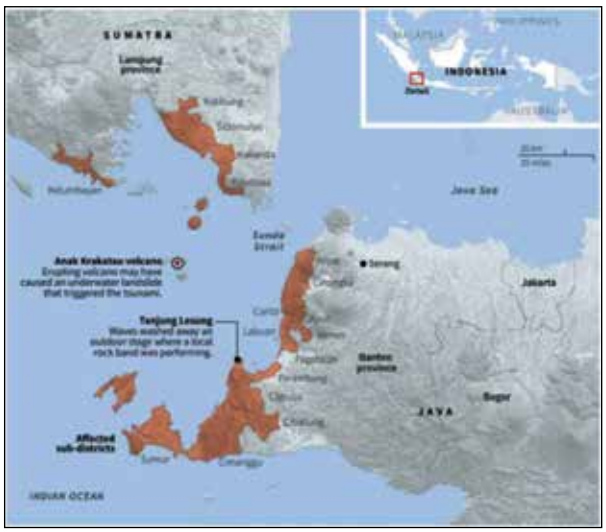
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Satelit radar Alos-2 Jepang digunakan untuk memantau Anak Krakatau sebelum dan sesudah tsunami 2018 bencana di Selat Sunda antara Sumatra Selatan dan Jawa Barat.

Gunung Anak Krakatau sebelah barat yang hilang (Gambar 2). Diperkirakan total massa yang runtuh pada 24 Desember sebesar 2 km kubik. Runtuhan tubuh Gunung Anak Krakatau ini membuat kestabilan air laut terganggu sehingga memicu tsunami. Citra satelit ini juga menguatkan bahwa tsunami dipicu oleh aktivitas gunung api dan bukan berasal dari kegiatan tektonik seperti yang selama ini sering terjadi.

Info grafis yang dirilis oleh *Reuters* memperlihatkan daerah yang terlanda gelombang tsunami meliputi pantai-pantai yang berhadapan langsung dengan Selat Sunda, baik di Pulau Sumatra maupun di Pulau Jawa bagian barat (Gambar 3).



Sumber: Reuters https://graphics.reuters.com/ INDONESIA-TSUNAMI/010081SQ381/indonesia-tsunami.jpg (diakses pada 8 April 2019)

Gambar 3. Area yang terkena dampak tsunami Gunung Anak Krakatau pada Desember 2018 diindikasikan oleh warna cokelat.

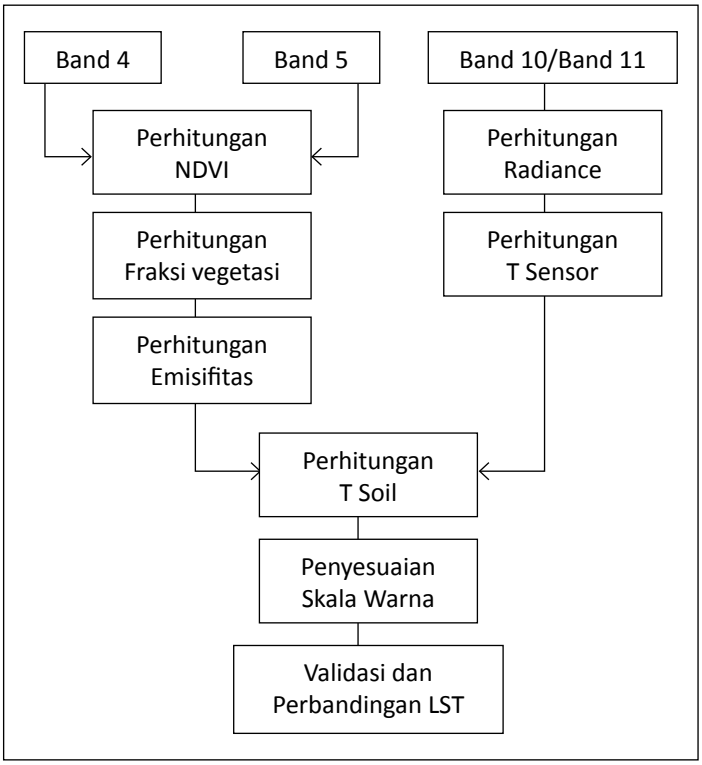
Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat OLI/TIRS 8. Data yang diambil mencakup area Gunung Anak Krakatau, termasuk Pulau Sertung, Pulau Panjang, dan Pulau Rakata, dengan rentang data yang dipilih mulai Mei 2018 hingga Februari 2019. Dalam rentang waktu tersebut, diambil data dengan kondisi area penelitian yang tidak tertutup awan. Keberadaan awan pada data memengaruhi pengolahan sehingga temperatur yang terbaca tidak representatif. Data lain yang digunakan sebagai pelengkap informasi adalah data kegempaan harian Gunung Anak Krakatau dari PVMBG.

C. METODE

Penelitian ini dilakukan di Gunung Anak Krakatau, Kabupaten Lampung Selatan dengan letak geografis berada pada *latitude* -6,1021 dan *longitude* 105,4230. Data suhu permukaan diperoleh dari pengolahan citra Landsat OLI/TIRS 8 hingga mendapatkan peta persebaran temperatur permukaan. Peta ini dikorelasikan dengan data kegempaan harian Gunung Anak Krakatau sehingga didapatkan informasi mengenai aktivitas Gunung Anak Krakatau terhadap persebaran temperatur permukaan.

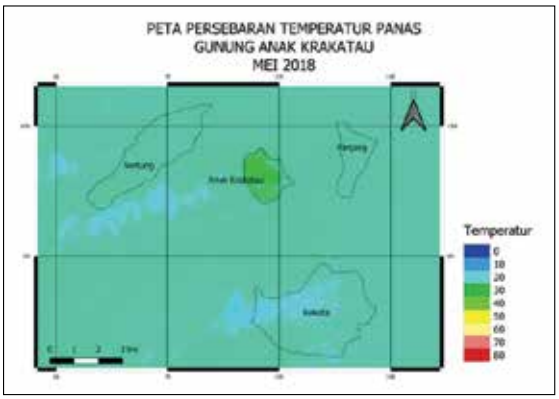


Gambar 4. Diagram Alir Metode Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

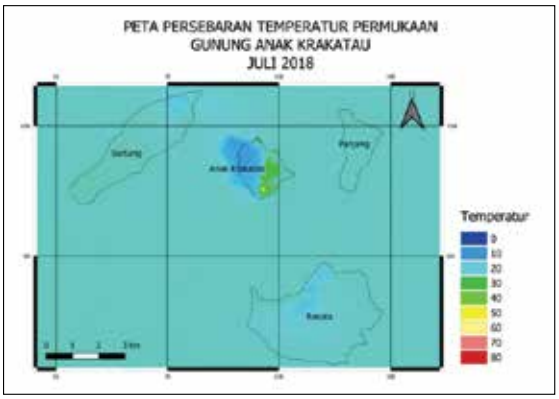
D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada peta persebaran suhu permukaan (LST) pada Mei 2018, temperatur permukaan yang dicapai oleh Gunung Api Anak Krakatau sebesar 30˚C hingga 40˚C yang terdistribusi di hampir seluruh permukaan tubuh Gunung Api Anak Krakatau, ditunjukkan oleh Gambar 5. Persebaran suhu pada Mei 2018 berkorelasi dengan tidak adanya aktivitas letusan Gunung Anak Krakatau, baik sebelum maupun sesudah pengambilan data pada 10 Mei 2018. Gempa yang mendominasi pada rentang waktu ini adalah vulkanis dalam yang tektonik yang kemungkinan sumbernya terlalu jauh untuk menimbulkan perubahan suhu di permukaan.



Gambar 5. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Mei 2018.

Pada Juli 2018, terjadi kenaikan temperatur permukaan tubuh Gunung Anak Krakatau mencapai 30–50˚C yang terdistribusi seperti pada Gambar 6. Peningkatan temperatur permukaan ini berkorelasi dengan peningkatan kegempaan harian berupa gempa akibat letusan. Walaupun saat pengambilan data, yakni pada 17 Juli 2018, tidak terjadi gempa akibat letusan, tiga hari sebelumnya terjadi sekitar 350 kali gempa akibat letusan dan 400 kali gempa akibat letusan di hari berikutnya.



Gambar 6. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Juli 2018.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

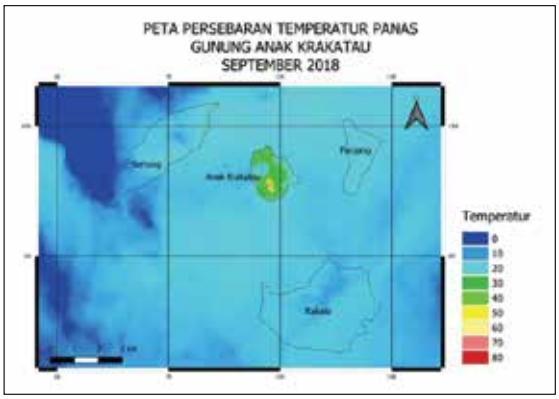
Persebaran temperatur permukaan pada Agustus 2018 terdistribusi di tubuh Gunung Anak Krakatau mulai dari 30–50°C seperti pada Gambar 7. Aktivitas kegempaan harian pada 14 Agustus berupa gempa akibat letusan sebanyak 100–150 kali berkorelasi dengan distribusi temperatur permukaan.



Gambar 7. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Agustus 2018.

Peningkatan temperatur permukaan yang signifikan terjadi pada September 2018. Hal ini menyebabkan distribusi temperatur pada tubuh Gunung Anak Krakatau mencapai 80°C seperti pada Gambar 8. Kenaikan suhu yang cukup signifikan ini ada kemungkinan dipicu oleh aktivitas gempa letusan selama 13 hari sebelum pengambilan data pada 15 September 2018. Akibat letusan yang cukup banyak, yaitu mencapai 450 kali selama 13 hari, panas yang terakumulasi di dekat sumber letusan akan membuat temperatur permukaan meningkat cukup tinggi dari biasanya.

Pada Oktober 2018, terjadi penurunan temperatur permukaan tubuh Gunung Anak Krakatau. Penurunan ini mengakibatkan distribusi temperatur permukaan menjadi 30–70°C seperti pada Gambar 9. Data aktivitas kegempaan harian menunjukkan saat pengambilan data pada 17 Oktober 2018, Gunung Anak Krakatau mengalami gempa akibat letusan sekitar 100 kali.

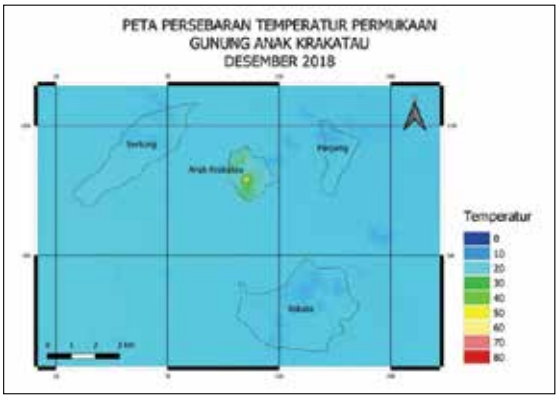


Gambar 8. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada September 2018.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 9. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Oktober 2018.

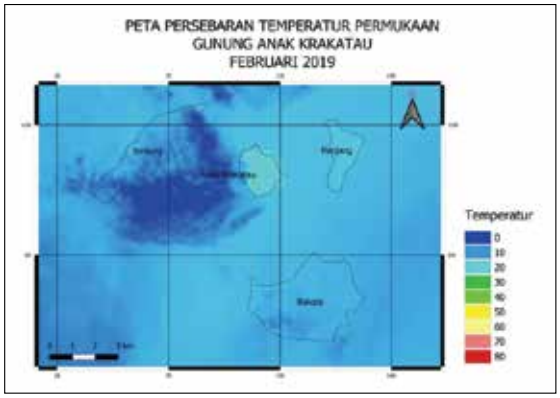


Gambar 10. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Desember 2018.

Gempa akibat letusan pada 20 Desember 2018 terjadi sebanyak 300–350 kali akibat letusan. Hal ini menyebabkan distribusi temperatur panas pada tubuh Gunung Anak Krakatau menjadi 30–70°C yang ditunjukkan oleh Gambar 10.

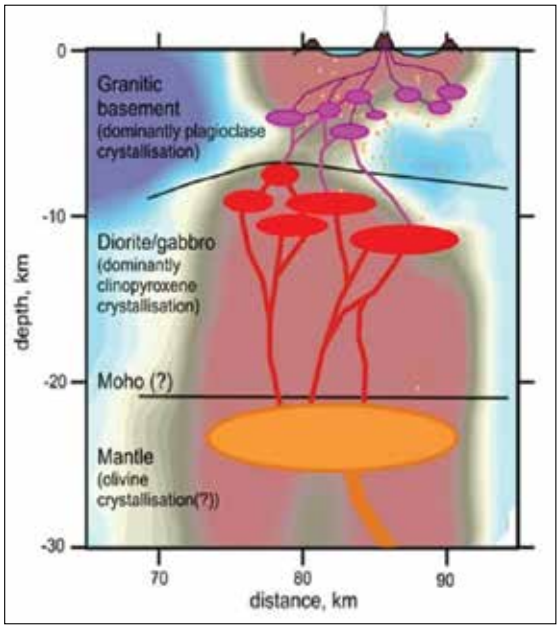
Penurunan temperatur permukaan yang signifikan mencapai sekitar 20°C terjadi pada 22 Februari 2019, yang ditunjukkan oleh Gambar 11. Hal ini berkorelasi dengan aktivitas kegempaan harian Gunung Anak Krakatau yang rendah yaitu kurang dari 25 kali gempa akibat letusan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11. Peta persebaran temperatur panas Gunung Anak Krakatau pada Februari 2019.

Distribusi temperatur yang diperoleh masih relevan dengan model dapur magma yang diusulkan oleh Jexybulatov (2011) seperti pada Gambar 12. Model ini menggambarkan bahwa dapur magma terhubung dengan tubuh Gunung Anak Krakatau dan tidak terhubung dengan Pulau Sertung, Pulau Panjang, dan Pulau Rakata. Hal ini menyebabkan panas hanya didistribusikan di tubuh Gunung Anak Krakatau.



Sumber: Jexybulatov (2011,13)

Gambar 12. Distribusi dapur magma pada Kompleks Krakatau.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selama Mei 2018 sampai Desember 2018, terjadi peningkatan temperatur permukaan tubuh Gunung Anak Krakatau. Temperatur tersebut terdistribusi hampir di seluruh tubuh Gunung Anak Krakatau dengan temperatur maksimum terkonsentrasi pada satu titik lokasi, kecuali pada Desember 2018. Temperatur permukaan pada bulan ini tidak terdistribusi hampir di seluruh permukaan tubuh Gunung Anak Krakatau, melainkan hanya pada satu titik lokasi. Penulis beranggapan, energi yang dilepaskan pada satu titik lokasi tersebut akan lebih besar karena energi tidak dilepaskan secara merata melalui disipasi panas di permukaan. Energi ini akan dilepaskan dalam bentuk erupsi yang lebih besar dibandingkan bulan-bulan sebelumnya apabila diasumsikan energi yang dilepaskan setiap bulannya relatif konstan. Erupsi ini dapat diasumsikan sebagai akhir dari peningkatan aktivitas vulkanis Gunung Anak Krakatau karena pada Februari 2019 temperatur menurun secara signifikan.

E. KESIMPULAN

Distribusi panas selama penelitian menunjukkan pada Mei 2018 hingga Desember 2018 mengalami kenaikan aktivitas vulkanis. Peningkatan ini dimulai dengan naiknya temperatur permukaan tubuh Gunung Anak Krakatau pada Juli 2018 dan berakhir pada Desember 2018. Setelah Desember 2018, terjadi penurunan aktivitas vulkanis yang ditandai dengan penurunan temperatur permukaan secara signifikan pada Februari 2019.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur permukaan berkorelasi linear dengan kegiatan vulkanis pada area GAK. Peningkatan temperatur dapat disebabkan oleh jumlah letusan yang cukup banyak ataupun distribusi material letusan yang tersebar meluas. Dengan demikian, citra LST yang merepresentasikan temperatur permukaan dapat digunakan sebagai pemantauan jarak jauh dari gunung api, terutama yang berlokasi jauh dari area padat penduduk.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Data Land Surface Temperature yang digunakan berasal dari citra satelit Landsat 8 USGS. Data aktivitas Gunung Anak Krakatau diperoleh dari PVMBG. Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada pihak USGS dan PVMBG atas akses data yang diberikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Zanter, K. (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook.* South Dakota: Department of The Interior U.S Geological Survey.

Jeevalakshmi, D, et al. (2017). Land surface temperature retrieval from LANDSAT data using emissivity estimation. *International Journal of Applied Engineering Research, 12*(20): 9679–9687.

Qin, Qiming, et al. (2011). Geothermal area detectionusing landsat ETM+ thermal infrared data and its mechanics analysis-a case study in Tengchong, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, (13)*: 552–559.

Sabrino, et al. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment, (90)*: 434–440.

Padang, N. V. (1951). Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara foelds in: Part I Indonesia. *International Volcanological Association. s.l.:s.n.*, 779–819. Diakses pada 8 April 2019 dari https://graphics.reuters.com/INDONESIA-TSUNAMI/010081SQ381/indonesia-tsunami.jpg.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KAJIAN KELAYAKAN LABORATORIUM ALAM KEBUMIAN DAERAH SAWARNA, KABUPATEN LEBAK, PROVINSI BANTEN

Himmes FitraYuda[1], Hidartan Koesnin[1], Assegaff Abdurachman[1], Eddy Sugiarto[1]

[1]Fakultas Teknologi kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta
[1]Pos-el: himes.fy@trisakti.ac.id

ABSTRACT

Natural Earth Laboratory is an area that is relatively easy to achieve and in a region that is not too broad there is complete geodiversity and is quite ideal for learning the field of earth science. Sawarna area and its surroundings have quite complete geodeversity, the geomorphological aspect it can be observed the process of erosion, sediment, beaches and the fluviatile process, while found in alluvial plains, coastal plains, folds of hills and karst hills. Petrological aspects obtained sedimentary rocks in the form of breccias, conglomerates, quartz sandstone, clay, tuff, coal, limestone, andesite and metamorphic igneous rocks. The geological aspects of the structure can be observed with symptoms of geological structure in the form of shoreline alignment, breciation zone, joints and hot springs, and can also be observed for syncline and anticline folds . Stratigraphic aspects there are fluvial, delta, to batial depositional environments, there is also a traverse on the coastal path that is good enough for learning measuring stratigraphic methods. In the study area there were also objects of geoscience such as f limestone, gold, coal and quartz sand mining. Based on literature review and field evaluation, Sawarna area is eligible to be developed as a Natural earth laboratory..

Keywords: *Nature, Geodiversity Laboratory, Sawarna*

ABSTRAK

Laboratorium Alam Kebumian (LAK) adalah daerah yang relatif mudah diakses. Dalam sebuah LAK dengan wilayah yang tidak terlampau luas, terdapat *geodiversity* yang lengkap untuk pembelajaran bidang ilmu kebumian. Daerah Sawarna memiliki *geodiversity* yang cukup lengkap. Dari aspek geomorfologi dapat diamati proses erosi, endapan dan pantai, serta proses *fluviatil.* Selain itu, dapat diamati juga bentang alam dataran aluvial, dataran pantai, perbukitan lipatan, dan perbukitan karst. Aspek litologi yang dapat diamati berupa batuan sedimen breksi, konglomerat, batu pasir kuarsa, batu lempung, tuf, batu bara, batu gamping, batuan beku andesit, dan metamorf. Aspek geologi struktur yang dapat diamati berupa kelurusan garis pantai, zona breksiasi, kekar dan mata air panas, serta perlipatan sinklin dan antiklin. Dari aspek stratigrafi, terdapat lingkungan pengendapan fluvial, delta, hingga laut dalam. Selain itu, terdapat juga lintasan di jalur pantai yang cukup baik guna pembelajaran metode pengukuran stratigrafi terukur. Di daerah kajian, juga dijumpai objek aplikasi ilmu kebumian berupa penambangan gamping, emas, batu bara, dan pasir kuarsa. Berdasarkan pada kajian pustaka dan evaluasi lapangan, daerah Sawarna layak untuk dikembangkan sebagai LAK.

Kata Kunci: Laboratorium alam, Geodiversity, Sawarna

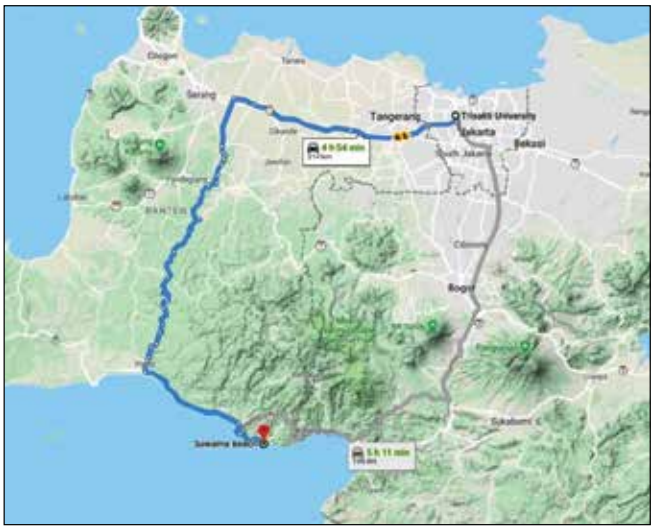
Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Wilayah Banten bagian selatan, dari Sungai Cibareno hingga kawasan Ujungkulon, merupakan daerah dengan fisiografi, geomorfologi, serta tatanan geologi yang sangat kompleks dan unik. Daerah yang lebih diutamakan adalah kompleks kubah Bayah dan kompleks batuan beku Cihara. Kondisi bentang alam dan geologi yang unik ini selayaknya dapat dilindungi dan dilestarikan sebagai situs geologi yang dapat dimanfaatkan untuk laboratorium alam, khususnya bidang ilmu kebumian dan geowisata. Di samping aspek ilmu dasar kebumian, daerah tersebut menonjol dalam ilmu kebumian terapan dalam bidang pertambangan. Kesesuaian bidang tersebut disebabkan adanya kegiatan penambangan emas, gamping, pasir kuarsa, dan batu bara. Langkah awal untuk menjadikan daerah Sawarna sebagai laboratorium alam bidang ilmu kebumian adalah perlunya kajian kelayakan untuk untuk menjadi Laboratorium Alam Kebumian (LAK).

Daerah Sawarna tersebut dapat dijangkau dari Jakarta dengan kendaraan roda empat melalui dua jalur. Jalur pertama adalah sisi barat melalui Jakarta-Serang-Pandeglang-Seketi-Malimping-Bayah. Dengan kondisi jalan mulus dan dapat ditempuh dalam waktu sekitar 6 jam. Adapun jalur timur melalui Jakarta-Bogor-Cibadak/Sukabumi-Palabuhanratu-Sawarna dengan kondisi jalan mulus hanya di beberapa tempat dan terdapat tanjakan yang curam. Jalur ini dalam kondisi normal dapat ditempuh dalam 4–6 jam.

Keberadaan LAK sangat dibutuhkan oleh institusi pendidikan kebumian di Provinsi Banten dan sekitarnya. Terdapat sembilan institusi pendidikan bidang ilmu kebumian di wilayah tersebut, yaitu Universitas Indonesia, Depok; Universitas Trisakti, Jakarta; Universitas Pakuan, Bogor; Universitas Tirtayasa, Serang; Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta; Universitas Pertamina Jakarta; Universitas



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Negeri Jakarta; Universitas Lampung dan Institut Teknologi Sumatera (Itera) di Lampung.

1. Maksud dan Tujuan

Kajian kelayakan LAK daerah Sawarna dimaksudkan untuk mengidentifikasi informasi tentang aspek-aspek geologi yang masih ideal dan bernilai edukasi bidang kebumian. Tujuan kajian ini adalah menggali potensi kekompleksan dan keunikan geologi daerah Sawarna, Banten Selatan, untuk dapat menjadi LAK.

2. Pengertian Laboratorium Alam

Pada kajian ini, laboratorium alam adalah laboratorium yang berada di alam terbuka dan keberadaan objek kajiannya dapat terjaga.

Laboratorium Alam Kebumian (LAK) dapat diartikan sebagai suatu daerah atau kawasan yang secara geologi dan ilmu kebumian lainnya layak untuk dijadikan objek percobaan, penyelidikan, dan pelatihan dalam bidang geologi dan bidang ilmu lain yang berhubungan.

Dalam kajian ini, kriteria wilayah yang layak untuk dijadikan laboratorium adalah wilayah dalam radius kurang dari 20 km yang sesuai sebagai lokasi pembelajaran geologi. Kesesuaian tersebut terdiri dari aspek morfologi, geologi yang meliputi batuan, stratigrafi, geologi struktur, dan aspek lainnya dalam lokasi yang relatif mudah dijangkau.

Saat ini, di Pulau Jawa, sudah ada empat Laboratorium Alam Kebumian (LAK). Laboratorium pertama adalah Kampus Lapangan Geologi Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah, yang dikelola oleh LIPI. Daerah karangsambung dikenal dengan kompleks batuan berumur tua (pra-tersier), batuan bancuh, dan ultramafik. Laboratorium kedua adalah Kampus Lapangan Geologi Bayat, Klaten, Jawa Tengah, yang dikelola Prodi Teknik Geologi UGM. Tataan geologi di daerah Bayat juga terdiri dari batuan pra-tersier berupa batuan beku, metamorf, dan sedimen. Kampus Lapangan STTNAS, yang terletak di Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo, hanya terdapat variasi batuan beku dan sedimen. Laboratorium Alam Geologi, Geopark Ciletuh, Sukabumi, Jawa Barat, memiliki tatanan geologi yang tergolong kompleks, keberadaan batuan beku, batuan malihan, dan batuan sedimen cukup lengkap.

Laboratorium alam hanya mengkhususkan pembelajaran pada aspek geologi. Sementara itu, rencana LAK Sawarna ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam bidang ilmu kebumian lain dan ilmu kebumian terapan, seperti teknik geofisika, teknik pertambangan, dan teknik perminyakan.

B. METODOLOGI

Kegiatan kajian dikerjakan melalui beberapa tahapan, yaitu 1) kajian pustaka; 2) merencanakan lintasan pengamatan dan pengukuran; 3) melakukan pengamatan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

geologi meliputi morfologi bentukan alam (*landform*), batuan, dan struktur geologi; 4) membuat dokumentasi deskripsi dan objek pengamatan geologi dan lokasi titik pengukuran di daerah kajian; 5) melakukan pengecekan ulang pada beberapa lokasi untuk melengkapi data yang diperlukan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian kelayakan daerah Sawarna sebagai LAK ditinjau dari beberapa aspek, di antaranya aspek geomorfologi, aspek batuan, aspek stratigrafi, aspek geologi struktur, serta geofisika, geografi, oseanografi. Selain itu, daerah Sawarna juga ditinjau dari ilmu kebumian terapan, di antaranya geologi teknik, teknik pertambangan, teknik perminyakan, serta geotermal.

1. Aspek Geomorfologi

Secara fisiografi, daerah Bayah disebut dengan Kubah Bayah penting untuk dikaji lebih lanjut. Dari pengamatan geomorfologi, dapat diamati proses eksogen, di antaranya erosi, sedimentasi sungai, pantai, proses karst, dan proses *antropogenic*.

Bentukan morfologi yang dapat diamati pada daerah ini berupa fluviatil, pantai-laut, sungai, karst, dan perbukitan.

a. Geomorfologi Pantai. Daerah kajian ini mempunyai garis pantai cukup panjang dengan bentang alam pantai yang sangat bervariasi. Kelebihan daerah tersebut penting untuk pembelajaran proses pantai dan morfogenesis pantai, mulai pantai landai, pantai terjal, pantai berpasir, hingga pantai berbatu. Selain itu, terdapat pula muara Sungai Sawarna yang membentuk *sand bar* (tanggul pasir) yang sangat menarik untuk dipelajari**.**

b. Pantai Berpasir. Material endapan pantai sangat bervariasi, bergantung pada morfologi pantai, material yang sampai ke pantai, karakteristik arus, dan pasang-surut laut. Daerah kajian mempunyai pantai berpasir yang cukup panjang dan luas, yaitu Pantai Sawarna yang disambung dengan Pantai Ciantir dan muara Sungai Sawarna. Pantai pasir putih yang terdiri atas material pasir kuarsa dengan hasil endapannya berguna untuk pembelajaran proses pantai berpasir. (Gambar 2, lokasi MP 1a). **Pantai berpasir kehitaman** terdapat di muara Sungai Cimadur. Pantai tersebut merupakan hasil endapan dari erosi batuan di hulu Sungai Cimadur yang dominan batuan vulkanis (Gambar 2, lokasi MP 1b).

c. Pantai terumbu. Pantai karang terumbu adalah pantai dengan perairan dangkal yang dasarnya berupa singkapan dan di atasnya ditumbuhi terumbu karang yang sebagian telah mati karena terangkat. Kondisi lokasi tersebut dapat menjadi lokasi untuk pengamatan pertumbuhan terumbu Resen. Pantai ini terletak di pantai barat dari Tanjung Layar (Gambar 2, lokasi MP 2).

d. Pantai berbatuan. Pantai berbatu, yaitu pantai yang tidak terdapat endapan pasir atau lumpur. Material yang terlihat adalah singkapan batuan berupa perselingan breksi, batu pasir, dan batu lempung (Gambar 2, lokasi MP3).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

e. Pantai terjal. Pantai terjal adalah pantai yang garis pantainya mempunyai kelerengan terjal (>45˚) dan tidak terdapat perairan dangkal. Hal ini dapat diinterpretasikan akibat kontrol litologi ataupun struktur geologi (Gambar 2, lokasi MP4).

f. Laguna. Lagon Pari merupakan pantai yang menyerupai laguna. Hal ini disebabkan oleh adanya beting penghalang di depan teluk (Gambar 2, lokasi MP5).

***g.* *Stack* Meruncing Tanjung Layar.** Batuan di lokasi batu layar memberikan kesan berlapis-lapis karena batuan tersebut merupakan lapisan batu pasir, lapisan batu lempung, dan lapisan breksi yang mengalami proses abrasi (Gambar 2, lokasi MP6).

***h.* *Stack* Bulat Karang Bokor.** Lokasi ini *stack* yang bentuknya membulat. Pembentukannya dikontrol oleh litologi gamping masif (Gambar 2, lokasi MP7).

i. Air Terjun Karang Taraje. Secara morfologi, lokasi ini merupakan fenomena geomorfogi pantai yang menarik. Lokasi tersebut dicirikan oleh adanya beting breksi yang mengakibatkan efek air terjun di pantai saat ada gelombang besar (Gambar 2, lokasi MP8).

2. Morfologi Dataran Sungai

a. Estuarium. Bentuk morfologi muara sungai dipengaruhi oleh 3 faktor yang dominan, yaitu sumber material yang diangkut oleh sungai, gelombang laut, dan tinggi pasang-surut daerah tersebut. Pada muara Sungai Sawarna, tidak terbentuk delta, tetapi hanya berupa estuarium (Gambar 2, lokasi MS1).

b. Dataran Aluvial Sungai. Sungai Sawarna di bagian dekat muara membentuk *meandering* dan endapannya membentuk dataran aluvial. Saat ini, lokasi tersebut berupa persawahan dan perkampungan Desa Sawarna (Gambar 2, lokasi MS2).

c. Geomorfologi Karst. Morfologi karst di daerah Sawarna tidak terlalu ideal, tetapi ditunjukkan oleh adanya gua-gua pada batu gamping, bawah tanah, dan bukit bukit terisolasi. **Gua Lalay** adalah gua yang dialiri air berupa sungai bawah tanah. Panjang gua sekitar 2 km (Gambar 2, lokasi MK1). Di dalam gua, terdapat bentukan stalaktit dan stalakmit (Dinas ESDM Banten, 2018). **Gua Langir** adalah gua yang ini terbentuk akibat pelarutan batu gamping pada zona rekahan akibat sesar yang berarah tegak lurus garis pantai. Di gua ini, tidak ada aliran sungai bawah tanah (Gambar 2, lokasi MK2), tetapi terdapat beberapa gua di sekitar Gua Langir dan merupakan mata air.

d. Geomorfologi Perbukitan Struktural. Satuan geomorfologi perbukitan struktural menempati bagian utara dari Desa Sawarna dengan bentang alam perbukitan yang memanjang berarah barat daya-timur laut. Pola bukit ini dikontrol oleh adanya perlipatan lapisan batu pasir kuarsa Formasi Bayah, perlipatan lapisan batu gamping Formasi Citarate, dan sesar mendatar berarah utara-selatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Aspek Batuan

Singkapan batuan yang dapat digunakan untuk pembelajaran geologi di daerah Sawarna ini cukup memadai dan bervariasi, di antaranya breksi, batu pasir, dan batu lempung. Perlapisan yang tersusun atas breksi, batu pasir, dan batu lempung tersingkap dengan baik di Tanjung Layar. Lokasi ini termasuk dalam situs geologi dalam peta geologi Lembar Leuwidamar. Batuan ini diendapkan pada lingkungan laut dalam dengan proses turbidit (Christin, 2018). Satuan batuan ini dikelompokkan dalam Formasi Cimapag yang berumur 20 juta tahun (Gambar 3, OC 01).

a. **Konglomerat dan Batu Pasir kuarsa.** Batuan ini tersingkap dengan baik di Tanjung Bayah. Lokasi ini dinyatakan sebagai situs geologi dalam peta geologi lembar Leuwidamar (Sujatmiko & Santosa, 1992).

b. **Batu Gamping Terumbu.** Batuan ini tersingkap dengan baik di tepi jalan dan tepi pantai berupa tebing pada bagian barat Pantai Sawarna (Gambar 3, OC 01).

c. **Batu Gamping Berlapis.** Batuan ini tersingkap di alur sungai bagian utara Desa Sawarna dengan ketebalan 30–60 cm (Gambar 3, OC 04).

d. **Batu Pasir Tufan.** Di lapangan, batuan ini sangat mudah lapuk sehingga jarang tersingkap secara baik. Batuan ini tersingkap di sebelah timur permukiman Desa Sawarna, di tebing utara Jalan Sawarna ke Lebak Tipar (Gambar 3, OC 05)

e. **Batu Bara**. Keterdapatan lapisan batu bara yang terdekat dari Sawarna ada di Dusun Sangko, bagian utara Desa Sawarna. Area tersebut merupakan bekas penambangan batu bara bawah tanah tradisional. Singkapan batu bara jarang dijumpai di permukaan karena digali oleh masyarakat sekitar (Gambar 3, OC 06).

f. **Batuan Beku.** Batuan beku terdekat dari Sawarna tersingkap di Desa Lebak Tipar berupa andesit (Gambar 3, OC 07). Sementara itu, batuan beku yang tersingkap dengan baik berada di tepi jalan arah ke Palabuhan Ratu di daerah perbatasan Provinsi Banten, Jawa Barat.

g. **Batuan Metamorf.** Batuan ini tidak tidak ditemukan di daerah Sawarna, tetapi terdapat di sebelah barat daerah Sawarna, yaitu di Kecamatan Cihara. Diperlukan penelitian lapangan lebih lanjut (Sujatmiko & Santosa, 1992).

4. Aspek Stratigrafi

Studi stratigrafi dan sedimentologi di daerah ini berupa singkapan endapan sungai, delta, dan pantai (Formasi Bayah); singkapan endapan turbidit dan laut dalam (Formasi Cimapag); serta endapan neritik berupa batuan karbonat (anggota batu gamping Formasi Cimapag). Batuan tersingkap dengan baik di sepanjang pantai sehingga mudah dipelajari sekaligus sebagai praktik metode pengukuran stratigrafi terukur (*measuring section*).

Praktik pengukuran stratigrafi terukur mutlak perlu dipahami seorang mahasiswa geologi. Untuk daerah Sawarna, lokasi yang layak digunakan sebagai lokasi praktik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pengukuran stratigrafi terukur berada di dua lintasan, yaitu Lintasan Pantai Bayah dan Lintasan Tanjung Layar (Gambar 3).

a. Lintasan Stratigrafi Pantai Bayah. Jalur ini dapat digunakan untuk pembelajaran pengukuran penampang stratigrafi terukur dengan menggunakan metode kompas tali atau tongkat. Di lokasi ini, dapat dilakukan pengamatan perselingan litologi konglomerat. Batu pasir kasar-batu pasir halus dengan struktur sedimen yang cukup lengkap diendapkan pada lingkungan pengendapan delta (Lamhot, 2018).

b. Lintasan Stratigrafi Tanjung Layar. Lintasan ini membentang sepanjang Pantai Tanjung Layar sepanjang sekitar 300 meter melintasi singkapan Formasi Cimapag. Formasi tersebut berupa perselingan breksi, batu pasir kasar, batu pasir halus, dan batu lempung dengan struktur sedimen yang sangat menarik. Singkapan ini merupakan endapan turbidit yang ideal sehingga dalam peta geologi dinyatakan sebagai situs *geopark* yang perlu dilindungi keberadaannya (Christian, 2018). Di sisi lain, kelemahan lokasi ini adalah terkadang tergenang saat laut pasang.

5. Aspek Geologi Struktur

Di daerah kajian ini, terdapat gejala struktur geologi berupa sesar, kekar, dan perlipatan (Sujatmiko & Santosa, 1992). Melalui kajian dari interpretasi dan pengamatan lapangan, diperoleh 5 sesar utama sebagai berikut.

1) **Sesar Cimadur** di bagian barat mengarah utara-selatan yang dikontrol oleh Sungai Cimadur;
2) **Sesar Pulau Manuk** yang diinterpretasikan dari kelurusan garis Pantai Pulau Manuk yang berarah relatif barat daya-timur laut, dengan kelurusan sungai dan arah breksiasi yang sesuai arah kelurusan sungai (lihat Gambar 3);
3) **Sesar Karang Bokor** yang diinterpretasikan dari kelurusan garis Pantai Karang Bokor yang berarah barat daya-timur laut dan gejala lapangan gawir sesar dan breksiasi (lihat Gambar 3);
4) **Sesar Tanjung Layar** yang diinterpretasikan dari kelurusan garis Pantai Tanjung Layar yang berarah barat daya-timur laur dan gejala lapangan dijumpai gawir sesar, breksiasi, dan mata air panas di Dusun Cipanas (lihat gambar 3 lokasi MAP, Gambar 3); serta
5) **Sesar Legon Pari** yang diinterpretasikan dari kelurusan garis pantai yang mengarah barat daya-timur laut dan data lapangan bisa diamati dari pola kekar pada daerah pantai dangkal (lihat Gambar 3).

Perlipatan yang mudah dijangkau, yaitu **Sinklin Sangko,** terletak di Dusun Sangko sebelah utara dari Desa Sawarna, merupakan bukaan tambang bawah tanah batu bara yang saat ini masih beroperasi. Sumbu siklin relatif mengarah ke barat-timur. Pada lokasi ini, mahasiswa dapat melakukan pengukuran sayap sinklin yang datanya diolah. Dengan demikian, dapat diperoleh bidang dan garis sumbu lipatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

6. Aspek Geologi Terapan

a. Kajian Geologi Teknik dan Geologi Tata Lingkungan. Berbagai aspek dapat dipelajari di daerah Sawarna, seperti material bangunan (pasir dan batu); kestabilan lereng jalan ataupun lereng penambangan; abrasi pantai; aspek kebencanaan berupa tsunami, gempa, dan longsoran; serta aspek geowisata.

b. Kajian Hidrogeologi. Sistem hidrogeologi yang dapat dipelajari adalah sistem hidrogeologi dataran pantai, dataran aluvial Sungai Sawrna, sistem hidrogeologi perbukitan perlipatan, dan sistem hidrogeologi karst pada batu gamping.

c. Kajian Geofisika. Daerah ini cukup ideal untuk praktik geofisika dengan adanya dataran pantai dan blok-blok akibat sesar. Daerah ini juga dapat dikaji tentang fenomena Kubah Bayah dari geofisika, seperti dengan metode geolistrik atau *gravity*. Daerah ini juga dapat dimanfaatkan untuk mempelajari geofisika kelautan berupa pengamatan gelombang, pasang-surut, dan proses geofisika pantai.

d. Kajian Teknik Pertambangan. Di bagian barat daerah ini, terdapat lahan bekas tambang emas PT Aneka Tambang di Cikotok yang dialihfungsikan sebagai sarana pendidikan dan wisata pertambangan. Studi mengenai mineralisasi dan hidrotermal sangat memungkinkan dipelajari di daerah ini. (Nugroho, 2007).

Daerah pantai muara Sungai Cimadur layak untuk pembelajaran eksplorasi endapan pasir pantai. Sementara itu, di pada aliran Sungai Cimadur layak digunakan untuk praktik eksplorasi metode *stream sediment sampling* (geokimia), termasuk teknik eksplorasi batu bara yang dapat dipelajari di daerah ini. Teknik eksplorasi kuari batu gamping dapat dilakukan di lokasi tambang PT Semen Merah Putih. Proses penambangan, teknik peledakan, teknik penambangan terbuka, proses pengangkutan material batu gamping dengan menggunakan teknik ban berjalan (*conveyor belt*), dan proses pemuatan (*loading*) semen secara modern dapat dipelajari di pelabuhan curah Quarry PT Semen Merah Putih. (Gambar 3; lokasi TB 01 dan CMM). Proses penambangan emas bawah tanah di Cikotok dan penambangan bawah tanah tradisional dapat dimanfaatkan untuk mempelajari proses penambangan sistem tambang bawah tanah tradisional. Proses penambangan batu pasir kuarsa dengan teknologi pembongkaran dan proses pengayakan yang relatif sederhana terdapat di Desa Sawarna. (Gambar 3, Lokasi TB 02).

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada kriteria awal pemilihan daerah untuk laboratorium alam, kriteria tersebut adalah hasil kajian studi pustaka, identifikasi lapangan, kajian bentang alam yang kompleks, dan kondisi geologi yang cukup lengkap. Selain itu, terdapat lokasi aspek kajian geologi terapan berupa kajian eksplorasi, operasi-produksi pertambangan (mineral, nonmineral, dan batu bara), kajian geologi teknik, dan geologi tata lingkungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Aspek untuk pembelajaran praktik geologi lapangan cukup banyak dan lengkap. Hal tersebut ditunjukkan dengan banyaknya lokasi untuk praktik penggunaan peralatan geologi, lokasi pengamatan geomorfologi, lokasi pengamatan dan deskripsi singkapan batuan. Selain itu, terdapat pula banyak lokasi pengamatan struktur geologi, lokasi pengukuran penampang stratigrafi terukur, hingga lokasi untuk latihan perpetaan geologi. Oleh karena itu, daerah ini sangat layak dijadikan LAK. Selain itu, daerah ini dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran bidang studi geografi, geofisika, oseanografi, dan ilmu geologi terapan atau keteknikan.

Di dekat/sekitar daerah kajian yang diamati, terdapat proses-proses eksogen yang berlangsung saat ini (*recent*), yaitu proses aluvial, proses pertumbuhan terumbu karang, dan proses pengendapan pantai, Selain itu, dapat diamati pula contoh hasil proses geologinya berupa batuan (*past*). Oleh karena itu, wilayah ini sangat ideal untuk menjelaskan dengan baik konsep geologi ***"The Present is key of the Past"***.

E. SARAN REKOMENDASI

Berdasarkan pada identifikasi lapangan, terdapat singkapan batuan yang punya nilai edukasi geologi yang tinggi dari aspek sedimentasi. Beberapa di antaranya adalah singkapan batu pasir Formasi Bayah dan endapan turbidit di Batu Layar. Hal ini sangat layak dikaji lebih lanjut dengan ditingkatkan menjadi Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG).

Guna mewujudkan daerah Sawarna untuk dijadikan LAK, selayaknya ASPRODITEGI (Asosiasi Program Studi Teknik Geologi Indonesia) dan institusi pendidikan lain segera berkoordinasi dan bekerja sama dengan Dinas ESDM Provinsi Banten Koordinasi tersebut bertujuan untuk menyusun langkah strategis dalam mewujudkan LAK dan dibangunnya kampus lapangan di Sawarna.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Dekan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan kajian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada pimpinan Dinas ESDM Provinsi Banten atas kerja sama selama ini.

DAFTAR ACUAN

Nugroho, B., dkk. (2007). Model mineralisasi di daerah Kubah Bayah: Suatu pendekatan strategi dalam eksplorasi mineral. *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan*. PSDM.

Christian H. S., & Jambak, M, A. (2018). Mekanisme dan arus sedimentasi endapan turbidit, lintasan Tanjung Layar di daerah Sawarna, Kecamatan Bayah, Kabupaten Lebak Provinsi Banten. *Jurnal Eksakta Kebumian*, *1*(2), 150–153.

Fatimah, D., Estiaty, L. M., & Widodo. (2015). Karakteristik fisiko-kimia fine coal Darmasari Bayah, Kabupaten Lebak untuk bahan briket. *Pemaparan Hasil Penelitian Geoteknologi, "Meningkatkan Kualitas dan Diseminasi Hasil Penelitian Melalui Pemberdayaan Kerjasama Ilmiah"*.

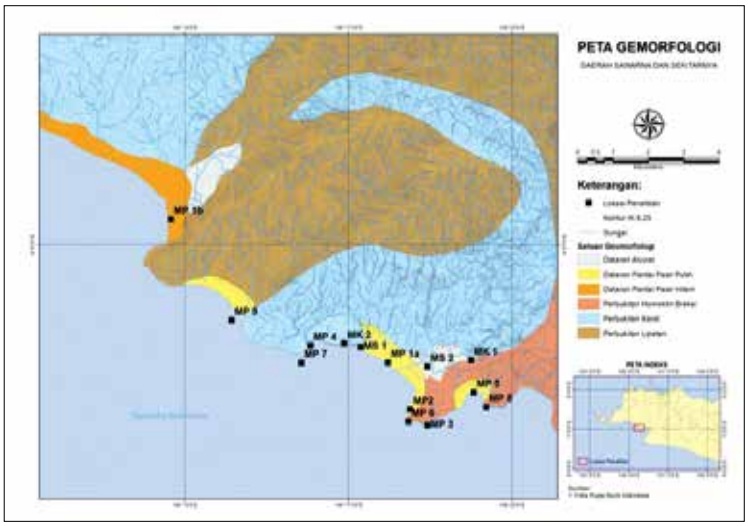
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dinas ESDM Provinsi Banten. (2018). *Laporan Identifikasi Gua Karst untuk Mendukung Pelestarian Kawasan Karst dan Pariwisata di Kabupaten Lebak*. Laporan Tidak Dipublikasikan.

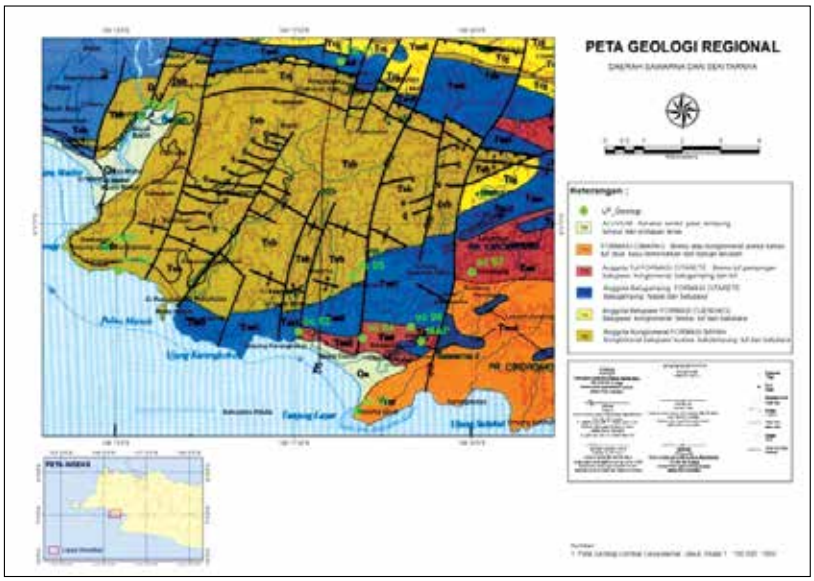
Lamhot G. T. (2018). Studi diagenesis batu pasir formasi bayah berdasarkan analisis petrografi, SEM, dan XRD di daerah Bayah dan sekitarnya. *Jurnal Eksakta Kebumian, 1*(2).

Sujatmiko & Santosa, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Leuwidamar Jawa.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Lamhot G. T., & Verstappen, H. Th. (2014). *Geomorfologi Terapan untuk Pengembangan Lingkungan*, 207–208, diterjemahkan oleh Sutikno. Yogyakarta: Ombak.



Gambar 2. Peta Geomorfologi dan Lokasi Pengamatan Geomorfologi



Gambar 3. Peta Geologi Regional dan Lokasi Singkapan Daerah Sawarna

Buku ini tidak diperjualbelikan.

EFEKTIVITAS PENGAWASAN TERHADAP KEBIJAKAN PENATAAN RUANG PADA KAWASAN CAGAR ALAM GEOLOGI KARANGSAMBUNG

EFFECTIVENESS OF SUPERVISION OF SPATIAL PLANNING POLICIES IN THE KARANGSAMBUNG GEOLOGICAL RESERVE AREA

Indraya Kusyuniadi[1,*], dan Imam Buchori[2]

[1]Student of Master Degree, Master of Environmental Sciences, UNDIP
[2]Department of Regional and Urban Planning, Faculty of Engineering, Diponegoro University
[1,*]Pos-el: indraya_kus@yahoo.co.id

ABSTRACT

Karangsambung Geological Preserve Area (KCAGK) is an area that has unique rocks and fossils, so it gets the nickname as "Black Box" the process of the universe. Spatial policy in the form of a national, provincial and district Spatial Plan (RTRW) which establishes as a strategic area of the interests of environmental carrying capacity. As a consequence KCAGK is intended for protected areas and prohibits all activities that change geological formation. However, illegal mining in the form of sand and rocks around the Lukulo River is still a threat to the loss of diversity of protected rocks. The RTRW policy that has been running, in reality is still not as expected. This research will focus on aspects of supervision that are reviewed from the institutions and participation of the community. The study was carried out at the KCAGK location in Kebumen Regency, using quantitative methods through the information target was the community represented by village officials, community leaders and miners, while the institutions consisted of LIPI (Indonesian Institute of Science) and local government. The findings that might occur to the community are the community's lack of understanding of the Spatial Plan's policies, lack of socialization and lack of involvement in environmental supervision. As for the institutions that exist at LIPI, they are in the form of authority, funding and institutional synergy is still lacking, for regional governments is the authority between institutions, the lack of funds allocation and the role of the Regional Spatial Planning Coordinating Board (BKPRD) which is not optimal. This research is expected to be an input for all stakeholders, understanding the RTRW policy is made with large funds, time and processes that cannot be easily implemented in realizing sustainable development

Keywords: *RTRW Policy, Effectiveness, Supervision and Protected Areas*

ABSTRAK

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung (KCAGK) adalah kawasan yang mempunyai keunikan batuan dan fosil sehingga mendapat julukan *black box*-nya proses alam semesta. Kebijakan tata ruang berupa Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) nasional, provinsi, dan kabupaten yang menetapkan kawasan strategis dari kepentingan daya dukung lingkungan hidup memiliki konsekuensi pelarangan semua aktivitas yang mengubah bentukan geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kegiatan penambangan liar masih menjadi ancaman keberadaan keanekaragaman bebatuan yang dilindungi. Penelitian ini akan berfokus pada aspek pengawasan yang ditinjau dari kelembagaan dan peran serta masyarakat. Penelitian dilakukan di lokasi KCAGK Kabupaten Kebumen dengan menggunakan metode kuantitatif melalui sasaran informasi masyarakat yang diwakili aparat desa, tokoh masyarakat, dan penambang. Sementara itu, pihak kelembagaan terdiri atas LIPI dan pemerintah daerah. Temuan yang mungkin terjadi pada masyarakat adalah minimnya keterlibatan dalam pengawasan lingkungan. Di sisi lain, temuan dalam kelembagaan adalah kurangnya sinergi kelembagaan serta peran Badan Koordinasi Penataan Ruang Daerah (BKPRD) yang tidak berjalan optimal. Penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi semua *stakeholder*, dalam memahami kebijakan RTRW. Kebijakan tersebut dibuat dengan dana besar, waktu, dan proses yang tidak mudah dapat diimplementasikan dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: *Kebijakan RTRW, Efetivitas, Pengawasan dan Kawasan Lindung*.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pembangunan wilayah merupakan suatu usaha dalam menciptakan pertumbuhan ekonomi yang berdampak pada kesejahteraan masyarakat. Akan tetapi, pertumbuhan ekonomi seakan-akan menjadi tujuan utama dan mengindahkan dampak dan keberlanjutan. Pada akhir '80-an, aspek lingkungan belum dianggap sebagai prioritas dalam pertumbuhan ekonomi dan sosial. Akan tetapi, kondisi tersebut berubah pada 1987, tepatnya saat terbitnya makalah pada laporan Brundtland, "Masa depan kita bersama", dan munculnya konsep pembangunan berkelanjutan (Tejedor-Flores, Galindo-Villardón, & Vicente-Galindo, 2017). Pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi pemenuhan untuk generasi mendatang adalah definisi dari pembangunan berkelanjutan (Keeble, 1988).

Dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan, kita dihadapkan pada adanya konflik sektoral, yaitu sosial, ekonomi, dan lingkungan. Adanya interaksi sektoral sosial, ekonomi, dan ekologi akan memunculkan konflik penggunaan lahan pada suatu lokasi tertentu (Campbell, 1996 dalam Von Der Dunk, Grêt-Regamey, Dalang, & Hersperger, 2011). Persoalan lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan ini dipicu oleh kepentingan ekonomi yang dianggap prioritas. Oleh karena itu, kesejahteraan material menjadi hal yang utama, terutama keberpihakan terhadap pemodal besar. Di sisi lain, lingkungan dianggap sebagai kebutuhan yang kurang penting sehingga memicu cara-cara eksploitatif dalam pemanfaatan sumber daya alam yang ada (Absori, 2006).

Kepentingan ruang tersebut masing-masing memiliki tujuan sektoral, di antaranya sebagai berikut. 1) Kepentingan sosial dengan tujuan peningkatan kualitas hidup, kesejahteraan, dan pemberdayaan; 2) Kepentingan ekonomi dengan tujuan pertumbuhan, pemerataan, stabilitas ekonomi, dan efisiensi; serta 3) Kepentingan lingkungan dengan tujuan berupa daya dukung dan daya tampung lingkungan untuk pelestarian alam. Kebijakan penataan ruang berupa rencana tata ruang wilayah diharapkan menjadi acuan dan arahan bagi pembangunan. Hal ini sesuai dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Produk hukum rencana tata ruang adalah kebijakan yang dituangkan dalam bentuk peraturan perundang-undangan secara nasional maupun daerah (Arba, 2017). Pengertian mengenai rencana tata ruang dalam proses pelaksanaan yang dilakukan secara berkesinambungan ialah proses pengawasan atau pemantauan, evaluasi, dan peninjauan rencana tata ruang. Proses tersebut penting dalam menciptakan keefektifan dan perencanaan yang berkelanjutan (Segura & Pedregal, 2017).

Kawasan Karangsambung yang mempertemukan lempeng Indo-Australia dengan lempeng Benua Asia adalah kawasan yang telah ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Alam Geologi. Salah satu ketetapannya melalui kebijakan Rencana Tata Ruang Wilayah nasional, provinsi, dan Kabupaten Kebumen. Kawasan yang semestinya steril dari kegiatan penambangan batuan ternyata masih sering ditemukan di lapangan. Kondisi tersebut akan berdampak pada berkurangnya dan bahkan hilangnya *geodiversity* di KCAGK.

2. Rumusan Masalah

Meskipun telah hadir kebijakan tata ruang berupa RTRW yang mengamanatkan untuk melindungi KCAGK dari kepunahan *geodiversity*, kebijakan tersebut masih lemah pada tahapan pengawasan. Hal tersebut dibuktikan dengan masih adanya aktivitas penambangan batuan dan pasir di lokasi yang dapat mengubah bentukan geologi dan merusak lingkungan.

3. Pertanyaan Penelitian

Faktor apa saja yang menyebabkan belum efektifnya pengawasan kebijakan RTRW ketika dilihat dari aspek kelembagaan dan keterlibatan masyarakat pada kawasan lindung?

4. Tujuan

Mengidentifikasi efektivitas peran kelembagaan dan masyarakat dalam pengawasan kebijakan RTRW pada kawasan lindung.

5. Hipotesis (opsional)

Terdapat faktor yang menyebabkan aspek pengawasan RTRW di KCAGK masih lemah yang ditinjau dari kelembagaan dan peran masyarakat. Dari aspek kelembagaan, terdapat hubungan yang signifikan terhadap 1) kewenangan tugas, 2) koordinasi antarlembaga, 3) pendanaan, dan 4) sumber daya manusia. Dari peran masyarakat, terdapat 1) ketidaktahuan kebijakan RTRW, 2) kurangnya sosialisasi, 3) ketidakpedulian lingkungan, dan 4) tidak adanya tempat dalam keterlibatan pengawasan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Rencana Tata Ruang Berbasis Daya Dukung Lingkungan

Dalam penyusunan RTRW ataupun evaluasi pemanfaatan ruang, hal yang paling penting adalah mempertimbangkan aspek daya dukung lingkungan hidup. Penataan ruang berbasis kelestarian lingkungan hidup merupakan upaya mewujudkan keseimbangan sumber daya alam dan lingkungan hidup yang berkelanjutan (Wirosoedarmo, Widiatmoko, & Widyoseno, 2014).

Adapun pemahaman akan daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan dalam mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, serta keseimbangan di antara keduanya (Rustiadi dkk., 2009)

2. Penyeleggaraan Penataan Ruang

Penyelenggaraan penataan ruang pada dasarnya mencakup empat muatan penting, yaitu[1]: 1) pengaturan penataan ruang, 2) pembinaan penataan ruang, 3) pelaksanaan penataan ruang, dan 4) pengawasan penataan ruang. Berikut ini proses penyelenggaraan penataan ruang.

3. Pemantauan Rencana Tata Ruang dalam Menjaga Keberlanjutan

Pemantauan rencana tata ruang wilayah telah dianggap sebagai faktor yang semakin penting dalam implementasi rencana dan proses pembelajaran. Selain itu, pemantauan rencana tata ruang merupakan hal yang mendasar dalam proses perencanaan. Hal tersebut mempertimbangkan kegunaan rencana yang telah sesuai dengan tujuan dan memastikan pembangunan yang berkelanjutan (Mascarenhas, Ramos, & Nunes, 2012).

4. Konsep *Geopark* sebagai Perlindungan terhadap KCAG

Kawasan Cagar Alam Geologi[2] adalah bagian dari kawasan lindung geologi yang mempunyai keunikan batuan, fosil, dan bentang alam. Keunikan batuan dan fosil berfungsi untuk laboratorium alam, jejak kehidupan yang lalu, nilai antropologi dan arkeologi, serta sejarah jejak struktur geologi.

Konsep *geopark* adalah kesatuan yang terpadu dari konservasi, pendidikan, dan pembangunan berkelanjutan. Di sisi lain, konsep ini dianggap sebagai pendekatan dalam mempromosikan konservasi geologis menurut McKeever dalam Cheung, Fok, & Fang (2014). Tiga aspek utama dalam mendukung konsep *Geopark antara lain* 1) konservasi warisan bebatuan, 2) pembangunan ekonomi, dan 3) peran serta masyarakat (Fauzi & Misni, 2016).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

[1] PP RI Nomor 15 Tahun 2010 Tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang
[2] Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional

5. Efektivitas Pengawasan Kebijakan

Efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan ketercapaian target secara kuantitas, kualitas, dan waktu. Tingkat efektivitas yang tinggi ditandai dengan besarnya persentase target yang dicapai (Hidayat dalam Setiawan, 2014). Dengan kata lain, efektivitas adalah tercapainya suatu target atau tujuan dengan melakukan tindakan yang benar dan tepat. Sementara itu, unsur-unsur dari kriteria efektivitas terdiri atas ketepatan 1) waktu, 2) perhitungan biaya, 3) pengukuran, 4) menentukan pilihan, 5) berpikir, 6) melakukan perintah, 7) menentukan tujuan, dan 8) sasaran (Makmur, 2016).

Pengawasan adalah suatu kegiatan sistematis yang di antaranya menetapkan standar, membandingkan kondisi nyata dengan standar, menentukan dan mengukur penyimpangan yang terjadi, serta tindakan koreksi. Dengan kata lain, terdapat keterkaitan antara perencanaan dan pengawasan sehingga perencanaan merupakan pedoman untuk melakukan pengawasan (Aliyatushiyam, 2016).

C. METODE

Dengan menggunakan metode kuantitatif, penelitian ini memilih teknik studi deskriptif. Metode tersebut dilakukan dengan upaya mendapatkan informasi secara deskriptif yang lengkap dan akurat pada suatu kondisi dan situasi tertentu (Boyd dkk., (1989) dalam Kuncoro 2011).

1. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diambil adalah 1) masih belum optimalnya fungsi dan pelaksanaan kelembagaan dalam pengawasan dan 2) kurangnya keterlibatan masyarakat. Berikut ini secara skema variabel yang memengaruhi keefektifan pengawasan kebijakan penataan ruang di kawasan lindung.

Tabel 1. Variabel Penelitan

Variabel Bebas		Variabel Terikat
Kelembagaan	→	Efektivitas pengawasan
Keterlibatan masyarakat	→	
	Intervening Variable	
	Budaya masyarakat dalam perlindungan lingkungan	
	Biaya	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Indikator Penelitian

Klasifikasi variabel dan indikator dalam penelitian ini memilih dua variabel yang akan diteliti sebagai berikut.

Tabel 2. Indikator Penelitan

Klasifikasi Variabel	Indikator
Kelembagaan Pengawasan	1. Peran lembaga eksternal (LIPI) 2. Peran lembaga internal, yaitu Badan Koordinasi Penataan Ruang Daerah (BKPRD)
Keterlibatan Masyarakat	3. Peran masyarakat dalam penyampaian informasi lingkungan 4. Keterlibatan masyarakat dalam kegiatan mendukung lingkungan

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Lokasi KCAGK

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung di Kabupaten Kebumen terletak di enam kecamatan, yaitu Karanggayam, Alian, Sadang, Karangsambung, Sruweng, dan Pejagoan. Kawasan tersebut mempunyai luasan lahan ± 22.154 ha, dengan Desa Karangsambung berada di pusat kawasan. Jarak dari kawasan ke pusat perkotaan Kebumen ± 19 km. Secara geogafis, kawasan yang terletak di sebelah utara dari administrasi Kabupaten Kebumen ini memiliki karakteristik berupa lembah dan perbukitan yang merupakan bagian dari Pegunungan Serayu Selatan. Berikut ini peta wilayah Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung di Kabupaten Kebumen.



Gambar 1. Lokasi KCAGK di Kabupaten Kebumen

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Kebijakan Penataan Ruang di KCAGK

Pada 2008, berdasarkan pada RTRWN (Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional) melalui PP (Peraturan Pemerintah) No. 26 Tahun 2008, kawasan lindung geologi ditetapkan sebagai salah satu kawasan lindung nasional. Berikutnya, pada 2010 melalui RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Provinsi Jawa Tengah dengan Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2010, ditegaskan kembali akan keberadaan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. Terakhir, pada 2012, kawasan tersebut termasuk dalam RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kabupaten Kebumen melalui Peraturan Daerah Nomor 23 Tahun 2012.

3. Muatan RTRW terhadap KCAGK

RTRW kabupaten adalah kawasan strategis menurut perlindungan lingkungan. Ketentuan umum peraturan zonasi menyatakan kawasan lindung Cagar Alam Geologi Karangsambung disusun dengan ketentuan sebagai berikut. 1) Dilarang melakukan kegiatan yang mengubah bentukan geologi tertentu yang mempunyai manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan, perlindungan flora dan fauna, serta pelestarian air; 2) Memperhatikan persyaratan pendirian bangunan yang menunjang kegiatan pendidikan, penelitian dan wisata. Selain itu, muatan RTRW kabupaten juga mengatur: 1) ketentuan perizinan, 2) ketentuan pemberian insentif dan disinsentif, 3) peran serta masyarakat, dan 4) kelembagaan.

4. Hasil

a. Peran Masyarakat dalam Pengawasan

Pemahaman akan kebijakan RTRW tidak diketahui oleh mayoritas responden, tepatnya hanya sekitar 25% yang mengetahui. Akan tetapi, semua responden mengetahui adanya KCAGK di lokasi mereka. Kurangnya sosialisasi juga dirasakan responden sehingga sebagian besar (76%) menjawab sosialisasi belum efektif.

Pemahaman terhadap RTRW			
1A.	Apakah mengerti/mengetahui adanya RTRW?		
	a	Mengerti/mengetahui	25,0%
	b	Tidak Tahu	75,0%
1B.	Apakah mengetahui adanya KCAGK?		
	a	Mengetahui	100,0%
	b	Tidak Tahu	0,0%
1C.	Adakah sosialisasi akan salah satu/keduanya?		
	a	Ada	16,0%
	b	Tidak ada	84,0%
1D.	Sudahkah sosialisasi Efektif?		
	a	Sudah	4,0%
	b	Setengah setengah	20,0%
	c	Belum/Tidak	76,0%

Sumber: Hasil olah, 2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pada indikator perizinan tambang, rata-rata menjawab proses yang sulit (34%) dan memahami bahwa tidak ada izin yang diberikan untuk penambangan di KCAGK (30%).

Perizinan Penambangan			
2A.	Bagaimana dengan perizinan yang ada?		
	a	Tidak Mudah/Sulit	34,6%
	b	Mudah	11,5%
	c	Tidak Tahu	23,1%
	d	Tidak ada izin	30,8%
2B.	Kenapa penambang tidak berizin?		
	a	Tidak ada dana	22,6%
	b	Khawatir tidak diperbolehkan	38,7%
	c	Proses yang susah	16,1%
	d	Tidak Tahu	22,6%
2C.	Apakah sudah efektif?		
	a	Sudah	0,0%
	b	Setengah setengah	0,0%
	c	Belum/Tidak	76,0%
	d	Tidak Tahu	24,0%

Adapun soal pemberian intensif dan disintensif, keseluruhan memandangnya sebagai perlu. Akan tetapi, pemberian tersebut belum diterapkan selama ini.

Pemberian Intensif dan Disintensif			
3A.	Apakah perlu diterapkan?		
	a	Penting	72,0%
	b	Kurang Penting	12,0%
	c	Tidak Perlu	0,0%
	d	Tidak Tahu	16,0%
3B.	Apakah sudah diterapkan?		
	a	Sudah	0,0%
	b	Belum	100,0%

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Aspirasi responden terhadap pemantauan lingkungan tentang dilakukannya pemantauan lingkungan dari pemerintah daerah menunjukkan sebanyak 56% menjawab sudah, sedangkan sisanya menjawab tidak tahu dan belum ada. Sementara tentang pencemaran lingkungan, sebagian besar responden menjawab ada dengan jenis pencemaran berupa hilangnya batuan dan pasir serta pencemaran sungai. Adapun untuk keterlibatan dalam pemantauan jika ada pencemaran dan masalah lingkungan responden akan terlibat langsung (56%), melaporkan (34%), dan sisanya adalah tak terlibat.

Pemantauan Lingkungan		
4A.	Apakah ada pemantauan yang dilakukan selama ini ?	
	a Sudah	56,0%
	b Belum	24,0%
	c Tidak Tahu	20,0%
4B.	Apakah ada pencemaran lingkungan yang dirasakan di lingkungan saudara?	
	a Ada	80,0%
	b Tidak ada	20,0%
4C.	Pencemaran apa yang ada di lingkungan saudara?	
	a Batuan dan pasir	37,9%
	b Sungai	31,0%
	c Tanah	6,9%
	d Air	10,3%
	e Tidak ada	13,8%
4D.	Apakah keterlibatan masyarakat dalam pemantauan lingkungan?	
	a terlibat langsung	56,5%
	b terlibat dalam pelaporan	34,8%
	c tidak terlibat	8,7%

Indikator kepedulian lingkungan di antaranya memperoleh informasi tentang adanya tindakan nyata pemerintah daerah terhadap masalah lingkungan yang ada di KCAGK. Sebagian besar responden sudah pernah mengetahui ada tindakan (76%). Tindakan yang dilakukan masyarakat jika mengetahui adanya masalah lingkungan di lapangan adalah menegur langsung, terutama dilakukan oleh tokoh masyarakat (48%). Sementara itu, sebagian lain (48%) akan melaporkan ke pihak desa, LIPI, atau tokoh masyarakat setempat.

Topik berikutnya adalah perihal keterlibatan masyarakat lokal dalam menjaga lingkungan. Semua responden menjawab ada dengan kegiatan seperti kerja bakti (84%), memperbaiki lingkungan (13%), dan pembuatan aturan lokal terhadap isu lingkungan (3%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kepedulian Lingkungan		
5A	Apakah ada tindakan yang dilakukan akibat pencemaran lingkungan yang ada?	
	a Ada	76,0%
	b Tidak ada	16,0%
	c Tidak Tahu	8,0%
5B	Jika ada masalah lingkungan yang ditemui di lapangan apakah tindakan saudara?	
	a Menegur langsung	48,0%
	b Melaporkan ke pihak terkait	44,0%
	c Membiarkan	8,0%
5C	Apakah ada bentuk atau peran dalam menjaga lingkungan saudara?	
	a Ada	100,0%
	b Tidak ada	0,0%
5D	Peran dalam menjaga lingkungan sekitar?	
	a Bersih lingkungan/kerja bakti	82,8%
	b Membuat aturan lokal	3,4%
	c Memperbaiki kerusakan lingkungan	13,8%

b. Kelembagaan dalam Pengawasan LIPI

LIPI menjadi pengelola di KCAGK untuk fungsi pendidikan dan konservasi. Semua responden memahami soal kebijakan tata ruang RTRW. Sementara untuk kegiatan sosialisasi kebijakan, tidak semuanya mengerti. Inisiatif sosialisasi dilakukan oleh LIPI sebagian besar kepada masyarakat langsung (termasuk mahasiswa). Responden LIPI berpendapat masih belum sepenuhnya baik dalam menyosialisasikan Peraturan Daerah (Perda) RTRW tentang KCAGK.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1) Pemahaman dan Sosialisasi RTRW

1. Apakah mengerti/mengetahui adanya RTRW?	
a) Mengerti/mengetahui	100%
b) Tidak Tahu	0%
2. Adakah sosialisasi Perda RTRW?	
a) Ada	25,0%
b) Tidak ada	50,0%
c) Tidak Tahu	25,0%
3. Apakah ada inisiatif dari lembaga saudara dalam mendukung sosialisasi perda?	
a) Ada	100%
b) Tidak ada	0%
4. Ke mana objek sosialisasi diberikan, khususnya terkait dengan KCAGK?	
a) Masyarakat langsung	43%
b) Tokoh masyarakat	29%
c) Penambang	29%
5. Menurut saudara, apakah sosialisasi yang telah dilakukan diatas sudah efektif?	
a) Sudah tepat	25%
b) Masih setengah-setengah	50%
c) Belum tepat	25%

2) Perizinan Penambangan

Pendapat responden LIPI terhadap perizinan penambangan di KCAGK, di antaranya terkait penyebab penambang tidak berizin. Mayoritas responden khawatir tidak diperbolehkan (50%) dan merasa tidak perlu karena menambang pada lahan mereka, meskipun merupakan *geodiversity* (25%). Selain tidak ada izin, sebagian besar pelanggaran penambang adalah teknis penambangan yang tidak ramah lingkungan dan merambah pada lokasi-lokasi yang dilindungi (40%). Secara internal, peran LIPI dalam perizinan adalah arahan dan rekomendasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Kenapa penambang tidak berizin/ilegal?	
a) Tidak ada dana	
b) Khawatir tidak diperbolehkan	0%
c) Proses yang susah	50%
d) Tidak Tahu	25%
e) Merasa tidak perlu	25%
2. Apa saja pelanggaran penambang, selain izin?	
a) Batasan wilayah	40%
b) Teknis penambangan tidak sesuai	40%
c) Menambang *geodiversity*	20%
d) Tidak Tahu	0%
3. Apa peran lembaga saudara dalam pelaksanaan perizinan?	
a) Arahan dan rekomendasi	100%
b) Memantau	0%
c) Tidak ada	0%

3) Pemberian Insentif dan Disinsentif

Pandangan responden LIPI terhadap perlunya insentif dan disinsentif dan belum diterapkan selama ini (75%).

1. Apakah perlu diterapkan?	
a) Sudah	0%
b) Belum	100%
2. Apakah Sudah Diterapkan?	
a) Sudah	0%
b) Setengah-setengah	0%
c) Belum/Tidak	75%
d) Tidak Tahu	25%

4) Pemantauan Lingkungan

LIPI terlibat langsung dalam pemantauan lingkungan (60%), melakukan pelaporan (20%), dan melakukan penelitian-penelitian lingkungan (20%). Terkait keberadaan staf yang terlibat dalam pemantauan, 75% responden menjawab ada. Keterlibatan lembaga lain dalam pemantauan lingkungan di KCAGK adalah merata antara LIPI, pemerintah daerah, provinsi, dan kabupaten. Permasalahan lingkungan yang ada berupa batuan dan pasir (50%). Sementara itu, pendapat responden LIPI terkait masih adanya penambangan adalah karena tidak ada lapangan kerja lain (60%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Apa yang dilakukan lembaga saudara dalam pemantauan lingkungan di KCAGK?	
a) Terlibat langsung	
b) Memberikan laporan berkala	60%
c) Melakukan penelitian terkait perubahan lingkungan	20% 20%
2. Apa mempunyai staf khusus untuk memantau lingkungan di KCAGK?	
a) Ada	75%
b) Tidak ada	25%
3. Selama ini, siapa yang terlibat dalam pemantauan lingkungan di KCAGK?	
a) Internal LIPI	29%
b) Instansi/OPD Kabupaten	43%
c) Instansi/OPD Provinsi	29%
d) Lainnya	0%
4. Pencemaran/masalah lingkungan apa yang ada di lingkungan saudara?	
a) Batuan dan pasir	50%
b) Sungai	25%
c) Tanah	13%
d) Air	13%
e) Tidak ada	0%
5. Menurut saudara, mengapa masih ada penambangan di KCAGK?	
a) Hasil yang tinggi/ekonomi	0%
b) Faktor kebiasaan	40%
c) Tidak ada lapangan kerja lain	60%

5) Pembiayaan

Responden menjawab bahwa selama ini, pembiayaan melalui alokasi anggaran rutin (75%) dan sebagian lain menjawab tidak ada alokasi khusus (25%).

1. Didalam kegiatan pengawasan lingkungan yang ada di instansi saudara, dari mana sumber pembiayaannya?	
a) Alokasi dari anggaran rutin	75%
b) Dana bantuan swasta	0%
c) Pribadi/personal	0%
d) Tidak ada alokasi	25%

Buku ini tidak diperjualbelikan.

6) Saran Pengawasan Kebijakan RTRW di KCAGK

Saran dan usul terkait pengawasan lingkungan terhadap kebijakan RTRW adalah meningkatkan sinergi kelembagaan (40%), menginginkan alokasi dana (20%), dan sisanya memperbanyak sosialisasi, keterlibatan pemerintah daerah, dan peran swasta.

a) Memperbanyak sosialisasi	10,0%
b) Memperkuat pengawasan dari masyarakat	10,0%
c) Ada alokasi dana dalam pengawasan	20,0%
d) Pemerintah daerah terlibat langsung dalam pengawasan	10,0%
e) Penegakan hukum	0,0%
f) Peningkatan peran CSR	10,0%
g) Sinergi kelembagaan	40,0%

c. OPD/BKPRD

1) Pemahaman dan Sosialisasi RTRW

Secara keseluruhan, responden mengerti kebijakan RTRW dan kegiatan sosialisasi sudah ada, tetapi pelaksanaan masih belum optimal.

1. Apakah mengerti/mengetahui adanya RTRW?	
a) Mengerti/mengetahui	100%
b) Tidak Tahu	0%
2. Dalam bentuk apa sosialisasi di atas dilakukan?	
a) Rapat-rapat/FGD	80%
b) Iklan Media	0%
c) Media Sosial	0%
d) Langsung ke pelaku di lapangan	20%
3. Menurut saudara, apakah sosialisasi yang telah dilakukan di atas sudah efektif?	
a) Sudah tepat	25%
b) Masih setengah-setengah	75%
c) Belum tepat	0%

2) Perizinan Penambangan

Persepsi responden terhadap penambang ilegal adalah kekhawatiran tidak diperbolehkan (40%), tidak ada dana (40%), dan sisanya adalah proses yang susah. Terkait dengan pelanggaran penambang ilegal, responden memilih teknis menambang tidak ramah lingkungan (60%). Sementara itu, peran OPD dalam perizinan adalah arahan dan rekomendasi (100%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Mengapa penambang tidak berizin/ilegal?	
a) Tidak ada dana	40%
b) Khawatir tidak diperbolehkan	40%
c) Proses yang susah	20%
d) Tidak tahu	0%
e) Merasa tidak perlu	0%
2. Selain izin, apa saja pelanggaran penambang?	
a) Batasan wilayah	20%
b) Teknis penambangan tidak sesuai	60%
c) Menambang *geodiversity*	20%
d) Tidak Tahu	0%
3. Apa peran lembaga saudara dalam pelaksanaan perizinan?	
a) Arahan dan rekomendasi	100%
b) Memantau	0%
c) Tidak ada	0%

3) Pemberian Insentif dan Disinsentif

Pentingnya intensif dan disinsentif adalah jawaban semua responden, tetapi sebagian besar menjawab belum ada penerapannya (75%).

1. Apakah perlu diterapkan?	
a) Penting	100%
b) Kurang Penting	0%
c) Tidak Perlu	0%
d) Tidak Tahu	0%
Apakah sudah diterapkan?	
a) Sudah	25%
b) Belum	75%

4) Pemantauan Lingkungan

Terkait keterlibatan OPD, 40% responden menjawab tidak terlibat, 40% menyatakan memberikan laporan, dan hanya 20% yang menyatakan terlibat langsung. Semua responden menjawab tidak mempunyai sumber daya manusia dalam pengawasan. Dalam keterlibatan pengawasan di KCAGK, responden menjawab dilakukan oleh pemerintah provinsi (44%), sisanya LIPI dan pemerintah daerah. Terkait masalah lingkungan yang terjadi di KCAGK, sebagian besar responden menjawab pencemaran batuan dan pasir (50%). Sementara itu, persepsi responden OPD terkait dengan masih adanya penambangan adalah tidak ada lapangan kerja lain (67%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Apa yang dilakukan lembaga saudara dalam pemantauan lingkungan di KCAGK?	
Terlibat langsung	20%
Memberikan laporan berkala	40%
Tidak terlibat	40%
Apa mempunyai staf khusus untuk memantau lingkungan di KCAGK?	
Ada	0%
Tidak ada	100%
Selama ini, siapa yang terlibat dalam pemantauan lingkungan di KCAGK?	
LIPI	22%
Instansi/OPD Kabupaten	22%
Instansi/OPD Provinsi	44%
Lainnya	11%
Pencemaran/masalah lingkungan apa yang ada di lingkungan KCAGK?	
Batuan dan pasir	50%
Sungai	17%
Tanah	0%
Air	17%
Tidak ada	17%
Menurut saudara, mengapa masih ada penambangan di KCAGK ?	
Hasil yang tinggi/ekonomi	0%
Faktor kebiasaan	33%
Tidak ada lapangan kerja lain	67%

5) Pembiayaan

Dalam indikator pembiayaan, responden menjawab ada alokasi rutin (50%) dan tidak ada alokasi (50%).

Dalam kegiatan pengawasan lingkungan yang ada di instansi saudara, dari mana sumber-sumber pembiayaannya?	
Alokasi dari anggaran rutin	50%
Dana bantuan swasta (dari CSR)	0%
Pribadi/personal	0%
Tidak ada alokasi	50%

Buku ini tidak diperjualbelikan.

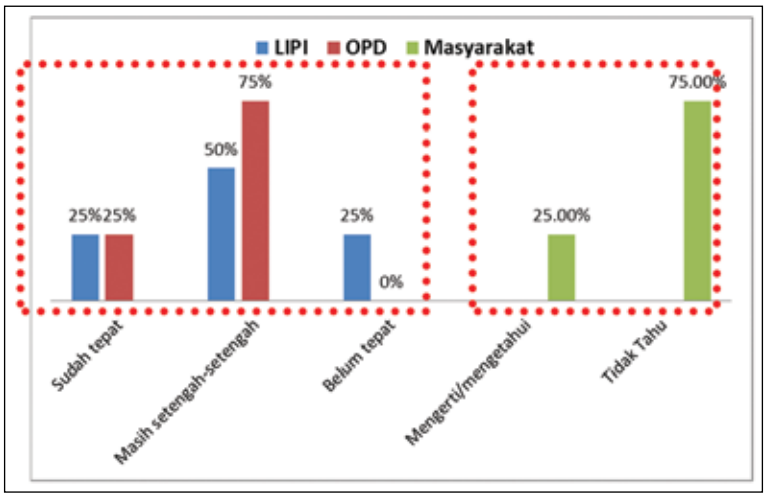
6) Saran Pengawasan Kebijakan RTRW di KCAGK

Sebagian besar saran responden OPD terkait dengan pengawasan lingkungan atas kebijakan RTRW menginginkan adanya alokasi dana yang cukup (36%), peran masyarakat lokal perlu diperkuat dalam pengawasan (27%), serta adanya sinergi kelembagaan (27%).

a) Memperbanyak sosialisasi	9,1%
b) Memperkuat pengawasan dari masyarakat	27,3%
c) Ada alokasi dana dalam pengawasan	36,4%
d) Pemerintah daerah terlibat langsung dalam pengawasan	0,0%
e) Penegakan hukum	0,0%
f) Peningkatan peran CSR	0,0%
g) Sinergi kelembagaan	27,3%

E. KESIMPULAN

Terdapat hubungan antara pemahaman masyarakat terhadap kebijakan RTRW dan jawaban responden di kelembagaan (LIPI dan OPD). Hubungan tersebut adalah tidak memahami adanya RTRW dengan sosialisasi yang masih belum optimal menurut jawaban responden kelembagaan.



Semua masyarakat memahami KCAGK karena ada peran LIPI di KCAGK. Dalam hal perizinan, sebagian besar penambang memahami bahwa kegiatan yang dilakukan adalah ilegal. Hal tersebut disebabkan sudah tidak ada lagi di KCAGK. Kondisi tersebut diperkuat oleh responden kelembagaan yang memilih rasa khawatir dari penambang yang tidak diperbolehkan. Pelanggaran penambang ilegal paling banyak adalah teknis penambangan yang tidak ramah lingkungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Rata-rata responden menilai insentif dan disinsentif adalah hal yang penting, tetapi belum ada penerapan di lapangan.

Keterlibatan pemantauan lingkungan responden masyarakat (tokoh masyarakat) sudah dilakukan dan telah muncul keinginan terlibat dalam menjaga lingkungan di KCAGK. Permasalahan muncul karena masyarakat tidak memiliki tempat/wadah khusus dan sumber dana dalam pengawasan lingkungan. Sementara itu, pengawasan yang dilakukan OPD melalui BKPRD tidak berjalan karena terbentuknya lembaga ini berdasarkan pada struktur organisasi. Akan tetapi, dalam implementasinya, pihak yang bertugas adalah personal yang memahami substansinya.

F. SARAN/REKOMENDASI

Secara tindak lanjut, penelitian ini menginformasikan dalam penyelenggaraan penataan ruang selama ini, tahapan pengawasan kurang mendapat prioritas.

1. Terdapat peluang melalui tokoh masyarakat, yaitu dengan dibentuk wadah dalam menjaga lingkungan, termasuk untuk pengawasan kawasan lindung sebagai kawasan strategis menurut RTRW.
2. Peran BKPRD perlu ditinjau ulang, baik sebagai fungsi maupun pembentukan secara kelembagaan.
3. Diperlukan peningkatan dalam alokasi pendanaan dan sinergi kelembagaan antara LIPI dan OPD (pemerintah daerah kabupaten dan provinsi) dalam kegiatan pengawasan KCAGK.
4. Secara akademis, penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melihat bentuk dan wadah masyarakat dalam pengawasan kawasan lindung di RTRW.

G. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada LIPI Karangsambung dan Pemerintah Kabupaten Kebumen.

DAFTAR ACUAN

Buku:

Makmur. (2016). *Efektivitas Kebijakan Kelembagaan Pengawasan.* Bandung: Refika Aditama.

Jurnal:

Cheung, L. T. O., Fok, L., & Fang, W. (2014). Understanding geopark visitors' preferences and willingness to pay for global geopark management and conservation. *Journal of Ecotourism*, *13*(1), 35–51. https://doi.org/10.1080/14724049.2014.941848.

Aliyatushiyam, L. (2016). Strategi pengawasan penyediaan air minum dalam rangka efektivitas pemanfaatan sumber daya alam. *IJEEM-Indonesian Journal of Environmental Education and Management*, *1*(2), 45–58.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Fauzi, N. S. M., & Misni, A. (2016). Geoheritage conservation: Indicators affecting the condition and sustainability of geopark-a conceptual review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *222*, 676–684. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.224.

Hukum, F., & Muhammadiyah, U. (n.d.). Dalam Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup Community Empowerment Through Strengthening The Community'S, *7*(1), 52–67.

Keeble, B. R. (1988). The brundtland report: "Our Common Future." *Medicine and War*, *4*(1), 17–25. https://doi.org/10.1080/07488008808408783.

Mascarenhas, A., Ramos, T. B., & Nunes, L. (2012). Developing an integrated approach for the strategic monitoring of regional spatial plans. *Land Use Policy*, *29*(3), 641–651. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.10.006.

Segura, S., & Pedregal, B. (2017). Monitoring and evaluation framework for spatial plans: A Spanish case study. *Sustainability (Switzerland)*, *9*(10). https://doi.org/10.3390/su9101706.

Setiawan, H. (2014). Efektivitas kegiatan orientasi perpustakaan (studi eksplanatif tentang efektivitas kegiatan orientasi perpustakaan terhadap pemanfaatan layanan pada perpustakaan Universitas Airlangga Surabaya). *Journal Universitas Airlangga*, *3*, 1–18.

Tejedor-Flores, N., Galindo-Villardón, P., & Vicente-Galindo, P. (2017). Sustainability multivariate analysis based on the global reporting initiative (GRI) framework, using as a case study: Brazil compared to Spain and Portugal. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *12*(4), 667–677. https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N4-667-677.

Von Der Dunk, A., Grêt-Regamey, A., Dalang, T., & Hersperger, A. M. (2011). Defining a typology of peri urban land use conflicts: A case study from Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, *101*(2), 149–156. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.007.

Wirosoedarmo, R., Widiatmoko, J. B. R., & Widyoseno, Y. (2014). Rencana tata ruang wilayah (RTRW) berdasarkan daya dukung lingkungan berbasis kemampuan lahan. *Jurnal Agritech*, *34*(04), 463. https://doi.org/10.22146/agritech.9442.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS GIS DAN METODE SCORING DI KABUPATEN KULON PROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

LANDSLIDE DISASTER MITIGATION USING GIS ANALYSIS AND SCORING METHOD IN KULON PROGO REGENCY, SPECIAL REGION OF YOGYAKARTA

Corintia Dian Primaristi [1,*], Brahmantya Anjas S[2], Bellawan Kusuma A[3], Ir. Sugeng Raharjo[(4)]

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jalan SWK 104, Condongcatur, Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283
Pos-el: inicorintia@gmail.com

ABSTRACT

The research area is located in Kulon Progo which is an area with high possibility of landslide could happened. Many landslide incidents have already occured causing loss of lifes and properties. The objective of this research is to know the dangerous zone of landslide in Kulon Progo Regency so that the right mitigation efforts can be done. The classification of safe, prone, and dangerous zone of landslide is done by using ArcGIS 10.4.1 software with scoring method according to Indonesian National Board for Disaster Management. Field observation was conducted to know the type of lithology and morphology of the research area. Parameters used in the analysis are slope, rainfall, soil type, landuse, and lithology. The result of the analysis shows that the dangerous zone is located on the north and west of Kulon Progo Regency covering Samigaluh, Kalibawang, Girimulyo, Pengasih, and Kokap Subdistricts. The prone zone covers almost all areas of Kulon Progo Regency on the north area, including Nanggulan, Sentolo, and Ledah Subdistrict. The safe zone is located on the south area of Kulon Progo Regency, covering Temon, Wates, Panjatan, and Galur Subdistricts. From the analysis, it can be concluded that some subdistrict in Kulon Progo Regency are dangerous zones of landslide. Proper disaster mitigation should be done before, during and after a landslide disaster happened especially in dangerous zone. Pre-disaster mitigation includes the creation of recharge water area, the adjustment of tree plantings on the slope, make the terracing on the slope, socialization and disaster simulation to the society, and the establishment of meeting points and evacuation road. Mitigation when the disaster happens is an alarm as an early warning system and a fast evacuation. Post-disaster mitigation are the restoration and reinforcement of the land and reconstruction of the facilities and infrastructure.

Keyword: *Landslide, Kulon Progo, GIS Analysis, Mitigation*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ABSTRAK

Kabupaten Kulon Progo sebagai wilayah penelitian merupakan daerah dengan potensi bencana tanah longsor yang tinggi. Banyak peristiwa tanah longsor telah terjadi sehingga menyebabkan korban jiwa dan harta benda. Risiko bencana tanah longsor di Kulon Progo dapat dikurangi dengan upaya mitigasi. Tujuan penelitian adalah mengetahui zona rawan bencana tanah longsor di Kabupaten Kulon Progo sehingga dapat dilakukan mitigasi yang tepat. Pembagian zona rawan longsor dilakukan dengan analisis menggunakan *software* ArcGIS 10.4.1 dengan metode *scoring* menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana. Selain itu, observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui jenis batuan dan morfologi daerah penelitian. Parameter yang digunakan dalam analisis adalah kelerengan, curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan, dan jenis batuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa zona sangat rawan bencana tanah longsor berada di bagian utara dan barat Kabupaten Kulon Progo yang meliputi Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, Girimulyo, Pengasih, dan Kokap. Zona rawan bencana tanah longsor meliputi hampir seluruh wilayah Kabupaten Kulon Progo di bagian utara, yaitu Kecamatan Nanggulan, Sentolo, dan Ledah. Zona aman bencana tanah longsor yang berada di bagian selatan Kabupaten Kulon Progo meliputi Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, dan Galur. Dari hasil analisis, didapatkan kesimpulan bahwa beberapa kecamatan di Kabupaten Kulon Progo memiliki potensi tanah longsor. Mitigasi bencana yang tepat harus dilakukan pada daerah yang termasuk zona sangat rawan. Mitigasi dilakukan sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana tanah longsor. Mitigasi sebelum bencana terjadi meliputi pembuatan daerah resapan, penyesuaian penanaman jenis pohon pada lereng, pembuatan terasering, sosialisasi dan simulasi tanggap bencana, serta pembuatan *meeting point* dan jalur evakuasi. Mitigasi saat bencana terjadi adalah alarm sebagai *early warning system* dan evakuasi yang cepat. Mitigasi setelah bencana terjadi adalah pemulihan lahan dan rekonstruksi sarana dan prasarana.

Keyword: *tanah longsor, Kulon Progo, Analisis GIS, Mitigasi*

A. PENDAHULUAN

Bencana adalah sebuah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (BNPB, 2012).

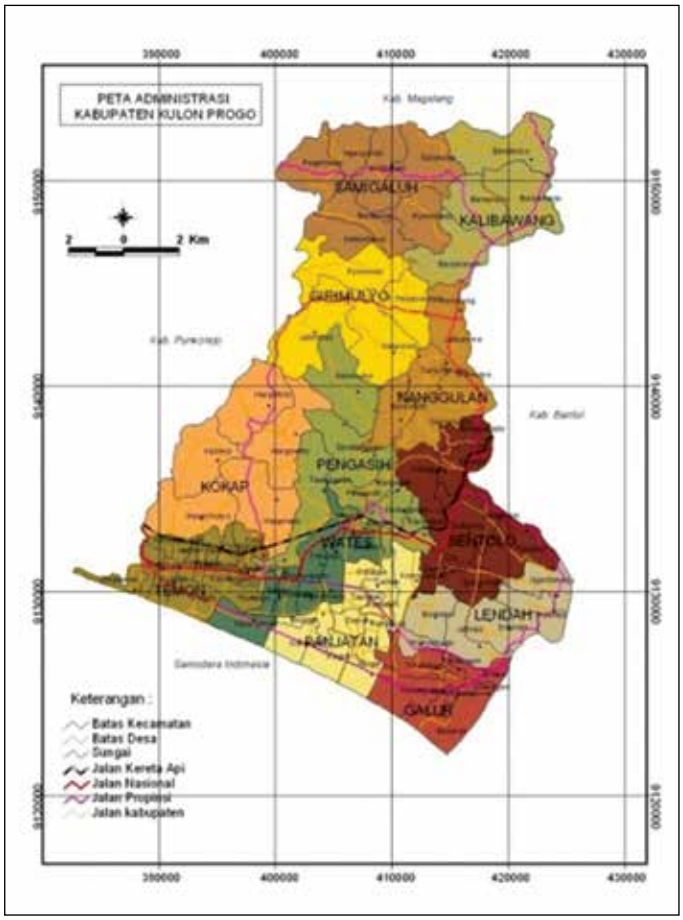
Bencana alam merupakan sebuah fenomena alam yang tidak dapat diprediksi waktu akan terjadinya. Setiap saat, Indonesia dibayang-bayangi oleh banyak bencana alam sehingga tak mengherankan jika Indonesia disebut sebagai supermarket bencana. Bencana alam membuat semua orang ketakutan karena banyak harta benda bahkan nyawa yang terancam hilang. Akan tetapi, ada upaya untuk mencegah dampak buruk dari bencana alam. Upaya ini disebut dengan mitigasi bencana.

Mitigasi bencana alam sangat bervariasi, bergantung pada jenis bencana alam yang akan diantisipasi. Dalam penelitian ini, kami membahas soal mitigasi bencana tanah longsor dengan membuat zonasi rawan longsor. Metode yang kami lakukan adalah analisis GIS dan pengamatan langsung di lapangan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bencana tanah longsor dapat terjadi karena ketidakstabilan lahan. Penyebabnya bermacam-macam, salah satunya adalah ulah manusia. Ketidakstabilan lahan terjadi karena pohon-pohon di lereng yang dibabat habis. Pembabatan tersebut menghilangkan fungsi ikat akar terhadap butiran tanah dan mengurangi daya resap air sehingga menyebabkan erosi. Ketidakstabilan lahan juga dapat terjadi karena pembangunan permukiman pada tebing-tebing curam. Kegiatan penambangan pada lereng yang berlebihan juga menjadi penyebab umum terjadinya tanah longsor.

Lokasi penelitian kami berada di Kabupaten Kulon Progo dengan potensi bencana tanah longsor yang tinggi. Banyak peristiwa tanah longsor telah terjadi sehingga menyebabkan korban jiwa dan harta benda. Dengan adanya upaya mitigasi, diharapkan risiko bencana tanah longsor di Kulon Progo dapat dikurangi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kabupaten Kulon Progo

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui zona rawan bencana tanah longsor di Kabupaten Kulon Progo sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi yang tepat.

B. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode *scoring* dengan parameter kelerengan, curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan, dan jenis batuan. Selain itu, observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan lapangan dan mencocokkannya dengan data yang telah diperoleh sebelumnya.

1. Metode *Scoring*

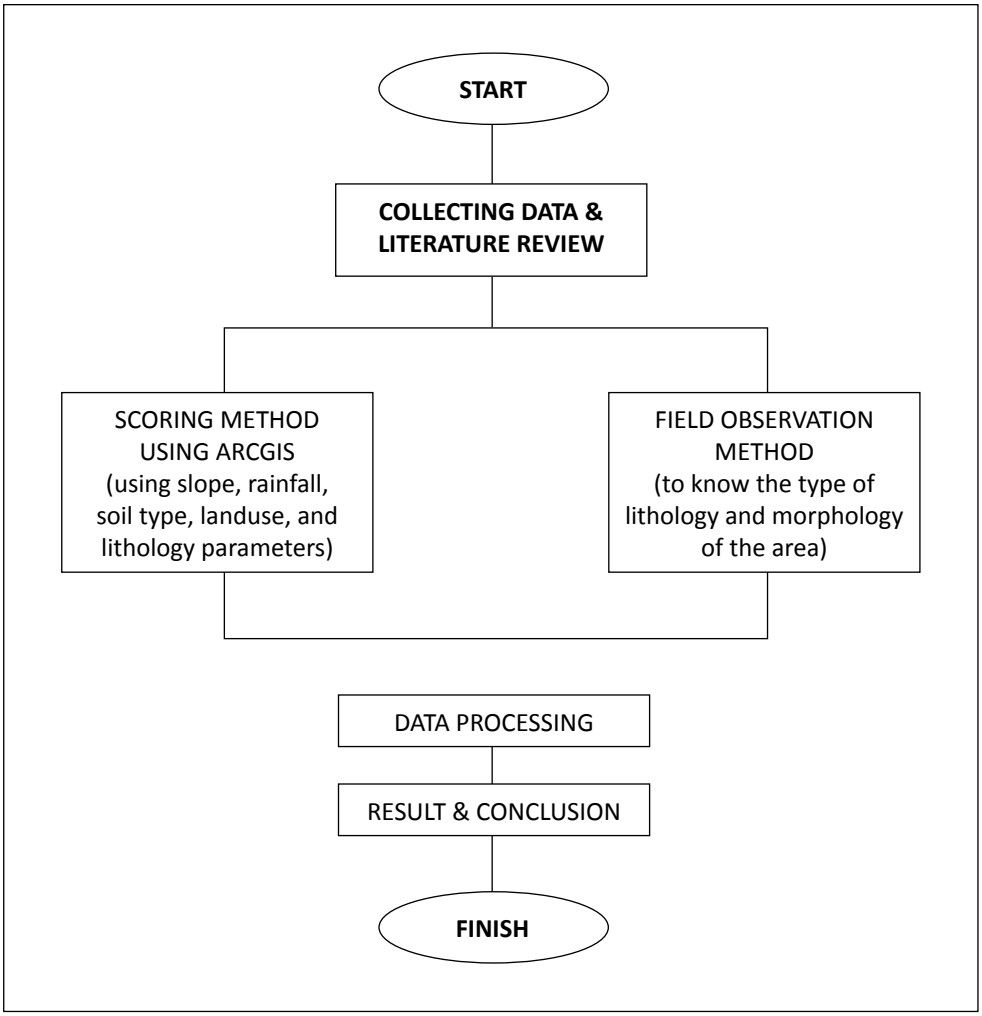
Metode *scoring* adalah metode pemberian bobot kepada parameter-parameter penyebab longsor. Perhitungan *scoring* pada penelitian ini didasarkan menurut ketetapan dari Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana. Curah hujan adalah parameter dengan skor yang terbesar, yaitu 30%. Ketentuan tersebut mempertimbangkan curah hujan yang tinggi dapat mengubah massa batuan dan tanah dengan cepat. Parameter jenis batuan dan jenis tanah memiliki skor yang sama, yaitu 20%. Jenis batuan dan jenis tanah yang berbeda akan memengaruhi daya resap air dan kekuatan tanah atau batuan. Parameter tata guna lahan dan kelerengan memiliki skor 15%. Tata guna lahan yang berbeda akan memengaruhi keadaan tanah. Tanah yang di atasnya terdapat bangunan akan berbeda dengan tanah lapang yang digunakan sebagai lapangan atau kebun. Faktor kelerengan juga menjadi salah satu parameter yang penting. Daerah yang curam lebih berisiko mengalami tanah longsor dibandingkan daerah yang landai atau datar.

Rumus *scoring* = (30% × curah hujan) + (20% × jenis batuan) + (20% × jenis tanah) + (15% × tata guna lahan) + (15% × kelerengan)

Skor kumulatif yang didapatkan selanjutnya diklasifikasikan menjadi tiga kelas dengan kategori sebagai berikut:

1) Aman (≤ 2,5)
2) Rawan (≥ 2,5 – ≤ 3,6)
3) Bahaya (≥ 3,7)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Diagram Alir

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Nilai Skor dari Parameter Longsor

No	Parameters	Range	Score
1	Slope based on USSSM (United Stated Soil System Management)	> 55%	5
		25–55%	4
		13–25%	3
		6–13%	2
		0–6%	1
2	Rain intensity (mm/year)	> 3.000	5
		2.500–3.000	4
		2.000–2.500	3
		1.000–2.000	2
		< 1.000	1
3	Soil classification	Regosol, litosol, renzina	5
		Andosol, laterik, grumosol, podsol, podsolik	4
		Brown forest soil, non-calcik brown, non-calcik brown, mideteranian	3
		Latosol	2
		Aluvial, gleisol, planosol, hidromorf, laterik	1
4	Land use	Empty land	5
		Industrial and settlement area	4
		Yard and ricefield	3
		Mixed yard	2
		Forest and water body	1
5	Lithology type	Sediment and volcanic material	4
		Sediment material	3
		Volcanic material	2
		Aluvial material	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Metode Observasi Lapangan

Metode observasi lapangan dikenal juga dengan istilah *field check*, yaitu kegiatan untuk melakukan observasi tentang bagaimana keadaan lapangan yang sesungguhnya. Observasi lapangan meliputi observasi litologi dan morfologi. Selanjutnya, keadaan lapangan dapat disesuaikan dengan data yang diperoleh sebelumnya. Jika terdapat perbedaan, data harus dikoreksi untuk selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut.

Observasi litologi adalah observasi melihat data litologi yang ada di daerah penelitian, sedangkan observasi geomorfologi adalah observasi bentuk lahan pada daerah penelitian. Bentuk lahan suatu daerah dan litologinya akan memengaruhi tingkat kerawanan longsor daerah tersebut. Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan observasi untuk melihat kesesuaian data lapangan dengan data yang diperoleh sebelumnya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Parameter Kelerengan

Dari analisis dengan menggunakan klasifikasi yang telah disebutkan di atas, didapatkan hasil bahwa daerah dengan tingkat kelerengan yang cukup curam-sangat curam berada di bagian utara dan bagian barat dari Kabupaten Kulon Progo. Daerah tersebut merupakan daerah tinggian perbukitan. Sementara itu, sebelah timur daerah penelitian ini merupakan dataran yang didominasi persawahan. Daerah selatan juga termasuk daerah dataran dengan morfologi berupa pantai.

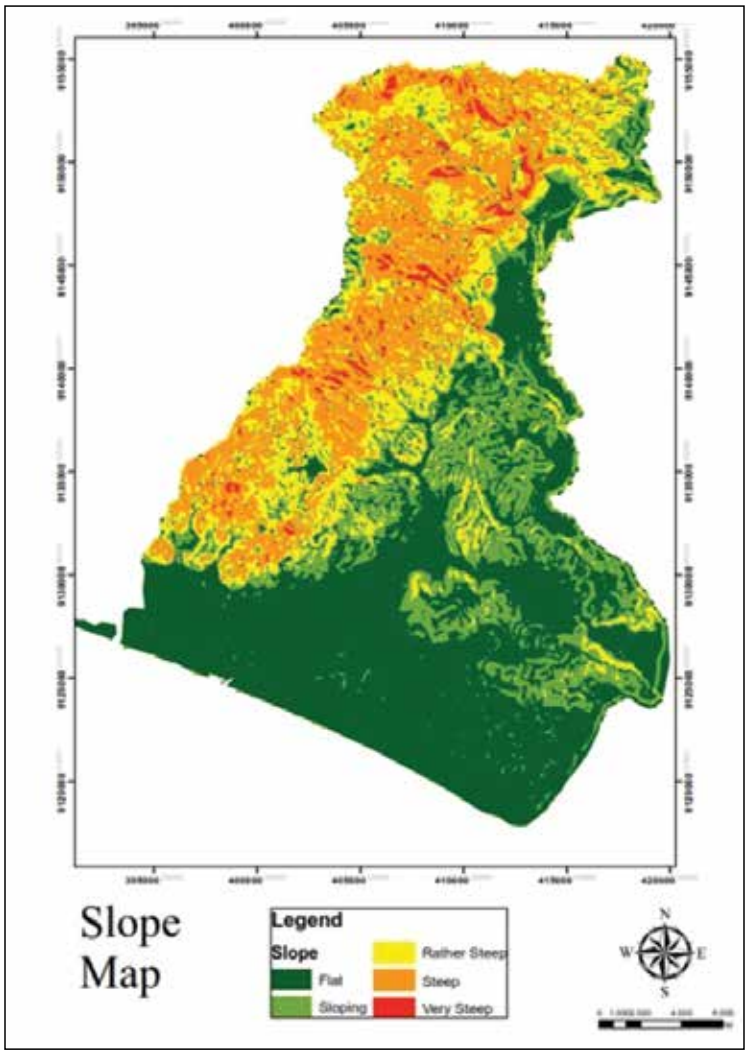
2. Parameter Curah Hujan

Daerah Kabupaten Kulon Progo memiliki tingkat curah hujan yang cukup tinggi, yakni sekitar 2.500–4.400 mm/tahun. Tiap kecamatan memiliki tingkat curah hujan yang berbeda-beda. Hasil data dari setiap kecamatan diuraikan sebagai berikut.

Tabel 2. Data Curah Hujan Kabupaten Kulon Progo

Sub-Districs	Rainfall Rate (mm/year)
Nanggulan	2.530
Sentolo	2.609
Galur	2.624
Lendah	2.704
Girimulyo	2.985
Wates	2.990
Panjatan	3.021
Pengasih	3.110
Kokap	3.243
Temon	3.274
Kalibawang	3.804
Samigaluh	4.371

Buku ini tidak diperjualbelikan.



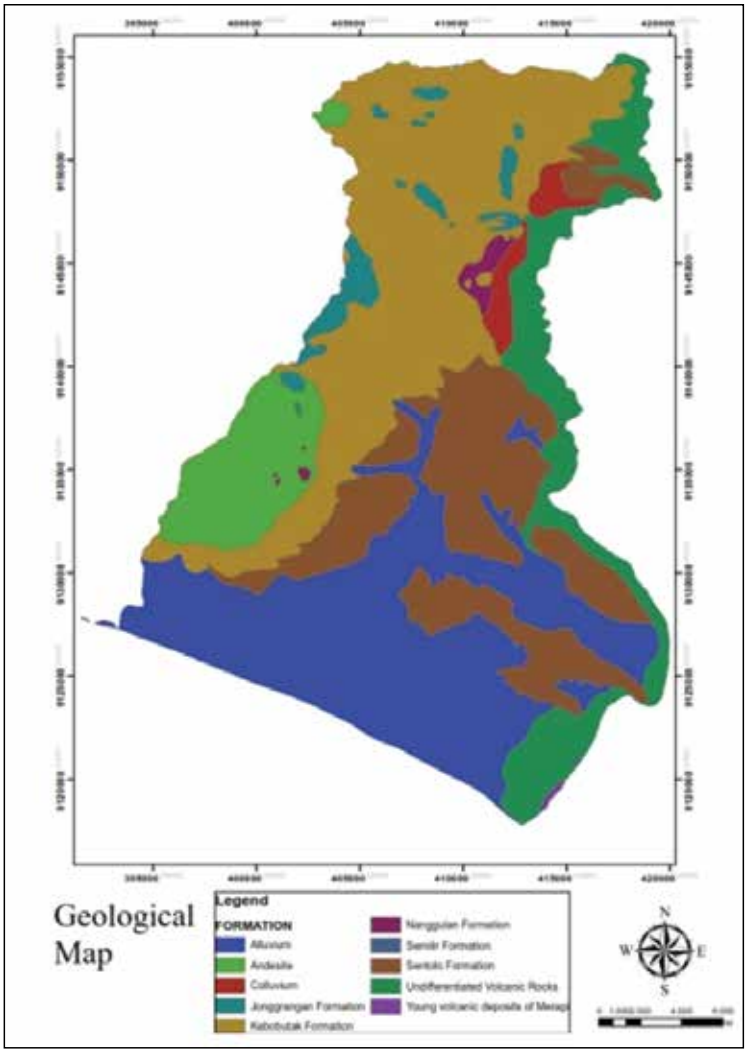
Gambar 3. Peta Kelerengan

3. Parameter Geologi

Daerah Kabupaten Kulon Progo memiliki geologi yang kompleks. Terdapat beberapa formasi di daerah ini, yaitu Formasi Jonggrangan, Formasi Kebobutak, Formasi Nanggulan, Formasi Semilir, dan Formasi Sentolo. Keberagaman formasi yang berada di daerah Kabupaten Kulon Progo ini memiliki tingkat potensi bencana tanah longsor yang berbeda di setiap daerah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Formasi Jongrangan terdiri atas tufa, breksi, dan batu lumpur. Formasi Kebobutak terdiri atas batu pasir, tufa, batu lumpur, dan aglomerat. Formasi Nanggulan terdiri atas batu pasir, batu kapur, dan tufa. Formasi Semilir terdiri atas tuf. Formasi Sentolo terdiri atas batu pasir marly dan batu kapur.

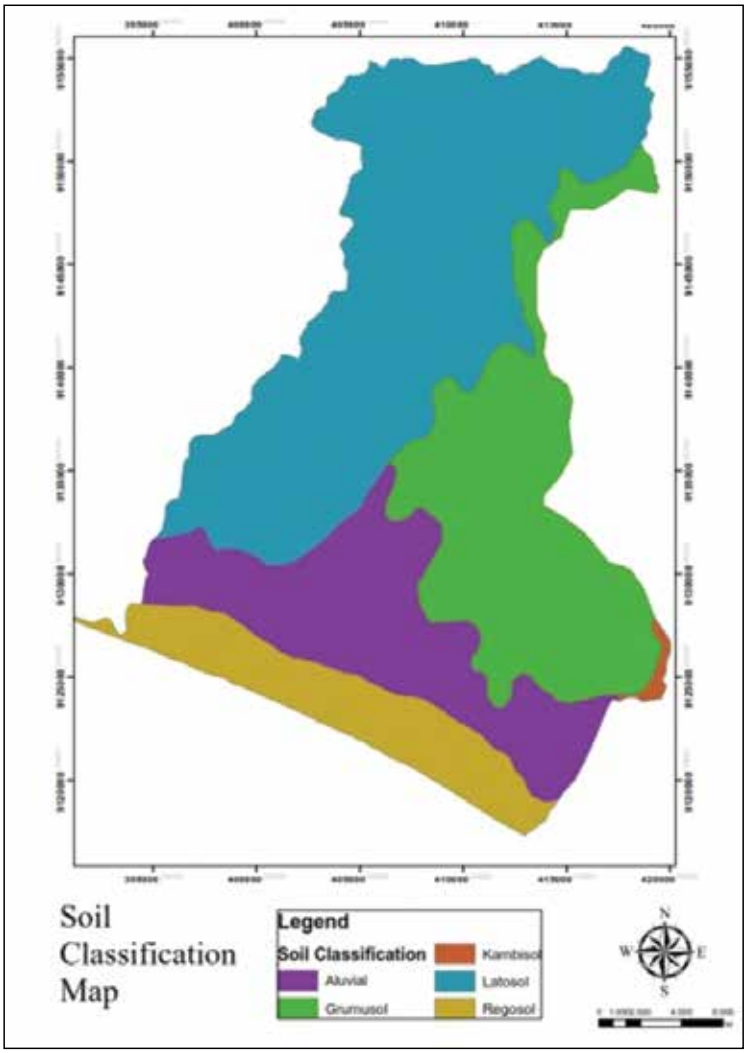


Gambar 4 Peta Geologi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Parameter Jenis Tanah

Di Kabupaten Kulon Progo, terdapat lima jenis tanah, yaitu aluvial (ungu), grumusol (hijau), kambisol (oranye), latosol (biru), dan regosol (kuning).



Gambar 5. Peta Jenis Tanah

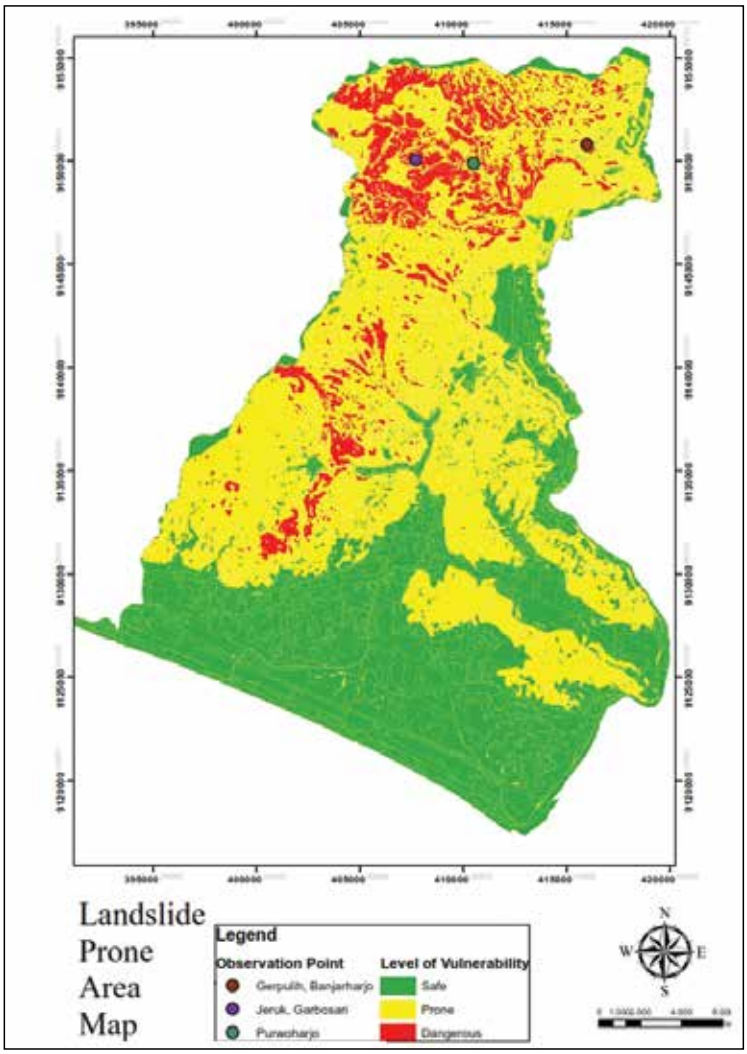
5. Parameter Tata Guna Lahan

Pada daerah penelitian, terdapat beberapa tata guna lahan, di antaranya adalah danau/situ, gedung/bangunan, padang rumput, pasir/bukit pasir laut, perkebunan/kebun. Di sisi lain, terdapat pula permukiman dan tempat kegiatan, sawah, sawah tadah hujan, semak belukar, serta tegalan/ladang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

6. Zonasi Tanah Longsor

Dari pengolahan dengan menggunakan *software* Arcgis dan menggunakan metode *skoring*, didapatkan hasil bahwa daerah Kulon Progo memiliki tingkat kerawanan yang dibagi menjadi tiga klasifikasi. Pertama, daerah yang ditunjukkan dengan warna merah dalam peta merupakan tingkat yang sangat rawan terjadinya bencana tanah longsor. Wilayah yang sangat rawan tersebut dominan di bagian utara dan barat di daerah Kabupaten Kulon Progo. Spesifikasi daerah yang sangat rawan tersebut cenderung di daerah yang memiliki tingkat kelerengan yang curam sampai sangat curam dengan litologi berupa batuan sedimen. Spesifikasi tersebut sangat berpotensi untuk menyebabkan bencana tanah longsor, terutama pada Formasi Kebobutak. Adapun spesifikasi daerah kecamatan yang memiliki tingkat sangat rawan terdapat pada Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, Girimulyo, Pengasih, dan Kokap.

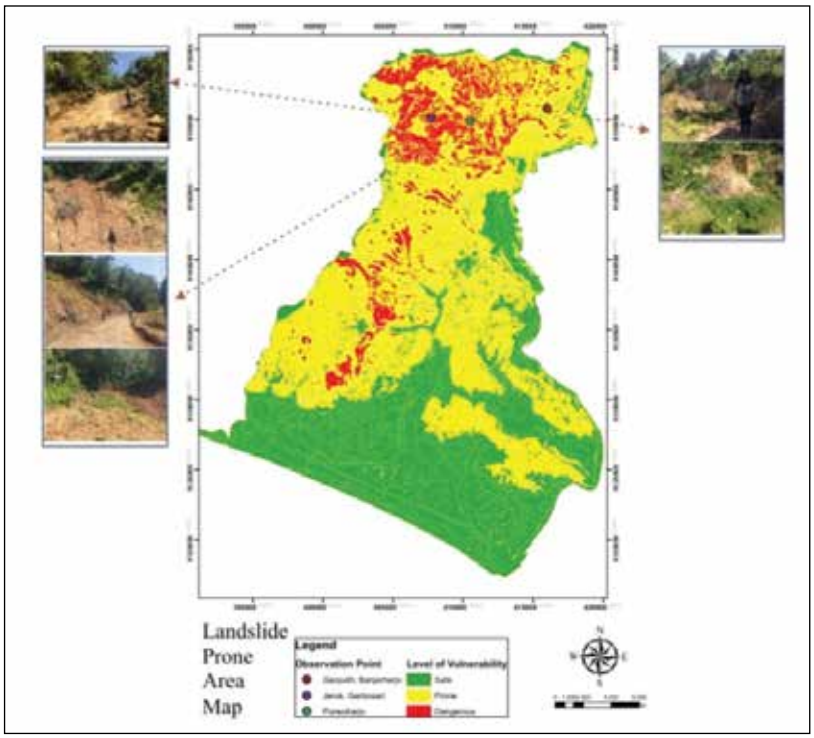


Gambar 6. Peta Daerah Rawan Longsor

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kedua, daerah yang ditunjukkan dengan warna kuning dalam peta merupakan tingkat rawan terjadinya bencana tanah longsor. Daerah dengan tingkat rawan ini ditunjukkan dengan tingkat kelerengan cukup curam-sangat curam, tetapi dibedakan dengan litologi yang sedikit berpotensi menyebabkan terjadinya bencana tanah longsor. Spesifikasi daerah rawan longsor ini berada di Kecamatan Nanggulan, Sentolo, dan Ledah. Daerah tersebut berada pada bagian utara dari Kabupaten Kulon Progo. Ketiga, daerah yang ditunjukkan dengan warna hijau merupakan daerah yang aman dari potensi terjadinya bencana tanah longsor. Daerah ini memiliki tingkat kelerengan datar-landai dan litologi yang tidak menyebabkan potensi terjadinya tanah longsor. Daerah tersebut meliputi Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, dan Galur. Daerah tersebut berada di bagian selatan Kabupaten Kulon Progo.

Untuk menambahkan data dan membuktikan data di lapangan dengan hasil pengolahan *software*, dilakukan survei di tiga tempat yang berada di bagian utara yang cenderung berwarna merah atau sangat rawan. Survei tersebut dilakukan di Kecamatan Samigaluh dan Kalibawang. Dari survei tersebut, didapatkan informasi bahwa terjadi bencana tanah longsor dengan skala cukup besar di lokasi yang dikunjungi. Longsor tersebut menyebabkan akses jalan terputus dan beberapa rumah mengalami kerusakan yang sangat parah. Hasil pengolahan dan survei tersebut membuktikan bahwa daerah yang berwarna merah atau zona sangat rawan terbukti berpotensi bencana tanah longsor.



Gambar 7. Titik Observasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa beberapa kecamatan di daerah Kabupaten Kulon Progo memiliki tingkat zonasi yang sangat rawan bencana tanah longsor. Oleh sebab itu, diperlukan mitigasi bencana yang tepat dan sesuai pada daerah tersebut. Mitigasi bencana ini dilakukan baik sebelum, saat, dan setelah terjadi bencana tanah longsor. Hal tersebut dilakukan agar masyarakat lebih siap ke depannya setelah bencana tanah longsor ini terjadi.

7. Mitigasi Sebelum Bencana Tanah Longsor

a. Pembuatan Daerah Resapan

Longsor sering terjadi pada daerah dengan tingkat resapan rendah yang menyebabkan tanah akan lebih mudah tergerus oleh aliran air yang berada pada bagian atasnya. Proses tersebut menyebabkan potensi terjadinya bencana tanah longsor. Bertambahnya daerah resapan akan mengurangi potensi terjadi bencana tanah longsor.

b. Penyesuaian Penanaman Jenis Pohon pada Lereng

Bencana tanah longsor dapat ditanggulangi dengan melakukan penanaman pohon pada area yang gundul dan berlereng curam. Selain itu, perlu dilakukan penyesuaian jenis pohon agar sesuai dengan keadaan lereng tersebut. Penyesuaian ini dilakukan agar pohon yang ditanam kelak tidak akan menimbulkan potensi tanah longsor akibat beban pohon yang semakin besar melebihi ketahanan lereng tersebut.

c. Pembuatan Terasering

Lereng dengan tingkat kelerengan yang curam menyebabkan potensi bencana tanah longsor lebih besar. Oleh karena itu, perlu dibuat terasering untuk mengurangi tingkat potensi tanah longsor.

d. Sosialisasi dan Simulasi Tanggap Bencana

Melakukan diseminasi tentang bencana tanah longsor dengan media poster atau film. Secara berkala, BPBD melakukan pemutaran film tentang bahaya tanah longsor dan cara-cara untuk mencegahnya terjadi. Poster tentang peringatan bahaya longsor dipasang pada titik strategis. Simulasi bencana dilakukan dengan melibatkan *stakeholder* lain yang terlibat dalam kegiatan kebencanaan, contohnya polisi, tentara, tim SAR, PMI, dan LSM yang lain. Kegiatan simulasi bencana dilakukan mendekati musim hujan.

e. Pembuatan Meeting Point dan Jalur Evakuasi

Papan peringatan longsor dapat dipasang di jalan dan di daerah yang rawan longsor. Pemasangan papan peringatan longsor di tepi jalan dilakukan oleh Dinas Perhubungan bekerja sama dengan kepolisian. Sementara itu, pemasangan papan peringatan rawan longsor di kawasan hutan dilakukan oleh PT Perhutani. Selain itu,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dapat dibangun pula tempat-tempat evakuasi. Masyarakat memanfaatkan masjid, balai desa, dan sekolah sebagai tempat evakuasi sementara. Jika terjadi bencana, pemerintah bekerja sama dengan *stakeholder* yang lain untuk membangun tenda-tenda darurat dan dapur umum.

8. *Mitigasi Saat Bencana Tanah Longsor*

Penanggulangan longsor dapat dilakukan dengan membangun sistem peringatan dini bencana longsor (EWS) dan memasang alat pemantau gerakan tanah. Pemasangan EWS dilakukan untuk memberikan informasi secepat mungkin kepada masyarakat ketika terjadi bencana tanah longsor. Pemasangan alat tersebut dimaksudkan untuk meminimalisasi korban jika terjadi bencana tanah longsor. Selain itu, jalur evakuasi yang tepat akan mempercepat proses evakuasi saat terjadinya bencana tanah longsor.

9. *Mitigasi Setelah Bencana Tanah Longsor*

Setelah terjadinya bencana tanah longsor, sarana dan prasarana di daerah yang terkena dampak tersebut akan mengalami kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan kembali sarana dan prasarana tersebut.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada analisis dari beberapa parameter menggunakan *software* ArcGIS dan observasi lapangan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- Daerah penelitian, Kabupaten Kulon Progo, terbagi menjadi tiga zona rawan bahaya berdasarkan pada analisis dengan metode *scoring* yang menggunakan parameter dari software ArcCIS dan observasi lapangan.
- Parameter yang digunakan dalam *scoring* adalah *slope*, data curah hujan, jenis tanah, tata guna lahan, dan litologi.
- Hasil dari analisis *slope* menunjukkan bagian utara dan barat Kabupaten Kulon Progo memiliki kemiringan cukup curam-sangat curam. Sementara itu, pada bagian timur umumnya merupakan daerah landai.
- Kabupaten Kulon Progo memiliki curah hujan yang tinggi, yakni 2.500–4.400 mm/tahun.
- Kabupaten Kulon Progo memiliki lima jenis tanah: aluvial, grumusol, kambisol, latosol, dan regosol.
- Tata guna lahan adalah danau/situ, bangunan, padang rumput, pasir/bukit pasir laut, perkebunan/taman, permukiman dan tempat-tempat beraktivitas, sawah, sawah tadah hujan, semak, serta moor/lapangan.

Dalam area penelitian, terdapat beberapa formasi: Formasi Jonggrangan (tuf, breksi, dan batu lumpur), Formasi Kebobutak (batu pasir, tuf, batu lumpur, dan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

aglomerat), Formasi Nanggulan (batu pasir, batu gamping, dan tuf), Formasi Semilir (tuf), Formasi Sentolo (batu pasir napalan dan batu gamping).

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa Kabupaten Kulon Progo dibagi menjadi tiga zona rawan bencana tanah longsor. Zona bahaya terletak pada bagian utara dan barat daerah penelitian, yaitu Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, Girimulyo, Pengasih, dan Kokap. Zona rawan melingkupi semua area Kulon Progo di bagian utara, yaitu Kecamatan Nanggulan, Sentolo, dan Ledah. Zona aman terletak di selatan daerah penelitian, yaitu Kecamatan Temon, Wates, Panjatan, dan Galur.

Mitigasi yang tepat harus dilakukan sebelum, selama, dan setelah bencana tanah longsor untuk mengurangi risiko ketika tanah longsor terjadi. Mitigasi prabencana meliputi penciptaan daerah resapan air, penyesuaian penanaman pohon di lereng, membuat terasering di lereng, sosialisasi dan simulasi bencana kepada masyarakat, serta pembentukan titik-titik pertemuan dan jalan evakuasi. Mitigasi ketika bencana terjadi adalah alarm sebagai sistem peringatan dini dan evakuasi cepat. Mitigasi pascabencana adalah restorasi dan penguatan di aspek tanah dan di aspek rekonstruksi fasilitas dan infrastruktur.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami melakukan penelitian ini. Terima kasih kepada Bapak Sugeng Raharjo, dosen kami yang memberikan kami ide, bimbingan, dan dukungan. Terima kasih juga kepada masyarakat yang telah memberi kami informasi tentang lokasi kejadian tanah longsor. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas dukungan mereka yang tiada henti.

DAFTAR ACUAN

BNPB. (2012). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Jakarta: BNPB.

Effendi, R. S. (2002). *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup.* Jakarta: Bumi Aksara.

Firdaus, H. S., & Sukojo, B. M. (2014). Pemetaan daerah rawan longsor dengan metode penginderaan jauh dan operasi berbasis spasial (Studi kasus: Kota Batu, Jawa Timur). *UKSW: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains dan Matematika*.

Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation, Fifth Edition.* New York: John Wiley & Sons.

Lestari, F. F. (2008). *Penerapan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Bogor*. Bogor: Departemen Manajemen Hukum Fakultas Kehutanan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENANGGULANGAN KEBENCANAAN WILAYAH *RING OF FIRE* DI INDONESIA MELALUI PENDIDIKAN

DISASTER MANAGEMENT OF THE RING OF FIRE IN INDONESIA THROUGH EDUCATION

Dyafini Meitiawati

Teknik Geologi Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Jati Agung, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365
Pos-el: dapini.pini@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is one of the developing countries with a geographical location in the Ring of Fire region which means in the subduction zone pathway. This makes Indonesia in a disaster-prone area with major disasters, namely volcanoes, earthquakes, and tsunamis. The disaster was a geological disaster caused by geology processes. In fact, the geographical situation in Indonesia is not anticipated by the community which results in unpreparedness. So when a disaster occurs, panic arises. As a result, the disaster always caused many casualties. The community needs to be trained in ways to save themselves when a disaster occurs. To get around this, what the government does is build and educate people who are aware and responsive to disasters that will and are happening. Education is one of the ways of disaster prevention in the Ring of Fire region to have an alert attitude from the start and is related to understanding that can be socialized and trained to the community. In education this is divided into 2, namely formal education and non-formal education. In formal education it will be targeted at children to adolescents, while in non-formal education will be targeted to adults to other community leaders with the aim of gaining knowledge on how to prevent disasters when they occur.

Keywords: *Disaster, Education, Prevention, Socialized*

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan letak geografi berada di wilayah *ring of fire* yang berarti di jalur zona subduksi. Hal ini menjadikan Indonesia berada di wilayah rawan akan bencana alam, seperti gunung api, gempa bumi, dan tsunami. Bencana tersebut merupakan bencana geologi yang diakibatkan oleh proses-proses geologi. Pada kenyataannya, keadaan letak geografi di Indonesia tidak diantisipasi oleh masyarakat yang mengakibatkan ketidaksiapan sehingga ketika terjadi bencana muncul kepanikan. Ketidaksiapan tersebut mengakibatkan setiap bencana selalu menimbulkan banyak korban jiwa. Masyarakat perlu diberi pelatihan mengenai cara-cara menyelamatkan diri saat bencana terjadi. Untuk menyiasati hal tersebut, pemerintah dapat berperan dengan membangun dan mendidik masyarakat yang sadar dan tanggap terhadap bencana yang akan dan sedang terjadi. Pendidikan merupakan salah satu cara menanggulangi kebencanaan di wilayah *ring of fire* untuk mempunyai sikap kewaspadaan dari awal. Selain itu, pendidikan dapat dilakukan melalui pemahaman yang dapat disosialisasikan dan dilatihkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ke masyarakat. Pendidikan ini dibagi menjadi dua, yaitu pendidikan formal dan pendidikan nonformal. Pendidikan formal akan ditargetkan ke anak-anak hingga remaja, sedangkan pendidikan nonformal akan ditargetkan ke orang dewasa hingga tokoh masyarakat lainnya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan ilmu pencegahan dan penanggulangan bencana.

***Kata kunci*:** Bencana, Pendidikan, Penanggulangan, Sosialisasikan

A. PENDAHULUAN

Dilihat dari kondisi geografisnya, Indonesia merupakan wilayah yang memiliki ancaman bencana gempa bumi dan tsunami dengan intensitas yang cukup tinggi. Hal ini terjadi karena posisi Indonesia yang terletak di tiga lempeng tektonik dunia, yakni Lempeng Indo-Australian, Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Selain itu, Indonesia termasuk negara yang berada pada *pacific ring of fire* atau *ring of fire.* Dengan kata lain, Indonesia berada pada jalur rangkaian gunung api aktif di dunia yang setiap saat dapat meletus dan mengakibatkan datangnya bencana.

Keadaan geografis Indonesia ini, jika tidak diantisipasi oleh masyarakatnya, akan menimbulkan korban jiwa dalam jumlah yang besar saat terjadi bencana alam. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah perlu berperan dalam membangun dan mendidik masyarakat untuk sadar dan tanggap terhadap bencana yang akan terjadi maupun sedang terjadi. Beberapa tindakan dapat disosialisasikan dan dilatih kepada masyarakat sehingga masyarakat langsung memiliki panduan tindakan ketika bencana terjadi. Penyebab timbulnya korban jiwa dengan jumlah yang cukup banyak adalah ketidaksiapan saat terjadi bencana sehingga menimbulkan kepanikan.

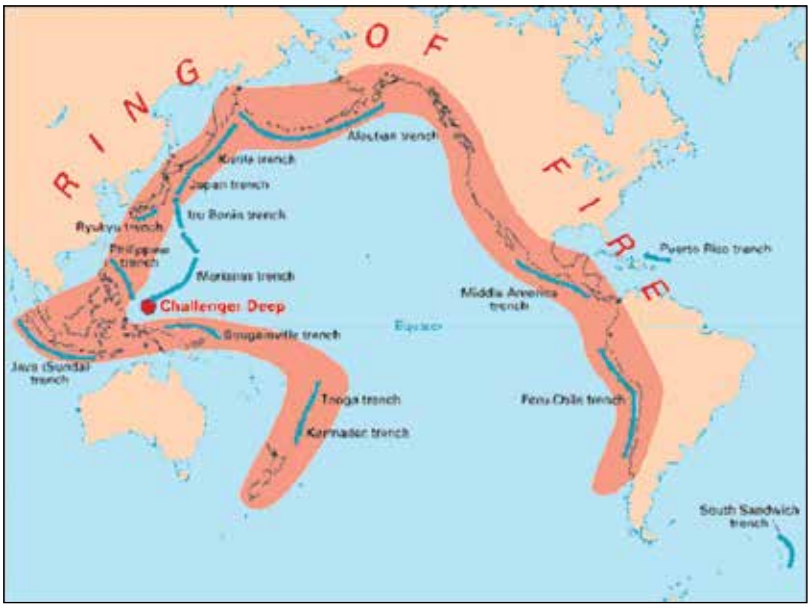
1. Bencana Alam

Menurut Pasal 1 Angka 1 Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, bencana. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana dapat disebabkan oleh faktor alam, faktor non-alam, maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

2. Cincin Api atau *Ring of Fire*

Sebanyak 18 provinsi di Indonesia berada di cincin api atau *ring of fire* sehingga menjadi rawan tsunami dan gempa. Daerah-daerah tersebut adalah Aceh, Sumatra Barat, Sumatra Utara, Bengkulu, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku, Papua, dan Papua Barat. Semua daerah tersebut memiliki kekhasan dan keunikan yang jarang ditemui di daerah lain, yaitu keanekaragaman dari aspek hayati dan geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: https://id.wikipedia.org

Gambar 1. Wilayah Ring of fire

3. Letusan Gunung Berapi

Fakta membuktikan besarnya potensi kerawanan gunung berapi di Indonesia dapat diidentifikasi dari letak wilayah dan posisi geografis. Potensi terbesar kerawanan gunung berapi tersebut berada pada jalur pertemuan lempeng tektonik dengan barisan gunung api aktif atau dikenal sebagai *the ring of fire* (cincin api). Di Indonesia, tercatat ada 129 gunung api. Namun, dari jumlah tersebut, tidak semua gunung api aktif dan sewaktu-waktu dapat meletus. Oleh karena itu, penduduk di sekitar gunung api seharusnya memiliki pengetahuan kegunungapian (Ari Supriyanti Rikin, 2013).



Sumber: https://www.liputan6.com

Gambar 2. Letusan Gunung Krakatau 2018

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Gempa Bumi

Beberapa pakar seismologi Indonesia mengatakan bahwa potensi gempa di negeri ini sangat besar. Di suatu daerah, gempa dapat terjadi berulang setiap waktu (dalam hitungan detik dan akan terus berulang puluhan, ratusan, bahkan ribuan kali) dan sebagian besar mengikuti pola siklus.

Di beberapa wilayah seperti di Pulau Sumatra, gempa berpotensi menimbulkan tsunami. Oleh karena itu, bencana gempa dan tsunami yang kehadirannya tidak dapat diprediksi telah menelan ratusan korban jiwa di Indonesia.

Gempa bumi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu aktivitas gunung api, pergerakan atau pergeseran lempeng bumi, dan benturan benda dari luar angkasa. Oleh karena itu, skala gempa bumi yang ditimbulkan akan berbeda-beda di setiap wilayah karena terkait dengan zona luasan wilayah yang merasakan gempa.



Sumber: https://www.tribunnews.com

Gambar 3. Dampak Tsunami di Banten 2018

5. Tsunami

Tsunami menerjang kawasan pantai di Indonesia hingga ratusan kali. Tsunami yang meluluhlantakkan Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam pada 26 Desember 2004, sebagai contoh, telah menyebabkan korban jiwa sebanyak 220.000 orang di seluruh dunia. Jika mereka memiliki pengetahuan tentang tsunami, potensi jumlah korban dapat diminimalisir. Istilah tsunami berasal dari bahasa Jepang yang telah digunakan secara luas. Istilah tersebut berlaku untuk gelombang pasang "*tidal waves*" maupun gelombang yang disebabkan oleh gempa bumi atau yang lebih dikenal dengan istilah "*seismic sia waves*".

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: https://www.tribunnews.com

Gambar 4. Dampak Tsunami di Banten pada 2018

6. Mitigasi Bencana

Sesuai dengan amanat UU No. 21 Tahun 2007, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNBP) dalam hal ini bertanggung jawab melakukan upaya penanggulangan bencana, dari prabencana hingga pascabencana. "Melihat kondisi alam seperti ini, mestinya masyarakat memahami bencana yang mengancam sehingga bisa melakukan langkah-langkah mitigasi," Prof. (emeritus) MT Zein, guru besar geologi dari Institut Teknologi Bandung (ITB). Langkah antisipasi dan mitigasi menjadi penting karena ilmu pengetahuan belum mampu memprediksi waktu kejadian dan menghitung besar kekuatan dari setiap bencana alam.

Kondisi ini membuat posisi Indonesia sangat sulit. Oleh karena itu, kemampuan dalam menghadapi serta mengantisipasi berbagai dampak bencana yang akan timbul perlu ditingkatkan di masa depan. Dengan begitu, diperlukan suatu rencana yang bersifat terpadu, terkoordinasi, dan menyeluruh. Rencana ini menjadi salah satu bentuk kesiapsiagaan dalam menanggulangi bencana yang tercantum dalam Rencana Nasional Penanggulangan Bencana.

B. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode kualitatif dan pengumpulan data melalui studi pustaka. Metode tersebut mengumpulkan data dari jurnal dan buku referensi umum dengan studi (riset) kepustakaan, kemudian dibaca, dicatat, dan diolah tanpa riset lapangan (Dapur Ilmiah, 2018). Melalui studi pustaka, jurnal digunakan sebagai sumber data sekunder yang dikutip untuk bahan referensi dalam penelitian. Selanjutnya, buku referensi umum yang digunakan memuat artikel yang mendalam tentang topik yang dibahas dan disertai dengan berbagai teori pendukung sehingga dapat mengetahui perkembangan teori tersebut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Korban Jiwa

Tabel 1. Jumlah Korban Jiwa di Wilayah Ring of Fire (Khususnya Indonesia) Periode 2015–2019

Tahun	Korban Jiwa				Total Korban Jiwa Per Tahun
	Letusan Gunung Api	Gempa	Tsunami	Gempa dan Tsunami	
2015	46.779	17.454	0	0	64.233
2016	86.663	110.413	0	0	197.076
2017	78.943	7.879	0	0	86.822
2018	70.977	508,108	437.747	0	1.016.832
2019	236	144	0	229.213	229.593
Total Keseluruhan Korban Jiwa dari Tahun 2015 Hingga 2019					**1.594.556**

Sumber: BNPB

Menurut hasil data dari BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), korban jiwa terdiri atas korban menderita atau mengungsi, luka-luka, meninggal, serta hilang. Dilihat dari **Tabel 1,** total korban jiwa dari 2015 hingga 2019 di wilayah *ring of fire* berjumlah 1.594.556. Tahun 2018 merupakan tahun dengan jumlah korban jiwa sebanyak 1,016,832 orang. Jumlah tersebut terbesar dari periode 2015 hingga 2018 dengan bencana alam berupa gempa bumi, lalu disusul tsunami dan letusan gunung api.

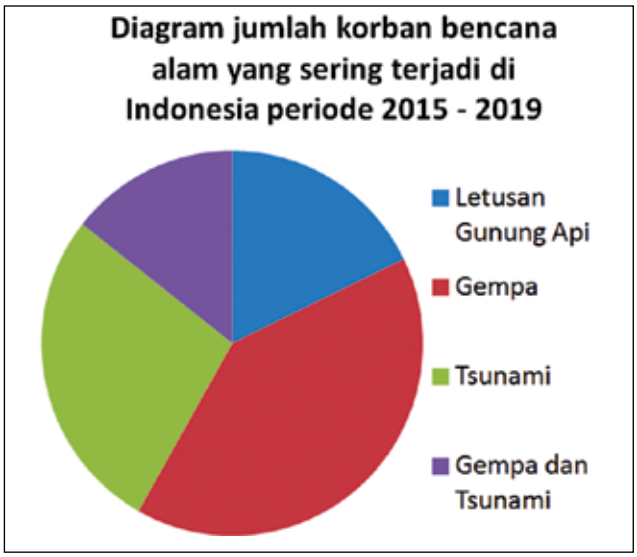
Pada diagram jumlah korban tiap bencana, dapat disimpulkan bahwa bencana yang sering terjadi ialah gempa. Hal ini karena letak geografis di Indonesia yang berada pada tiga lempeng tektonik dunia yang dapat menghasilkan tumpukan energi dengan ambang batas tertentu ketika saling bertemu. Bencana terbesar selanjutnya secara berurutan adalah tsunami, gunung meletus, dan gempa dan tsunami.

1. Pendidikan

Berdasarkan pada hasil jumlah korban bencana alam pada diagram sebelumnya, pendidikan merupakan salah satu upaya dalam meningkatan kualitas tanggap bencana. Indonesia, sebagai wilayah yang terletak pada kawasan "cincin api", memiliki ancaman bencana alam yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Oleh karena itu, masyarakat perlu meningkatkan kewaspadaan untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa yang lebih banyak di masa depan. Dalam usaha tersebut, peran pemerintah sangat diperlukan.

Pendidikan mengenai kebencanaan di wilayah rawan bencana sangat diperlukan bagi masyarakat Indonesia. Selain peralatan canggih untuk mendeteksi bencana alam yang telah difasilitasi oleh pemerintah, melalui media sosialisasi pun pemerintah dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: BNPB

Gambar 5. Diagram Jumlah Korban Bencana Alam

menyosialisasikan cara menyelamatkan diri atau evakuasi saat terjadi bencana. Dengan demikian, masyarakat pun dapat tanggap dan hidup secara akrab dengan bencana. Masyarakat harus mampu hidup secara akrab dengan bencana. Oleh karena itu, pengetahuan tentang semua fakta yang ada di balik negeri ini secara utuh jauh lebih baik daripada hanya mengetahuinya setengah-setengah. Bencana tak akan pernah memberikan kesempatan kedua untuk menyelamatkan diri. Pendidikan mengenai mitigasi bencana dapat dibagi menjadi dua, yaitu pendidikan formal dan nonformal.

2. Pendidikan Formal

Pendidikan formal bertujuan melakukan penanggulangan yang berada di sekolah-sekolah. Pendidikan ini ditujukan kepada anak-anak usia dini hingga remaja sehingga dapat mengenal mitigasi atau cara menghadapi bencana sejak dini. Bencana dan mitigasi bencana diperkenalkan dalam berbagai mata pelajaran di sekolah dasar. Pengenalan tersebut adalah bagian untuk menyiapkan generasi Indonesia yang tangguh dalam menghadapi bencana. Pada pendidikan formal, terdapat tiga cara sebagai berikut.

a. Penguatan Pendidikan Karakter di Usia Dini

Dalam konteks faktual, kemandirian anak dalam berbagai kejadian bencana alam di Indonesia masih sangat kurang. Kondisi ini ditinjau setelah ataupun sebelum terjadi bencana alam. Mereka pada umumnya sangat bergantung pada orang tuanya atau orang dewasa di sekelilingnya. Cara awal untuk memberikan pendidikan mitigasi kepada anak di usia dini adalah pembentukan karakter mengenai mitigasi bencana.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Cara tersebut bertujuan untuk membentuk suatu karakter mandiri dan pemberani agar anak memiliki rasa kesiapsiagaan untuk menyelamatkan dirinya. Pembentukan karakter di usia dini secara optimal dilakukan dari usia 4 sampai 12 tahun sehingga anak-anak akan mampu berperan, bersikap, dan berperilaku seperti orang dewasa ketika menghadapi bencana.

Pendidikan karakter seharusnya sudah diberikan kepada seorang anak sejak usia dini dalam lingkup pendidikan yang paling dasar, yaitu lingkungan keluarga. Hal ini dilakukan karena sekolah merupakan partner dari orang tua dalam mendidik anak-anaknya. Upaya pembentukan karakter sesuai dengan budaya bangsa ini tentu tidak hanya dilakukan di sekolah melalui serangkaian kegiatan belajar-mengajar dan luar sekolah. Intinya, anak juga harus tahu tentang bencana dan cara menghadapi bencana. Selanjutnya, anak juga harus mengetahui tindakan yang harus dilakukan dalam upaya penyelamatan dan evakuasi. Seluruh kompetensi tersebut tentu dapat dilakukan melalui serangkaian pembelajaran dan pendidikan yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan tentang mitigasi bencana. Anak-anak perlu mempersiapkan mental yang kuat menghadapi bencana sehingga mereka tidak mengalami tekanan mental yang luar biasa ketika menghadapi bencana.

b. Kompetensi Guru Profesional dalam Pendidikan

Guru disyaratkan bukan hanya menjadi pengajar, tetapi juga harus mampu menjadi pendidik dan pembimbing peserta didik. Guru yang profesional dan berkualitas diharapkan mampu mencetak peserta didik yang berkualitas juga. Guru merupakan pemegang peran yang sangat sentral dalam proses pendidikan. Guru harus mendapatkan program-program secara tersistem agar tetap memiliki profesionalisme yang tinggi dan siap melakukan adopsi inovasi. Kompetensi guru merupakan kemampuan yang harus dimiliki oleh guru untuk mencapai suatu tingkatan. Menurut Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, pada Pasal 10 Ayat (1) disebutkan bahwa "Kompetensi guru sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 meliputi **kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional** yang diperoleh melalui pendidikan profesi."

Kompetensi guru dapat memberikan peran penting pada pendidikan mitigasi bencana. Hal ini karena siswa dapat termotivasi belajar dalam pencapaian pengenalan bencana alam yang terjadi di Indonesia, terutama di wilayah *ring of fire,* untuk mengikuti proses pembelajarannya. Motivasi pada minat belajar memiliki pengaruh yang besar sekali terhadap hasil belajar karena seseorang akan melakukan sesuatu yang diminatinya. Sebaliknya, tanpa minat, seseorang tidak mungkin melakukan sesuatu.

c. Memberikan porsi yang sesuai untuk perkembangan kurikulum melalui pendidikan kebencanaan.

Pengenalan materi bencana sudah ada dalam kurikulum pendidikan di Indonesia dengan membuat konten-konten tersebut secara terstruktur. Dalam konteks

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pendidikan ketahanan terhadap bencana, kemampuan dan keterampilan siswa untuk menghadapi bencana perlu ditanamkan sejak dini. Salah satu wujud kemampuan tersebut diimplementasikan dan diintergrasikan pada berbagai mata pelajaran yang tertuang dalam kompetensi inti atau kompetensi dasar. Dua kompetensi tersebut dikembangkan dalam kurikulum pendidikan di Indonesia.

Pada konteks faktual, kurikulum pendidikan di Indonesia tidak banyak memuat tentang bencana dan mitigasi bencana. Hal ini perlu menjadi perhatian bersama, mengingat sangat penting dan mendesaknya dalam menyiapkan generasi mendatang yang tangguh terhadap bencana. Selain itu, penting juga untuk membentuk masyarakat yang bertanggung jawab terhadap permasalahan lingkungan hidup sebagai bagian integral dari program mitigasi bencana. Penyisipan kurikulum bencana di sekolah sangat memengaruhi pembentukan generasi muda yang sadar dan siap dalam menghadapi bencana.

Peran serta pendidikan dalam pengurangan risiko bencana telah tercantum dalam Hygo Framework for Action 2005–2015 (HFA) yang disepakati oleh 168 negara, termasuk Indonesia. Pelaksanaan kurikulum kebencanaan ini bukanlah hal yang mudah. Banyak tantangan dalam upaya pengintegrasian upaya PRB (Pengurangan Risiko Bencana) ke dalam sistem pendidikan. Beberapa tantangan tersebut adalah beban kurikulum peserta didik yang berat, kurangnya pemahaman guru mengenai bencana, kurangnya kapasitas guru dalam mengintegrasikan PRB ke dalam kurikulum, minimnya panduan kebencanaan yang dapat diakses guru, keterbatasan sumber daya, serta kondisi sarana-prasarana sekolah yang tidak mendukung upaya PRB (Suharwoto, 2015). Namun, usaha PRB melalui pendidikan formal harus terus diupayakan demi menciptakan masyarakat siaga bencana di Indonesia.

Dalam ranah edukasi formal, sekolah dapat membantu mengembangkan kemampuan anak melalui berbagai pemberian materi, latihan, atau simulasi secara kontinu. Akan tetapi, esensi pendidikan kebencanaan kurang diimplementasikan secara nyata dalam pembelajaran akibat kurangnya pemahaman guru tentang konsep tersebut. Materi pendidikan kebencanaan hanya didekati dalam konteks pembelajaran melalui mata pelajaran IPA dan IPS ataupun dalam pembelajaran lain dengan penekanan pada pencapaian aspek kognitif. Guru kurang mampu mengeksplorasi lebih lanjut tentang berbagai hal yang dapat dijadikan materi pembelajaran.

3. Pendidikan Nonformal

Kebijaksanaan pendidikan dibuat dan diimplementasikan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi oleh rakyat. Kesiapan masyarakat dalam menghadapi bencana merupakan indikator penting dalam pengurangan risiko dan dampak bencana di Indonesia. Jumlah korban bencana alam di Indonesia cukup tinggi, terutama berkaitan dengan bencana gempa bumi dan tsunami. Salah satu kebijakan dalam pendidikan adalah pendidikan nonformal. Pendidikan nonformal yang dapat diselenggarakan

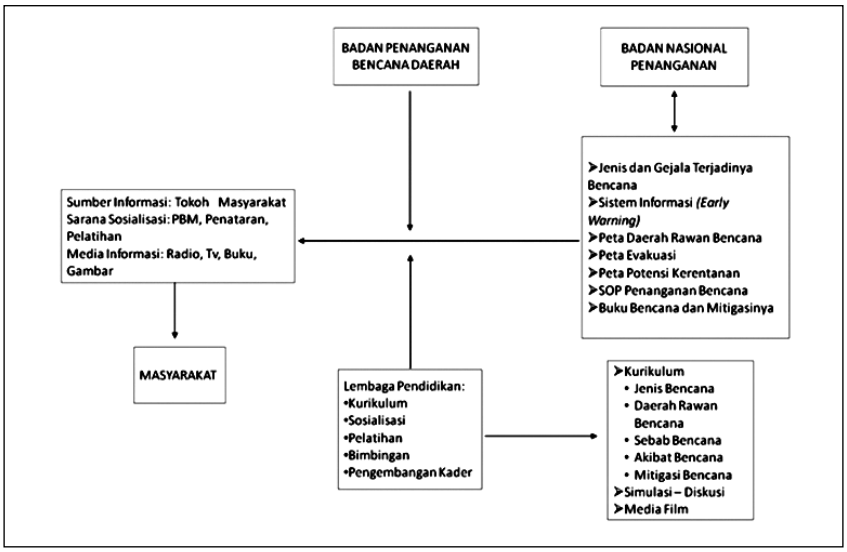
Buku ini tidak diperjualbelikan.

berupa lembaga kursus, lembaga pelatihan, kelompok belajar, pusat kegiatan belajar masyarakat, dan majelis taklim, serta satuan pendidikan yang sejenis.

a. Melaksanakan Program Pengurangan Risiko Bencana (PRB)

Bencana tidak dapat dihentikan, tetapi dapat dicegah. Untuk mendapatkan hasil guna yang efektif, program Pengurangan Risiko Bencana (PRB) dilakukan secara fisik ataupun nonfisik. Secara fisik, bagian yang paling penting adalah membangun rumah tinggal yang layak, aman lokasinya, nyaman, dan berkelanjutan. Bangunan Rumah Rakyat Tahan Gempa (Barrataga) merupakan salah satu program sosialisasi yang sudah pernah dilaksanakan atas bantuan pemerintah Jepang selama dua tahun (2006–2007). Program tersebut kemudian diteruskan oleh instansi pemerintah terkait Dinas Pekerjaan Umum Bantul, DIY ,Yogyakarta yang dimotori oleh Sarwidi selaku pakar kegempaan dari Universitas Islam Indonesia (UII). Dalam tahap selanjutnya, program tersebut melatih para pengawas bangunan dan tukang bangunan dengan konsep rumah yang layak dan tahan gempa. Sementara itu, secara nonfisik, misalnya psikologis, sosial, ekonomi, personalnya jauh lebih rumit karena yang harus dibangun adalah sumber daya manusia (SDM).

Melalui program sosialisasi dan penyuluhan mengenai PRB yang diselenggarakan oleh lembaga-lembaga, pendidikan nonformal dapat diberikan kepada masyarakat. Lembaga yang berwenang secara nasional untuk meneliti dan menganalisis gejala dari bencana adalah BMKG, kemudian diinformasikan kepada BNPB. Selanjutnya BNPB melakukan koordinasi ke lembaga atau koordinasi terkait dengan penentuan tindakan mitigasi bencana. Beberapa cara yang dapat dilakukan antara lain penyuluhan, pelatihan, serta pemberian buku tentang pedoman pelaksanaan mitigasi bencana.



Sumber: Maryani (2011)

Gambar 6. Model Sosialisasi Mitigasi Bencana

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bentuk sosialisasi kepada masyarakat dapat dilakukan melalui alur model sosialisasi bencana dari Maryani (2011) di bawah ini. Alur tersebut dapat digunakan untuk melakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang penyelenggaraan mitigasi bencana.

b. Permainan edukasi sebagai media sosialisasi mitigasi bencana

Kurangnya pendidikan tentang mitigasi bencana dapat menyebabkan banyaknya jumlah korban jiwa ketika terjadi bencana. Oleh karena itu, mengandalkan sosialisasi dan mitigasi semata dirasa tidak cukup memperkecil risiko bencana. Salah satu cara untuk dapat menyampaikan edukasi melalui pendidikan nonformal adalah menggunakan media gim (permainan) digital. Pembelajaran berbasis gim adalah metode pembelajaran yang menggunakan aplikasi permainan yang telah dirancang khusus untuk membantu dalam proses pembelajaran. Melalui pembelajaran berbasis gim, dapat disalurkan stimulus pada tiga bagian penting dalam pembelajaran, yaitu emosi, kecerdasan, dan psikomotorik. Edukasi mengenai mitigasi bencana perlu dikenalkan sejak dini, tidak terkecuali untuk anak berkebutuhan khusus (ABK).

Beberapa contoh permainan edukasi mengenai mitigasi bencana yang dirancang oleh orang Indonesia ialah Sekolah Aman atau nama lainnya Game Safe School. Permainan tersebut merupakan aplikasi pendidikan bagi anak-anak untuk mengerti proses kejadian bencana alam, dan dampak bagi kegiatan belajar-mengajar. Selain itu, dapat diketahui kampanye "Sekolah Aman" dalam mengurangi risiko atau melindungi sekolah dari bencana alam. Permainan ini dirancang oleh organisasi anak PLAN Indonesia dan didanai oleh Badan Kerja Sama Pembangunan Internasional Korea (KOICA) dan Daewoo Securities. Permainan ini berfokus pada situasi sekolah sebagai tempat mayoritas anak-anak berkumpul pada latar kehidupan sehari-hari.

Permainan "Evakuator" memiliki konsep untuk edukasi dalam mitigasi bencana, khususnya persiapan barang dan makanan yang diperlukan ketika terjadi bencana dan evakuasi. Permainan ini merupakan salah satu permainan *puzzle* dengan genre memecahkan teka-teki. Salah satu konsep permainan ini adalah permainan atau *gameplay* berupa mengklasifikasikan kebutuhan atau barang ke tempat/tas yang sesuai. Selanjutnya, ada permainan GEMPA yang dibuat untuk anak berkebutuhan khusus (ABK) yang menyandang autisme. Gim yang dibangun terbukti benar-benar mampu diterima oleh anak autis sekaligus memberi dampak positif. Desain gim ini menggunakan *framework* MDA (Mechanics Dynamics Aesthetics) yang berfokus pada pengetahuan mengenai mitigasi bencana gempa bumi, yakni *challenge* dan *discovery*. Proses pengujian permainan tersebut menunjukkan hasil yang memuaskan, tetapi gim (permainan) yang dibangun perlu diujikan kepada kelompok sasaran yang lebih besar sehingga mengakomodasi sebagian besar kemungkinan perilaku anak autis yang memiliki spektrum yang luas.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan, seharusnya pendidikan dilakukan secara efektif dengan melalui pendidikan formal maupun nonformal. Hal ini setidaknya dapat mengurangi angka kematian di wilayah *ring of fire* yang disebabkan oleh faktor letak geologis dan geografis yang dinamis sehingga dapat mengurangi angka kematian yang terjadi. Penduduk Indonesia mau tak mau menanggung berbagai macam ancaman bencana yang ditimbulkannya.

1. Perlu adanya penguatan dalam pembentukan karakter pada anak di usia dini yang bertujuan membentuk suatu karakter mandiri dan pemberani. Dengan demikian anak memiliki rasa kesiapsiagaan untuk menyelamatkan diri. Dengan adanya pembentukan karakter pada anak usia dini, anak-anak akan mampu berperan, bersikap, dan berperilaku seperti orang dewasa ketika menghadapi bencana. Orang dewasa, terutama orang tua, berperan dalam pendidikan karakter. Pembentukan karakter baik atau buruknya anak berawal pada didikan orang tua di rumah. Banyak orang tua yang kurang memahami akan tugasnya sebagai pendidik di rumah dan hanya memberikan pendidikan sekolah terhadap anak
2. Motivasi minat belajar pada kompetensi guru dapat memengaruhi pembelajaran mengenai pendidikan mitigasi bencana di Indonesia, terutama di wilayah *ring of fire.* Kenyataan lain menunjukkan bahwa guru dalam proses belajar-mengajar hanya memberikan materi pelajaran saja. Guru jarang sekali memberikan motivasi pada siswa dalam mengajar. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah pokok bahasan yang harus diajarkan. Oleh karena itu, guru cenderung hanya memberikan materi saja tanpa berusaha membangkitkan minat dan motivasi belajar siswa.
3. Pelaksanaan kurikulum kebencanaan ke PAUD/TK, SD, SMP, ataupun SMA termasuk upaya peningkatan kualitas pengelolaan bencana. Pada kenyataannya, esensi pendidikan kurang diimplementasikan dalam pembelajaran akibat kurangnya pemahaman guru tentang konsep tersebut. Sebagai bahan pembelajaran mengenai mitigasi bencana, biasanya guru hanya berpatokan dengan bahan ajar sebagai sumber utama. Banyak tantangan dalam upaya pengintegrasian PRB ke dalam sistem pendidikan, yaitu beban kurikulum peserta didik yang berat, kurangnya pemahaman guru mengenai bencana, kurangnya kapasitas guru dalam mengintegrasikan PRB ke dalam kurikulum dan minimnya panduan kebencanaan yang dapat diakses guru.
4. Melalui program sosialisasi dan penyuluhan mengenai PRB (Pengurangan Risiko Bencana) yang diselenggarakan oleh lembaga-lembaga, pendidikan nonformal dapat diberikan kepada masyarakat. Hal itu bertujuan untuk mendapatkan hasil guna yang efektif dalam program PRB, baik secara fisik maupun nonfisik. Secara fisik, bagian yang paling penting adalah membangun rumah tinggal yang layak, aman lokasinya, nyaman, dan berkelanjutan. Sementara itu, secara nonfisik, misalnya psikologis, sosial, ekonomi, personalnya, jauh lebih rumit karena yang harus dibangun adalah sumber daya manusia (SDM).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Edukasi mengenai mitigasi bencana perlu dikenalkan sejak dini, tidak terkecuali untuk seluruh anak berkebutuhan khusus (ABK). Salah satu cara untuk dapat menyampaikan edukasi melalui pendidikan nonformal adalah menggunakan media gim digital. Melalui pembelajaran berbasis gim, dapat diberikan stimulus pada tiga bagian penting dalam pembelajaran, yaitu emosi, kecerdasan, dan psikomotorik.

E. SARAN/REKOMENDASI (OPSIONAL)

Berdasarkan pada kesimpulan yang didapat dari hasil pembahasan, dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut.

1. Penguatan pendidikan karakter di usia dini dapat dilakukan di sekolah dasar, seperti PAUD, TK, dan SD, ataupun di lingkungan keluarga. Keluarga merupakan salah satu pendorong dalam pendidikan karakter, terutama orang tua. Hal tersebut mempertimbangkan pendidikan yang diberikan oleh orang tua memiliki nilai lebih yang disertai kasih sayang hakiki. Selain itu, pendidikan melalui keluarga dapat membuat anak mempunyai karakter yang lebih kuat.
2. Pada kompetensi profesional, guru harus memiliki kemampuan dalam memberikan pelajaran terhadap siswa secara profesional. Hal ini bertujuan agar siswa dapat termotivasi belajar, baik dalam hal mitigasi bencana maupun dampak yang terjadi setelah bencana tanpa adanya tindakan secara teori maupun praktik.
3. Banyak tantangan dalam upaya pengintegrasian upaya PRB ke dalam sistem pendidikan. Kurangnya pemahaman guru tentang konsep tersebut kemudian memberi pembelajaran kepada siswa melalui konteks pelajaran IPA dan IPS ataupun mata pelajaran lainnya. Maka dari itu, kerja sama dengan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan perlu dilakukan untuk dapat membantu mengembangkan panduan PRB kepada guru. Hal ini bertujuan agar dapat mengoptimalkan konteks pembelajaran terhadap siswa yang tak hanya berpatokan pada bahan ajar sebagai sumber utama. Selain itu, pemerintah daerah diharapkan meningkatkan kinerja manajemen otonomi pendidikan agar dapat mencapai tujuan dan sasaran yang diharapkan.
4. Pelaksanaan program sosialisasi dan penyuluhan mengenai PRB (Pengurangan Risiko Bencana) yang diselenggarakan oleh lembaga-lembaga dapat memberikan pendidikan nonformal kepada masyarakat. Beberapa cara yang dapat dilakukan antara lain penyuluhan, pelatihan, serta pemberian buku tentang pedoman pelaksanaan mitigasi bencana. Upaya sosialisasi dan penyuluhan sebaiknya dilakukan sebelum bencana terjadi dan diadakan sesering mungkin, minimal tiga bulan sekali. Hal ini membuat masyarakat harus mempersiapkan mental kesadaran dan kesiapsiagaan terhadap bencana. Tidak hanya dengan sosialisasi dan penyuluhan, diperlukan juga sistem komunikasi yang mampu memperkuat masyarakat agar tahan dan siap dalam menghadapi bencana.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

5. Pendidikan nonformal dengan metode pembelajaran berbasis gim yang menggunakan media gim digital dapat memberikan pengenalan mengenai mitigasi bencana. Tidak setiap orang memiliki alat canggih untuk bermain gim melalui media gim (permainan) digital. Seharusnya permainan edukasi yang diberikan tidak hanya berbasis digital. Dapat diberikan pula permainan *puzzle* secara nondigital yang berkaitan mitigasi bencana. *Game puzzle* adalah salah satu genre gim kasual yang banyak peminatnya. Genre ini mempunyai tujuan yang sederhana, yaitu memecahkan teka-teki.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih, terutama untuk kedua orang tua yang memberi waktu luang dan dukungannya. Selanjutnya, kepada kakak-kakak saya yang telah memberi waktu luang dan dukungannya. Terima kasih juga kepada teman-teman seangkatan 2017 Institut Teknologi Sumatra yang telah membantu kelancaran kegiatan kajian beserta semua pihak yang telah membantu terlaksananya kajian ini.

DAFTAR ACUAN

Adiyoso, Wignyo. (2018). *Manajemen Bencana Pengantar & Isu-isu Strategi*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.

BNPB. (2011). *Data Bencana Indonesia Tahun 2010*.

BNPB. (2015–2019). Data informasi bencana Indonesia. Diakses pada 28 Juni 2019 dari https://bnpb.cloud/dibi/daftarbencana.

Don, L., & Leet, F. (1999). *Earthquake Discoveries in Seismology*. New York: Dell Plubshing Co, Inc.

Dudley, W. C., & Lee. M. *Tsunami! Second Edition*. Hawaii: University of Hawaii Press

CDIT. (2006). *Tsunami Gelombang Pembunuh*. Bogor: Penerbit Buku Ilmiah Populer.

Faturahman, B. M. (2018). Konseptualisasi mitigasi bencana melalui perspektif kebijakan publik. *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, *3*(2).

Haryanto, H., & Lakoro, R. (2012). Game edukasi "evakuator" bergenre *puzzle* dengan *gameplay* berbasis klasifikasi sebagai sarana pendidikan dalam mitigasi bencana. *Techno.COM*, *11*(1), 47–54.

Hidayat, B. (2011). *Bencana Mengancam Indonesia*. Jakarta: Kompas Gramedia.

Kurniawan. R., Mahtarami, A., Rakhmawati, R. (2017). GEMPA: Game edukasi sebagai media sosialisasi mitigasi bencana gempa bumi bagi anak autis. *JNTETI*, *6*(2), 174–183.

Liputan 6.com. (2019). 20-5-1883: Erupsi awal Krakatau jadi sinyal untuk bencana maha-dahsyat. Diakses pada 20 Mei 2019 dari https://www.liputan6.com/global/read/3970181/20-5-1883-erupsi-awal-krakatau-jadi-sinyal-untuk-bencana-maha-dahsyat.

Maifani, F. (2016). Peranan orang tua dalam pembentukan karakter anak sejak dini di Desa Lampoh Tarom Kecamatan Kuta Baro Kabupaten Aceh Besar. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, Banda Aceh.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Maryani. E. (2011). Model Sosialisasi Mitigasi pada Masyarakat Daerah Rawan Bencana di Jawa Barat.

Noor, D. (2006). *Geologi Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

_____. (2011). *Geologi untuk Perencanaan*.Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

Pemerintah Indonesia. (2005). Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen Lembaran RI Tahun 2007. Jakarta: Kesekretariatan Negara.

_____. (2007).Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Lembaran RI Tahun 2007 No 2. Jakarta: Kesekretariatan Negara.

Rikin, A. S. (2013). Indonesia miliki 129 gunung api. Diakses pada 26 Maret 2013 dari https://www.beritasatu.com/nasional/104086/indonesia-miliki-129-gunung-api-aktif.

Sarwidi. (2006). *Manual Bangunan Rumah Rakyat Tahan Gempa (Barrataga).* Kerja Sama CEEDEDS UII dengan Pemerintah Jepang.

Suharjo, D. (2011). Arti penting pendidikan mitigasi bencana dalam mengurangi risiko bencana. *Cakrawala Pendidikan*, *2*, 174–187.

Suharwoto, dkk. (2015). *Modul 3 Pilar 3 - Pendidikan Pencegahan dan Pengurangan Risiko Bencana*. Jakarta: Biro Perencanaan dan Kerja Sama Luar Negeri Sekretariat Jenderal Kemendikbud.

Supriyono, P. (2014). *Seri Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana Gunung Meletus*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

_____. (2014). *Seri Pendidikan Pengurangan Risisko Bencana Gempa Bumi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOLOGI DAN TANAH LONGSOR PADA KAWASAN GEOPARK KARANGSAMBUNG, KEBUMEN, JAWA TENGAH

GEOLOGY AND LANDSLIDES IN KARANGSAMBUNG GEOPARK, KEBUMEN, CENTRAL JAVA

Eko Soebowo[1*] dan Adrin Tohari[1]

[1]Puslit Geoteknologi LIPI Bandung
[1*]Pos-el: ekosoebowo@gmail.com

ABSTRACT

Geologic hazards such as landslides in the Karangsambung geopark area are detrimental to the reserved geopark site, and can be destructive for the site infrastructures such as building, road,bridge, and even more can cause human fatalities. The landslide event is related to several aspects, such as the slope geology, rainfall intensity, land use change due to natural and anthropogenic processes, and earthquake shakings. This paper aims to characterize the geological condition of landslides in the study area based on field mapping and testings carried out at selected locations. Analysis results show that the landslides occur at rock slopes of phylites, weathered breccias, and intercalation of claystone and sandstone. The type of landslides consist of rock fall, sliding and creep. The study results are advantageous for formulating mitigation methods, risk analysis, landslide investigation training in Karangssambung geopark area.

Keyword: *geology, landslide type, Karangsambung, geopark*

ABSTRAK

Ancaman bahaya geologis, khususnya peristiwa tanah longsor, pada kawasan *geopark* Karangsambung dapat terjadi dan dapat menimbulkan kerusakan pada area situs batuan yang dilindungi. Kerugian juga dapat timbul pada sarana infrastruktur bangunan, jalan, jembatan, dan korban jiwa di suatu wilayah yang dikategorikan rentan longsor. Peristiwa tanah longsor menyangkut beberapa aspek, antara lain kondisi geologi pembentuk lereng, curah hujan yang tinggi, perubahan tata guna lahan secara alami ataupun akibat aktivitas manusia, dan gempa bumi. Makalah ini bertujuan untuk merumuskan karakteristik kondisi geologi berkaitan dengan longsor yang terjadi di kawasan ini berdasarkan pada pengamatan lapangan dan pengujian beberapa lokasi terpilih. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi sebaran tanah longsor terjadi pada lereng batuan metamorf *fillit*, batuan breksi yang lapuk, serta batuan sedimen perselingan lempung dan pasir dengan jenis longsoran runtuhan batu, luncuran, dan rayapan. Gambaran tersebut dapat memberikan informasi dalam upaya mitigasi, penilaian risiko, dan pelatihan longsoran pada kawasan *geopark* di Karangsambung dan sekitarnya.

Kata kunci: geologi, tipe longsoran, dan kawasan geopark Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Ancaman bahaya geologis, khususnya peristiwa tanah longsor, merupakan sesuatu yang dapat terjadi. Ancaman tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada lahan kawasan konservasi, sarana infrastruktur bangunan, jalan, jembatan, dan korban jiwa di suatu wilayah yang dikategorikan rentan longsor. Peristiwa tanah longsor menyangkut beberapa aspek parameter sebagai pemicu, antara lain kondisi geologi pembentuk lereng, kemiringan lereng, perubahan tata guna lahan, curah hujan yang tinggi, aktivitas manusia, dan gempa bumi. Kawasan konservasi batuan yang dilindungi Karangsambung, Kebumen, merupakan wilayah perbukitan dengan ketinggian 125–520 meter dari permukaan laut dengan kemiringan lereng bervariasi dari 5° hingga lebih dari 35°. Rangkaian pegunungan tersebut, apabila dikaitkan dengan peristiwa bencana tanah longsor, akan mencerminkan karakter kondisi geologi setempat. Tatanan geologi merupakan salah satu faktor yang harus menjadi perhatian utama dan pertimbangan dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor. Hal tersebut mempertimbangkan aspek geologi yang dapat memberikan banyak informasi dan menuntun gambaran karakteristik potensi bencana tanah longsor. Wilayah konservasi Karangsambung, Kebumen, jika dikaitkan dengan ancaman tanah longsor, termasuk pada endapan sedimen marine tersier yang kurang konsisten (*unconsilidate*) dan terlipat kuat. Selain itu, dalam endapan marine tersier yang terangkat, terlipat kuat, dan tersesarkan, memiliki perbedaan permeabilitas dan konsistensi batuan penutup dengan batuan dasarnya. Hal yang sama juga terdapat pada batas antara batuan vulkanis muda dan batuan sedimen marine tersier dan pada batuan vulkanis yang mengalami pelapukan.

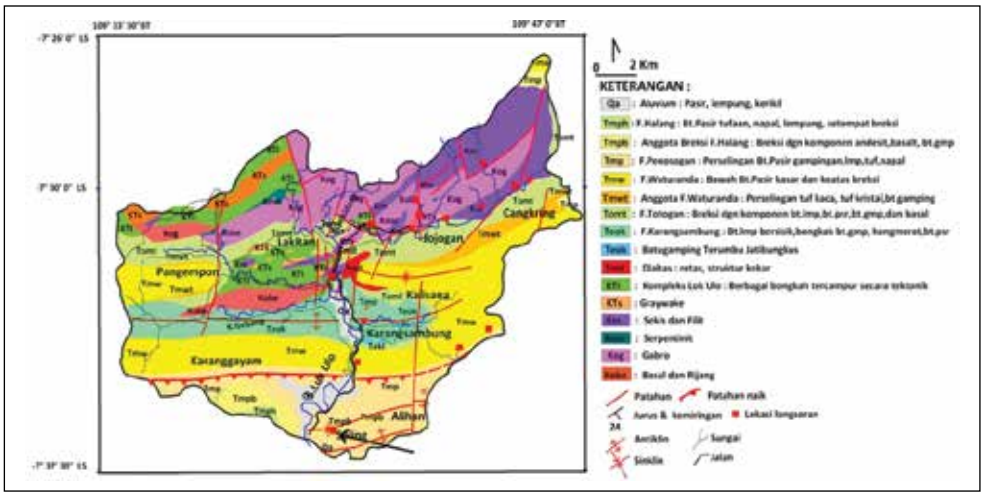
Sementara itu, terkait hubungannya dengan struktur geologi (zona patahan), dapat dipicu ketidakstabilan lereng karena beberapa faktor tertentu. Faktor pertama adalah zona patahan yang membentuk zona *discontinuities* memiliki kekuatan batuan yang rendah. Kedua, terdapat kecenderungan menjadi tempat akumulasi infiltrasi air hujan yang menyebabkan tekanan air pori lokal meningkat. Hal tersebut menyebabkan material *permeable* menjadi tempat akumulasi air dan dapat meningkatkan kenaikan tekanan air pori. Selain itu, terdapat faktor gerakan vertikal yang berasosiasi dengan patahan sehingga dapat menghasilkan zona gawir dan zona rekahan yang cenderung tergradasi dan tererosi (Sampurno, 1992). Ketika kondisi curah hujan cukup tinggi, beberapa lokasi lahan pada lereng sering mengalami jenuh air. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya tanah longsor dengan area lahan umumnya menempati bagian lereng di daerah perbukitan. Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan kondisi karakteristik geologi longsoran setempat dalam menganalisis tanah longsor, upaya mitigasi, dan pengurangan risiko longsor. Tulisan ini bertujuan untuk mengidentifikasi area longsor dengan aspek geologi, struktur geologi, dan tipe tanah longsornya pada lokasi terpilih di kawasan konservasi *geopark* Karangsambung, Kebumen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Lokasi Studi dan Geologi

Wilayah kawasan konservasi batuan Karangsambung, Kebumen, secara administrasi terdiri atas tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Sadang, Kecamatan Karanggayam, dan Kecamatan Pejagoan. Ketiga kecamatan tersebut berada di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Daerah ini, ditinjau dari struktur geologi dan tektonik, merupakan zona tinggian pada zona Bumiayu yang dibatasi oleh tinggian Pegunungan Serayu Utara di bagian utara dan Rendahan Kebumen di bagian selatan (Sujanto & Roskamil, 1975). Geologi dan stratigrafi daerah penelitian telah disusun secara baik oleh Asikin, Handoyo, Busono, & Gafoer (1992) dari tua ke muda. Penyusunan tersebut dimulai dari satuan tertua di daerah ini, yaitu Kompleks Luk Ulo (KTi) yang terdiri atas basalt dan rijang (Kobe), gabro (Kog), serpentinit (Kose), sekis dan filit (Km), greywacke (Kts), serta diabas (Tmd), yang berumur paleosen-eosen. Selanjutnya, diendapkan Formasi Karangsambung (Teok) yang terdiri atas batu lempung berstruktur sisik dengan bongkah batu gamping, konglomerat, batu pasir, batu gamping, dan basalt. Batu gamping Terumbu Jatibungkus (Tekl) berupa batu gamping terumbu. Keduanya formasi ini berumur eosen-oligosen. Selanjutnya, diendapkan Formasi Totogan (Tomt) yang terdiri atas breksi berkomponen batu lempung, batu pasir, batu gamping, dan basalt berumur oligosen-miosen awal. Selanjutnya, diendapkan anggota Tufa Formasi Waturanda (Tmwt) berupa perselingan tufa kristal, batu pasir gampingan, dan napal tufaan berumur miosen awal. Selanjutnya, Formasi Waturanda (Tmw) yang terdiri atas batu pasir kasar di bagian bawah, tetapi semakin ke atas dijumpai breksi yang berumur miosen awal-tengah. Di atasnya, diendapkan Formasi Penosogan (Tmp) yang berupa perselingan batu pasir gampingan, batu lempung, tufa, napal dan kalkarenit yang berumur miosen tengah-akhir. Selanjutnya, diendapkan anggota Formasi Halang (Tmpb) yang berupa breksi dan secara membaji diendapkan Formasi Halang (Tmph) yang merupakan sedimen turbidit berumur akhir miosen tengah sampai pliosen awal. Sedimen tersebut disusun oleh perselingan batu pasir, batu lempung, napal, dan tuf dengan sisipan breksi. Selanjutnya, secara tidak selaras, diendapkan sedimen kuarter yang berupa endapan aluvial yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, kerikil, dan kerakal (Gambar 1). Kawasan konservasi Karangsambung menggambarkan sebaran kerentanan gerakan tanah tinggi, menengah, dan rendah (Gambar 2, Badan Geologi, 2017). Curah hujan rata-rata tahunan di wilayah ini kurang-lebih 2.478 mm dengan intensitas hujan tertinggi umumnya terjadi dari Februari hingga Maret dengan curah hujan bulanan rata-rata 301–400 mm. Curah hujan dengan intensitas yang tinggi dapat menghasilkan proses pelapukan pada batuan di wilayah perbukitan ini. Dengan kata lain, curah hujan tersebut menghasilkan beberapa tingkat pelapukan dan tipe tanah longsor. Longsor yang terjadi di area ini umumnya berdimensi antara 0,3 ha dan > 10 ha. Kegempaan di daerah Karangsambung merupakan wilayah dengan seismisitas yang didominasi oleh gempa dengan subduksi dan sesar-sesar di darat, yaitu gempa Mw 7,6 pada 1994; gempa Mw 7,7 pada 2006; gempa Mw 6,4 pada 2006; dan gempa Mw 7,0 pada 2009 (Pusgen, 2017).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Asikin dkk. (1992)

Gambar 1. Peta Geologi Daerah Karangsambung

B. METODE

Data dan informasi yang dikumpulkan ialah data sekunder meliputi inventarisasi kejadian tanah longsor, pengamatan lapangan, ataupun informasi dari masyarakat di daerah longsor di kawasan konservasi batuan Karangsambung. Pengamatan data primer adalah pengamatan dan pemetaan geologi longsor pada lokasi terpilih, terutama pengamatan karakteristik kondisi geologi longsor, dimensi, luasan, tipe tanah longsor, dan dampaknya. Selanjutnya, pada area Karangsambung dan Seling, dilakukan investigasi geologi teknik, pengukuran topografi longsor, pengeboran teknik, dan pengukuran sondir/CPT.

C. HASIL

1. Tanah Longsor di Kampus Balai Informasi dan Konservasi Kebumian-LIPI, Karangsambung

Pengamatan geologi menunjukkan bahwa tanah longsor terjadi pada batuan induk batu lempung berstruktur sisik/menyerpih dengan bongkah batu gamping, konglomerat, batu pasir, batu gamping dan basalt dari Formasi Karangsambung. Bentang alam atau morfologi daerah longsor ini berupa perbukitan bergelombang yang memperlihatkan bentuk lereng dengan kemiringan 10°–25°. Batu lempung ini berwarna abu-abu gelap-kehijauan, menyerpih, keras, masif, jejak retakan-retakan, dan memiliki pecahan konkodial. Selain itu, batuan ini bersifat sedikit karbonat, konkeresi oksida besi, getas, kering mengerut-basah mengembang saat terkena air, mudah hancur, dan sebagai *clay shale* yang disetarakan sebagai Formasi Karangsambung. Dimensi longsoran lebar ± 50 meter, panjang ± 150 meter, dan tinggi ± 20

Buku ini tidak diperjualbelikan.

meter, dan berada pada ketinggian 95–125 meter dari permukaan laut. Zona longsor ini berarah U 240–260° T dengan luas kurang-lebih 1 ha. Longsor ini menunjukkan jenis tanah longsor rayapan yang menimbulkan kerusakan di bangunan gedung UPT Kebumian Karangsambung LIPI dan sarana jalannya.

2. Longsor Rayapan di Seling, Karangsambung

Longsor rayapan (*creeping*) ini terjadi pada morfologi perbukitan dengan ketinggian 175 – 205 m dengan kemiringan lereng antara 15–20° dengan arah longsoran U 330–340° T. Longsoran memiliki luas kurang-lebih 5–6 ha. Tanah longsor terjadi pada satuan perulangan satuan lempung napalan, batu pasir tufaan dari Formasi Panosogan yang telah lapuk dengan ketebalan tanah 30–50 cm, dan satuan breksi yang sebagian telah lapuk dengan kuat. Lapisan ini menunjukkan kemiringan ke arah utara U 255° T/18° yang merupakan suatu sumbu sinklin yang telah tererosi. Longsor ini terjadi pada lapisan tanah residu dengan bidang gelincir batu lempung karbonatan pada kedalaman 3 hingga 9 m. Longsoran ini dipicu curah hujan yang tinggi sehingga menaikkan tekanan air pori pada bidang gelincir. Dampak kejadian tanah longsor memorakporandakan sejumlah 32 bangunan rumah penduduk, bangunan musala, dan jalan desa, tetapi tidak ada korban jiwa (Gambar 3).

3. Longsoran di Sekitar Karangsambung

Kawasan konservasi *geopark* Karangsambung dicirikan oleh berbagai jenis tipe tanah longsor, yaitu runtuhan, luncuran, nendatan, dan rayapan (Gambar 4). Hasil kajian ini telah mengungkap beberapa hal yang penting mengenai karakteristik geologi tanah longsor di setiap lokasi kaitannya dengan proses dan mekanisme peristiwa tanah longsor.

Untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor, diperlukan tahapan mitigasi, pengendalian, dan pengurangan risiko. Dilakukan investigasi program pemetaan longsoran skala detail 1 : 1.000 dengan deskripsi lokasi longsoran dan kondisi geologis yang detail. Investigasi khusus dilakukan melalui zonasi risiko longsoran dengan skala 1 : 5.000/10.000. Identifikasi potensi longsoran dengan memberikan informasi keadaan darurat rencana kesiapsiagaan, membuat peta jalur evakuasi bahaya tanah longsor, dan membangun prediksi sistem peringatan dini di desa-desa dengan potensi longsoran tinggi.

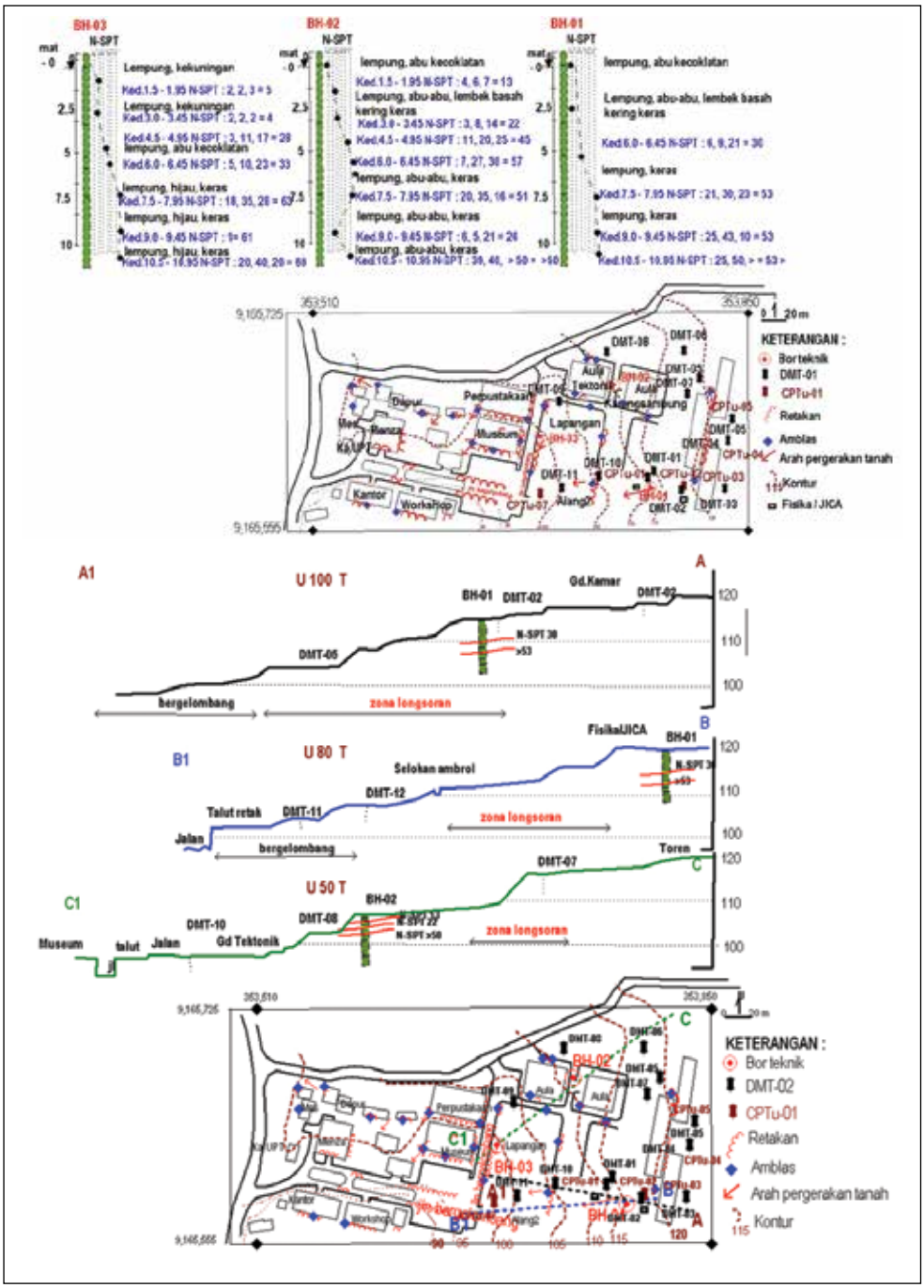
Perlu dilakukan survei dan pemetaan lebih terperinci untuk zona berisiko tinggi atas dasar kondisi geologis. Hubungan antara kerentanan longsor, berbagai jenis lereng, serta faktor pemicu longsor, seperti curah hujan, gempa bumi, dan aktivitas manusia, perlu dianalisis secara komprehensif. Program survei ini dilakukan dalam skala detail dari 1: 1.000 atau lebih detail. Oleh karena itu, dapat dihasilkan inventaris terperinci dan peta distribusi yang mencakup kerentanan longsor, kondisi geologi, geo-lingkungan, dan dampak pada infrastruktur di zona yang berisiko

Buku ini tidak diperjualbelikan.



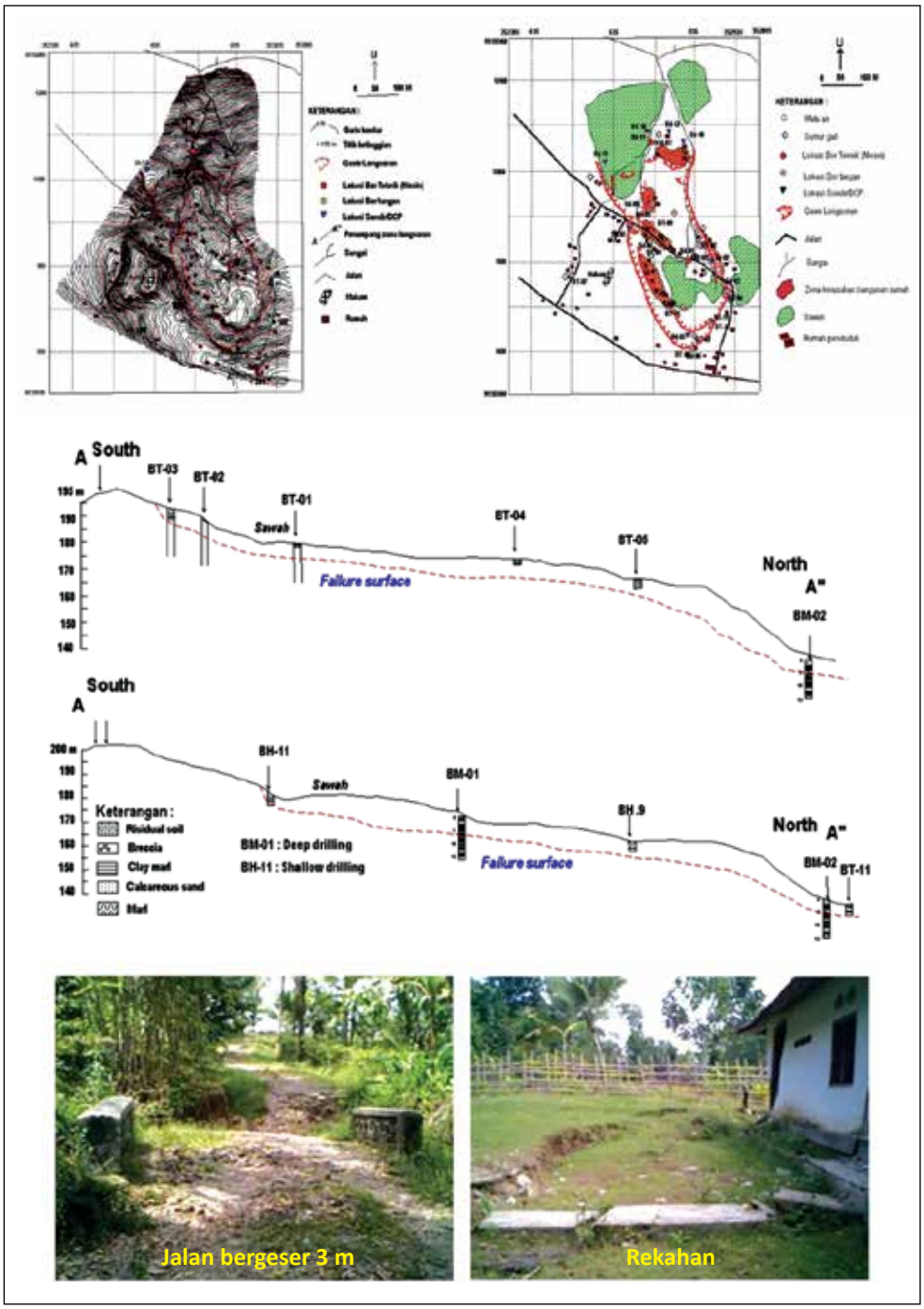
Gambar 2. Ciri-ciri longsoran rayapan pada batu lempung di Kampus Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



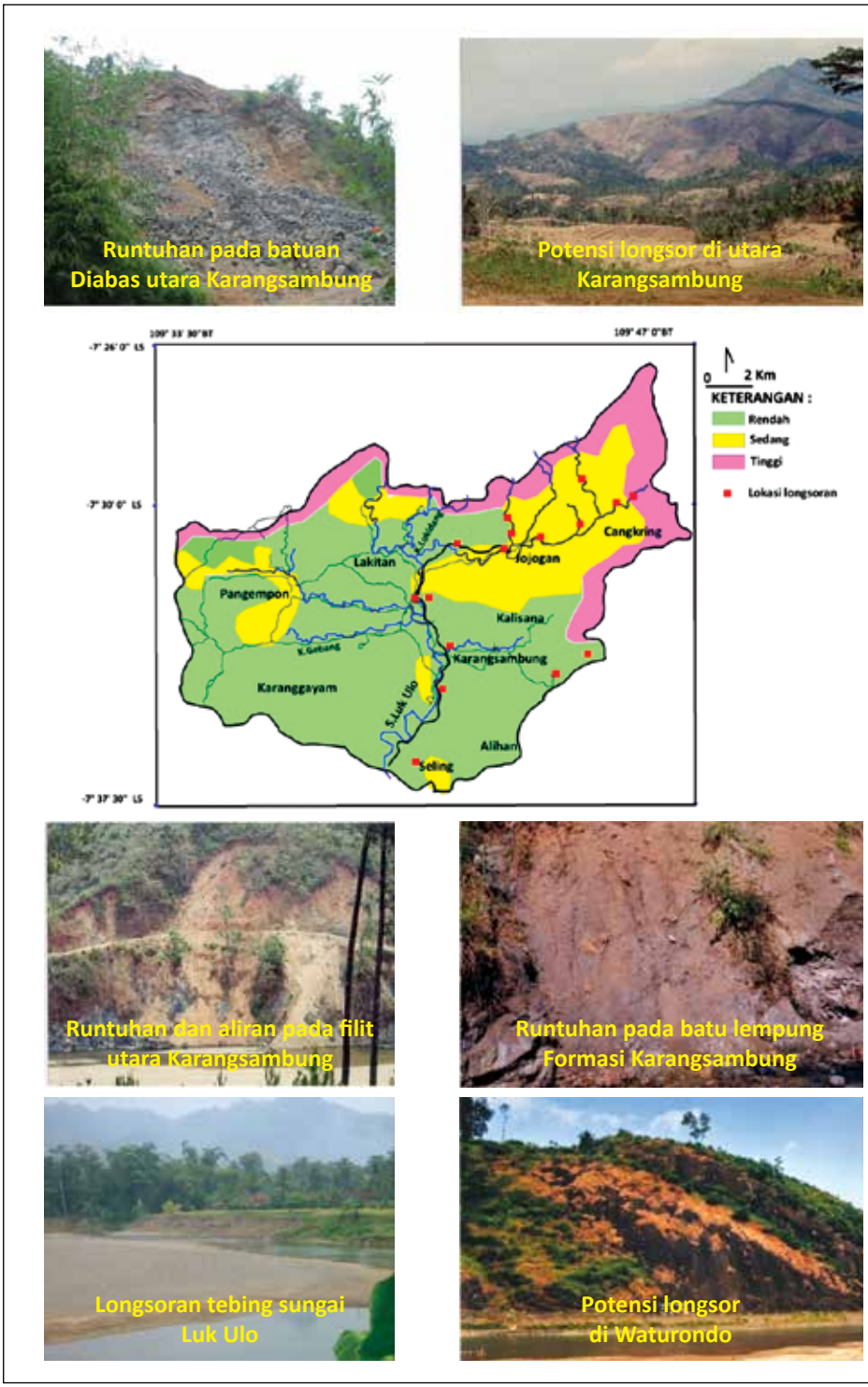
Gambar 3. Penampang litologi hasil bor teknik di Kampus Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Tanah longsor rayapan di Seling, Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Berbagai tipe tanah longsor di kawasan *geopark* Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tinggi di kawasan *geopark* Karangsambung. Dokumen-dokumen tersebut akan digunakan sebagai pedoman untuk penilaian risiko. Diperlukan data curah hujan yang terintegrasi untuk mengoperasikan layanan peringatan dini ancaman bahaya longsor berbasis cuaca selama musim hujan. Hal ini bertujuan untuk membuat perkiraan risiko tanah longsor. Sistem peringatan berbasis cuaca adalah bagian dari program pencegahan longsor.

D. PENUTUP

Kawasan konservasi *geopark* Karangsambung dicirikan oleh berbagai jenis batuan beku, sedimen, metamorf, dan vulkanis yang mengalami deformasi tektonik. Ciri-ciri tersebut membentuk rangkaian pegunungan dan perbukitan yang di beberapa lokasi yang mencerminkan kejadian tanah longsor dan potensi tanah longsor dengan tipe runtuhan, luncuran, nendatan, rayapan. Hasil kajian ini telah mengungkap beberapa hal yang penting mengenai karakteristik geologi longsoran yang terkait dengan proses dan mekanisme peristiwa tanah longsor. Identifikasi yang diperoleh dari aspek geologi dapat memberikan informasi yang signifikan dan dapat dimanfaatkan secara terintegrasi dalam upaya strategi mitigasi, penilaian risiko, dan pelatihan longsoran pada kawasan konservasi *geopark* Karangsambung.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Dep. Pertambangan and Energi.

Condon, W.H, dkk. (1996). *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa.* Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Dep. Pertambangan dan Energi.

Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.* Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Rib, H., & Ling, T. (1978). Ricognation and identification in landslide analysis and control, diedit oleh R. Schuster & R. Krizek. *Nat. Acad of Sci. Spec. Rep.*, *176*, 31–80.

Sampurno. (1976). Geologi daerah longsor Jawa Barat. *Geologi Indonesia*, *3*(1), 45–52.

Sujanto, F. X., & Roskamil. (1975). The Geology and hydrocarbon aspects of the south central Java. Dalam *Prosiding Pertemuan IAGI*. Bandung: Desember.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MENCANDRAKAN GELORA SAMUDRA, PENYUSUNAN NASKAH BUKU SOSIALISASI MITIGASI BENCANA TSUNAMI BAGI KABUPATEN KEBUMEN

SENSING OF THE OCEAN WAVE, PREPARATION OF MANUSCRIPT ON THE TSUNAMI MITIGATION FOR KEBUMEN REGENCY

Muh. Ma'rufin Sudibyo[1*] & Catur Pamungkas[1]

[1]Komite Tanggap Bencana Alam Kebumen
Jl. H. Abubakar No. 12 Kebumen
[1*]Pos-el: marufinsudibyo@gmail.com

ABSTRACT

Kebumen Regency is one of the administrative regions on Java Island which is directly facing the Indian Ocean megathrust zone as potential sources for tsunamigenic earthquakes. The most recent tsunami events that claimed lives and property occurred 13 years ago at the Java Tsunami 2006. The large tsunami was generated by the Java Earthquake on July 17, 2006 (magnitude 7.8) which has tsunami-earthquake type. With coastal plain of flat, hilly sand beaches by the absence of the Southern Mountains, Kebumen Regency as an administrative area is quite prone to tsunami. The Agency of National Disaster Management places it in the second rank for the most tsunami-prone administrative region in Java and in third rank in Indonesia. This paper tries to discuss our work related to the tsunami disaster mitigation socialization efforts for Kebumen Regency in the form of compiling a manuscript for tsunami disaster response. Compilation is done through library research. This text attempts to describe the tsunami event and tsunamigenic earthquake, also tsunami risk and tsunami mitigation in Kebumen District in a brief and simple language. In addition to being in the form of printed books, this manuscript also expected to be a source of literature for electronic media (websites and social medias) for the same interests.

***Keywords** : tsunami, kebumen, socialization, mitigation.*

ABSTRAK

Kabupaten Kebumen adalah salah satu wilayah administratif di Pulau Jawa yang berhadapan langsung dengan zona *megathrust* di dasar Samudra Hindia. Zona tersebut adalah sumber potensial gempa bumi tsunamigenik. Peristiwa tsunami termutakhir yang merenggut korban jiwa dan harta benda di sini terjadi 13 tahun silam dalam rupa tsunami Jawa 2006. Tsunami besar tersebut dibangkitkan oleh Gempa Jawa 17 Juli 2006 (magnitudo 7,8) yang memiliki karakteristik gempa-lambat. Dengan ciri khas pesisirnya berupa pantai datar berbukit pasir oleh ketiadaan Pegunungan Selatan, menjadikan Kabupaten Kebumen menjadi wilayah administratif yang cukup rawan tsunami. Badan Nasional Penanggulangan Bencana menempatkannya dalam peringkat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kedua wilayah administratif paling rawan tsunami se-Pulau Jawa dan peringkat ketiga wilayah administratif paling rawan tsunami se-Indonesia. Makalah ini berusaha membahas salah satu upaya sosialisasi mitigasi bencana tsunami bagi Kabupaten Kebumen dalam rupa penyusunan naskah buku untuk tanggap bencana alam tsunami. Penyusunan dilakukan dengan studi kepustakaan. Naskah ini mencoba mendeskripsikan peristiwa tsunami, gempa bumi tsunamigenik, risiko tsunami, dan mitigasi tsunami di Kabupaten Kebumen secara singkat dan mudah dipahami. Selain dalam bentuk buku cetak, naskah yang sama diharapkan dapat menjadi sumber pustaka untuk media elektronik (situs dan media sosial) bagi kepentingan yang sama.

Kata kunci: tsunami, kebumen, sosialisasi, mitigasi.

A. PENDAHULUAN

Komite Tanggap Bencana Alam Kebumen merupakan lembaga swadaya non-profit yang bertujuan menumbuhkembangkan kesadaran tentang potensi bencana alam di Kabupaten Kebumen selain itu, komite tersebut menyosialisasikan informasi dan mitigasi bencana alam tersebut kepada masyarakat luas, khususnya di lingkup Kabupaten Kebumen.

Jenis bencana alam yang tercatat pernah melanda Kabupaten Kebumen meliputi bencana hidrometeorologi (banjir, tanah longsor, kekeringan) dan bencana geologi (letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami). Tsunami menjadi salah satu fokus perhatian seiring terungkapnya potensi tsunami di pesisir selatan Pulau Jawa dan rentannya Kabupaten Kebumen seiring kondisi geografinya yang unik.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dibentuk oleh interaksi konvergen antara tiga lempeng tektonik utama (lempeng India, Australia, dan Eurasia). Kepulauan ini tersusun pula oleh sejumlah mikrolempeng tektonik, meliputi mikrolempeng Burma, Timor, Laut Banda, Maluku, Kepala Burung Irian, Carolina, Maoke, dan Woodlark. Kecuali mikrolempeng Burma yang menyusun Pulau Sumatra bagian utara, seluruh mikrolempeng tektonik itu terletak di kawasan Indonesia bagian timur yang menyusun Pulau Irian, Kepulauan Maluku, hingga sebagian Pulau Sulawesi, dan kepulauan Nusa Tenggara.

Interaksi konvergen antarlempeng tektonik memberikan beberapa keuntungan mulai dari panorama alam yang indah hingga potensi mineral bahan tambang dan energi berlimpah. Di sisi lain, interaksi tersebut menyodorkan kerawanan bencana alam geologi, seperti potensi gempa bumi tektonik, tsunami, letusan gunung berapi, dan gerakan tanah. Pada 2017, telah terjadi 6.929 peristiwa gempa bumi tektonik di Indonesia. Pada tahun selanjutnya, jumlahnya meningkat hampir dua kali lipat menjadi 11.577 peristiwa (Daryono, 2019). Sepanjang 2018 pula, terjadi dua bencana gempa bumi besar yang merusak dan mematikan. Adapun gempa Lombok pada 5 Agustus 2018 (M 7,0) menimbulkan korban jiwa 563 orang dan gempa Donggala-Palu pada 28 September 2018 (M 7,5) menyebabkan korban jiwa 4.340 orang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Khusus bencana tsunami, sejak 1608 hingga 2018, telah terjadi 74 peristiwa tsunami perusak yang menelan korban jiwa manusia. Sepanjang waktu tersebut, jumlah korban jiwa akumulatif akibat bencana tsunami di Indonesia lebih dari 219.000 orang. Korban jiwa terbesar terjadi dalam bencana tsunami Aceh (Sumatra-Andaman) pada 26 Desember 2014, yakni 165.000 orang. Secara rata-rata, setiap 5,5 tahun sekali, terjadi bencana tsunami perusak yang menelan korban jiwa manusia di Indonesia.

Pada 2018, terjadi dua peristiwa tsunami perusak yang mematikan, yaitu tsunami Palu pada 28 September 2018 dan tsunami Selat Sunda pada 22 Desember 2018. Tsunami Palu dibangkitkan oleh Gempa Donggala-Palu 2018 dan merenggut korban jiwa sekitar 1.500 orang dengan tinggi maksimum 13 meter. Sementara itu tsunami Selat Sunda dengan tinggi maksimum 13 meter dibangkitkan oleh longsor Gunung Anak Krakatau yang menelan korban jiwa 426 orang.

Kabupaten Kebumen adalah sebuah kabupaten di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Secara fisiografis, Kabupaten Kebumen adalah bagian dari Pegunungan Selatan Jawa (Bemmelen, 1949 dalam Ansori & Wardhani, 2019). Rangkaian pegunungan ini tidak bersambung dari timur ke barat, melainkan terputus oleh Depresi Kebumen yang membentang di antara Kabupaten Bantul hingga Kabupaten Cilacap. Morfologi depresi tersebut berupa dataran rendah aluvial relatif datar sepanjang sekitar 150 km. Tidak terdapat tinggian menonjol di sepanjang pantai terbuka ini, kecuali Perbukitan Karst Karangbolong di Kabupaten Kebumen. Depresi Kebumen merupakan produk pergerakan sesar geser mengiri Kebumen-Muria-Meratus dan sesar geser menganan Cilacap-Pamanukan-Lematang secara bersamaan pada Paleogen (Satyana & Purwaningsih, 2007).

Kedua sesar itu sudah tidak aktif pada saat ini, tetapi aktivitasnya di masa silam telah meninggalkan tiga gejala. Pertama, indentasi pesisir selatan dan utara Pulau Jawa bagian tengah dengan pesisir selatan relatif menjorok ke utara, sementara pesisir utara relatif menjorok ke selatan. Pergerakan kedua sesar itu menyebabkan terjadinya pengangkatan maksimum batuan pratersier di Kabupaten Kebumen bagian utara. Kedua, menghilangnya bagian Pegunungan Selatan di kawasan ini ke dasar Samudra Hindia yang mengikuti kesetimbangan isostasi seiring terangkatnya Kabupaten Kebumen bagian utara. Hal ini terbukti dengan adanya batuan sedimen Old Andesite Formation (Formasi Andesit Tua) di dasar laut selatan Banyumas berdasarkan pada interpretasi data seismik (Sujanto dkk., 1994 dalam Ansori & Wardhani, 2019). Ketiga, bergesernya busur vulkanis muda Jawa bagian tengah, dari Gunung Slamet hingga Gunung Merapi-Merbabu, menjadi lebih ke utara relatif terhadap busur vulkanis Jawa bagian barat dan timur.

Salah satu konsekuensi dari gejala tersebut adalah pesisir Kabupaten Kebumen didominasi oleh morfologi pantai datar terbuka yang langsung menghadap Samudra Hindia tanpa penghalang berarti. Antara pantai dan dataran rendah aluvial Kebumen

Buku ini tidak diperjualbelikan.

hanya dibatasi oleh jajaran pematang pantai yang tingginya kurang dari 10 meter (Ansori dkk., 2010).

Telah diidentifikasi tiga segmen *megathrust* sumber gempa bumi tsunamigenik potensial di lepas pantai selatan Pulau Jawa (Pusgen, 2017), yaitu segmen Selat Sunda (280 x 200 km^2), segmen Jawa Barat (320 x 200 km^2), dan segmen Jawa Tengah Timur (440 x 200 km^2). Setiap segmen memiliki kemampuan memproduksi gempa bumi tsunamigenik dengan magnitudo maksimum 8,7–8,9. Jika ketiga segmen terpatahkan secara bersama-sama seperti skenario Gempa Sumatra-Andaman 2004, maka gempa bumi tsunamigeniknya akan memiliki magnitudo maksimum 9,0 atau lebih. Tsunami yang dibangkitkannya akan tergolong tsunami raksasa, yakni tipe tsunami yang memiliki tinggi lebih dari 10 meter.

Pesisir Kabupaten Kebumen berhadapan langsung dengan segmen Jawa Tengah Timur sehingga mempunyai risiko tsunami yang tinggi. Peta risiko tsunami Indonesia 2012 menempatkan Kabupaten Kebumen sebagai kabupaten berisiko tinggi terhadap bencana tsunami, yakni dengan dengan tinggi tsunami di pantai melampaui 5 meter untuk periode ulang 500 tahun (BNPB, 2012). Terdapat 220.822 orang penduduk Kabupaten Kebumen yang berpotensi terkena dampak tsunami karena tinggal di kecamatan-kecamatan pesisir. Hal ini membuat Kabupaten Kebumen menduduki peringkat kedua daerah rawan tsunami se-Pulau Jawa (setelah Kabupaten Cilacap) dan daerah rawan tsunami ketiga se-Indonesia (setelah Kabupaten Cilacap dan Kota Denpasar) (BNPB, 2012). Secara akumulatif, sepanjang pantai Kabupaten Bantul hingga Kabupaten Cilacap, terdapat 1.034.632 orang yang berisiko terpapar tsunami dan menjadikannya sebagai bentang pantai paling rawan tsunami se-Indonesia.

Segmen Jawa Tengah Timur memiliki potensi gempa bumi tsunamigenik dengan magnitudo maksimum 8,9. Dalam catatan sejarah gempa bumi Indonesia selama empat abad terakhir, belum pernah terjadi gempa bumi besar di sini dengan magnitudo di atas 8. Hanya terdapat satu peristiwa gempa bumi tsunamigenik, yaitu Gempa Banyuwangi 3 Juni 1994 (M7,8) yang tergolong *tsunami earthquake* dan menjadi generator tsunami Banyuwangi 1994. Tsunami yang merusak dan mematikan ini mengenai pesisir Kabupaten Banyuwangi hingga Kabupaten Malang dan memiliki tinggi maksimum 13 meter yang menelan korban jiwa 238 orang.

Relatif sepinya segmen Jawa Tengah Timur terhadap peristiwa gempa bumi besar dalam sejarahnya mengindikasikan dua hal. Pertama, segmen ini mungkin memang kurang aktif dibandingkan segmen-segmen tetangganya, khususnya yang berada di zona *megathrust* Sumatra. Kedua, segmen ini mungkin sedang mengakumulasikan energi yang kelak bakal dilepaskan sebagai gempa bumi besar.

Dengan risiko seperti itu, mitigasi bencana tsunami di Kabupaten Kebumen menjadi kebutuhan mutlak. Kami tertarik untuk mengkaji salah satu aspek mitigasi bencana tsunami melalui paparan informasi yang tepat kepada masyarakat Kabupaten Kebumen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, pokok permasalahan dalam pekerjaan kami adalah cara menyusun informasi mitigasi bencana tsunami yang sistematis. Penyusunan tersebut berfokus dari aspek hulu hingga hilir dalam kerangka tanggap bencana alam tsunami untuk Kabupaten Kebumen.

Penelitian ini dilaksanakan melalui studi kepustakaan dalam wujud analisis terhadap publikasi-publikasi ilmiah yang relevan, baik dari para peneliti di perguruan tinggi maupun lembaga penelitian non-kementerian. Selain itu, dilaksanakan sejumlah wawancara terhadap narasumber terpilih dan berkompeten dalam lapangan tsunami. Penelitian dilaksanakan sejak Januari hingga Agustus 2019. Hasil penelitian dirangkum menjadi satu dan dipadatkan sehingga menghasilkan naskah buku yang singkat dan padat informasi dengan tetap memperhatikan kearifan lokal Kabupaten Kebumen.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mitigasi bencana merupakan serangkaian upaya guna mengurangi risiko bencana, baik dalam bentuk pembangunan fisik ataupun nonfisik seperti penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana (PP No. 21 Tahun 2018). Bencana sendiri merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau non-alami ataupun faktor manusia. Oleh karena itu, suatu bencana mampu menimbulkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Tsunami tergolong bencana yang merenggut banyak korban jiwa dan menimbulkan kerugian harta benda cukup besar di Indonesia. Sebelum 2004, bencana tsunami mematikan di Indonesia merenggut korban jiwa rata-rata 794 orang untuk setiap kejadian. Mitigasi bencana tsunami diperlukan guna mereduksi potensi korban jiwa dari peristiwa tsunami di masa mendatang. Mitigasi tersebut meliputi pemetaan kawasan rawan, pembangunan *greenbelt* di kawasan pantai, penataan ruang, pembuatan jalur dan tempat evakuasi tsunami, hingga sistem peringatan dini tsunami.

Pemaparan informasi terkait tsunami dan mitigasinya pada masyarakat, terutama yang bertempat tinggal dan/atau beraktivitas di daerah yang terkena dampak, menjadi salah satu komponen mitigasi, khususnya nonfisik. Informasi itu mencakup seluk-beluk tsunami hingga sosialisasi jalur evakuasi yang sudah dipetakan dan keberadaan teknologi tepat guna untuk mereduksi daya rusak tsunami yang bisa diterapkan.

Naskah buku sosialisasi mitigasi bencana tsunami Kabupaten Kebumen dalam pekerjaan kami terbagi atas enam bab:

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. bab 1 tentang pengenalan tsunami,
2. bab 2 tentang gempa bumi tektonik sebagai sumber tsunamigenik paling dominan,
3. bab 3 tentang peristiwa bencana tsunami di Indonesia (terseleksi) dan sistem peringatan dini tsunami yang telah dibangun,
4. bab 4 tentang geografi, tektonik, dan sejarah gempa bumi di Kabupaten Kebumen,
5. bab 5 tentang risiko bencana tsunami di masa depan yang dihadapi Kabupaten Kebumen, dan
6. bab 6 tentang mitigasi tsunami yang realistis bagi Kabupaten Kebumen.

Uraian singkat dari setiap bab adalah sebagai berikut.

1. Bab 1

   Bab ini memperkenalkan seluk-beluk tsunami. Dari asal kata tsunami yang semula adalah kosakata bahasa Jepang, kini menjadi universal sebagai pemerian terhadap sebuah fenomena. Selain itu, dijelaskan pula perbedaan sifatnya terhadap gelombang laut biasa dengan aspek yang mencakup panjang gelombang dan kecepatan.

   Selain itu, dipaparkan fenomena penguatan (amplifikasi) tsunami menjelang tiba di pantai. Selanjutnya, dipaparkan terjadinya genangan tsunami di daratan dengan genangan maksimum sebagai fungsi dari tinggi tsunami di pantai dan bentuk pantai. Dijelaskan pula besarnya tekanan yang diderita sebuah benda saat diterjang tsunami hingga klasifikasi tsunami.

2. Bab 2

   Bab ini memaparkan gempa bumi tektonik sebagai sumber tsunamigenik yang paling dominan sepanjang sejarah yang dapat bisa dirunut sejak masa Yunani Kuno melalui catatan Thucydides. Pengenalan singkat gempa bumi tektonik meliputi hubungan magnitudo gempa dengan luas bidang yang terpatahkan dan panjang pergeseran hingga jenis-jenis pematahan yang memungkinkan sebagai sumber gempa bumi tektonik.

   Dipaparkan juga mekanisme pembangkitan tsunami oleh gempa bumi tektonik, khususnya akibat pematahan menurun dan menaik. Sumber-sumber gempa bumi tektonik tsunamigenik di Indonesia yang telah diidentifikasi dibatasi pada zona subduksi dan sesar busur belakang (Pusgen, 2017). Dipaparkan pula salah satu aspek khusus gempa bumi tsunamigenik, yakni gempa lambat atau *tsunami earthquake*.

3. Bab 3

   Bab ini memaparkan sejarah tsunami di Indonesia dengan sumber tsunamigenik terdominan adalah gempa bumi tektonik (93%), tetapi tetap menyisakan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sumber tsunamigenik lain berupa letusan gunung berapi dan tanah longsor (7%). Tsunami yang dibangkitkan letusan gunung berapi meliputi tsunami Tambora pada 1815 dan tsunami Krakatau pada 1883. Sementara itu, tsunami yang dibangkitkan longsor meliputi Tsunami Waiteba 1979 dan Tsunami Selat Sunda 2018.

Dipaparkan pula zona *megathrust* di Indonesia dan tsunami yang tercatat pernah terjadi di sana. Paparan tersebut mencakup zona *megathrust* Sunda di lepas pantai Sumatra, Jawa, dan pantai Bali–Nusa Tenggara, zona *megathrust* Banda, zona *megathrust* Minahasa, dan zona *megathrust* Irian.

Juga dipaparkan kapasitas sistem peringatan dini tsunami di Indonesia hingga saat ini. Ditekankan pula bahwa akan lebih baik jika masyarakat yang bertempat tinggal dan/atau beraktivitas di daerah berpotensi tsunami mampu mengenali tanda-tanda pra-tsunami jika terjadi kendala komunikasi. Juga dipaparkan upaya mereduksi tekanan dan genangan tsunami dengan *greenbelt.* Solusi realistis tersebut didukung dengan kisah sukses kampung Kabonga di Kabupaten Donggala dalam tsunami Palu pada 2018 (Kongko, 2018).

4. Bab 4

   Bab ini memaparkan geografi dan geomorfologi Kabupaten Kebumen sebagai produk aktivitas sesar mengiri Kebumen-Muria-Meratus dan sesar menganan Cilacap-Pamanukan-Lematang di masa silam. Dominasi dataran rendah tersebut langsung berbatasan dengan perairan Samudra Hindia. Morfologi pantai di daerah tersebut juga hanya dilindungi oleh jajaran bukit pasir di kawasan aluvial pantai muda dengan tinggi hanya beberapa meter (Ansori dkk., 2010).

   Dipaparkan pula risiko gempa bumi tektonik di Kabupaten Kebumen. Meski tidak dilintasi oleh garis sesar aktif sejauh ini (Pusgen, 2017), terdapat tiga sumber gempa bumi tektonik darat potensial yang getarannya berpotensi cukup keras di Kabupaten Kebumen. Potensi tersebut meliputi sesar Ajibarang, sesar Opak, dan sesar Baribis-Kendeng segmen Tegal. Semuanya memiliki kemampuan membangkitkan gempa bumi tektonik dengan magnitudo maksimum 6,5. Dengan tingkat risiko gempa bumi tersebut, Kabupaten Kebumen berada pada zona risiko Sedang III dan Besar I. Oleh karena itu, maka getaran dari sumber-sumber gempa bumi tektonik potensial di sekeliling Kabupaten Kebumen berpotensi menimbulkan dampak ringan hingga sedang.

5. Bab 5

   Bab ini memaparkan risiko tsunami bagi Kabupaten Kebumen sebagai konsekuensi atas berhadapan langsung dengan segmen Jawa Tengah Timur yang merupakan bagian zona *megathrust* Sunda di lepas pantai selatan Pulau Jawa. Gempa bumi tektonik potensial yang dapat dibangkitkan segmen ini memiliki magnitudo maksimum 8,9. Jika ketiga segmen zona *megathrust* Sunda di lepas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pantai selatan Pulau Jawa terpatahkan serentak, maka magnitudo maksimumnya melampaui 9,0.

Dipaparkan pula bencana tsunami Jawa pada 2006 sebagai bencana tsunami paling kontemporer di Kabupaten Kebumen, meskipun hanya 14 orang penduduk Kabupaten Kebumen dari korban jiwa 664 orang. Sebelum peristiwa tersebut, pesisir Kabupaten Kebumen pernah diterjang dua tsunami kecil. Masing-masing tsunami tersebut dibangkitkan gempa Samudra Hindia 1921 (M 7,7) dan gempa Wonogiri 1937 (M 7,0), meskipun tinggi tsunami dalam kedua peristiwa tersebut hanya berkisar 5–10 cm.

Dipaparkan juga skenario peristiwa tsunami yang dapat / berpotensi terjadi pada masa depan bagi Kabupaten Kebumen berdasarkan pada sejumlah simulasi. Pada gempa dengan magnitudo 7,5, maka waktu tiba tsunami di pantai adalah 60 menit pasca gempa dengan tinggi hingga 1,5 meter. Pada gempa dengan magnitudo 8,5, maka tinggi tsunami melampaui 10 meter dengan waktu tiba 40 menit pasca gempa. Pemaparan terakhir pada bab ini adalah kerentanan pantai Kabupaten Kebumen terhadap tsunami yang berkisar *medium* hingga *slighty high* (Kulsum dkk., 2016).

6. Bab 6

   Bab ini memaparkan mitigasi tsunami bagi Kabupaten Kebumen yang mengacu pada produk kerja GITEWS dalam rupa peta bahaya tsunami Kebumen dan peta evakuasi tsunami Kebumen. Dipaparkan zonasi lokal yang mengacu kepada peta bahaya dan peta evakuasi tsunami Kabupaten Kebumen. Zonasi tersebut mencakup empat kawasan, yaitu kawasan pantai curam di Tanjung Karangbolong, kawasan pantai barat (antara muara Kanal Telomoyo dan Sungai Lukulo), kawasan pantai timur (antara Sungai Lukulo dan Sungai Wawar), serta kawasan muara sungai (Wawar, Lukulo, Telomoyo, dan Bodo).

Dipaparkan pula strategi mitigasi tsunami di luar identifikasi kawasan rawan tsunami yang termaktub dalam peta bahaya tsunami dan peta evakuasi tsunami. Pemaparan tersebut meliputi lima hal sebagai berikut.

1) Sosialisasi mitigasi mandiri dengan penekanan pada konsep 20-20-20. Jika terjadi gempa bumi yang menggetarkan daerah rawan tsunami selama minimal 20 detik, tersedia waktu 20 menit untuk berjalan kaki keluar dari zona merah tsunami atau harus mencari tempat berketinggian minimal 20 m untuk menghindari tsunami.
2) Sosialisasi evakuasi tsunami dengan berjalan kaki dengan perhitungan dalam 20 menit akan tercapai jarak 800 meter.
3) Penandaan pengingatan jalur-jalur evakuasi tsunami melalui aktivitas berbasis partisipasi publik dengan memanfaatkan momentum hari-hari besar tertentu. Beberapa acara hari-hari besar tersebut adalah HUT Kabupaten Kebumen atau HUT RI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4) Pembuatan *greenbelt* atau hutan pantai sebagai solusi mitigasi fisik yang paling realistis dan dapat melibatkan partisipasi publik.
5) Memanfaatkan momentum dalam acara/kegiatan publik yang mengundang massa, seperti kegiatan budaya di kawasan.

Telah berlangsung penelitian paleotsunami yang berkelanjutan pada sejumlah titik di sepanjang pesisir selatan Pulau Jawa sejak 2006 dan masih akan berlangsung hingga ke depan (Yulianto dkk., 2018). Dari penelitian tersebut, telah diungkap sedimen paleotsunami berumur empat abad yang tersebar secara tak menerus di pesisir sepanjang 600 km yang membentang dari Binangeun (Banten) hingga Pacitan (Jawa Timur).

Sedimen ini diduga diendapkan peristiwa tsunami raksasa pada kurun empat abad silam. Pada kurun waktu yang hampir sama, sedang terjadi proses transisi kekuasaan Jawa dari era Pajang ke era Mataram (Islam) dan awal munculnya legenda Ratu Kidul. Tsunami raksasa yang menerpa pantai sepanjang ini mungkin dibangkitkan gempa bumi tsunamigenik dengan magnitudo 9,0 atau lebih.

Sebagai respons atas temuan sementara itu dan dalam rangka pembangunan Yogyakarta International Airport di pesisir Kabupaten Kulon Progo, telah dilakukan sejumlah simulasi tsunami mulitskenario. Beberapa simulasi tersebut mengasumsikan gempa bumi tsunamigenik dengan rentang magnitudo 8,7–9,0 (Kongko, 2019). Hasil penelitian tersebut menunjukkan tsunami yang diskenariokan tiba di pesisir Kabupaten Kebumen akan memiliki tinggi 10 meter (M 8,7) hingga lebih dari 30 meter (M 9,0).

Temuan dan hasil simulasi tersebut belum tercakup ke dalam naskah buku sosialisasi mitigasi bencana tsunami Kabupaten Kebumen yang kami Hal tersebut mempertimbangkan bahwa temuan di atas perlu ditelaah lebih lanjut.

D. KESIMPULAN

Telah tersusun naskah buku sosialisasi mitigasi bencana tsunami untuk Kabupaten Kebumen sebagai bagian dari sarana paparan informasi bagi masyarakat Kabupaten Kebumen. Informasi yang termuat di dalamnya mencakup pengenalan tsunami, pengenalan gempa bumi tektonik sebagai sumber tsunamigenik paling dominan, sejarah tsunami Indonesia (terseleksi), dan sistem peringatan dini tsunami di Indonesia. Titik berat pembahasan terletak pada karakter Kabupaten Kebumen, terutama mencakup geografi dan geomorfologinya . Hal tersebut terhubung dengan risiko dan mitigasi tsunami yang berbasiskan peta bahaya tsunami dan peta evakuasi tsunami Kabupaten Kebumen.

E. SARAN

Dalam pekerjaan selanjutnya, naskah buku sosialisasi mitigasi bencana tsunami bagi Kabupaten Kebumen dapat diderivasikan ke dalam bentuk buku bergambar (komik)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dalam usaha tersebut nantinya, dapat disusun informasi yang jauh lebih singkat dan padat, tetapi tetap memiliki nilai ilmiah yang sama. Naskah buku tersebut juga dapat dipertimbangkan untuk dijadikan buku elektronik yang bisa diakses melalui gawai-gawai pintar modern.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada segenap anggota Komite Tanggap Bencana Alam Kabupaten Kebumen yang telah turut membantu penelitian ini.

Terima kasih juga kami sampaikan kepada Ir. Chusni Ansori, MT (BIKK LIPI Karangsambung), Dr. Eko Yulianto (Puslitbang Geoteknologi LIPI), Dr. Daryono (BMKG), dan Dr. Widjo Kongko (BPDP BPPT) yang telah menjadi narasumber dalam pekerjaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

Ansori dkk. (2010). *Evaluasi Potensi dan Konservasi Kawasan Tambang Pasir Besi pada Jalur Pantai Selatan di Kabupaten Purworejo, Kebumen, Jawa Tengah*: UPT Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Ansori & Wardhani. (2019). Tipe Magmatik Batuan Beku Formasi Gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, *20*(2), 63–73.

Bryant, E. (2008). *Tsunami, The Underrated Hazard*. Jerman: Springer Books, 2nd Edition.

Fritz dkk. (2007). Extreme Runup from the 17 July 2006 Java Tsunami. *Geophysical Research Letter*, vol. 34.

GITEWS. (2010). *Dokumentasi Teknis Peta Bahaya Tsunami untuk Kabupaten Kebumen:* Kerjasama Pemkab Kebumen dan GITEWS (German-Indonesia Tsunami Early Warning System).

Kulsum dkk. (2016). Pemetaan daerah kerentanan tsunami di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah menggunakan pendekatan sistem informasi geografis. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia*, Surabaya, 1–2 Desember 2016, 833–839.

Mardiatno dkk. (2008). GIS application for tsunami risk in cilacap, South Java–Indonesia. *International Conference on Tsunami Warning*, Bali, Indonesia, November, 12–14, 2008.

Okal. (2012). The South of Java earthquake of 1921 September 11, a negative search for a large interplate thrust event at the Java trench. *Geophysical Journal International*, *190*, 1657–1672.

Pusgen. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Rizal dkk. (2017). Tsunami evidence in South Coast Java, case study: Tsunami deposit along South Coast of Cilacap. *Earth and Environmental Science*, *71*.

Satyana & Purwaningsih. (2002). Lekukan struktur Jawa Tengah, suatu segmentasi sesar mendatar. *Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI)*. Yogyakarta-Central Java Section, Basement Tectonics of Central Java, Maret 2002.

Seismology Research Centre. (2019). The size of earthquakes. Diakses pada 1 Maret 2019 dari https://www.src.com.au/eartquake–size/.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sehah dkk. (2012). Pemanfaatan data seismisitas untuk memetakan tingkat risiko bencana gempa bumi di kawasan eks Karesidenan Banyumas. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan kearifan Lokal Berkelanjutan II*, 27–28 November 2012. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Tim Penyusun. (2012). *Masterplan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami.* Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ANALISIS KEMANTAPAN LERENG GUNA MITIGASI BENCANA LONGSOR DI DESA SELOPAMIORO, KECAMATAN IMOGIRI, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

ANALYSIS FOR DISASTER MITIGATION DEFINITENESS SLOPE LANDSLIDE IN THE VILLAGE SELOPAMIORO, IMOGIRI, BANTUL DISTRICT OF YOGYAKARTA

Efrat N. Nainggolan[1], Akhmad Fabreza Ansyari[1*], Lilis Indahsari[1], Muhammad Mahdy Muhadzdzib[1], Andress[1], Siti Aisyah[1]

[1]MGEI Research Group IST AKPRIND Yogyakarta Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta
[1,*]Pos-el: reza.aulia64ra@gmail.com

ABSTRACT

The research area is located in Selopamioro Village, Imogiri District, Bantul Regency, Yogyakarta Special Region with an area of about 4 km2. This research is motivated by very steep morphological conditions in the study area so that it is necessary to analyze slope stability in the area. The method used in this study is by field observation and laboratory testing in the form of mechanical physical properties of soil and rocks. The research area is composed of 4 rock units, namely agglomerates, sandstones, limestones, alluvial deposits. There are 5 geomorphological units, namely riverbanks, medium-eroded hills, karstic highlands, deenudated agglomerates, and riverbeds. The study area has a radial distribution and the structure is a normal fault and fracture in pairs. From the results of testing in the laboratory, the mechanical physical properties of the soil and rocks are classified as labile or frequent landslides. Geological studies that play a role in the analysis of slope stability in the form of steep slopes, non-compact material, dominant land use for moorings or fields, slope water management caused by the structure and water slope fill fractures, high rainfall, and the earthquake in 2006. The negative potential of the research area is mass movement and flooding. So the study of disaster mitigation in the area is very important.

Keywords: *slope stability, mechanical physical properties, Selopamioro, disaster mitigation*

ABSTRAK

Daerah yang dipilih dalam penelitian ini terletak di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan luas sekitar 4 km^2. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kondisi morfologi yang sangat terjal di daerah penelitian sehingga perlu dilakukan analisis kemantapan lereng di daerah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan lapangan dan pengujian di laboratorium berupa sifat fisik mekanik tanah dan batuan. Daerah penelitian tersusun atas empat satuan batuan, yaitu aglomerat, batu pasir, batu gamping, dan endapan aluvial. Terdapat lima subsatuan geomorfologi, yaitu gosong sungai, perbukitan terkikis bergelombang sedang, dataran tinggi karst, perbukitan aglomerat terdenudasi,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan dasar sungai. Daerah penelitian memiliki penyaluran radial dan struktur berupa sesar turun dan kekar berpasangan. Dari hasil pengujian di laboratorium, nilai sifat fisik mekanik tanah dan batuan tergolong dalam kelas labil atau sering terjadi tanah longsor. Kajian geologi yang berperan dalam analisis kemantapan lereng berupa kemiringan terjal, material penyusun tidak kompak, dan tata guna lahan dominan untuk tegalan atau ladang, Selain itu, terdapat pula tata air lereng yang diakibatkan oleh struktur dan air lereng pengisi rekahan, curah hujan tinggi, dan pernah terjadi gempa pada 2006. Potensi negatif daerah penelitian tersebut adalah gerakan massa dan banjir sehingga kajian mengenai mitigasi bencana daerah tersebut sangatlah penting.

Kata kunci: kemantapan lereng, sifat fisik mekanik, Selopamioro, mitigasi bencana.

A. PENDAHULUAN

Penelitian berada pada koordinat 110°25'00"–110°26'00" BT dan 07°56'30"–07°57'30" LS yang terletak di Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi daerah penelitian ini memiliki kemiringan lereng berkisar 300–800 yang tergolong sangat curam. Oleh karena itu, lokasi tersebut kemungkinan besar mengalami potensi longsor/gerakan massa, baik tanah maupun batuan yang menyebabkan lerengnya tidak aman atau tidak stabil. Gerakan massa adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut yang bergerak ke bawah atau keluar menuruni lereng. Proses terjadinya gerakan massa ketika air meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng (ESDM, 2005). Karnawati (2005) menjelaskan bahwa pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh beberapa kondisi yang meliputi kondisi morfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi, dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mengondisikan suatu lereng menjadi rentan dan siap bergerak. Lereng yang rentan dan siap bergerak akan benar-benar bergerak jika dipengaruhi oleh ada faktor pemicu gerakan.

Berdasarkan pada pengamatan di lapangan dan mengacu pada Varnes (1978), dapat diidentifikasi faktor-faktor pengontrol terjadinya gerakan massa di Indonesia. Faktor-faktor tersebut antara lain kemiringan lereng, kondisi tanah/batuan penyusun lereng, struktur geologi, vegetasi, tata air lereng, kondisi iklim, dan kegempaan. Tidak semua lereng mempunyai kestabilan lereng yang aman untuk dijadikan sebagai daerah permukiman, persawahan, pertanian, dan lain-lain. Oleh karena itu, diperlukan suatu informasi mengenai faktor keamanan lereng. Informasi tentang kemantapan lereng ini menjadi sangat penting untuk mengetahui daerah tersebut layak untuk dijadikan sebagai tempat permukiman, terutama di daerah-daerah yang mempunyai lereng curam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa akibat gerakan massa. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang kemantapan lereng menjadi sangat penting untuk memberikan informasi mengenai daerah atau lokasi-lokasi yang berpotensi terjadinya gerakan massa dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ketampakan-ketampakan alam yang ada. Dengan demikian, dapat dilakukan mitigasi bencana dengan berbagai macam cara pencegahan sebelum gerakan tanah menjadi bencana yang tidak diharapkan. Tujuan penyusunan ini adalah mengetahui dan menyajikan data geologi, sifat fisik, ataupun mekanik tanah dan/atau batuan pada daerah penelitian. Penyusunan ini juga bertujuan untuk menghitung besarnya nilai faktor keamanan lereng di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

B. METODE

Ada tiga metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu studi pustaka, penelitian lapangan, dan analisis laboratorium. Semua metode tersebut berkaitan satu sama lain sehingga didapat data yang cukup untuk dapat diolah dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data sekunder yang berkaitan dengan bahasan penelitian. Data sekunder dapat diperoleh dari literatur ataupun publikasi, baik cetak maupun elektronik. Data sekunder tersebut telah dibuat oleh peneliti terdahulu seiring dengan peta regional daerah penelitian, data curah hujan, dan data kegempaan daerah penelitian. Penelitian lapangan bertujuan untuk mendapatkan data primer yang berkaitan dengan bahasan penelitian.

Data primer didapatkan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan terhadap aspek-aspek yang berkaitan dengan bahasan penelitian. Pengujian laboratorium bertujuan mendapatkan data primer yang tidak memungkinkan untuk diukur secara langsung di lapangan. Pengujian yang dilakukan di laboratorium berupa uji fisik batuan dan tanah untuk mengetahui nilai bobot isi, berat jenis, porositas, dan berat kering. Uji sifat mekanik batuan dan tanah ialah *uniaxial compressive test* (UCS) untuk mendapatkan nilai kuat tekan batuan dan tanah. Uji sifat mekanik lainnya adalah kuat geser tanah untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam. Dari hasil uji laboratorium, didapatkan besarnya nilai faktor keamanan menggunakan rumus berikut.

Dengan rumus:

Tinggi lereng (H) = 17,3 m

Sudut Kemiringan Lereng (α) = 78°

Bobot Isi Asli (γ Nat) = 18,31 KN/m^3

Kohesi (e) = 53,04 KN/m^2

Sudut Geser Dalam (ϕ) = 33°

$$\frac{C}{\gamma Nat \times H \times Tan\,\phi} = \frac{53{,}04\,KN/m^2}{18{,}31\,KN/m^2 \times 17{,}3m \times Tan33^\circ} = 0{,}26$$

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian terdiri atas 32 titik lokasi pengamatan dengan berbagai variasi litologi, seperti breksi andesit, aglomerat, batu pasir karbonatan, batu gamping, perselingan lapili dengan breksi andesit, serta perselingan lava dengan breksi andesit.

Geomorfologi pada daerah penelitian/pemetaan geologi terdiri atas empat satuan, yaitu satuan geomorfologi asal fluvial, karst, vulkanis, dan denudasi. Dalam empat satuan geomorfologi asal tersebut, dibagi lagi atas lima subsatuan geomorfik, yaitu gosong sungai, perbukitan terkikis bergelombang sedang, dataran tinggi karst, perbukitan terdenudasi gunung api, dan dasar sungai berdasarkan pada klasifikasi Verstappen (1985).

Berdasarkan pada hasil dari pengamatan lapangan dan pengujian hasil laboratorium, didapatkan dua lokasi lereng berupa batuan dan lima lokasi lereng berupa tanah. Hasil penelitian tersebut berada di kawasan daerah penelitian di Desa Selopamioro, Imogiri, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1. Sampel Batuan

Berdasarkan pada hasil uji kuat tekan terhadap sampel batuan di atas, terdapat perbedaan nilai kuat tekan pada setiap sampel batuan. Nilai kuat tekan paling rendah adalah sebesar 33,91 Mpa pada litologi batu gamping, batu pasir 35,56 Mpa, breksi andesit 63,29 Mpa, dan aglomerat 112,21 Mpa. Nilai bobot isi asli yang paling tinggi adalah aglomerat sebesar 2,89 gr/cm3, breksi andesit 2,65 gr/cm^3, batu gamping 2,55 gr/cm^3, dan batu pasir 2,27 gr/cm^3. Nilai bobot isi kering pada sampel aglomerat sebesar 2,84 gr/cm^3, breksi andesit 2,63 gr/cm^3, batu gamping 2,49 gr/cm^3, dan batu pasir 2,18 gr/cm^3. Nilai bobot isi jenuh pada sampel aglomerat sebesar 2,91 gr/cm^3, breksi andesit 2,65 gr/cm^3, batu gamping 2,57 gr/cm^3, dan batu pasir 2,29 gr/cm^3.

Nilai berat jenis semu pada sampel aglomerat sebesar 2,84 gr/cm^3, breksi andesit 2,63 gr/cm^3, batu gamping 2,49 gr/cm^3, dan batu pasir 2,18 gr/cm^3. Nilai berat jenis asli pada sampel aglomerat sebesar 3,03 gr/cm^3, breksi andesit 2,69 gr/cm^3, batu gamping 2,469 gr/cm^3, dan batu pasir 2,46 gr/cm^3.

Besarnya nilai kadar air asli pada sampel aglomerat sebesar 1,51%, breksi andesit 0,54%, batu gamping 2,52%, dan batu pasir 4,29%. Nilai kadar air jenuh pada sampel aglomerat sebesar 2,17%, breksi andesit 0,78%, batu gamping 2,98%, dan batu pasir 5,18%.

Besarnya derajat kejenuhan pada sampel aglomerat sebesar 69,57%, breksi andesit 70%, batu gamping 84,62%, dan batu pasir 82,76%.

Besarnya angka porositas pada sampel aglomerat sebesar 6,17%, breksi andesit 2,04%, batu gamping 7,43%, dan batu pasir 11,28%. Besarnya nilai dari angka pori/ *void ratio* pada sampel aglomerat sebesar 0,07, breksi andesit 0,02, batu gamping 0,08, dan batu pasir 0,13.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Sampel Tanah

Dalam pengujian ini, dilakukan beberapa tahapan sehingga didapat nilai berat jenis pada sampel 1 = 0,76 gr/cm^3, sampel 2 = 1,88 gr/cm^3, sampel 3 = 3,14 gr/cm^3, sampel 4 = 2,82 gr/cm^3, dan sampel 5 = 1,48 gr/cm^3.

Nilai kadar air (%) diperoleh dari masing-masing sampel . Terdapat nilai kadar air dari lima sampel pengujian yang menunjukkan sampel 1 memiliki nilai *liquid limit* = 33,46%. Nilai kadar air dari tiga hasil pengujian dari tiap sampel diambil untuk nilai rata-rata sebagai nilai dari *plastic limit*. Sampel 1 memiliki nilai *plastic limit* 42,28%, sampel 2 sebesar 41,96%, sampel 3 sebesar 46,82%, sampel 4 sebesar 35,66%, dan sampel 5 sebesar 33,37%.

Nilai batas plastis yang dikurangi nilai batas cair akan menghasilkan nilai indeks plastisitas, yaitu sampel 1 = 8,82%, sampel 2 = 24,24%, sampel 3 = 28,3%, sampel 4 = 18,84%, dan sampel 5 = 21,02%.

Pengujian sifat mekanik tanah dilakukan menggunakan alat uji kuat geser untuk mengetahui parameter-parameter kekuatan geser tanah, yaitu sudut geser dalam (f) dalam derajat (°) dan kohesi tanah (c) dalam kg/cm^2. Pengujian tersebut dilakukan sebanyak tiga kali dengan beban 3 kg, 6 kg, dan 9 kg. Selanjutnya, akan diperoleh nilai sudut geser dalam dan nilai kohesi. Pengujian kuat geser tanah dilakukan terhadap lima sampel tanah.

Berdasarkan pada hasil pengujian uji geser langsung sampel tanah di laboratorium, diperoleh besaran nilai sebagai berikut. Nilai kohesi yang didapatkan untuk sampel 1 adalah 0,031 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (f) sebesar 27°; sampel 2 nilai kohesinya sebesar 0,0377 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (f) sebesar 25°; sampel 3 memiliki nilai kohesi sebesar 0,0217 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (f) sebesar 35°; sampel 4 nilai kohesinya sebesar 0,003 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (f) sebesar 37°; serta sampel 5 memiliki nilai kohesi sebesar 0,0133 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (f) sebesar 36°.

Selanjutnya, besaran nilai kuat tekan tanah pada sampel 1 = 0,0059 kg/cm^2, pada sampel 2 = 0,0061 kg/cm^2, pada sampel 3 = 0,0064 kg/cm^2, pada sampel 4 = 0,0053 kg/cm^2, dan sampel 5 = 0,0057 kg/cm^2.

3. Faktor keamanan

Dari uji sifat fisik mekanik tanah, besar faktor keamanan dengan rumus yang tertera di atas pada sampel 1 = 1,24, sampel 2 = 1,246, sampel 3 = 1,23, sampel 4 = 1,232, dan sampel 5 = 1,236. Jika dimasukkan ke klasifikasi faktor keamanan menurut Bowles (1991), nilai-nilai tersebut termasuk dalam kelas kritis (pernah terjadi longsoran).

$$\text{Faktor aman} = \frac{\text{gaya yang menahan}}{\text{gaya yang menggerakkan}} \text{ atau } \frac{\text{tahanan geser maksimum}}{\text{tahanan geser terjadi oleh gaya berat}} \qquad (1)$$

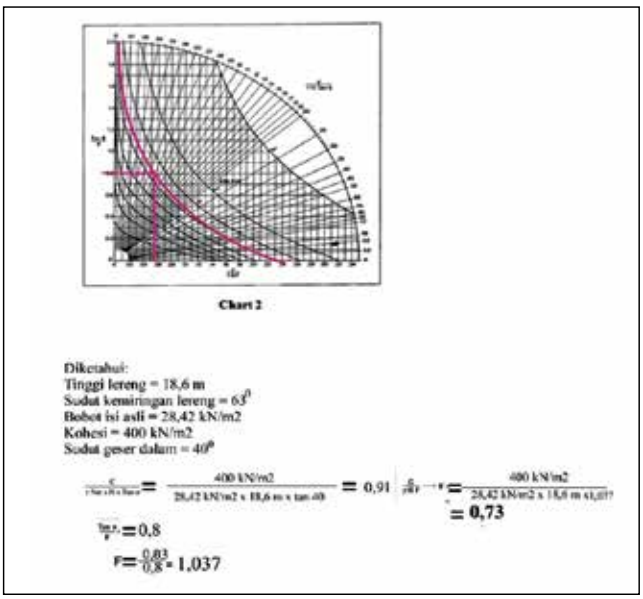
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dalam penelitian ini, faktor keamanan lereng yang berada di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, ditentukan menggunakan kombinasi data. Kombinasi tersebut terdiri dari data sifat fisik mekanik batuan dan tanah dengan data fisik alami dari pengamatan langsung pada lokasi titik pengamatan yang berpotensi terhadap longsoran ataupun telah terjadi longsor. Oleh karena itu, parameter data sifat fisik mekanik batuan dan tanah menentukan faktor kestabilan lereng (FK/FS).

Faktor keamanan pada daerah penelitian akan ditinjau pada dua lokasi titik pengambilan sampel batuan dengan *slope* yang termasuk curam atau terjal. Peninjauan tersebut jugamenggunakan metode Hoek dan Bray (1980) yang menjadi parameter kondisi rembesan air pada lereng lembap, kering, basah, atau mengalir.

Pada lokasi pengambilan sampel batuan aglomerat, dijumpai rembesan air pada lereng dengan tipe lembap di atas permukaan lereng. Besarnya nilai kohesi dan sudut geser ditentukan menggunakan klasifikasi RMR (Tabel 1). Sementara itu, nilai RMR didapatkan melalui data kekar di lapangan (Tabel 3) dan penghitungan nilai RMR (Tabel 2). Penentuan FK menggunakan diagram nomor 2 (Chart 2) dalam metode Hoek dan Bray (1980) Penggunaan tersebut mengacu pada kondisi lereng dan didapatkan besarnya FK lereng 0,73 yang berarti dalam kondisi labil (sering terjadi tanah longsor) (Gambar 1).

Berdasarkan pada analisis menggunakan metode grafik Hoek dan Bray (1980), diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural dan nilai kritis sebesar 0,73 FK < 1,07. Dengan kata lain, lereng berada pada kondisi tidak aman (Bowles,1991) atau sering terjadi longsor di daerah tersebut yang memiliki litologi aglomerat.



Gambar 1. Hasil Penghitungan Faktor Keamanan pada Aglomerat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Penghitungan Pembobotan RMR pada Aglomerat

Parameter			Jakuan Nilai						
1	Kekuatan batuan	Indeks kekuatan *(point-Load)*	> 10Mpa	> 4-10Mpa	>2-4 Mpa	> 1-2 Mpa	Kekuatan rendah - tidak menggunakan point load		
		Uniaxal Compressive	> 250 Mpa	> 100-250 Mpa	>50-100 Mpa	> 25-50 Mpa	> 5-25 Mpa	>1-5 Mpa	<1 Mpa
	Bobot		15	12	7	4	5	1	0
2	ROD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
	Bobot		20	17	13	8	3		
3	Spasi Diskontinuitas		> 2m	0.6-2m	200-600mm	60-200mm	<60mm		
	Bobot		20	15	10	8	0		
4	Kondisi BIdang Diskontinuitas		Sangat kasar, Tidak menerus, Dinding segar/tidak lapuk, Rapat	Sedikit kasar, Terbuka <1mm, Dinding sedikit lapuk	Sedikit kasar, Terbuka <1mm, Pelapukan dinding tinggi	Permukaan slickenside atau terisi < 5mm (tebal) atau terbuka <1-5mm, menerus	Terisi material lunak >5mm (tebal) atau terbuka >5mm, menerus		
	Bobot		30	25	20	10	0		
5	Kealiran	Aliran per 10m Panjang Terowongan (L/min)	0	< 10	25-10	25-125	> 125		
		Ratio = $\frac{\text{joint water pressure}}{\text{major principal stress}}$	0	< 0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Kondisi umum	Kering	Lembab	Berair	Basah	Mengalir		
		Bobot	15	10	7	4	0		

RMR = 67

Tabel 2. Pengkelasan RMR pada Aglomerat

S No.	Parameter/Properties of rock mass	RMR (rock class)				
		100-81 (I)	80-61 (II)	60-41 (III)	40-21 (IV)	<20 (V)
1	Classification of rock mass	Very good	Good	Fair	Poor	Very poor
2	Average stand-up time	20 years for 15m span	1 years for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hours for 2.5 span	30 minutes for 1 m span
3	Cohession of rock mass (MPa)*	>0,4	0,3-0,4	0,2-0,3	0,1-0,2	<0,1
4	Angle of internal friction of rock mass	>45°	35-45°	25-35°	15-25°	<15°
5	Allowable bearing pressure (T/m^2)	600-440	440-280	280-135	135-45	45-30
6	Safe cut slope (°) (Waltham, 2002)	>70	65	55	45	>40

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Penghitungan Pembobotan RMR pada Breksi Andesit.

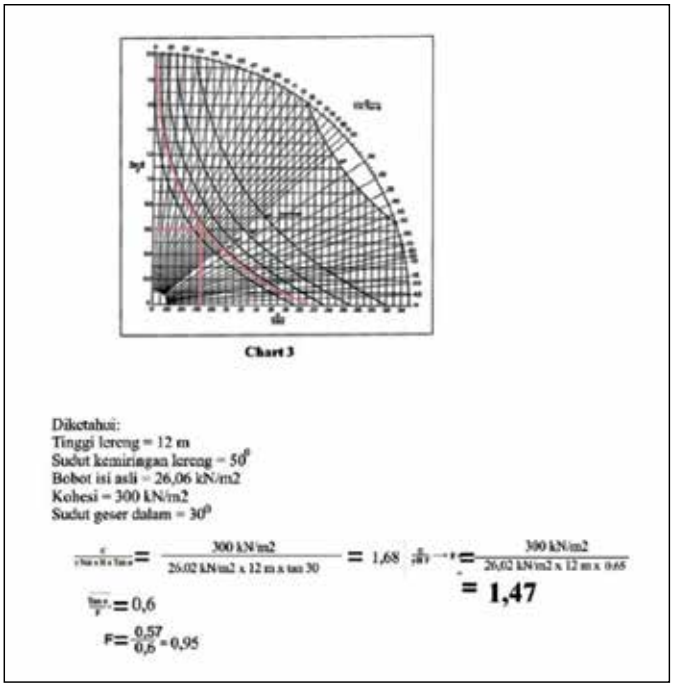
Parameter			Jakuan Nilai						
1	Kekuatan batuan	Indeks kekuatan *(point-Load)*	> 10Mpa	> 4-10Mpa	>2-4 Mpa	> 1-2 Mpa	Kekuatan rendah - tidak menggunakan point load		
		Uniaxal Compressive	> 250 Mpa	> 100-250 Mpa	>50-100 Mpa	> 25-50 Mpa	> 5-25 Mpa	>1-5 Mpa	<1 Mpa
	Bobot		15	12	7	4	5	1	0
2	ROD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
	Bobot		20	17	13	8	3		
3	Spasi Diskontinuitas		> 2m	0.6-2m	200-600mm	60-200mm	<60mm		
	Bobot		20	15	10	8	0		
4	Kondisi Bldang Diskontinuitas		Sangat kasar, Tidak menerus, Dinding segar/tidak lapuk, Rapat	Sedikit kasar, Terbuka <1mm, Dinding sedikit lapuk	Sedikit kasar, Terbuka <1mm, Pelapukan dinding tinggi	Permukaan slickenside atau terisi < 5mm (tebal) atau terbuka <1-5mm, menerus	Terisi material lunak >5mm (tebal) atau terbuka >5mm, menerus		
	Bobot		30	25	20	10	0		
5	Kealiran	Aliran per 10m Panjang Terowongan (L/min)	0	< 10	25-10	25-125	> 125		
		Ratio = $\frac{\text{joint water pressure}}{\text{major principal stress}}$	0	< 0.1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Kondisi umum	Kering	Lembab	Berair	Basah	Mengalir		
		Bobot	15	10	7	4	0		

RMR = 52

Tabel 4. Pengkelasan RMR pada Breksi Andesit.

S No.	Parameter/Properties of rock mass	RMR (rock class)				
		100-81 (I)	80-61 (II)	60-41 (III)	40-21 (IV)	<20 (V)
1	Classification of rock mass	Very good	Good	Fair	Poor	Very poor
2	Average stand-up time	20 years for 15m span	1 years for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hours for 2.5 span	30 minutes for 1 m span
3	Cohession of rock mass (MPa)*	>0,4	0,3-0,4	0,2-0,3	0,1-0,2	<0,1
4	Angle of internal friction of rock mass	>45°	35-45°	25-35°	15-25°	<15°
5	Allowable bearing pressure (T/m^2)	600-440	440-280	280-135	135-45	45-30
6	Safe cut slope (°) (Waltham, 2002)	>70	65	55	45	>40

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Hasil Penghitungan Faktor Keamanan pada Breksi Andesit

Pada lokasi pengambilan sampel batuan breksi andesit, dijumpai rembesan air pada lereng dengan tipe berair di atas permukaan lereng. Untuk menentukan besarnya nilai kohesi dan sudut geser, digunakan klasifikasi RMR. Nilai RMR didapatkan melalui data kekar di lapangan dan penghitungan nilai RMR (Tabel 3). Penentuan FK menggunakan diagram nomor 3 (Chart 3) dalam metode Hoek dan Bray (1980) yang mengacu pada kondisi lereng. Diperoleh FK lereng sebesar 1,47 (Gambar 2) yang berarti dalam kondisi stabil (jarang terjadi longsor).

Berdasarkan pada analisis menggunakan metode grafik Hoek dan Bray (1980), diperoleh nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi lereng natural sebesar pada nilai kritisnya 1,47 FK>1,25. Dengan kata lain, lereng berada pada kondisi stabil (Bowles,1991).

D. KESIMPULAN

Faktor keamanan di lereng dengan material penyusun berupa tanah menyebabkan nilai faktor keamanan sebesar 1,2 FK berada di *range* 1,07–1,25. Hasil tersebut menunjukkan bahwa artinya lereng berada pada kondisi kritis atau longsor pernah terjadi (Bowles,1991). Faktor keamanan di lereng dengan material penyusun berupa batuan aglomerat memiliki nilai 0,73 yang berarti FK<1,07 atau biasa terjadi longsor dengan kondisi labil . Selain itu, material penyusun lain berupa batuan breksi breksi memiliki nilai faktor keamanan 1,47 atau FK>1,25 yang berarti lereng berada pada

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kondisi stabil atau longsor jarang terjadi (Bowles, 1991). Daerah penelitian di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, memiliki wilayah yang berpotensi tinggi terjadi tanah longsor. Potensi tersebut diiringi dengan parameter faktor keamanan yang dalam kondisi labil terhadap terjadinya tanah longsor.

Kajian geologi yang berperan dalam analisis kemantapan lereng berupa kemiringan lereng yang terjal, material penyusun lereng yang tidak kompak dan keterdapatan struktur geologi berupa kekar dan sesar turun. Selain itu, terdapat peranan lain berupa tata guna lahan dominan untuk tegalan atau ladang, tata air lereng yang diakibatkan oleh struktur dan air lereng pengisi rekahan-rekahan, curah hujan yang tinggi, serta pernah terjadinya gempa pada 2006. Mitigasi yang dapat dilakukan adalah mengurangi besarnya geometri lereng dan menghindari pembangunan rumah di setiap lokasi yang memiliki faktor keamanan kecil. Selain itu, perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang keamanan dan kestabilan lereng di lokasi tersebut.

E. SARAN/REKOMENDASI

Agar penelitian ini menjadi lebih sempurna, penyusun memiliki beberapa saran sebagai berikut.

1. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang aspek aktivitas manusia di Dea Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian tersebut untuk mengetahui pengaruh kegiatan manusia terhadap terjadinya tanah longsor.
2. Melakukan pemetaan keadaan infrastruktur fasilitas umum, seperti jalan raya, rumah penduduk, perkantoran desa, dan sebagainya, serta jumlah penduduk di Desa Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemetaan tersebut untuk mengetahui tingkat faktor keamanan lereng dan memberitahukan informasi kepada masyarakat di daerah penelitian agar lebih waspada terhadap bahaya bencana tanah longsor.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak akan berhasil tanpa dorongan dari pihak-pihak yang terlibat. Oleh karena itu, para penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak sebagai berikut.

1. Dosen Institut Sains & Teknologi (IST) AKPRIND Yogyakarta yang senantiasa mendidik dan mengarahkan kami dalam melaksanakan penelitian.
2. Kedua orang tua dari para penyusun yang selalu memberikan doa yang terbaik.
3. Teman-teman Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral IST AKPRIND Yogyakarta yang selalu memberi motivasi dan dukungan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Bieniawski, Z. T. (1976). *Engineering Rock Mass Classification: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering.* New York: John Wiley & Sons.

Bowles, J. E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) (Edisi Kedua)*. Erlangga: Jakarta.

Braja, M. D. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) (Jilid 2)*. Erlangga: Jakarta.

Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II (Edisi 3).* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (1994). *Mekanika Tanah*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Hoek, E. & Bray, J. W. (1980). *Rock Slope Engineering* (*Chapter-8, revised)*. The London: Institution of Mining and Metallurgy.

Howard, A. D. (1966). Drainage analysis in geology interpretation. *AAPG Bull*, *5*(II).

Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. (1996). *Sandi-sandi Stratigrafi Indonesia*. Bandung: IAGI.

Nugraha, D. (2018). *Pemetaan Geologi*. Yogyakarta.

Nugraha, D., Dzakiya, N., Harefa, P. V., & Mauliana, M. T. (2016). Analisis kestabilan lereng berdasarkan kondisi lereng, batuan penyusun dan tanah untuk memprediksi potensi tanah longsor sebagai upaya awal mitigasi bencana di Desa Sidoharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Geofisika Unnes.* Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Rahardjo, W., & Surono. (1977). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta.* Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H. M. D. (1997). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta Skala 1:100000.* Bakorsurtanal.

Rai, M. A., Kramadibrata, S., &Wattimena, R. K. (2013). *Mekanika Batuan*. Yogyakarta: Penerbit ITB.

Suharyadi. (2004). *Pengantar Geologi Teknik (Edisi Keempat)*. Yogyakarta: Biro Penerbit.

Sukartono. (2002). *Buku Panduan Geologi Teknik. Jurusan Teknik Geologi*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.

Terzaghi, K. (1950). *Theoritical Soil Mechanics for Civil and Mining Engineers*. London: Granada.

Van Bemmelen, R. W. (1949). *The Geology of Indonesia (Volume I-A).* Government Printing Office, Martinus Nidjof The Hague.

Van Zuidam, R. A. (1985). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping, Study of Geology and Geomorphology*. Netherlands: ITC: Enschede The Netherlands.

Varnes, D. J. (1978). *Slope Movement and Typea of Processes in Landslides, Analysis and Control Transportation Research Board*. Washington, D.C: National Academy of Sciences.

Wesley, L. D. W. (1977). *Mekanika Tanah*. Jakarta Selatan: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ANALISIS TIPE KERUNTUHAN PADA LERENG DENGAN METODE KINEMATIKA DAN KLASIFIKASI MASSA BATUAN DAERAH BATUJAJAR, KABUPATEN BANDUNG BARAT, JAWA BARAT

ANALYSIS OF SLOPE FAILURE IN ROCK SLOPES USING KINEMATIC METHOD AND ROCK MASS CLASSIFICATION IN BATUJAJAR DISTRIC, WEST BANDUNG REGENCY, WEST JAVA

Panggah Bagaskara Nuraga[1,*], Indra Permanajati[1], Alvian Rizky Yanuardian[2], Eko Soebowo[2]

[1]Program Studi Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
[2]Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung
[1,*]Pos-el: *panggahbagaskaranuraga@gmail.com*

ABSTRACT

Population growth has increased drastically, so has the need for building infrastructure. There needs to be special attention with rock slopes utilization so as not to cause slope collapse. The study location is located in the Batujajar Area, West Bandung Regency, West Java. The purpose of this study was to determine rock mass quality, rock failure types and the type of rock slope excavation by using Rock Mass Rating (RMR), Slope Mass Rating (SMR) and kinematics analysis to determine the type of collapse using software dips 6.

The results of rock compressive strength using the Schmidt Hammer were obtained from 32-79 MPa. Discontinuity data obtained along the rock slopes using the scanline method with weighting values of Rock Mass Rating (RMR) S-2, S-3, S4, and S-4 shows the quality of rock mass (normal) included in class II. While the results of the SMR value on the slope of S-1 can be concluded to be included in class II (good) for S-2 and S-3 slopes including class III (normal), while the S4 slopes are in the unstable class IV (bad). The results of the kinematic analysis obtained by the type of collapse on S-1 are wedge sliding of S-2, S-3, and S-4 slopes indicating the type of slope failure in the form of direct toppling. Optimization of excavation by cutting safe slopes of 65 ° and stripping slopes using the balst to loosen (blasting) method.

Keywords: *Kinematics, Rock Mass Rating, Slope Mass Rating, Excavation*

ABSTRAK

Pertumbuhan jumlah penduduk yang meningkat drastis akan meningkatkan pula kebutuhan infrastruktur bangunan. Perlu perhatian khusus dengan adanya pemanfaatan lereng batuan agar tidak menimbulkan keruntuhan lereng. Lokasi penelitian ini terletak pada daerah Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Tujuan penelitian ini adalah dapat mengetahui kualitas

Buku ini tidak diperjualbelikan.

massa batuan, jenis tipe keruntuhan lereng (*rock failure*), serta jenis ekskavasi lereng batuan Batujajar. Penelitian ini menggunakan metode *rock mass rating* (RMR), *slope mass rating* (SMR), dan analisis kinematika untuk mengetahui tipe keruntuhan dengan *software* Dips 6.

Uji kuat tekan batuan dengan menggunakan *Schmidt hammer* menghasilkan nilai sebesar 32–79 MPa. Data diskontinuitas dari sepanjang lereng batuan menggunakan metode *scanline* dengan nilai pembobotan RMR S-1, S-2, S-3, dan S-4 Hasil dari proses tersebut menunjukkan kualitas massa batuan baik (*normal*) dan termasuk ke dalam kelas II. Hasil nilai SMR pada lereng S-1 dapat disimpulkan termasuk ke dalam kelas II (*good*) untuk lereng S-2 dan S-3 termasuk kelas III (normal). Di sisi lain, lereng S-4 berada dalam kelas lereng IV yang tidak stabil (*bad*). Hasil analisis kinematik menunjukkan bahwa tipe keruntuhan pada S-1 merupakan keruntuhan membaji (*wedge sliding*) lereng S-2, S-3, dan S-4 dengan menunjukkan tipe keruntuhan lereng berupa jatuhan (*direct toppling*). Optimalisasi ekskavasi dengan cara memotong lereng aman sebesar 65° dan pengupasan lereng menggunakan metode *balst to loosen*.

Kata Kunci: Kinematika, *Rock Mass Rating*, *Slope Mass Rating*, Ekskavasi

A. PENDAHULUAN

Dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahun, Bandung sebagai Ibu kota Provinsi Jawa Barat harus dapat memenuhi kebutuhan penduduk, di antaranya infrastruktur bangunan dan fasilitas publik. Minimnya area pemukiman menyebabkan dilakukannya pembukaan lahan dan pemanfaatan area lereng untuk daerah konstruksi bangunan. Akan tetapi, perlu diwaspadai bahwa memotong lereng dan mengubah geometri tanpa memperhatikan kestabilan lereng dapat memicu terjadinya longsor dan mengancam keselamatan masyarakat yang bermukim di sekitar lereng.

Untuk memastikan kestabilan lereng, dibutuhkan evaluasi kondisi pada bidang diskontinuitas batuan. Berbagai jenis keruntuhan lereng dapat terjadi akibat adanya perubahan cuaca yang mengakibatkan pelapukan batuan, vegetasi lereng, kondisi geologi daerah setempat, orientasi lereng, kondisi diskontinuitas, dan air tanah.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai upaya mitigasi bencana pada area lereng. Kestabilan lereng dapat diketahui dengan menganalisis kondisi geologi, mengetahui kelas massa batuan berdasarkan pada *rock mass rating* (RMR), dan mengetahui kestabilan lereng menggunakan analisis *slope mass rating* (SMR). Kestabilan lereng juga dapat diketahui dengan mengidentifikasi potensi tipe keruntuhan menggunakan analisis kinematika secara stereografis. Dengan kata lain, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode ekskavasi yang tepat untuk menstabilkan lereng sebagai upaya mitigasi bencana geologi.

B. LOKASI DAN GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

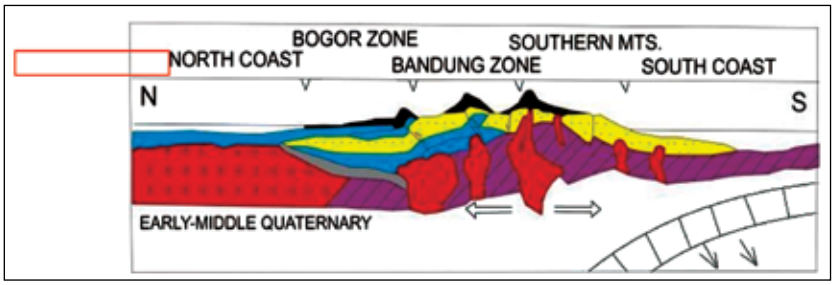
Secara administratif, lokasi penelitian termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Letak koordinat daerah penelitian menempati 776000–781000 mE dan 9234000–9239000 mN.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daerah penelitian termasuk ke dalam cekungan Bandung, tepatnya batas barat perbukitan Selacau hingga Lagadar Cimahi Selatan. Selanjutnya, batasan tersebut menyambung dengan dataran danau pada bagian barat meliputi daerah Batujajar dan daerah yang sekarang tergenang Waduk Saguling (Gambar 2).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Data Lereng



Sumber: Budi Brahmantyo (2011, 19)

Gambar 2. Penampang skematik N-S yang memperlihatkan kondisi geologi (modifikasi dari Dam, 1994).

Dam (1994) membagi geomorfologi Cekungan Bandung secara khusus. Area penelitian termasuk satuan intrusif, kipas aluvial volkaniklastik, dan zona dasar danau. Satuan ini membentuk kerucut gunung api dan korok dengan relief yang sangat terjal meliputi daerah Gunung Bohong Cimahi hingga Soreang. Kipas aluvial berada pada transisi dari daerah pegunungan ke daerah yang landai. Pusat dari persebaran ini berasal dari gunung Tangkuban Perahu yang masih berstatus gunung api aktif. Zona dasar danau hasil dari pengendapan berbutir halus dan menerus.

Berdasarkan pada Peta Geologi Lembar Bandung oleh Silitonga, Sudjatmiko, Tjia, Djuri, ..., & Van Bemmelen (1978), cekungan Bandung hampir dikelilingi oleh gunung api, bahkan pada bagian tengah terdapat batuan gunung api dan kompleks intrusi. Terdapat perbukitan yang memanjang dari utara ke selatan yang didominasi

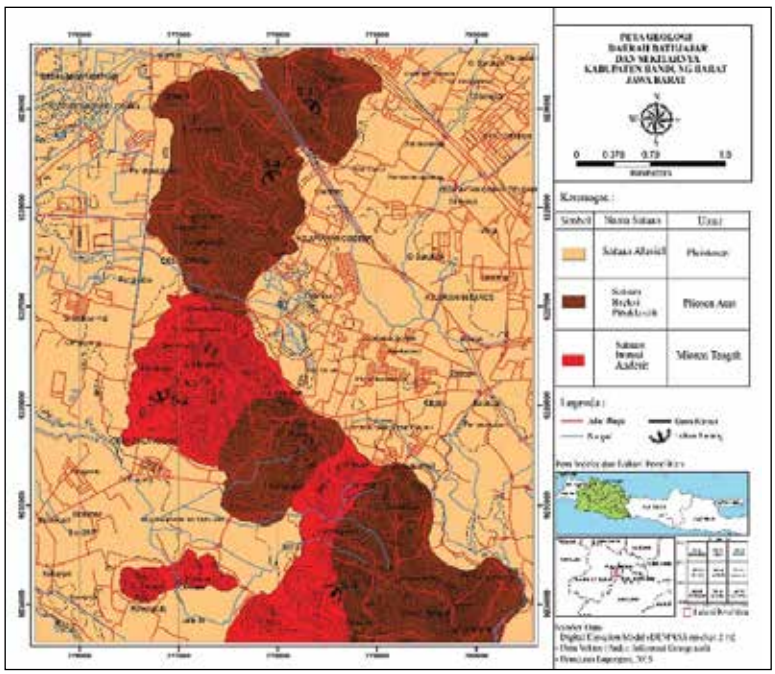
Buku ini tidak diperjualbelikan.

batuan plutonik dan vulkanis. Batuan intrusi dapat ditemukan sepanjang perbukitan Batujajar. Batuan piroklastik pada daerah penelitian merupakan hasil dari produk Gunung Tangkuban Perahu yang berada pada bagian utara daerah penelitian (Soetoyo & Hadisantono, 1992).

Hasil dari pemetaan geologi pada daerah penelitian dari tua ke muda disusun oleh intrusi andesit yang berumur miosen tengah. Pada beberapa lokasi, ditemukan struktur kekar kolom yang dapat menjadikan suatu indikasi penarikan intrusi *dike*. Batuan intrusi andesit menerobos Formasi Cilanang yang tersusun dari batuan napal tufaan dan batu gamping yang tersingkap di sekitar Sungai Citarum.

Setelah terbentuknya intrusi andesit, tersingkap satuan breksi piroklastik berumur pliosen atas. Hubungan stratigrafi breksi piroklastik dengan intrusi andesit tidak selaras. Secara umum, litologi penyusun breksi piroklastik terdiri atas fragmen yang menyudut berupa batuan andesit dan basalt. Satuan ini berwarna kecokelatan dengan kondisi lapuk dan tersebar pada perbukitan yang terjal pada bagian utara hingga selatan daerah penelitian.

Satuan aluvial merupakan satuan termuda pada daerah penelitian berumur pleistosen. Satuan ini merupakan hasil dari produk piroklastik Gunung Tangkuban Perahu. Material terbawa oleh angin yang kemudian jatuh dan mengendap di sekitar Gunung Tangkuban Perahu. Pengendapan tuf ini disebut dengan endapan piroklastik jatuhan. Endapan ini berwarna putih kecokelatan dan memiliki ketebalan yang relatif berukuran sama. Pada tuf, terdapat bongkah batuan basalt dan andesit. Berdasarkan pada hasil analisis, petrografi termasuk ke dalam tuf kristal.



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. METODE

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan meliputi tahap persiapan, pengambilan data lapangan, dan diakhiri dengan tahap analisis data. Pada tahap persiapan, dilakukan studi literatur untuk mengetahui kondisi regional dan penelitian terdahulu. Tahap pengambilan data merupakan pengumpulan data geologi, pengambilan kondisi diskontinuitas, pengukuran orientasi diskontinuitas, dan geometri lereng. Tahap pengolahan data meliputi analisis kelas massa batuan RMR, SMR, kinematika, dan ekskavasi lereng.

1. *Rock Mass Rating* (RMR)

Metode ini sudah digunakan dalam kegiatan geologi teknik. Metode RMR diperkenalkan oleh Bieniawski (1989). Pengamatan dan pengambilan orientasi diskontinuitas menggunakan metode *scanline sampling* sepanjang dinding lereng. Pada dasarnya, klasifikasi massa batuan bertujuan mengidentifikasi parameter yang memengaruhi perilaku massa batuan. Setelah parameter diperoleh, dihitung bobot atau *rating* dari tiap massa batuan. RMR terdiri atas 5 parameter dan 1 parameter pengontrol untuk mengetahui kelas massa batuan.

a. *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)
b. *Rock Quality Designation* (RQD)
c. Jarak Antar-Diskontinuitas
d. Kondisi Diskontinuitas
e. Kondisi Air
f. Orientasi Diskontinuitas

2. *Slope Mass Rating* (SMR)

Slope mass rating merupakan penerapan dan pengembangan dari nilai RMR. Hasil SMR dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan lereng dan mencari rekomendasi sudut kemiringan lereng maksimal pada suatu massa batuan dalam kondisi yang stabil dengan modifikasi konsep penggunaan RMR Basic (Bieniawski, 1989). Analisis kinematika secara stereografis juga memengaruhi nilai *SMR*.

Romana (1985) saat menganalisis kestabilan lereng dengan SMR memodifikasi sistem klasifikasi batuan RMR dengan menambahkan faktor penyesuaian, seperti orientasi dikontinuitas, orientasi lereng, dan metode ekskavasi lereng batuan. Hasil dari perhitungan SMR diperoleh secara lebih spesifik untuk penilaian awal kestabilan lereng dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$SMR = RMR_{Basic} + (F1 \times F2 \times F3) + F4 \quad (1)$$

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keterangan:

F1 = Tergantung ada kesejajaran antara kekar dan jurus lereng

F2 = Merujuk pada kemiringan kekar pada model keruntuhan bidang

F3 = Menunjukkan hubungan antara muka lereng dengan kemiringan kekar

F4 = Berhubungan dengan metode penggalian lereng

Nilai SMR dapat diperoleh dengan perhitungan bobot. Perhitungan pada besar bobot untuk F1, F2, dan F3 dapat dijelaskan dengan melihat tipe keruntuhan yang terjadi. Di sisi lain, bobot F4 berdasarkan pada metode penggalian.

Tabel 1. Pembobotan SMR (Romana, 1985)

Tipe	Formula	Diskontinu-itas	Sangat baik	Baik	Biasa	Tidak baik	Sangat tidak baik
F1	Lb= |αj - αs|	Derajat	> 30˚	30–20˚	20–10˚	10–5˚	< 5˚
	Lbj = |αj - αs|						
	Lg= |αj - αs|-180						
	Lb, Lg Lbj	Bobot	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
F2	Lb = |βj|	Derajat	< 20˚	20–30˚	30–35˚	35–45˚	45˚
	Lbj = |βj|						
	Lb, Lbj	Bobot	0,15	0,40	0,70	0,85	1,00
	Lg	Bobot	1	1	1	1	1
F3	Lb = |βj – βs|	Derajat	> 10˚	10–0˚	0˚	0–10˚	< -10˚
	Lbj = |βj – βs|						
	Lg= |βj + βs|	Derajat	<110˚	110–120˚	>120˚	-	-
	Lb = Lg	Bobot	0	-6	-25	-50	-60
Metode		Lereng Ala-miah	Peledakan Prespiliting	Peledakan Smooth		Peledakan Mekanis	Peledakan Buruk
F4		15	10	8		0	-8

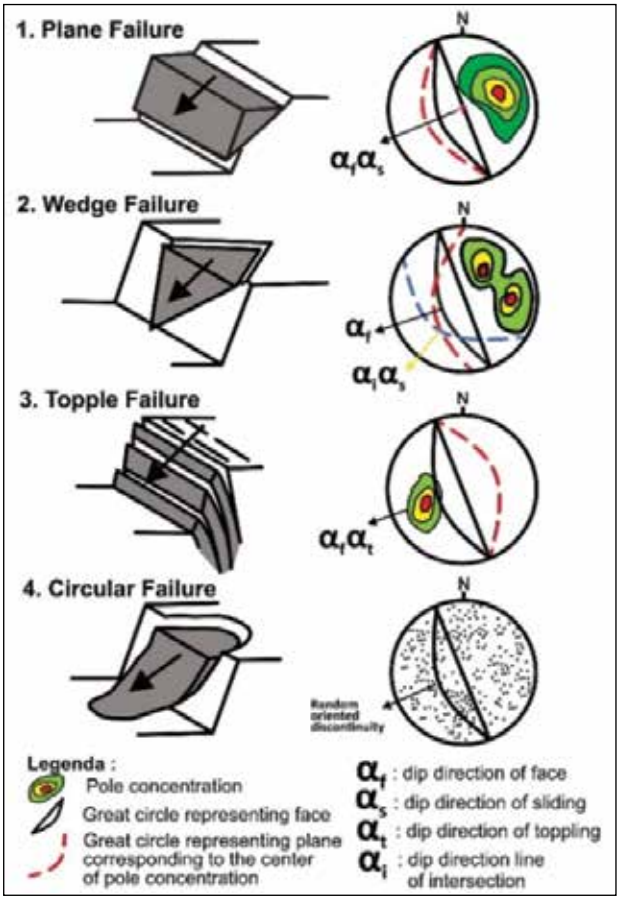
Keterangan:
Lb = longsoran bidang
Lg = longsoran guling
Lbj - longsoran baji
αs = Strike lereng
βs = Dip lereng
αj = Strike diskontinuitas
βj = Dip diskontinuitas

Sumber: Singh dan Goel (2011, 232)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Analisis Kinematika

Metode analisis kinematika ini dilakukan pada metode proyeksi stereografi yang diperkenalkan oleh Hoek dan Bray (1981) serta Goodman (1989). Metode analisis kinematika lereng merupakan pergerakan benda tanpa mempertimbangkan adanya gaya yang menyebabkannya. Analisis ini bertujuan mengetahui tipe keruntuhan yang berpotensi terjadi pada lereng. Aspek struktur sangat memengaruhi tingkat kestabilan lereng batuan (Wyllie & Mah, 1974).



Sumber: Wylie dan Mah (1974, 36)

Gambar 4. Proyeksi Orientasi Struktur dan Lereng terhadap Tipe Longsoran

a. Tipe keruntuhan bidang (planar)

Tipe longsoran, menurut Hoek dan Bray (1981), terbagi menjadi empat dengan menggunakan aplikasi Dips V.6. Melalui aplikasi tersebut, dapat ditentukan juga bentuk dari keruntuhan lereng berdasarkan pada sudut geser dalam, hasil orientasi diskontinuitas, dan orientasi lereng. Penggunaan Dips V.6 terbatas penentuan arah umum diskontinuitas pada struktur geologi dan adanya probabilitas tipe keruntuhan yang terbentuk pada lereng.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Longsoran bidang merupakan suatu longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang luncur yang dianggap rata. Bidang luncur tersebut dapat berupa rekahan, sesar, ataupun bidang perlapisan batuan. Nilai *dip* batuan lebih kecil dari *dip* kemiringan lereng dan nilai *dip* batuan lebih besar dari *dip* sudut geser dalam. Pada jejak bagian bawah bidang diskontinu yang menjadi bidang gelincir harus muncul di muka lereng.

b. Tipe keruntuhan baji (wedge)

Tipe keruntuhan membaji merupakan longsoran yang dapat terjadi bila terdapat dua atau lebih bidang lemah yang saling berpotongan sedemikian rupa sehingga pada lereng dapat membentuk baji. Garis perpotongan kedua bidang diskontinuitas harus menembus permukaan lereng. Sudut lereng lebih besar daripada sudut garis potong kedua bidang diskontinuitas.

c. Tipe keruntuhan jungkiran (toppling)

Analisis kinematika keruntuhan jungkiran pada umumnya terjadi pada lereng yang terjal dan batuan yang keras dengan struktur bidang lemah yang dapat membentuk kolom batuan. Longsoran jenis ini terjadi jika bidang lemah antarkolom dan arah diskontinuitas berlawanan dengan kemiringan lereng. Sudut kemiringan bidang diskontinuitas harus sama besar dengan kemiringan permukaan lereng dikurangi sudut geser dalam dari bidang gelincir tersebut.

d. Tipe longsoran membusur (circular)

Keruntuhan membusur dapat terjadi pada massa batuan yang memiliki orientasi bidang diskontinuitas yang acak. Keruntuhan tersebut juga dapat terjadi pada spasi diskontinuitas yang sangat rapat atau pada batuan yang mengalami tingkat pelapukan yang sangat tinggi hingga struktur pada batuan sudah tidak terlihat. Tipe keruntuhan membusur dapat muncul ketika ukuran blok batuan sangat kecil jika dibandingkan ukuran lereng. Kondiri tersebut menyebabkan batuan berperilaku seperti tanah yang bersifat lepas (*loose material*).

4. Metode Ekskavasi

Penentuan jenis dari ekskavasi menggunakan metode grafik *rock mass classification for excavation* (Franklin, Broch, & Walton, 1971). *Fracture index* dipakai sebagai ukuran karakteristik diskontinuitas dan didefinisikan sebagai jarak rata-rata fraktur sepanjang massa batuan. Sementara itu, Point Load Index (PLI) digunakan untuk mengukur keras atau tidaknya kekuatan batuan. Kedua parameter ini digambarkan dalam satu diagram untuk menduga kemampugaruan atau ekskavasi. Kriteria suatu batuan dalam kondisi tersebut adalah harus digali bebas (*free digging*), penggaruan (*ripping*), dan peledakan (*blasting*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Analisis Rock Mass Rating* (RMR)

Setelah mendapatkan data pada lereng, dapat dilakukan analisis pengklasifikasian kelas massa batuan dengan menghitung nilai tiap parameter tersebut. Pengukuran kekuatan batuan *uniaxial compressive strength* (UCS) dilakukan dengan metode *Schmidt hammer test*. Pengambilan data dilakukan sepanjang lereng batuan dan dirata-ratakan dari hasil pengukuran. Perhitungan dilakukan dengan *type L hammer*.

Untuk rata-rata kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil dari perhitungan berjenis *rock quality designation* (RQD). Adapun semakin besar nilai RQD maka frekuensi retakannya menjadi semakin kecil . Hasil yang berbalik juga berlaku pada kondisi sebaliknya. Hudson dan Harison (1997) mengajukan persamaan untuk menentukan *RQD* dari data *scanline*.

$$\text{RQD} = 100\, e - 0.1\lambda\,(1 + 0{,}1\lambda) \qquad (2)$$

e = Frekuensi diskontinuitas

λ = 2. 71828

Oleh karena itu, diperoleh nilai RQD di semua lokasi *scanline* yang memiliki rata-rata 90–100%. Pengukuran jarak diskontinuitas dilakukan dengan cara mengukur jarak tegak lurus di antara dua bidang diskontinuitas yang terdekat. Kondisi diskontinuitas merupakan salah satu parameter kompleks dalam klasifikasi RMR yang terdiri atas beberapa parameter lebih lanjut . Parameter tersebut antara lain *roughness* (kekasaran), *aperture* (bukaan), *infilling* (material pengisi), *persistence* (kemenerusan diskontinuitas), dan *weathering* (pelapukan). Pengamatan parameter tersebut harus dilakukan pada setiap diskontinuitas yang memotong pita ukur *scanline*.

Diperoleh pula nilai dari hasil pembobotan parameter massa batuan. Oleh karena itu, kondisi kelas massa batuan pada *scanline* 1 termasuk ke dalam kelas massa batuan II atau *good rock* dengan nilai RMR 69,91. Selanjutnya, kondisi massa batuan pada *scanline* 2 termasuk ke dalam kelas massa batuan II dengan nilai RMR 64,77. *Scanline* 3 memiliki nilai RMR 73 yang berarti bahwa kelas massa batuan pada *scanline* ini termasuk kelas II. Semua lereng yang diteliti memiliki massa batuan yang bagus. Lereng IV memiliki nilai RMR 64,66 dengan kondisi yang baik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Hasil dari pembobotan batuan pada setiap *scanline.*

No	Parameter		RMR Rating							
			S-1		S-2		S-3		S-4	
			Nilai	Bobot	Nilai	Bobot	Nilai	Bobot	Nilai	Bobot
1	Kekuatan Massa Batuan (Mpa)		42	4	46	4	79	7	32	4
2	*RQD* (%)		96,50	20	89,14	20	94,1	20	96	20
3	Jarak Diskontinuitas (m)		0,38	15	0,32	15	0,31	15	0,37	15
4	Kondisi Diskontinuitas	Kemenerusan Kekar (m)	2,4	4	2,76	4	0,18	6	2,49	4
		Bukaan Kekar (mm)	2,4	1	2,31	1	6,08	0	3,93	1
		Kekasaran Kekar	*Rough*	5	*Slightly Rough*	3	*Slightly Rough*	3	*Slightly Rough*	3
		Material Pengisi (mm)	Tidak ada	6	Pengisi Keras >5	2	Tidak ada	6	Pengisi Keras >5	2
		Pelapukan	Sedikit Lapuk	5	Tidak Lapuk	6	Tidak Lapuk	6	Lapuk	3
5	Kondisi Air Tanah		*Completely dry*	15	*Completely dry*	15	*Completely dry*	15	*Completely dry*	15
	Nilai *RMR*		69,91		64,77		73		64,66	

Tabel 3. Parameter hasil nilai *RMR*

No.	Properties of Rock Mass	RMR (Rock Class)				
		100-81 (I)	80-61 (II)	60-41 (III)	40-21(IV)	<20 (V)
1	Classification of rock mass	Very good	Good	Fair	Poor	Very Poor
2	Average stand-up time	20 years for 15m span	1 year for 15m span	1 week for 5m span	10 hours for 2.5m span	30 minuts for 1m span
3	Cohesion of rock mass (Mpa)*	>0,4	0,3–0,4	0,2–0,3	0,1–0,2	<0,1
4	Angle of internal friction of rock mass	>45°	35–45°	25–35°	15–25°	<15°
5	Allowable bearing pressure (T/m^2)	600–440	440–280	280–135	135–45	45–30
6	Safe cut slope (Waltham, 2002)	>70°	65°	55°	45°	<40°

Sumber: Singh dan Goel (2011, 50)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Analisis Slope Mass Rating (SMR)

Kelas massa batuan pada setiap lereng memiliki kondisi batuan yang bagus. Selanjutnya adalah mengetahui kestabilan lereng berdasarkan pada hasil klasifikasi *slope mass rating* (SMR). Tingkat kestabilan lereng batuan yang didapatkan dalam klasifikasi SMR merupakan penerapan dari nilai RMR_{basic}. Klasifikasi SMR yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan metode Romana (1985). Berikut ini tabel perhitungan nilai SMR pada daerah penelitian.

Tabel 4. Perhitungan SMR pada Tiap Scanline

Scanline / *Lereng*	Romana (1985)									Kestabilan Lereng
S-1	F1 $(1-\sin(\alpha j-\alpha s))^2$	Rating	F2 $(\tan \beta j)^2$	Rating	F3 $(\beta j-\beta s)$	Rating	F4	Rating	RMR + (F1xF2xF3) + F4	Good
	2,57	1	6,12	0,15	-10	-50	0	0	62,41	
S-2	F1 $(1-\sin(\alpha j-\alpha s-180))^2$	Rating	F2 $(\tan \beta j)^2$	Rating	F3 $(\beta j+\beta s)$	Rating	F4	Rating	RMR + (F1xF2xF3) + F4	Normal
	0,1	1	4,59	1	149	-25	0	0	42,28	
S-3	F1 $(1-\sin(\alpha j-\alpha s-180))^2$	Rating	F2 $(\tan \beta j)^2$	Rating	F3 $(\beta j+\beta s)$	Rating	F4	Rating	RMR + (F1xF2xF3) + F4	Normal
	3,69	1	2,66	1	134,5	-25	0	0	48,35	
S-4	F1 $(1-\sin(\alpha j-\alpha s-180))^2$	Rating	F2 $(\tan \beta j)^2$	Rating	F3 $(\beta j+\beta s)$	Rating	F4	Rating	RMR + (F1xF2xF3) + F4	Bad
	0,23	1	32,16	1	228	-25	0	0	39,66	

Tabel 5. Hubungan parameter dengan hasil perhitungan *SMR*

Class No.	V	IV	III	II	I
SMR Value	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
Rock Mass Description	Very bad	Bad	Normal	Good	Very good
Stability	Completely unstable	Unstable	Partially stable	Stable	Completely Stable
Failures	Big planar or soil-like or circular	Planar or big wedges	Planar along some joints and many wedges	Some block failure	No failure
Probability of failure	0,9	0,6	0,4	0,2	0

Scanline 1 memiliki jenis keruntuhan baji (*wedge failure*). Hasil penghitungan berdasarkan pada Romana (1985) didapatkan nilai 62,41 dengan kondisi kestabilan lereng bagus, termasuk kelas II. Lereng kelas II memiliki kondisi yang stabil. Berdasarkan pada perhitungan, *scanline* 2 dan 3 memiliki kondisi massa batuan yang normal dengan kestabilan lereng relatif stabil, termasuk kelas III (41–60).

Scanline 2, 3, dan 4 memiliki jenis keruntuhan yang sama, yaitu keruntuhan gulingan (*toppling failure*) . Hal tersebut disebabkan oleh nilai orientasi arah muka lereng (α_s) yang berbanding terbalik dengan orientasi diskontinuitas (α_j). Di sisi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lain, *scanline* lereng 4 SMR bernilai 39,66. Nilai kestabilan tersebut adalah nilai terkecil dibandingkan lereng batuan sebelumnya. Perlu diwaspadai kondisi massa batuan yang buruk dan ketidakstabilan pada lereng karena termasuk ke dalam kelas IV. Oleh karena itu, perlu dibuat perkuatan lereng karena akan terjadi keruntuhan.

3. Analisis Kinematika

Pada analisis kinematika, dilakukan pemodelan secara stereografis menggunakan data diskontinuitas dan geometri lereng. Adapun identifikasi persentase keruntuhan atau *rock failure* yang mungkin terjadi pada lereng batuan dilakukan dengan menggunakan *software* Dips V.6.

a. Kinematika Keruntuhan Lokasi S-1

Potensi tipe keruntuhan dapat ditentukan dari adanya persebaran bidang diskontinuitas (α_j) dan dihubungkan dengan arah bidang muka lereng (α_s) pada metode *contouring*. *Scanline* 1 memiliki muka lereng yang pergerakannya N215°E dengan kemiringan lereng 78°. Terdapat perpotongan diskontinuitas antara *joint set* 1 N265°E/77 dan *joint set* 2 N215°E/71 yang membentuk pola keruntuhan membaji (*wedge*) arah luncuran yang terbentuk dari perpotongan *intersection* (α_i) N190°E. Probabilitas lereng *scanline* 1 memiliki hasil yang tinggi dengan tipe keruntuhan membaji sebesar 25,02%.

b. Kinematika Keruntuhan Lokasi S-2

Pengolahan data diskotinuitas secara stereografis dapat digunakan untuk mengetahui probabilitas keruntuhan lereng. *Scanline* 2 memiliki lereng mengarah N340°E dengan kemiringan 82°. Terdapat potensi tipe keruntuhan jungkiran (*toppling*) yang disebabkan oleh arah orientasi diskontinuitas (α_j) yang berlawanan dengan arah muka lereng (α_s). Tipe keruntuhan *scanline* 2 adalah jungkiran (*toppling failure*) dengan persentase 21,41% yang menandakan kemungkinan terjadinya longsor.

c. Kinematika Keruntuhan Lokasi S-3

Hasil *contouring* secara stereografis mendapatkan pola diskontinuitas yang menunjukkan tipe keruntuhan jungkiran atau *toppling*. Tipe keruntuhan jungkiran dapat dibentuk dari orientasi diskontinuitas (α_j) yang berlawanan arah dengan orientasi muka lereng (α_s). Struktur bidang diskontinuitas pada lokasi ini membentuk kekar kolom yang akan mengguling jika terjadi keruntuhan. Muka lereng mengarah N225°E dengan kemiringan lereng 76° dan persentase kemungkinan longsor sebesar 3,06%.

d. Kinematika Keruntuhan Lokasi S-4

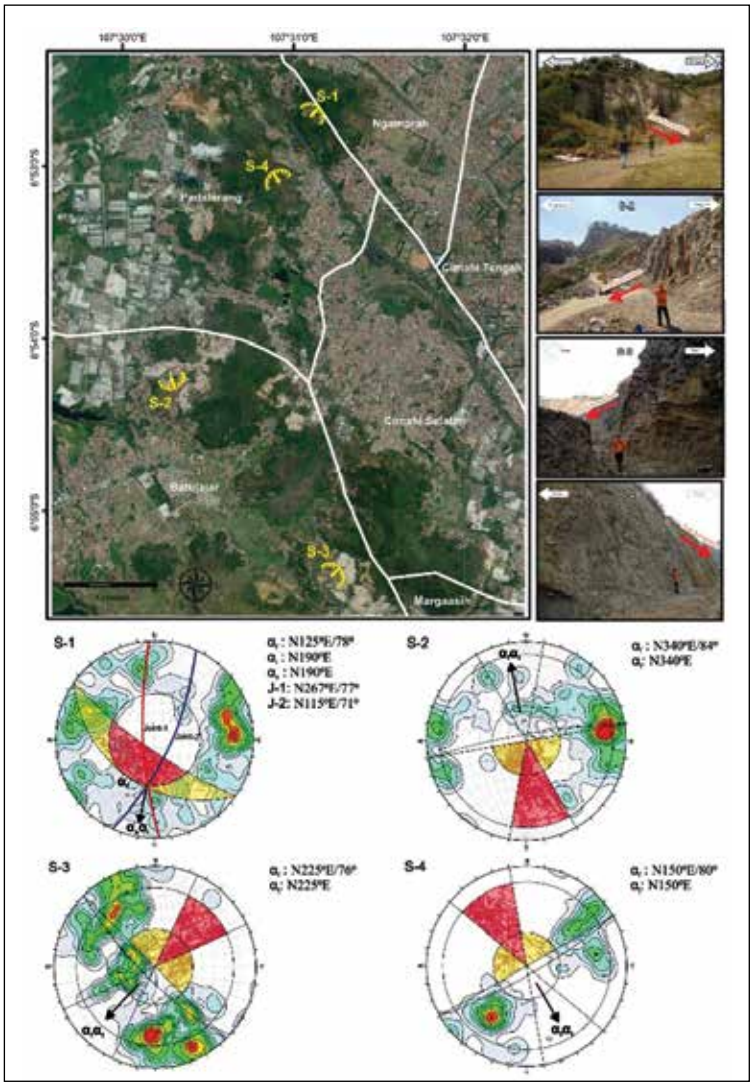
Lereng memiliki kemiringan 80° dengan muka lereng mengarah N150°E. Berdasarkan pada analisis data diskontinuitas menggunakan *software* Dips V.6, didapatkan pola orientasi diskontinuitas (α_j) yang berlawanan dengan arah muka lereng (α_s).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keruntuhan jungkiran umumnya terjadi pada massa batuan yang kemiringan diskontinuitasnya berlawanan arah dengan kemiringan lereng. Arah luncuran membentuk (α_t) N150°E dengan besar probabilitas 33,47% untuk tipe keruntuhan jungkiran.

4. Analisis Metode Ekskavasi

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi terjadinya longsor pada lereng batuan, yaitu mengurangi faktor gaya pendorong atau memperbesar gaya penahan pada lereng. Penulis menggunakan optimalisasi ekskavasi mengurangi massa lereng agar lereng menjadi stabil. Jenis ekskavasi menentukan cara pengambilan material batuan pada lereng.

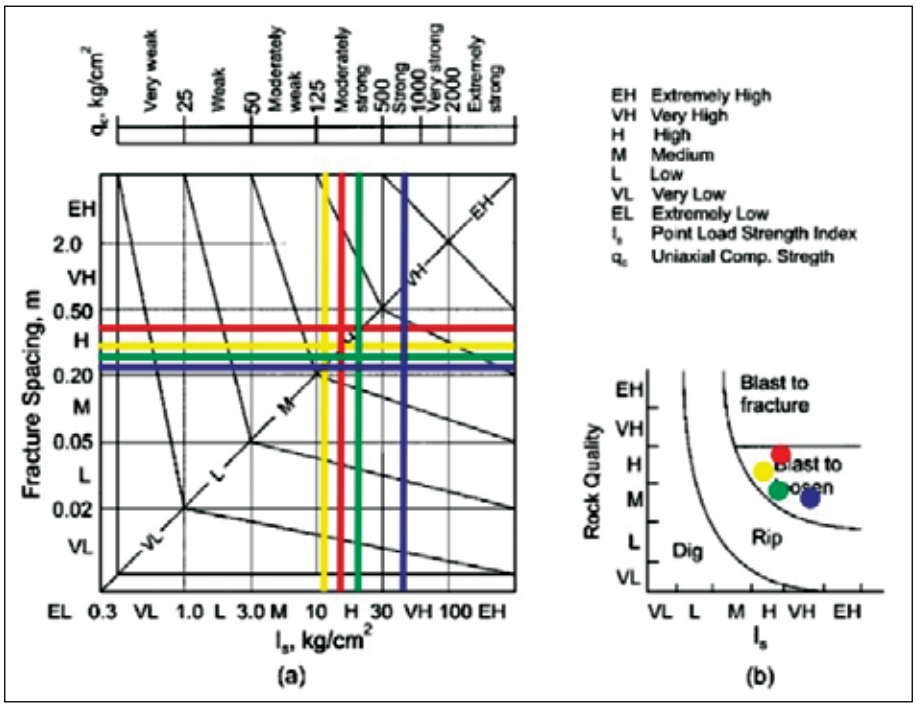


Gambar 5. Peta Lokasi Lereng dan Hasil Proyeksi Kinematika

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Untuk menentukan jenis ekskavasi, digunakan diagram dari Franklin dkk. (1972). Metode ekskavasi dapat ditentukan dengan menganalisis nilai dari *fracture spacing* dan *point load index* pada grafik *rock mass classification for excavation.* Nilai *fracture spacing* dan *point load index* didapat dengan melakukan penghitungan menggunakan persamaan Broch dan Franklin (1971)(dalam Alitalesh dkk., 2015)) (Gambar 6).

Berdasarkan pada analisis dari grafik *rock mass classification for excavation,* metode ekskavasi yang paling tepat untuk semua lereng adalah menggunakan jenis ekskavasi *blast to loosen.* Peledakan ini dilakukan karena batuan penyusun lereng memiliki sifat yang masif sehingga tidak dimungkinkan untuk pembongkaran menggunakan alat berat mekanis.



Gambar 6. Grafik *Rock Mass Classification for Excavation*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 6. Hasil Ekskavasi pada Setiap Lereng

Lokasi	UCS (Mpa)	qc (Kg/cm2)	Spasi Diskontinuitas (m)	Jenis Ekskavasi
S - 1	42	428	0.38	Blast to loosen
S- 2	46	468.9	0.32	Blast to loosen
S- 3	79	805,3	0.31	Blast to loosen
S- 4	32	326.19	0.37	Blast to loosen

E. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kondisi geologi pada daerah penelitian terbentuk oleh batuan vulkanis dan plutonik. Kondisi tersebut terbagi menjadi tiga litologi, yaitu intrusi andesit, breksi piroklastik, dan tuf.
2. Hasil dari kualitas massa batuan pada daerah penelitian berada pada kelas II yaitu baik.
3. Hasil dari analisis *slope mass rating* ditujukan untuk melihat kestabilan lereng. Pada lereng 1 menurut Romana (1989) masih termasuk lereng dengan kondisi baik dengan nilai 62,41. Lereng S-2 dan S-3 didapatkan keadaan kestabilan lereng normal. Perlu diwaspadai pada lereng 4 karena termasuk lereng yang tidak stabil dengan nilai 39,66 . Kondisi lereng ini paling rawan dan segera dibuat penguatan lereng.
4. Pada analisis kinematika, didapatkan *probability of failure* atau kemungkinan longsor pada setiap lereng. Lereng S-1 memiliki potensi tipe keruntuhan *wedge*. Potensi tipe keruntuhan *toppling* dapat terjadi pada lereng S-2, S-3, dan S-4.
5. Hasil optimalisasi besar sudut lereng untuk jenis ekskavasi yang dapat digunakan adalah *blast to loosen.* Hal ini mempertimbangkan jenis batuan yang cukup keras sehingga butuh peledakan dalam pengupasan lereng.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Teknik Geologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto dan Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung yang telah membantu dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepadaseluruh rekan yang membantu dalam pengambilan data lapangan sehingga karya ilmiah ini dapat terwujud.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Bieniawski Z. T. (1989). *Enginering Rock Masss Classifications*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons.

Franklin, J. A., Broch, E., & Walton, G. (1971). Logging the mechanical character of rock. *Proceeding of Institution of Mining and Metallurgy*.

Goodman, E. R. (1989). *Rock Mechanics,*. University of California.

Hoek, E. (2006). *Practical Rock Engineering*. Kanada: North Vancouver.

Hudson, J. A., & Harrison, J. P. (1997). *Rock Mechanics*. UK: Pergamon.

Singh, B., dan Goel, R, K. (2011). *Engineering Rock Mass Classification*. Elsevier 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA.

Silitonga, P. H., Sudjatmiko, Tjia, H. D., Djuri, Ludwig, Koolhoven, ... & Van Bemmelen. (1973). *Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa Barat, Skala 1: 100.000*. Bandung: Direktorat Geologi.

Soetoyo & Hadisantono, R. D. (1992). *Peta Geologi Gunung Api Tangkuban Perahu Atau Komplek Gunung Api Sunda, Jawa Barat*. Direktorat Vulkanologi.

Wyllie, D. C., & Mah, C. W. (1974). *Rock Slope Engineering.* New York: Spons Press, 431 pp.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI KARAKTERISTIK BATU LEMPUNG DI SETIAP DERAJAT PELAPUKAN PADA TANAH RESIDU WILAYAH CAGAR ALAM GEOLOGI KARANGSAMBUNG

Sueno Winduhutomo[1], Kristiawan Widiyanto[1], Mohammad Al Afif[1], Puguh D. Raharjo[1]

[1]Balai Informasi Konservasi Kebumian Karangsambung LIPI [1]
Pos-el: sueno.winduhutomo@lipi.go.id

ABSTRACT

Geological nature reserve territory Karangsambung a hilly area the rate of weathering very intensive. Land is a basic material very important in the field of construction, but not all good land use in the field of construction, because there are some basic soil types problematic both in terms of soil bearing capacity and in terms of reduction in soil. Field observations conducted to identify characteristics in any degree of weathering of rocks, then conducted soil sampling of every degree of weathering, the next soil sample laboratory test to determine the nature of the index, atterberg limits, grain size and strength of the soil. Based on the results of field observation unknown soil residues result of weathering of rocks Pre-Tertiary aged namely Fm.Melange having a thickness of 3–5 meters such as silt and clay stone, Fm.Karangsambung has a thickness of 2–7 meters in the form of fine sand, silt and clay. Soil residue the result of weathering of rocks the Tertiary is Fm.Waturanda has a thickness of 2–4 meters in the form of fine sand, Fm.Penosogan has a thickness of 4–7 meters in the form of silt and clay. From the results of laboratory tests percentage values obtained liquid limit, the percentage of plastic limit, the value of plasticity index, the percentage of clay particles and the value of different activities of every degree of weathering. From the graph of regression between the percentage of clay particles with the value of the activity, can be seen that sample testing of FMP and FPM accumulates at high levels expands, whereas testing on FML and FMW have a low level expands.

Keywords : *Weathering degree, Geological engineering, Clay characteristics*

ABSTRAK

Wilayah cagar alam geologi Karangsambung merupakan daerah perbukitan dengan tingkat pelapukan yang sangat intensif. Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dalam bidang konstruksi, tetapi tidak semua tanah baik digunakan dalam bidang konstruksi karena ada beberapa jenis tanah dasar yang bermasalah, baik dari segi daya dukung tanahnya maupun dari segi penurunan tanahnya. Observasi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik pada setiap derajat pelapukan batuan, kemudian dilakukan pengambilan contoh tanah dari setiap derajat pelapukannya, selanjutnya contoh tanah diuji di laboratorium guna mengetahui sifat indeks, batas *atterberg*, ukuran butir, dan kekuatan tanahnya. Berdasarkan pada hasil observasi lapangan, diketahui bahwa tanah residu hasil pelapukan batuan yang berumur pra-tersier, yaitu Formasi Melange, mempunyai ketebalan 3–5 meter berupa lanau dan batu lempung, sedangkan Formasi Karangsambung mempunyai ketebalan 2–7 meter berupa pasir halus, lanau, dan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lempung. Tanah residu hasil pelapukan batuan yang berumur tersier, yaitu Formasi Waturondo, mempunyai ketebalan 2–4 meter berupa pasir halus, sementara Formasi Penosogan mempunyai ketebalan 4–7 meter berupa lanau dan lempung. Dari hasil uji laboratorium, diperoleh nilai persentase batas cair, persentase batas plastis, nilai indeks plastisitas, persentase partikel lempung, dan nilai aktivitas yang berbeda dari setiap derajat pelapukannya. Dari grafik regresi linier antara persentase partikel lempung dan nilai aktivitas, dapat dilihat bahwa contoh pengujian FMK dan FMP terakumulasi pada tingkat mengembang tinggi, sedangkan pengujian pada FML dan FMW mempunyai tingkat mengembang rendah.

Kata kunci: Derajat Pelapukan, Geologi teknik, Karakteristik lempung.

A. PENDAHULUAN

Wilayah Cagar Alam Geologi Karangsambung merupakan daerah perbukitan dengan luas ±22.150 ha, yang meliputi tiga kabupaten, yaitu Kebumen, Banjarnegara, dan Wonosobo. Wilayah ini disusun oleh beragam litologi yang tersebar di beberapa tempat. Tingkat pelapukan pun sangat intensif, dapat disaksikan langsung ketebalan tanah residu di setiap singkapan batuannya. Populasi penduduk semakin meningkat dan makin banyak konstruksi yang dibangun di atas tanah residu. Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dalam bidang konstruksi, tetapi tidak semua jenis tanah baik digunakan dalam bidang konstruksi karena ada beberapa jenis tanah dasar yang bermasalah, baik dari segi daya dukung tanahnya maupun dari segi penurunan tanahnya.

Tanah lempung dan mineral lempung merupakan tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953). Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung pada umumnya memiliki sifat, salah satunya, kembang susut *(swelling potensial)*, dengan plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan sistem tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya di dalam struktur tanah. Tanah dengan jenis ini sering menimbulkan banyak masalah pada bangunan sipil, contohnya seperti jalan bergelombang, retaknya dinding bangunan, dan terangkatnya fondasi bangunan.

Terkait dengan persoalan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh perkembangan derajat pelapukan terhadap potensi sifat mengembang batu lempung di sekitar wilayah Cagar Alam Geologi Krangsambung. Data hasil analisis dapat digunakan sebagai data pendukung dalam bidang konstruksi di sekitar wilayah Cagar Alam Geologi Karangsambung.

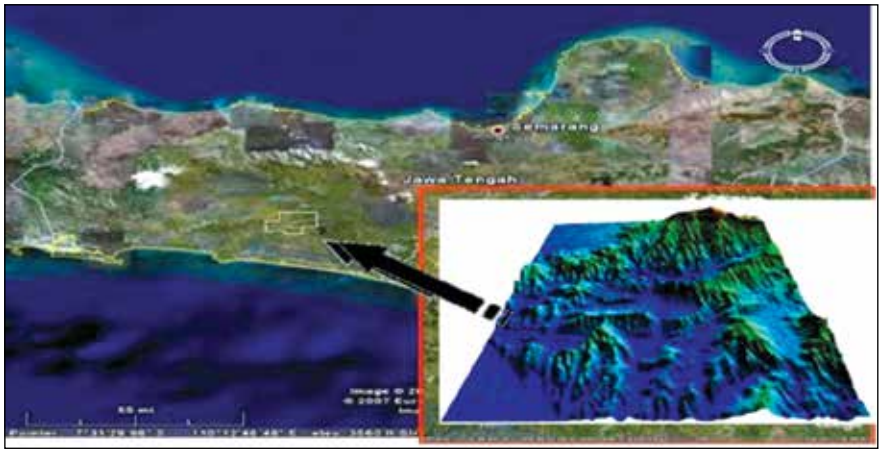
B. LOKASI PENELITIAN

Secara geografis kawasan geologi Karangsambung terletak pada koordinat 109033'00" sampai 109043'00" BT dan 7028' sampai 7038' LS. Daerah penelitian dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor ataupun mobil ±30 menit dari pusat kota Kebumen. Secara administrasi, Wilayah Cagar Alam Geologi Karangsambung

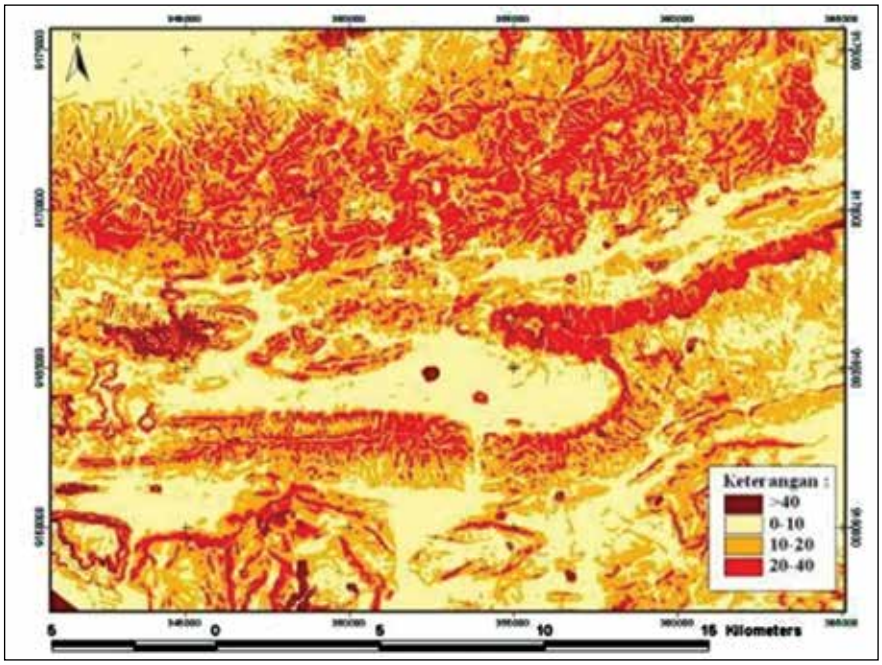
Buku ini tidak diperjualbelikan.

berbatasan langsung dengan Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, di sebelah utara; Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo, di sebelah timur; Kota Kebumen di sebelah selatan, serta Kecamatan Karanganyar di sebelah barat.

Daerah penelitian dilihat berdasarkan pada morfologinya terdiri atas perbukitan bergelombang dengan ketinggian ±425 mdpl yang memanjang ke arah barat-timur serta mempunyai kemiringan lereng yang terjal dan curam (Gambar 2). Pada daerah ini, terlihat juga adanya aliran Kali Luk Ulo dengan pola meander dan gosong-gosong serta lembah-lembah anak sungai Kali Luk Ulo.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng

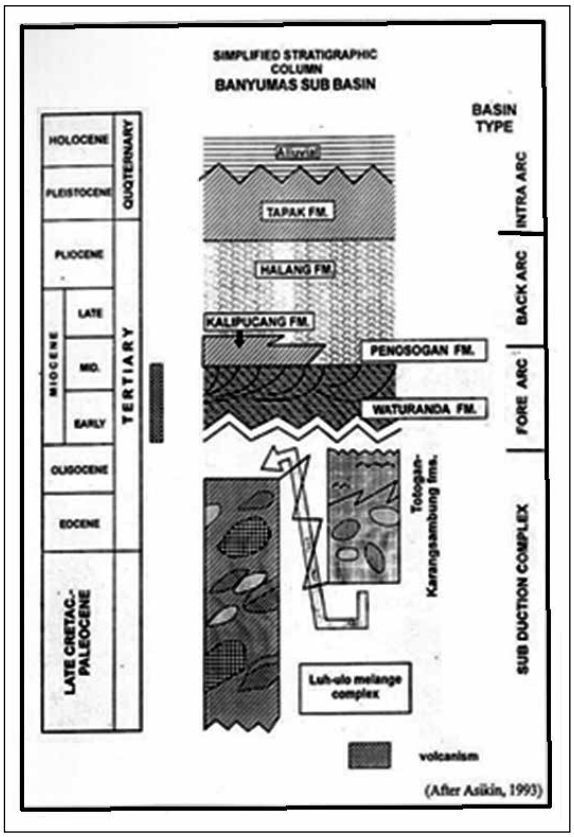
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Stratigrafi Daerah Karangsambung tersusun dari tua ke muda adalah sebagai berikut: Formasi Melange Luk Ulo, yang merupakan satuan batuan tertua di daerah ini, terdiri atas fragmen, di antaranya *native block* (bongkah selingkungan) dan *exotic block* (bongkah asing) yang berumur ± kapur atas hingga paleosen (±117 juta tahun yang lalu).

Formasi Karangsambung diendapkan secara tidak selaras di atasnya, dengan litologi berupa batu lempung serpihan yang berumur eosen tengah-eosen akhir (± 50 juta tahun yang lalu). Formasi Totogan mempunyai litologi terdiri atas batu lempung yang berumur oligosen-miosen awal (±35 juta tahun yang lalu).

Formasi Waturanda diendapkan secara selaras di atasnya, yang tersusun atas litologi perselingan antara breksi dan batu pasir vulkanis mempunyai umur miosen awal-miosen tengah (±20 juta tahun yang lalu).

Formasi Penosogan tersusun dari litologi atau batuan perselingan antara batu pasir vulkanis dan batu lempung vulkanis. Umumnya bersifat karbonatan karena merupakan hasil endapan sedimen laut yang diendapkan secara turbidit. Berumur miosen akhir (± 15 juta tahun yang lalu). Formasi ini diendapkan selaras di atas Formasi Waturanda (Gambar 3).



Gambar 3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. METODOLOGI

Penelitian ini meliputi penelitian lapangan dan pengujian laboratorium. Penelitian lapangan berupa pengambilan data primer, yaitu kajian fenomena perkembangan derajat pelapukan batuan singkapan batuan yang banyak tersebar di daerah penelitian. Setelah diketahui perkembangan derajat pelapukan, kemudian dilakukan pengambilan contoh tanah tak terganggu (*undistrubed*) yang dilakukan dengan metode *stratified random sampling* dari setiap derajat pelapukan setiap formasi, seperti FML (Formasi Melange), FMT (Formasi Totogan), FMK (Formasi Karangsambung), FMW (Formasi Waturondo), dan FMP (Formasi Penosogan) untuk bahan pengujian laboratorium.

Pengujian laboratorium *soil test* dimaksudkan untuk menentukan sifat fisik tanah yang meliputi data penyelidikan tanah. Kemudian, dari hasil nilai pengujian, tanah tersebut diklasifikasikan dalam kelompok tanah lempung berdasarkan pada klasifikasi AASHTO dan USC. Untuk lebih jelasnya lagi dalam menganalisis tingkat aktivitas karakteristik tanah lempung tersebut, kemudian dilakukan pengujian berdasarkan pada teori Skemton (1953) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Activity (A)} = \frac{PI}{C - 10}$$

Keterangan:
PI = Indeks Plastis
C = Persentase lempung lolos saringan 0,002 mm

Dari rumus tersebut kategori tanah terbagi dalam tiga golongan, yaitu :
A < 0,75 (tidak aktif), 0,75 < A < 1,25 (normal), A
> 1,25 (aktif)

Untuk tingkat pengembangan digunakan teori berdasarkan pada Seed, Wood Ward, dan Lundgren (1962) dengan membuat grafik hubungan antara nilai aktivitas dan persentase tanah lempung yang lolos saringan no. 200.

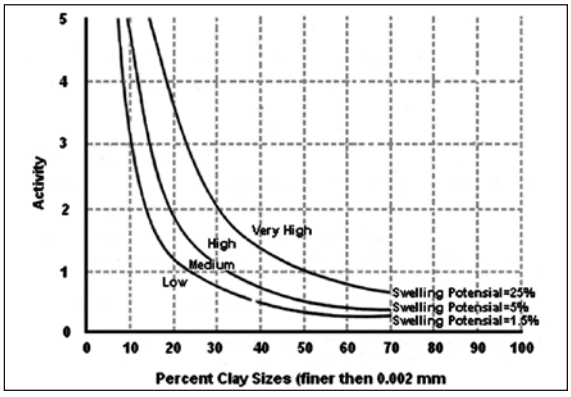


Foto: Seed dkk. (1962)

Gambar 4. Grafik Klasifikasi Potensi Mengembang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat pelapukan di setiap lokasi penelitian belum sempurna, hal ini dapat dilihat dalam Tabel 1 hasil uji laboratorium di bawah dengan nilai berat jenis rata-rata sekitar 2,7. Diperlihatkan juga dari hasil tes grafik 1 plastisitas Casagrande diperoleh tanah termasuk dalam jenis lanau plastisitas tinggi (MH), lanau pasiran (ML), lempung pasiran (SC), lempung plastisitas rendah (CL), dan pasir sangat halus (SW).

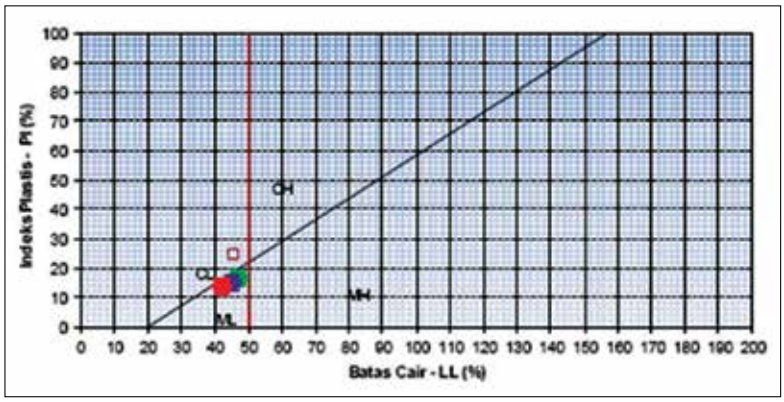
Adanya peningkatan nilai sifat indeks di setiap derajat pelapukan juga diperlihatkan pada Tabel 2 hasil uji laboratorium, di antaranya batas cair, batas plastis, indeks plastis, dan jumlah persentase partikel lempung.

Sementara dari Grafik 3 regresi linier antara persentase partikel lempung dan nilai aktivitas, dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa contoh pengujian sampel FMK dan FMP terakumulasi pada tingkat mengembang tinggi, sedangkan pengujian pada sampel FMT, FML dan FMW mempunyai tingkat mengembang rendah. Hal ini dapat dilihat langsung di lapangan bahwa bangunan infrastruktur yang berdiri di atas tanah residu FMK dan FMP banyak mengalami kerusakan.

Tabel 1.1 Nilai hasil Uji Laboratorium Formasi Melange (FML)

Kode Lokasi / No Sampel			FML 1	FML 2	FML 3
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			ML	ML	ML
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME					
Kadar Air	w	%	29,52	27,24	37,78
Berat Jenis	Gs		2.772	2.747	2.712
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm3	1.797	1.503	1.761
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm3	1.667	1.344	1.625
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm3	2.067	1.856	2.025
Porositas	n	%	39,76	50,98	40,12
Angka Pori	e		0,66	1,04	0,67
Derajat Kejenuhan	Sr	%	32,72	31,25	33,92
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK					
Batas Cair	LL	%	41,21	42,43	46,11
Batas Plastis	PL	%	26,58	27,09	27,62
Indeks Plastis	IP	%	14,63	15,37	18,49
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR					
Lempung	< 0,002 mm	%	7,00	10,00	14,00
Lanau	0,005-0,075 mm	%	20,00	33,00	27,00
Pasir Halus	0,075-0,420 mm	%	10,00	22,00	23,00
Pasir Sedang	0,420-2,000 mm	%	20,00	19,00	20,00
Pasir Kasar	2,000-4,750 mm	%	23,00	6,00	8,00
Kerikil	> 4,750 mm	%	20,00	10,00	8,00

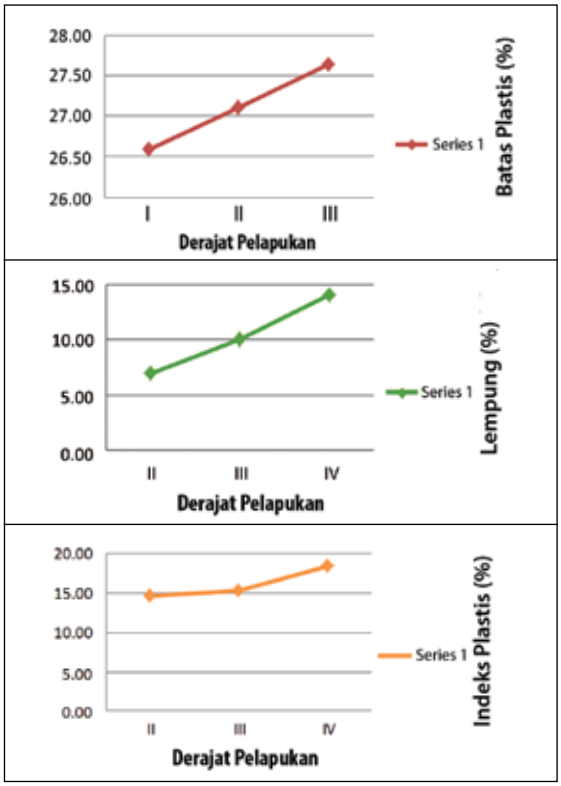
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Grafik 1.1 Plastisitas Casagrande

Tabel 2.1 Peningkatan Sifat Indeks

Derajat Pelapukan	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastis	Lempung
II	41.21	26.58	14.63	7.00
III	42.43	27.09	15.37	10.00
IV	46.11	27.62	18.49	14.00

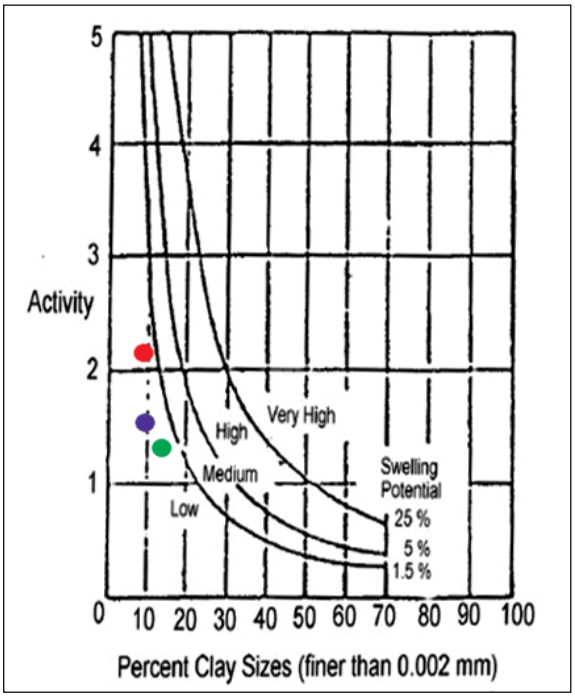


Grafik 2.1 Derajat Pelapukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.1 Nilai Keaktifan dan Pengembangan.

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
FML 1	14.63	7.00	2.09	Aktif	Rendah
FML 2	15.37	10.00	1.54	Aktif	Rendah
FML 3	18.49	14.00	1.32	Aktif	Rendah



Grafik 3.1 Regresi Linier

Buku ini tidak diperjualbelikan.

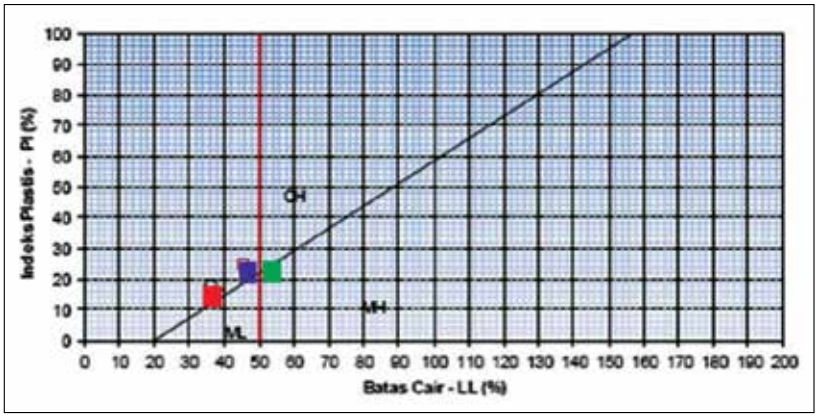
Tabel 1.2 Nilai hasil Uji Laboratorium Formasi Melange (FMT)

Kode Lokasi / No Sampel			FMT 1	FMT 2	FMT 3
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			**CL**	**CL**	**MH**
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME					
Kadar Air	w	%	18.71	32.7	34.49
Berat Jenis	Gs		2.778	2.743	2.692
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm3	1.791	1.846	1.778
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm3	1.538	1.726	1.525
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm3	1.982	2.096	1.961
Porositas	n	%	44.75	37.11	43.18
Angka Pori	e		0.81	0.59	0.76
Derajat Kejenuhan	Sr	%	16.43	32.4	58.73
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK					
Batas Cair	LL	%	38.68	48.13	52.68
Batas Plastis	PL	%	23.43	27.42	29.40
Indeks Plastis	IP	%	15.25	20.72	23.28
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR					
Lempung	< 0,002 mm	%	9.00	20.00	37.00
Lanau	0,005-0,075 mm	%	20.00	27.00	40.00
Pasir Halus	0,075-0,420 mm	%	11.00	28.00	13.00
Pasir Sedang	0,420-2,000 mm	%	24.00	15.00	6.00
Pasir Kasar	2,000-4,750 mm	%	26.00	4.00	2.00
Kerikil	> 4,750 mm	%	10.00	6.00	2.00

Tabel 2.2 Peningkatan Sifat Indeks

Derajat Pelapukan	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastis	Lempung
II	38.68	23.43	15.25	9.00
III	48.13	27.42	20.72	20.00
IV	52.68	29.40	23.28	37.00

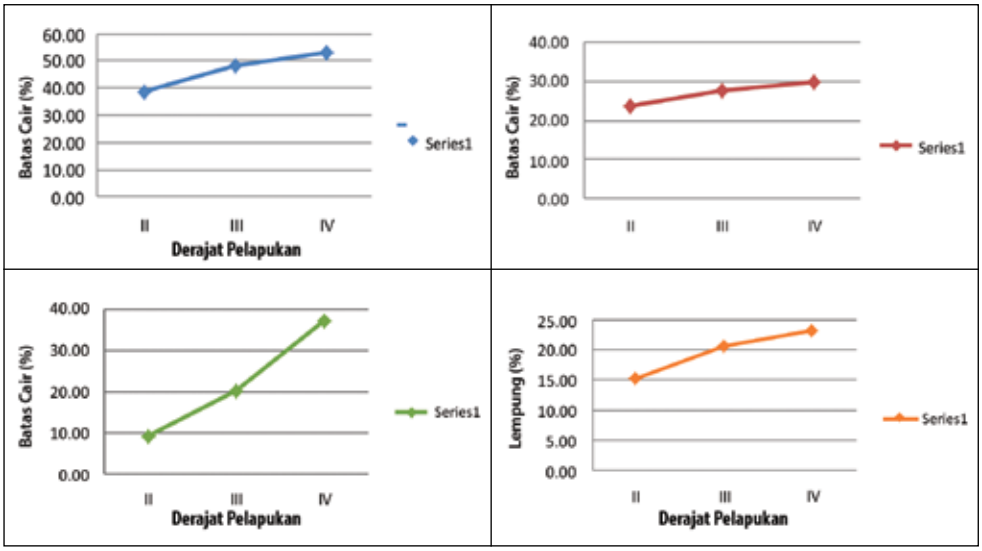
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Grafik 1.2 Plastisitas Casagrande

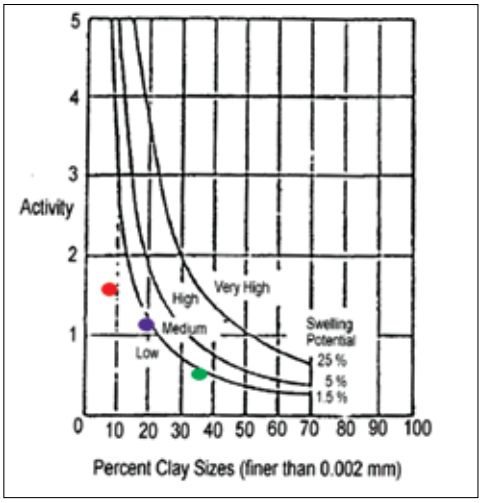
Tabel 3.2 Nilai Keaktifan dan Pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
FML 1	15,25	9,00	1,69	Aktif	Rendah
FML 2	20,72	20,00	1,04	Normal	Rendah
FML 3	23,28	37,00	0,63	Tidak Aktif	Rendah



Grafik 2.2 Derajat Pelapukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Grafik 3.2 Regresi Linier

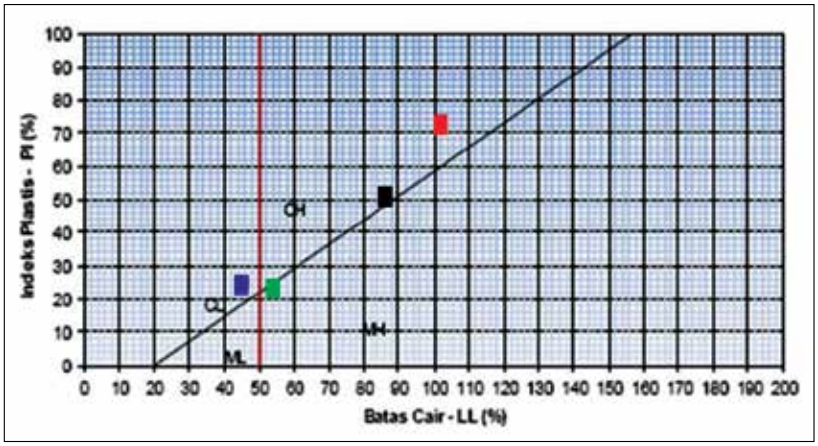
Tabel 1.3 Hasil Uji Laboratorium Formasi Karangsambung (FMK)

Kode Lokasi / No Sampel			FMK 1	FMK 2	FMK 3	FMK 4
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			**CH**	**CL**	**MH**	**CH**
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME						
Kadar Air	w	%	46.2	23.12	28.11	51.04
Berat Jenis	Gs		2.741	2.678	2.697	2.754
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm³	1.65	1.698	1.585	1.641
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm³	1.512	1.507	1.411	1.477
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm³	1.962	1.943	1.888	1.943
Porositas	n	%	44.75	43.82	47.64	46.24
Angka Pori	e		0.81	0.78	0.91	0.86
Derajat Kejenuhan	Sr	%	30.79	42.57	36.51	35.51
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK						
Batas Cair	LL	%	101.9	45.12	53.27	87.71
Batas Plastis	PL	%	29.98	20.22	29.41	35.86
Indeks Plastis	IP	%	72.93	24.90	23.86	51.85
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR						
Lempung	< 0,002 mm	%	71.00	17.00	28.00	54.00
Lanau	0,005–0,075 mm	%	16.00	32.00	45.00	39.00
Pasir Halus	0,075–0,420 mm	%	3.00	36.00	27.00	7.00
Pasir Sedang	0,420–2,000 mm	%	4.00	15.00	0.00	0.00
Pasir Kasar	2,000–4,750 mm	%	2.00	0.00	0.00	0.00
Kerikil	> 4,750 mm	%	4.00	0.00	0.00	0.00

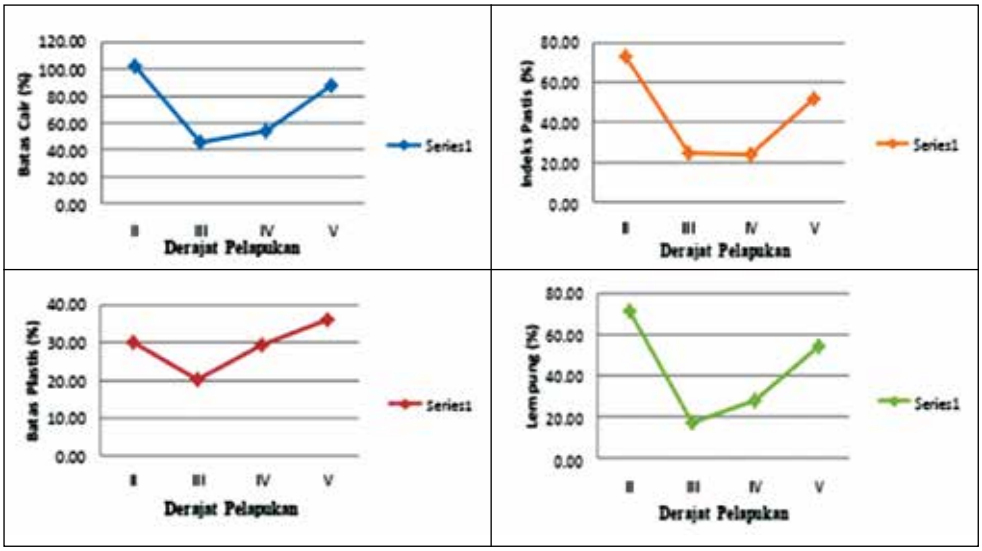
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2.3 Peningkatan Sifat Indeks

DP	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastis	Lempung
II	101.91	29.98	72.93	71.00
III	45.12	20.22	24.90	17.00
IV	53.27	29.41	23.86	28.00
V	87.71	35.86	51.85	54.00



Grafik 1.3 Plastisitas Casagrande

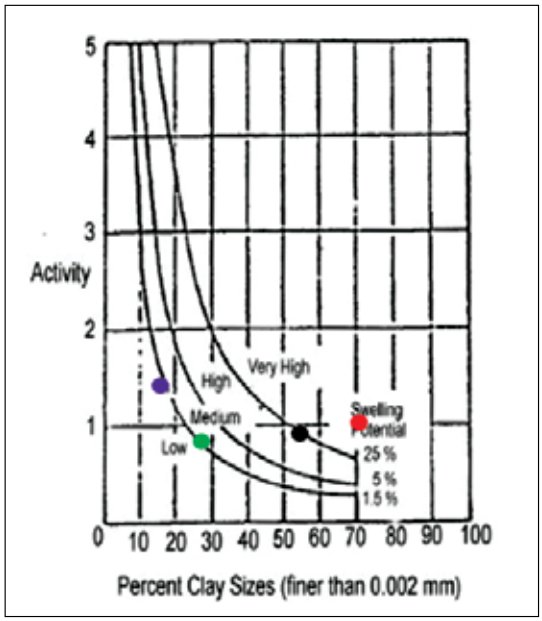


Grafik 2.3 Derajat pelapukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.3 Nilai Keaktifan dan Pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
FMK 1	72.93	71.00	1.03	Normal	Sangat Tinggi
FMK 2	24.90	17.00	1.46	Aktif	Rendah
FMK 3	23.86	28.00	0.85	Normal	Sedang
FMK 4	51.85	54.00	0.96	Normal	Tinggi



Grafik 3.3 Regresi Linier

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1.4 Hasil Uji Laboratorium Formasi Waturanda (FMW)

Kode Lokasi / No Sampel			FMW 1	FMW 2	FMW 3
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			**SC**	**SW**	**MH**
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME					
Kadar Air	w	%	17.04	37.78	42.84
Berat Jenis	Gs		2.809	2.712	2.7
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm^3	1.712	1.761	1.477
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm^3	1.463	1.625	1.034
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm^3	1.942	2.025	1.651
Porositas	n	%	47.93	40.12	61.72
Angka Pori	e		0.92	0.67	1.61
Derajat Kejenuhan	Sr	%	52.01	33.92	71.76
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK					
Batas Cair	LL	%	40.03	46.11	53.59
Batas Plastis	PL	%	22.87	27.62	30.37
Indeks Plastis	IP	%	17.16	18.49	23.22
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR					
Lempung	< 0,002 mm	%	10.70	13.30	34.00
Lanau	0,005–0,075 mm	%	22.80	25.20	40.30
Pasir Halus	0,075–0,420 mm	%	12.50	24.00	22.30
Pasir Sedang	0,420–2,000 mm	%	23.60	21.70	2.80
Pasir Kasar	2,000–4,750 mm	%	21.20	8.00	0.60
Kerikil	> 4,750 mm	%	9.20	7.80	0.00

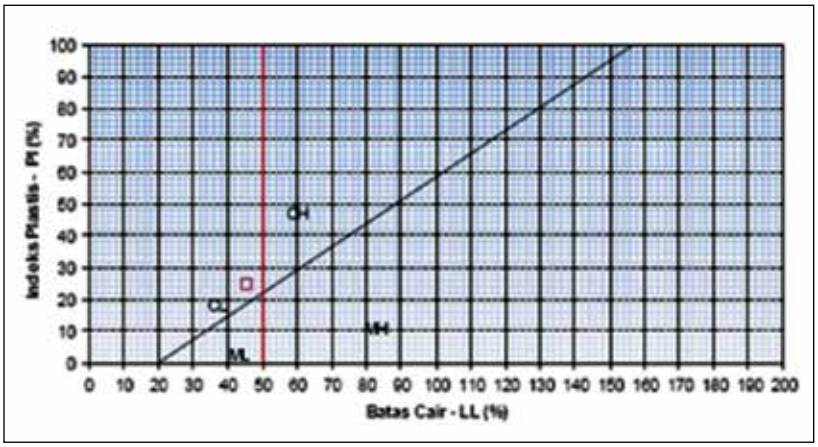
Tabel 2.4 Peningkatan Sifat Indeks

Derajat Pelapukan	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastis	Lempung
II	40,03	22,87	17,16	10,70
III	46,11	27,62	18,49	13,30
IV	53,59	30,37	23,22	34,00

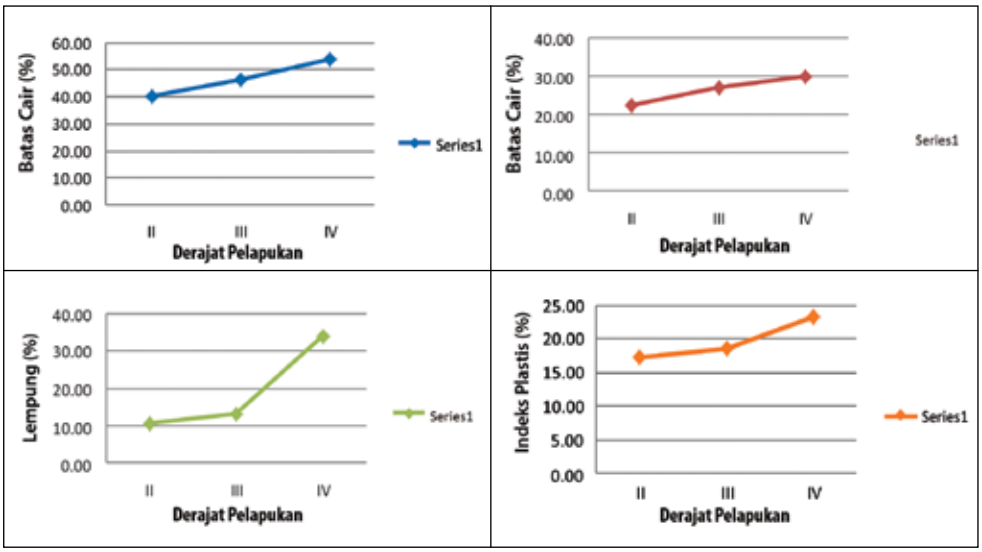
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3.4 Nilai Keaktifan dan Pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
FMW 1	17.16	10.70	1.60	Aktif	Rendah
FMW 2	18.49	13.30	1.39	Normal	Rendah
FMW 3	23.22	34.00	0.68	Tidak Aktif	Rendah

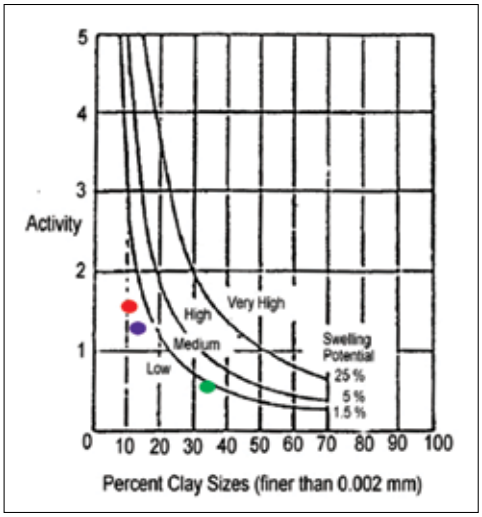


Grafik 1.4 Plastisitas Casagrande



Grafik 2.4 Derajat Pelapukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Grafik 3.4 Regresi Linier

Tabel 1.5 Hasil Uji Laboratorium Formasi Penosogan (FMP)

Kode Lokasi / No Sampel			FMP 1	FMP 2	FMP 3
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			ML	MH	CH
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME					
Kadar Air	w	%	38.45	26.19	41.23
Berat Jenis	Gs		2.726	2.586	2.717
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm3	1.452	1.543	1.263
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm3	1.049	1.223	0.894
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm3	1.664	1.75	1.565
Porositas	n	%	61.52	52.72	67.11
Angka Pori	e		1.6	1.12	2.04
Derajat Kejenuhan	Sr	%	65.56	60.73	54.91
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK					
Batas Cair	LL	%	43.22	55.81	72.81
Batas Plastis	PL	%	28.75	32.59	33.24
Indeks Plastis	IP	%	14.47	23.21	39.57
Kadar Organik	Oc	%	6.13	11.42	13.65
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR					
Lempung	< 0,002 mm	%	18.00	38.20	40.00
Lanau	0,005–0,075 mm	%	45.20	36.00	40.00
Pasir Halus	0,075–0,420 mm	%	18.80	7.40	16.00
Pasir Sedang	0,420–2,000 mm	%	12.90	7.50	4.00
Pasir Kasar	2,000–4,750 mm	%	5.10	7.80	0.00
Kerikil	> 4,750 mm	%	0.00	3.10	0.00

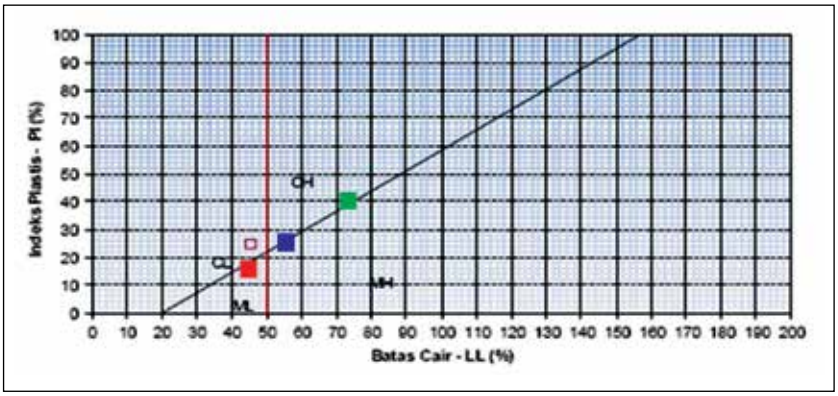
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2.5 Peningkatan Sifat Indeks

Derajat Pelapukan	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastis	Lempung
II	43.22	28.75	14.47	18.00
III	55.81	32.59	23.21	38.20
IV	72.81	33.24	39.57	40.00

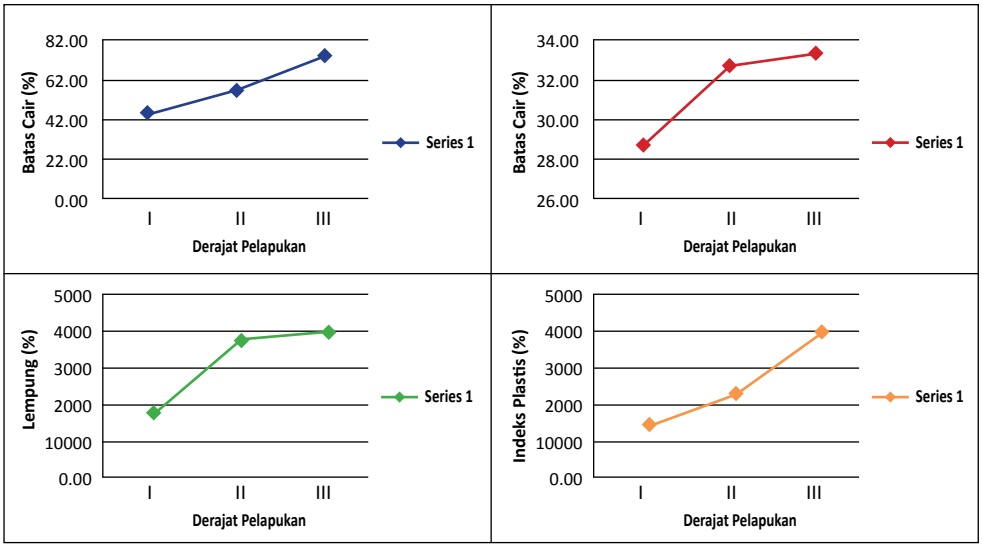
Tabel 3.5 Nilai Keaktifan dan Pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
FMP 1	14.47	18.00	0.80	Normal	Rendah
FMP 2	23.21	38.20	0.61	Tidak Aktif	Rendah
FMP 3	39.57	40.00	0.99	Normal	Tinggi

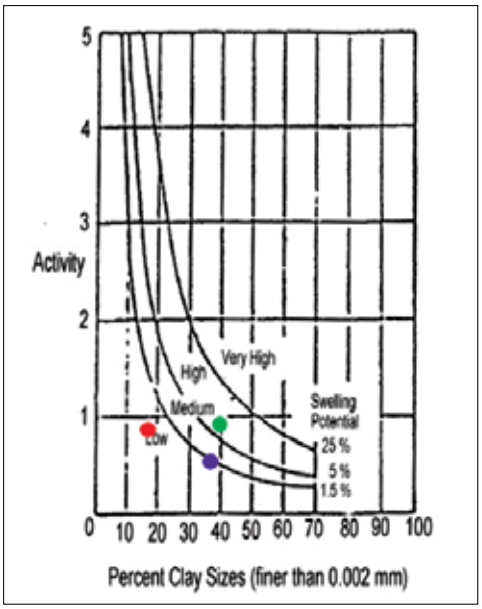


Grafik 1.5 Plastisitas Casagrande

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Grafik 2.5 Derajat Pelapukan



Grafik 3.5 Regresi Linier

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KESIMPULAN

Karakteristik batu lempung di setiap derajat pelapukan tanah di wilayah Cagar Alam Geologi Karangsambung diperlihatkan dengan adanya peningkatan nilai dalam keragaman sifat indeksnya.

Karakteristik derajat pelapukan tanah juga sangat berpengaruh terhadap jenis dan potensi pengembangannya. Makin tinggi derajat pelapukan makin tinggi pula nilai jenis tanah dan sifat mengembangnya.

DAFTAR ACUAN

Asikin, S. (1992). *Diktat Geologi Struktur Indonesia*. Lab Geologi Dinamis Institut Teknologi Bandung, Bandung.

ASTM International. (2004). ASTM D 3441- 98 *Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil*: ASTM Book of Standards v. 04.08.

Bowles, J. E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. (Hainim Johan K., Trans.). Jakarta: Erlangga.

Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. (N. Endah M. & I. B. M. Surya, Trans.). Jakarta: Erlangga.

Grim, R. E. (1953). *Clay Mineralogi*. New York: McGraw Hill.

Prasetyadi, C., Suparka, E. R., Harsolumakso, A. H., & Sapiie, B. (2006). An overview of Paleogene stratigraphy of the Karangsambung area, Central Java: Discovery of a new type of Eocene rock. *Proceedings Jakarta 2006 International Geoscience Conference and Exhibition.* Jakarta.

Sadisun, I. A., Rochaddi, B., & Abidin D. Z. .(1998). Pengaruh Perubahan Derajat Pelapukan Batuan terhadap Beberapa Karakter Perubahan Sifat Keteknikan Batuan; Sebuah Studi Kasus pada Batu Lempung Formasi Subang. *Prosiding Seminar Geoteknik di Indonesia Menjelang Milenium ke-3, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung,* IV.33–IV.40.

Seed, H. B., Wood Ward, R.J., & Lundgren, R. (1962). Prediction of Swelling Potensial for Compacted Clay. *Jurnal of The Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineering*, *88*(4), 107–131.

Skempton. (1953). The Colloidal Activity of Clays. *Procceding 3 th International Conference of Soil mecanic and Fondation Engineering, London, 1,* 57–61.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOTEKNIK PENYEBAB AMBLESAN TANAH PADA WILAYAH TAMBANG PEMECAH BATU DI KECAMATAN SADANG

Sueno Winduhutomo[1], Kristiawan Widiyanto[1], Mohammad Al Afif[1], Puguh D Raharjo[1]

[1]Balai Informasi Konservasi Kebumian LIPI
Pos-el*: sueno.winduhutomo@lipi.go.id*

ABSTRACT

The land decrease have happened a few centimeters around the stone-breaker mining areas in sadang. According by the residents, the land decrease have happened in the rain, caused by the accumulation of stone fragments, the stone crusher and the heavy vehicles passing through this area. Sadang Sub-district has plan to replace this location to function as the Koramil building. Geotechnical tests is need to be done at the location of observation to knowing the cause of the occurrence of subsidence and knowing the handling process, so it is not disturbing the stability of building position during the development process. From the results of laboratory tests obtained the weight value of soil contents γ = 1,021 t/m^3, cohesi 0,027 t/m^2 and the shear angle in 31^o. The allowable carrying shallow soil capacity (q_a) to support the weight of the building with the quadrilateral type foundation will be planted at a depth (D) of 2 meters and the foundation width (B) of 1 meter namely: 19,864 T/m^2. The land decrease and crack at the location of observation, it is not because the low of carrying soil capacity but the lack of compaction. To increase the safety factor, it is advisable to make drainage so the water does not go directly into the location of the observation.

Keywords: *Land subsidence, Carrying capacity, Geotechnical, Land conversion*

ABSTRAK

Telah terjadi penurunan tanah beberapa sentimeter di sekitar tambang pemecah batu di wilayah Sadang, Kabupaten Kebumen. Menurut warga sekitar, penurunan tanah terjadi pada saat hujan, disebabkan oleh menumpuknya material pecahan batu, adanya alat *stone crusher* dan seringnya kendaraan berat melewati daerah tersebut. Rencananya, Kecamatan Sadang akan dialihfungsikan menjadi bangunan Koramil. Perlu dilakukan uji geoteknik di lokasi pengamatan dengan harapan mengetahui penyebab terjadi ambles serta mengetahui proses penanggulangannya, agar tidak mengganggu kestabilan kedudukan bangunan pada saat proses pembangunan. Dari hasil uji laboratorium diperoleh nilai berat isi tanah γ = 1,021 t/m^3, kohesi 0,027 t/m^{2,} dan sudut geser dalam 31°. Daya dukung tanah dangkal yang diizinkan (q_a) untuk menopang bobot bangunan dengan fondasi tipe segi empat akan ditanam pada kedalaman (D) 2 meter dan lebar fondasi (B) 50 meter, yaitu 67,156 T/m^2. Penurunan dan keretakan pada tanah di lokasi pengamatan terjadi bukan karena daya dukung tanah yang rendah, melainkan kurangnya proses pemadatan. Untuk meningkatkan faktor keamanan, diimbau untuk membuat drainase agar air tidak langsung masuk ke titik lokasi pengamatan.

Kata Kunci : Amblesan tanah, Daya dukung, Geoteknik, Konversi lahan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Konversi lahan terus terjadi dan bertambah dari tahun ke tahun. Kian bertambahnya konversi lahan ke penggunaan lain merupakan permasalahan yang cukup serius. Konversi lahan pada dasarnya tidak dapat dihindari dalam pelaksanaan pembangunan, tetapi perlu dikendalikan. Perwujudan konversi lahan dalam penggunaan dan pemanfaatan tanah agar optimal harus menyesuaikan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah dan tata guna tanah, maka untuk kesesuaian kebutuhan akan tanah telah dikeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah dan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Tanah merupakan suatu pendukung sebuah bangunan yang berfungsi sebagai penahan beban konstruksi di atasnya. Semua konstruksi bangunan sipil akan ditopang oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, jalan, dan berbagai bangunan air, seperti bendungan dan saluran-saluran irigasi. Ada beberapa jenis tanah yang memiliki sifat-sifat tidak layak untuk didirikan sebuah konstruksi, yaitu yang mempunyai daya dukung rendah, kekuatan geser rendah, dan kembang susut tanah yang besar. Tanah didefinisikan sebagai akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Di antara partikel-partikel tanah, terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air dan/atau udara. Ikatan yang lemah di antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang senyawanya di antara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik (Craig,1984). Tidak sedikit beberapa pembangunan di Indonesia dihadapi dengan tanah yang memiliki daya dukung rendah.

Konversi lahan dilakukan oleh Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen. Alih fungsi lahan di Kecamatan Sadang tidak dapat dihindari di tengah peningkatan pembangunan kawasan wisata yang sedang berkembang sebagai penunjang pariwisata. Selain itu, diperlukan pembangunan dalam pertahanan keamanan di wilayah tersebut. Konversi lahan yang dilakukan ialah mengubah alih fungsi wilayah pemecah batuan menjadi bangunan koramil. Permasalahan utamanya ialah di wilayah tersebut terjadi penurunan tanah beberapa sentimeter. Menurut warga sekitar, penurunan tanah terjadi pada saat hujan, disebabkan oleh menumpuknya material pecahan batu, adanya alat *stone crusher* dan seringnya kendaraan berat yang melewati daerah tersebut.

Penyelidikan tanah perlu dilakukan di wilayah tersebut, karena dapat digunakan sebagai dasar dalam merencanakan suatu pembangunan agar bangunan tersebut stabil, aman, dan ekonomis. Tujuan penyelidikan tanah antara lain menentukan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah, menentukan daya dukung tanah, menentukan faktor penyebab penurunan tanah, dan menentukan tipe fondasi yang akan digunakan sesuai dengan daya dukung tanah.

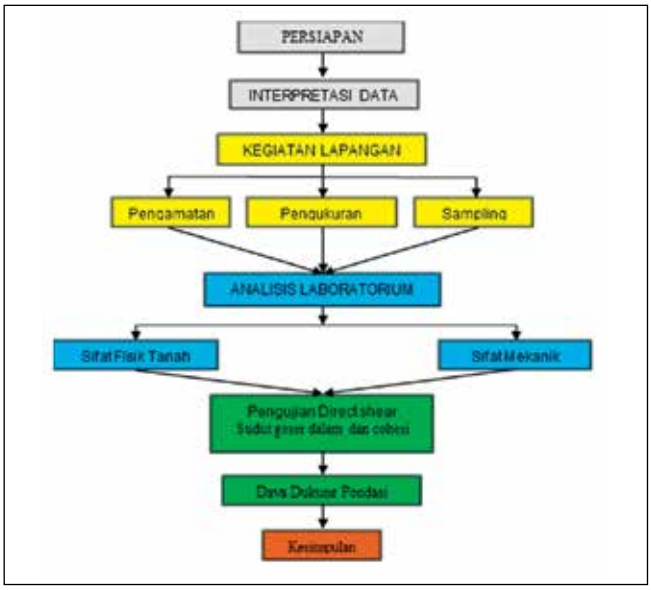
Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE PENELITIAN

Metode selama melakukan penelitian menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan lapangan dan pendekatan laboratorium, yang keduanya tersebut merupakan metode survei, yaitu pengamatan, pengukuran, pencatatan di lapangan, dan pengujian laboratorium. Proses penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

a. Tahapan persiapan
   - Studi pustaka yang berhubungan dengan tema penelitian.
   - Pengumpulan data literatur, seperti laporan, makalah, ataupun publikasi buku-buku yang berkaitan dengan daerah penelitian.
   - Melakukan orientasi medan dengan citra satelit. Tahap ini, selain mempersingkat waktu, bermanfaat untuk memperoleh gambaran umum di lapangan tentang daerah penelitian guna memudahkan peneliti sebelum terjun langsung dalam pengambilan data serta memudahkan penelitian dalam pengambilan data selanjutnya.
   - Interpretasi peta dasar, yaitu peta geologi, peta topografi, peta penggunaan lahan, peta bentuk lahan, dan peta kelas kemiringan lereng untuk menentukan penyusunan peta satuan lahan.

b. Kegiatan lapangan
   - Tahap pelaksanaan lapangan ini merupakan langkah kerja pengambilan data lapangan yang merupakan data primer pada lokasi penelitian sebagai data utama guna menunjang dan melengkapi data yang sudah ada. Kegiatan yang dilakukan di lapangan meliputi:



Gambar 1. Tahap Pelaksanaan Lapangan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Pengamatan

  Melakukan pencatatan kondisi sebenarnya di lapangan seperti titik koordinat daerah telitian, kondisi geologi, morfologi, dan penggunaan lahan.
- Pengukuran

  Melakukan pencatatan dimensi, seperti luas wilayah telitian, kemiringan lereng, luas penurunan tanah, dan tinggi penurunan tanah.
- Sampling

  Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara random (acak). Sampel diambil dari tiga titik di wilayah telitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara boring sebagai dasar pengujian laboratorium. Maksud percobaan *hand boring* untuk mengetahui profil dan karakteristik lapisan tanah dan muka air tanah.

c. Hasil dari pengambilan sampel kemudian diuji di laboratorium untuk dapat memberikan alternatif solusi terhadap permasalahan yang sering terjadi di lokasi penelitian. Analisis sifat fisik dan keteknikan tanah dilakukan guna menunjang analisis geologi teknik dengan menggunakan standar *American Society for Testing and Materials* (ASTM) (Anonim a, 1998), yang meliputi: *"basical properties", "index properties"*, dan *"engineering properties"*.
   - Uji Sifat Fisik Tanah terdiri atas kadar air (w), berat jenis (G), berat isi (γ), permeabilitas (k), dan batas-batas *Atterberg* yang terdiri atas batas cair, batas plastis, dan indeks plastis.
   - Uji Sifat Mekanik Tanah hasil dari pengujian *Direct Shear* yang terdiri atas kohesi (c) dan sudut geser dalam (γ).

d. Daya dukung tanah fondasi dangkal dilakukan dengan metode Terzaghi. Terzaghi (1943) menganalisis daya dukung tanah dengan anggapan fondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar lebar B dan terletak di atas tanah homogen.

$$qult = c\,Nc + Df\,\gamma\,Nq + 0{,}5\,\gamma\,B\,N\gamma \qquad (1)$$

dengan:

qult = daya dukung ultimit/batas

c = kohesi

Df = kedalaman fondasi

B= lebar fondasi

Γ= berat volume tanah

Nc,Nq,Nγ = faktor daya dukung tanah

Untuk fondasi berbentuk bujur sangkar dan lingkaran, persamaan daya dukung batas yang disarankan oleh Terzaghi adalah sebagai berikut:

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Fondasi bujur sangkar:

$$qult = 1{,}3\ c\ Nc + Df\ \gamma\ Nq + 0{,}4\ \gamma\ B\ N\gamma \quad (2)$$

- Fondasi lingkaran:

$$qult = 1{,}3\ c\ Nc + Df\ \gamma\ Nq + 0{,}3\ \gamma\ B\ N\gamma \quad (3)$$

Persamaan di atas digunakan dengan anggapan bahwa jenis keruntuhan tanah di bawah fondasi adalah keruntuhan geser umum (*general shear failure*).

Pengaruh muka air tanah terhadap daya dukung tanah:

Tabel 1. Nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi

ϕ	Keruntuhan Geser Umum		
	N_c	N_q	N_y
0	5.,7	1	0
5	7.,3	1.,6	0.,5
10	9.,6	2.,7	1.,2
15	12.,9	4.,4	2.,5
20	17.,7	7.,4	5
25	25.,1	12.,7	9.,7
30	37.,2	22.,5	19.,7
34	52.,6	36.,5	35
35	57.,8	41.,4	42.,4
40	95.,7	81.,3	100.,4
45	172.,3	173.,3	297.,5
48	258.,3	287.,9	780.,1
50	347.,6	415.,1	1153.,2

Sumber: I W. Redana (2010)

1. Jika muka air tanah sangat dalam jika dibandingkan lebar fondasi (z >B), maka:

$$qult = c\ Nc + Df\ \gamma b\ Nq + 0{,}5\ \gamma b\ B\ N\gamma \quad (4)$$

2. Jika muka air tanah terletak di atas atau sama dengan dasar fondasinya, maka:

$$qult = c\ Nc + [\gamma''\ (Df - dw) + \gamma b\ dw]\ Nq + 0{,}5\gamma''\ B\ N\gamma \quad (5)$$

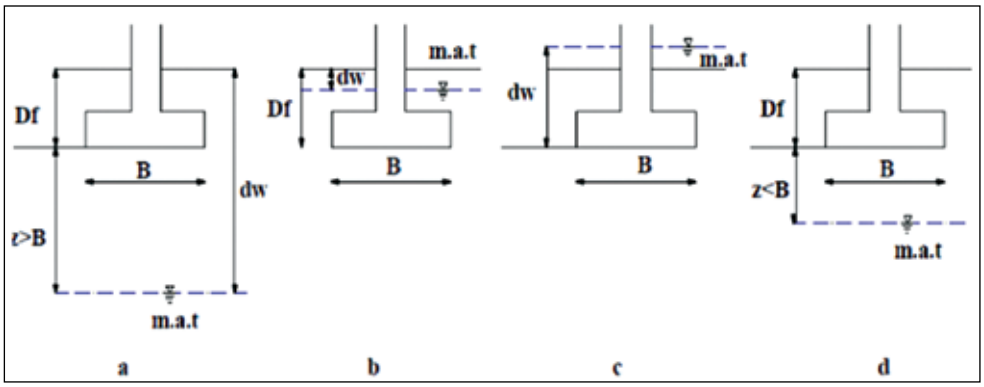
3. Jika muka air tanah di permukaan (dw=0)

$$qult = c\ Nc + Df\ \gamma''\ Nq + 0{,}5\ \gamma''\ B\ N\gamma \quad (6)$$

4. Jika muka air tanahnya terletak pada kedalaman z dari bawah dasar fondasi (z < B),

$$qult = c\ Nc + Df\ \gamma b\ Nq + 0{,}5\ \gamma r\ B\ N\gamma \quad (7)$$

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Pengaruh Muka Air Tanah Pada Daya Dukung

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keairan merupakan faktor penting lain yang dapat memicu terjadinya konsolidasi. Sebagian air permukaan yang berasal dari curah hujan akan meresap ke dalam tanah/batuan melalui pori-pori tanah atau retakan-retakan yang terdapat pada tanah atau batuan dan sebagian lagi akan mengalir di atas permukaan tanah. Hal ini akan menyebabkan perubahan terhadap sifat fisik tanah, yaitu menurunnya harga kohesi tanah, berkurangnya kuat geser tanah, dan bertambahnya bobot massa tanah.

Berdasarkan pada hasil pengujian laboratorium dari sampel tanah, diperoleh hasil nilai seperti yang terlihat pada tabel di atas. Jika kita lihat nilai kadar air sampel uji nomor 1 mempunyai kadar air yang tinggi, sedangkan sampel uji nomor 2 dan 3 sedang. Tanah jenuh akan air menyebabkan derajat kejenuhan dan tekanan air pori meningkat.

Berdasarkan pada nilai distribusi ukuran butir tingkat pelapukan tanah menengah, dilihat dari butiran yang lolos saringan 200 (<0,0075 mm) menunjukkan angka ± 50%, ukuran lempung ± 15% lainnya merupakan lanau dan pasir halus. Menurut sistem klasifikasi Unified (Hardiyatmo, 2010), tanah ini termasuk sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) karena tanah ini lolos ayakan saringan no. 200 lebih dari 50%. Sementara klasifikasi AASTHO (Hardiyatmo, 2010) menyebutkan bahwa tanah ini termasuk tanah berbutir halus (lanau/lempung) karena, dari hasil pengujian, tanah ini lolos saringan no. 200 lebih dari 35%.

Selain itu, didukung dengan hasil uji berat jenis, diperoleh nilai berat jenis dari sampel uji 2 dan 3 ± 2,65 kemungkinan tanah masih berbutir kasar, sedangkan sampel uji 1 tanah berbutir halus.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan pada perhitungan dan ploting data dengan menggunakan klasifikasi Skemton (1953) dan Seed (1962) dalam menentukan tingkat keaktifan dan potensi pengembangannya, diperoleh hasil bahwa tanah di sepanjang jalan wilayah konservasi merupakan tanah dengan tingkatan normal dan tidak aktif dan potensi pengembangan sedang-rendah.

Berdasarkan pada sifat-sifat teknik pada Tabel 3, hasil pengujian *direct shear* didapatkan kohesi (c) sebesar 0.271 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (θ) adalah 30,96°sehingga diperoleh daya dukung tanah ultimit fondasi dangkal bentuk bujur sangkar, yaitu

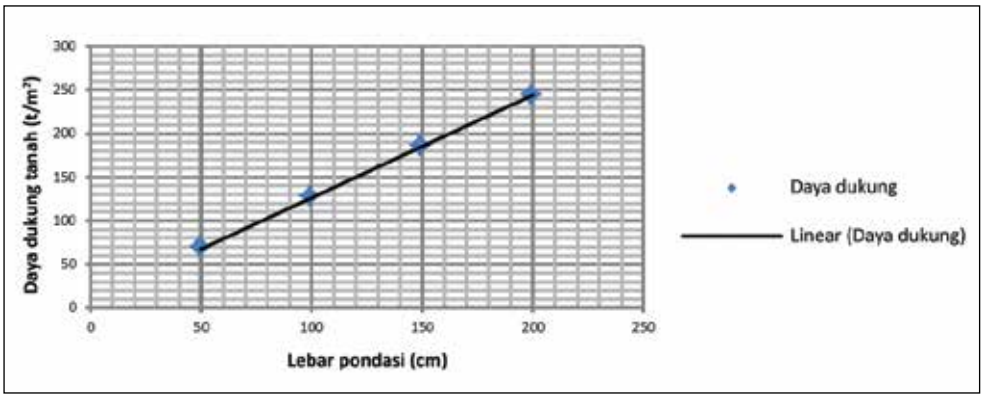
Qult

$= 1{,}3\ c\ Nc + Df\ \gamma\ Nq + 0{,}4\ \gamma\ B\ N\gamma$

$= 1{,}3 \times 0{,}027 \times 37{,}2 + 2 \times 0{,}15 \times 22{,}5 + 0{,}4 \times 0{,}15 \times 50 \times 19{,}7$

$= 1{,}306 + 6{,}75 + 59{,}1$

$= 67,\ 156\ T/m^2$



Gambar 3. Grafik hubungan lebar fondasi dengan daya dukung tanah

Berdasarkan pada Gambar 3 di atas, terlihat bahwa daya dukung tanah ultimit fondasi dangkal metode Terzaghi makin bertambah seiring dengan bertambahnya lebar fondasi. Pada lebar fondasi 50 cm, diperoleh daya dukung ultimit sebesar 67.156 ton/m^2. Kemudian, pada lebar fondasi 100 cm, maka daya dukung tanah ultimit makin bertambah hingga 126.256 ton/m^2. Sementara itu, pada lebar fondasi 150 cm, daya dukung tanah ultimit makin bertambah lagi sebesar 185.356 ton/m^{2}dan lebar fondasi 200 cm, maka daya dukung tanah ultimit fondasi dangkal paling tertinggi sebesar 244.456 ton/m^2.

Dari hasil uji batas Atterberg dengan menggunakan grafik plastisitas *Casagrande,* diperoleh tanah termasuk Jenis lanau plastisitas tinggi (MH) dan lanau pasiran (ML).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Hasil Uji Sifat Fisik

Kode Lokasi / No Sampel			1	2	3
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			MH	ML	ML
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME					
Kadar Air	w	%	75,7	46,44	35,58
Berat Jenis	Gs		2,62	2,71	2,66
Berat Isi Asli	ϒ	g/cm3	1,543	1,49	1,64
Berat Isi Kering	ϒd	g/cm3	0,878	1,021	1,211
Berat Isi Jenuh	ϒsat	g/cm3	1,543	1,645	1,755
Porositas	n	%	66,49	62,37	54,41
Angka Pori	e		1,98	1,66	1,19
Derajat Kejenuhan	Sr	%	99,96	76,01	79,21
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK					
Batas Cair	LL	%	70,93	41,35	43,24
Batas Plastis	PL	%	42,54	27,36	33,81
Indeks Plastis	IP	%	28,39	13,99	9,43
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR					
Lempung	< 0,002 mm	%	2,80		
	< 0,005 mm	%	31,00	18,85	15,87
Lanau	0,005–0,075 mm	%	41,14	39,93	33,79
Pasir Halus	0,075–0,420 mm	%	18,10	27,22	24,70
Pasir Sedang	0,420–2,000 mm	%	6,96	14,00	25,64
Pasir Kasar	2,000–4,750 mm	%	0,00	0,00	0,00
Kerikil	> 4,750 mm	%	0,00	0,00	0,00

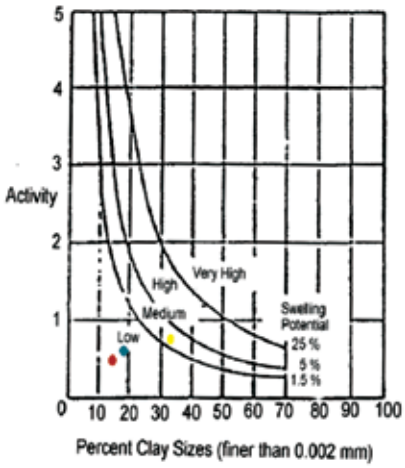
Tabel 3. Hasil Uji Sifat Teknik

No Sampel	1	2	3
C (kg/cm^2)	0,286	0,271	0,092
Ø (..0)	24,54	30,96	32,35

Catatan :

CH = Lempung Plastisitas Tinggi
MH = Lanau Plastisitas Tinggi
CL = Lempung Pasiran
ML = Lanau Pasiran
SP = Pasir Bergradasi Buruk
SM = Pasir Lanauan
SW = Pasir Bergradasi Baik
SC = Pasir Lempungan
GP = Pasir Bergradasi Buruk
GW = Pasir Kerikilan
GC = Kerikil Lempungan
GM = Kerikil Lanauan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Klasifikasi aktivitas lempung

Nilai	Aktivitas
< 0,75	Tidak aktif
0,75 - 1,25	Normal
> 1,25	Aktif

Sumber : Skempton (1953)

Tabel 4. Hasil Uji Sifat Aktif dan Pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
1	28,39	33,80	0,84	Normal	Sedang
2	13,99	18,85	0,74	Tidak Aktif	Rendah
3	9,43	15,87	0,59	Tidak Aktif	Rendah

E. KESIMPULAN

Penurunan dan keretakan serta kemiringan pada tanah di lokasi pengamatan terjadi bukan karena daya dukung tanah yang rendah, melainkan akibat kesalahan pada teknis pelaksanaan, yakni tanah uruk yang dihampar di atas permukaan lereng tanah tegalan tidak dipadatkan dan langsung digunakan untuk penempatan fondasi. Hal tersebut dapat menimbulkan penurunan tanah dan longsor bila turun hujan karena penyebaran beban tidak merata dan turunnya nilai daya dukung tanah disebabkan oleh penurunan sifat fisik dan mekanik tanah karena kehadiran air dalam tubuh lereng.

Dalam meningkatkan faktor keamanan, diperlukan metode keteknikan untuk menangani permasalahan tersebut, di antaranya membuat saluran air dengan tujuan mengurangi tinggi muka air tanah serta mengalirkan dan menampung resapan air. Penanggaan lereng diikuti pemakaian brojong kawat dengan tujuan dari metode ini bertujuan mengendalikan erosi dan sebagai tata salur air permukaan. Pemadatan pada tanah uruk ditujukan agar daya dukung tanah lebih stabil dalam pembangunan infrastruktur.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daya dukung tanah dangkal yang diizinkan (q_a) untuk menopang bobot bangunan dengan fondasi tipe bujur sangkar akan ditanam pada kedalaman (D) 2 meter dan lebar fondasi (B) 50 meter, yaitu 67,156 T/m^2. Makin lebar fondasi maka daya dukung tanah ultimit makin bertambah besar pula.

DAFTAR ACUAN

ASTM International. (2004). ASTM D 3441-98 *Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil*: ASTM Book of Standards v. 04.08.

Craig, R. F. (1994). *Mekanika Tanah.* Jakarta: Penerbit Erlangga.

Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah I, Edisi 5*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

_____. (2010). *Mekanika Tanah II, Edisi 5*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Pemerintah Republik Indonesia. (2004). Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah.

_____. (2007). Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

Redana, I Putu. (2010). Number Head Together Dalam Pembelajaran Matematika. Forum Penelitian, *3*(3): 90–98.

Seed, H. B., Wood Ward, R. J., & Lundgren, R. (1962). Prediction of Swelling Potensial for Compacted Clay. *Jurnal of The Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineering*, *88*(4), 107–131.

Skempton. (1953). The Colloidal Activity of Clays. *Procceding 3th International Conference of Soil mecanic and Fondation Engineering*, London, *1*, 57–61.

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanic.* New York: John Wiley and Sons.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGARUH *TOTAL DISSOLVE SOLID* (TDS) TERHADAP SUMBER DAYA AIR TANAH DI KAWASAN CAGAR ALAM GEOLOGI KARANGSAMBUNG

Dimas Aryo Wibowo[1]* dan Puguh Dwi Raharjo[1]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jln. Karangsambung km 19 Kebumen, Jawa Tengah 54353
[1]*Email: dima014@lipi.go.id

ABSTRACT

The northern Karangsambung Geological Nature Reserve area is characterized by irregular prismatic mountain forms with different rocks and separated by narrow valleys around them. This landscape was formed due to the process of subduction between the Indian Australian Ocean plate and the pre-tertiary Eurasian continental plate. The weathering of rocks that occurs is relatively intensive and produces soils with a general texture of clay sand. This affects the condition of groundwater resources. Water is a source for human survival. Groundwater conditions are also affected by groundwater quality so that groundwater quality analysis can be done. The purpose of this study is to determine the effect of Total Dissolved Solid (TDS) on the existence of groundwater resources in the Karangsambung Geological Nature Reserve. In this study, interpolation of the total Dissolved Solid (TDS) value, correlation between groundwater level and Total Dissolved Solid (TDS) content in groundwater, and comparative analysis between the water quality content of the Total Dissolved Solid (TDS) value with drinking water quality standards. From these studies it is known the value of Total Dissolved Solid (TDS) in the study area has a low level of correlation with groundwater conditions. This is influenced by lithology conditions and soil thickness in the study area.

Keywords: *Total Dissolved Solid, Groundwater resources, Karangsambung Geological Nature Reserve*

ABSTRAK

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung bagian utara dicirikan oleh bentuk-bentuk gunung prismatik tidak teratur dengan batuan berbeda-beda serta dipisahkan oleh lembah sempit di sekitarnya. Bentang alam ini terbentuk akibat proses endogen, yaitu subduksi antara lempeng Samudra Hindia Australia dengan lempeng Benua Eurasia berumur pratersier dan eksogen. Pelapukan batuan yang terjadi relatif intensif dan menghasilkan tanah dengan tekstur secara umum pasir lempungan. Hal tersebut berpengaruh terhadap kondisi sumber daya air tanah. Air menjadi sumber bagi kelangsungan hidup manusia. Kondisi air tanah dipengaruhi juga oleh kualitas air tanah sehingga dilakukan analisis kualitas air tanah. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh *total dissolved solid* (TDS) terhadap keberadaan sumber daya air tanah di kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. Pada penelitian ini, dilakukan interpolasi kandungan nilai *total dissolved solid* (TDS), korelasi antara muka air tanah dan kandungan *total dissolved solid* (TDS) pada air tanah, serta analisis perbandingan antara kandungan kualitas air nilai *total dissolved solid* (TDS) dan standar baku mutu air minum. Dari penelitian tersebut, diketahui nilai *total dissolved*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

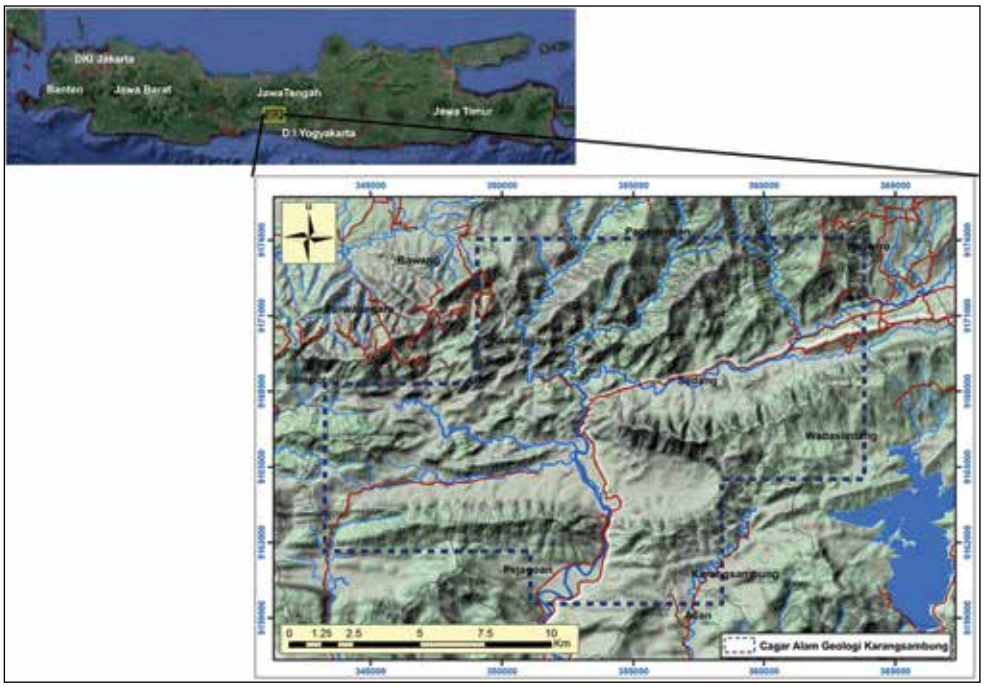
solid (TDS) di daerah penelitian memiliki tingkat korelasi yang rendah terhadap kondisi muka air tanah. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi litologi dan ketebalan tanah di daerah penelitian.

Kata Kunci: Cagar Alam Geologi Karangsambung, Sumber daya air tanah, *Total Dissolved Solid*

A. PENDAHULUAN

Sumber daya air tanah merupakan sumber daya air yang penting bagi kehidupan manusia. Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah yang terletak pada zona jenuh air, dengan tekanan hidrostatis sama atau lebih besar daripada tekanan udara (Purnama, 2000). Air tanah ditemukan pada formasi geologi yang tembus air (*permeabel*) yang biasa disebut dengan *akuifer*. Air tanah dapat mengalir dan terikat dalam jumlah besar pada formasi tersebut (Seyhan, 1977).

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung (CAGK) terletak ± 19 km di sebelah utara Kabupaten Kebumen. Lokasi Cagar Alam Geologi Karangsambung dapat dilihat pada Gambar 1. Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung (CAGK) bagian utara dicirikan oleh bentuk-bentuk gunung prismatik tidak teratur dengan batuan berbeda-beda serta dipisahkan oleh lembah sempit di sekitarnya. Bentang alam ini terbentuk akibat proses subduksi antara lempeng Samudra Hindia Australia dan lempeng Benua Eurasia sehingga menghasilkan retakan, patahan, dan bercampur aduknya berbagai jenis batuan (kompleks Melange Lukulo) berumur pratersier (Anonim, 2018).



Sumber: Google Earth dengan modifikasi (2019)

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Di bagian selatan kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung (CAGK), batuan penyusun utamanya berupa breksi bersisipkan batu pasir Formasi Waturanda; breksi dan lava Formasi Gabon; kalkarenit, napal, dan batu pasir Formasi Penosogan; serta batu pasir tufaan dan tufa Formasi Halang berumur tersier. Pelapukan batuan yang terjadi relatif intensif dan menghasilkan tanah dengan tekstur secara umum pasir lempungan (Anonim, 2018). Hal tersebut berpengaruh terhadap kondisi sumber daya air tanah.

Air menjadi sumber bagi kelangsungan hidup manusia. Tanpa air, manusia akan mengalami kesulitan untuk menjalankan aktivitas hidupnya, seperti mencuci, minum, dan mandi. Kondisi air tanah dipengaruhi oleh kualitas air tanah sehingga perlu dilakukan analisis kualitas air tanahnya. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh *total dissolved solid* (TDS) salah satu indikator kualitas air tanah terhadap keberadaan sumber daya air tanah di kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung (CAGK).

B. METODE

Alat yang digunakan penelitian ini adalah *software* ArcGIS 10.1 dan Microsoft Excel 2010. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah basis data dari laporan teknis Sistem Informasi Sumber Daya Lahan dan Air Cagar Alam Geologi Karangsambung oleh Raharjo, Hidayat, Widiyanto, Puswanto, Winduhutomo, Triharjito, Purwantoro, & Purnami (2011). Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah melakukan interpolasi nilai *total dissolved solid* (TDS) air tanah. Interpolasi ini dilakukan untuk mengetahui persebaran nilai *total dissolved solid* (TDS) air tanah di daerah penelitian. Analisis korelasi antara muka air tanah dan kandungan *total dissolved solid* (TDS) pada air tanah. Analisis ini mempertimbangkan kondisi geologi di daerah penelitian sehingga dapat diketahui pengaruh kondisi geologi terhadap kondisi antara muka air tanah dan nilai *total dissolved solid* (TDS) air tanah.

Metode penelitian yang terakhir adalah melakukan analisis perbandingan antara kandungan kualitas air nilai *total dissolved solid* (TDS) air tanah berdasarkan pada baku mutu air minum Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum sehingga dapat diketahui air tanah tersebut layak atau tidak untuk digunakan sebagai sumber air minum.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Geologi

Geologi daerah penelitian terbagi menjadi Formasi Karangsambung (Teok), Formasi Waturanda (Tmw), Formasi Penosogan (Tmp), Formasi Totogan (Tomt), Kompleks Luk Ulo (KTI), Alluvium (Qa), Batu Gamping Terumbu (Tekl), Diabas (Tmd),

Buku ini tidak diperjualbelikan.

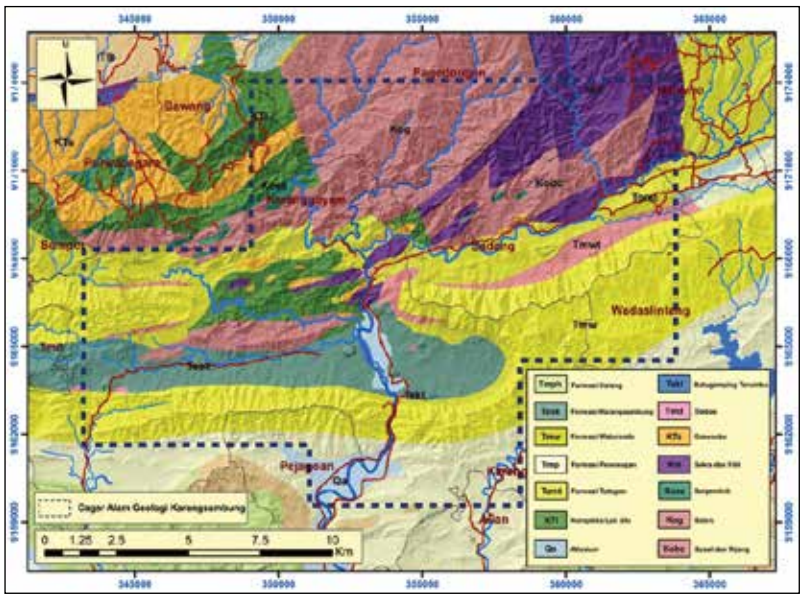
Grawauke (KTs), Sekis dan Filit (Km), Serpentinit (Kose), Gabro (Kog), serta Basal dan Rijang (Kobc) (Asikin dkk., 1992). Kondisi geologi daerah penelitian lebih jelasnya disajikan pada Gambar 2.

Formasi Karangsambung (Teok) terdiri dari batu lempung berstruktur sisik dengan bongkah batu gamping, konglomerat, batu pasir, batu gamping, dan basal. Formasi Waturanda (Tmw) pada bagian bawah batu pasir kasar, makin keatas berubah menjadi breksi dengan komponen andesit; basal dan masa dasar batu pasir, tuf. Formasi Penosogan (Tmp) terdiri dari perselingan batu pasir batu gamping, batu lempung, tuf, napal, dan kalkarenit; dipengaruhi arus turbid. Formasi Totogan (Tomt) terdiri dari breksi dengan komponen batu lempung, batu pasir, batu gamping, dan basal; masa dasar lempung bersisik. Kompleks Luk Ulo terdiri dari berbagai macam bongkah yang tercampur secara tektonik dalam masa dasar serpih hitam (Asikin, Handoyo, Busana, & Gafoer, 1992).

2. Kondisi Hidrogeologi

a. Tinggi Muka Air Tanah

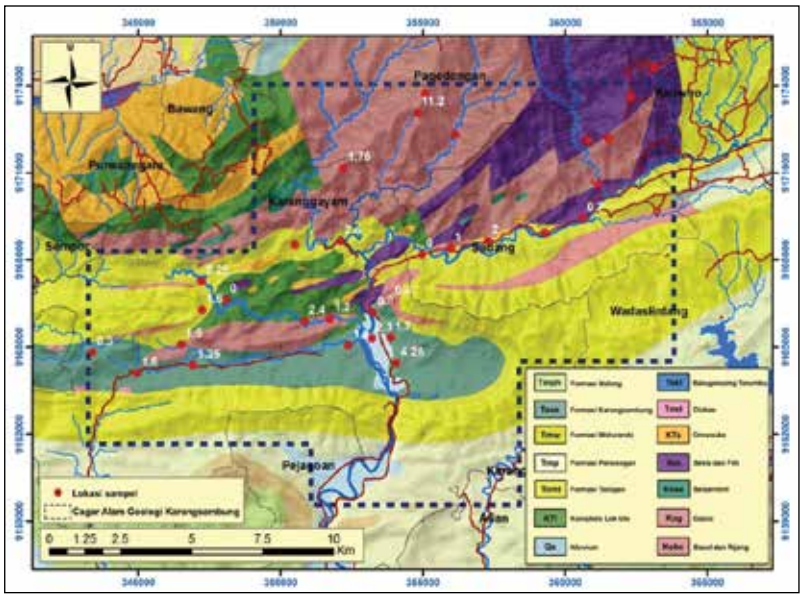
Daerah penelitian memiliki variasi kedalaman muka air tanah yang bermacam-macam. Hal ini disebabkan oleh pengaruh perbedaan kondisi geologi dan topografi daerah penelitian. Elevasi suatu tempat dapat menyebabkan perbedaan kedalaman air tanah. Data kedalaman muka air tanah digunakan untuk mengetahui tinggi muka air tanah. Penelitian ini menggunakan sumur observasi dan mata air sebagai sumber data muka air tanah. Persebaran sumur observasi dan mata air dengan nilai tinggi muka air tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber: Asikin dkk. (1992)

Gambar 2. Peta Geologi

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan data, 2019

Gambar 3. Persebaran Sumur Observasi dan Mata Air

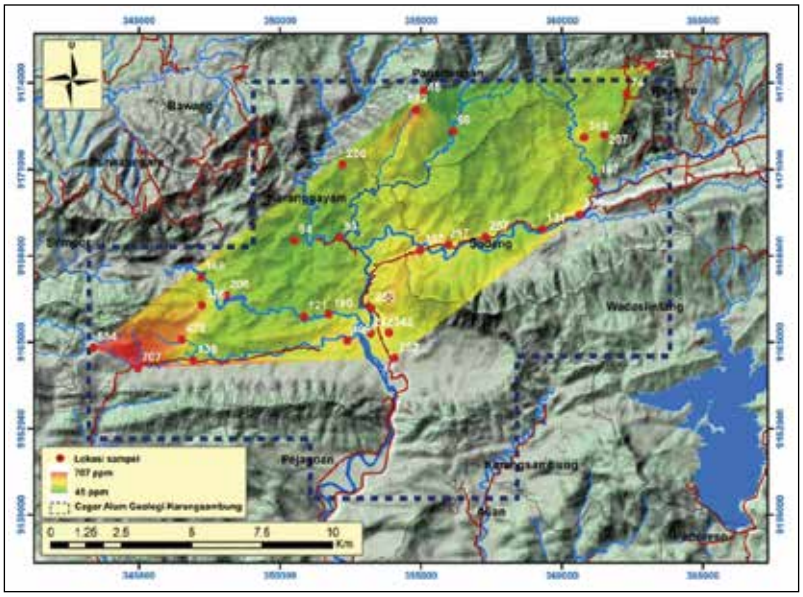
Berdasarkan pada Gambar 3, dapat diketahui terdapat beberapa data yang tidak memiliki tinggi muka air tanah (TMA), terutama pada mata air. Sementara pada sumur observasi, terdapat nilai tinggi muka air tanah. Tinggi muka air tanah tertinggi sebesar 4,25 m terdapat di Kecamatan Karangsambung. Adapun tinggi muka air tanah terendah 0 m terdapat di Kecamatan Sadang dan Kecamatan Karanggayam. Kondisi musim pada saat pengambilan data, sangat berpengaruh terhadap nilai tinggi muka air tanah. Namun, pada data sekunder yang digunakan, tidak tercantum waktu pengambilan data atau sampel sehingga analisis data tidak mempertimbangkan kondisi musim pada nilai tinggi muka air tanah.

b. Total Dissolved Solid (TDS)

Total dissolved solid (TDS) adalah jumlah material yang terlarut di dalam air. Material ini dapat berupa karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, kalsium, magnesium, natrium, ion-ion organik, senyawa koloid, dan lain-lain (WHO, 2003 dalam Cahyani, 2016). TDS dapat digunakan untuk memperkirakan kualitas air minum, karena mewakili jumlah ion di dalam air (Cahyani, 2016). Peta kontur persebaran nilai TDS air tanah di daerah penelitian dilihat Gambar 4.

Pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan daerah penelitian memiliki nilai TDS air tanah berkisar 45–707 ppm. Nilai TDS air tanah terendah berwarna hijau. Sementara itu, TDS air tanah tertinggi berwarna merah dan terletak di Formasi Karangsambung yang terdiri atas batu lempung berstruktur sisik dengan bongkah batu gamping, konglomerat, batu pasir, batu gamping dan basal. Pelarutan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan Data, 2019

Gambar 4. Peta Persebaran Nilai TDS Air Tanah

batu gamping berpotensi mengakibatkan kandungan TDS air tanah tinggi. Selain itu, nilai TDS tertinggi terletak di daerah permukiman dan hilir sungai sehingga banyak endapan terlarut yang berasal dari sungai bagian hulu. Kandungan TDS tinggi terletak di Kecamatan Karanggayam. Sementara, TDS terendah terletak di Kecamatan Pagedongan.

c. Korelasi Tinggi Muka Airtanah dengan Nilai Total Dissolved Solid (TDS) Airtanah

Korelasi tinggi muka air tanah dengan nilai TDS air tanah untuk mengetahui pengaruh kondisi tinggi muka air tanah terhadap nilai TDS air tanah. Perhitungan korelasi tersebut dapat dilihat pada persamaan 1. Sementara itu, Grafik korelasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari perhitungan dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai R^2 sebesar 0,1804. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada hubungan antara tinggi muka air tanah dan nilai TDS air tanah. Nilai TDS air tanah dapat dipengaruhi oleh kondisi litologi dan ketebalan tanah. Tipe sungai yang ada pada kawasan merupakan tipe sungai *influent*, di mana suplai air pada sumur didapatkan dari sungai sehingga air tanah ini sangat bergantung pada kestabilan sungainya (Raharjo dkk., 2011). Tipe sungai *influent* di daerah penelitian berpengaruh terhadap nilai TDS air tanah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Perhitungan Korelasi Total Dissolved Solid dan Tinggi Muka Airtanah

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (n\sum x)^2\}\{n\sum y^2 - (\sum y)2}} \qquad \text{(Persamaan 1)}$$

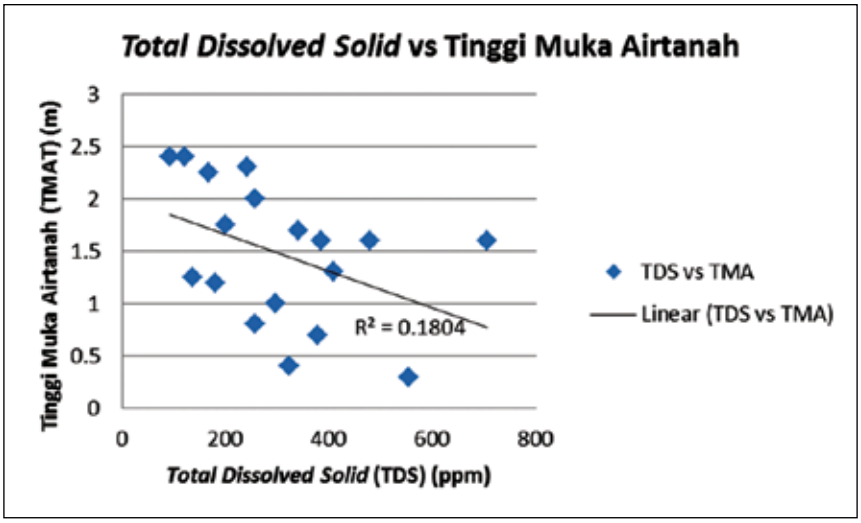
$$r = \frac{133018{,}2 - 146821{,}5}{\sqrt{\{38492208 - 30580900\}\{838.395 - 704.9025\}}}$$

$$r = \frac{-13803{,}3}{\sqrt{1056100283}}$$

$$r = \frac{-13803{,}3}{32497{,}6966}$$

$$r = -0{,}424747$$

$$r^2 = 0{,}1804$$



Sumber: Pengolahan data, 2019

Gambar 5. Grafik Perbandingan Antara TDS dan TMA

d. Perbandingan Nilai Total Dissolved Solid (TDS) Air Tanah dengan Baku Mutu Air Minum

Nilai *total dissolved solid* (TDS) air tanah yang diperoleh dari lapangan dilakukan perbandingan dengan baku mutu air minum berdasarkan pada baku mutu air minum Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Tabel perbandingan dapat dilihat pada Tabel 1.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Perbandingan Nilai TDS Airtanah dengan Baku Mutu Air Minum

No.	X	Y	TDS (ppm)	Baku Mutu Air Minum (mg/l) (Permenkes no. 492 Tahun 2010)	Standar Kualitas Airtanah Berdasarkan Baku Mutu Air Minum
1	355105	9173730	45		Sesuai
2	352119	9168648	93		Sesuai
3	350520	9168529	84		Sesuai
4	351746	9165978	180		Sesuai
5	343395	9164814	554		Tidak
6	363172	9174628	321		Sesuai
7	362313	9173626	74		Sesuai
8	361511	9172203	207		Sesuai
9	360810	9172116	313		Sesuai
10	361204	9170612	167		Sesuai
11	360645	9169426	378		Sesuai
12	359306	9168930	131		Sesuai
13	357298	9168656	257		Sesuai
14	355993	9168396	297		Sesuai
15	354991	9168196	357		Sesuai
16	346927	9164379	136	500	Sesuai
17	344972	9164099	707		Tidak
18	352395	9165059	409		Sesuai
19	353886	9166567	323		Sesuai
20	353249	9166197	258		Sesuai
21	353223	9165301	242		Sesuai
22	353878	9165325	342		Sesuai
23	354083	9164444	252		Sesuai
24	352223	9171171	200		Sesuai
25	354823	9173076	552		Tidak
26	356148	9172324	66		Sesuai
27	350858	9165896	121		Sesuai
28	348091	9166626	206		Sesuai
29	347227	9167257	168		Sesuai
30	347253	9166277	386		Sesuai
31	346529	9165093	479		Sesuai

Sumber: Pengolahan Data, 2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan pada Tabel 1, diketahui bahwa secara keseluruhan nilai kualitas TDS air tanah masih di bawah ambang batas, yaitu sebesar 500 mg/l. Namun, ada tiga titik pengukuran air tanah yang memiliki nilai TDS yang tinggi atau melebihi ambang batas sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Namun, pada nilai kualitas TDS air tanah di bawah sebesar 500 mg/l belum dapat dipastikan digunakan untuk konsumsi air minum. Hal ini terjadi karena hanya menggunakan satu parameter uji kualitas air, yaitu TDS sehingga perlu dilakukan uji kualitas dengan parameter lainnya untuk memastikan bahwa air tanah tersebut layak dikonsumsi untuk air minum.

E. KESIMPULAN

1. Tinggi muka air tanah tertinggi ialah 4,25 m, yang terdapat di Kecamatan Karangsambung. Sementara tinggi muka air tanah terendah 0 m terdapat di Kecamatan Sadang dan Kecamatan Karanggayam.
2. Daerah penelitian memiliki nilai TDS air tanah berkisar 45–707 ppm.
3. Tidak ada hubungan antara tinggi muka air tanah dan nilai TDS air tanah. Nilai TDS air tanah dapat dipengaruhi oleh kondisi litologi berupa batu gamping dan ketebalan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2018). *Dossier GEOPARK Karangsambung Karangbolong*. Pemerintah Kabupaten Kebumen. Provinsi Jawa Tengah. Tidak dipublikasikan.

Asikin, S., Handoyo, A., Busana, H., & Gafoer, S. (1992). *Geologic Map of Kebumen Quadrangle Java*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Cahyani, H., Harmadi, & Wildian. (2016). Pengembangan Alat Ukur Total Dissolved Solid (TDS) Berbasis Mikrokontroler dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas. *Jurnal Fisika Unand, 5*(4).

Kementerian Kesehatan. (2010). Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Purnama, S. (2000). *Bahan Ajar Geohidrologi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.

Raharjo, P. D., Hidayat, E., Widiyanto, K., Puswanto, E., Winduhutomo, S., Triharjito, A., ... & Purnami, D. N. (2011). *Sistem Informasi Sumber Daya Lahan dan Air Cagar Alam Geologi Karangsambung (Basis Data)* Kebumen. Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Tidak dipublikasikan.

Seyhan, E. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KARAKTERISTIK GEOHAZARD DI KABUPATEN KEBUMEN TAHUN 2018–JULI 2019 DAN JUMLAH FREKUENSI KETERJADIANNYA

Nandian Mareta[1,*], Kristiawan Widiyanto[1], Chusni Ansori[1], Eko Widianto[2], dan Heri Purwoto[2]

[1]Balai Informasi & Konservasi Kebumian, LIPI
Jalan Kebumen-Karangsambung KM 19, Karangsambung, 54353
[2]BPBD Kabupaten Kebumen
Jalan Arungbinang No. 13, Kebumen
[1,*]Pos-el: nandianthea@gmail.com

ABSTRACT

Sustainable development systems in Indonesia should be based on disaster mitigation. The success of Kebumen district into a national geopark area in 2018 has increased tourist visits to this district. Understanding of geohazard becomes an integral unit of the future development of Karangsambung-Karangbolong National Geopark. The Kebumen district with the capital city in Kebumen is one of the regencies located in the southern part of Central Java Province, bordering Purworejo regency in the east, Indonesian Ocean in the south, Cilacap district and Banyumas district in the west, and Wonosobo and Banjarnegara districts in the north. Administratively the Kebumen district consists of 26 sub-districts and 460 villages / kelurahan with an area of 128,211.5 ha. The capital of the sub-district has a height ranging from 6-50 masl with topographic conditions in several regions which are flat and hilly areas. Most of the conditions are lowlands Kebumen is a Southern Mountain range separating area in western Java with in East Java. This study aims to determine the characteristics of geohazard in Kebumen district and itstotal frequency of occurance. The methode used is a literature study on geologycal disaster throughout 2018 until July 2019. Then do statistical analysis and classify the geological disaster data from Pusdalop BPBD Kebumen. Classification includes 3 aspect namely; aspect of frequency, aspect of area affected, and aspect of the number of victims. Based on the three aspects of the classification results there are 4 geohazard disasters that have the greatest weight in sequence, namely; a. Flood, b. Land Movement, c. Drought, and d. The earthquake. The total frequency of occurrence in 2018 was 1935 and from 2019 to July 2019 it was 136.

Keywords: *geohazard, Kebumen, frequency of occurrence*

ABSTRAK

Sistem pembangunan berkelanjutan di Indonesia sebaiknya berbasis mitigasi bencana. Keberhasilan Kabupaten Kebumen menjadi daerah geopark nasional pada 2018 telah meningkatkan kunjungan wisatawan ke kabupaten ini. Pemahaman akan *geohazard* menjadi kesatuan integral dari pengembangan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong ke depannya. Wilayah Kabupaten Kebumen dengan ibu kota di Kota Kebumen merupakan salah satu kabupaten yang terletak di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah, berbatasan dengan Kabupaten Purworejo di sebelah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

timur, Samudra Indonesia di sebelah selatan, Kabupaten Cilacap, dan Kabupaten Banyumas di sebelah barat, serta Kabupaten Wonosobo, dan Kabupaten Banjarnegara di sebelah utara. Secara administratif wilayah Kabupaten Kebumen terdiri atas 26 kecamatan dan 460 desa/kelurahan dengan luas wilayah 128.211,5 ha. Ibu kota kecamatan mempunyai ketinggian berkisar 6–50 mdpl dengan kondisi topografi beberapa wilayah merupakan daerah pedataran dan perbukitan. Kondisi sebagian besar merupakan dataran rendah. Kebumen merupakan daerah pemisah lajur Pegunungan Selatan di Jawa bagian barat dengan di Jawa bagian timur. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik *geohazard* di Kabupaten Kebumen dan jumlah frekuensi keterjadiannya. Metode yang dilakukan berupa studi literatur tentang bencana geologi sepanjang 2018 sampai Juli 2019. Kemudian, melakukan analisis statistik dan mengklasifikasikan terhadap data bencana geologi dari Pusdalop BPBD kabupaten Kebumen. Klasifikasi meliputi 3 aspek, yakni aspek frekuensi, aspek luasan terdampak, dan aspek jumlah korban. Berdasarkan pada ketiga aspek hasil klasifikasi, ada 4 bencana *geohazard* yang paling besar bobotnya secara berurutan, yaitu banjir, gerakan tanah, kekeringan, dan gempa. Total frekuensi keterjadian pada 2018 sebesar 1935 dan 2019 sampai bulan Juli sebesar 136.

Kata Kunci: Frekuensi keterjadiannya, Geohazard, Kebumen

A. PENDAHULUAN

Wilayah Kabupaten Kebumen dengan ibu kota di Kota Kebumen merupakan salah satu kabupaten yang terletak di bagian selatan Provinsi Jawa Tengah, berbatasan dengan Kabupaten Purworejo di sebelah timur, Samudra Indonesia di sebelah selatan, Kabupaten Cilacap dan Kabupaten Banyumas di sebelah barat, serta Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Banjarnegara di sebelah utara. Secara administratif wilayah Kabupaten Kebumen terletak pada koordinat 7°27'–7°50' LS dan 109°22'–109°50' BT. Kabupaten Kebumen terdiri atas 26 kecamatan dan 460 desa/kelurahan dengan luas wilayah 128.211,5 ha atau 1.282,115 km^2. Ibu kota kecamatan memiliki ketinggian berkisar 6–50 mdpl dengan topografi beberapa wilayah merupakan daerah pantai dan perbukitan, sedangkan sebagian besar merupakan dataran rendah. Kebumen merupakan daerah pemisah Lajur Pegunungan Selatan di Jawa bagian barat dengan di Jawa bagian timur (Van Bemmelen, 1949).

Ditinjau dari aspek geologi dan tektonik, Pulau Jawa dipengaruhi oleh aktivitas tumbukan dua lempeng, yakni lempeng Benua Eurasia dan lempeng Samudra Indo-Australia. Lempeng benua Eurasia berada di bagian utara dan bergerak relatif ke selatan, sedangkan lempeng Samudra Indo-Australia yang berada dibagian selatan bergerak relatif ke utara. Kedua lempeng tersebut pada saat ini membentuk jalur tumbukan (subduksi) di selatan Pulau Jawa, (Hamilton, 1979 dalam Zulfiadi Zakaria, 2007). Jalur tumbukan tadi merupakan suatu zona yang paling rawan menimbulkan gempa bumi di Jawa tidak terkecuali di Kebumen. Zona tumbukan di selatan Pulau Jawa ini sangat mungkin untuk memicu tsunami. Secara geologi, Kabupaten Kebumen yang terletak di pesisir pantai selatan Jawa yang berjarak sekitar 200–250 km dari zona subduksi merupakan daerah yang rawan terjadinya gempa bumi besar dan tsunami.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bencana pada suatu tempat sering terjadi secara tiba-tiba (*quick onset*) dan dapat menyebabkan kerugian jiwa, harta, dan benda yang tidak sedikit. Kejadian bencana ini bisa pula menimbulkan penduduk yang terkena dampak bencana menjadi trauma dan menderita. Karena itulah, sistem pembangunan berkelanjutan di Indonesia harus berbasis mitigasi bencana, sehingga bisa meminimalisasi dampak bencana yang merugikan. Menurut International Strategy for Reduction Disaster (ISDR, 2004), lembaga di bawah PBB, pengertian bencana adalah suatu gangguan serius terhadap keberfungsian suatu masyarakat sehingga menyebabkan kerugian yang meluas pada kehidupan manusia dari segi materi, ekonomi, lingkungan dan yang melampaui kemampuan masyarakat yang bersangkutan untuk mengatasi dengan sumber daya mereka sendiri. Pengertian bencana menurut Undang-Undang No. 24/2007 tentang Penanggulangan Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat, baik oleh faktor alam dan/atau non-alam maupun manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Berdasarkan pada sifat keterjadiannya, bencana dibagi menjadi tiga, yakni bencana alam, bencana non-alam, dan bencana sosial. Bencana alam adalah bencana yang terjadi diakibatkan oleh faktor alam, seperti gempa bumi, banjir, longsor, dan tsunami. Sementara bencana non-alam adalah bencana yang terjadi diakibatkan bukan oleh faktor alam ataupun faktor sosial, misalnya gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemik, dan wabah penyakit. Bencana sosial adalah bencana yang terjadi diakibatkan oleh faktor sosial (peristiwa sosial kemasyarakatan), contohnya konflik sosial antarkelompok dan konflik sosial antaretnik.

Kompleksitas penyelenggaraan penanggulangan bencana memerlukan suatu penataan dan perencanaan yang matang, terarah dan terpadu. Penanggulangan yang dilakukan selama ini belum didasarkan pada langkah-langkah yang sistematis dan terencana, sehingga sering kali terjadi tumpang-tindih dan bahkan terdapat langkah upaya penting yang tidak tertangani (Perka BNPB, 2012). Kajian risiko bencana merupakan perangkat untuk menilai kemungkinan dan besaran kerugian, fokus perencanaan dan keterpaduan penyelenggaraan penanggulangan bencana menjadi lebih efektif. Dapat dikatakan bahwa kajian risiko bencana merupakan dasar untuk menjamin keselarasan arah dan efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu daerah. Sebagai salah satu kunci efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana, kajian risiko bencana harus disusun menggunakan metode standar di setiap daerah pada setiap jenjang pemerintahan. Standardisasi metode ini diharapkan dapat mewujudkan keselarasan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang efektif, baik di tingkat pusat, provinsi, maupun kabupaten/kota (Perka BNPB, 2012).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: https://www.wisatabang.com/tempat-wisata-di-kebumen-jawa-tengah/

Gambar 1. Peta Kabupaten Kebumen

Penelitian yang dilakukan ini mengenai kebencanaan yang disebabkan oleh alam dan yang lebih khusus lagi disebabkan karena faktor geologi. Bencana ini sering disebut sebagai *geohazard*, yang pengertiannya adalah kondisi geologis dan lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan luas atau risiko (Wikipedia, 2019). Jenis-jenis bencana *geohazard* yang penulis rangkum dari berbagai sumber ialah gempa bumi, erupsi gunung api, tsunami, banjir, longsor/*landslide*, gerakan tanah/*soil movement*, dan kekeringan/kesulitan air. Tujuh *geohazard* inilah yang paling sering menimpa suatu tempat.

Berdasarkan pada laporan berita dari berbagai sumber yang dikumpulkan oleh penulis, terutama laporan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Kebumen, beberapa bencana yang terjadi di Kebumen dari 2018 sampai 2019 adalah banjir, gerakan tanah/tanah longsor, kekeringan, dan gempa bumi. Dari empat hal bencana yang terjadi di Kebumen sepanjang 2018–2019 telah menyebabkan kerugian harta sampai miliaran rupiah (BPBD Kebumen, 2019).

Pada akhir 2018, Kabupaten Kebumen ditetapkan sebagai Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong (GNKK) yang meliputi kawasan seluas 543.533 km^2 yang mencakup 12 kecamatan dengan 117 desa, mempunyai morfologi yang bervariasi, dari perbukitan, lembah, pedataran, sampai pantai. Penetapan sebagian wilayah Kabupaten Kebumen sebagai GNKK ini, jumlah kunjungan wisatawan, baik dalam negeri (lokal) maupun wisatawan luar negeri, akan bertambah dengan signifikan. Jumlah pengunjung yang berdatangan ke Kebumen ini perlu diberi pengetahuan yang baik juga dengan kondisi ancaman bencana, khususnya bencana alam (*geohazard*) yang sering terjadi di Kabupaten Kebumen ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. TUJUAN PENELITIAN

Makalah ini disusun dengan maksud membuat gambaran serta sebaran bencana *geohazard* yang terjadi di Kabupaten Kebumen sepanjang 2018 sampai Juli 2019. Dengan tergambarkannya sebaran bencana tersebut, diharapkan tujuannya adalah mengetahui karakteristik bencana *geohazard* yang terjadi di Kabupaten Kebumen sepanjang 2018–2019.

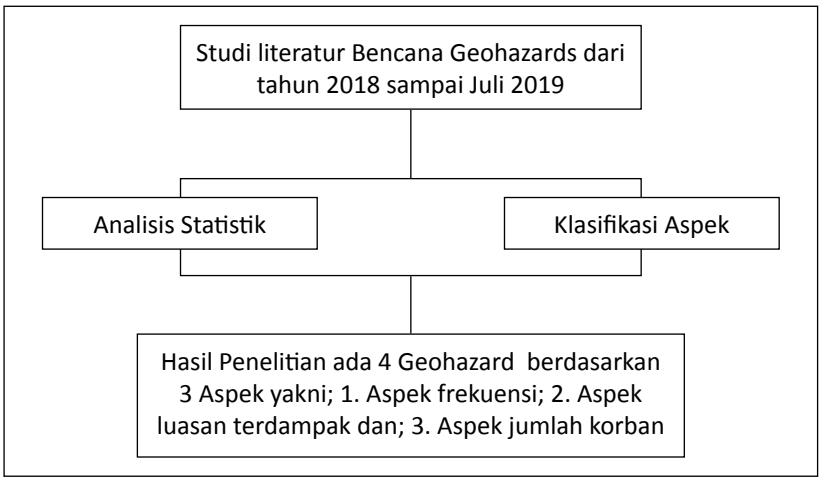
C. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam kegiatan penelitian ini berupa studi literatur tentang keterjadian bencana di Kabupaten Kebumen sepanjang 2018–2019. Studi literatur dilakukan dengan cara pencarian (*browsing*) melalui internet dan melalui *website* resmi BPBD Kabupaten Kebumen, *website* resmi BPBD Provinsi Jawa Tengah dan *website* BNPB. Hasil pencarian studi literatur tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan pada jenis ancaman bencananya, bulan keterjadiannya, hal-hal yang terdampak, luas wilayah yang terkena dampak. Selanjutnya, digunakan metode statistika untuk menganalisis hasil studi literatur tersebut.

Ada beberapa bencana alam yang tercatat di BPBD seperti diakibatkan angin puting beliung dan kebakaran tidak peneliti masukkan ke dalam data bencana alam di kabupaten Kebumen. Hal ini merujuk pada judul makalah yang hanya membatasi bencana *geohazard* atau bencana yang diakibatkan oleh faktor geologis.

D. HASIL PENELITIAN

Data bencana *geohazard* yang didapatkan dari PUSDALOP PB BPBD Kabupaten Kebumen untuk dua tahun, yaitu 2018 dan 2019 sampai Juli. Data *geohazard* yang tercatat pada 2018, yang diakibatkan oleh banjir, tanah longsor, kekeringan, dan

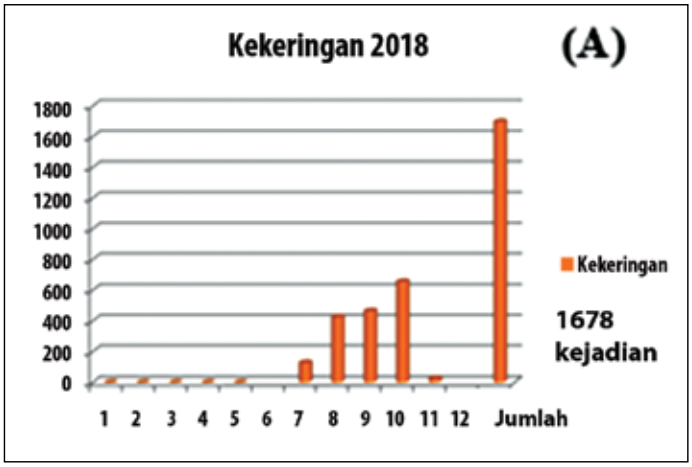


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

gempa bumi di Kabupaten Kebumen sebanyak 1.935 kejadian seperti yang dicatat di Tabel 1. Kekeringan mencatat jumlah terbanyak sebesar 1.698 kejadian kemudian berturutan tanah longsor sebesar 200 kejadian, banjir 35 kejadian, dan gempa bumi 2 kejadian.

Pada 2019, data rekap kejadian *geohazard* baru sampai Juli 2019. Jumlah kejadian *geohazard* meliputi kekeringan, longsor, tanah banjir, dan gempa bumi sampai akhir Juli 2019 sebanyak 136 kejadian dengan longsor sebanyak 69 kejadian, kemudian banjir 67 kejadian, gempa bumi, dan kekeringan sampai akhir Juli 2019 sebesar 0 kejadian (nihil). Rincian *geohazard* yang terjadi pada 2019 bisa dilihat di Tabel 2. Pada 2019, kejadian *geohazard* Kekeringan menurun drastis dari 1.678 kejadian pada 2018 (sebelumnya) menjadi nihil (0) sampai Juli 2019 ini.



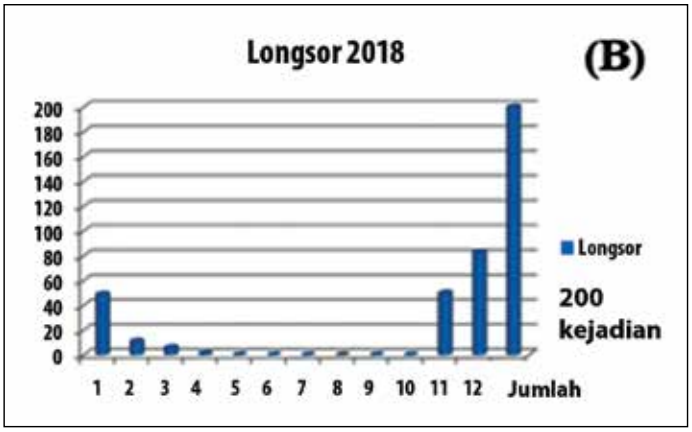
Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 3. Grafik Tiap Bulan Geohazard Kekeringan (A) 2018

Melihat Gambar 3 pada grafik (A), kejadian kekeringan dimulai pada Juli 2018 dan terus meningkat sampai puncaknya pada Oktober 2018, kemudian menurun kecenderungannya pada bulan ke-11 dan ke-12. Pada 2019, rekap data kejadian *geohazard* menunjukkan kekeringan baru sampai Juli 2019, bisa dilihat di Gambar 7, grafik E, sehingga ada potensi di bulan-bulan berikutnya, yaitu Agustus, September, dan Oktober 2019, akan terjadinya *geohazard* kekeringan seperti tahun sebelumnya, 2018.

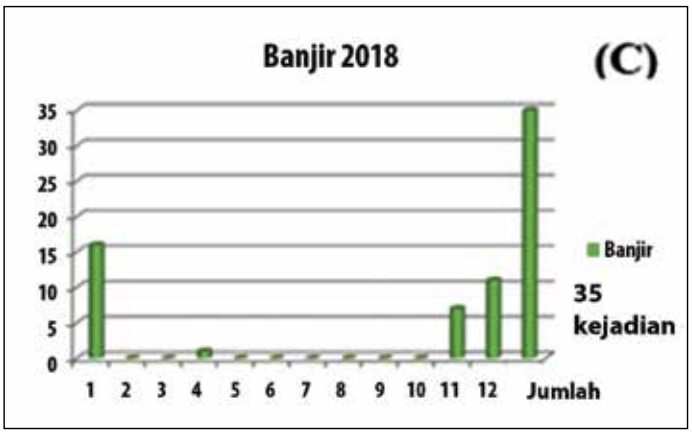
Geohazard longsor juga mengalami penurunan jumlah kejadian dari 2018 ke 2019, dapat dilihat di grafik B, Gambar 4 dengan grafik F, Gambar 8. Pada 2018, ada 200 kejadian tanah longsor, sedangkan pada 2019 sampai bulan Juli ada 67 kejadian. Melihat dan membandingkan dua grafik longsor pada 2018 dengan 2019, perlu diperhatikan akan potensi penambahan jumlah kejadian *geohazard* longsor pada 2019, terutama pada bulan ke-11 (November) dan bulan ke-12 (Desember). Dua bulan tersebut mencatatkan jumlah kejadian yang tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 4. Grafik Tiap Bulan Geohazard Longsor (B) 2018



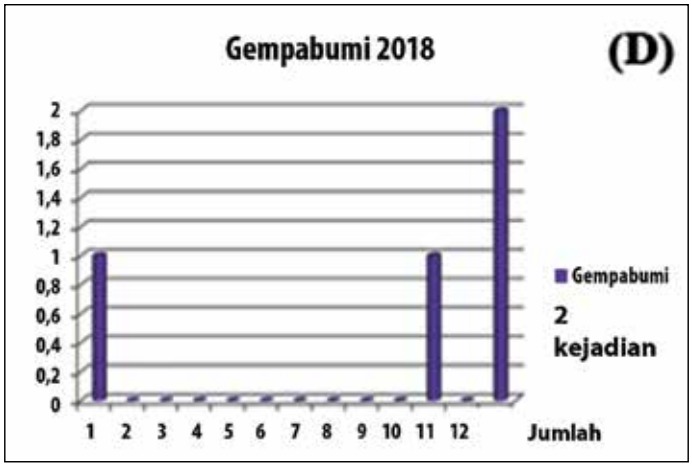
Sumber: pengolahan data dari BPBD Kebumen

Gambar 5. Grafik tiap bulan geohazard Banjir (C) 2018

Kejadian banjir pada 2018 dan 2019 mengalami peningkatan jumlah kejadian. Sepanjang 2018, berdasarkan pada grafik C, Gambar 5, ada 35 kejadian, sedangkan pada 2019, berdasarkan pada grafik G, sampai Juli 2019 tercatat ada 67 kejadian, sehingga banjir ini berpotensi mengalami peningkatan jumlah kejadian sampai akhir 2019. Melihat data 2018 pada bulan ke-11 (November) dan bulan ke-12 (Desember), perlu diperhatikan akan potensi kejadian *geohazard* banjir pada 2019.

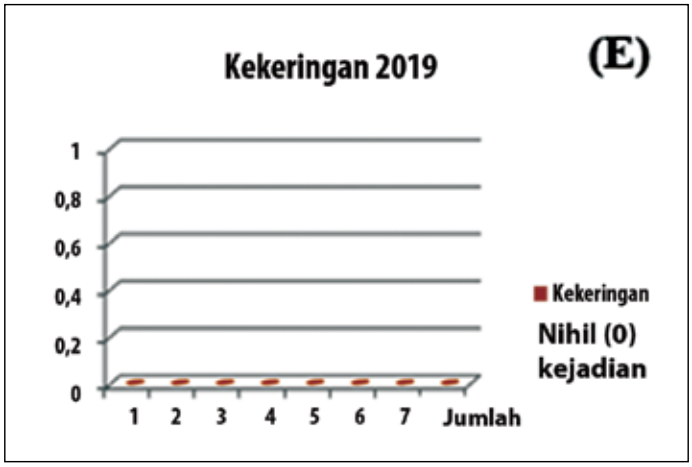
Kejadian *geohazard* gempa bumi dari 2018 sampai Juli 2019 mengalami penurunan. Pada 2018, terdapat dua kejadian gempa bumi, sedangkan tahun 2019 sampai Juli 2019 nihil kejadian. Melihat grafik kejadian, gempa bumi pada 2018 masih berpotensi terjadi pada 2019, terutama di bulan ke-11 (November), walaupun sampai saat ini belum ada alat dan metode yang bisa memprediksi gempa bumi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 6. Grafik Tiap Bulan Geohazard Gempa Bumi (D) 2018

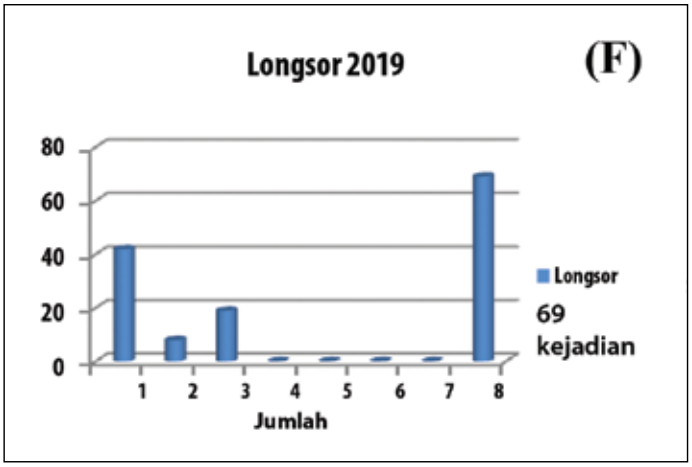


Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 7. Grafik Tiap Bulan Geohazard Kekeringan (E) 2019

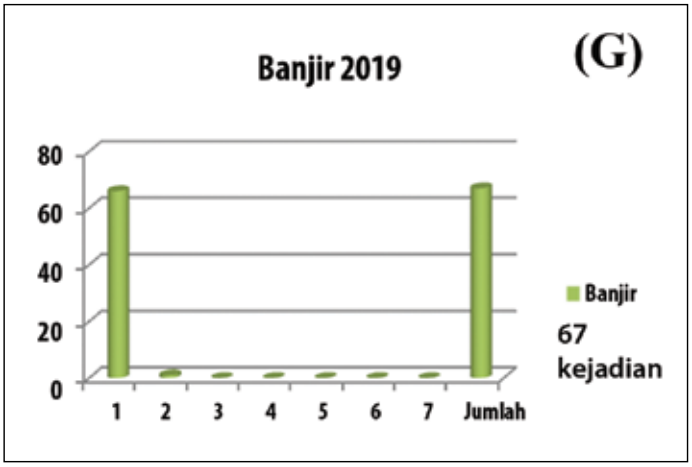
Berdasarkan pada data yang diolah dari Pusdalop PB BPBD Kabupaten Kebumen, kecamatan yang terkena kejadian *geohazard* ada 19 kecamatan, yaitu Buayan, Bulus-pesantren, Ayah, Adimulyo, Sruweng, Karanganyar, Klirong, Rowokele, Poncowarno, Karanggayam, Prembun, Pejagoan, Padureso, Karangsambung, Sempor, Gombong, Petanahan, Sadang, dan Kutowinangun. Sekitar 73% (19 kecamatan) dari 26 wilayah kecamatan di Kabupaten Kebumen mengalami *geohazard* selama 2018–2019.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 8. Grafik Tiap Bulan Geohazard Longsor (F) 2019

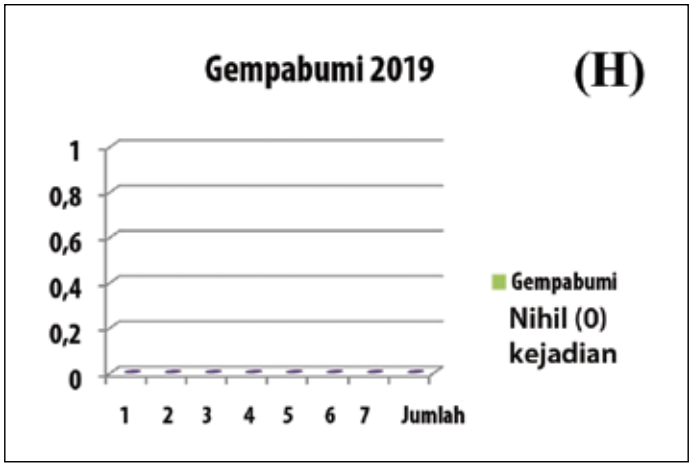


Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 9. Grafik Tiap Bulan Geohazard Banjir (G) 2019

Berdasarkan pada aspek frekuensi, aspek luasan terdampak, dan aspek jumlah korban, jenis *geohazard* yang paling tinggi bobotnya ialah banjir, longsor, kekeringan, dan kemudian terakhir gempa bumi. Data ditampilkan di Tabel 3. Jumlah frekuensi keterjadiannya dalam satu tahun pada 2018 sebanyak 1.935 dan pada 2019 sampai bulan Juli sebanyak 136 kejadian.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Pengolahan Data dari BPBD Kebumen

Gambar 10. Grafik Tiap Bulan Geohazard Gempabumi (H) 2019

E. KESIMPULAN

Dari penelitian tentang karakteristik *geohazard* di Kabupaten Kebumen pada 2018 sampai bulan Juli, ada beberapa hal yang bisa disimpulkan. Ada empat *geohazard* yang sering terjadi di Kabupaten Kebumen, yaitu banjir, gerakan tanah/longsor, kekeringan, gempa bumi.

Berdasarkan pada aspek frekuensi, aspek luasan yang terdampak, dan aspek jumlah korban, berturutan *geohazard* dari yang paling signifikan adalah banjir, gerakan tanah/longsor, kekeringan, dan gempa bumi.

Kecamatan yang terkena kejadian *geohazard* sepanjang 2018–2019 sebanyak 19 kecamatan dari 26 kecamatan, sekitar 73% wilayah di Kabupaten Kebumen terjadi *geohazard* sepanjang 2018–2019, yaitu Buayan, Buluspesantren, Ayah, Adimulyo, Sruweng, Karanganyar, Klirong, Rowokele, Poncowarno, Karanggayam, Prembun, Pejagoan, Padureso, Karangsambung, Sempor, Gombong, Petanahan, Sadang, dan Kutowinangun. Jumlah frekuensi keterjadiannya dalam satu tahun 2018 sebanyak 1.935 dan pada 2019 sampai bulan Juli sebanyak 136 kejadian.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam kepenulisan ini, terutama BPBD Kabupaten Kebumen yang telah memberikan izin dan memberikan data sekunder untuk melakukan kegiatan penelitian mengenai Karakteristik Geohazard di Kabupaten Kebumen Tahun 2018–2019 dan jumlah frekuensi keterjadiannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada BIKK LIPI serta semua pihak yang telah memberikan saran dan koreksi atas penulisan hasil penelitian ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Akhirianto, N. A., & Naryanto, H. S. (2016). Kajian Kapasitas dan Persepsi Masyarakat terhadap Tanah Longsor di Desa Margamukti, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia*, *2*(2), 117–126.

Anonim., (2018). Peta Kabupaten Kebumen. Diakses dari *https://www.wisatabang.com/tempat-wisata-di-kebumen-jawa-tengah/*

Asikin, S., Handoyo, A., Hendrobusono, & Gafoer, S., (1992): *Geologic map of Kebumen quadrangle, Java, scale 1:100.000*. Geological Research and Development Center, Bandung.

BNPB. *Perka No.2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana.*

Diakses pada ... dari https://bnpb.go.id/perka-2-tahun-2012-tentang-pedoman-umum-pengkajian-resiko-bencana

BNPB. *Undang-Undang No. 24 Tahun 2007*. Diakses pada ... dari

https://www.bnpb.go.id/ppid/file/UU_24_2007.pdf

BPBD Kebumen. (2019). *Data Kebencanaan Tahun 2019 di Kabupaten Kebumen.*

_____. (2018). *Data Kebencanaan Tahun 2018 di Kabupaten Kebumen.*

ISDR. Learning from today's disasters for tomorrow's hazards 2004 World Disaster Reduction Campaign. Diakses pada ... dari https://www.unisdr.org/2004/campaign/pa-camp04-what-can-you-do-eng.htm.

Kartono Tjandra. (2017). *Empat Bencana Geologi yang Paling Mematikan.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Kultsum, U., Muhari, A., & Zainul Fuad, M. A. (2016). Pemetaan Daerah Kerentanan Tsunami di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah Menggunakan pPendekatan Sistem informasi Geografis. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XIII*, ISOI.

Ridlo, M. (2019). Kebumen Dirundung 148 Bencana dalam Sepekan, Bagaimana Penanganannya? Diakses pada ... dari https://www.liputan6.com/regional/read/3877463/kebumen-dirundung-148-bencana-dalam-sepekan-bagaimana-penanganannya.

Dowling, R. K., & Newsome, D. (2017). Geotourism Destination – visitor Impacts and Site Management Considerations. *Czech Journal of Tourism, 6*(2), 111–129. DOI: 10.1515/cjot-2017-0006

Van Bemmelen, R. W. (1949). *The Geology of Indonesia, Vol. 2. Economic Geology*. Amsterdam: Goverment Printing Office The Haque.

Muzaki, K. (2019). Bencana Alam di Kebumen Sebabkan Kerugian hingga Miliaran Rupiah. Diakses pada ... dari https://jateng.tribunnews.com/2019/02/02/bencana-alam-di-kebumen-sebabkan-kerugian-hingga-miliaran-rupiah.

Utomo, K. S., Muryani, C., & Nugraha, S. (2018). Kajian Kesiapsiagaan terhadap Bencana Tsunami di Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen Tahun 2016. *Jurnal GeoEco*, *4*(1). E-ISSN: 2597-6044

Wikipedia. *Geohazard*. Diakses pada … dari https://translate.google.com/translate?u=https://en.wikipedia.org/wiki/Geohazard&hl=id&sl=en&tl=id&client=srp

Zuidam, R. A. van. (1983). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. The Hague, Amsterdam: Smith Publisher.

Zakaria, Z. (2007). Aplikasi Tektonik Lempeng Dalam Sumberdaya Mineral, Energi dan Kewilayahan. *Bulletin of Scientific Contribution*, *5*(2), 123–131.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Karakteristik Geohazard di Kabupaten Kebumen Tahun 2018

Jenis Geohazard	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
Longsor	49	11	6	1	0	0	0	0	0	0	50	83	200
Banjir	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	11	35
Gempa bumi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Kekeringan	0	0	0	0	0		128	425	465	656	24	0	1.698
Jumlah													**1.935**

Tabel 2. Karakteristik Geohazard di Kabupaten Kebumen sampai Juli 2019

Jenis Geohazard	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Jumlah
Longsor	42	8	19	0	0	0	0	69
Banjir	66	1	0	0	0	0	0	67
Gempa bumi	0	0	0	0	0	0	0	0
Kekeringan	0	0	0	0	0		0	0
Jumlah								**136**

Tabel 3. Rekapitulasi Frekuensi Geohazard dari 2018 sampai Juli 2019 serta Tiga Aspek yang Berpengaruh

Jenis Geohazard	Aspek Frekuensi	Aspek Luasan Terdampak	Aspek Jumlah Korban	
			Jiwa	Harta
Longsor	269	19 kecamatan	0	1.858 juta
Banjir	102	18 kecamatan	0	5.803 juta
Kekeringan	1.698	14 kecamatan	0	288 juta
Gempa	2	2 kecamatan	0	50 juta
Jumlah	**2.071**		**0**	**7.999 juta**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MITIGASI BENCANA GEOLOGI UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DI KECAMATAN ALIAN, KEBUMEN

MITIGATION GEOLOGICAL DISASTER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN ALIAN DISTRICT KEBUMEN

Widya Mayank Sari[1*], Rizal Giffary Setia[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1] , Andara Rizka Ralingga[1]

[1]Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jln. Mayjen Sungkono KM 5 Blater, Kalimanah, Purbalingga, Jawa Tengah 53371
**corresponding author* : widyamayank98@gmail.com | ft@unsoed.ac.id

ABSTRACT

Karangsambung is one of the areas designated as one of the geopark in the world and witnesses the formation of the island of Java. However, the use of this geopark is not in harmony with regional development and spatial concepts that still have not put forward the concept of spatial planning by looking at geological conditions. So that the potential disasters caused are very likely to occur. To minimize this, a special study is needed regarding the concept of spatial planning, but looking at the geological conditions in the area.

This study aims to examine the concept of geological disaster mitigation-based spatial planning in Alian District Kebumen Regency. With a method approach in the form of geographic information system analysis using ArcGis software, physical analysis in the form of dipslope analysis and structure, analysis of disaster facilities and infrastructure. The results of this study are in the form of regional spatial planning maps, geomorphological maps, disaster prone maps, and proposed geological disaster mitigation-based spatial planning to minimize the risk of disasters that will occur. The proposal is in the form of structuring areas that are vulnerable to land movement in the form of landslides.

Keywords: *Regional spatial planning, Alian Village, mitigation*

ABSTRAK

Karangsambung merupakan salah satu wilayah yang ditetapkankan sebagai salah satu *geopark* yang ada di dunia serta menjadi saksi terbentuknya Pulau Jawa. Namun, pemanfaatan *geopark* ini tidak selaras dengan pembangunan wilayah serta konsep tata ruang yang masih belum mengedepankan konsep perencanaan tata ruang dengan melihat kondisi geologi sehingga potensi bencana yang diakibatkan pun sangat mungkin terjadi. Untuk meminimalkan hal tersebut, dibutuhkan kajian khusus mengenai konsep perencanaan tata ruang, tetapi melihat kondisi geologi yang ada di daerah tersebut.

Penelitian ini bertujuan mengkaji konsep perencanaan tata ruang berbasis mitigasi bencana geologi di Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen. Pendekatan metode berupa analisis sistem informasi geografis menggunakan *software* Arcgis, analisis fisik berupa analisis dipslope dan struktur, analisis sarana dan prasarana kebencanaan. Hasil dari studi ini berupa peta perencanaan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tata ruang wilayah, peta geomorfologi, peta rawan bencana, serta usulan penataan ruangan yang berbasis mitigasi bencana geologi untuk meminimalisasi risiko bencana yang akan terjadi. Usulan berupa penataan kawasan daerah yang rawan terkena gerakan tanah berupa tanah longsor.

Kata Kunci: Kecamatan Alian, Mitigasi, Tata ruang wilayah

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah dengan tiga lempeng benua bertemu, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Proses dinamika yang cukup intensif dapat membentuk relief yang khas dan variasi. Dari pegunungan dengan lereng curam hingga wilayah datar yang renta akan terjadinya suatu bencana.

Bencana alam merupakan peristiwa alam yang menimbulkan risiko atau bahaya bagi kehidupan manusia dapat menimbulkan kerugian berupa jiwa ataupun harta benda manusia dan kerusakan terhadap lingkungan. Potensi terhadap terjadinya bencana untuk masa yang akan datang masih cukup besar dan mungkin akan bertambah jenisnya, seperti pengaruh perubahan penggunaan lahan dari lahan hutan atau pertanian menjadi kawasan permukiman maupun penentuan lokasi kawasan permukiman.

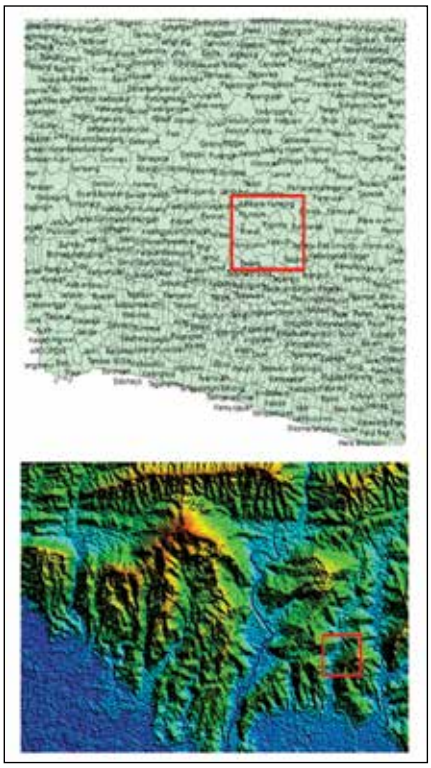
Pembangunan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahannya akan memicu bencana, contohnya banjir dan tanah longsor. Salah satunya terjadi di Kecamatan Alian. Kecamatan Alian merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Kebumen. Kecamatan ini sebagian lahannya digunakan untuk pertanian seperti padi, palawija, dan sayur-mayur.

Kecamatan Alian terdiri atas lembah dan perbukitan yang merupakan bagian dari Pegunungan Serayu Selatan sehingga potensi bencana, seperti tanah longsor dan banjir, sangat besar untuk kecamatan ini. Oleh sebab itu, karena potensi bencana di Kecamatan Alian sangat tinggi, perlu dilakukan analisis mitigasi bencana geologi agar kerugian akibat potensi bencana yang akan timbul dan terjadi dapat diminimalisasi. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji mengenai potensi-potensi kerawanan bencana seperti bahaya tanah longsor dan banjir serta memberikan usulan mengenai penataan kawasan daerah. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menganalisis beberapa peta sebagai variabel untuk menentukan titik rawan bencana dan tata guna lahan yang tepat.

B. LOKASI

Daerah penelitian terletak di Provinsi Jawa Tengah sebelah timur laut Kota Kebumen. Jarak Kecamatan Alian dari Kota Kebumen adalah 11 kilometer melalui Sruni. Koordinat 9154900°E/355200°N, di bagian barat berbatasan dengan Kecamatan Pejagon, di bagian timur berbatasan dengan Kecamatan Padureso dan Kabupaten Wonosobo, bagian utara berbatasan dengan Kecamatan Karangsambung, serta di bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Kebumen dan Kecamatan Poncowarno.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

C. KONDISI GEOLOGI

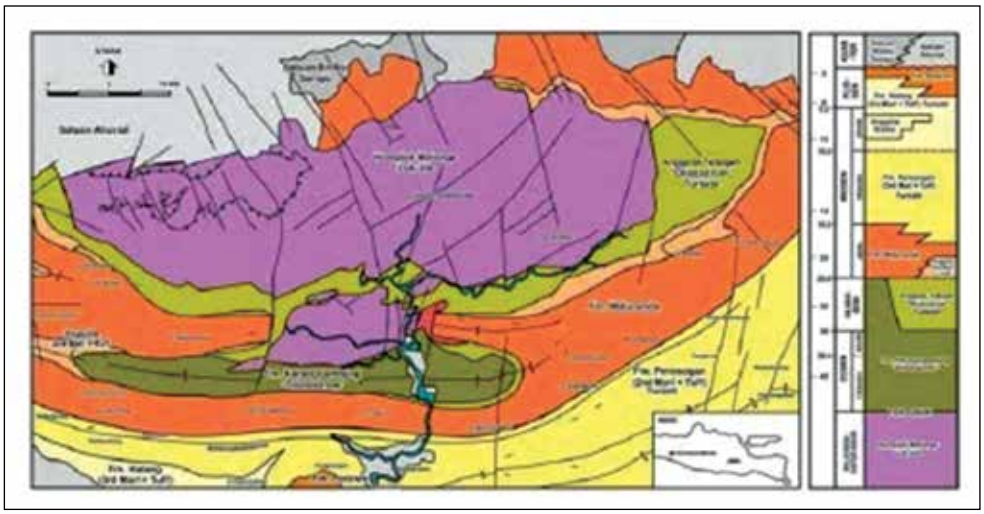
Karangsambung merupakan salah satu tempat tersingkapnya batuan campuran, yaitu kompleks Melange Lok ulo yang berumur kapur akhir sampai paleosen (Asikin, 1974; Wakita dkk., 1994 dalam Harsolumakso & Noeradi, 1996). Satuan ini merupakan hasil dari proses subduksi antara Lempeng Indo-Australia dengan lempeng Benua Asia Tenggara (Asikin, 1974 dalam Harsolumakso dan Noeradi, 1996). Kemudian, di atasnya diendapkan satuan yang lebih muda terdiri atas batu lempung dengan fragmen asing yang bercampur di dalamnya yang dianggap sebagai *olissostrom* (Asikin 1974; Asikin dkk., 1992 dalam Harsolumakso dan Noeradi, 1996). Kemudian, di atasnya diendapkan breksi dari Formasi Waturanda dan Perselingan Batu Pasir-Batu Lempung dari Formasi Panasogan (Asikin, 1974 dalam Hadiyansyah, 2005).

Alian berada pada Formasi Penosogan (Asikin, 1974). Menurut Van Bemmlen (1949), Kecamatan Alian termasuk ke dalam Zona Pegunungan Serayu Selatan.

Struktur utama yang ada di Karangsambung dapat dibagi menjadi tiga struktur utama, yaitu:

- Arah timur laut-barat daya yang ditunjukkan oleh arah umum sumbu panjang *boudin*, berkembang di kelompok batuan pratersier (Harsolumkso dkk., 1995 dalam Prasetyadi, 2007).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Modifikasi dari Asikin dkk. (1992)

Gambar 2 Peta Geologi Karangsambung

- Arah timur-barat yang ditunjukkan oleh arah umum struktur lipatan yang berkembang di batuan tersier.
- Arah utara-selatan berupa sesar yang memotong batuan pratersier dan tersier (Asikin dkk.,1992 dalam Prasetyadi, 2007).

D. METODE

Metode yang digunakan ialah analisis berdasarkan pada parameter kemiringan lereng, tutupan lahan, permeabilitas tanah, serta analisis geologi yang didapatkan dari Badan Informasi geospasial dan dimasukkan ke *software* berupa Arcgis, analisis sarana dan prasarana kebencanaan. Dengan demikian, akan didapatkan hasil berupa peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta tutupan lahan, peta permeabilitas tanah, peta geologi, serta peta daerah yang rawan terkena tanah longsor. Data yang telah di dapat sebelumnya di analisis dengan menggunakan tabel *score expertise judgment*, menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia (BNPB) yang menggunakan parameter-parameter pemicu longsor.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. *Score Expertise Judgment*

No	Parameter	Nilai Harkat
I	**Kelerengan (%)**	
	Sangat lambat	5
	45–75	4
	15–45	3
	8–15	2
	<8	1
II	**Permeabilitas tanah**	
	Sangat lambat	5
	Lambat	4
	Agak cepat/sedang	3
	Cepat	2
	Sangat cepat	1
III	**Tutupan lahan**	
	Tegalan, sawah	5
	Semak belukar	4
	Hutan, perkebunan	3
	Bangunan	2
	Perairan	1
IV	**Geologi**	
	Batuan vulkanis	3
	Batuan sedimen	2
	Batuan aluvial	1

Lalu hasil dari penilaian pada tabel di atas dimasukkan ke tabel nilai potensi longsor serta dimasukkan ke tabel kelas dan nilai risiko tanah longsor.

Tabel 2. Potensi Kerawanan Menurut BNPB

Tingkat Potensi Kerawanan	Jumlah Nilai Parameter
Tidak rawan	6–9
Kurang Rawan	10–12
Rawan	13–15
Sangat Rawan	16–18

Tabel 3. Kelas Risiko Kerawanan Menurut BNPB

Kelas Risiko	Nilai Risiko
Tidak berisiko	6–11
Kurang berisiko	12–17
Berisiko	18–23
Sangat berisiko	<24

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian yang termasuk dalam kompleks *geopark* Karangsambung berdasarkan pada peta geologinya bahwa Kecamatan Alian termasuk ke dalam Formasi Penosogan, Formasi Halang, dan aluvium sehingga yang mendominasi dari Kecamatan Alian ini ialah batuan sedimen (Lampiran 1).

Pembuatan peta rawan longsor ini dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa peta, di antaranya peta kemiringan lereng, peta geologi, peta tutupan lahan, serta peta permeabilitas tanah.

Berdasarkan pada *score* pada tabel *expertise judgment* Kecamatan Alian jika melihat analisis kemiringan lereng pada bagian barat dan timur dari Desa Kali Jaya merupakan daerah yang memiliki kemiringan lereng 30–70 persen (Lampiran 2).

Untuk permeabilitas tanah pada Kecamatan Alian merupakan daerah dengan pergerakan tanah yang cepat pada bagian utara dan pada barat dan timurnya merupakan daerah dengan pergerakan tanah agak cepat sampai cepat (Lampiran 3).

Kecamatan Alian untuk penggunaan lahan pada bagian barat dan timur dari Desa Kali Jaya merupakan daerah yang lahannya digunakan untuk sawah dan lahan perkebunan (Lampiran 4).

Berdasarkan pada parameter berupa analisis peta kemiringan lereng, peta tutupan lahan, peta geologi, dan peta permeabilitas tanah menghasilkan peta berupa kerentanan longsor. Dihasilkan bahwa daerah yang sangat tinggi terkena longsor ialah bagian barat dan timur dari Desa Kali Jaya karena pada daerah ini memiliki kemiringan lereng sebesar 30–70 persen yang relatif curam dengan permeabilitas pergerakan tanah yang cepat dan pada kawasan tersebut sudah dialihfungsikan menjadi lahan perkebunan (Lampiran 4).

Dengan demikian, mengurangi risiko pergerakan tanah pada Kecamatan Alian dapat dilakukan upaya mitigasi seperti penataan kembali tata ruang wilayah dengan melihat parameter-parameter yang sesuai dengan penggunaan tata guna lahan. Selain itu, hal yang perlu mendapatkan perhatian ialah perubahan penggunaan lahan yang awalnya merupakan lahan pertanian dijadikan lahan permukiman, industri, ataupun pemerintahan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Alian memiliki kemiringan lereng sekitar 30–70 persen upaya yang bisa dilakukan adalah mengembalikan fungsi hutan di lereng-lereng bukit yang telah digunakan sebagai daerah lahan perkebunan serta mengurangi beban lereng dengan tidak membangun permukiman. Selain itu, mitigasi mengurangi bahaya tanah longsor dilakukan dengan mengendalikan pembangunan sesuai daya dukung lingkungan. Pemanfaatan lahan juga merupakan salah satu faktor serta perubahan tata guna lahan yang tidak terkontrol dan tidak sesuai pula merupakan faktor penyebab dari risiko bencana longsor ataupun pergerakan tanah (Lampiran 5).

F. KESIMPULAN

1. Daerah yang memiliki tingkat rawan longsor yang tinggi ialah pada bagian barat dan timur dari Desa Kali Jaya dengan kemiringan lereng sebesar 30–70 persen serta permeabilitas pergerakan tanah yang cepat.
2. Dari hasil analisis menggunakan empat parameter daerah-daerah yang merupakan rawan longsor ialah Lengkong Kulon, Sumberan, Gunung Pagergeong, Mundu, Krajan, Lubangbuluh, Kalibawong.

G. SARAN/REKOMENDASI

1. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut dan detail mengenai potensi bencana tanah longsor agar bisa diketahui luasannya.
2. Perlu diadakan pengecekan secara berkala ke daerah penelitian mengenai bencana tanah longsor ini, terutama pada saat musim hujan.

DAFTAR ACUAN

Mubekti. (2008). Mitigasi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Teknik Pemodelan SIG. *Pusat Teknologi Inventarisasi Sumber Daya Alam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, *2*(4), 121–129.

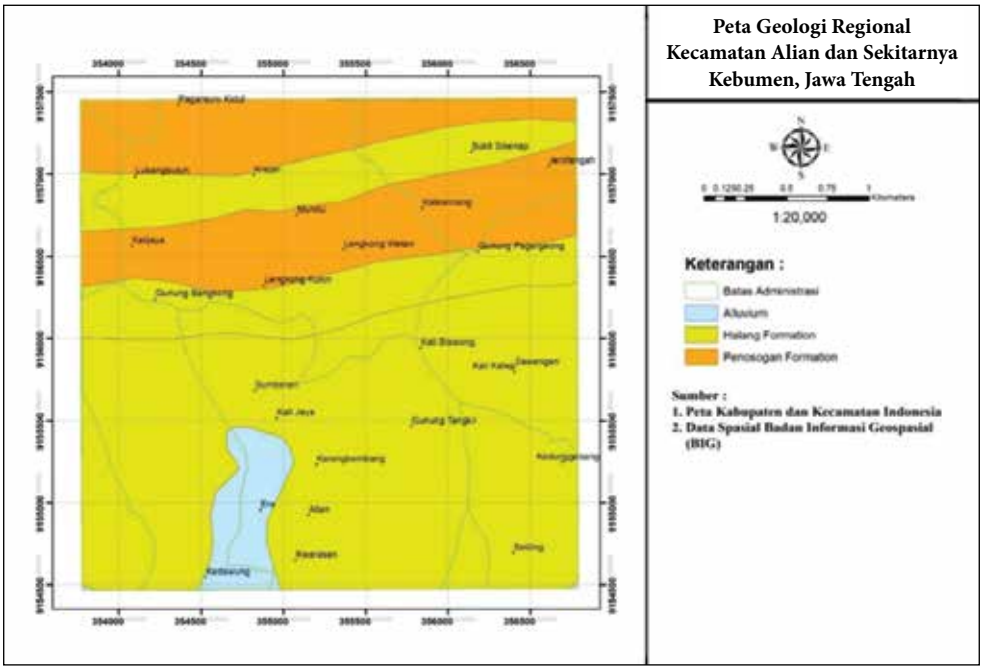
Dewi, L. S. (2007). Kajian Evaluasi Lahan Permukiman Dengan Teknik SIG. *Geografi FIS Journal, 4(1), 44 – 54.*

Amri, M. R. dkk. (2016). *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.

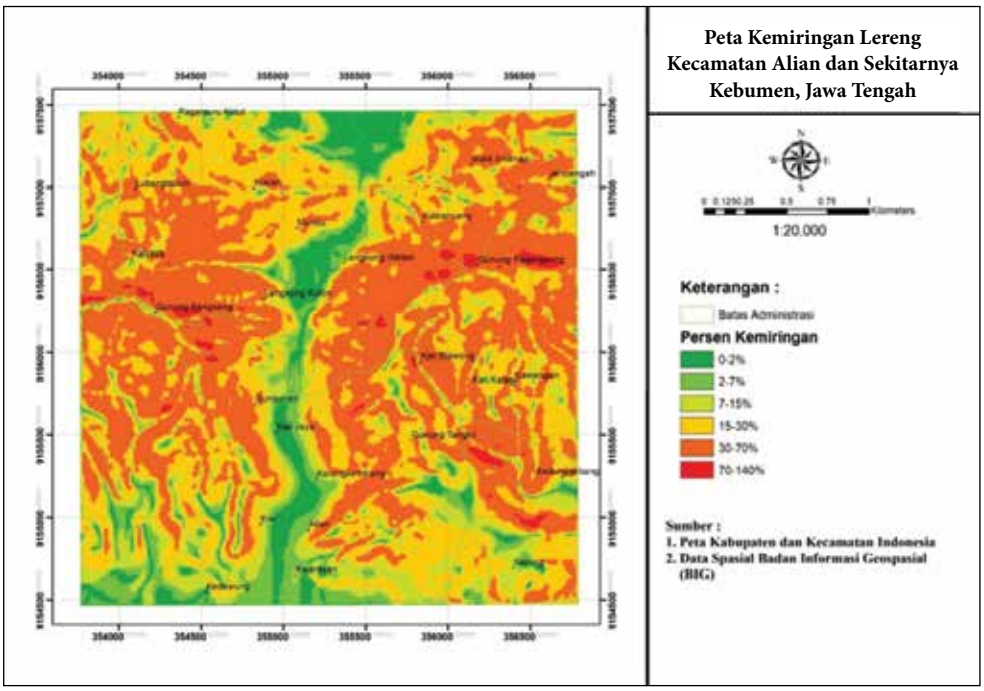
Geologi Regional Karangsambung Kebumen. (2017). Diakses dari http://geologicalmelankolia.blogspot.com/2017/03/geologi-regional-karangsambung-kebumen.html

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN

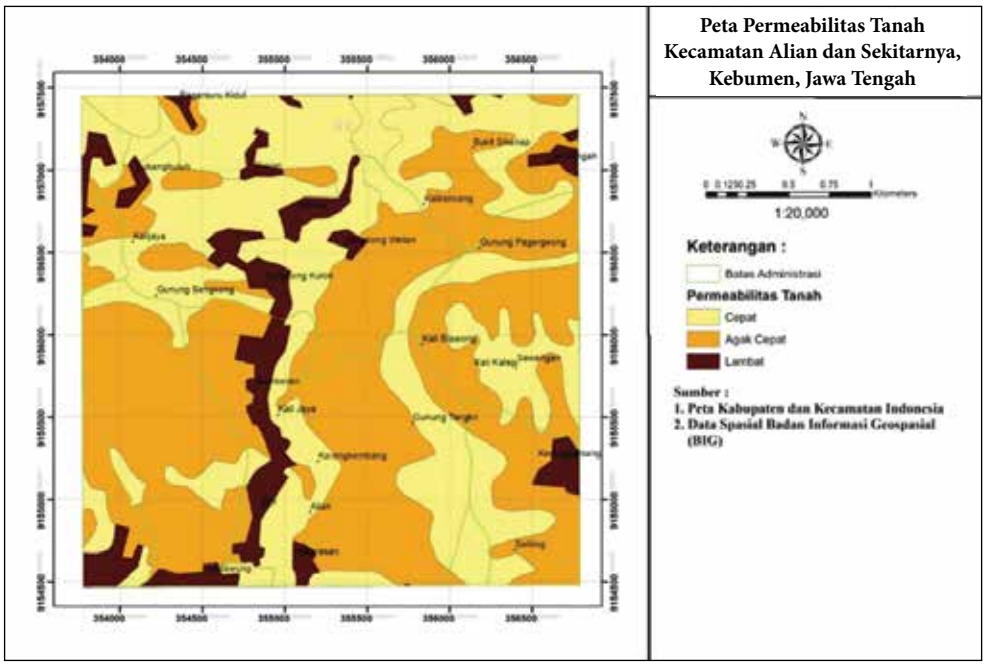


Lampiran 1. Peta Geologi Regional Kecamatan Alian dan Sekitarnya

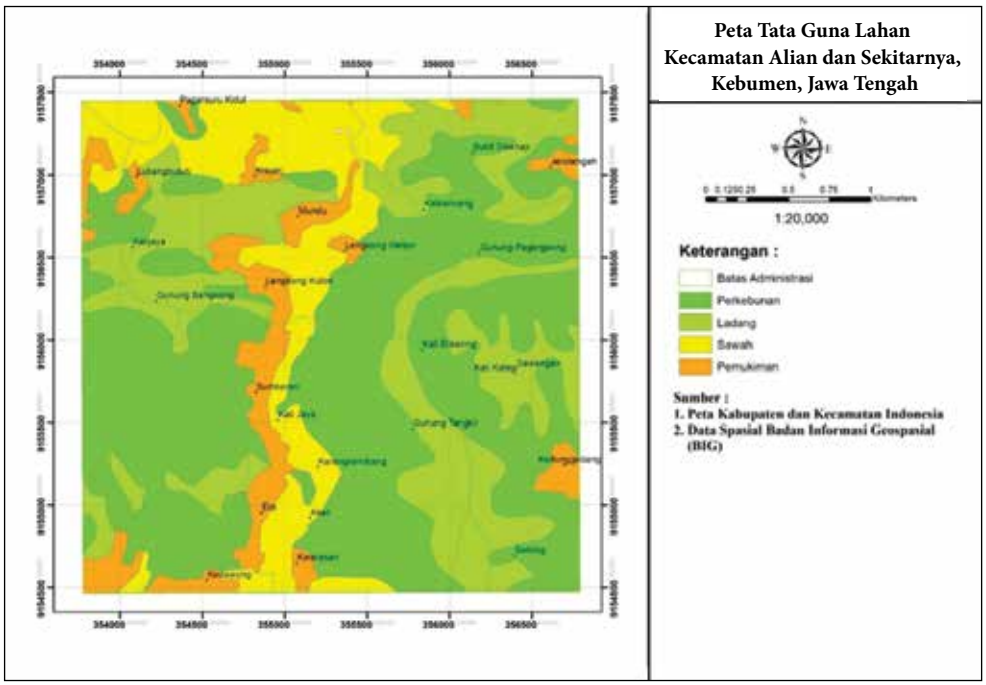


Lampiran 2. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Alian dan Sekitarnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

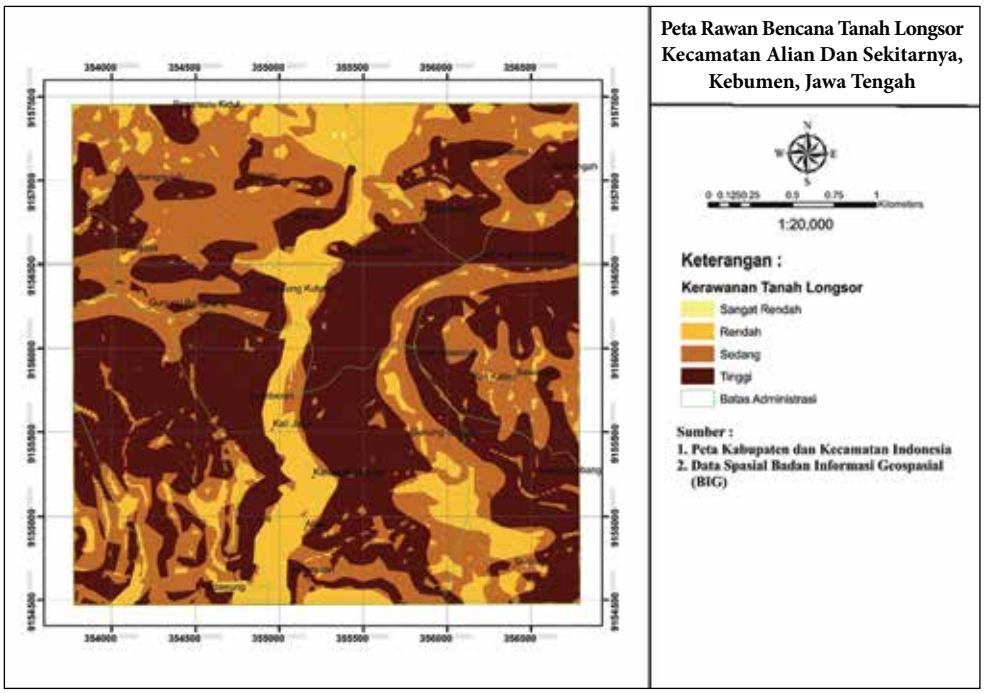


Lampiran 3. Peta Permeabilitas Tanah Kecamatan Alian dan Sekitarnya



Lampiran 4 Peta Tata Guna Lahan Kecamatan Alian dan Sekitarnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Lampiran 5. Peta Rawan Bencana Tanah Longsor Kecamatan Alian dan Sekitarnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PERUBAHAN *NORMALISED DIFFERENCE VEGETATION INDEX* (NDVI) DALAM MEMENGARUHI KONDISI ALIRAN AIR PERMUKAAN DAS LUKULO HULU

CHANGES OF NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) IN INFLUENCING LUKULO UPPER WATERSHED SURFACE WATER CONDITIONS

Puguh Dwi Raharjo[*], Kristiawan Widiyanto[1], Sueno Winduhutomo[1], dan Dimas Aryo Wibowo[1]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI, Kebumen, 54353 Jawa Tengah
[*]Pos-el: puguh.draharjo@karangsambung.lipi.go.id

ABSTRACT

Water resources are very important for the life of living things, the use of water resources is an aspect that supports human welfare. Utilization that is less controlled and not balanced with conservation efforts will bring negative impacts such as causing floods and droughts. Presentation of practical aspects of knowledge about hydrological factors that can provide hydrological disasters in areas that are urgently needed. Multi-temporal remote sensing can be used as monitoring related to water resources. The Upper Lukulo Watershed has the highest height of around 1034 m dpal and the lowest is around 37.5 m dpal. The aim of the study was to determine changes in land cover in the Lukulo Hulu watershed so that it can determine the effect on water resources. The results obtained indicate that in 1992 the watershed had a normal drainage rate of 52.3% but decreased to 47.2% in 2015. While the type of land cover which made a low surface flow of 19.3 in 1992 increased to 29.2 % in 2015. The type of land cover that is classified as high in flowing surface flows in the Lukulo Hulu watershed has decreased by around 1.7%, from 2% in 1992 to 0.3 in 2015. Whereas extreme conditions of land cover types have made the original surface flow from 25.9% it decreased to 23.4%. when viewed as a whole, the flow rate in the upstream Lukulo watershed experienced relatively good things.

Keywords: *Runoff, Upstream Lukulo basin, NDVI, Remote sensing, Land cover*

ABSTRAK

Sumber daya air sangat penting bagi kelangsungan hidup, upaya pemanfaatan sumber daya air merupakan aspek yang menunjang kesejahteraan hidup manusia. Pemanfaatan yang kurang terkontrol serta tidak diimbangi dengan usaha pelestarian akan membawa dampak negatif seperti menimbulkan banjir, kekeringan, ataupun permasalahan sumber daya air lainnya. Penyajian aspek praktis dari pengetahuan tentang faktor hidrologi yang dapat memberikan bencana hidrologi dalam suatu wilayah sangat diperlukan. Pengindraan jauh multi-temporal dapat digunakan *monitoring* yang berkaitan dengan sumber daya air. DAS Lukulo Hulu ini mempunyai ketinggian tertinggi sekitar 1.034 mdpl serta terendah sekitar 37,5 mdpl. Tujuan penelitian adalah mengetahui

Buku ini tidak diperjualbelikan.

perubahan penutup lahan di DAS Lukulo Hulu sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap sumber daya air. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada 1992 DAS ini memiliki tingkat pengaliran normal sebesar 52,3%, tetapi mengalami penurunan menjadi 47,2% pada 2015. Sementara itu, jenis penutup lahan yang menjadikan aliran permukaan rendah dari 19.3 pada 1992 meningkat menjadi 29,2% pada 2015. Jenis penutup lahan yang tergolong tinggi dalam mengalirkan aliran permukaan pada DAS Lukulo Hulu ini terjadi penurunan sekitar 1,7%, yaitu dari 2% pada 1992 menjadi 0,3% pada 2015. Adapun kondisi ekstrem jenis penutup lahan yang menjadikan aliran permukaan semula dari 25,9% mengalami penurunan menjadi 23,4%. Apabila dilihat secara keseluruhan, angka pengaliran pada DAS Lukulo hulu ini mengalami hal yang relatif baik.

Kata kunci: Air permukaan, DAS Lukulo Hulu, NDVI, Penginderaan Jauh, Penutup lahan

A. PENDAHULUAN

Permasalahan hidrologi daerah tangkapan air lebih ditekankan pada tinjauan menyeluruh komponen-komponen hidrologi, pengaruhnya satu terhadap yang lain serta kaitannya dengan komponen lain di luar jalur hidrologi perlu dilakukan.

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang di batasi punggung-punggung gunung di mana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995). Chow (1964) mengembangkan metode empiris hubungan antara luas DAS dan aliran puncak, dengan dimodifikasi parameter iklim, relief, infiltrasi, vegetasi penutup, dan simpanan permukaan yang kemudian dimodifikasi kembali oleh Culp dkk. (1942). Parameter karakteristik DAS tersebut diklasifikasikan dan diberi skor secara proporsional menurut kuatnya pengaruh terhadap laju aliran permukaan.

Klasifikasi penutup lahan berdasarkan pada pengenalan pola statistik data multispektral merupakan salah satu yang sering digunakan dalam melakukan ekstraksi informasi (Narumalani, 2002 dalam Jensen, 2005). Pada klasifikasi ini, dirancang untuk menurunkan informasi tematik dengan cara mengelompokkan fenomena berdasarkan kriteria nilai spektral (Danoedoro, 2012b), kategorisasi kriteria ini dilakukan dengan cara otomatis (Purwadhi, 2001). Sebagai contoh adalah klasifikasi multispektral didasarkan pada pengetahuan eksternal daerah kajian pada citra (Mather, 2004), yaitu dengan memberikan label pada objek yang dipilih di daerah sampel (*training area*) yang berupa kelompok piksel (Danoedoro, 2012b; Tso & Mather, 2009).

Selain klasifikasi multispektral tersebut terdapat juga transformasi spektral yang menggunakan domain spektral dalam mempertajam ketampakan tertentu. Pengembangan transformasi spektral menggunakan dasar pada *feature space* yang memperlihatkan kecenderungan pengelompokan nilai spektral (Danoedoro, 2012b).

Salah satu transformasi yang sering digunakan adalah NDVI (*normalised difference vegetation index*). NDVI merupakan rasio yang melibatkan perbedaan *spectral band* antara saluran inframerah dekat (NIR) dan saluran merah (R). NDVI

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mengarakterisasi reflektansi spektral vegetasi dengan membandingkan reflektansi tinggi pada saluran inframerah dekat dan refleksi rendah pada saluran merah. Transformasi ini digunakan untuk memantau proses permukaan lahan, khususnya yang berkaitan dengan vegetasi (Mather, 2004). Selain itu, komponen indeks vegetasi merupakan merupakan teknik yang maksimal dalam mengklasifikasikan penutup lahan (Purwadhi, 2001).

Thanapura, Helder, Burckhard, Warmath, O' Neill, & Galster (2007) mengungkapkan bahwa Penggunaan NDVI dalam klasifikasi penutup lahan dipilih karena penggunaan transformasi ini relatif sederhana dipergunakan, seperti halnya pengurangan heterogen karakteristik spektral dalam tutupan lahan dan normalisasi potensi efek atmosfer. NDVI efektif dapat membedakan daerah yang bervegetasi dan daerah yang tidak bervegetasi, serta mengurangi efek bayangan topografi (Apan dkk., 2002, dalam Daniels, 2006). Menurut Mather (2004), NDVI banyak digunakan karena nilai rasio tidak terpengaruh oleh nilai *pixel* absolut dalam saluran inframerah dekat (NIR) dan saluran merah (R). Selain itu, NDVI lebih tepat digunakan dalam penelitian untuk membandingkan dari waktu ke waktu untuk wilayah yang sama.

Penggunaan NDVI perubahan dan aktivitas vegetasi dapat dipantau. Selain itu, dapat diketahui biomasa kerapatan tinggi serta daerah dengan biomasa rendah (padang rumput, vegetasi gersang) (Jensen, 2005). NDVI telah terbukti memiliki korelasi yang tinggi antara biomassa daun hijau dan indeks luas daun hijau (LAI/ *leaf area index*), vegetasi yang tumbuh dengan sehat memiliki nilai NDVI tinggi dan permukaan kedap air (misalnya, aspal, beton, bangunan, dll), serta lahan kosong (misalnya, tanah gundul, batu, dll) memiliki nilai NDVI yang rendah (Thanapura dkk., 2007). Klasifikasi digital bersifat langsung dan hanya dapat untuk penutup lahan, sehingga untuk proses klasifikasi penggunaan lahan masih diperlukan analisis lebih lanjut (Danoedoro, 2012b).

Penggunaan lahan, simpanan air permukaan, serta infiltrasi tanah merupakan peubah-peubah fisik dan peubah lainnya yang berhubungan dengan karakteristik lingkungan DAS yang merupakan proses di permukaan lahan (Gunawan, 1991). DAS Lukulo merupakan salah satu sub-DAS yang telah mengalami perkembangan yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan sehingga nilai koefisien aliran permukaan dan debit puncak akan cenderung terjadi perubahan.

DAS ini sebagian besar merupakan daerah dengan jenis penggunaan lahan sebagai kebun campur, bahkan lingkungan permukiman pun kadang banyak yang tersamarkan dengan kebun campur apabila dideteksi dengan data pengindraan jauh. Vegetasi-vegetasi ini memiliki kecenderungan memiliki kanopi-kanopi yang menutupi permukaan lahan di bawahnya sehingga rumah-rumah yang tidak berkelompok sangat susah di identifikasi. Jenis penutup lahan yang merupakan cerminan jenis penggunaan lahan merupakan salah satu faktor kondisi permukaan yang sangat dinamis. Kadang tidak tergantung musim yang terjadi namun, kepentingan campur tangan manusia sangat menentukan untuk lahan-lahan non-produksi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain itu, perekayasaan pada lahan-lahan pertanian yang tetap memaksakan produksi tanaman, baik skala rendah maupun tinggi juga menjadi pertimbangan ketika pola-pola perubahan terjadi ketidakselarasan. Penelitian ini mencoba mengetahui perubahan penggunaan lahan di DAS Lukulo Hulu antara 1992 dan 2015 yang berpengaruh terhadap laju aliran permukaan.

B. METODE

Penggunaan data pengindraan jauh dan sistem informasi geografis (GIS) dapat digunakan untuk mengetahui kondisi permukaan serta keterkaitan dengan objek-objek lain. Analisis formula pada raster dapat digunakan untuk mendeteksi permukaan yang berkaitan dengan vegetasi dan tubuh air. Analisis vektor dengan SIG digunakan untuk penggambaran dan pengeplotan peta dan juga untuk analisis tumpang susun dari beberapa parameter peta guna menonjolkan karakteristik pada tema peta tertentu.

Aplikasi pengindraan jauh dalam bidang hidrologi ditujukan untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan memetakan pada permukaan bumi, di bawah permukaan, serta untuk menduga melalui proses kerja. Citra pengindraan jauh diinterpretasi untuk informasi hidrologi elusif, juga untuk karakteristik bentuk lahan yang mudah diamati, penutup lahan, dan ketersediaan air (Lo, 1986).



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Lukulo Hulu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebelum citra ini digunakan, dilakukan koreksi geometrik karena adanya rotasi dan kelengkungan bumi, skala dan inkonsistensi cermin, serta posisi dan orientasi dalam ruang (Gao, 2009). Pada penelitian ini, digunakan transformasi berdasarkan pada *ground control point*, yaitu menggunakan cara pandang empiris dengan membandingkan posisi/ketampakan objek linier pada citra dengan citra/peta yang telah ter-georeferensi, atau dengan data lapangan (Danoedoro, 2012b).

Koreksi radiometrik yang bertumpu pada informasi dalam citra diterapkan dengan menggunakan metode sederhana yaitu dengan menggunakan penyesuaian histogram (Tso & Mather, 2009). Pada kalibrasi radiometrik menggunakan perubahan nilai piksel (*digital number*) ke dalam bentuk radiansi (*radiance*) sampai pada nilai pantulan objek pada citra (*reflectance at sensor*).

Konversi citra Landsat TM dari nilai digital ke dalam nilai radiansi menggunakan persamaan NASA (Landsat 7 Users Handbook, 1999) sebagai berikut:

$$L\lambda = Grescale * Qcal + Brescale \quad (1)$$

Perhitungan besarnya nilai radiansi Lλ yang merupakan konversi dari nilai digital pada Landsat TM juga dinyatakan sebagai berikut:

$$L\lambda = ((Lmax\lambda - Lmin\lambda))/((Qcalmax - Qcalmin))\ (Qcal-Qcalmin) + Lmin\lambda \quad (2)$$

Konversi nilai radiansi ke dalam bentuk nilai pantulan objek pada sensor citra (*reflectance at sensor*), maka digunakan persamaan sebagai berikut (Landsat 7 Users Handbook, 1999) :

$$\rho\lambda = (\pi \cdot L\lambda \cdot d2)/(ESUN\lambda \cdot COS\ \theta) \quad (3)$$

NDVI mengkarakterisasi reflektansi spektral vegetasi dengan membandingkan reflektansi tinggi pada saluran inframerah dekat dan refleksi rendah pada saluran merah (Mather, 2004). Rasio yang melibatkan perbedaan spektral *band* antara saluran inframerah dekat (NIR) dan saluran merah (R) ini akan diperoleh suatu indeks vegetasi, NDVI. Seperti diketahui pada citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat TM (5) dan Landsat OLI (8), kedua jenis sensor tersebut sama-sama memiliki spektral *band* merah dan inframerah dekat dengan resolusi yang sama. Maka, transformasi NDVI dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan kedua sensor ini. Persamaan NDVI oleh Rouse dkk. (1974) (dalam Jensen, 2005) adalah sebagai berikut:

$$NDVI : (\rho nir - \rho red)/(\rho nir + \rho red) \quad (4)$$

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Karena sensor yang digunakan pada analisis memiliki perbedaan resolusi spektral, sebelum dilakukan formulasi NDVI, perlu ada kalibrasi antarcitra (Raharjo, Gunawan, & Hadi, 2016).

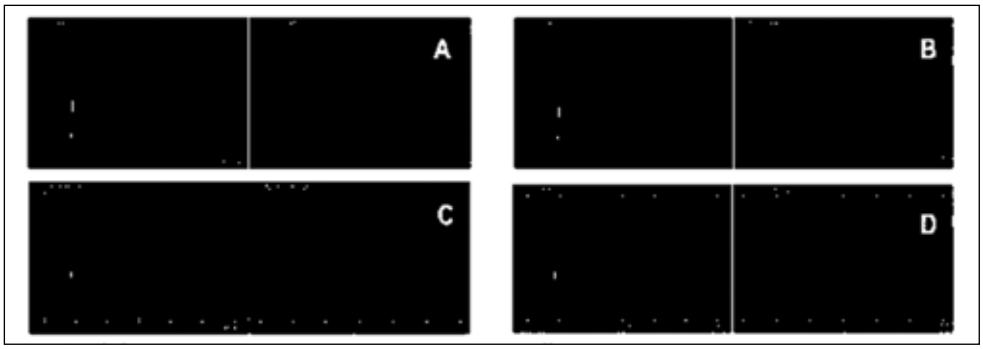
Hasil perbandingan nilai NDVI ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan indikator peningkatan laju aliran permukaan di DAS Lukulo Hulu.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi radiometrik pada penelitian ini tidak hanya dilakukan dengan perentangan nilai histogram citra dari 0 sampai dengan 255, tetapi sampai pada pantulan citra pada *radiance* dan sampai pada *surface at reflectance*. Pada citra Landsat perekaman Mei 1992 merupakan citra Landsat dengan sensor TM yang memiliki sudut kemiringan matahari (*sun elevation*) = 43°.



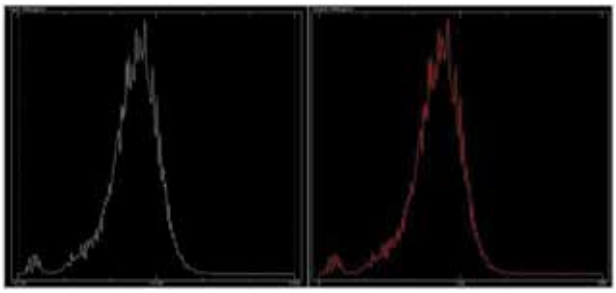
Gambar 2. Koreksi radiometrik citra Landsat-TM Mei Tahun 1992 pada saluran merah (A. Nilai piksel; B. Nilai *radiance*; C. Nilai *surface at reflectance*)



Gambar 3. Histogram citra Landsat-8 (OLI) Tahun 2015 pada saluran merah (A. Piksel bulan Januari; B. *Surface at reflectance* bulan Januari; C. Piksel bulan Mei; D. *Surface at reflectance* bulan Mei).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai dari *surface at reflectance* dari kedua citra Landsat, baik pada 1992 maupun 2015. Kedua citra yang telah dilakukan kalibrasi radiometrik sampai level 3, konversi ke *radiance* kemudian konversi ke *surface at reflectance* dipilih pada objek dan ketampakan yang sama dan tidak terjadi perubahan penutup/penggunaan lahan pada lokasi yang sama. Data yang digunakan pada perbandingan antar citra ini sejumlah 82 data spektral.



Gambar 4. Histogram NDVI Landsat 1992

Sementara kondisi lapangan sangatlah berbeda, yakni banyak terdapat vegetasi dengan tutupan kerapatan tinggi sehingga data yang digunakan dalam pengolahan NDVI ini digunakan data citra terkalibrasi yang sampai *surface at reflectance*. Namun, data tersebut juga tidak mendapatkan gambaran dengan kondisi lapangan, sehingga dilakukan otomatisasi dalam pembagian *range*, dengan nilai -0,3372 sampai dengan 0,70144.



Gambar 5. Histogram NDVI Landsat 2015

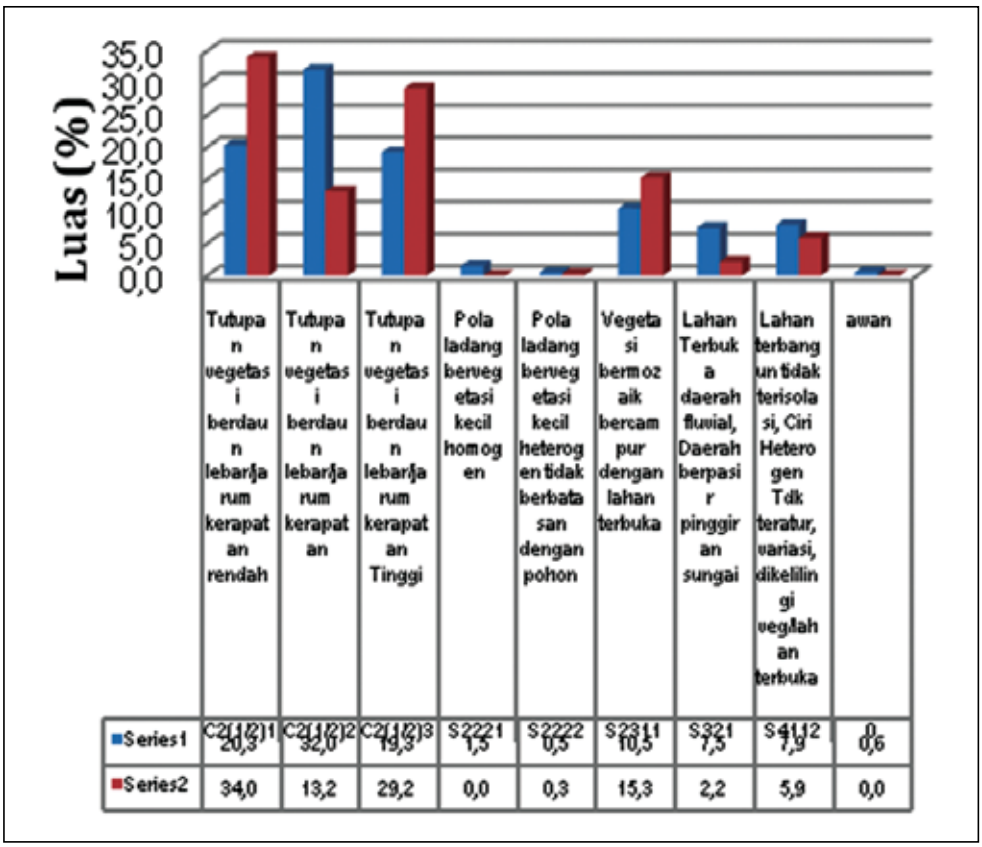
Pada gambar di atas, nilai NDVI minimum adalah -0,79 (lahan nonvegetasi) dan nilai maksimal adalah 0,69 (vegetasi rapat). Klasifikasi yang akan digunakan untuk pemilahan kelas kerapatan vegetasi (NDVI) ini akan digunakan lima kelas. Pemilahan dilakukan berdasarkan pada puncak-puncak histogram sebagai penanda perubahan kerapatan vegetasi.

Pada histogram dari citra Landsat-8 perekaman Juli 2015 ini, diperoleh nilai NDVI yang relatif ideal. Nilai NDVI memiliki rentan dari -0,941 sampai 0,908. hal ini menunjukkan bahwa pada perekaman ini terdapat kelas kerapatan vegetasi yang sangat jarang hingga kerapatan vegetasi yang sangat rapat. Apabila dibandingkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan data Citra Landsat-5 perekaman Mei 1992, terjadi peningkatan lahan terbuka, tetapi juga terdapat peningkatan lahan dengan kerapatan vegetasi yang tinggi.

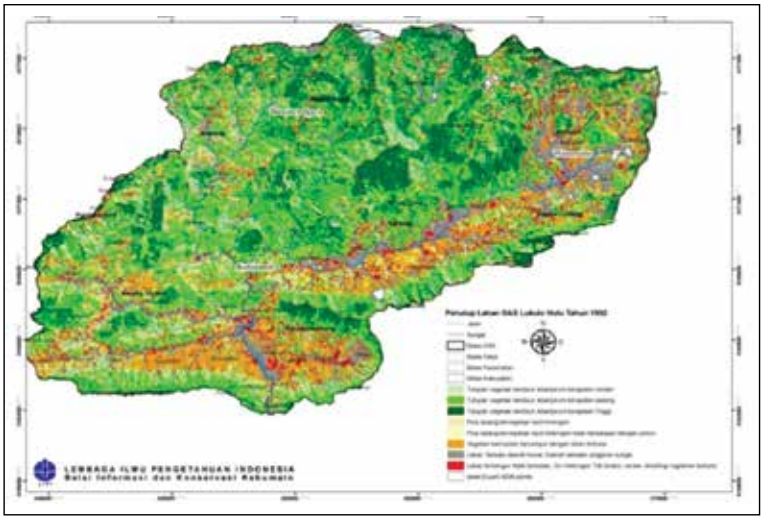
Tutupan vegetasi berdaun lebar merupakan jenis penutup lahan paling banyak di lokasi penelitian ini, total pada 1992 sebesar 71,61% dan meningkat pada 2015 menjadi 76,38%. Tutupan vegetasi berdaun lebar/jarum kerapatan rendah meningkat sebesar 13,7%, sedangkan penurunan terjadi sebesar 18,9%. Jenis penutup lahan vegetasi berdaun lebar/jarum kerapatan Tinggi juga terjadi peningkatan luasan sebesar 10%.



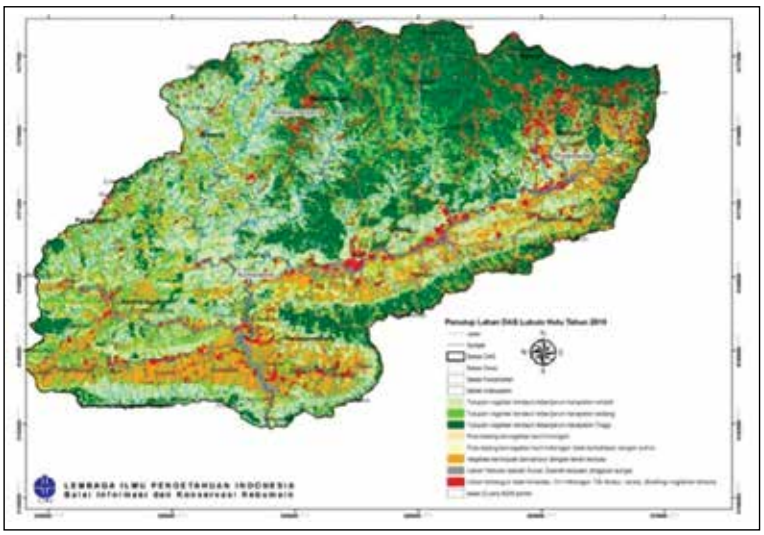
Gambar 6. Grafik Perbandingan Jenis Penutup Lahan DAS Lukulo Hulu Tahun 1992 dan 2015

Sebagian besar wilayah penelitian merupakan daerah dengan jenis penggunaan lahan sebagai kebun campur, bahkan lingkungan permukiman pun kadang banyak yang tersamarkan dengan kebun campur apabila dideteksi dengan data pengindraan jauh. Vegetasi-vegetasi ini memiliki kecenderungan memiliki kanopi-kanopi yang menutupi permukaan lahan di bawahnya sehingga rumah-rumah yang tidak berkelompok sangat susah diidentifikasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7. Peta Penutup Lahan DAS Lukulo Hulu pada 1992



Gambar 8. Peta penutup lahan DAS Lukulo Hulu pada Tahun 2015

Pada peta di atas, dapat diketahui perubahan jenis penutup lahan DAS Lukulo selama kurun 23 tahun (1992–2015). Klasifikasi penutup lahan yang digunakan merupakan klasifikasi oleh Danaoedoro (2003).

Untuk mengetahui tingkat pengaliran tersebut, digunakan konversi pada nilai koefisien aliran permukaan oleh Bransby-William. Namun, kategori ini hanya sebagai pengaruh jenis penutup lahannya. Ekstrem berarti tidak ada penutup tanaman keras yang efektif; Tinggi, *sheet* erosi kurang dari 10% di bawah padang rumput, sedikit tanaman pertanian; Normal, 50% tertutup baik, tanaman pertanian berkayu tidak lebih 50%; Rendah, 90% tertutup rumput atau hutan kering.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Jenis penutup lahan pola ladang bervegetasi kecil homogen terjadi penurunan luasan, yang semula pada 1,5% berubah menjadi 0,0. Lahan terbuka daerah fluvial, daerah berpasir pinggiran sungai yang merupakan wilayah yang berada pada bentuk lahan dataran aluvial dan dataran banjir juga mengalami penurunan 5,3%. Pada 1992, jenis penutup lahan tersebut sekitar 7,5% dan pada 2015 berkurang menjadi 2,2%.

Jenis penutup lahan yang merupakan cerminan jenis penggunaan lahan merupakan salah satu faktor kondisi permukaan yang sangat dinamis. Kadang tidak bergantung pada musim yang terjadi, tetapi kepentingan campur tangan manusia sangat menentukan untuk lahan-lahan nonproduksi. Selain itu, perekayasaan pada lahan-lahan pertanian yang tetap memaksakan produksi tanaman, baik skala rendah maupun tinggi, juga menjadi pertimbangan ketika pola-pola perubahan terjadi ketidakselarasan.

Semua jenis penutup vegetasi antara 1992 dan 2005 mengalami perubahan, baik pengurangan maupun penambahan luasan. Jenis penutup lahan vegetasi bermozaik bercampur dengan lahan terbuka merupakan jenis penggunaan lahan yang di dalamnya juga terdapat permukiman desa dan pekarangan dengan berbagai vegetasi.

Pada 1992, DAS ini memiliki tingkat pengaliran berdasarkan pada jenis penutup lahan yang normal sebesar 52,3%, tetapi menurun menjadi 47,2%. Sementara jenis penutup lahan yang menjadikan aliran permukaan rendah yang sebesar 19,3% pada 1992 meningkat menjadi 29,2% pada 2015.

D. KESIMPULAN

Jenis penutup lahan yang tergolong tinggi dalam mengalirkan aliran permukaan pada DAS Lukulo Hulu ini terjadi penurunan sekitar 1,7%, yaitu dari 2% pada 1992 menjadi 0,3 pada 2015. Sementara itu, kondisi ekstrem jenis penutup lahan yang menjadikan aliran permukaan semula dari 25,9% mengalami penurunan menjadi 23,4%. Apabila dilihat secara keseluruhan, angka pengaliran pada DAS Lukulo hulu ini mengalami hal yang baik, meskipun tidak begitu banyak.

Meskipun nilai NDVI secara umum menunjukkan peningkatan kerapatan, tidak banyak pengaruh terhadap laju aliran permukaan. Hal ini terjadi karena jenis kanopi tutupan, serta adanya kondisi permukaan yang cenderung memiliki simpanan air yang rendah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Chow,V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology, Civil Engineering Series*. New York: McGraw-Hill International Editions.

Daniels, A. E. (2006). Incorporating domain knowledge and spatial relationships into land cover classifications: a rule-based approach. *International Journal of Remote Sensing*, *27*(14), 2949–2975.

Danoedoro, P. (2012b). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.

Gao, J. (2009). *Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery*. United States: McGraw-Hill Companies Inc.

Gunawan, T. (1991). *Penerapan Teknik Penginderaan Jauh untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS, Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo Hulu Jawa Tengah* (Disertasi Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 230 halaman).

Jensen, J. (2005). *Introduction Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective (Third Edition)*. United States: Pearson Prentice Hall.

Lo, C. P. (1986). *Applied Remote Sensing*, diterjemahkan oleh Pubowaseso, B, 1996. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Mather, P. M. (2004). *Computer Processing of Remotely-Sensed Images (Third Edition).* England: John Wiley & Sons Ltd.

NASA. (1999). Landsat 7 Science Data Users Handbook. Diakses pada 12 Des 2012 dari http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf.

Purwadhi, S. H. (2001). *Intepretasi Citra Digital*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.

Raharjo, P. (2005). Aplikasi *Teknik Penginderaan Jauh untuk Mengkaji Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Puncak di Daerah Aliran Sungai Kreo Semarang* (Skripsi Jurusan Kartografi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta, 106 halaman).

Raharjo, P. D., & Saifudin. (2008). Pemetaan Erosi DAS Lukulo Hulu dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, *Universitas Gadjah Mada*, *2*(2), 103–113.

Raharjo, P. D., & Ansori, C. (2009). Kajian Penggunaan Lahan pada Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *International Conference Earth Science and Technology*, Yogyakarta, 6–7 Agustus 2009, 1–8.

Raharjo, P. D. (2009). Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kreo terhadap Debit Puncak Dengan Aplikasi Penginderaan Jauh. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, *LIPI*, *19*(2), 69–84.

Raharjo, P. D. (2010). Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Potensi Kekeringan. *Jurnal Makara Teknologi, Universitas Indonesia*, *14*(2), 97–105.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Raharjo, P. D. (2010a). Kajian Karakteristik Das Lukulo Hulu dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Jurnal Geografi, Universitas Indonesia*, *3*(1), 47–55, Januari 2010.

Raharjo, P. D., & Larosa, F. (2011). Penggunaan Data Landsat TM dan SRTM untuk Deteksi Rawan Banjir di DAS Bengawan Solo. *Jurnal Tanah dan Iklim*, *Departemen Pertanian*, *33,* 23–32, Juli 2011.

Raharjo, P. D., Nur, A. M., & Hidayat, E. (2011). Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam Identifikasi Kerentanan Bencana Alam di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, *Departemen ESDM*, *21*(1), 23–33.

Raharjo, P. D. (2013). Penggunaan Data Penginderaan Jauh dalam Analisis Bentukan Lahan Asal Proses Fluvial di Wilayah Karangsambung. *7*(2), 146–152.

Raharjo, P. D. (2014). *Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh Multi-Temporal untuk Kajian Limpasan Permukaan Akibat Perubahan Penutup Lahan* (Tesis Master Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, UGM, Yogyakarta).

Raharjo, P. D., Gunawan, T., & Hadi, M. P. (2016). The Knowledge-Based Analysis on Medium Resolution Images of Remote Sensing to Extraction Information Land use Type SCS-CN, the Case Study on Grompol Watershed. *Makara J. Technol*, *20*(2), 58–66. DOI: 10.7454/mst.v20i2.3057

Thanapura, P. dkk. (2007). Mapping Urban Land Cover Using Quickbird NDVI Image and GIS Spatial Modeling for Runoff Coefficient Determination. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, *73*(1), 057–065.

Tso, Brandt, & Mather, P, M. (2009). *Classification Methods for Remotely Sensed Data (Second Edition)*. New York: CTC Press Taylor & Francis Group.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) UNTUK PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR SERTA MITIGASI BENCANA GEOLOGI DI KECAMATAN TAWANGMANGU, KARANGANYAR, JAWA TENGAH

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR REGIONAL MAPPING OF LANDSLIDES PRONE AREAS AND GEOLOGIC DISASTER MITIGATION IN TAWANGMANGU SUBDISTRICT, KARANGANYAR, JAWA TENGAH

Viki Febrianto[1*],Ulfa Della Nova Tilova[2], Laelly Nadhira Sindy Ashari[3]

[123]Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah
[1,*]Pos-el: vkfebrian@gmail.com

ABSTRACT

Tawangmangu is one of the Subdistricts in Karangnganyar District which is very prone to geological disasters such as landslides, this study aims to map landslide prone areas in a smaller scope, namely villages in the Tawangmangu sub-district and efforts and strategies that will be carried out to deal with landslides in Tawangmangu District. It is recorded from the data of the Regional Disaster Management Agency, namely the recapitulation of the occurrence of landslides in 2012-2017 which recorded 49 landslides. The presence of landslides in the Tawangmangu Subdistrict is caused by many factors, including: high rainfall, slope, soil type, population density, land cover, and geological conditions in the region. This mapping will later become a reference in disaster mitigation efforts in Tawangmangu District. The method used is descriptive correlational, which is collecting data such as secondary data and linking the causes of landslide variables in Tawangmangu District. The results of this study are maps of landslide prone areas in Tawangmangu Subdistrict and various mitigation strategy efforts for communities in Tawangmangu District to minimize through public education. Based on the mapping that has been done, Blumbang Village is one of the villages most prone to landslides, for which mitigation efforts need to be carried out for educational facilities to minimize damage and losses that will occur

Keywords:Landslide, *Descriptive correlational, Geological Conditions, Mitigation Strategies*

ABSTRAK

Tawangmangu merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Karangnganyar yang rawan sekali terhadap bencana geologi, seperti tanah longsor. Penelitian ini bertujuan memetakan daerah rawan longsor dalam lingkup lebih kecil, yaitu desa di Kecamatan Tawangmangu serta upaya ataupun strategi yang akan dilakukan guna menghadapi bencana longsor di Kecamatan Tawangmangu. Tercatat dari data Badan Penanggulangan Bencana Daerah, yaitu rekap kejadian bencana tanah longsor sepanjang 2012–2017 ini tercatat mencapai 49 kejadian longsor. Adanya tanah longsor di Kecamatan Tawangmangu ini disebabkan oleh banyak faktor, antara lain curah hujan yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tinggi, kemiringan lereng, jenis tanah, kepadatan penduduk, penutup lahan, serta kondisi geologi di wilayah tersebut. Pemetaan ini nantinya akan dijadikan acuan dalam upaya mitigasi bencana di Kecamatan Tawangmangu. Metode yang digunakan berupa deskriptif korelasional, yaitu pengumpulan data-data seperti data sekunder serta menghubungkan variabel penyebab tanah longsor di Kecamatan Tawangmangu. Hasil dari penelitian ini berupa peta daerah rawan longsor di Kecamatan Tawangmangu serta berbagai upaya strategi mitigasi untuk masyarakat di Kecamatan Tawangmangu guna meminimalisasi melalui edukasi kepada masyarakat. Berdasarkan pada pemetaan yang telah dilakukan Desa Blumbang, termasuk desa yang paling rawan dalam bencana tanah longsor. Untuk itu, upaya mitigasi perlu dilakukan untuk sarana edukasi dalam meminimalisasi kerusakan ataupun kerugian yang akan terjadi.

Kata kunci: deskriptif korelasional, kondisi geologi, strategi mitigasi, tanah longsor

A. PENDAHULUAN

Bencana tanah longsor merupakan jenis bencana geologi yang sering terjadi di Indonesia. Menurut Sutikno (1994), tanah longsor atau sering disebut dengan gerakan massa tanah, adalah proses perpindahan atau pergerakan massa tanah dengan arah miring atau vertikal dari kedudukan semula sebagai akibat gaya berat. Bencana longsor merupakan jenis bencana geologi yang sering terjadi di Indonesia.

Longsor dapat terjadi jika intensitas curah hujan tinggi, kondisi lereng yang miring hingga terjal, pelapukan tebal, batuan dan struktur geologi bervariasi, serta penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan karakteristik lahannya. Bencana longsor menempati peringkat kelima dari keseluruhan jumlah kejadian bencana yang sering terjadi di Indonesia dengan rata-rata jumlah kejadian 92 kali per tahun (Karnawati, 2012). Selama kurun waktu 15 tahun, dari 1990 sampai 2005, jumlah kejadian longsor di Pulau Jawa sebanyak 1.500 kali (Hadmoko, 2010).

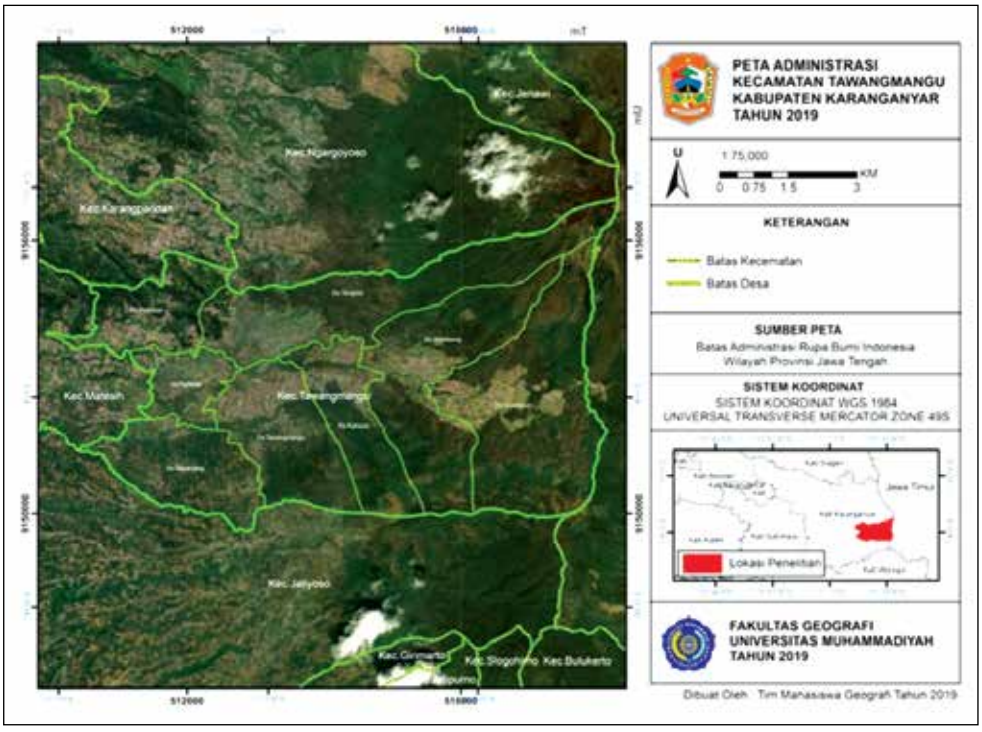
Potensi kejadian tanah longsor di Kecamatan Tawangmangu cukup besar, selalu terjadi dari tahun ke tahun. Kejadian longsor tanah yang terus menerus pada kawasan tersebut diperlukan upaya penanggulangan bencana (*disaster management*), meliputi upaya terencana dan terorganisasi yang diwujudkan dalam rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk meniadakan (meminimalisasi) sebagian atau seluruh bahaya atau kerugian dari akibat bencana, serta menghindari risiko bencana yang mungkin akan terjadi, agar akibat yang ditimbulkan dapat dikurangi, atau diperkecil, bahkan kalau mungkin dihilangkan (Sutikno, dkk., 2001). Namun, masih rendahnya kesadaran masyarakat akan bencana longsor menunjukkan bahwa mitigasi bencana longsor belum dilakukan secara menyeluruh. Penerapan teknologi SIG dapat membantu upaya mitigasi bencana alam dengan melakukan identifikasi lokasi serta pengkajian masalah yang berkaitan dengan dampak tanah longsor. Upaya mitigasi untuk mengurangi atau meminimalisasi dampak akibat tanah longsor (mitigasi) dilakukan dengan cara membuat suatu model penyusunan SIG, yakni dengan menganalisis beberapa tema peta sebagai variabel untuk memperoleh kawasan yang rentan terhadap bahaya dan risiko tanah longsor. Selain itu, citra satelit dapat dimanfaatkan secara tidak langsung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dalam penentuan potensi tanah longsor, menggambarkan permukaan suatu wilayah, dan struktur geologi (Suhendar, 1994). Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat atau zona rawan longsor, mengetahui luas zona rawan longsor, dan mengetahui bentuk mitigasi bencana longsor di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Dalam menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah yang dipaparkan, rancangan penelitian ini antara lain daerah penelitian Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, dengan unit terkecil daerah risiko, yaitu kelurahan yang terancam bencana tanah longsor, pengolahan data penelitian dengan menggunakan sistem informasi geografis, serta data sekunder yang digunakan adalah data dari BPS dan data *digital spasial* Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Data digital spasial tersebut berupa *shapefile*, data *shapefile* administrasi Kecamatan Tawangmangu berupa data *shapefile* curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, ketinggian tempat, dan kemiringan lahan Kecamatan Tawangmangu.

B. METODE

Lokasi penelitian ini terletak Kecamatan Tawangmangu dengan kondisi geografis 110°40”–110°70” bujur timur serta 70°28”–70°46” lintang selatan dengan luas wilayah sebesar 7.002,94 ha. Pemilihan lokasi untuk studi kasus di Tawangmangu ini didasari karena Tawangmangu merupakan kecamatan tertinggi di Kabupaten



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Kecamatan Tawangmangu)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Karanganyar dengan ketinggian mencapai 2.000 meter di atas permukaan air laut. Selain itu, Kecamatan Tawangmangu termasuk salah satu kecamatan yang sangat potensial akan terjadinya bencana tanah longsor. Hal ini karena topografi sebagian besar wilayahnya curam atau terjal. Sementara secara administrasi, Kecamatan Tawangmangu berbatasan dengan Kecamatan Ngargoyoso dan Kecamatan Jenawi di sebelah utara, Kabupaten Jatiyoso di sebelah selatan, Kabupaten Matesih dan Kecamatan Karanganyar di sebelah barat, dan Provinsi Jawa Timur di sebelah timur.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kualitatif dalam menjabarkan mitigasi bencana tanah longsor pada Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Penelitian ini menggunakan data sekunder, dengan data sekunder merupakan data yang didapatkan dari pihak atau instansi terkait. Data sekunder yang digunakan berupa *shapefile* dari data ketinggian, kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, dan penutupan lahan. Pengumpulan data dan kegiatan penelitian dilaksanakan pada Februari dan Juli. Metode analisis data dilakukan menggunakan metode "*Overlay Intersect*" yang bertujuan menghasilkan nilai pembobotan serta *scoring* yang berasal dari parameter-parameter kawasan rawan longsor, antara lain ketinggian, kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, dan penutupan lahan.

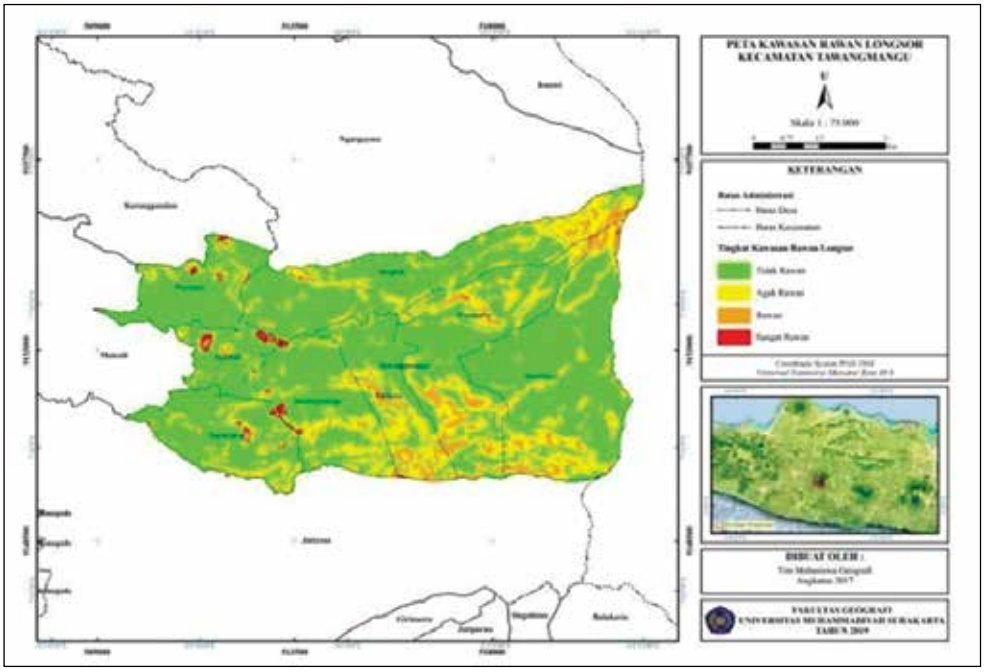
Mitigasi yang akan dilakukan dengan analisis prabencana, saat bencana, serta pascabencana. Metode yang dilakukan adalah analisis daerah rawan longsor dengan interpretasi peta rawan longsor yang telah dibuat. Penelitian ini bisa dilakukan sebagai pelengkap dari penelitian sebelumnya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan peta kawasan rawan longsor dilakukan dengan cara menggabungkan hasil *intersect overlay* dari peta ketinggian, kemiringan lereng, peta curah hujan, peta penutupan lahan, dan peta jenis tanah. Tabel 1 telah menyajikan informasi terkait dengan pembagian kelas atau zona kerawanan longsor di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Berdasarkan pada Tabel 1 dan peta kerawanan longsor, terdapat empat kelas atau zona kerawanan, yaitu tidak rawan, agak rawan, rawan, dan sangat rawan. Selain tingkat kerawanan, diketahui luas wilayah untuk setiap tingkat kerawanan pada setiap desa yang berada di Kecamatan Tawangmangu. Luas wilayah dengan tingkat tidak rawan yang paling besar berada di Desa Gondosuli (912,15 ha), sedangkan luas wilayah yang paling kecil berada di Desa Plumbon (47,41 ha). Pada zona agak rawan desa dengan luas terbesar, yaitu Desa Plumbon (378,49 ha), dan desa dengan luas terkecil adalah Desa Nglebak (30,14 ha). Untuk zona rawan, desa yang memiliki luas wilayah dengan tingkat rawan terbesar adalah Desa Blumbang (126,60 ha), sedangkan luas terkecil berada di Desa Nglebak (17,06 ha). Desa dengan luas zona sangat rawan terbesar adalah Desa Nglebak (13,11 ha) dan terkecil Desa Blambang (0,45 ha). Tabel 2 menunjukkan luas wilayah untuk setiap zona kerawanan longsor secara keseluruhan. Zona tidak rawan sebesar 3541,24 ha,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

zona agak rawan sebesar 1681,70 ha, zona rawan sebesar 456,53 ha, dan zona sangat rawan sebesar 41,14 ha. Desa yang termasuk dalam kelas berisiko dan sangat rawan terhadap longsor umumnya karena memiliki curah hujan yang tinggi dan berada didaerah lebih tinggi. Curah hujan menjadi faktor utama terjadinya tanah longsor karena, dengan intensitas hujan yang tinggi, air yang turun sampai ke permukaan secara terus-menerus dapat memecah dan mengikis partikel tanah dan batuan. Hal tersebut mengakibatkan daya resap tanah dan batuan yang ada di dalam permukaan tanah berkurang sehingga tanah tersebut larut terbawa oleh air dan terjadilah longsor. Berdasarkan olah data dari penulis didapatkan:



Gambar 2. Hasil Peta Rawan Longsor di Kecamatan Tawangmangu

Tabel 1. Parameter Kawasan Rawan Longsor

No	Klasifikasi	Luas (Ha)
1.	Tidak Rawan	351,24
2.	Agak Rawan	1681,70
3.	Rawan	456,53
4.	Sangat Rawan	41,14

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Luas Wilayah Kawasan Rawan Longsor

No	Desa	Luas Wilayah (Ha)	Luas Kawasan Rawan Longsor (HA)			
			Tidak Rawan	Agak Rawan	Rawan	Sangat Rawan
1	Gondosuli	1.272,52	912,15	276,71	81	0,56
2	Kalisoro	497,33	259,86	154,41	82,15	0,91
3	Tengklik	1.034,69	712,85	254,14	64,41	2,95
4	Plumbon	447,99	47,41	378,49	17,50	7,36
5	Blumbang	984,11	554,35	302,70	126,60	0,45
6	Nglebak	270,03	209,71	30,14	17,06	13,11
7	Tawangmangu	650,83	426,68	174,68	39,65	9,81
8	Sepanjang	563,40	418,23	110,43	28,16	5,99

Dalam melakukan upaya mitigasi di desa-desa yang memiliki kerawanan terhadap bencana tanah longsor tersebut, perlu prioritas pengawasan untuk mencegah dan mengurangi terjadinya longsor. Mitigasi bencana longsor yang dilakukan berupa mitigasi struktural dan non-struktural. Mitigasi bencana longsor dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu prabencana, saat bencana, dan pascabencana. Pada tahap prabencana, dilakukan pembuatan kawasan atau zona rawan longsor di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Peta zonasi daerah rawan longsor di Kecamatan Tawangmangu ini sangat bermanfaat sebagai mitigasi bencana tahap awal guna peringatan sejak dini dan menentukan kebijakan awal terkait risiko bencana yang dapat terjadi serta masyarakat sekitar lebih dapat mengerti dan memahami kondisi lingkungan yang ditinggalinya. Peta zona rawan bencana longsor lahan ini juga menjadi penting dalam mitigasi struktural. Hal ini dilakukan sebagai upaya menghindari serta meminimalisasi kerugian yang akan ditimbulkan oleh bencana longsor. Pada tahap prabencana juga dapat dilakukan pemasangan sistem peringatan dini (*early warning system*/EWS). Nantinya, EWS ini akan memberikan peringatan ketika terjadi sebuah pergerakan tanah di daerah tersebut. Perbaikan jalur evakuasi di setiap desa, terutama yang memiliki tingkat kerawanan yang tinggi, sangat dibutuhkan agar proses evakuasi dapat berjalan dengan cepat. Sosialisasi dan simulasi/pelatihan juga dapat dilakukan dalam tahapan mitigasi prabencana longsor. Tujuan sosialisasi ini diharapkan agar masyarakat sadar akan pentingnya mitigasi bencana. Sementara dengan adanya simulasi, diharapkan masyarakat mengerti dan memahami apa yang harus mereka lakukan ketika terjadi bencana longsor di daerah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tersebut. Untuk mitigasi saat terjadi bencana dapat dilakukan dengan identifikasi perdesa rawan longsor. Bentuk mitigasi ini dapat berupa pembentukan tim tanggap darurat bencana. Tim tanggap darurat bencana ini nantinya akan melakukan evaluasi potensi terjadinya longsor susulan, langkah penanggulangan, serta analisis dampak yang ditimbulkan. Sementara itu, untuk tahap pascabencana dapat dilakukan upaya relokasi terhadap masyarakat yang terdampak bencana longsor ke tempat yang lebih aman. Selain itu, perlu rehabilitasi atau perbaikan dalam hal sarana dan prasarana agar masyarakat yang terkena dampak dapat kembali melakukan aktivitas seperti semula**.**

D. KESIMPULAN

Penelitian ini membahas tentang upaya strategi mitigasi untuk masyarakat di Kecamatan Tawangmangu guna meminimalisasi dengan melalui edukasi kepada masyarakat. Edukasi yang diberikan berupa mitigasi prabencana, saat bencana, serta pascabencana. Pembuatan Peta rawan longsor di Tawangmangu juga merupakan metode strategi antisipasi untuk meminimalisasi kerugian yang ditimbulkan dari bencana tanah longsor.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang tiada terkira kepada Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta atas dukungannya sehingga penelitian ini dapat dilakukan, terima kasih kepada tim atas kerja samanya, semoga penelitian ini dapat memberi manfaat kepada para pembaca.

DAFTAR ACUAN

Carter, W. N. (1992). *Disaster Management: A disaster manager's handbook*. Asian Development Bank. Manila.

Paimin, dkk. (2009). Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Balikpapan: *Tropenbos International Indonesia Progamme*.

Priyono, Kuswaji Dwi. (2006). Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Forum Geografi*, *20*(02), 175–189.

Putra, Mahardhika Noor (2019). Teknologi Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Daerah Kawasan Rawan Longsor di Kecamatan Tawangmangu. *Prosiding Seminar Nasional GEOTIK*, 269–278.

Qodriyatun, Sri Nurhayati. (2019). Longsor dan Mitigasi Bencana. Bidang Kesejahteraan Sosial Info Singkat, *11*(02), 13–18.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENTINGNYA PENDIDIKAN MITIGASI BAGI PARA PELAJAR DI INDONESIA

THE IMPORTANCE OF MITIGATION EDUCATION FOR STUDENTS IN INDONESIA

Rival Akbar Firdaus[1,*]

[1]SMA Negeri 1 Cicalengka, Jl. H Darham No. 42 Ds. Babakan Peteuy, Kec. Cicalengka, Kab. Bandung, Jawa Barat 40395
[1,*]Pos-el: akbarrival06@gmail.com

ABSTRACT

Natural disaster mitigation education is carried out scientifically and practically in the field. Scientifically mitigating natural disasters is done by studying various natural disasters and how to overcome them in theory, to find out the basis of disaster and how to mitigate natural disasters. Meanwhile, in practice the students will be given simulations to deal with natural disasters and how to overcome natural disasters directly. It aims to mature students to deal with and minimize the impact of natural disasters.

Keywords: *disaster mitigation*

ABSTRAK

Pendidikan mitigasi bencana alam ini dilakukan secara keilmuan dan praktik di lapangan. Secara keilmuan, mitigasi bencana alam dilakukan dengan cara mempelajari berbagai bencana alam dan cara menanggulanginya secara teori, untuk mengetahui dasar dari kebencanaan dan cara melakukan mitigasi bencana alam. Sementara secara praktik lapangan, para pelajar akan diberikan simulasi menghadapi bencana alam dan cara mengatasi bencana alam secara langsung. Hal ini bertujuan mematangkan para pelajar untuk menghadapi dan meminimalisasi dampak dari bencana alam.

Kata kunci: mitigasi bencana

A. PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan suatu peristiwa alam yang mengakibatkan timbulnya kerugian, kerusakan lingkungan, kehilangan harta benda, korban jiwa, dan dampak psikologis. Pada umumnya, bencana alam diakibatkan oleh perubahan alam secara perlahan ataupun ekstrem. Penyebab bencana alam biasanya berasal dari aktivitas alam itu sendiri ataupun akibat kelakuan manusia yang berimbas kepada alam secara langsung. Indonesia menjadi negara yang sering terkena bencana alam, baik bencana geologis, hidrometeorologis, maupun ekstra-terrestrial.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Secara geologis, bencana alam yang sering kali terjadi di Indonesia disebabkan oleh wilayah Indonesia yang dilewati oleh "*ring of fire*" atau cincin api Pasifik yang menimbulkan munculnya gunung-gunung berapi aktif di Indonesia. Indonesia pula berada pada pertemuan tiga lempeng mayor dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, yang menimbulkan tingginya aktivitas tektonik di Indonesia.

B. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mitigasi bencana merupakan upaya untuk menghindari serta menyelamatkan diri saat terjadi bencana alam, sehingga pendidikan mitigasi bencana memiliki arti bahwa sebuah pendidikan yang mengajari para pelajar bagaimana caranya untuk menghadapi situasi di kala bencana alam terjadi, sehingga dapat meminimalisasi korban atau bahkan terhindar dari korban. Selain itu, mitigasi bencana dapat dipakai sebagai bahan perencanaan pembangunan di suatu daerah dan dapat memberikan rasa aman terhadap masyarakat. Pendidikan bencana ini sangat wajib diterapkan dalam dunia pendidikan, terutama di Indonesia, yang mempunyai banyak potensi bencana alam, seperti gempa bumi, tanah longsor, tsunami, dan erupsi gunung berapi. Pada data yang saya ambil di sampel kelas di SMA Negeri 1 Cicalengka pada 22 Juli 2019 dengan menggunakan metode pengisian data kuesioner, delapan dari tiga puluh empat murid di kelas mengetahui tata cara dalam hal mitigasi bencana. Hal ini sangat riskan karena hanya sedikit siswa yang mengetahui mitigasi bencana, apalagi sampel yang saya ambil berada di Pulau Jawa, dengan segala potensi bencana yang akan terjadi, terutama dalam hal menanggapi potensi bencana gempa bumi *megathrust* di selatan Jawa. Maka, kiranya pendidikan mitigasi bencana ini perlu benar-benar diterapkan dalam dunia pendidikan Indonesia.

Pendidikan tersebut dilakukan secara berjenjang dari tingkat sekolah dasar sampai sekolah menengah akhir. Hal ini dilakukan supaya siswa matang dalam hal mitigasi bencana sehingga dapat diaplikasikan pada saat terjadi bencana alam dan dapat membantu masyarakat sekitarnya.

Pendidikan itu dibagi menjadi tiga jenjang sebagai berikut:

1. Jenjang Sekolah Dasar. Siswa disiapkan dalam hal evakuasi pribadi, terutama penyelamatan dini sebaik mungkin untuk keselamatan pribadi pada saat terjadi bencana. Selain itu, pada jenjang ini diberikan materi dasar pengenalan risiko kebencanaan sehingga anak-anak dapat mengetahui jenis-jenis bencana dan sedikit risiko yang ditimbulkannya.
2. Jenjang Sekolah Menengah Pertama. Pada jenjang ini, siswa dituntut untuk menguasai materi risiko bencana dan jenis-jenis bencana. Maka, pada jenjang ini, selain dapat menyelamatkan diri sendiri, siswa dapat memperkenalkan jenis-jenis bencana dan dasar mitigasi kepada masyarakat sekitarnya. Siswa juga mulai dikenalkan pada potensi bencana alam di sekitarnya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Jenjang Sekolah Menengah Akhir. Siswa sudah wajib menguasai proses-proses mitigasi bencana, mengetahui jenis-jenis dan potensi bencana, serta dapat mengetahui risiko bencana. Selain itu, pada jenjang ini siswa dituntut untuk menerapkan upaya serta merencanakan upaya untuk meminimalisasi risiko bencana, pengawasan terhadap lingkungan sekitar, serta perencanaan tentang manajemen kebencanaan pada saat setelah lulus sekolah. Dengan demikian, siswa sudah siap menghadapi serta meminimalisasi atau mencegah jatuhnya korban dan timbulnya kerusakan akibat bencana alam.

Selain dari ketiga jenjang tersebut, pemerintah perlu mengupayakan pemberian materi dan penyuluhan kepada perusahaan-perusahaan yang berpotensi dapat mengganggu alam dan menyebabkan bencana supaya mulai ramah terhadap lingkungan. Hal ini dapat berupa pengedukasian terhadap perusahaan atau bahkan memberikan peraturan yang keras supaya bencana dapat diminimalisasi. Selain itu, pengawasan terhadap teknologi tinggi perlu diperketat oleh pemerintah supaya tidak menimbulkan hal yang tidak diinginkan.

C. KESIMPULAN

Pendidikan mitigasi bencana sangat penting, mengingat wilayah Indonesia sangat berpotensi untuk terjadi bencana alam. Hal ini ditujukan untuk para siswa dari jenjang sekolah dasar sampai sekolah menengah atas, yang kemudian dapat disampaikan dan diedukasikan kepada masyarakat sekitar sehingga setelah pendidikan mitigasi bencana ini diadakan, para siswa dan masyarakat diharapkan dapat berusaha meminimalisasi jatuhnya korban dan kerusakan sehingga tidak ada yang dirugikan.

D. SARAN/REKOMENDASI

Saya harap pemerintah lebih melihat dan memperhatikan tentang potensi bencana yang ada di negeri ini supaya pemerintah dapat menyiapkan generasi yang tanggap bencana dengan harapan mengadakan mata pelajaran mitigasi bencana pada setiap jenjang pendidikan yang ada.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak sekolah, yaitu SMA Negeri 1 Cicalengka, yang telah memberikan dukungan sehingga makalah ini dapat terselesaikan.

DAFTAR ACUAN

BPBD Karanganyar. Pengertian Mitigasi Bencana. Diakses dari http://bpbd.karanganyarkab.go.id/?p=603

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

WARISAN BUDAYA BUNGKER KALIADEM SERTA PERMODELAN MITIGASI BENCANA GUNUNG MERAPI DI DESA KALIADEM, KECAMATAN CANGKRINGAN, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

HERITAGE OF KALIADEM BUNKER CULTURE AND MODELING MITIGATION OF MERAPI MOUNTAIN DISASTER IN KALIADEM VILLAGE, CANGKRINGAN DISTRICT, SLEMAN DISTRICT, SPECIAL REGION OF YOGYAKARTA

Putri Ayu Septiyana Muslimah Dewi[1*], Samuel Agitra[2], dan Mizana Latief Gufron[3]

Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta
Pos-el: *Payusmd@gmail.com*

ABSTRACT

Kaliadem Bunker is a place of self-protection when the eruption of Mount Merapi occurred in 2010. This bunker was built in 2001 with an area of about 7 × 10 m2 and made of 30 cm thick walls equipped with two layers of 10 cm thick steel doors. The room inside the bunker consists of a main room, one warehouse, and one toilet. The Kaliadem bunker, which was not functioning again because of the trauma of the people after the eruption, could be used as a cultural heritage, given the eruption in 2010 that killed 69 people who took refuge in it. The making of bunkers as a cultural heritage can attract visitors and make it a means of education. This research was carried out by means of geological mapping and literature studies which aimed to determine the geological conditions and the state of the bunkers and for the upcoming Mount Merapi disaster mitigation facilities.

After the geological mapping and review in the field, the location of the bunker was on a ridge which was squeezed by a valley. Deposition of lava flow and pyroclastic flow deposits indicate that the bunker area is in the disaster-prone area of the eruption. Disaster mitigation modeling for the forthcoming eruption is made by dividing the Kaliadem bunker area into 3 zones namely safe zone, safe zone and danger zone. In addition to the negative potential in the form of a disaster, the Kaliadem bunker can now be used as a cultural heritage, seeing the existence of bunkers that are closely related between the activities of Mount Merapi and the community interaction around the bunker. To make the bunker more attractive, it is equipped with supporting facilities such as supporting infrastructure in accordance with a safe and strategic geographical location. Making bunkers into a cultural heritage can provide education for the entire community regarding the history of the bunker and its relation to the current activities of Mount Merapi and mitigation for the future.

Keywords: *Kaliadem Bunkers, Merapi, Mitigation*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ABSTRAK

Bungker Kaliadem merupakan tempat perlindungan diri ketika terjadinya erupsi Gunung Merapi pada 2010. Bungker ini dibangun sejak 2001 dengan ukuran sekitar 7 × 10 m dan terbuat dari tembok setebal 30 cm yang dilengkapi dengan dua lapis pintu baja setebal 10 cm. Ruangan di dalam bungker terdiri atas sebuah ruangan utama, satu gudang, dan satu toilet. Bungker Kaliadem, yang tidak difungsikan kembali karena trauma warga pascaerupsi, dapat digunakan sebagai warisan budaya, mengingat terjadinya erupsi pada 2010 sehingga menewaskan 69 orang yang berlindung di dalamnya. Pembuatan bungker sebagai warisan budaya dapat menarik pengunjung dan menjadikannya sarana edukasi. Penelitian ini dilakukan dengan cara pemetaan geologi serta kajian pustaka yang bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi serta keadaan bungker dan untuk sarana mitigasi bencana Gunung Merapi yang akan mendatang.

Setelah dilakukan pemetaan geologi serta tinjauan di lapangan, letak bungker berada pada punggungan yang diimpit oleh lembah. Terendapkannya aliran lahar serta endapan aliran piroklastik yang menunjukkan bahwa daerah bungker berada pada daerah rawan bencana erupsi. Pemodelan mitigasi bencana untuk erupsi yang akan datang dibuat dengan membagi daerah bungker Kaliadem menjadi tiga zona, yaitu zona aman, zona cukup aman, dan zona bahaya. Selain potensi negatif berupa bencana, bungker Kaliadem saat ini dapat dijadikan sebagai warisan budaya, melihat keberadaan bungker yang erat kaitannya antara aktivitas Gunung Merapi dengan interaksi masyarakat sekitar bungker. Untuk menjadikan bungker supaya lebih menarik dilengkapi dengan sarana penunjang seperti infrastruktur yang mendukung sesuai dengan letak geografis yang aman dan strategis. Menjadikannya bungker sebagai warisan budaya dapat memberikan edukasi bagi seluruh masyarakat mengenai sejarah bungker dan kaitannya dengan aktivitas Gunung Merapi saat ini serta mitigasi untuk ke depannya.

Kata kunci: Bunker Kaliadem, Merapi, Mitigasi

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan tiga lempeng besar dunia, yaitu Eurasia, Hindia-Australia, dan Pasifik. Tiga sistem lempeng tersebut menghasilkan situasi morfostruktur yang berbentuk busur kepulauan, dikelilingi oleh basin laut dalam dan palung. Kondisi ini menjadikan wilayah Indonesia sebagai jalur tektovulkanik aktif, sehingga menyebabkan terjadi gempa bumi dan aktivitas vulkanik. Bencana erupsi gunung api menyebabkan kehancuran tata ruang wilayah, penurunan kualitas lingkungan, kerusakan sarana prasarana lalu lintas, serta kerusakan bangunan pusat aktivitas masyarakat, dan lain-lain. Dampak dari kerusakan yang ditimbulkan ialah terganggunya aktivitas kehidupan penduduk, lumpuhnya sektor perekonomian, dan bahkan dapat mengganggu jalannya kegiatan pembangunan nasional.

Gejala vulkanisme di Indonesia paling banyak dijumpai di Pulau Jawa dengan 23 gunung api tipe A. Berdasarkan pada sejarah pernah terjadi 470 erupsi atau 47% dari seluruh erupsi total yang pernah terjadi di Indonesia. Aktivitas vulkanisme kebanyakan terletak di sisi selatan gunung api. Rangkaian gunung api di Pulau Jawa memanjang dari barat ke timur. Khusus di Jawa Tengah terdapat beberapa gunung api, antara lain Gunung Slamet, Gunung Dieng, Gunung Sundoro, Gunung Sumbing,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gunung Merbabu, dan Gunung Merapi. Salah satu gunung api yang paling aktif adalah Gunung Merapi sejak awal holosen hingga kini. Erupsi besar terakhir terjadi pada 2010 dengan korban jiwa, tetapi saat ini telah ditempati kembali oleh penduduk, sehingga dapat menimbulkan risiko bencana ketika terjadi letusan gunung api pada masa mendatang.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi bencana gunung, menentukan upaya mitigasi bencana di desa, serta memanfaatkan bungker sebagai media informasi mitigasi bencana Gunung Merapi di Desa Kaliadem, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Perencanaan penelitian dilakukan dengan observasi ke lapangan guna mengetahui keadaan di lapangan. Pesona indah di sekitar Gunung Merapi yang mengikat wisatawan domestik ataupun mancanegara untuk mengunjungi wisata bungker Kaliadem. Oleh karena itu, penelitian dilakukan agar bungker Kaliadem dapat dijadikan sebagai warisan budaya dan sebagai media informasi mitigasi.

Menurut Sukandarrumidi (2010), bungker Kaliadem dibangun pada 2001. Pembangunan bungker dilakukan setelah tahun 1994 awan panas menyapu Dusun Turgo, Purwobinangun, Pakem, Sleman. Awan panas itu menewaskan 69 orang. Ukuran bungker sekitar 7 × 10 m, terbuat dari tembok setebal 30 cm. Bungker tersebut dapat menampung 50 orang. Mereka dapat bertahan di dalam bungker selama setidaknya dua jam dengan catatan tersedia oksigen dari lima tabung besar. Bungker dibangun lebih rendah dari permukaan tanah sehingga mirip dengan gua. Bagian atap bungker ditimbun tanah, sementara atap bagian dalam dilapisi baja tebal. Hanya ada satu jalan untuk keluar masuk bungker. Jalan masuk itu dilengkapi dengan dua lapis pintu baja setebal 10 cm, yang sangat berat. Ruangan di dalam bungker terdiri atas sebuah ruangan utama, satu gudang, dan satu kamar mandi. Di dalam bungker terdapat 10 tabung oksigen ukuran besar, tiga lampu neon, satu lampu baterai, dan satu kipas angin. Bungker juga dilengkapi dengan listrik dan lonceng. Tidak ada ventilasi sama sekali. Selain bungker, terdapat bangunan serupa yang dinamakan ruang lindung darurat (rulinda) seperti yang ada di rumah Kepala Dusun Turgo, F.X. Suwaji. Rulinda berukuran 2 × 6 meter dengan tinggi 2 meter dilengkapi dengan ventilasi. Semua bangunan warga secara swadaya hanya untuk menahan awan panas. Kalau tertimpa material panas, pasir, dan batu yang ada di Kaliadem juga habis.

Mirip dengan bungker dan rulinda untuk warga, Pos Pengamatan Gunung Merapi biasanya dilengkapi bungker yang umumnya di buat pada zaman kolonial. Misalnya yang ada di Pos Pengamatan Gunung Merapi (PPGM) Babadan dan Ngepos, Magelang, Jawa Tengah. Usia bungker di Babadan sudah 70 tahun, sementara di Ngepos beberapa tahun lebih muda. Namun, para pengamat boleh dikatakan jarang menggunakan. Banyak komentar tentang bangunan bungker antara lain bungker di sekitar Merapi secara konstruksi cukup kokoh untuk menahan beban material seberat satu ton per meter persegi, tetapi tidak dirancang untuk menahan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

beban berupa material panas. Pintu dan langit-langit terbuat dari baja, tetapi baja merupakan penghantar yang bisa memuai. Jika dirancang untuk menahan material panas, seharusnya bungker tidak menggunakan pintu dan langit-langit dari baja. Kelemahan lainnya, jalur masuk bungker berbentuk ceruk sehingga mudah tertimbun material dalam jumlah besar. Pintu bungker juga tidak membelakangi jalur awan panas. Selain itu, tidak ada jalan tembus dari dalam bungker ke tempat yang aman. Manajer Proyek Pengendalian Lahar Gunung Merapi Departemen Pekerjaan Umum yang membangun bungker mengakui desain bungker tidak untuk menahan material panas. Bungker hanya dibuat untuk menghindari udara panas. Jadi, cara paling aman adalah berlari sejauh mungkin, tidak ada cara lain.

B. METODE

Lokasi penelitian ini berada pada Desa Kaliadem, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara geografis berada pada koordinat 7° 34' 40,8" LS sampai 7° 35' 6,72" LS dan 110° 26' 39,48" BT sampai 110° 27" 5,76" BT.

Metode penyusunan yang dipakai terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dengan pengamatan langsung di lapangan guna mengetahui secara langsung kondisi bungker setelah terjadi erupsi Gunung Merapi serta melakukan pemetaan di area bungker Kaliadem untuk mengetahui beberapa interpretasi yang kemudian diolah menggunakan *software map info*, Corel Draw.

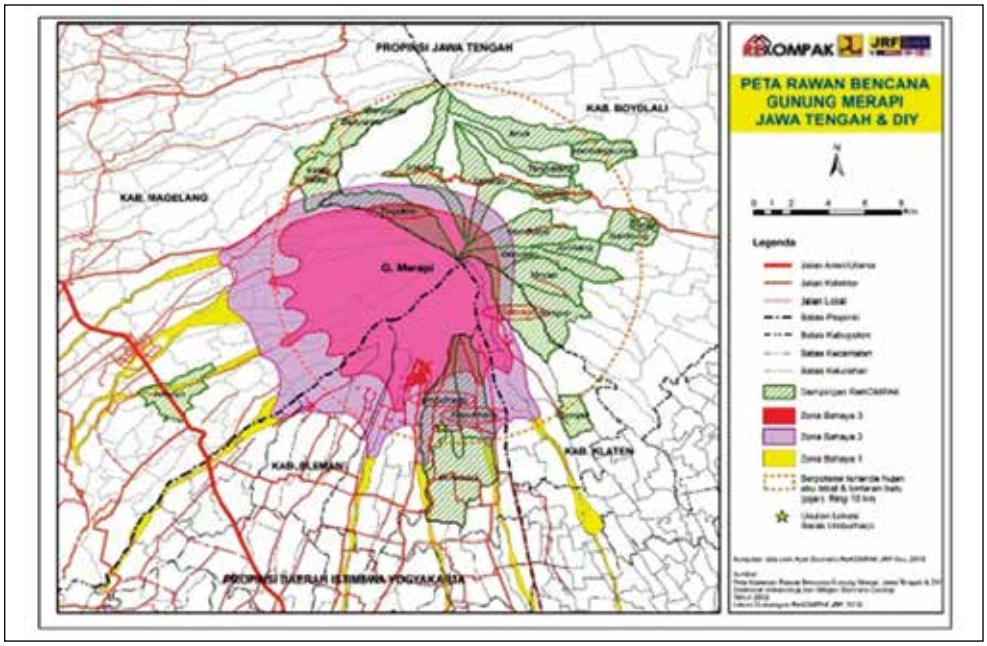
Data sekunder didapatkan dari buku penelitian terdahulu, jurnal penelitian, ataupun makalah peneliti terdahulu yang membahas soal Geologi Lingkungan Gunung Merapi, Geologi Medis, Aplikasi Gunung Merapi Vulkanologi, serta beberapa jurnal yang membahas tentang erupsi-erupsi dan dampak akibat letusan Gunung Merapi yang digunakan sebagai data acuan dan kemudian dianalisis.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, daerah penelitian masuk kawasan rawan bencana 2 (Gambar 1). Kawasan ini merupakan kawasan yang berpotensi terlanda oleh awan panas, aliran lahar, dan gas beracun. Pada kawasan rawan bencana 2 ini, masyarakat diharuskan mengungsi jika terjadi peningkatan proses geologi yang mengancam keselamatan jiwa dan akan melanda daerah permukiman mereka. Kemudian, penduduk dapat kembali apabila daerah bencana sudah dinyatakan aman.

Daerah penelitian merupakan daerah dengan awan panas serta lahar mengalir sehingga berpotensi menyebabkan timbulnya korban jiwa, ternak, ataupun harta benda. Dari awal selesai dibangun hingga saat ini, bungker Kaliadem telah melewati dua kali masa erupsi. Awan panas dan lahar mengalir pada daerah-daerah lembah di sekitar bungker, yang mungkin karena banyaknya atau volume material, sehingga

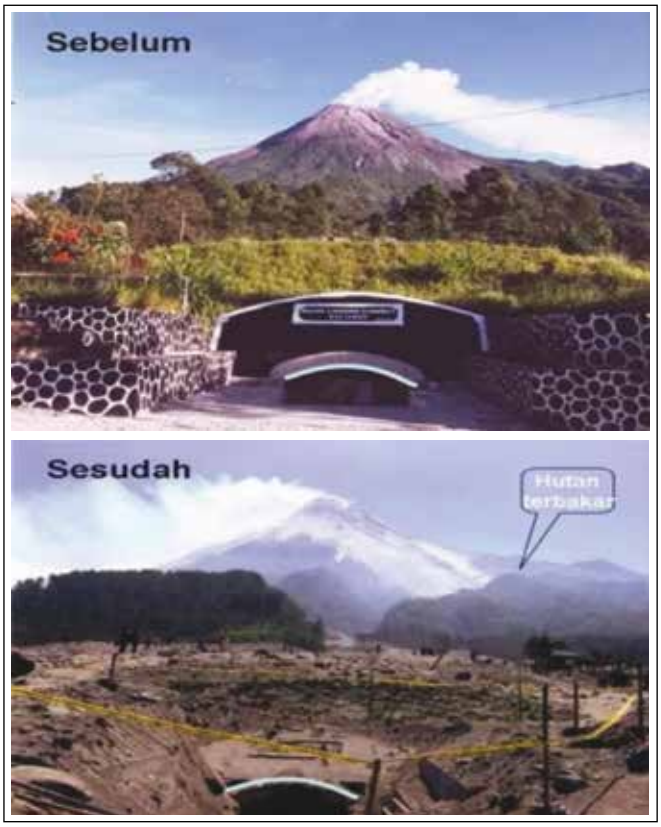
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Peta Rawan Bencana Sekitar G. Merapi

daerah penelitian ataupun bungker Kaliadem terkubur oleh material-material lahar (Gambar 2). Pasca-erupsi Merapi 2006, keadaan bungker Kaliadem sudah tidak dimanfaatkan. Karena keadaan bungker yang sudah rusak dan telah menelan korban jiwa, banyak masyarakat berpendapat bahwa bungker memang tidak layak sebagai tempat perlindungan diri untuk di wilayah daerah penelitian. Namun, daerah penelitian memiliki keindahan yang menarik pengunjung wisata untuk melihat keindahan pemandangan pada daerah Merapi tersebut. Selain itu, rasa penasaran pengunjung akan bungker yang telah merenggut korban jiwa menyebabkan banyak wisata dari berbagai daerah ataupun mancanegara yang datang untuk melihat secara langsung keadaan bungker tersebut. Oleh karena itu, daerah penelitian untuk saat ini dimanfaatkan sebagai daerah wisata. Untuk menambah informasi mengenai Gunung Merapi atau erupsi yang telah terjadi sampai sekarang, serta kemungkinan aliran lahar ketika erupsi dapat diinformsikan kepada masyarakat atau pengunjung dengan menggunakan bungker sebagai media penyampaian informasi ataupun tentang mitigasi ketika terjadi erupsi itu sendiri serta sejarah mengenai bungker. Hingga kini, pemerintah bersama masyarakat sekitar telah berperan aktif untuk memanfaatkan bungker yang sudah tidak terpakai dengan mengalihkan fungsinya menjadi objek wisata serta media informasi dengan menambahkan atribut media berupa proyektor yang digunakan untuk menampilkan sejarah serta kegunaan dari bungker Kaliadem saat dibangun (Gambar 3). Penulis juga membantu untuk menggambarkan denah dalam keadaan bungker serta fungsi yang ada di dalam bungker (Gambar 4).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

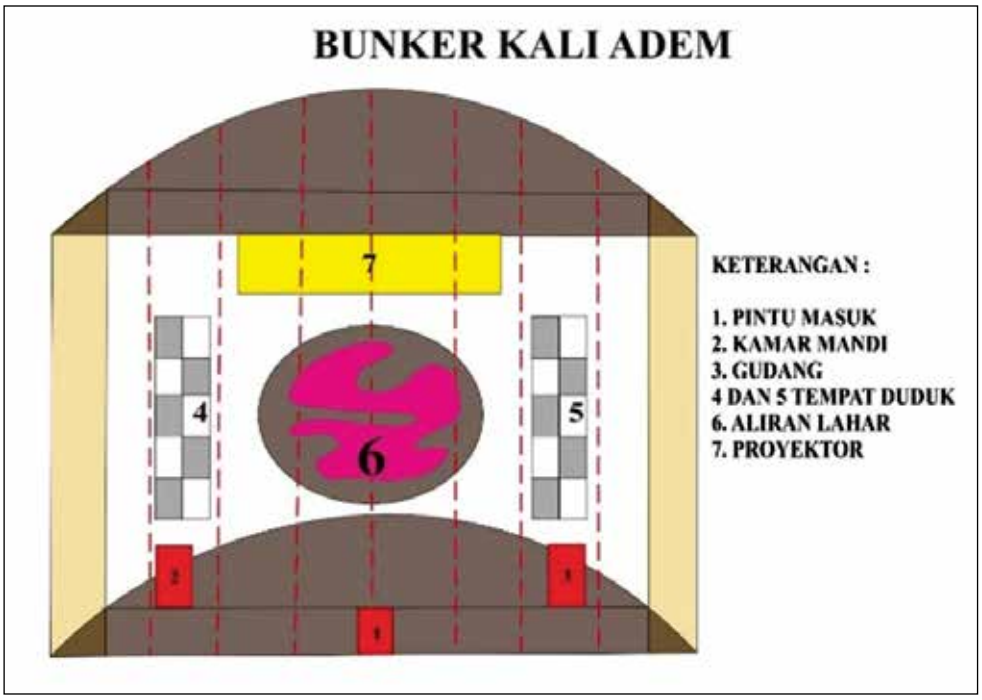


Gambar 2. Kaliadem Sebelum Erupsi Serta Pasca-erupsi



Gambar 3. Kondisi di dalam bungker Kaliadem dengan proyektor sebagai media informasi (panah merah).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Bungker Kaliadem Daerah Kaliadem, Kec. Cangkringan, Kab. Sleman, DIY

D. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa status bungker saat ini tidak layak sebagai tempat perlindungan diri ketika terjadi bencana Gunung Merapi. Karena pada daerah penelitian diapit oleh dua sungai atau tempat mengalirnya aliran lahar, dekatnya jarak antara bungker dan sungai menyebabkan aliran lahar juga sewaktu-waktu bisa mengenai daerah atau area bungker tersebut. Oleh karena itu, penelitian menyarankan seyogianya bungker dijadikan sebagai warisan budaya.

Keadaan bungker yang sudah tidak layak sebagai tempat perlindungan tersebut, penelitian memanfaatkan *bunker* sebagai tempat permodelan mitigasi bencana Gunung Merapi.

Permodelan bungker dibuat sebagai media untuk menyampaikan informasi mengenai keadaan Gunung Merapi saat ini, informasi mengenai bungker dan mitigasi bencana Gunung Merapi.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis berikan kepada Prof. Sukandarrumidi yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini hingga selesai.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ACUAN

Asriningrum, W., Noviar, H., & Suwarsono. (2004). Pengembangan Metode Zonasi Daerah Bahaya Letusan Gunung Api Studi Kasus Gunung Merapi. *Jurnal Pengindraan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, *1*(1), 66–75.

BPPTKG. (2018). *Apa Kabar Merapi.*

Kusumasubroto, Haryono. (2013). *Aliran Debris dan Lahar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mulyaningsih, Sri. (2010). *Pengantar Geologi Lingkungan*. Yogyakarta: Panduan.

Mulyaningsih, Sri. (2015). *Vulkanologi.* Yogyakarta: Ombak.

Rahayu, dkk. 2014. *Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Lahan dan Upaya-Upaya Pemulihannya*. Solo: Jurusan Fakultas Pertanian Sebelas Maret. Vol. XXXIX No. 1.

Sukandarrumidi. (2006). *Geologi Medis.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sukandarrumidi. (2010). *Bencana Alam dan Bencana Anthropogene.* Yogyakarta: Kanisius.

Wismaya, Y. G., Anjasmara, I. M., & Sulistiyani. (2016). Analisis Deformasi Gunung Merapi Berdasarkan Data Pengamatan GPS Februari- Juli 2015. *Jurnal Teknik ITS, 5*(2), A427–A431.

Wirakusuma, A. D. (2012). *Gunung Api Ilmu dan Aplikasinya*. Bandung: Pusat Survey Geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KUALITAS AIR TANAH DANGKAL DAERAH KARANGSAMBUNG KAWASAN GEOPARK NASIONAL KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG

Kristiawan Widiyanto[1], Puguh Dwi Raharjo[1], Sueno Winduhutomo[1],

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung LIPI
Pos-el: kristiawan.widiyanto@lipi.go.id

ABSTRACT

Karangsambung area which is one of the villages in the Karangsambung-Karangbolong National Geopark Area, Kebumen, Central Java. This area is located on the inside of the Lukulo River meandering which causes in the south the area accumulates sand deposits. The accumulation of sand deposits causes a lot of sand mining activities that can cause environmental damage, one of which is the availability of groundwater in this area. The purpose of this study is to determine the condition and quality of shallow groundwater in the area. To find out groundwater conditions especially position, the pattern of shallow groundwater flow in the area is measured in the shallow ground water level which is then made a map of shallow groundwater and shallow groundwater flow direction patterns, while groundwater quality is measured by electrical conductivity (DHL) and Total Dissolve Solid (TDS) shallow groundwater in several wells. The results of the map pattern of shallow groundwater flow directions in the area come from the west and north, groundwater quality based on electrical conductivity, there are 8 community wells which have a value exceeding the required water quality threshold, while the total dissolve solid shallow groundwater solids has a value that is still below the water quality standard threshold.

Keywords: *groundwater, karangsambung*

ABSTRAK

Daerah Karangsambung merupakan salah satu desa di Kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong, Kebumen, Jawa Tengah. Daerah ini terletak pada bagian dalam *meandering* Sungai Lukulo, yang menyebabkan di selatan daerah tersebut terakumulasi endapan pasir. Adanya akumulasi endapan pasir tersebut menyebabkan banyaknya aktivitas penambangan pasir yang dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, salah satunya ketersediaan air tanah di daerah ini. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi dan kualitas air tanah dangkal pada daerah tersebut. Untuk mengetahui kondisi air tanah, terutama posisi dan pola arah aliran air tanah dangkal daerah tersebut, dilakukan pengukuran muka air tanah dangkal yang kemudian dibuat peta muka air tanah dangkal dan pola arah aliran air tanah dangkal. Sementara itu, kualitas air tanah ditentukan dari pengukuran daya hantar listrik (DHL) dan jumlah zat padat terlarut (TDS) air tanah dangkal di sumur masyarakat. Hasil peta pola arah aliran air tanah menunjukkan bahwa pola arah aliran air tanah dangkal pada daerah tersebut berasal dari arah barat dan utara, kualitas air tanah ditentukan berdasarkan pada daya hantar listriknya. Terdapat delapan sumur warga yang mempunyai nilai melebihi batas ambang baku mutu air minum yang dipersyaratkan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sedangkan jumlah zat padat terlarut air tanah dangkal mempunyai nilai yang masih di bawah batas ambang baku mutu air minum.

Kata Kunci: Air tanah dangkal, Cagar Alam Geologi Karangsambung, Kualitas air

A. PENDAHULUAN

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah pada wilayah jenuh atau semua pori-pori dan ruang antarpartikel tanah jenuh berisi air, yang terdapat pada bagian atas disebut *water table* dan bagian bawah disebut *groundwater* (Winter *et al*.) Konsep lain mengatakan, bahwa air tanah terdiri atas dua zona, yaitu zona tidak jenuh (*unsaturated zone*) dan zona jenuh (*saturated zone*) atau *ground water.* Pada zona tidak jenuh terdapat air tanah (*soilwater*) dimana tanaman dapat memanfaatkannya, tetapi bisa hilang karena evaporasi. Di atas zona jenuh terdapat *water table* dan air yang berada pada zona tidak jenuh tidak dapat diambil (dipompa) karena ditahan oleh gaya kapiler (Winter *et al.*).

Air tanah saat ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, bahkan di kota-kota besar pemanfaatannya sudah berlangsung lama, baik untuk pemenuhan kegiatan industri, perhotelan, maupun kebutuhan penduduk (Kodoatie, 1996). Pemanfaatan air tanah dalam skala besar, seperti kegiatan industri, perumahan, pertanian, dan kegiatan manusia lainnya, umumnya memanfaatkan air tanah (air sumur) untuk mencukupi kebutuhan air yang diperlukan. Pada tingkat pengelolaan sumber daya air skala besar, informasi tentang potensi air tanah suatu daerah menjadi sangat penting. Hal ini terkait dengan upaya penyelarasan antara ketersediaan air di dalam tanah dan air yang akan diperlukan untuk pemanfaatan tertentu agar terjadi keseimbangan penggunaan air tanah (Asdak, 1995). Volume air tanah dalam suatu daerah berbeda-beda, setiap pemanfaatan dan pengelolaan air tanah harus memperhatikan prinsip-prinsip keseimbangan penggunaan air tanah. Pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya air yang tidak baik dapat menyebabkan permasalahan, seperti intrusi air laut, kontaminasi air tanah, dan kekeringan yang diakibatkan oleh pemanfaatan sumber daya air tanah yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu, perlindungan terhadap keberadaan sumber daya air tidak memedulikan apakah suatu daerah memiliki curah hujan tinggi atau rendah, karena saat ini air menjadi sumber daya yang kualitasnya makin berkurang. Pengelolaan air di masa mendatang harus diarahkan pada pemanfaatan air secara lebih baik, terutama pemanfaatan air hujan (Budihardjo, 2003).

1. Kualitas Air Tanah

Kualitas air dapat dinilai berdasarkan pada kandungan sedimen tersuspensi dan bahan kimia atau bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air tersebut. Kualitas air adalah tingkat kesesuaian air untuk pemenuhan kebutuhan tertentu dalam kehidupan manusia, seperti menyiram tanaman, memandikan ternak, dan kebutuhan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

langsung, seperti mencuci, mandi, dan minum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

2. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh adanya zat-zat koloid, yaitu zat yang terapung dan terurai secara halus. Kekeruhan juga disebabkan oleh adanya zat organik, jasad renik, lumpur, tanah liat, dan zat koloid serupa atau benda terapung yang tidak segera mengendap. Bahan-bahan organik di dalam air seperti pelapukan jasad renik dari tumbuhan atau hewan. Pengaruh kekeruhan air bergantung pada sifat-sifat koloid dan bahan organik yang ada. Kekeruhan juga dipengaruhi oleh adanya zat-zat non-organik yang berasal dari pelapukan batuan (Slamet, 1996).

3. Jumlah zat padat terlarut (TDS)

TDS adalah jumlah padatan terlarut (mg) dalam 1 liter air. Padatan terlarut terdiri atas senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larut dalam air dan mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan tersuspensi. TDS sering membuat air kelihatan tampak kotor. Makin tinggi nilai TDS, makin besar tingkat pencemaran perairan.

Daerah Pesanggrahan dalam Satuan Genetika Wilayah (SGW) termasuk dalam SGW pedataran aluviu, berumur holosen dengan sebaran sepanjang Sungai Lukulo. Berdasarkan pada matriks holistik, diketahui bahwa nilai total kondisi sekarang 235 dan nilai total skenario dikembangkan 239 sehingga selisihnya empat, yang berarti SGW ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperhatikan faktor yang bernilai negatif, yaitu stabilitas wilayah pada subfaktor respons erosi terhadap permukaan dan erosi bawah tanah serta faktor ketersediaan air pada subfaktor debit air permukaan, debit air, dan kualitas air bawah permukaan (Widiyanto, 2012) sehingga adanya aktivitas penambangan pasir perlu mendapat perhatian lebih lanjut mengenai ketersediaan air. SGW pedataran pasir tidak dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi zona penambangan karena dalam nilai skenario dikembangkan bernilai negatif. Maka, bila terus eksploitasi, akan mengalami degradasi lingkungan yang sangat cepat, terutama mengenai faktor stabilitas wilayah dan pencemaran. Faktor Keekonomian Bahan Galian yang mempunyai nilai negatif adalah subfaktor cadangan, karena sifat bahan galian pasir pada kondisi sekarang sudah mulai tipis dan akan makin berkurang jika pengambilan dengan mesin sedot terus dilakukan, sehingga tidak ada keseimbangan antara *inflow* dan *outflow* (Widiyanto, 2010).

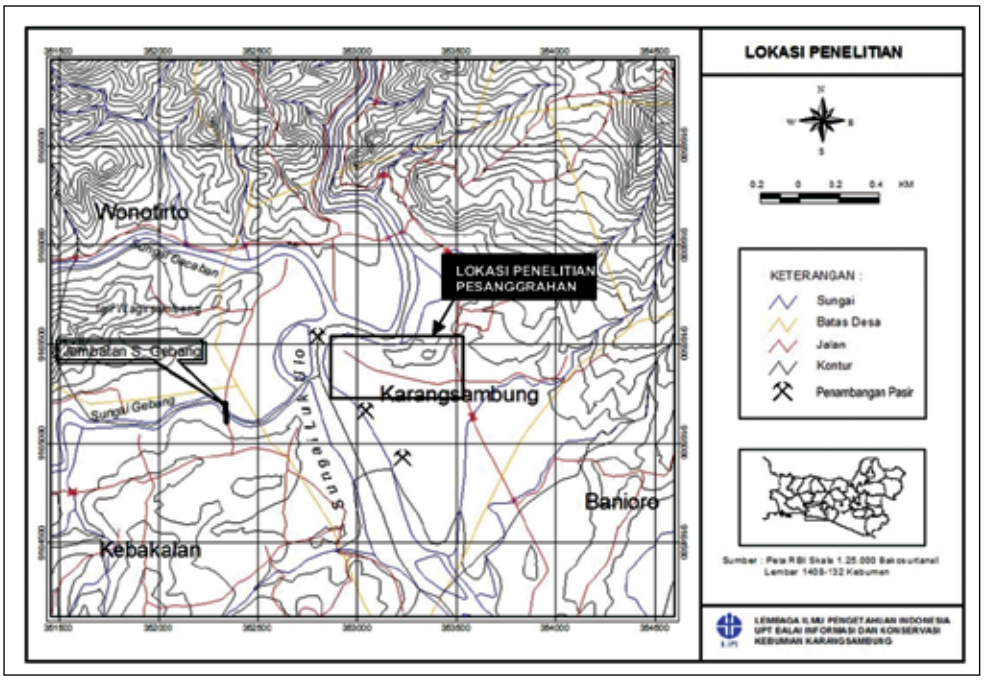
Litologi Daerah Pesanggrahan berdasarkan pada peta geologi termasuk dalam endapan aluvium yang tersusun oleh pasir, kerikil, dan lempung luapan banjir yang masih belum mengalami proses pembatuan. Endapan ini merupakan endapan kanal sungai, endapan undak sungai, dan endapan dataran banjir dari DAS Luk Ulo. Proses pembentukan endapan ini masih terus berlangsung serta menghasilkan pasir

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan kerikil yang banyak ditambang dan dimanfaatkan penduduk sebagai material utama bangunan. Aktivitas penambangan yang dilakukan meliputi penambangan secara tradisional ataupun mekanik menggunakan mesin sedot. Sebagian besar penambang melakukan aktivitas secara ilegal. Endapan ini tersebar di sekitar Sungai Luk Ulo membentuk dataran banjir yang belum mengalami deformasi dengan *slope* kurang dari 2° dengan luas formasi batuan 587,6 ha d ketebalan ± 1–8 m. Endapan aluvium ini diendapkan di atas batu lempung yang *impermeable* sehingga air tanah hanya terdapat di lapisan endapan aluvium. Secara umum, penyebaran air sumur banyak terdapat di sekitar sungai, yang menandakan bahwa tipe sungai yang ada pada kawasan merupakan tipe sungai *influent* dengan suplai air pada sumur didapatkan dari sungai sehingga air tanah ini sangat bergantung pada kestabilan sungainya. Pada musim kemarau, banyak sumur yang kering karena debit air pada sungai berkurang. Penambangan yang berada di sepanjang *meandering* Sungai Luk Ulo pada daerah Pesanggrahan menyebabkan sungai makin dalam sehingga suplai air tanah pada daerah ini menjadi terganggu. Karangsambung, yang terletak di Kabupaten Kebumen bagian utara, sudah ditetapkan menjadi Kawasan Cagar Alam Geologi melalui SK ESDM No. 2817 K/40/MEM/2006. Akan tetapi, di kawasan ini keberadaan penambangan pasir sudah lebih awal dan aktivitas penambangan yang besar terdapat di area Pesanggrahan, Karangsambung. Penambangan pasir di Sungai Luk Ulo berdasarkan pada tempat penambanganya dibagi menjadi dua, yaitu penambangan di sungai dan penambangan di daratan (dataran banjir) yang dilakukan dengan metode konvensional ataupun dengan cara penyedotan pasir menggunakan alat penyedot. Sungai Lukulo yang berkelok-kelok (*meandering*) mempunyai potensi negatif dan positif. Potensi negatif ialah adanya *meandering* yang menyebabkan arus sungai dapat mengikis batuan atau tanah di sepanjang kelokan sehingga dapat menyebabkan erosi dan gerakan tanah, sedangkan potensi positif dari *meandering* Sungai Lukulo adalah terakumulasinya bahan galian, terutama pasir. Potensi banjir tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan lahan bagian hulu dari sungai tersebut sudah bermasalah. Penggunaan lahan bagian hulu yang dulunya hutan pinus sudah banyak yang beralih fungsi menjadi lahan kosong. Banyaknya penambang pasir pada Sungai Lukulo di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung ini dikhawatirkan dapat menyebabkan degradasi lingkungan yang makin cepat. Sungai Lukulo, yang merupakan sungai utama di kawasan ini, mempunyai fluktuasi debit sangat tinggi ketika musim hujan. Debit aliran yang terjadi sangat tinggi, sedangkan pada musim kemarau debit aliran yang ada sangat sedikit, bahkan anak-anak sungai sering menunjukkan hampir tidak ada aliran yang mengalir (*ephemeral* dan *intermiten*).

Litologi daerah pesanggrahan ialah aluvial dengan ketebalan 1–8 m berada di atas batu lempung Formasi Karangsambung, dari litologi yang ada kemungkinan besar air tanah dangkal yang ada berasal dari Sungai Lukulo sehingga adanya penambangan pasir di sepanjang bantaran *meandering* Sungai Lukulo, baik yang berada di sungai maupun dataran banjir yang ada di Pesanggrahan, disinyalir menyebabkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

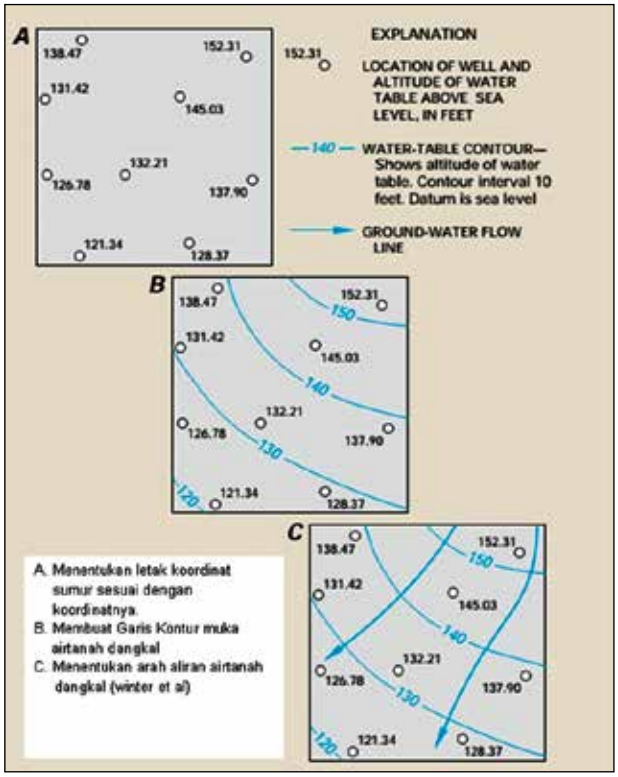
ketersediaan air tanah dangkal (sumur) makin berkurang dan ada beberapa sumur warga yang menjadi kering sehingga penelitian ini bermaksud melakukan kajian terhadap arah aliran air tanah dangkal (sumur) akibat adanya penambangan pasir di sepanjang mendering Sungai Lukulo Pesanggrahan. Kondisi air tanah dangkal untuk dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan baku air minum ternyata kondisinya sangat memprihatinkan, pada saat musim kemarau sebagian besar daerah ini kesulitan air sehingga masyarakat mencari air minum dengan cara membuat cerukan di sepanjang sungai untuk dimanfaatkan sebagai air minum. Tujuan penelitian adalah mengetahui kondisi kualitas air tanah dan pola aliran air tanah dangkal serta mengevaluasi kondisi air tanah daerah Karangsambung.

B. METODE

Untuk mengetahui kondisi air tanah dangkal dilakukan dengan cara mengukur kedalaman muka air tanah dangkal, ketinggian permukaan tanah, kualitas air tanah dangkal (daya hantar listrik dan kekeruhan air), kedalaman sumur yang kemudian data tersebut dibuat menjadi peta muka air tanah dangkal sehingga akan diketahui pola arah aliran air tanah dangkal.

Pendekatan studio setelah pengambilan data sumur dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pembuatan peta kontur air tanah. Kemudian, menentukan arah aliran air tanah secara lokal dapat dilakukan dengan menggunakan tiga buah atau lebih sumur yang diketahui ketinggian muka air tanahnya dengan membuat garis kontur

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Winter et al

Gambar 2. Metode Penentuan Arah aliran MAT

air tanah pada ketinggian tertentu dapat ditentukan alirannya dengan cara menarik garis aliran tegak lurus garis kontur tersebut. Pembuatan kontur muka air tanah dilakukan dengan cara menentukan titik sumur sesuai dengan koordinatnya, kemudian menarik garis kontur muka air tanah sesuai dengan nilai kontur muka air tanah dengan menggunakan pendekatan intrapolasi dan ekstrapolasi, setelah didapat garis kontur muka air tanah dangkal kemudian dibuat arah aliran air tanah dangkal.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis peta yang diperoleh dari data 44 sumur (Tabel 1) dan muka air tanah mendapatkan bahwa arah aliran air tanah di daerah Karangsambung, Kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong, mempunyai pola arah aliran air tanah dangkal sebagai berikut. Pola arah aliran dari barat dan selatan berasal dari suplai air Sungai Lukulo (Gambar 5), sedangkan dari arah timur dan utara berasal dari daerah Karangsambung timur, yang secara morfologi memang terdapat perbukitan dan merupakan daerah tangkapan air hujan. Hal yang menarik adalah adanya pola aliran dari barat dan selatan yang berasal dari Sungai Lukulo, adanya penambangan di bagian barat dan selatan Pesanggrahan menyebabkan kedalaman

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sungai Lukulo makin dalam. Dengan demikian, dapat dipastikan hal tersebut akan mengganggu sumur penduduk yang mendapat pasokan dari Sungai Lukulo karena perbedaan ketinggian sungai dengan Pesanggrahan yang berkisar 2–3 meter di bagian utara dan barat serta berkisar 2–5 meter di bagian selatan. Penambangan pasir yang terus-menerus menggunakan mesin sedot akan mempercepat laju kedalaman Sungai Lukulo sehingga memengaruhi kedalaman sungai penduduk di daerah Karangsambung.

Kondisi kualitas air tanah dangkal berdasarkan pada tingkat kekeruhan sebagian besar masih di bawah 500 ppm (Permenkes No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang persyaratan baku air minum batas maksimal TDS adalah 500 ppm). Ada 8 sumur yang mempunyai nilai TDS di atas batas maksimal (Gambar 6) dan sekitar 16 sumur yang mempunyai nilai hampir di batas maksimal. Dengan demikian, secara umum nilai TDS sebagian besar daerah Karangsambung mempunyai nilai yang tinggi sehingga perlu diwaspadai. Kualitas fisik air tanah dangkal daerah Karangsambung, Kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong berdasarkan pada daya hantar listriknya (Gambar 7) secara umum masih di bawah batas atas standar air minum yang sebesar 1.500 Mmosh (Kepmen ESDM No. 1451/10/MEM/2000 menyatakan persyaratan baku air minum untuk senyawa utama batas maksimal daya hantar listrik (DHL) adalah 1.500 Mmosh). Secara umum, penyebaran air sumur banyak terdapat di sekitar sungai. Hal ini menandakan bahwa tipe sungai yang ada pada kawasan merupakan tipe sungai *influent,* di mana suplai air pada sumur didapatkan dari sungai sehingga air tanah ini sangat bergantung pada kestabilan sungainya. Pada musim kemarau, banyak sumur yang kering karena berkurangnya debit air pada sungai. Penambangan yang berada di sepanjang *meandering* Sungai Lukulo pada daerah Pesanggrahan menyebabkan sungai makin dalam sehingga suplai air tanah pada daerah ini menjadi terganggu.



Gambar 3. Kondisi Sumur Air Tanah Dangkal Warga

Buku ini tidak diperjualbelikan.

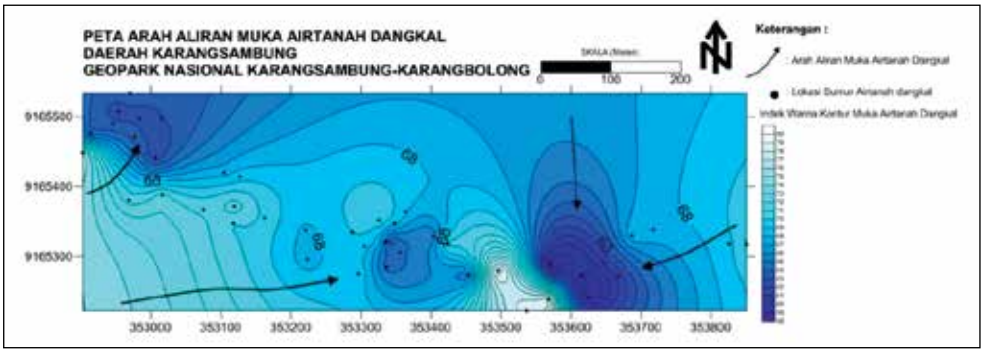
Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Muka Air Tanah Dangkal dan Kualitas Fisik Air Tanah

No	Elevasi (M dpal)	Kedalaman Sumur (M)	MAT (M)	Ketinggian MAT (M dpal)	Tubuh Air (M)	TDS (ppm)	DHL (Mmosh)	Keterangan
1	80	4,9	3,7	76.3	1,2	296	599	layak
2	67	2,7			KERING			
3	67	3,4	3,1	63.9	0,3	275	556	layak
4	66	3,9	3,2	62.8	0,7	590	1171	Tidak layak
5	66	4,25	3,35	62.65	0,9	370	740	layak
6	67	7,1	3,4	63.6	2,7	505	1006	Tidak Layak
7	67	3,9	3,4	63.6	0,5	504	1010	Tidak Layak
8	66	4,3	3	63	1,3	550	1114	Tidak Layak
9	66	4,5	3,8	62.2	0,7	488	976	layak
10	69	5	1,4	67,6	3,6	494	996	layak
11	70	4,7	1,4	68,6	3,3	222	431	layak
12	71	5,6	2	69	3,6	276	563	layak
13	71	3,9	3,25	67,75	0,65	299	599	layak
14	83	5,1	2,75	80,25	2,35	381	761	layak
15	82	6	3,4	78,6	2,6	368	737	layak
16	82	4,6	3,15	78,85	1,45	369	737	layak
17	68	3,9	2,85	65,15	1,05	377	757	layak
18	73	4,1	2,5	70,5	1,6	582	1161	Tidak Layak
19	67	4,7	2	65	2,7	577	1161	Tidak Layak
20	68	4	3	65	1	368	737	layak
21	68	4,9	3,4	64,6	1,5	446	902	layak
22	66	4,9	3,2	62,8	1,7	494	983	layak
23	70	3,4	3,3	66,7	0,1	-	-	
24	71	5,1	1,2	69,8	3,9	193	388	layak
25	70	3,5	1,6	68,4	1,9	358	714	layak
26	70	4,4	1,8	68,2	2,6	320	640	layak
27	72	3,7	3,5	68,5	0,2	294	586	layak
28	71	3	2,15	68,85	0,85	457	922	layak
29	70	3,5	2,5	67,5	1	316	623	layak
30	73	4,1	3,2	69,8	0,9	421	848	layak
31	73	3,4	3,15	69,85	0,25	269	539	layak
32	74	2,9	2,3	71,7	0,6	511	1023	Tidak layak
33	74	4,55	3,25	70,75	1,3	541	1077	Tidak layak
34	75	4,3	3,4	71,6	0,9	325	663	layak
35	74	3,9	3,5	70,5	0,4	331	663	layak
36	59	4,4	0,9	58,1	3,5	434	868	layak
37	61	5,2	2	59	3,2	414	818	layak
38	60	6,15	1,9	58,1	4,25	488	980	layak
39	63	5,1	1,9	61,1	3,2	494	989	layak
40	64	6,4	2,7	61,3	3,7	444	892	layak
41	68	6	0,2	67,8	5,8	447	895	layak
42	68	8,4	0,6	67,4	7,8	333	660	layak
43	70	5,2	1,3	68,7	3,9	267	542	layak
44	72	5,9	1,8	70,2	4,1	271	535	layak

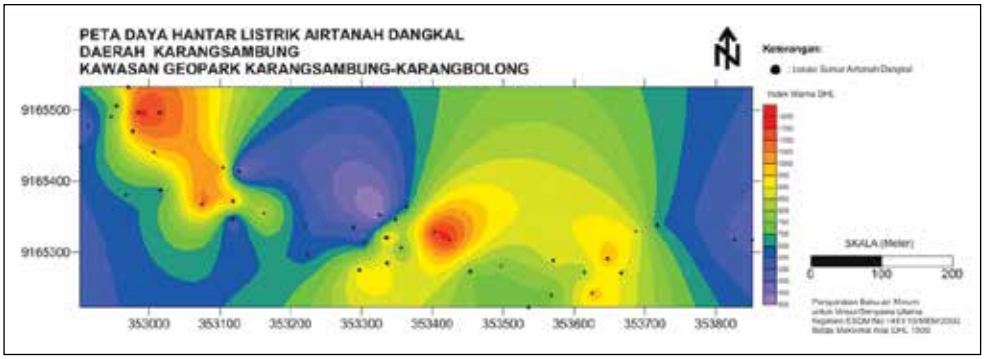
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Peta Lokasi Sampel Sumur Air Tanah Dangkal

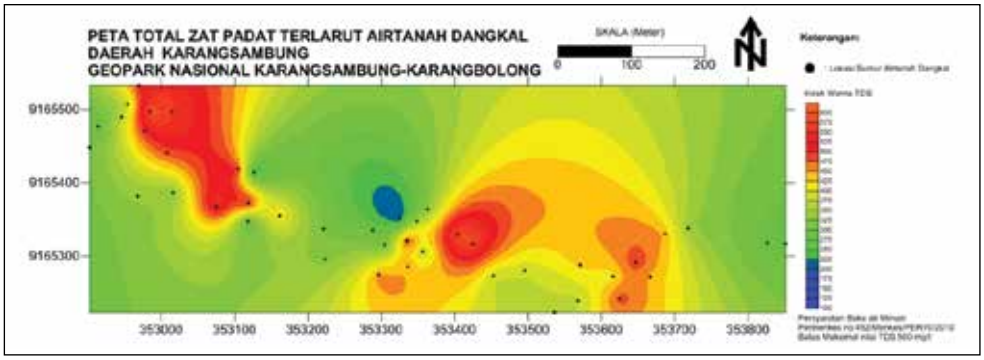


Gambar 5. Peta Arah Aliran Muka Air Tanah Dangkal



Gambar 6. Peta Daya Hantar Listrik Air Tanah Dangkal

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7. Peta Total Zat Padat Terlarut Air Tanah Dangkal

C. KESIMPULAN

Daerah Pesanggrahan dalam Satuan Genetika Wilayah (SGW) termasuk dalam SGW pedataran aluvium berumur holosen dengan sebaran sepanjang Sungai Lukulo. Berdasarkan pada matriks holistik diketahui bahwa nilai total kondisi sekarang 235 dan nilai total skenario dikembangkan 239 sehingga selisihnya 4, yang berarti SGW ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperhatikan faktor yang bernilai negatif, yaitu stabilitas wilayah pada subfaktor respons erosi terhadap permukaan dan erosi bawah tanah serta faktor ketersediaan air.

Berdasarkan pada analisis, diketahui bahwa pola aliran air tanah dangkal berasal dari arah barat dan utara, sedangkan kualitas air berdasarkan pada daya hantar listriknya secara umum masih di bawah batas atas standar air minum yang sebesar 1,500 Mmosh, sedangkan berdasarkan pada tingkat kekeruhan sebagian besar daerah pesanggrahan mempunyai nilai yang tinggi sehingga perlu diwaspadai.

D. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami aturkan kepada Kepala Balai Informasi dan konservasi kebumian LIPI Karangsambung atas perhatian dan kesempatan yang diberikan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

Anonim. (2001). *Peta RBI lembar Karangsambung Skala 1:25.000*. Bakosurtanal.

Asikin, S. (1974). *Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi teori tektonik dunia yang baru* (Disertasi doktor ITB, tidak dipublikasikan).

Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bintarto, & Hadisumarno, S. (1978). *Metode Analisa Geografi*. Jakarta: LP3ES.

Budihardjo, E. (2003). *Kota dan Lingkungan*. Jakarta

Ekarini, D. Fr., dkk. (2009). *Aplikasi Gis untuk Pemetaan Pola Aliran Air Tanah di Kawasan Borobudur.* Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Magelang.

Hirnawan, F. (2007). *Valuasi Komprehensif Potensi dan Kendala Wilayah Berbasis Genetika Kewilayahan Menuju Pembangunan Berkelanjutan.* Diklat Perencanaan Tata Ruang Berbasis Geologi, Pusbindiklat Geologi, Bandung.

Howard, A. D., & Remson, I. (1978). *Geology in Environmental Planning*. San Fransisco: Mc Graw-Hill.

Kementerian ESDM. (2000). Kepmen ESDM Nomor 1451./10/MEM/2000 tentang Pedoman Teknis Pemerintahan di Bidang Pengolahan Air Bawah Tanah.

Kementerian Kesehatan. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/ MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Kodoatie, R. J. (1996). *Pengantar Hidrologi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Sampurno, (1979), *Geologi dan Pengembangan Wilayah*, Dirjen Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

Sanropie Djasio. 1984. *Pedoman Tentang Studi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Proyek Pengembangan Tenaga Salinitas Dep. Kes. RI. Sitanala Arsyad. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.

Seyhan, E. (1977). *Dasar-dasar Hidrologi.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Slamet, S. (1996). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Winter, et al, (1998). *Ground Water and Surface Water A Single Resource.* U.S. Geological Survey Circular 1139, Denver, Colorado U.S. Government Printing Office

Widiyanto, K., Ansori, C., Dwi Raharjo, P., Saefudin, Purwantoro, Sodik, & Triharjito. (2010). *Identifikasi Potensi dan Kendala Geologi untuk Pengembangan Wilayah di Pegunungan Serayu Selatan* (Laporan Teknis Penelitian). BIKK Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tema :
Geowisata



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

INVENTARISASI KERAGAMAN DAN VALUASI SITUS GEOLOGI PULAU BELITUNG SEBAGAI CALON *GLOBAL GEOPARK*

DIVERSITY INVENTORY AND VALUATION OF BELITUNG ISLAND GEOSITES AS A CANDIDATE OF GLOBAL GEOPARK

***Muhammad Alzaid Ponka, Sulistio Yuwono, Umima'tum Rikhasanah**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
*Pos-el: muhammad.alzaid@ui.ac.id

ABSTRACT

Belitung Island is an area with a very unique and peculiar geodiversity in the form of large granite boulders along its coastal marine area. Its age is estimated to be Triassic (65–200 million years ago) as a magmatic product associated with subduction. The geological condition is one of the reasons Belitung Island to be proposed as a global geopark. The status change from national become to global geopark requires an inventory and valuation of geological diversity. Therefore, the purpose of this study is to describe of geosites, make valuation, and inventory geodiversity in Belitung Island. There are six geological sites to be described, i.e. Nam Salu open pit, Pantai Tanjung Kelayang, Danau Biru/ Kaolin, Bukit Peramun, Pantai Badu Bedil, and Batu Baginde. The research method is literature studies, making description of the geosites area, valuation, classification, value, meaning, and clustering. The results of these study are the valuation intermediate-prominent value. This activity can help manage geological heritage resources technically along with the development of Belitung Island as a candidate for global geopark.

Keywords: *geopark, Belitung Island, granite, valuation, inventory, geodiversity*

ABSTRAK

Pulau Belitung merupakan wilayah dengan keanekaragaman geologi yang sangat unik dan khas berupa bongkahan batuan granit besar di sepanjang daerah pesisir lautnya. Umur batuan granit yang diperkirakan berumur Trias (65–200 juta tahun yang lalu) merupakan produk magmatisme yang terkait dengan subduksi. Kondisi geologi tersebut merupakan salah satu alasan Pulau Belitung ingin diajukan sebagai *global geopark*. Peningkatan status Geopark Belitung dari *national geopark* menjadi *global geopark* memerlukan inventarisasi dan valuasi keragaman geologi. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan situs geologi, membuat valuasi, dan inventarisasi keragaman geologi (*geodiversity*) yang dimiliki oleh Pulau Belitung. Terdapat enam situs geologi yang akan dideskripsikan, yaitu *open pit* Nam Salu, Pantai Tanjung Kelayang, Danau Biru/Kaolin, Bukit Peramun, Pantai Badu Bedil, dan Batu Baginde. Metode penelitian yang dilakukan adalah studi literatur, membuat deskripsi kawasan situs geologi, valuasi, klasifikasi, nilai, pemaknaan, dan klasterisasi. Hasil penelitian adalah valuasi situs geologi Pulau Belitung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

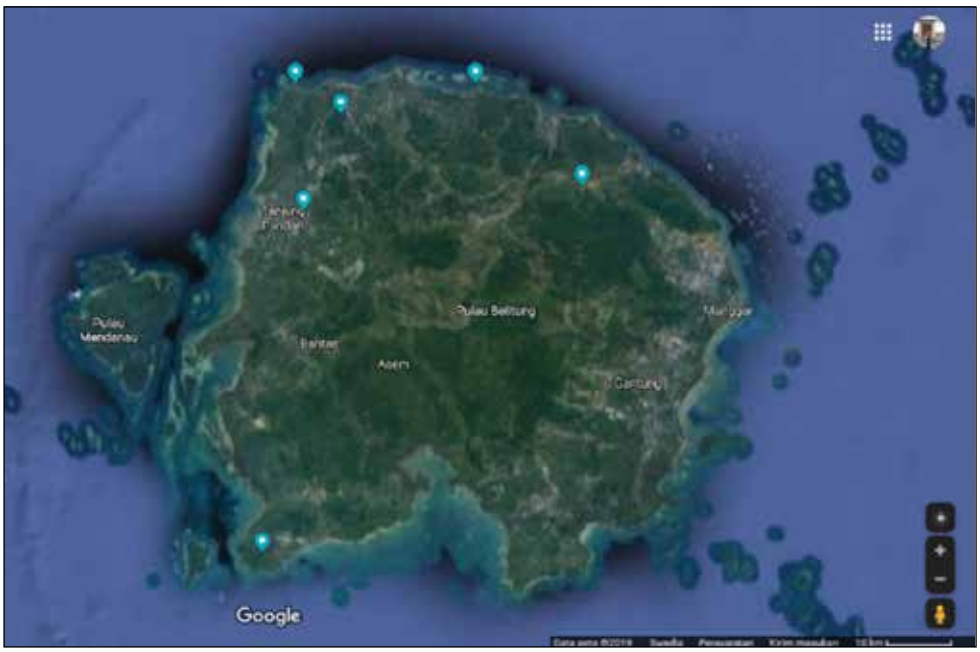
bernilai menengah hingga terkemuka. Kegiatan ini dapat membantu pengelolaan sumber daya warisan geologi secara teknis bersamaan dengan pengembangan Pulau Belitung sebagai calon *global geopark*.

Kata kunci: Pulau Belitung, geodiversitas, *geopark*, granit, inventarisasi, valuasi,

A. PENDAHULUAN

Belitung merupakan sebuah pulau yang berada di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, pantai timur Sumatera. Secara geografis, pulau Belitung terletak pada 107°31,5'–108°18' BT dan 2°31,5'–3°6,5' LS. Pulau Belitung terkenal dengan bahan galian tambang tipe C, yakni timah, kaolin, pasir kuarsa, dan granit. Secara morfologi, daerah Kepulauan Bangka Belitung umumnya relatif datar serta bukit bergelombang yang sebagian besar berada pada ketinggian 100–500 mdpl. Permukaan tanah tersebut digunakan sebagai usaha perkebunan serta penambangan timah. Kepulauan Bangka Belitung merupakan gugusan dua pulau besar, yaitu Pulau Bangka dan Pulau Belitung dengan pulau kecil disekitarnya.

Pulau Belitung merupakan wilayah yang memiliki keanekaragaman geologi yang sangat unik dan khas berupa bongkahan batuan granit yang sangat besar di dekat daerah pesisir pantai barat laut Pulau Belitung. Umur batuan granit ini diperkirakan berumur Trias (65–200 juta tahun yang lalu) (Bahruddin & Sidarto, 1995). Keanekaragaman tersebut yang membuat Pulau Belitung mempunyai potensi dijadikan *geopark*, baik tingkat nasional maupun global.



Sumber: maps.google.co.id

Gambar 1. Lokasi Situs Geologi di Pulau Belitung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Terdapat beberapa situs geologi yang berstatus sebagai kawasan *national geopark*. Dari sekian banyak situs geologi, ada beberapa situs yang ingin diidentifikasi, yaitu *open pit* Nam Salu, Pantai Tanjung Kelayang, Danau Biru/Kaolin, Bukit Peramun, Pantai Badu Bedil, dan Batu Baginde. Belitung memiliki potensi tinggi untuk menjadi *global geopark*. Peningkatan status *geopark* bisa dilakukan dengan menginventarisasi dan memvaluasi keragaman geologi yang dimiliki oleh Pulau Belitung. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan situs geologi, membuat valuasi, dan inventarisasi keragaman geologi (*geodiversity*) yang dimiliki oleh Pulau Belitung. Kegiatan ini diharapkan dapat membantu pengelolaan sumber daya warisan geologi secara teknis bersamaan dengan pengembangan Pulau Belitung sebagai calon *global geopark*.

B. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dan dilakukan dengan metode inventarisasi dan valuasi yang dilaksanakan bulan Mei 2019. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara studi dokumen sekunder. Hal pertama yang dilakukan adalah mencari potensi situs geologi melalui situs web www.belitonggopark.net. Kemudian, deskripsi kawasan situs geologi dibuat serta dilanjutkan dengan valuasi berdasarkan Gray (2005) dan inventarisasi keragaman geologi berdasarkan standar teknis yang dibuat oleh Badan Geologi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Belitung memiliki enam calon situs geologi yang akan diajukan menjadi *global geopark* yang akan dideskripsi kawasannya, dilakukan inventarisasi, serta diberi valuasi berdasarkan Gray (2005).

1. *Open Pit* Nam Salu

Secara administratif, situs geologi *open pit* Nam Salu berada di Senyubuk, Kelapa Kampit, Kabupaten Belitung Timur, Kepulauan Bangka Belitung, dengan koordinat 2°42'14.7"S, 108°04'22.7"E. Situs ini merupakan lubang terbuka bekas tambang timah yang dieksploitasi oleh PT. BHIP pada tahun 1975. Batuan yang dapat ditemukan di situs ini adalah batuan rijang radiolarian dan batu pasir, serta mineral lainnya, seperti mineral timah primer, *magnetite*, dan kuarsa. Pada lokasi ini, terdapat struktur berupa patahan Khoi Wa, Lipatan Rebah, dan berbagai rekahan. Proses geologi yang terjadi adalah intrusi larutan hidrotermal dan mineralisasi mineral bijih.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: www.googlephotos.com

Gambar 2. *Open Pit* Nam Salu

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

1) Bentang alam umum berupa lubang terbuka bekas tambang timah.
2) Ranah batuannya mencakup jenis batuan sedimen.
3) Proses internal yang terjadi mencakup intrusi larutan hidrotermal pembawa mineral timah dan proses eksternal mencakup pelapukan secara kimia, yaitu oksidasi.
4) Evolusi temporer mencakup umur geologi 195 juta tahun yang lalu dan Karbon Mississippi (Triass-Kapur).

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai menengah karena mengandung rekaman ilmiah penting yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian dan pendidikan.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

1) Keragaman geologi bermakna estetika karena memiliki keunikan dan keindahan alam.
2) Keragaman geologi bermakna rekreasi karena mempunyai potensi mendukung rekreasi (pariwisata).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

d. Klasterisasi Keragaman Geologi

1) Situs geologi memiliki bentang alam khusus, yaitu berdasarkan nilai estetika dimilikinya dapat ditentukan keragaman geologi itu bersifat unik.
2) Situs geologi dapat berfungsi sebagai pendukung ekologi karena terdapat flora dan fauna endemik, seperti beberapa jenis kantung semar (*Nepentes*) dan monyet kecil yang dikenal dengan tarsius.

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Lokasi bekas tambang timah terbesar di Asia Tenggara	
Budaya	Mengandung nilai historis, yaitu ditemukan melalui eksplorasi dikelola oleh perusahaan asal Australia, yaitu PT Broken Hill Propriety Indonesia (BHPI) pada tahun 1975	
Aestetik	Pemandangan lokal	Bekas tambang timah terbuka, Gossan, Patahan Khoi Wa, Terowongan Fuk Salu.
	Aktivitas santai	Menyusuri goa dan berkemah
Ekonomi	Mineral logam	Timah
Fungsional	Fungsi ekosistem	Habitat flora dan fauna seperti kantung Semar (*Nepentes*) dan tarsius (monyet kecil)
Saintifik	Riset geosains	Mineralisasi bijih timah

2. Pantai Tanjung Kelayang

Secara administratif, Pantai Tanjung Kelayang berada di Jalan Tanjung Pandan-Tanjung Kelayang, Sijuk, Kabupaten Belitung, Kepulauan Bangka Belitung, dengan koordinat 2°33'34.0"S, 107°40'14.3"E. Situs ini memiliki bentang geomorfologi berupa pantai dengan keberadaan batuan granit yang tersingkap ke permukaan.



Sumber: www.googlemaps.com

Gambar 3. Pantai Tanjung Kelayang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batuan granit plutonik dalam bentuk *dike* atau *sill* menerobos batuan sedimen di atasnya. Batuan intrusi granit tersebut terangkat dan muncul dekat permukaan, kemudian proses erosi mengakibatkannya tersingkap ke permukaan. Pembekuan dan kontraksi mengakibatkan kekar vertikal, sedangkan kekar horizontal diakibatkan oleh tekanan. Kekar tersebut mengakibatkan bentuk blok dari granit yang tidak tergerus. Pada situs geologi ini, terdapat beberapa mineral terbentuk, seperti *feldspar*, kuarsa, mika, *hornblende*, dan biotit.

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

1) Bentang alam umum berupa dataran, yaitu pantai serta kepulauan kecil.
2) Ranah batuan mencakup jenis batuan seperti batuan sedimen dan batuan beku, yaitu granit.
3) Proses internal mencakup intrusi dan pengangkatan, sedangkan proses eksternal mencakup pelapukan (kimia), pengikisan, dan pelarutan oleh air (hidrolisis).
4) Tektonik bersifat sudah tidak aktif (stabil).
5) Evolusi temporer mencakup umum geologi, yaitu 208–218 juta tahun lalu (dengan metode Rb-Sr), 218 juta tahun lalu (dengan rata-rata bobot K-Ar), dan termasuk pada umur Triassic-Kapur.

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai tinggi karena mengandung rekaman ilmiah berbagai proses geologi serta mineralisasi logam timah. Tatanan geologi bersifat spesifik, yaitu batuan granit terangkat ke permukaan, sehingga menghasilkan mineralisasi logam timah yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian, pendidikan, pemahaman alam, dan konservasi.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

1) Keragaman geologi bermakna ilmiah karena merupakan rekaman dan bukti evolusi bumi dari berbagai proses geologi, yaitu batuan granit itu sendiri yang terbentuk jauh di bawah permukaan bumi.
2) Keragaman geologi bermakna estetika karena memiliki keunikan dan keindahan alam, yaitu berupa pulau-pulau kecil dengan panorama yang indah dan eksotis, serta air laut yang jernih.
3) Keragaman geologi bermakna rekreasi karena potensinya mendukung rekreasi (pariwisata) dengan pemandangan pantai yang indah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

d. Klasterisasi Keragaman Geologi

Situs geologi memiliki bentang alam khusus. Berdasarkan nilai estetika yang dimilikinya, dapat ditentukan keragaman geologi tersebut bersifat unik, yaitu pantai dengan gugusan batuan granit.

Situs geologi memiliki faktor pendukung ekologi karena terdapat ikan badut (*Amphiprion percula*) yang hidup di pantai jernih dan tropis. Keragaman geologi tersebut berpengaruh terhadap kehidupan hayati dan keragamannya sehingga keeratan hubungan antara geologi dan biologi dapat ditentukan.

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Bagian dari intrusi granit	
Budaya	-	
Aestetik	Pemandangan lokal	Bentang alam berupa pantai dengan adanya sebaran batuan granit.
	Aktivitas santai	*Diving, Snorkeling,* dan fotografi.
Ekonomi	Mineral logam	Timah
Fungsional	Fungsi ekosistem	Pendukung ekologi ikan badut (*Amphiprion Percula*) yang hidup di pantai tersebut yang jernih dan tropis
Saintifik	Riset geosains	Karakteristik endapan timah sekunder daerah Tanjung Kelayang

3. Kaolin/Danau Biru

Secara administratif, Kaolin (*Blue Lake*) terletak di Perawas, Tanjung Pandan, Kabupaten Belitung, Kepulauan Bangka Belitung. Situs ini merupakan danau bekas tambang kaolin dengan batuan sedimen, yaitu batu lempung, serta kaolinite dan mineral lempung lainnya. Proses geologi yang terjadi pada situs geologi ini adalah pelapukan dari batuan granit yang tersingkap ke permukaan (kaolinisasi)



Sumber: Maruhal Mangasi

Gambar 4. Danau Kaolin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

1) Bentang alam umum berupa danau bekas tambang kaolin.
2) Ranah batuan mencakup jenis batuan sedimen, yaitu batu sedimen lempung.
3) Proses internal meliputi pengangkatan batuan granit menuju permukaan dan proses eksternal meliputi pelapukan (kimia).
4) Tektonik sudah tidak aktif (stabil).

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai menengah karena mengandung rekaman ilmiah penting yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian dan pendidikan.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

1) Keragaman geologi bermakna estetika karena memiliki keunikan dan keindahan alam.
2) Keragaman geologi bermakna rekreasi karena mempunyai potensi mendukung rekreasi (pariwisata).

d. Klasterisasi Keragaman Geologi

Situs geologi mempunyai bentang alam khusus, yaitu nilai estetika yang dimilikinya dapat ditentukan bahwa keragaman geologi tersebut bersifat unik.

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Lokasi bekas tambang kaolin	
Budaya	-	
Aestetik	Pemandangan lokal	Danau biru
	Aktivitas santai	Berenang dan fotografi
Ekonomi	Mineral logam	Kaolinit
Fungsional	Fungsi ekosistem	Obat diare, bedak tabur untuk luka, dan gangguan pencernaan
Saintifik	Riset geosains	Studi mineral lempung

4. Bukit Peramun

Bukit Peramun Bukit Peramun terletak di Hutan Desa Selumar, Kecamatan Sijuk, Kabupaten Belitong dengan koordinat 2°36'11.0"S, 107°44'05.8"E. Peramun muncul karena tradisi masyarakat menanam tanaman herbal secara turun-menurun. Keanekaragaman hayatinya terdiri atas flora (tumbuhan kabal, upak apik) dan fauna (tarsius dan *Chephalopacus*). Selain itu, di sekitar lokasi dapat ditemukan singkapan granit dan keindahan pemandangan di ketinggian. Proses geologi yang terjadi di wilayah ini adalah pengangkatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: www.berjalanterus.com

Gambar 5. Bukit Peramun

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

1) Situs geologi ini termasuk terkemuka karena memiliki
2) bentang alam berupa perbukitan,
3) adanya granit sebagai proses intrusi batuan sebagai bukti atas peristiwa geologi,
4) fungsi ekologi, yakni keanekaragaman flora dan fauna (tanaman obat, tarsius, dan *Chepalopacus*),
5) potensi pariwisata berkelanjutan, seperti budaya menanam tumbuhan obat dan pengamatan hewan tarsius, serta
6) konservasi dan penelitian, misalnya studi granit dan tumbuhan sekitar.

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai terkemuka karena mengandung rekaman ilmiah, tatanan geologi atau bentang alam spesifik, fungsi ekologi, konservasi, dan pariwisata yang berkelanjutan.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

1) Keragaman geologi dikatakan bermakna
2) ilmiah karena dapat dijadikan studi granit,
3) rekreasi karena kita dapat mengamati tarsius,
4) estetika karena kita dapat melihat pemandangan indah dari atas bukit, serta
5) budaya karena tradisi menanam obat tradisional secara turun menurun.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Keanekaragaman hayati dan hutan granit yang mendukung kelangsungan hidup manusia	
Budaya	Tradisi penanaman obat herbal secara turun menurun	
Aestetik	Pemandangan lokal	Perbukitan yang dikelilingi oleh singkapan granit. Selain itu, terdapat keanekaragaman hayati (flora dan fauna)
	Aktivitas santai	Berenang dan fotografi
	Geowisata	Pengamatan tarsius
	Akivitas relawan	Menanam tanaman obat herbal
Ekonomi	Mineral logam	Timah
Fungsional	Fungsi ekosistem	Obat herbal untuk malaria
Saintifik	Riset geosains	Studi granit

5. Pantai Batu Bedil

Pantai Batu Bedil terletak di Pulau Belitung Barat Utara, dekat perbatasan Kabupaten Belitung dan Kabupaten Belitung Timur, dengan koordinat 2°33'38.1"S, 107°55'17.2"E. Situs geologi tersebut merupakan pantai yang tersusun atas banyaknya batuan granit dengan kekhasan mengeluarkan efek suara batu *chasher* ketika gelombang besar datang. Suara ini tercipta dari lubang-lubang dan terowongan kecil yang tersusun dalam struktur batu granit yang mengalirkan suara. Lubang dan terowongan ini terbentuk karena kekuatan gelombang di zona lemah dari batu. Pada situs geologi ini, ditemukan batuan granit, mineral timah primer, kuarsa, dan struktur berupa kekar. Proses geologi yang terjadi adalah intrusi batuan granit.



Sumber: tanjungkelayang.indonesia-tourism.com

Gambar 6. Pantai Batu Bedil

Buku ini tidak diperjualbelikan.

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

Keragaman geologi pada situs ini termasuk tinggi karena memiliki

1) bentang alam umum berupa pantai,
2) granit sebagai proses intrusi batuan sebagai bukti atas peristiwa geologi, serta
3) konservasi dan penelitian granit di sekitar situs geologi.

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai tinggi karena mengandung rekaman ilmiah, tatanan geologi atau bentang alam spesifik, konservasi, dan pariwisata yang berkelanjutan.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

Keragaman geologi situs ini dikatakan bermakna

1) ilmiah karena merupakan rekaman dan bukti evolusi bumi dari berbagai proses geologi, yaitu batuan granit itu sendiri yang terbentuk jauh di bawah permukaan bumi,
2) estetika karena memiliki keunikan dan keindahan alam, yaitu berupa pantai yang tersusun atas banyaknya batuan granit dengan kekhasan mengeluarkan efek suara batu *chasher* ketika gelombang besar datang, serta
3) budaya dengan adanya cerita legenda suara dentuman batu yang menyerupai suara bedil

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Keindahan alam pantai yang tersusun atas banyaknya batuan granit	
Budaya	Legenda suara dentuman batu yang menyerupai suara bedil	
Aestetik	Pemandangan lokal	Hamparan batuan granit di sepanjang pantai.
	Aktivitas santai	Menikmati pantai, berenang, fotografi, dll
	Geowisata	Panorama pantai
Ekonomi	Mineral logam	Timah
Saintifik	Riset geosains	Studi granit

6. Batu Baginde

Batu Baginde terletak di Padang Kandis, Membalong, yang terbentang oleh jalan yang terawat dengan baik sekitar 60 km dari Kota Tanjung Pandan dengan koordinat 3°13'03.2"S, 107°37'15.7"E. Pemandangan yang indah dapat dilihat dengan mendaki ke puncak bukit dan berjalan kaki sejauh 200 hingga 300 meter. Batu raksasa ini adalah dua batu besar yang sangat dekat satu sama lain. Batuan pertama memiliki tinggi 162 meter yang disebut laki-laki, sementara batu lainnya adalah perempuan dengan ketinggian 156 meter. Daerah ini memiliki nuansa magis dengan legenda

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: www.indonesiakaya.com

Gambar 7. Batu Baginde

sangat kuat dengan asal usul Belitung. Pada situs geologi ini, dapat ditemukan batuan granit, mineral timah primer, dan kuarsa. Proses geologi yang terjadi adalah intrusi batuan granit dan aktivitas magmatisme.

a. Klasifikasi Keragaman Geologi

Keragaman geologi situs geologi ini termasuk tinggi karena memiliki

1) bentang alam umum berupa perbukitan,
2) granit sebagai proses intrusi batuan sebagai bukti atas peristiwa geologi, serta
3) konservasi dan penelitian granit di sekitar situs geologi.

b. Penilaian Keragaman Geologi

Keragaman geologi bernilai tinggi karena mengandung rekaman ilmiah, tatanan geologi atau bentang alam spesifik, konservasi, dan pariwisata yang berkelanjutan.

c. Pemaknaan Keragaman Geologi

Keragaman geologi situs ini dikatakan bermakna

1) ilmiah karena merupakan rekaman dan bukti evolusi bumi dari berbagai proses geologi, yaitu batuan granit itu sendiri yang terbentuk jauh di bawah permukaan bumi.
2) estetika karena memiliki keunikan dan keindahan alam, yaitu berupa pemandangan dari atas bukit, dan
3) budaya dengan adanya cerita tentang asal-usul dari legenda terbentuknya Pulau Belitung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Valuasi (Gray, 2005)		
Intrinsik	Kondisi geologi yang bermafaat sebagai konservasi	
Budaya	Asal usul legenda terbentuknya Pulau Belitung	
Aestetik	Pemandangan lokal	Dua buah batu besar yang berada pada ketinggian di atas 250 m
	Aktivitas santai	*Hiking*
Ekonomi	Mineral logam	Timah
Saintifik	Riset geosains	Studi Granit dan aktivitas magmatisme

7. Signifikansi Situs Geologi

Berdasarkan enam situs geologi yang telah dilakukan valuasi dan inventarisasi keragamannya, terdapat situs yang bisa diklasifikasikan sebagai situs geologi berskala internasional hingga nasional.

a. Skala Internasional

1) Danau Biru

   Danau ini terbentuk karena pengerukan kaolin di kedalaman 2–10 meter. Pemandangan situs geologi ini menjadi menarik dan luar biasa karena warna putih kaolin di dasar danau membuat permukaan air berwarna biru.

2) Bukit Peramun

   Pada situs geologi ini, kita dapat melihat segala aspek geowisata, budaya, dan ilmiah. Aspek geowisata dapat dilakukan dengan cara pengamatan hewan tarsius, sedangkan budaya ditunjukkan dengan penanaman obat tradisional secara turun menurun. Segi ilmiah ditunjukkan dengan riset batuan granit dan obat-obatan langka dari tanaman herbal.

3) Batu Baginde

   Situs geologi ini memiliki batu besar kembar dan mungkin sangat langka ditemukan di dunia. Batu baginde kerap kali dihubungkan oleh masyarakat sekitar dengan legenda asal-usul pembentukan Pulau Belitung. Kondisi tersebut menjadikan situs ini unik dan mempunyai skala internasional.

4) Pantai Batu Bedil

   Situs geologi ini mempunyai keunikan berupa terbentangnya batuan granit di sepanjang pantai. Batu Bedil mempunayi ciri khas suara batu *chasher* ketika gelombang besar datang. Suara ini tercipta dari lubang-lubang kecil dan terowongan kecil yang tersusun dalam struktur batu granit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Skala Nasional

1) Pantai Tanjung Kelayang

   Pantai ini merupakan pantai yang paling indah di Pulau Belitung yang banyak dikunjungi oleh wisatawan domestik dan mancanegara. Selain itu, pantai ini terdapat gugusan batu granit yang menyerupai kepala burung garuda (*eagle rock*).

2) *Open Pit* Nam Salu

   Situs geologi ini merupakan bekas lahan tambang terbuka yang cocok digunakan sebagai studi tambang. Aktivitas geowisata yang dilakukan adalah menyusuri gua, berkemah, dan pengamatan kantung semar.

D. KESIMPULAN

1. Penilaian keragaman geologi pada beberapa situs geologi mempunyai nilai tinggi hingga terkemuka.
2. Banyak pemaknaan keragaman geologi pada beberapa situs geologi, seperti dari segi ilmiah, estetika, budaya, dan rekreasi.
3. Valuasi yang dilakukan pada setiap situs geologi mempunyai nilai intrinsik, budaya, estetika, ekonomi, dan saintifik.
4. Situs geologi berskala internasional adalah Danau Biru, Bukit Peramun, Batu Baginde, dan Batu Bedil, sedangkan yang berskala nasional adalah Pantai Tanjung Kelayang dan Open Pit Nam Salu.

E. SARAN/REKOMENDASI

Perlu dilaksanakan kegiatan lapangan secara langsung untuk memvalidasi inventarisasi dan valuasi ini. Selain itu, analisis kuantitatif berupa pemberian angka atau poin pada tiap parameter diperlukan agar setiap situs geologi mempunyai tingkatan dari beberapa aspek.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Gamma Abdul Jabar, dosen Universitas Indonesia untuk mata kuliah Geowisata yang telah memberikan tanggapan terhadap artikel ilmiah ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Baharuddin & Sidarto. (1995). *Peta geologi lembar Belitung, Sumatra, skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Cobbing, E.J., Mallick, D.I.J., Pitfield, P.E.J., & Teoh, L.H. (1986). The granites of the Southeast Asia tin belt. *Journal of the Geological Society*, *143*, 537–550.

Firdaus, M. (2018). Studi penentuan zona probabilitas keterdapatan thorium menggunakan logika Fuzzy pada Arcmap di daerah Belitung Timur, Provinsi Bangka Belitung. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geologi*, *1*(1). Bogor: Universitas Pakuan.

Gray, M. (2005). Geodiversity and geoconservation: What, why, and how? Dalam *The George wright Forum*, *22*(3), 4–12. Hancock, Michigan, AS: George Wright Society.

Inatadon, N.F., Abdurrachman, & Aziz, M. (2015). Geologi dan studi logam tanah jarang daerah Kacang Botor dan sekitarnya, Kecamatan Badau, Kabupaten Belitung, Provinsi Bangka Belitung. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Kebumian ke-8 Academia-Industry Linkage*, 744–753. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Pusat Survei Geologi. (2017). Standar Teknis inventarisasi keragaman geologi dan identifikasi warisan geologi. Bandung: Pusat Survei Geologi.

www.belitonggeopark.com

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(PENEMUAN BARU) TEMPAT TINGGAL MANUSIA PURBA DI GUA TLORONG, DESA LEMPONG, KECAMATAN JENAWI KABUPATEN KARANGANYAR, JAWA TENGAH, INDONESIA

(NEW DISCOVERY) HOMINID LIVING IN TLORONG CAVE LEMPONG AREA, JENAWI DISTRICT, KARANGANYAR REGENCY, CENTRAL JAVA, INDONESIA

[1*]Ediyanto, [1]M.V. Krisnanto, [2]A. Nandiwardhana , dan [1]Y. Rizkianto

[1] Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran', Yogyakarta, Indonesia
[2] Jurusan Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.
[1*]Pos-el: ediyanto_upn@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research is based on the discovery of fossils of hominid, as well as vertebrates, which are scattered around southern Central Java. The fossils were found to be intact in the same rock unit that is in the Kabuh Formation's sandstone unit,which is the result of meandering river system, characterized by the presence of a cross-bedding sedimentary structure with coarse to very coarse grain size. The discovery of Tlorong Cave as the residence of hominid located in Segawe, Lempong village, Jenawi District, Karanganyar Regency, Central Java, was based on the results of compilation measurements from all directions of the paleocurrents in the study area. The method used in this study is measuring the direction of the paleocurrents of cross-bedding sedimentary structures in Kabuh Formation's sandstone unit in Sragen area and its surroundings. Another method is doing a pit test and searching for artifacts in the cave. Tlorong Cave as a hominid's residence proven by the discovery of artifacts, skulls, bone fragments, and vertebrate teeth. In addition, it also found vertebrate bones containing charcoal from combustion in the cave, as well as red ocher. Tlorong Cave is a limestone cave which is estimated to be identical to the Wonosari Miocene limestone, which is isolated between the young Lawu volcanism of the Quaternary age.

Keywords: *Tlorong Cave, artifacts, cross-bedding*

ABSTRAK

Penelitian ini didasarkan atas banyak penemuan fosil, baik manusia purba maupun vertebrata, yang tersebar di sekitar Jawa Tengah bagian selatan dan ditemukan dalam keadaan tidak utuh di dalam satuan batuan yang sama, yaitu satuan batu pasir Formasi Kabuh. Satuan batu pasir Formasi Kabuh merupakan hasil dari *meandering river system* yang dicirikan dengan adanya struktur sedimen silang-siur dengan ukuran butir pasir kasar hingga sangat kasar. Penemuan Gua Tlorong sebagai tempat tinggal manusia purba yang berlokasi di Dusun Segawe, Desa Lempong, Kecamatan Jenawi, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah, berdasarkan dari

Buku ini tidak diperjualbelikan.

hasil pengukuran kompilasi dari seluruh arah arus purba daerah telitian. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengukuran arah arus purba dari struktur sedimen silang-siur yang ada pada satuan batu pasir Formasi Kabuh di daerah Sragen dan sekitarnya. Metode lain yang dilakukan adalah melakukan *test pit* dan pencarian artefak di dalam gua. Penemuan Gua Tlorong sebagai tempat tinggal Manusia Purba dibuktikan dengan ditemukannya artefak, tengkorak, pecahan tulang, dan gigi vertebrata. Selain itu, ditemukan juga tulang vertebrata yang mengandung arang hasil pembakaran di dalam gua serta oker merah. Gua Tlorong merupakan gua gamping yang diperkirakan identik dengan batu gamping Wonosari yang berumur Miosen yang terisolasi berada di antara vulkanisme muda Lawu yang berumur Kuarter.

Kata kunci: artefak, Gua Tlorong, silang-siur

A. PENDAHULUAN

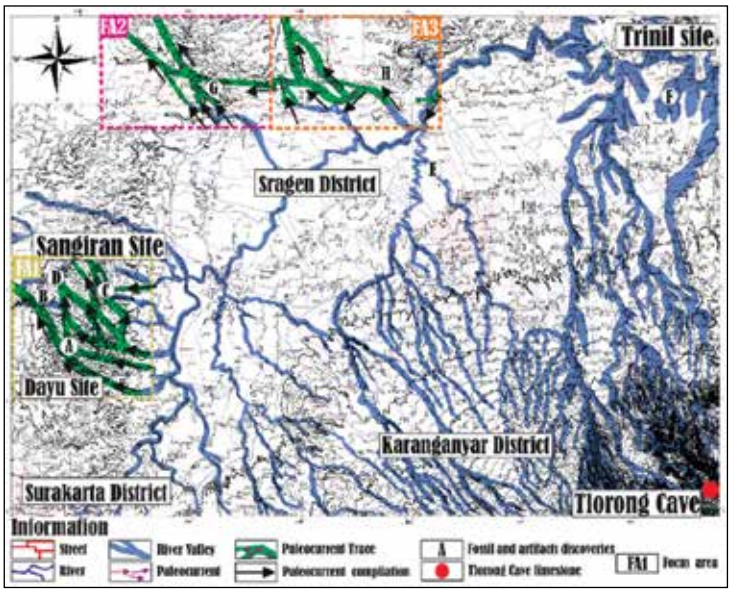
1. Latar Belakang

Penelitian ini didasari atas banyak penemuan fosil, baik Manusia Purba maupun vertebrata, yang tersebar di sekitar Jawa Tengah bagian selatan dan ditemukan dalam keadaan tidak utuh di dalam satuan batuan yang sama, yaitu satuan batu pasir Formasi Kabuh. Satuan tersebut merupakan satuan batuan yang dicirikan dengan adanya struktur sedimen silang-siur dengan ukuran butir pasir kasar hingga sangat kasar yang mencirikan endapan *meandering river system* (Sukardi & Budhitrisna, 1992). Penemuan ini menunjukkan bahwa manusia purba dan vertebrata tidak hidup dan mati di tempat ditemukannya pecahan fosil tulang, namun berasal dari tempat jauh karena mengalami proses transportasi akibat kerja sungai hingga sampai lokasi penemuan. Untuk mengetahui sumber keberadaan dari fosil, perlu dilakukan pengukuran struktur sedimen silangsiur pada batu pasir Formasi Kabuh (Prasetyo, 2017). Dengan pengukuran ini, diharapkan akan mendapat arah arus purba awal dari sungai purba yang ada (Potter & Pettijohn, 1963).

Pengukuran struktur sedimen silang-siur pada batu pasir Formasi Kabuh dilakukan di sekitar Kabupaten Sragen dengan tiga lokasi utama, yaitu Sangiran, Gesi, dan Mondokan (Sukardi & Budhitrisna, 1992). Analisis terhadap arah arus purba menunjukkan arah kompilasi berarah ke arah barat laut. Dengan kata lain, sumber dari satuan batu pasir Formasi Kabuh berasal dari arah tenggara (Gambar 1) yang menunjukkan ke arah lereng Gunung Lawu dan kemungkinan sebagai tempat tinggal manusia purba.

Tempat tinggal manusia purba berupa gua yang dekat dengan lembah sungai besar (sekarang telah menjadi lembah sungai purba). Pada umumnya, gua difungsikan sebagai tempat tinggal dan tempat perlindungan dari berbagai macam binatang buas, sedangkan sungai besar berfungsi sebagai sumber kehidupan manusia purba dan vertebrata, sekaligus sebagai area berburu bagi manusia purba. Oleh karena itu, ditemukannya lapisan *grenzbank* (bagian bawah dari Formasi Kabuh), yang terdiri dari konglomerat gamping, diperkirakan gua yang berpotensi sebagai tempat tinggal manusia purba berupa gua gamping (Pringgoprawiro, 1983).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Peta Arus Purba

2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian adalah untuk menganalisis Gua Tlorong dan mencari berbagai jejak kehidupan manusia purba yang ada di dalamnya, sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan bahwa Gua Tlorong merupakan tempat tinggal sementara dari manusia purba.

3. Masalah

Masalah yang dijumpai selama penelitian berlangsung adalah Gua Tlorong masih aktif dengan adanya alur sungai kecil yang mengalirkan air di dalamnya sehingga membuat endapan sedimen di dalam gua cukup tebal yang berdampak pada kesulitan untuk mengidentifikasi fosil yang ditemukan karena berada pada sedimen karbonat yang tebal. Selain itu, gua tersebut memiliki sejarah dan dipercaya oleh masyarakat setempat sebagai tempat yang keramat dan mistis.

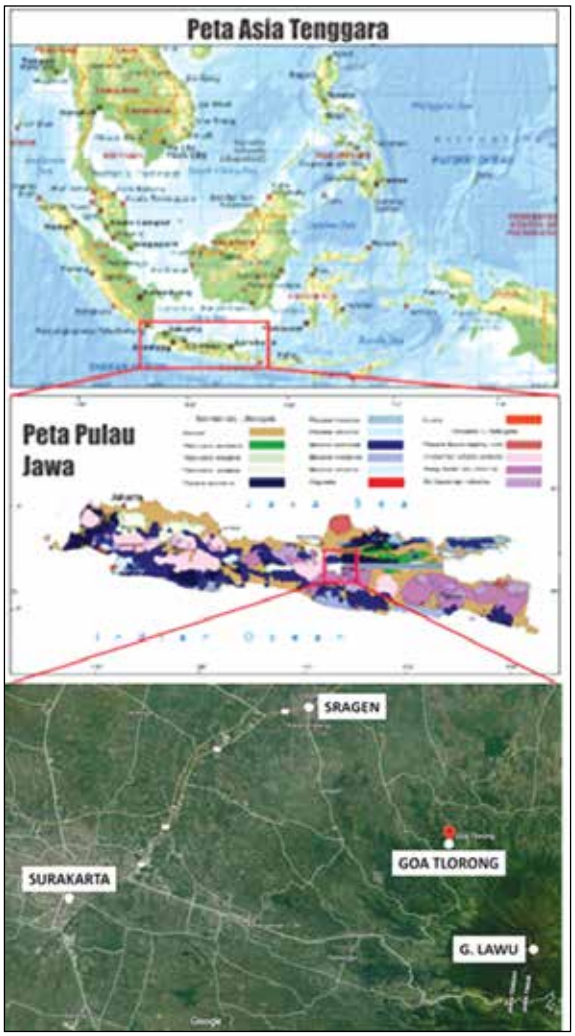
4. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah Gua Tlorong dan daerah sekitarnya.

5. Lokasi dan Akses Daerah Penelitian

Area penelitian terletak di Dusun Segawe, Desa Lempong, Kecamatan Jenawi, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia, tepatnya di bagian utara Kabupaten Karanganyar yang berbatasan dengan Kabupaten Sragen. Akses untuk mencapai tempat penelitian (Gambar 2) dapat dilakukan dengan mengendarai mobil atau sepeda motor.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Peta Akses Daerah Penelitian

B. METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah pengukuran struktur sedimen silang-siur pada satuan batu pasir Formasi Kabuh, pencarian bukti artefak dan fosil vertebrata di dalam gua, serta perlakuan *test pit* di dalam gua.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa gua di lereng Gunung Lawu telah dijelajahi, baik gua dengan batuan andesit maupun gua dengan batuan batu gamping (Surono, 2009). Penelitian terhadap gua tersebut juga dilakukan untuk mengidentifikasi adanya kemungkinan kehidupan dari manusia purba dengan mencari artefak, jejak kegiatan, atau jejak makanan yang ditinggalkan.

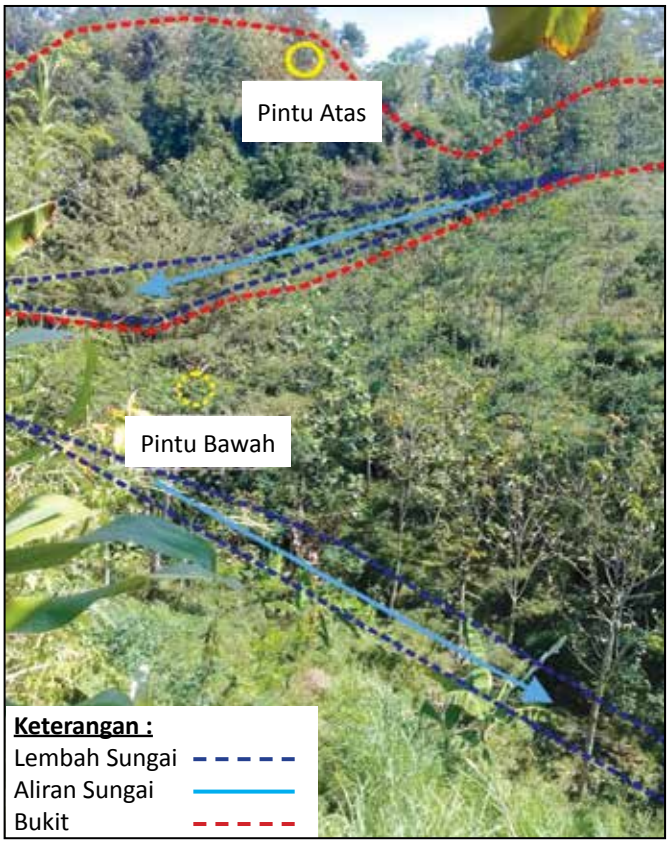
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gua Tlorong diidentifikasikan sebagai gua tempat tinggal manusia purba karena ditemukannya artefak, fosil vertebrata, dan banyak benda hasil aktivitas kehidupan di dalamnya. Gua ini merupakan gua gamping yang identik dengan Formasi Wonosari yang berumur Miosen Akhir.

1. Deskripsi Situs Gua Tlorong

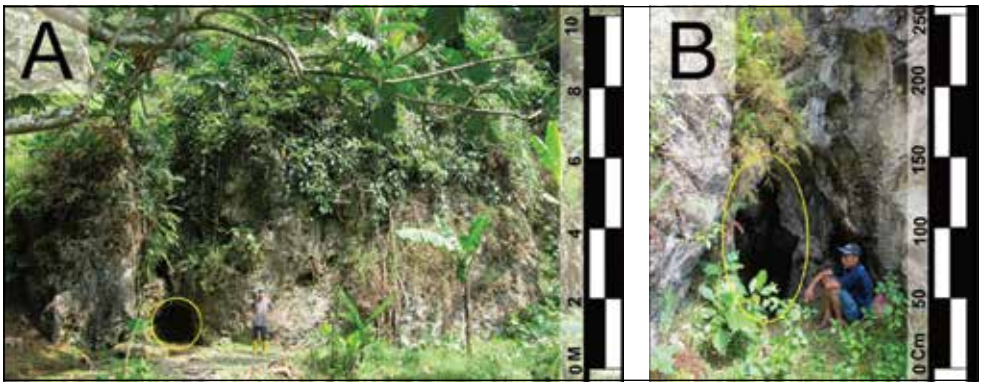
Gua Tlorong merupakan gua gamping yang terisolasi dan berada di antara satuan vulkanisme muda Lawu, dikelilingi oleh hutan karet, ditumbuhi beberapa tanaman langka, seperti tanaman "preh", serta diapit oleh beberapa lembah sungai. Gua Tlorong merupakan gua aktif yang dialiri oleh alur sungai kecil yang diperkirakan juga sebagai sumber mata air sehingga proses pembentukan stalaktit dan stalakmit terus berlangsung dan banyak menghasilkan endapan karbonat yang tebal.

Gua ini berdimensi dengan lebar dan tinggi masing-masing kurang lebih 100 meter dan 50 meter. Gua yang terletak pada lereng Gunung Lawu dengan ketinggian 550 mdpl ini memiliki dua pintu masuk, yaitu pintu bawah dan pintu atas (Gambar 3 dan Gambar 4), dan memiliki enam ruangan di dalamnya dengan ukuran yang



Gambar 3. Ketampakan Morfologi Posisi dari Mulut Gua dan Lembah Sungai

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Pintu Bawah (A) dan Pintu Atas (B) Gua Tlorong

bervariasi. Ruangan 1–5 yang tersusun bertingkat dengan banyak lorong untuk menghubungkan ruang 1 dan lainnya ini harus melewati pintu bawah, hanya Ruang 6 saja yang harus melewati pintu atas. Lorong dapat dilalui dengan membungkuk, merayap, memanjat, atau berjalan biasa. Kondisi gua sangat gelap dan pengap karena tidak banyak lubang angin dan terdapat puluhan ribu kelelawar hidup di sana. Selain itu, ditemukan juga katak dan semut berukuran cukup besar, serta beberapa ular. Bagi masyarakat setempat, Gua Tlorong merupakan tempat yang cukup sakral dan bagi sebagian orang digunakan untuk tempat bertapa, namun ada juga yang memasang perangkap untuk menangkap landak yang hidup di dalam gua.

2. Analisis Kelayakan Gua Tlorong Sebagai Gua Hunian

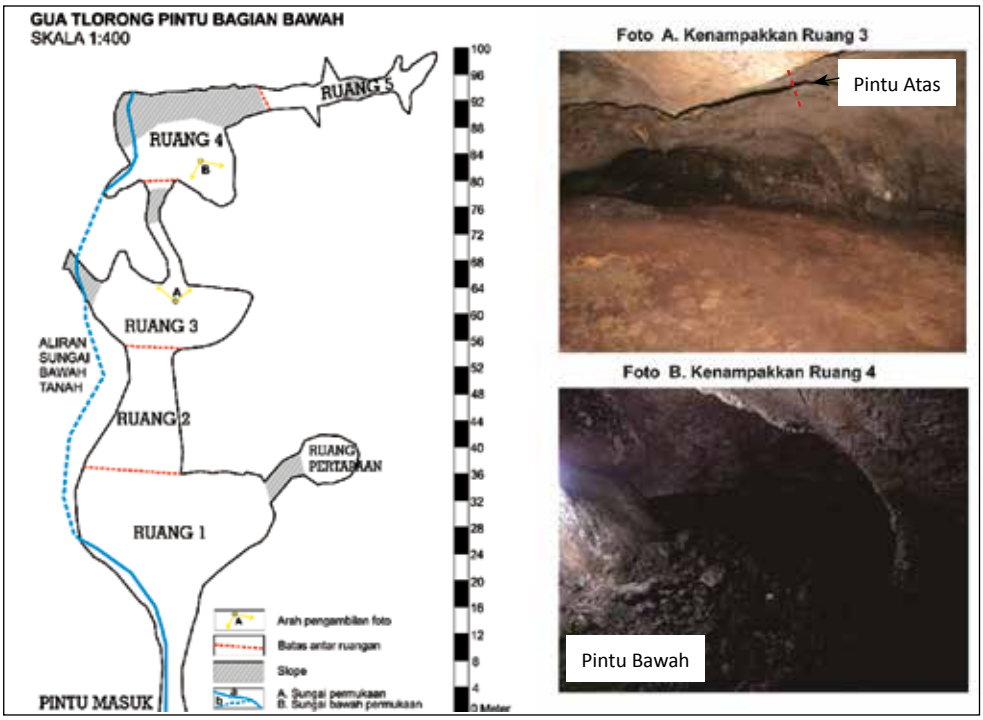
Identifikasi terhadap Gua Tlorong dilakukan dengan melakukan pemetaan setiap ruangan di dalam gua. Gua Tlorong memiliki dua pintu masuk, pintu bagian bawah dan pintu bagian atas.

a. Pintu Bawah Gua Tlorong

Pada pintu bagian bawah gua Tlorong harus dilalui dengan membungkuk sepanjang kurang lebih 20 m sebelum memasuki ruangan yang cukup lapang. Di dalamnya, terdapat alur sungai kecil yang mengalir dan tidak akan pernah kering walaupun di musim kemarau. Melalui pintu bawah, kita akan menemui lima ruangan cukup besar dan satu ruangan kecil (tempat bertapa) dengan beberapa tingkat kesulitan di setiap ruangnya. Panjang keseluruhan gua, mulai dari pintu masuk hingga ruangan terakhir sekitar 100 meter (Gambar 5). Gua ini masih aktif yang ditandai dengan adanya aliran air tanah dan pertumbuhan stalaktit di dalamnya. Kondisi tanah di bagian dalam gua sedikit becek dan banyak kotoran kelelawar.

Hewan yang hidup di dalam gua ini, antara lain kelelawar, kodok, ular, dan jangkrik. Kondisi Ruang 1 sangat gelap, lembab, dan pengap dengan tanah yang becek. Artefak berupa kapak genggam yang berserakan di dasar gua dan bercampur dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Denah Gua Tlorong melalui pintu bagian bawah (kiri) dan ketampakan ruang (kanan), Ruang 2 (A) dan Ruang 1 (B).



Gambar 6. Temuan di dalam Gua Tlorong, Tengkorak Kera (A), Gigi Buaya (B), dan Fosil Gigi (C)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

batuan lain yang terbawa oleh alur sungai kecil banyak ditemukan di ruangan ini. Bahan kapak genggam yang ditemukan terbuat dari batu gamping yang dapat ditemukan di luar gua dan sudah menjadi batuan metasedimen. Secara geologi, batuan tersebut mengalami penyesaran dan alterasi. Selain artefak, ditemukan juga fosil vertebrata berupa fosil tengkorak kera, rahang buaya, dan gigi (Gambar 6) yang hampir semuanya sudah dibalut bersama lumpur karbonat atau travertin. Semua fosil vertebrata yang ditemukan diperkirakan adalah sisa-sisa makanan dari manusia purba. Ruangan ini juga memuat ruangan yang tidak begitu luas dengan akses harus agak memanjat, digunakan sebagai tempat bertapa bagi sebagian orang.

Akses menuju Ruang 2 berupa lorong sempit sehingga untuk melewatinya harus merayap selama kurang lebih satu menit. Ruang ini adalah ruangan yang paling berbeda dengan empat ruang lain yang melalui pintu bawah. Walaupun ruangannya juga sangat gelap seperti ruang yang lain, tetapi keberadaan kelelawar dan kotorannya sangat sedikit, bahkan dapat dikatakan tidak ada. Selain itu, tempatnya sangat sejuk, tidak pengap, dan tenang. Suasana sejuk dan tidak pengap ini kemungkinan disebabkan karena adanya lubang angin yang cukup besar di bagian atas. Ruang ini relatif kering dibanding Ruang 1 karena aliran sungai berada di samping, tidak ditengah ruangan. Hasil dokumentasi foto menunjukkan banyak *orbs* (bulatan putih), yaitu mahluk halus yang tertangkap kamera (Gambar 5A). Berdasarkan kondisi yang ditemukan di lapangan, ruangan ini kemungkinan besar digunakan sebagai tempat istirahat bagi manusia purba.

Akses menuju Ruang 3 dan 4 harus dilakukan dengan memanjat, sedangkan lorong antara ruang 4 dan 5 relatif sejajar tanpa harus memanjat. Kondisi Ruang 3–5 gelap, pengap, tanah becek, dan penuh kotoran kelelawar.

b. Pintu Atas Gua Tlorong

Pintu bagian atas Gua Tlorong berada pada kelerengan 47° dari pintu bagian bawah. Mulut gua dari pintu bagian atas memiliki lebar 1,5 meter dan tinggi 2,4 meter, sedangkan akses masuk menuju gua bagian dalam memiliki sudut inklinasi 18°–26° menurun ke dalam gua sampai dengan ruangan utama (Gambar 5).

Ruangan yang lewat pintu bagian atas hanya memiliki satu ruangan dengan luas sekitar 20 m^2 dan tinggi sekitar 4–12 m. Ruangan ini, oleh penduduk sekitar, dinamakan Gua Kunci yang dipercaya sebagai tempat untuk mencari kesaktian.

Berbeda dengan ruangan yang melewati pintu bagian bawah, kondisi tanah di dalam ruangan ini lebih kering dengan akses pencahayaan materi yang baik. Terdapat ceruk kecil yang berisi tanah lebih kering dari sekitarnya dan berwarna hitam. Menurut seorang arkeolog dalam tim, manusia purba sering mengubur bagian anggota tubuh atau benda lainnya di ceruk kecil dalam gua dengan tanah tersebut. Berdasarkan informasi ini, tim melakukan penggalian (*test pit*) pada ceruk yang ada di dalam gua dengan kedalaman kurang lebih 50 cm hingga ditemukan berbagai

Buku ini tidak diperjualbelikan.

temuan (Gambar 7). Baru beberapa lama melakukan penggalian, seluruh gua berbau aroma cendana, yang cukup membuat suasana agak mencekam.

Penggalian melihat dari lapisan perlapisan untuk diamati penemuannya. Pada kedalaman 8 cm, ditemukan artefak kapak genggam yang terbuat dari batuan metasedimen dengan ukuran panjang 10 cm (Gambar 8), lalu banyak ditemukan bongkahan kecil arang kayu pada kedalaman 8–24 cm dengan ukuran yang bervariasi, paling besar memiliki panjang 10 cm. Selain itu, ditemukan juga oker merah dengan panjang 12 cm, fosil tulang berukuran 10 cm, dan gigi vertebrata berukuran 2 cm yang semuanya dibalut oleh arang.

Pecahan arang yang ditemukan sebagai bukti bekas pembakaran diinterpretasikan sebagai proses pengolahan makanan dengan cara dibakar telah berlangsung. Biasanya, oleh manusia purba, oker digunakan sebagai pewarna, namun ketika dilihat dari dinding gua yang bersih dari coretan, penggunaan oker merah ini diperkirakaan hanya salah satu bagian dari tradisi ritual yang dilakukan oleh manusia purba (Pettijohn, 1975).



Gambar 7. Temuan Hasil Penggalian (*Test Pit*)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

c. Geologi Gua Tlorong dan Sekitarnya

Secara geologi, sebagian batu gamping penyusun dari Gua Tlorong telah mengalami kristalisasi. Selain Gua Tlorong, terdapat gua gamping lain di sebelah tenggara Gua Tlorong, sebelah barat daerah wisata Tawangmangu, namun gua gamping tersebut berbentuk tunggal dan tidak bertingkat seperti Gua Tlorong. Batu gamping klastik banyak ditemukan di beberapa tempat berkontak dengan batu lempung hitam yang mengalami penyesaran dengan hitam mengilat mengalami gerusan hebat dari sesar mendatar relatif berarah tenggara-barat laut dan juga mengalami penyesaran mendatar dengan arah barat-timur. Selain sesar mendatar, juga ditemukan sesar naik di dalam gua (Sampurno & Samodra, 1997). Batu gamping yang ditemukan di daerah pelitian identik dengan Formasi Wonosari yang berumur N17–N18 (berdasar pengambilan contoh batuan pada batu gamping klastik). Di beberapa tempat, batu gamping mengalami alterasi dan beberapa juga sudah menjadi batuan metasedimen (Tucker, 2003) dan digunakan oleh manusia purba menjadi bahan baku pembuatan artefak (Gambar 8). Batu lempung yang ditemukan di beberapa tempat berkontak dengan breksi yang memiliki piroksen sangat besar dan kemungkinan identik dengan *old andesite formation* (OAF).

Lapisan di bagian atas batu gamping ditutupi oleh formasi yang lebih muda, yaitu Formasi Kabuh dan Formasi Notopuro. Hal yang menarik di sini adalah daerah pelitian sudah mengalami *neo-tectonic* dengan bukti keberadaan formasi paling muda, Notopuro, dan sudah mengalami penyesaran yang mengakibatkan ada dua desa amblas atau rusak parah (Surono, 2009).



Gambar 8. Batu Gamping Metasedimen (A) dan Urat Kuarsa (B)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

d. Diskusi

Tidak sembarang gua dijadikan tempat tinggal oleh manusia purba. Selain harus berdekatan dengan lembah sungai purba, gua harus tersusun dari batu gamping karena lebih sejuk dibanding dengan gua dari batuan beku (Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi, 2008). Selain itu, gua tersebut juga harus berupa gua batu gamping yang bertingkat karena pembagian ruangan dengan fungsi masing-masing, seperti tempat istirahat, memasak, dan fungsi yang lainnya, agar menjadikan nyaman bagi penghuninya. Selain fungsi di atas, juga untuk melindungi penghuninya dari bahaya binatang buas. Ketersediaan air di dalam gua juga penting untuk kebutuhan hidup, seperti alur sungai kecil yang ditemukan di Gua Tlorong.

Persamaan Gua Tlorong sebagai tempat tinggal manusia purba dengan beberapa penemuan sebelumnya, seperti di Wonosari, Tulungagung, dan Nusa Tenggara Timur, adalah berupa gua gamping. Daerah Sangiran, Trinil, dan Dayu dikatakan sebagai tempat tinggal manusia purba, tetapi tidak ditemukan gua gamping. Apakah diketiga tempat itu mempunyai sistem komunitas kehidupan berbeda dari Manusia Purba pada umumnya? Atau sebenarnya ketiga daerah itu hanya sebagai pemberhentian terakhir dari perjalanan transportasi dibawanya fosil-fosil itu dari suatu tempat, seperti halnya teori yang mendasari penelitian penulis.

Banyak ditemukan batu gamping di daerah telitian, yang menjadi pertanyaan, apakah batu gamping itu *insitu*? kalau *insitu,* berarti daerah telitian pernah menjadi sebuah lautan? Kalau tidak *insitu* media apa yang membawa batu gamping sampai di daerah telitian?

Daerah telitian sudah mengalami *neo tectonic* pada formasi yang paling muda (Formasi Notopuro). Pertanyaannya adalah, pada tektonik kapan yang mempengaruhi *neo tectonic* ini? Sesar-sesar yang ada berupa sesar baru atau pengaktifan kembali sesar lama?

D. KESIMPULAN

Goa Tlorong layak disebut sebagai gua tempat tinggal manusia purba karena banyak ditemukannya artefak, fosil vertebrata dan sisa-sisa pembakaran berupa tulang yang dibalut arang di dalam gua.

Ciri gua sebagai tempat tinggal manusia purba adalah gua gamping yang berdekatan dengan lembah sungai purba, bertingkat, dan masih aktif (ada alur sungai di dalamnya).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa yang sudah melindungi, membimbing, dan mengarahkan tim sehingga kami selamat dan dapat menyelesaikan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Mbah Mariman, sebagai juru kunci sekaligus pawang Gua Tlorong, yang selalu mengawal, mengarahkan, dan mengingatkan agar tetap sopan dan hormat di dalam gua, Bapak Iwan penduduk setempat yang menjadi pengawal dan penunjuk jalan, keluarga Bapak Geyong yang bersedia ditempati sebagai *base camp*, serta mahasiswa bimbingan yang sudah banyak memberikan data.

DAFTAR PUSTAKA

Pettijohn, F.J. (1975). *Sedimentary rocks* (Edisi ketiga). New York: Harper and Row Publishers.

Potter, P.E. & Pettijohn F.J. (1963). *Paleocurrent and basin analysis*. New York: Springer.

Prasetyo, F., Maha, M., & Ediyanto. (2017). Arah arus purba Formasi Kabuh daerah dayu dan sekitarnya, Kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, *1*(1), 36–49.

Pringgoprawiro, H. (1983). *Biostratigrafi dan paleogeografi cekungan Jawa Timur: Suatu pendekatan baru (Disertasi*, Departemen Geologi, Institut Teknologi Bandung).

Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi. (2008). *Metode penelitian arkeologi.* Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi Nasional, Badan Pengembangan Sumber Daya Kebudayaan dan Pariwisata, Departemen Kebudayaan dan Pariwisata RI.

Sampurno & Samodra, H. (1997). *Peta geologi lembar Ponorogo skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sukardi & Budhitrisna, T. (1992). *Peta geologi lembar Salatiga, Jawa skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Surono. (2009). *Litostratigrafi pegunungan selatan bagian timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 19(3), 209–221.*

Tucker, M.E. (2003). *Sedimentary rocks in the field* (Edisi ketiga). Chichester, Sussex Barat, Inggris: John Wiley & Sons, Ltd., 179–190.

William, H., Turner, F.J., & Gilbert, C.M. (1982). *Petrography: An introduction to the study of rock in thin section* (Edisi kedua). San Francisco: W.H. Freeman and Company, 250–626

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI PENGEMBANGAN GEOWISATA BERDASARKAN PENILAIAN *GEOSITE* DAN *GEOMORPHOSITE* PADA DAERAH KOMPLEKS KALDERA GUNUNG API RAWA DANAU, BANTEN

POTENTIAL DEVELOPMENT OF GEOTOURISM BASED ON GEOSITE AND GEOMORPHOSITE VALUATION IN RAWA DANAU CALDERA VOLCANIC COMPLEX, BANTEN

[1*]Mochammad Alim Yekini, [1]Gamma Abdul Jabbar, [1]Reza Syahputra, [2]Adam Kuniawan, [2]Amellia D.S., [2]Fika C.H., [2]Maria Johana

[1]Program Studi Geologi, Departemen Geosains, Kampus UI Depok 16424
[2]Fakultas MIPA, Universitas Indonesia
[1*]Pos-el: alimyekini@gmail.com; mochammad.alim@ui.ac.id

ABSTRACT

This article explains the tourism potential utilizing geological and landscape conditions in Rawa Danau Caldera Volcanic Complex, Banten Province. Geological conditions and landscapes used as objects or tourism sites are referred to as geotourism. The object is a geological site (geosite) and geomorphology site (geomorphosite). This study aims to determine the geotourism potential in Rawa Danau Caldera Volcanic Complex. Geosite and geomorphosite are obtained based on field studies or geological mapping. For geotourism development, an assessment of the geosite and geomorphosite is needed. The assessment is based on the perspective of scientific value, education, economy, conservation, and other additional values (cultural, aesthetics, and ecological values). The results of the assessment stated that the seven geosites and geomorphosites that had been assessed with scores varied about 4 to 9. Geosite 1 and 3 had the highest score with a score of 9, while Geosite 2 and 6 had the lowest score with a score of 4.25. There are two things to support the creation of geotourism activities in this research area that will improve tourism, i.e. support facilities and transportation access, because both of them have the lowest value of all geosites and geomorphosites that had been evaluated.

Keywords: *geosite, geomoprhosite, geotourism, Rawa Danau Caldera Volcanic Complex, valuation*

ABSTRAK

Artikel ini menjelaskan potensi pariwisata yang memanfaatkan kondisi geologi dan bentang alam daerah Kawasan Kompleks Kaldera Gunung Api Rawa Danau, Provinsi Banten. Kondisi geologi dan bentang alam yang dijadikan sebagai objek atau situs pariwisata sering dinamakan sebagai geowisata. Objek tersebut berupa situs geologi (*geosite*) dan geomorfologi (*geomorphosite*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi geowisata pada daerah Kawasan Kompleks Gunungapi Rawa Danau, Banten. Metode penelitian menggunakan studi lapangan atau pemetaan geologi. Untuk pengembangan geowisata, diperlukan penilaian terhadap *geosite* dan *geomorphosite*

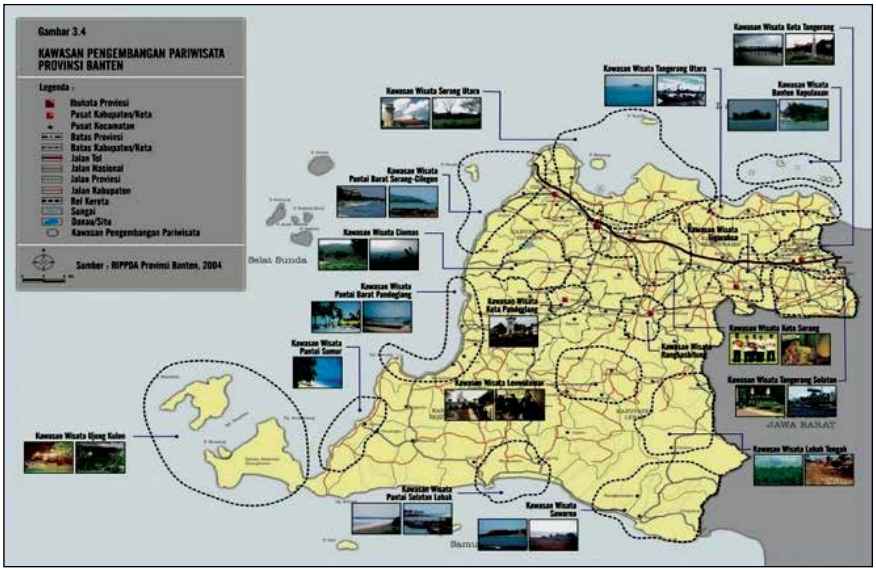
Buku ini tidak diperjualbelikan.

berdasarkan pada perspektif nilai ilmiah, edukasi, ekonomi, konservasi, dan nilai tambahan lainnya (nilai budaya, estetika, dan nilai ekologi). Hasil penilaian menyatakan bahwa ketujuh *geosite* dan *geomorphosite* yang telah dinilai memiliki skor antara 4–9. Geosite 1 dan 3 memiliki nilai tertinggi dengan skor 9, sedangkan geosite 2 dan 6 memiliki nilai terendah dengan skor 4,25. Terdapat 2 hal guna menunjang terciptanya aktivitas geowisata pada daerah penelitian ini, yaitu peningkatan fasilitas penunjang wisata dan akses transportasi karena keduanya memiliki nilai terendah dari seluruh *geosite* dan *geomorphosite* yang telah divaluasi.

Kata kunci: *geosite*, *geomorphosite*, geowisata, Kompleks Kaldera Gunungapi Rawa Danau, penilaian

A. PENDAHULUAN

Banten adalah salah satu provinsi dengan destinasi wisata yang cukup banyak (Gambar 1). Dari peta wisata tersebut, terlihat bahwa objek wisata lebih mengedepankan keindahan semata. Baru-baru ini, pariwisata di Indonesia memiliki konsep baru. Objek wisata tidak hanya menyuguhkan keindahan alamnya saja, tetapi juga menawarkan fenomena alam yang berkaitan dengan kondisi geologi dan bentang alam yang dijelaskan dalam bahasa popular (Hidayat, 2002).



Sumber: RIPPDA Provinsi Banten (2004)

Gambar 1. Peta Wisata Provinsi Banten

Konsep pariwisata yang disandingkan dengan kondisi geologi dan bentang alam merupakan salah satu nilai tambah guna menarik wisatawan agar berkunjung pada objek wisata tersebut (Hermawan, 2017). Konsep tersebut dinamakan geowisata yang masih terdengar baru dalam paradigma masyarakat dunia, khususnya Indonesia (Khan, 1997).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Pentingnya Geowisata di Indonesia

Menurut Dowling (2013), geowisata adalah pariwisata dengan fokus utama pada fitur geologi yang berfungsi untuk menjaga lingkungan dan budaya, apresiasi, dan konservasi, serta memberikan keuntungan pada masyarakat sekitar daerah wisata. Geowisata yang berkembang di Indonesia merupakan sebuah solusi untuk memanfaatkan kekayaan geologi untuk kegiatan wisata dan ekonomi yang berwawasan lingkungan (Hermawan & Ghani, 2018).

Konsep geowisata berawal dari kritik terhadap eksploitasi sumber daya alam (pertambangan) yang dapat merusak lingkungan dan menghilangkan situs geologi. Konsep ini bertujuan untuk mempromosikan dan menjaga (geokonverstasi) suatu situs yang dianggap memiliki nilai geologis (ilmiah) (Hose, 2012). Kemudian, konsep ini dipromosikan sebagai cara untuk konservasi fenomena geologi (geokonservasi) dan geomorfologi dan juga sebagai warisan geologi (*geoheritage*) sebagai fungsi pembangunan ekonomi di negara berkembang (Camp, 2016).

Warisan geologi adalah komponen geodiversitas alami yang memiliki nilai signifikan untuk manusia—termasuk nilai ilmiah, edukasi, estetika, inspirasi, perkembangan budaya, dan yang dapat dirasakan oleh komunitas (Dixon dkk., 1997). Konsep *geoheritage* sering dihubungkan dengan situs geologi (*geosite*) dan geomorfologi (*geomorphosite*) (Kubalíková, 2013). Menurut Reynard (2004), *geosite* adalah bagian dari *geosphere* yang mengandung bagian kecil pemahaman sejarah bumi, objek secara geologi/geomorfologi yang diperoleh dengan nilai ilmiah, budaya/sejarah, estetika, ekonomi, dan sosial karena persepsi/eksploitasi manusia. Sementara itu, pengertian *geomorphosite* menurut Panizza (2001) adalah bentang alam (*landform*) yang dapat dilengkapi dan digunakan untuk masyarakat sebagai *geomorphological resource.*

Akhir dekade ini, konsep geowisata di Indonesia berkembang cukup pesat. Hal ini didukung oleh kondisi geologi dan bentang alam Indonesia yang unik sehingga dapat menjadi daya tarik lebih bagi wisatawan. Kegiatan geowisata ini diharapkan mampu menekan kerusakan serta kehilangan *geosite* dan *geomorphosite* yang telah ada sejak jutaan tahun lamanya. Selain itu, geowisata juga diharapkan dapat menjadi bentuk apresiasi terhadap makna dan keunikan warisan geologi (*geoheritage*) untuk meningkatkan kesadaran lingkungan melalui upaya konservasi (Chen, 2015) dan pendapatan ekonomi daerah lokal.

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi geowisata yang ada di daerah Kawasan Kompleks Kaldera Gunung Api Rawa Danau, Provinsi Banten, yang belum tercantum dalam peta wisata Provinsi Banten (Gambar 1).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODOLOGI

Penelitian ini berlangsung mulai dari April hingga Mei 2018 dengan menggunakan metode studi lapangan (pemetaan geologi). Penilaian (*valuation*) terhadap tujuh data singkapan (*geosite* dan *geomorphosite*) yang diperoleh dari studi lapangan akan dianalisis pada artikel ini.

Penilaian ini berdasarkan Kubalíková (2013), sedangkan metode penelitian dilakukan berdasarkan analisis prinsipel dan definisi dari geowisata (Kubalíková & Kirchner, 2016). Metode penilaian yang telah didefinisikan oleh Kubalíková (2013) tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian *Geosite* dan *Geomorphosite*

No	Nilai (*Value*)	Penjelasan (*Sub-point*)
1	Intrinsik & Ilmiah	(a) Kepentingan ilmiah kebumian dan kelangkaan situs (jumlah dari situs yang sama, signifikansi situs lokal/ regional/ nasional/ international). (b) Pengetahuan ilmiah situs (telah diteliti, dll.). (c) Bentang alam (*morphology*), diversitas dari situs.
2	Edukasi (Pendidikan)	(a) Eksemplaritas dan nilai repsesentatif dari situs (kejelasan dan ketampakan fitur dan proses, situsnya mudah dijelaskan). (b) Keberadaan fasilitas edukasi (*leaflets*, *website*, papan informasi, dll.).
3	Ekonomi	(a) Jumlah, jarak dan kualitas dari pelayanan terhadap wisatawan (keberadaan fasilitas wisatawan: akomodasi, restoran, tempat perbelanjaan, dll.). (b) Aksesibilitas
4	Konservasi	(a) Aktivitas konservasi. (b) Risiko dan ancaman dari situs (antara alami dan *anthropogenic*). (c) Status terkini dari situs, level dari gangguan atau degradasi (perlu pengukuran manajemen untuk menghindari dari kerusakan situs).
5	Tambahan	(a) Budaya (nilai sejarah/ religi/ arkeologi). (b) Ekologi (hubungan antara kehidupan dan alam) (c) Estetika/ bentang alam/ keindahan

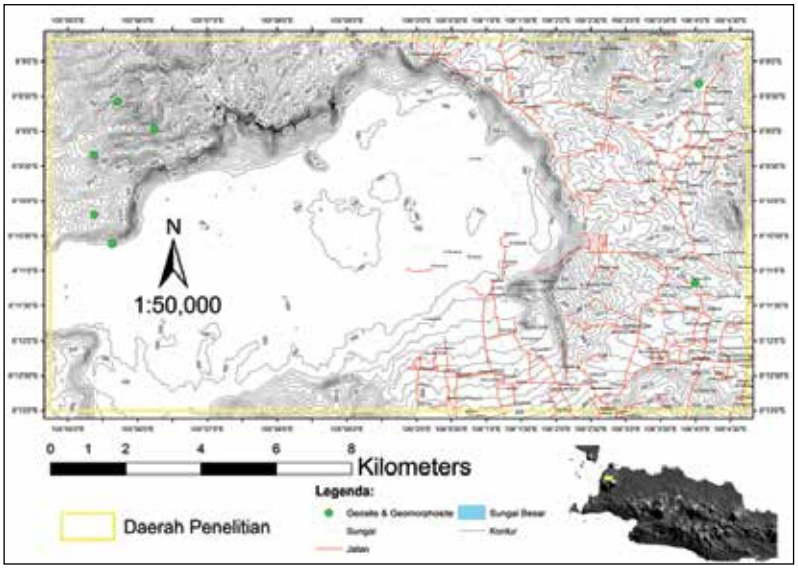
Sumber: Kubalíková (2013)

Penilaian (Kubalíková, 2013) didasari oleh enam nilai yang tertera pada Tabel 1 dengan sub-poin yang memiliki nilai mulai dari 0 hingga 1.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

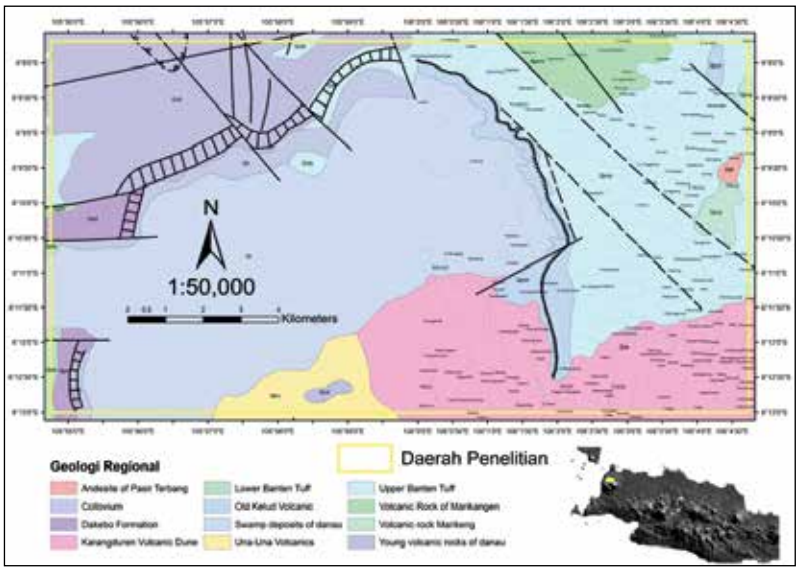
Daerah Penelitian

Lokasi penelitian berada di ujung barat Pulau Jawa, tepatnya di Kawasan Kompleks Kaldera Gunung Api Rawa Danau, Provinsi Banten bagian selatan (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Kawasan ini berada dalam Peta Geologi Lembar Serang (Rukmana, Suwitodirdjo, & Suharsono, 1991). Geologi dan struktur regional daerah penelitian sebagian besar tersusun oleh endapan yang berkaitan dengan erupsi gunung api (Gambar 3).



Sumber: modifikasi dari Rukmana, Suwitodirdjo, dan Suharsono (1991)

Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

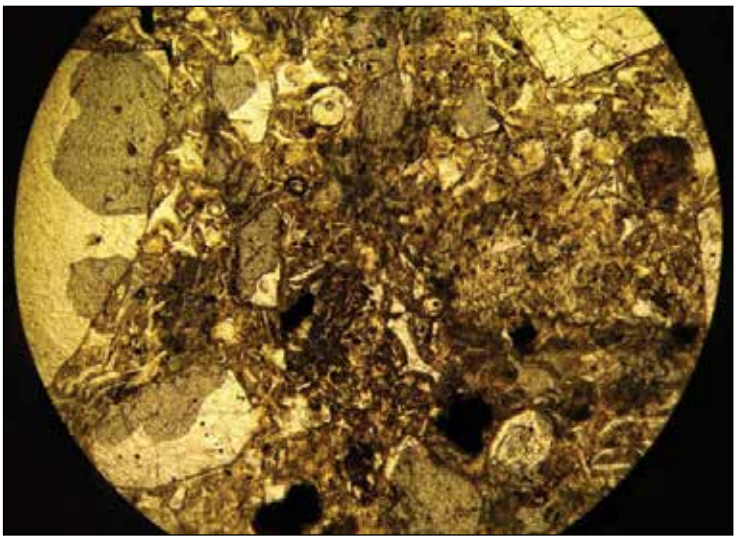
Makalah ini menyuguhkan tujuh *geosites* dan *geomorphosite* yang akan dianalisis sebagai berikut.

1. Geosite 1: Curug Kembar

Singkapan ini berupa air terjun yang memiliki dua bagian dengan ketinggian sekitar 3–4 meter (Gambar 4.1). Masyarakat sekitar menamai dengan sebutan Curug Kembar. Singkapan ini berada di daerah hutan dengan morfologi pegunungan yang cukup curam. Batuan penyusun curug ini dipenuhi oleh batuan beku dengan bentuk aliran lava berstruktur *sheeting joint.* Secara mikroskopis, terdapat beberapa mineral penyusun batuan ini, seperti plagioklas, piroksen, dan mineral opak (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 Curug Kembar dengan Struktur Singkapan *Sheeting Joint*



Gambar 4.2 Kandungan Mineral pada Geosite 1 (*Parallel Nichol*)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Geosite 2: Curug Hiji

Singkapan ini memiliki bentuk morfologi air terjun dengan ketinggian sekitar 4–5 meter (Gambar 5). Singkapan ini dikelilingi oleh vegetasi yang menambah keindahan pemandangan alamnya dan tersusun oleh batuan breksi vulkanik dengan komponen fragmen batuan beku (plagioklas sebagai mineral penyusun) dan piroksen dengan mineral opak. Tidak jauh dari situs geologi ini, terdapat tebing yang tersusun oleh batuan beku dengan komponen mineralnya menyerupai fragmen batuan beku andesitik.



Gambar 5. Curug Hiji

3. Geosite 3: Batu Betumpuk

Singkapan yang berada di sungai dan dikelilingi oleh tumbuhan beragam ini tersusun oleh batuan beku berstruktur *sheeting joint* dengan dimensi acral 3 m dan tinggi 80 cm (Gambar 6).



Gambar 6. Batu Bertumpuk

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Geosite 4: Gua Tuff

Singkapan yang terletak di daerah Ciherang Udik ini merupakan bekas galian tambang pasir dengan dimensi kurang lebih sekitar 70 m. Singkapan ini berupa tebing dengan vegetasi tumbuhan menutupi bagian depan dan samping. Bentuk singkapan ini menyerupai gua (Gambar 7), namun berbeda dengan gua pada umumnya yang biasanya tersusun oleh stalakmit dan stalaktit—gua ini masif dan tidak tersusun oleh keduanya.

Secara mikroskopis (analisis petrografi), massa dasar dari batuan ini adalah *pumice glass* dengan tekstur *poorly-welded tuff.* Mineral yang ditemukan pada situs geologi ini, antara lain plagioklas, piroksen, dan mineral opak sebagai mineral tambahan.



Gambar 7. Gua Tuff

5. Geosite 5: Curug Nini

Singkapan ini terletak di daerah Nagreg dengan bentuk air terjun yang oleh masyarakat sekitar disebut sebagai Curug Nini. *Geosite* ini berdimensi kurang lebih sekitar 1,1 m dengan batuan *tuff* sebagai penyusunnya.



Gambar 8. Curug Nini

6. Geosite 6: Batu Lapis

Singkapan ini memiliki ketampakan geomorfologi yang cukup bagus dan sudah dijadikan tempat wisata oleh warga lokal. Singkapan ini merupakan batuan beku (lava *andesite-basaltic*) dengan tekstur *sheeting joint* yang berdimensi sekitar 5 m (Gambar 9). Selain itu, terdapat mata air panas yang memiliki suhu sekitar 40°–50°C dan tidak jauh dari situs geologi ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 9. Singkapan Batu Lapis Tertutup oleh Luapan Air Sungai

7. Geosite 7: Batu Lawas

Singkapan terakhir ini berbeda dari keenam *geosite* sebelumnya. Singkapan ini merupakan situs geomorfologi (*geomorphosite*) dengan keindahan alam dan sebongkah batuan yang cukup misterius. Menurut warga setempat, batuan tersebut merupakan peninggalan sejarah yang cukup sakral (Gambar 10).



Gambar 10. Batuan yang dianggap sebagai penanda peninggalan sejarah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hasil penilaian ketujuh *geosite* dan *geomorphosite* menggunakan metode penilaian Kubalíková (2013) dapat dilihat pada Tabel 2.

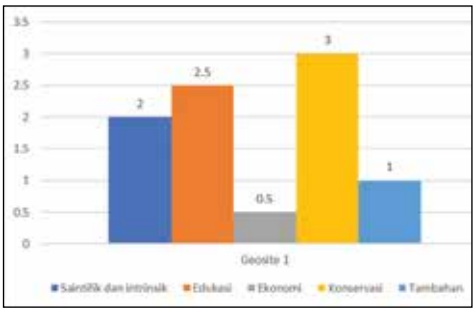
Tabel 2. Hasil Penilaian Ketujuh Geosite Berdasarkan Kubalíková (2013)

No	Penilaian		Geo-site 1	Geo-site 2	Geo-site 3	Geo-site 4	Geo-site 5	Geo-site 6	Geo-site 7
1	Saintifik dan intrinsik	Integritas	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1
		Kelangkaan	0	0	0	0.5	0	0	0.5
		Diversitas	0	0	0	0	0	0	0
		Pengetahuan saintifik	1	0	1	1	0	0.5	0
2	Edukasi	Representativitas dan visibilitas	1	0.5	0	1	0.5	0.5	0
		Eksemplaritas, kegunaan pedagogi	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0
		Keberadaan produk edukasi	0	0	0	0	0	0	0
		Kegunaan situs untuk tujuan edukasi	1	0	1	1	0.5	1	0
3	Ekonomi	Aksebilitas	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0
		Kehadiran infrastruktur wisata	0	0	0	0	0	0	0
		Produk lokal	0.5	0	0	0	0	0	0
4	Konservasi	Tantangan dan resiko sesung-guhnya	1	1	1	0.5	1	0.5	1
		Potensi tantangan dan resiko	1	1	1	0.5	1	0.5	1
		Status situs saat ini	1	1	1	0.5	1	0.5	1
		Proteksi legislatif	0	0	0	0	0	0	0
5	Tambahan	Nilai budaya	0	0	0	0	0	0	1
		Nilai ekologi	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0.5
		Nilai estetika	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	0.25	1
Total			**9**	**4.25**	**9**	**7.5**	**5.75**	**4.25**	**7**

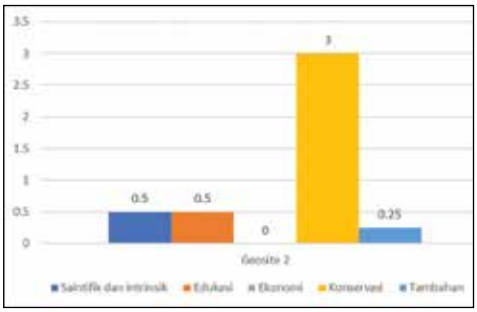
Nilai intrinsik dan ilmiah terbesar diperoleh *geosite* 1, 3, dan 4 dengan nilai 2 dan nilai terkecil 0,5 pada *geosite* 2. Nilai edukasi terbesar dan terkecil terdapat pada geosite 1, 3, 4 (nilai 2,5), dan 7 (nilai 0). Nilai ekonomi pada ketujuh *geosite* dengan nilai antara dan *geomorphosite* cenderung rendah, yakni 0–0,5. Nilai Konservasi tertinggi bernilai 3, sedangkan nilai terendah 1,5. Sementara itu, nilai tambahan tertinggi dipegang oleh *geosite* 7 dengan nilai 2,5.

Hasil setiap aspek penilaian seluruh *geosite* dan *geomorphosite*, serta nilai total dari ketujuh *geosite* digambarkan dalam grafik sebagai berikut (Gambar 11–Gambar 18).

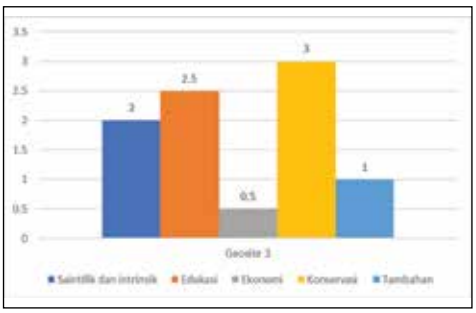
Buku ini tidak diperjualbelikan.



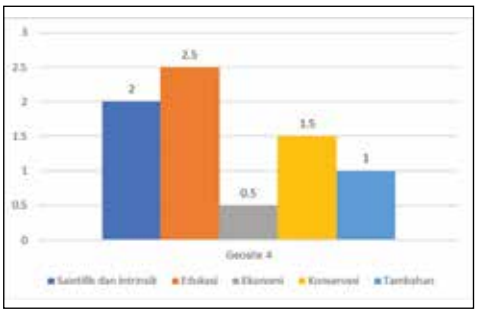
Gambar 11. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 1



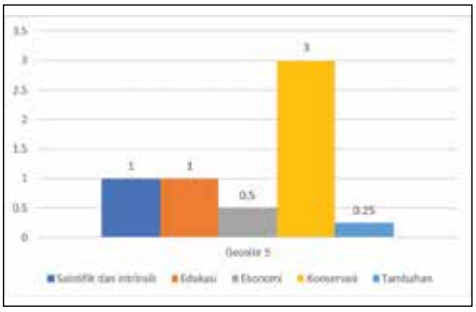
Gambar 12. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 2



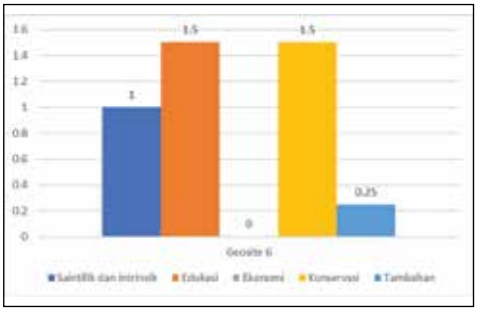
Gambar 13. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 3



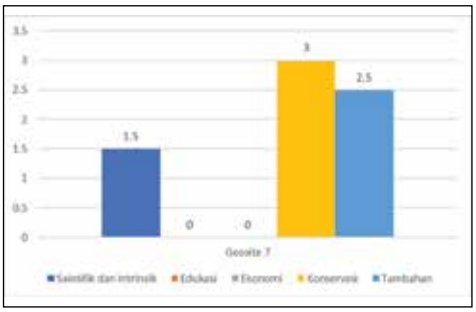
Gambar 14. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 4



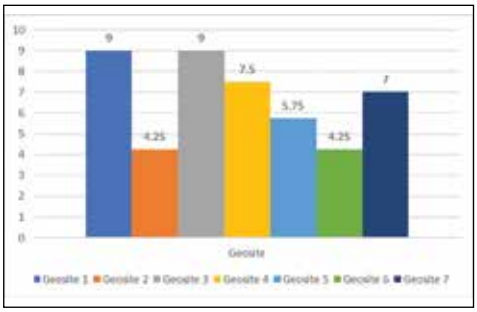
Gambar 15. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 5



Gambar 16. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 6



Gambar 17. Penilaian Semua Aspek *Geosite* 7



Gambar 18. Nilai Total Ketujuh *Geosite*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan nilai keseluruhan yang ditampillkan dalam gambar grafik di atas, nilai tertinggi hasil dari penilaian adalah 9 yang dipegang oleh *geosite* 1 dan 3, sedangkan nilai terendah adalah 4,25 untuk *geosite* 2 dan 6.

D. KESIMPULAN

Dari penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa ketujuh *geosite* dan *geomorphosite* memiliki nilai valuasi berkisar antara 4–9 dengan *geosite* 1 dan 2 memiliki nilai total tertinggi, yakni 9, sedangkan geosite 2 dan 6 adalah yang terendah dengan nilai total 4,25. Berdasarkan dari *geosite* dan *geomorphosite* yang telah diidentifikasi, Kawasan Kompleks Gunung Api Rawa Danau, Provinsi Banten, berpotensi untuk dikembangkan aktivitas geowisata. Penilaian tersebut dapat membantu untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dalam pengembangan potensi geowisata daerah penelitian. Selain itu, penilaian juga dapat digunakan untuk kegiatan geokonvervasi agar terhindar dari kerusakan dan kepunahan akibat aktivitas manusia. Penilaian dan analisis daerah penelitian ini dapat berfungsi sebagai dasar berbagai situs geowisata dikemudian hari.

E. SARAN

Penilaian *geosite* dan *geomorphosite* ini dapat berguna untuk mengembangkan potensi ekonomi daerah lokal, tetapi memiliki beberapa kekurangan sehingga, untuk lebih mengedepankan, menyokong, dan mengembangkan potensi aktivitas geowisata di daerah ini, diperlukan peningkatan aksesibilitas, seperti perbaikan jalan serta pengadaan dan peningkatan fasilitas pada tempat yang telah dianalisis (direkomendasikan). Selain itu, perlu dikaji lebih mendalam mengenai potensi kebencanaan pada *geosite* dan *geomorphosite* di Kawasan Kompleks Kaldera Gunung Api Rawa Danau agar wisatawan tidak perlu khawatir akan bahaya potensi kebencanaan daerah geowisata. Untuk lebih mengembangkan potensi geowisata, diperlukan penelitian bertahap dan mendalam terhadap biodiversitas yang ada di daerah sekitar penelitian ini. Hal ini diperlukan untuk menjadikan daya tarik tersendiri. Pada akhirnya, untuk mengembangkan potensi geowisata pada daerah ini, dibutuhkan kolaborasi dari pihak terkait guna meningkatkan potensi geowisata daerah Kawasan Kompleks Kaldera Rawa Danau.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat dan kelancaran dalam penyusunan jurnal ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada para dosen Program Studi Geologi, Universitas Indonesia, yang telah membimbing dalam penulisan jurnal ini, serta keluarga tercinta dan teman-teman sejawat yang selalu mendukung penulis.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Brocx, M. & Semeniuk, V. (2007). Geoheritage and geoconservation: History, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, *90*(2), 53–87.

Camp, M.C.I. (2016). *Wisata Outbond Ciwangun Indah Camp*.

Dixon, G., Sharples, C., Houshold, I., & Pemberton, M. (1997) Earth heritage geoconservation in Tasmania-Wizards of Oz. *Earth Heritage: The Geological and Landscape Conservation Magazine*, *8*, 14–15.

Dowling, R.K. (2013). Global geotourism: An emerging form of sustainable tourism. *Czech Journal of Tourism*, *2*(2), 59–79.

Ghazi, J.M., Ólafsdóttir, R., Tongkul, F., & Ghazi, J.M. (2013). Geological features for geotourism in the western part of Sahand Volcano, NW Iran. *Geoheritage*, *5*(1), 23–34. https://doi.org/10.1007/s12371-012-0071-3

Gray, M. (2005). Geodiversity and geoconservation: What, why, and how? Dalam *The George wright Forum*, *22*(3), 4–12. Hancock, Michigan, AS: George Wright Society.

Heggie, T. W. (2009). Geotourism and volcanoes: Health hazards facing tourists at volcanic and geothermal destinations. *Travel Medicine and Infectious Disease*, *7*(5), 257–261. https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2009.06.002

Hermawan, H. (2017). Pengaruh daya tarik wisata, keselamatan dan sarana wisata terhadap kepuasan serta dampaknya terhadap loyalitas wisatawan: Studi community based tourism di Gunung Api Purba Nglanggeran. *Wahana Informasi Pariwisata: Media Wisata*, *15*(1), 562–577.

Hermawan, H. & Ghani, Y.A. (2018). Geowisata: Solusi pemanfaatan kekayaan geologi yang berwawasan lingkungan. https://doi.org/10.31227/osf.io/a5xd6

Hidayat, N. (2002). *Analisis pengelolaan kawasan eksokarst Gunungkidul sebagai kawasan geowisata* (Tesis, Institut Pertanian Bogor).

Hose, T.A. (2012). 3G's for modern geotourism. *Geoheritage*, *4*(1–2), 7–24. https://doi.org/10.1007/s12371-011-0052-y

Joyce, E.B. (2010). Australia's geoheritage: History of study, a new inventory of geosites and applications to geotourism and geoparks. Geoheritage, *2*(1–2), 39–56. https://doi.org/10.1007/s12371-010-0011-z

Khan, M.M. (1997). Tourism development and dependency theory: Mass tourism versus ecotourism. *Annals of Tourism Research*, *24*(4), 988–991.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80–104. https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0005

Kubalíková, L. & Kirchner, K. (2016). Geosite and geomorphosite assessment as a tool for geoconservation and geotourism purposes: A case study from Vizovická vrchovina Highland (eastern part of the Czech Republic). *Geoheritage*, *8*(1), 5–14. https://doi.org/10.1007/s12371-015-0143-2

Miccadei, E., Piacentini, T., & Esposito, G. (2011). Geomorphosites and geotourism in the parks of the Abruzzo region (Central Italy). *Geoheritage*, *3*(3), 233–251. https://doi.org/10.1007/s12371-011-0037-x

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Newsome, D. & Johnson, C.P. (2013). Potential geotourism and the prospect of raising awareness about geoheritage and environment on Mauritius. *Geoheritage*, *5*(1), 1–9. https://doi.org/10.1007/s12371-012-0070-4

Panizza, M. (2001). Geomorphosites: Concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, *46*, 4–6.

Reynard. E. (2004). Geosite. Dalam A. Goudie A (Ed.), *Encyclopedia of geomorphology*. London: Routledge, 440.

Reynard, E., Coratza, P., & Giusti, C. (2011). Geomorphosites and geotourism. *Geoheritage*, *3*(3), 129–130. https://doi.org/10.1007/s12371-011-0041-1

Rukmana, E., Suwitodirdjo, K., & Suharsono. (1991). *Peta geologi lembar Serang skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Stewart, I.S. & Nield, T. (2013). Earth stories: Context and narrative in the communication of popular geoscience. Dalam *Proceedings of the Geologists' Association*, *124*(4), 699–712. https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2012.08.008

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGEMBANGAN KAWASAN GEOPARK KALDERA TOBA DI KABUPATEN SAMOSIR

THE DEVELOPMENT OF TOBA CALDERA GEOPARK IN SAMOSIR REGENCY

[1]Sahala Fransiskus Marbun, [2]Luthfi Muta'ali, [2]Sudrajat

[1]Mahasiswa Pascasarjana Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada
[2] Dosen Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Kaliurang Bulaksumur Yogyakarta
[1]Pos-el: sahala.fransiskus.m@mail.ugm.ac.id

ABSTRACT

Geopark is an area with boundaries that have been clearly defined and have a large surface area for local economic development. Geopark not only consists of a number of geological diversity that has special interests, scarcity, and beauty known as geological heritage, but also cultural diversity and biotic diversity. As one of the districts in Toba Caldera Geopark Region, Samosir Regency has a unique location, in which itsentire administrative area is located in the geopark region. This study aims to determine the geopark characteristics of each geosite, analyze the geopark management development, and formulate a strategy to develop Toba Caldera Geopark in Samosir Regency. This study uses a method with two approaches, namely quantitative and qualitative. The data used in this study were primary and secondary data. The sample was collected using the purposive sampling technique. The data analysis techniques in this study were descriptive, geotourism quantification analysis, and analytic hierarchy process (AHP). The results show that the geopark characteristics of geodiversity are divided into five main geosites, the value of the eligibility level based on geotourism analysis is still low, and only one geosite is classified as medium. Besides, there are four biodiversity sites and seven cultural diversity sites. Supporting factors for geopark development have not been maximized due to the existing policy regulations, uneven infrastructure, and community participation passiveness. Development strategy using AHP analysis shows that the most priority strategy for community development is to involve them in planning the geopark activity programs.

Keywords: *geopark, analytical hierarchy process, community participation, Toba*

ABSTRAK

Geopark merupakan sebuah daerah dengan batasan yang sudah ditetapkan dengan jelas dan memiliki kawasan permukaan yang cukup luas untuk pembangunan ekonomi lokal. *Geopark* tidak hanya terdiri atas sejumlah keragaman geologi yang memiliki kepentingan khusus, kelangkaan, dan keindahan yang dikenal dengan warisan geologi, namun juga keragaman budaya dan keragaman biotik. Sebagai salah satu kabupaten yang termasuk ke dalam Kawasan Geopark Kaldera Toba, Kabupaten Samosir memiliki berapa keunikan sebagai kabupaten yang seluruh wilayah administrasinya berada dalam kawasan *geopark* tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *geopark* dari setiap *geosite***,** menganalisis perkembangan pengelolaan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

*geopark***,** dan merumuskan strategi pengembangan *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir. Metode penelitian menggunakan dua pendekatan, yaitu secara kuantitatif dan kualitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Teknik pengumpulan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, sedangkan analisis data dilakukan dengan teknik deskriptif, analisis kuantifikasi *geowisata*, dan *analytic hierarchy process* (AHP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik *geopark* dari *geodiversity* terbagi menjadi lima *geosites* utama dengan nilai tingkat kelayakan berdasarkan analisis geowisata masih rendah dan hanya satu *geosite* yang masuk klasifikasi sedang. Di samping itu, situs biodiversitas berjumlah empat situs, sedangkan situs keragaman budaya (*culturaldiversity*) berjumlah tujuh situs. Faktor pendukung pengembangan *geopark* di Kabupaten Samosir belum maksimal karena regulasi kebijakan yang lemah, infrastruktur yang belum merata, dan pasifnya masyarakat dalam berpartisipasi. Strategi pengembangan Kawasan Geopark Kaldera Toba dengan analisis AHP menunjukkan bahwa aspek pengembangan masyarakat adalah strategi prioritas untuk dapat melibatkan masyarakat setempat dalam penyusunan berbagai program kegiatan *geopark*.

Kata kunci: *geopark*, *analytical hierarchy process*, partisipasi masyarakat, Toba

A. LATAR BELAKANG

Geopark merupakan sebuah daerah dengan batasan yang sudah ditetapkan dengan jelas dan memiliki kawasan permukaan yang cukup luas untuk pembangunan ekonomi lokal. *Geopark* tidak hanya terdiri atas sejumlah keragaman geologi yang memiliki kepentingan khusus, kelangkaan, dan keindahan yang dikenal dengan warisan geologi, namun juga keragaman budaya dan keragaman biotik (Oktariadi, 2017). Geopark sendiri terbagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu *geopark* berskala global, nasional, dan lokal. Indonesia memiliki 80 *geopark* berskala nasional dan empat geopark global, yaitu *Geopark* Batur (Provinsi Bali), *Geopark* Gunung Sewu (Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta), *Geopark* Rinjani (Provinsi Nusa Tenggara Barat), dan *Geopark* Cileyun (Provinsi Jawa Timur) (Kementerian ESDM, 2019). *Geopark* dengan skala lokal berjumlah 80 destinasi dan skala nasional berjumlah 7 destinasi, salah satunya adalah Kaldera Toba yang terletak di Sumatra Utara. Menurut KBBI, kaldera merupakan kawah gunung berapi yang sangat besar yang terjadi karena peledakan atau runtuhnya bagian puncak gunung berapi.

Geopark Kaldera Toba sendiri dikukuhkan sebagai *geopark* berskala nasional pada 7 Oktober 2013 dan diresmikan pada 27 Maret 2014 oleh pemerintah Indonesia dengan faktor pendukung sebagai hasil dari letusan dahsyat *supervolcano* jutaan tahun silam. Kawasan *Geopark* Kaldera Toba dikelilingi oleh tujuh kabupaten, yaitu Kabupaten Dairi, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kabupaten Karo, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Toba Samosir, dan Kabupaten Samosir.

Mengacu pada kajian dan penelitian tentang Kaldera Toba (Balga, 2015), sebaran dan identifikasi singkapan batuan, situs-situs geologi Kaldera Toba dikelompokkan menjadi empat geoarea dengan mempertimbangkan kondisi geografisnya, yaitu Kaldera Porsea, Kaldera Haranggaol, Kaldera Sibandang dan Geoarea Samosir.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geoarea Samosir yang akan menjadi fokus penelitian terletak di daerah administrasi Kabupaten Samosir.

Sebagai salah satu kabupaten yang termasuk ke dalam Kawasan Geopark Kaldera Toba, Kabupaten Samosir memiliki keunikan yaitu seluruh wilayah administrasinya berada dalam Kawasan Geopark Kaldera Toba. Badan Pengelola Otorita Kawasan Geopark Kaldera Toba mengeluarkan lima dari 16 *geosites* yang diajukan untuk mendapat pengakuan dari UNESCO semuanya berada di Kabupaten Samosir.

Keunikan geologi, biologi, dan budaya yang terdapat di kawasan Danau Kaldera Toba dapat dimanfaatkan sebagai salah satu potensi wisata untuk meningkatkan ekonomi lokal melalui peningkatan pendapatan masyarakat. Sesuai dengan konsep *geopark***,** yaitu konservasi, pendidikan, dan peningkatan ekonomi lokal, pengembangan *Geopark* Kaldera Toba harus dimulai dari unsur utama pengelolaan geopark itu sendiri, yaitu regulasi kebijakan, infrastruktur, dan peningkatan partisipasi masyarakat. Dari konsep pengelolaan *geopark* tersebut, penelitian ini fokus pada strategi pengembangan *Geopark* Kaldera Toba dengan melihat karakteristik dan perkembangan unsur utama pengelolaan *geopark* tersebut setelah peresmiannya, khususnya di Kabupaten Samosir.

B. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Samosir salah satu kabupaten yang termasuk dalam kawasan Geopark Kaldera Toba. Penelitian ini menggunakan dua pendekatan, yaitu pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan secara kuantitatif digunakan untuk mengetahui kelayakan setiap situs geologi (*geosite*), sedangkan pendekatan kuantitatif difokuskan untuk mengetahui faktor pendukung pengembangan *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi langsung, wawancara mendalam (*in-depth interview*) di lokasi penelitian terhadap beberapa informan, dan tiga data sekunder dari dinas terkait. Teknik analisis dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif, kuantifikasi geowisata, dan *analytic hierarchy process* (AHP) (Muta'ali, 2015).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini memaparkan pengembangan *geopark* di Kabupaten Samosir berdasarkan karakteristik keragaman geologi (*geodiversity*), keragaman hayati (*biodiversity*), dan keragaman budaya (*culturaldiversity*), serta faktor pendukung regulasi kebijakan, infrastruktur, dan partisipasi masyarakat.

1. Karakteristik *Geopark*

Taman bumi (*geopark*) adalah wilayah geografi tunggal atau gabungan yang memiliki situs warisan geologi (*geosite*) dan bentang alam yang bernilai terkait aspek warisan geologi (*geoheritage*), keragaman geologi (*geodiversity*), keanekaragaman hayati

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(*biodiversity*), dan keragaman budaya (*cultural diversity*). *Geoarea* Samosir memiliki lima dari 16 situs geologi utama yang diajukan ke UNESCO sebagai persyaratan masuk dalam anggota Global Geopark Network (GGN). Selain lima *geosites* yang diajukan dalam keragaman *geodiversity*, terdapat pula keragaman *biodiversity* dan *cultural diversity* di Kabupaten Samosir yang di daftarkan ke UNESCO.

2. Keragaman Geologi (*Geodiversity*)

Warisan geologi (*geoheritage*) adalah keragaman geologi (*geodiversity*) yang memiliki nilai lebih sebagai suatu warisan karena menjadi rekaman yang pernah ada atau sedang terjadi di bumi karena nilai ilmiahnya tinggi, langka, unik, dan indah sehingga dapat digunakan untuk keperluan penelitian dan pendidikan kebumian. Berikut ini adalah situs geologi dari setiap *geosite* di Kabupaten Samosir:

a. Geosite Tele

- Tufa Toba Termuda Tele merupakan singkapan abu dari Tufa Toba Termuda atau dikenal dengan *The Yongest Toba Tuff* (YTT) yang ditemukan di dataran tinggi Tele. Tufa ini menunjukkan dampak aktivitas tektonik lokal dari zona Sesar Sumatra.
- Endapan Perubahan Hidrotermal Simanuk. Perubahan hidrotermal pada endapan Tufa Toba Termuda yang tidak tersambung di simanuk-manuk, sisi jalan dari Tele ke Pangururan.
- Tufa Toba Termuda Tele-Simpang Harian merupakan sambungan singkapan Tufa Toba Termuda di dinding Kaldera Toba yang terdapat di sisi jalan Tele ke Pangururan.
- Tufa Toba Tertua Tele merupakan singkapan dari *ignimbrite* (endapan aliran piroklastik) yang tersambung kuat dari Toba Tufa Tertua (OTT) di dinding kaldera Toba di sisi jalan Tele-Pangururan.
- Batuan kerikil di Simpang Limbong menunjukkan 10 cm sedimen gletser yang menjadi ciri jenis sedimen yang terbentuk di lingkungan Arktik. Batuan ini adalah bagian dari runtuhnya Gondwana (Peru-Karbon) yang dikelola Peru (300 Masehi).

b. Geosite Pusuk Buhit

- Lava Dasit Sianjur Mula-Mula adalah bagian dari kubah lava gunung berapi Pusuk Buhit yang terletak di persimpangan Batu Hobon, Sianjur Mula-mula.
- Aliran lahar Batu Parhorasan. Batu Perhiasan lava dasit menunjukkan struktur aliran berpita dan kolom bersendi.
- Batu Kapur-Kontak Vulkanik Siboro; Singkapan Siboro *meta-limestone* atau batu kapur akibat kontak dengan lava dasit Pusuk Buhit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Panas Bumi, Aek Rangat, adalah mata air panas dan batuan alterasi hidrotermal yang ditemukan di wilayah Aek Rangat-Pangururan dan menunjukkan endapan belerang.

c. Geosite Pangururan-Hutatinggi-Sidihoni

- *Diatomae-lacustrine deposite* Hutatinggi merupakan sedimen danau yang berasosiasi dengan endapan abu vulkanik yang sangat halus. Beberapa di antaranya mengandung fosil ganggang (diatom) dan terkadang ditemukan fosil daun. Penyebaran endapan ini cukup besar sehingga mudah dikenali atau dikenal juga sebagai tanah diatom.
- *Lacustrine deposite sequence* Hutatinggi. Batu Perhiasan lava dasit menunjukkan struktur aliran berpita dan kolom bersendi.
- *Debris flow deposite* Hutatinggi merupakan endapan puing yang dipisahkan secara tidak merata. Endapan ini terdiri dari berbagai batu besar dan batuan dasar yang pecah (papan tulis dan serpih) dan batuan vulkanik di dasar endapan vulkanik klastik.
- Danau Sidihoni (*sag-ponds lake*) merupakan kolam *sag* yang terbentuk karena pola patahan yang ditemukan di Pulau Samosir, terbentuk pada sedimen danau pasca-pengangkatan dan pembentukan Pulau Samosir di ketinggian 1300 m.

d. Geosite Simanindo-Batu Hoda

- *Diatomae- lacustrine deposite* Hutatinggi merupakan penumpukan sedimen *lacustrine* di timur laut Pulau Samosir.
- *Terrace sediment* Simanindo terletak di ujung utara pulau Samosir yang menunjukkan gejala pengangkatan (*tilt*), ditandai dengan munculnya berbagai pulau kecil dan gumuk pasir (sedimen danau).

e. Geosite Ambarita-Tuktu-Tomok

- Kubah Lava Dasit, Ambarita.
- Situs Arkeologi Sipalaka, Siallagan, menunjukkan artefak dari kursi batu yang dibuat oleh lava Pasifik yang ditemukan di sekitar Desa Siallagan.
- Kursi Batu, Siallagan. Rumah adat Batak adalah salah satu warisan dari konstruksi budaya leluhur yang menggunakan sumber daya alam lokal (kayu dan batu) dan sangat responsif untuk mengantisipasi bahaya geologis (gempa bumi, danau, gunung berapi, dan lainnya).
- Sedimentasi danau yang ditemukan di sekitar Tomok pada ketinggian 1000 m berupa arang (arang kayu) berumur 25.000 tahun.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Keanekaragaman Hayati (*Biodiversity*)

Keanekaragaman hayati (*biodiversity*) adalah keanekaragaman makhuk hidup dari semua sumber—termasuk daratan, lautan, dan ekosistem akuatik lain, serta kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya. Keanekaragaman hayati di Kabupaten Samosir adalah sebagai berikut:

Ihan Batak atau ikan Batak—masyarakat lokal menyebutnya *ihan*—yang berasal dari genus *Neolissochilus* memang dimitoskan sebagai makanan para raja zaman dahulu. Di samping itu, *ihan* merupakan penganan sesembahan kepada Tuhan (*upa-upa*) yang diberikan kepada seseorang oleh *hula-hula* atau klan bermarga lebih tinggi (dalam falsafah kekerabatan Dalihan Natolu), dengan harapan mendapat berkat dari Tuhan berupa kesehatan dan panjang umur, banyak keturunan, dan rezeki. Dalam prosesi adat perkawinan, penganan ini juga diberikan kepada pihak *boru* (hierarki marga lebih rendah) sebagai balasan pemberian *tudu-tudu sipanganon* (suguhan makanan) yang bermakna mendapat berkat dari Tuhan. Ikan yang hidup di sungai dangkal berair jernih dengan arus deras ini cukup langka karena sudah jarang sekali ditemukan.

Andaliman merupakan tanaman rempah yang biasa digunakan masyarakat Batak untuk mengolah makanan, terutama dalam pembuatan *arsik* ikan mas atau bumbu ayam panggang. Rempah yang dikenal dengan merica batak ini sangat pedas dan cukup membuat lidah bergetar.

Rafflesiameijerii, atau biasa disebut bunga raflesia, merupakan salah satu jenis raflesia berukuran kecil. Bunga ini ditemukan pertama kali di Sicike-cike (kawasan konservasi) tahun 2005 dan berhasil diidentifikasi keberadaannya di Kabupaten Samosir pada tahun 2010. *Accanthepepium scriptum*—termasuk *Orchidaceae* (anggrek-anggrekan)—merupakan temuan terakhir yang menjadi catatan baru karena anggrek jenis ini belum pernah ditemukan di Pulau Sumatra dan Kabupaten Samosir sebelumnya. Keberadaan anggrek ini berhasil ditemukan di Kecamatan Ronggu Nihuta.

Anggrek Toba atau dikenal dengan *Cimbidiumhartinahianum* (Anggrek Tien Suharto) dapat dijumpai di habitat alaminya di Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir. Anggrek ini termasuk anggrek endemik langka karena hanya dapat dijumpai pada dataran tinggi di beberapa titik Sumatra bagian utara.

3. Keragaman Budaya (*Cultural Diversity*)

Keunikan budaya di suatu *geopark* menunjukkan kehidupan manusia yang terbentuk dari interaksi masyarakat dengan lingkungannya. Berikut merupakan keanekaragaman budaya yang ditemukan di Kabupaten Samosir:

- Museum Huta Bolon Simanindo
- Museum Pusaka Batak Toba, Pangururan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Kampung Tenun Parbaba
- Desa Tradisional dan Batu Persidangan, Siallagan
- Makam Raja Batak Sidabutar
- Tarian Tor-Tor
- Batu Hobon Pusuk Buhit

a. Analisis Kuantifikasi Geowisata

Hasil analisis tingkat kelayakan setiap *geosite* di Kabupaten Samosir berdasarkan parameter kuantifikasi geowisata adalah sebagai berikut:

- *Geosite* Tele memiliki persentase nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 62,5%, nilai pendidikan sebesar 75%, nilai ekonomi sebesar 16,66%, nilai konservasi sebesar 12,5%, dan nilai tambahan sebesar 10%. Total nilai kelayakan *Geosite* Tele adalah 37,33%.
- Geosite Pusuk Buhit memiliki persentase nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 75%, nilai pendidikan sebesar 62,55%, nilai ekonomi sebesar 33,33%, nilai konservasi sebesar 12,5%, dan nilai tambahan sebesar 45%. Total nilai kelayakan *Geosite* Pusuk Buhit adalah 45,66%.
- Geosite Pangururan-Hutatinggi-Sidihoni memiliki persentase nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 50%, nilai pendidikan sebesar 62,5%, nilai ekonomi sebesar 50%, nilai konservasi sebesar 25%, dan nilai tambahan sebesar 25%. Total nilai kelayakan *Geosite* Pangururan-Hutatinggi-Sidihoni adalah 42,5%.
- Geosite Simanindo-Batu Hoda memiliki persentase nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 50%, nilai pendidikan sebesar 25%, nilai ekonomi sebesar 16,66%, nilai konservasi sebesar 25%, dan nilai tambahan sebesar 20%. Total nilai kelayakan *Geosite* Pangururan-Hutatinggi-Sidihoni adalah 27,33%.
- Geosite Ambarita-Tuktuk-Tomok memiliki persentase nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 50%, nilai pendidikan sebesar 62,5%, nilai ekonomi sebesar 50%, nilai konservasi sebesar 25%, dan nilai tambahan sebesar 25%. Total nilai kelayakan *Geosite* Pangururan-Hutatinggi-Sidihoni adalah 42,5%.

b. Perkembangan Pengelolaan Kawasan Geopark Kaldera Toba di Kabupaten Samosir

Pengembangan *geopark* tidak hanya sekadar berbicara tentang keragaman geologi (*geodiversity*), keragaman hayati (*biodiversity*), atau keragaman budaya (*culturaldiversity*) di suatu daerah, tetapi dibutuhkan juga pilar pengembangan *geopark* dalam memanfaatkan warisan geologi, sosial, dan budaya yang ada sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya masyarakat lokal dalam pengembangan ekonomi. Pilar-pilar pengembangan *geopark* tersebut adalah regulasi kebijakan, infrastruktur, dan partisipasi masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Regulasi Kebijakan

  Peraturan daerah—berdasarkan data peraturan daerah yang dibuat dan disahkan oleh Bupati dan DPRD Kabupaten Samosir dari tahun 2013–2018—berjumlah 14 buah, namun belum terlihat adanya pengaturan tentang pengembangan Kawasan Geopark Kaldera Toba khususnya di bidang pengelolaan, konservasi, dan aktivitas wisata.
- Infrastruktur
- Jalan

  Berdasarkan data, jalan di Kabupaten Samosir mengalami pertambahan panjang setiap tahunnya sepanjang tahun 2013–2015, namun tidak mengalami perubahan pada tahun 2016–2017. Panjang jalan pada tahun 2016 dalam status nasional hanya mengalami pertambahan sepanjang 32 km dari tahun 2013–2015 menjadi 188 km. Perkembangan jalan sampai saat ini masih terus dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Samosir dengan melakukan berbagai perbaikan dan pelebaran jalan untuk memperlancar aksesibilitas dalam menunjang pengembangan wilayah *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir.
- Transportasi

  Terdapat 39 dermaga sebagai penunjang infrastruktur transportasi di Kabupaten Samosir, empat di antaranya merupakan dermaga kapal penyebrangan motor (KMP). Selain itu, terdapat satu terminal di Kecamatan Pangururan, tetapi belum dioptimalkan secara maksimal. Akses transportasi udara menuju Kabupaten Samosir masih mengandalkan Bandar Udara Internasional Sisingamangaraja XII di Kabupaten Tapanuli Utara dan Bandar Udara Internasional Kualanamu di Medan.
- Komunikasi

  Salah satu infrastruktur komunikasi di Kabupaten Samosir adalah kantor pos. Kabupaten Samosir memiliki lima kantor pos di lima dari sembilan kecamatan. Pemasangan sambungan telepon dan internet di Kabupaten Samosir selalu bertambah tiap tahunnya. Hal ini sebagai upaya penyediaan infrastruktur komunikasi di Kabupaten Samosir
- Partisipasi Masyarakat

  Partisipasi masyarakat di Kabupaten Samosir dalam pengembangan kawasan *geopark* masih rendah. Tahap partisipasi masyarakat dibagi menjadi tiga, yaitu pengambilan keputusan, pelaksanaan kegiatan, dan pemanfaatan hasil pembangunan. Dari ketiga tahapan tersebut, sumbangsih masyarakat untuk pengembangan geopark masih sangat minim. Level partisipasi masyarakat Kabupaten Samosir masih dalam level pasif partisipasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Hasil perhitungan semua kriteria—aspek konservasi, pembangunan ekonomi, dan pengembangan masyarakat berdasarkan persepsi BAPPEDA Kabupaten Samosir, Bupati dan DPRD Kabupaten Samosir, ilmuan/akademisi, Camat Sianjur Mula-mula, Camat Pangururan, Camat Ronggur Ni Huta, Camat Simanindo, serta tokoh masyarakat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penentuan Strategi dengan AHP

No	Aspek	Hasil AHP	Strategi	Program Strategi
1	Konservasi	19,6%	Pengembangan Masyarakat	Melibatkan masyarakat setempat dalam penyusunan program-program kegiatan *geopark*.
2	Pembangunan Ekonomi	37,2%		Sosialisasi konsep *geopark* kepada masyarakat.
3	Pengembangan Masyarakat	43,2%		Peningkatan pendidikan geologi, hayati, dan budaya.

Hasil analisis berpasangan untuk strategi pengembangan Kawasan *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir yang dipilih oleh responden adalah strategi pengembangan masyarakat. Ini menunjukkan bahwa strategi pengembangan kawasan *geopark* tersebut lebih mengutamakan pengembangan masyarakat dengan program strategi prioritas yang melibatkan masyarakat setempat dalam; penyusunan berbagai program kegiatan *geopark*, sosialisasi konsep *geopark* kepada masyarakat, dan peningkatan pendidikan geologi, hayati, dan budaya.

Strategi utama dalam pengembangan *geopark* di Kabupaten Samosir adalah menumbuhkan kesadaran masyarakat dalam melakukan berbagai kegiatan yang mendukung kemajuan daerah. Partisipasi masyarakat yang tinggi akan mempercepat pengembangan *geopark* di Kabupaten Samosir dan mampu mendapatkan manfaat ekonomi dari setiap pengunjung. Program yang direncanakan harus mengandung semangat menjaga warisan geologi, hayati, dan budaya agar dapat menjadi nilai jual kepada para wisatawan yang ingin berkunjung ke Kabupaten Samosir. Beberapa program yang sudah dilakukan dan dijalankan dengan bantuan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) lingkungan dan Pemerintah Kabupaten Samosir adalah sebagai berikut.

1. Pelatihan membuat kerajinan tangan yang diberikan kepada para pemuda dan pemudi Kabupaten Samosir untuk membuka keterampilan dalam membangun ekonomi daerah. Hasil kerajinan tangan dari para peserta akan dijual ke pasar tradisional yang ada di Kabupaten Samosir.
2. Penanaman bibit pohon di sekitar lingkungan situs geologi yang dilakukan oleh Lembaga Swadaya Masyarakat dan pecinta alam.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Penambahan konsep *geopark* ke dalam kurikulum pendidikan anak usia sekolah mulai dari tingkat dasar untuk memperkenalkan *geopark* sejak dini.
4. Program pembersihan Danau Toba agar kualitas air danau tidak tercemar dari banyaknya sampah dan tumbuhan eceng gondok yang mengotori perairan Danau Toba.
5. Festival budaya dalam rangka memelihara budaya Batak Toba dan memperkenalkannya kepada seluruh wisatawan.

D. KESIMPULAN

Rumusan kesimpulan berdasarkan hasil pengumpulan dan analisis data penelitian adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir memiliki banyak keragaman geologi, hayati, dan budaya.
   a. Keragaman geologi (*geodiversity*) terbagi atas lima *geosites* utama. Berdasarkan total nilai kelayakan, empat *geosites* di Kabupaten Samosir memiliki klasifikasi rendah dan satu *geosite* masuk dalam klasifikasi sedang.
   b. Keragaman hayati (*biodiversity*) berupa *ihan* Batak, andaliman, *rafflesiameijerii*, dan anggrek Toba.
   c. Keragaman budaya (*culturaldiversity*), antara lain Museum Huta Bolon Simanindo, Museum Pusaka Batak Toba, Pangururan, Kampung Tenun Parbaba, Desa Tradisional dan Batu Persidangan, Siallagan, Makam Raja Batak Sidabutar, Batu Hobon Pusuk Buhit, dan Tari Tor-Tor.
2. Perkembangan pengelelolaan Kawasan Geopark Kaldera Toba di Kabupaten Samosir adalah sebagai berikut.
   a. Regulasi kebijakan yang dibuat oleh pemangku kebijakan—Bupati dan DPRD Kabupaten Samosir—berupa peraturan daerah dari tahun 2013–2018 berjumlah 14 perda, namun belum ada yang mengatur tentang pengembangan kawasan *geopark*, baik dari segi konservasi, pengelolaan *geopark*, dan aktivitas wisata.
   b. Infrastruktur yang ada di Kabupaten Samosir dalam rangka pengembangan *geopark* mengalami peningkatan, khususnya jalan dan pelabuhan, serta kapal penyebrangan danau yang mempermudah akses untuk masuk ke Kabupaten Samosir. Infrastruktur bandar udara masih belum ada di Kabupaten Samosir, sedangkan pelayanan terminal sebagai sarana transportasi darat hanya ada di ibu kota kabupaten, yaitu Kecamatan Pangururan.
   c. Partisipasi masyarakat untuk mendukung pengembangan Kawasan *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir belum berjalan dengan baik akibat kurangnya sosialisasi tentang pengambilan keputusan dan pelaksanaan sehingga pemanfaatan hasil dari pengembangan *geopark* belum maksimal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

d. Strategi pengembangan Kawasan *Geopark* Kaldera Toba di Kabupaten Samosir dengan analisis AHP menunjukkan bahwa aspek pengembangan masyarakat—dengan melibatkan masyarakat setempat dalam penyusunan berbagai program kegiatan *geopark* merupakan strategi prioritas.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, A. (2014). *Toba mengubah dunia*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.

Arikunto, S. (1989). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.

Balga. (2015, 31 Agustus). "Situs geologi Geopark Kaldera Toba (1)." Diakses dari https://kalderatobageopark.blogspot.com/2015/08/situs-geologi-geopark-kaldera-toba.html.

Batten, T.R. (1967). *Communities and their development.* London: Oxford University Press.

Conyers, D. (1991). *Perencanaan sosial di dunia ketiga.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Bahmani, N., Yamoah, D., Basseer, P., & Rezvani, F. (1980). Using the analytic hierarchy process to select investment in a heterogenous environment. *Mathematical Modelling*, *8*, 157–162

Oktariadi, Oki., (2017). *Geopark dan penataan ruang.* Jakarta: Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

UNESCO. (2004). *Guidelines and criteria for national geopark seeking UNESCO's asitance to join the global geoparks network (GGN).* France: Division of Ecological and Earth Sciences UNESCO.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENINGGALAN BUDAYA DI KABUPATEN KUNINGAN, JAWA BARAT, UNTUK PENGEMBANGAN POTENSI GEOWISATA

CULTURAL HERITAGE IN KUNINGAN REGENCY, WEST JAVA, FOR GEOTOURISM POTENTIAL DEVELOPMENT

[*]Paradita Kenyo Arum Dewantoro, Adhitya Ari Nugroho

Museum Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
[*]Pos-el: paradita.kenyo@esdm.go.id

ABSTRACT

Indonesia's cultural heritage is very diverse from pre-historic times to the present. It can be seen by the discovery of archaeological objects in various locations, including those found in Kuningan Regency, West Java. As time goes on, people begin to ignore and put aside the cultural values and local wisdom that should be our basis for building the nation's personality. Therefore, it is necessary to educate the public society about the cultural values, for example by developing the potency of geotourism in various locations which contains of archaeological sites. Besides various secondary datas, we also carried out the field survey for collecting the geological and historical heritage data. From the data, it is known that Kuningan Regency has an archaeological site where artefacts such as hunting tools, farming tools, and worship equipments are found. Through this archeological discovery, it can be seen that the geological resources in Kuningan Regency have been utilized since ancient times. With the development of the geotourism concept, it can be used as educational media for future generation regarding the utilization of geological resource in relation to the development of local culture.

Keywords: *geotourism, archeology, culture, Kuningan Regency*

ABSTRAK

Indonesia memiliki peninggalan budaya yang sangat beragam, mulai dari zaman purbakala hingga sekarang. Hal ini dibuktikan dengan adanya penemuan benda purbakala di berbagai lokasi, salah satunya di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Semakin berkembangnya zaman, masyarakat mulai mengesampingkan nilai-nilai budaya dan kearifan lokal yang seharusnya menjadi dasar kita dalam membangun kepribadian bangsa. Maka dari itu, perlu dilakukan edukasi kepada masyarakat agar tidak melupakan nilai budaya tersebut, salah satunya dengan mengembangkan potensi geowisata di berbagai lokasi dan situs purbakala yang ada. Dalam penelitian ini, dilakukan metode berupa survei lapangan dengan identifikasi data geologi dan potensi peninggalan sejarahnya, didukung dengan berbagai data sekunder. Dari pengumpulan data tersebut, diketahui bahwa Kabupaten Kuningan memiliki situs purbakala dengan temuannya berupa alat bantu dalam berburu, bercocok tanam, dan peralatan peribadatan. Melalui penemuan tersebut, dapat diketahui bahwa sumber daya geologi di Kabupaten Kuningan telah dimanfaatkan sejak zaman pubakala. Dengan pengembangan konsep geowisata dapat menjadi media edukasi pada generasi mendatang mengenai pemanfaatan potensi sumber daya geologi dalam kaitannya dengan perkembangan budaya setempat.

Kata kunci: geowisata, purbakala, budaya, Kabupaten Kuningan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan berbagai kebudayaan dan kearifan lokal yang melekat di dalamnya. Sejak dahulu, Indonesia telah memiliki aneka ragam peninggalan serta variasi budaya yang berbeda dan unik antara satu tempat dengan tempat yang lain. Salah satu peninggalan budaya yang banyak sekali kita jumpai saat ini adalah tempat dan peninggalan benda-benda yang digunakan sebagai penunjang kehidupan sehari-hari pada masa lalu, seperti alat bantu berburu, bercocok tanam, gerabah, manik-manik, sarana pemakaman, dan bangunan simbol magis. Saat ini, lokasi peninggalan budaya di Indonesia banyak diminati dan dikunjungi oleh wisatawan, baik lokal maupun mancanegara, terutama situs purbakala yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu lokasi peninggalan budaya tersebut adalah peninggalan budaya yang berada di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Kabupaten Kuningan terletak pada titik koordinat 108,23º–108,47° Bujur Timur dan 6,47°–7,12° Lintang Selatan.

Beberapa hal yang menjadi latar belakang penelitian adalah berbagai situs peninggalan budaya di Kuningan telah lama diketahui dan diidentifikasi, tetapi konservasi dan pengenalan peninggalan budaya perlu dilakukan lebih intensif, baik kepada masyarakat sekitar, khususnya, maupun khalayak di seluruh Indonesia pada umumnya. Konsep geowisata dapat mengakomodiasi tujuan tersebut karena ada integrasi antara konsep pariwisata setempat dan edukasi mengenai lingkup keilmuan geologi. Pengunjung diharapkan mendapat nilai tambah berupa rekreasi wisata dan sepintas belajar hubungan antara budaya yang berkembang dan sumber daya geologi setempat. Beberapa prinsip yang harus diperhatikan dalam pengembangan geowisata adalah berbasis informasi geologi, berkelanjutan, bermanfaat secara lokal, dan memberikan kepuasan kepada pengunjung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkenalkan potensi sumber daya geologi dan hubungan dengan nilai-nilai budaya yang tumbuh dan berkembang di Kabupaten Kuningan. Adanya pengembangan konsep geowisata diharapkan dapat menjadi jembatan yang sangat baik dalam menyebarkan informasi terkait potensi sumber daya geologi dan perkembangan budaya setempat.

B. METODE

Lokasi penelitian ini terletak di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat, dan menitikberatkan pada kawasan geowisata yang memiliki aspek nilai geologi dan budaya. Penelitian yang dilakukan pada bulan Januari 2019 ini menggunakan metode survei lapangan dengan identifikasi data geologi, informasi potensi peninggalan sejarah, dan data sekunder. Keseluruhan data dikompilasi untuk melihat hubungan antara sumber daya geologi dan hasil peradaban ataupun nilai budaya yang berkembang pada daerah penelitian.

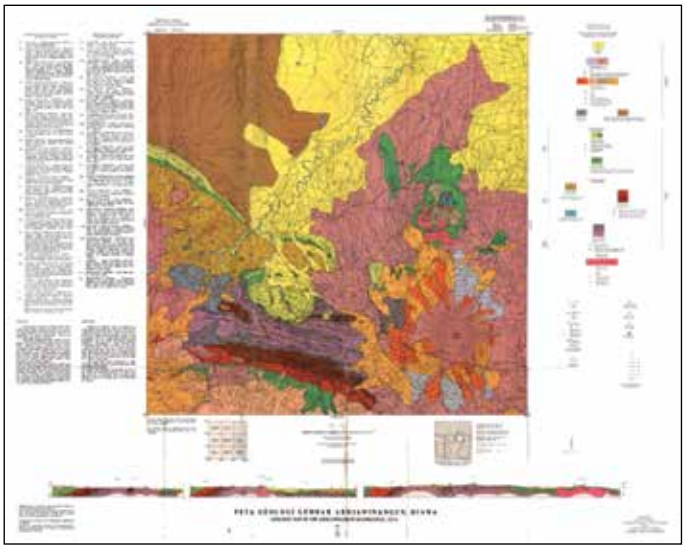
Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai interaksi sosial yang terjadi di tempat orang bermukim lambat laun menjadi suatu kebiasaan masyarakat setempat dan suatu nilai khusus. Interaksi dan kebiasaan yang terus-menerus dilakukan menjadi kearifan lokal dan peninggalan budaya yang masih sangat apik terjaga hingga saat ini. Hal ini perlu dilestarikan oleh masyarakat setempat agar kelak tidak hanya menjadi sebuah dongeng cerita. Beberapa peninggalan situs purbakala masih apik dan terjaga sehingga masih dapat dijumpai apabila kita berkunjung ke Kabupaten Kuningan dan telah menjadi tujuan geowisata. Konsep geowisata memuat potensi sumber daya geologi yang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari pada zamannya.

Secara geologi regional, mengacu pada lembar peta geologi lembar Ardjawinangun (Gambar 1) (Djuri, 1995), lokasi penelitian di wilayah Kuningan dari umur tua ke muda adalah hasil Gunungapi Tua Tak Teruaikan (Qvu) yang terdiri atas breksi, lahar, dan lava bersifat andesit dan basal; Gunungapi Tua-Lava (Qvl) berupa lava bersifat andesit; Gunungapi Muda Tak Teruraikan (Qyu) terdiri atas breksi, lava bersifat andesit dan basal, pasir tufaan, dan lapili; serta Gunugapi Muda-Lava (Qyl) berupa lava bersifat andesit. Produk erupsi Gunung Api Ciremai prasejarah berciri leleran lava yang tersusun oleh andesit hingga andesit basal dan mengalirkan lavanya mengikuti pola rekahan radial (Pratomo, 2008).

Beberapa peninggalan budaya ditemukan pada endapan hasil letusan Gunung Api Ciremai. Dengan demikian, dapat terlihat bahwa aspek kegeologian, baik morfologi maupun batuan penyusunnya, sangat berpengaruh dalam perkembangan budaya dan kehidupan masyarakat setempat. Secara geomorfologi, wilayah Kuningan dengan bentang alam pedataran terletak di bagian tengah dan timur, sedangkan bentang alam berupa perbukitan landai mencakup sisi bagian barat utara dan timur.



Sumber: Djuri (1995)

Gambar 1. Peta Geologi Lembar Ardjawinangun

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 2. Kawasan Kaki Gunung Api Ciremai

Lokasi temuan budaya purba di Kabupaten Kuningan umumnya ditemukan di kawasan morfologi perbukitan landai dengan kemiringan 8% yang merupakan daerah subur (Yondri, 2019). Peninggalan budaya di Kabupaten Kuningan didominasi peninggalan pada zaman Neolitikum dan Megalitikum. Neolotikum atau zaman batu muda adalah fase budaya prasejarah yang dicirikan dengan peralatan dari batu yang diasah, pertanian menetap, peternakan, dan pembuatan tembikar. Kebudayaan Megalitikum dicirikan oleh pelibatan monumen atau struktur yang tersusun dari batu-batu besar (megalit) sebagai penciri utamanya. Kebudayaan Megalitikum tidak mengacu pada suatu era peradaban tertentu, namun lebih merupakan bentuk ekspresi yang berkembang karena adanya kepercayaan akan kekuatan magis atau nonfisik dan didukung oleh ketersediaan sumber daya di sekitarnya. Penggunaan batu besar biasanya digunakan sebagai simbol kekuatan magis, altar, sarana pemakaman, benda logam, manik-manik, dan gerabah. Sisa-sisa peninggalan budaya manusia prasejarah, baik peralatan yang digunakan untuk berburu maupun bangunan, merupakan hasil dari pemanfaatan sumber daya tempat manusia prasejarah bermukim (Mohen, 1999).

Sumber daya geologi di sekitar daerah penelitian memiliki peran penting terkait bentuk peradaban prasejarah. Material hasil letusan gunung api setelah beberapa waktu akan menjadi tanah yang kaya akan mineral dan unsur hara serta dapat dimanfaatkan untuk bercocok tanam. Batuan beku andesit yang banyak ditemui di sekitar Kuningan dimanfaatkan untuk membangun berbagai macam bentuk peninggalan budaya, seperti kubur batu yang merupakan bentuk ekspresi hasil kebudayaan zaman Megalitikum dalam hal kepercayaan akan kekuatan magis,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kekuatan roh leluhur, dan untuk menyembah sesuatu. Mineral yang berasal dari batuan dimanfaatkan sebagai perhiasan berupa gelang dan manik-manik. Material lepas, seperti tanah lempung, dimanfaatkan untuk membuat peralatan keperluan sehari-hari berupa barang-barang tembikar. Beberapa masyarakat Indonesia masih mempraktikkan kepercayaan terhadap roh leluhur dan membuat persembahan sampai saat ini.



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 3. Peti Kubur Batu

Pada penelitian kali ini, hubungan antara peradaban, nilai budaya, dan kegiatan geowisata difokuskan pada beberapa lokasi, yaitu Situs Purbakala Cipari, Taman Hutan Kota Mayasih, dan Sukageuri View.

Situs Purbakala Cipari adalah cagar budaya berupa situs peninggalan yang terletak di Kampung Cipari, Desa Cigugur, Kecamatan Cigugur, Kabupaten Kuningan. Keberadaan situs budaya ini menunjukkan bahwa peradaban manusia telah ada sejak zaman prasejarah di daerah Kuningan. Hutan Kota Mayasih merupakan salah satu geowisata berupa ruang hijau terbuka dengan singkapan batuan beku produk Gunung Api Ciremai. Dari aspek budaya, Hutan Kota Mayasih merupakan lokasi masyarakat setempat melakukan upacara adat. Lokasi geowisata lainnya di dalam penelitian ini adalah Sukageuri View, wisata alam dengan elevasi yang cukup tinggi dan berada di kaki Gunung Api Ciremai. Pemanfaatan sumber daya geologi setempat adalah penambangan Bahan Galian C (batuan beku andesit). Kegiatan penambangan memberikan kontribusi bagi masyarakat sekitar untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Situs Purbakala Cipari

Situs ini terletak di Kampung Cipari, Desa Cigugur, Kecamatan Cigugur, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Berada pada ketinggian 661 m dari permukaan laut, situs ini berada di kaki Gunung Api Ciremai. Peninggalan otentik situs ini adalah kubur batu dengan bekal kubur di dalamnya berupa manik-manik, gerabah, dan kapak batu. Hasil temuan lainnya berupa gelang, pendil, kendi, aneka kapak batu, dan kapak perunggu yang biasa digunakan oleh manusia prasejarah untuk kegiatan sehari-hari. Jika diamati, semua peninggalan Situs Purbakala Cipari adalah hasil dari pemanfaatan sumber daya geologi. Batuan beku andesit dan mineral adalah material yang umumnya dipakai untuk membuat peralatan berburu, peralatan pendukung untuk kegiatan sehari hari, bangunan, altar persembahan, dan pemujaan. Logam pada kapak perunggu merupakan hasil ekstraksi dari batuan beku. Semua yang berkaitan dengan alat atau bangunan dibuat dengan memanfaatkan sumber daya geologi yang ada di sekitarnya.

Pengembangan geowisata memerlukan unsur geologi dan jenis pariwisata yang ingin dikembangkan. Pada kasus Situs Purbakala Cipari, sudah jelas pariwisata yang ditonjolkan adalah situs budaya hasil peradaban manusia prasejarah. Secara informasi, semua peninggalan tersebut telah teridentifikasi dengan baik, namun berbanding terbalik dengan penjelasan mengenai potensi geologi daerah tersebut. Informasi terpadu antara jenis pariwisata dan sumber daya geologi perlu dilakukan agar tujuan geowisata tercapai. Penjelasan hubungan antara keduanya merupakan sarana edukasi dan dapat memberikan nilai tambah kepada masyarakat di dalam kegiatan berwisata. Peremajaan kawasan wisata berupa sarana dan prasarana, serta penambahan fitur pelengkap, seperti papan informasi, pemutaran film dokumenter, dan lainnya, belum banyak terlihat di kawasan Situs Purbakala Cipari.



Sumber: Koleksi Museum Geolog (2019)

Gambar 4. Kawasan Situs Purbakala Cipari

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 5. Beberapa Peninggalan di Situs Purbakala Cipari

2. Taman Hutan Kota Mayasih

Berjarak sekitar 2,5 km ke arah timur laut dari Situs Purbakala Cipari atau tujuh menit berkendara roda empat adalah lokasi Taman Hutan Kota Mayasih. Hutan ini dahulu sempat dieksploitasi, namun kini dimanfaatkan sebagai area konservasi dan ruang terbuka hijau. Potensi geologi di dalamnya berupa taman dengan ketampakan bongkah dan dinding batuan beku hasil letusan Gunung Api Ciremai. Singkapan batuan yang dapat dijumpai berupa lava andesit berstruktur masif dengan sedikit skoria dan berwarna abu-abu kehitaman dengan sebaran cukup luas, yaitu sekitar tiga hektar pada ketinggian 650 mdpl. Taman Hutan Kota Mayasih dibangun sedemikian rupa untuk memberikan kenyamanan pada pengunjung. Fitur-fitur hasil Gunung Api Ciremai memberikan pemandangan yang unik berupa hamparan acak bongkah dan tebing batuan beku.

Ardiansyah (2017) mengungkapkan peran Taman Hutan Kota Mayasih sebagai ruang hijau terbuka memiliki beberapa manfaat bagi masyarakat, yaitu

- estetika, penanaman berbagai variasi tumbuhan yang memberikan suatu pemandangan yang sejuk dan memanjakan mata,
- ekologis, hubungan yang serasi antara tumbuhan, hewan dan manusia menghasilkan keseimbangan ekosistem setempat,
- klimatologis, lingkungan yang sejuk berasal dari iklim yang stabil dan sehat sebagai hasil dari terjaganya iklim bersifat mikro seperti tingkat kelembaban udara, suhu udara dan curah hujan,
- hidrologis, hutan yang terjaga dan lestari membuat akar tanaman mampu melakukan penyerapan air tanah yang stabil, terutama saat musim kemarau, dan
- edukatif, sebagai arboretum bagi masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 6. Kawasan Taman Hutan Kota Mayasih



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 7. Singkapan Batuan di Kawasan Taman Hutan Kota Mayasih

Dalam hal nilai budaya, hutan kota ini digunakan oleh masyarakat sekitar sebagai salah satu lokasi dalam upacara adat Seren Taun yang telah berlangsung secara turun-temurun. Selain itu, pelaksanaan acara yang dilangsungkan di tempat ini adalah Pesta Dadung, upacara adat sebagai suatu bentuk rasa syukur masyarakat yang sebagian besar adalah seorang petani maupun peternak atas kelimpahan hasil tani dan ternak. Upacara, tari-tarian, dan pelepasan hama menjadi suatu simbol dalam

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menjaga keseimbangan ekosistem yang semakin lama semakin rusak. Menari bersama menunjukkan rasa persatuan masyarakat tanpa membedakan pangkat dan golongan harus selalu dijunjung tinggi sebagai warisan budaya bangsa. Masih sama dengan Situs Purbakala Cipari, lokasi ini belum memiliki fasilitas papan informasi dengan kajian informasi edukasi yang mengupas kegeologian lebih dalam lagi. Adanya andil dunia geologi di lokasi ini sebenarnya sangat penting mengingat kondisi morfologinya pun hasil dari dinamika tektonik setempat.

3. Sukageuri View

Lokasi Sukageuri View masih dalam satu kawasan dengan Situs Purbakala Cipari dan Taman Hutan Kota Mayasih. Secara jarak, lokasi Sukageuri View adalah yang terdekat dengan Gunung Api Ciremai, yaitu tepat di kaki gunung dengan elevasi sekitar 1.805 mdpl. Singkapan hasil letusan Gunung Api Ciremai semakin intensif tersingkap di Sukageuri View sebagai implikasi jarak yang semakin dekat terhadap gunung api dengan area lahan Sukageuri View seluas sekitar 26 ha.

Kawasan Sukageuri View merupakan area kegiatan penambangan Bahan Galian C berupa andesit dan masih berupa tambang rakyat. Pengelolaan kegiatan penambangan tersebut tidak memiliki tata cara, perencanaan, dan kaidah yang berakibat pada ketidakbermanfaatan produk secara optimal bagi masyarakat sekitar. Produk yang dihasilkan berupa material setengah jadi yang langsung dijual kepada pembeli atau pengepul. Kegiatan penambangan harus dikelola secara terpadu antara pemerintah setempat dengan masyarakat sekitar agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Area hasil sisa penambangan dapat ditata sedemikian rupa agar menjadi destinasi geowisata berupa pemandangan sisa hasil kegiatan penambangan dan edukasi



Sumber: Koleksi Museum Geologi (2019)

Gambar 8. Penggalian di Sukageuri View

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berupa pemanfaatan sumber daya geologi. Pelestarian singkapan lava andesit perlu jadi perhatian pemerintah setempat dan masyarakat agar singkapan batuan dapat berfungsi menjadi sarana edukasi, tidak hanya untuk ditambang.

Sukageuri View merupakan objek swafoto bagi para pengunjung dengan pemandangan uniknya berlatar belakang Gunung Api Ciremai dan Kota Kuningan. Posisi Sukageuri View yang cukup tinggi menyajikan pemandangan area Kuningan secara menyeluruh.

D. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat keterkaitan antara aktivitas vulkanik Gunung Ciremai, pemanfaatan sumber daya geologi, dan peninggalan budaya setempat mulai dari zaman prasejarah hingga saat ini. Peradaban dan peninggalan budaya pada kawasan tersebut terbentuk dan berkembang akibat pengaruh tatanan geologi setempat. Bangunan, altar pemujaan dan persembahan, perhiasan, peralatan berburu, dan alat penunjang kegiatan sehari-hari merupakan produk dari pemanfaatan sumber daya geologi yang ada. Pengangkatan nilai-nilai dan peninggalan budaya lokal dapat menjadi pelengkap dan nilai tambah dalam pengembangan informasi dalam kegiatan geowisata di suatu daerah.

Pemberian informasi dalam rangka mengedukasi para wisatawan masih minim di ketiga kawasan wisata di atas. Penggunaan papan informasi atau film dokumenter belum banyak diaplikasikan. Sarana dan prasarana di kawasan wisata merupakan elemen yang sangat penting agar pengunjung nyaman dan dapat menarik minat masyarakat untuk berkunjung.

E. SARAN/REKOMENDASI

Ketiga kawasan wisata memerlukan sarana dan prasarana edukasi yang lebih komprehensif dan terpadu dengan kaitannya terhadap sumber daya geologi di daerah Kuningan sehingga penerapan konsep geowisata dapat terwujud.

Penyajian informasi dapat dibuat lebih menarik dengan memperbanyak papan informasi dan film dokumenter agar lebih menarik minat pengunjung. Penataan kawasan dapat dibuat lebih menarik dengan memperbanyak ruang swafoto atau menata ulang beberapa titik kawasan wisata. Konsep tur geowisata terpadu antara kawasan geowisata satu dengan lainnya dapat diterapkan agar lebih menarik minat wisatawan.

Dari berbagai peninggalan yang terdapat pada Situs Purbakala Cipari, perlu diberikan informasi lebih mendalam agar penyebaran informasinya pun lebih luas lagi. Dengan adanya banyak informasi dan edukasi yang ditampilkan akan menjadi magnet bagi para pengunjung karena dengan memahami apa yang dikunjungi akan lebih baik daripada sekedar mengagumi saja.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kunjungan rutin dari berbagai lembaga pendidikan juga perlu diadakan sebagai sarana pembelajaran para generasi muda yang saat ini sedang menuju generasi produktif. Dengan demikian, diharapkan bahwa generasi muda yang berkunjung dapat memperoleh informasi dan edukasi yang penting dari berbagai peninggalan budaya dan memahami sumber daya geologi yang ada di Kabupaten Kuningan sehingga kelak dapat berpartisipasi dan aktif dalam melestarikan dan memelihara kearifan lokal.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terinspirasi oleh salah satu kegiatan unggulan Museum Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, sehingga penulis berterima kasih kepada seluruh tim seksi edukasi dan informasi Museum Geologi yang telah banyak membantu dalam proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, T. (2017). Hutan kota: Pengertian dan berbagai manfaat yang diberikan.

Djuri. (1995). *Peta geologi lembar Arjawinangun Jawa skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Mohen J.-P. (1999). *Megaliths: Stones of memory* (D.B. Baker & D.J. Baker, Trans). New York: Harry N. Abrams, Inc., 175.

Pemerintah Kabupaten Kuningan. (Tanpa tahun). *Letak dan kondisi geografis.* Diakses dari https://www.kuningankab.go.id/tentang-kuningan/letak-keadaan-geografis.

Pemerintah Kabupaten Kuningan. (Tanpa tahun). *Berita upacara adat Seren Taun.* Diakses dari https://www.kuningankab.go.id/berita/rangkaian-upacara-adat-seren-taun E2%80%9C-pesta-dadung%E2%80%9D-digelar-masyarakat-adat-cigugur

Pratomo, I. (2008). Kegiatan Gunungapi Ciremai Jawa Barat dan pengaruhnya terhadap lingkungan di sekitarnya. *Jurnal Biologi Indonesia*, *4*(5), 261–278.

Sukiyah, E. (2007). *Implikasi tektonik aktif terhadap karakteristik bentang alam di wilayah Kuningan dan sekitarnya*. Bandung: Pusat Survei Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI.

Sulaksana, N. (2011). Karakteristik geomorfologi yang berkaitan dengan potensi energi terbarukan di wilayah Kuningan, Jawa Barat. *Majalah Geologi Indonesia*, *26*(3), 131–142.

Yondri, L. (2019). *Khasanah kegeoarkeologian dan tinggalan arkeologi lintas masa budaya di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat* (Makalah tidak dipublikasikan).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI GEOWISATA DESA SUKASARI, KABUPATEN PANDEGLANG, PROVINSI BANTEN

GEOTOURISM POTENTIAL OF SUKASARI VILLAGE, PANDEGLANG REGENCY, BANTEN PROVINCE

[*]Arthur G.P. Nayoan, Miza Ramadhan Naslan, Lia Pauling, Deny

Jurusan Teknik Geologi, Universitas Trisakti
[*]Pos-el: arthur.nayoan@hotmail.com

ABSTRACT

Sukasari Village has geotourism potential that can be utilized because it is located on the main road that connects Pandeglang City to Labuan making the location more strategic. The research objective is to determine the geotourism potential in Sukasari Village, both in geoheritage and cultural heritage side, using geomorphological analysis, field surveys, remote sensing, and quantitative assessment based on Kubalíková (2013) classification as research methods. Based on the geomorphological analysis, Sukasari Village is located on intervolcanic plain between Mount Aseupan and Mount Pulosari. Based on remote sensing method, it can be seen that Mount Aseupan have caldera appearance and Mount Pulosari have strato appearance assisted by the characteristics of radial and sentripetal river flow patterns. In terms of cultural heritage, there are megalithic sites, Batu Goong, located in southwest of Sukasari Village. The quantitative assessment of geotourism according to Kubalíková (2013) showed that a quantitative value of 57% was obtained at the viewpoint of Mount Aseupan, a value of 60% at the viewpoint of Mount Pulosari, and a value of 56% at the Batu Goong site. Therefore, based on the uniqueness of the morphology and cultural heritage Sukasari Village has a good geotourism potential.

Keywords: *geotourism, geomorphology, cultural heritage, Sukasari Village*

ABSTRAK

Desa sukasari memiliki potensi geowisata yang dapat dimanfaatkan karena hanya dilalui oleh satu jalan besar yang menghubungkan Kota Pandeglang dan Labuan yang membuat letaknya menjadi lebih strategis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi geowisata Desa Sukasari baik dari segi warisan geologi maupun warisan budaya dengan metode berupa analisis geomorfologi, survei lapangan, pengindraan jarak jauh, dan penilaian kuantitatif kelayakan daerah geowisata menurut Kubalíková (2013). Berdasarkan analisis geomorfologi, Desa Sukasari berada pada dataran antar-gunung api (Gunung Aseupan dan Gunung Pulosari). Berdasarkan pengindraan jarak jauh, dapat diketahui bahwa terdapat ketampakan kaldera pada Gunung Aseupan dan strato pada Gunung Pulosari dengan ciri khas pola aliran sungai radial dan sentripetal. Sementara itu, dari segi warisan budaya, terdapat situs megalitikum berupa situs Batu Goong di sebelah barat daya Desa Sukasari. Penilaian kelayakan geowisata berdasarkan prehitungan Kubalíková (2013) secara kuantitatif didapatkan nilai 57% pada titik pandang Gunung Aseupan, nilai 60% pada titik pandang Gunung Pulosari, dan nilai 56% pada situs Batu Goong. Maka

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dari itu, berdasarkan keunikan bentang alam dan warisan budayanya, Desa Suksari merupakan lokasi dengan potensi geowisata yang cukup baik.

Kata Kunci: geowisata, geomorfologi, warisan budaya, Desa Sukasari

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Geowisata merupakan kegiatan pariwisata yang menarik perhatian wisatawan dengan berbagai aspek geologi dan budaya dari suatu daerah. Menurut Stueve, Cook, dan Drew (2002), geowisata dapat dikatakan meliputi wilayah geografis, sosioekonomi, dan konteks budaya yang berada di bawah wadah pariwisata geografis.

Secara sederhana, geowisata merupakan bentuk kegiatan pariwisata minat khusus yang fokus utamanya pada ketampakan geologis permukaan bumi dan apa pun yang terkandung di dalamnya dalam rangka mendorong pemahaman akan lingkungan hidup, alam, budaya, sebagai bentuk apresiasi dan kegiatan konservasi, serta memiliki kepedulian terhadap kelestarian kearifan lokal (Hermawan & Ghani, 2018).

Dalam geowisata, kisah geologi yang kuat dan menarik imajinasi sangatlah penting, namun pengalaman pengunjung yang berdedikasi dan santai dapat dikembangkan melalui eksplorasi hubungan antara warisan geologi (*geoheritage*) dan lanskap budaya (*cultural landscape*) (Gordon, 2018). Daerah penelitian yang berada di wilayah Pandeglang memiliki unsur warisan geologi dan warisan budaya yang mumpuni sebagai kawasan geowisata.

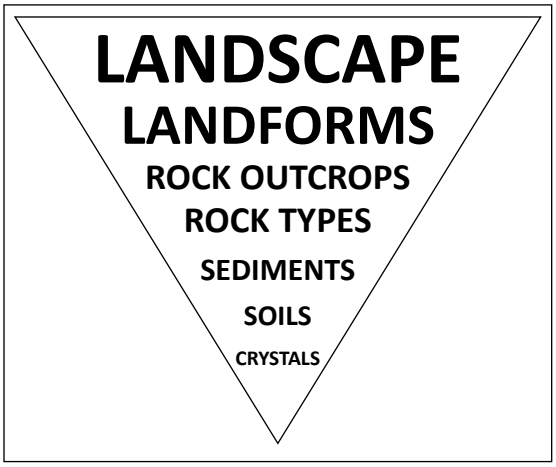


Gambar 1. Jalan utama di L1 yang melintasi Desa Sukasari (Kantor Desa Sukasari sebelah kanan).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wilayah Pandeglang yang berada di sebelah barat Provinsi Banten memiliki fisiografi berupa gunung-gunung dengan morfologi yang berbeda-beda berdasarkan pembentukannya. Berdasarkan fisiografi regional yang dikemukakan oleh van Bemmelen (1949), dapat diketahui bahwa wilayah Pandeglang masuk kedalam Zona Lajur Bogor. Zona ini juga dihiasi oleh deretan Pegunungan Tompo-Aseupan-Parakasak dan deretan Pegunungan Pulosari-Karang.

Desa Sukasari memiliki potensi geowisata cukup besar, namun belum memanfaatkan lokasinya yang cukup strategis, dilalui oleh satu jalan besar yang menghubungkan Kota Pandeglang dengan Labuan di sebelah barat (Gambar 1). Aspek geowisata di Desa Sukasari juga sangat menarik, mulai dari geomorfologinya yang memperlihatkan bentang alam vulkanik berupa bentuk kaldera dan strato serta warisan budaya berupa situs megalitikum. Secara hierarki, suatu bentuk bentang alam merupakan suatu fitur geowisata yang mudah menarik minat wisatawan (Gambar 2) berdasarkan klasifikasi menurut Dowling dan Newsome (2006).



Sumber: Dowling & Newsome (2006, 6)

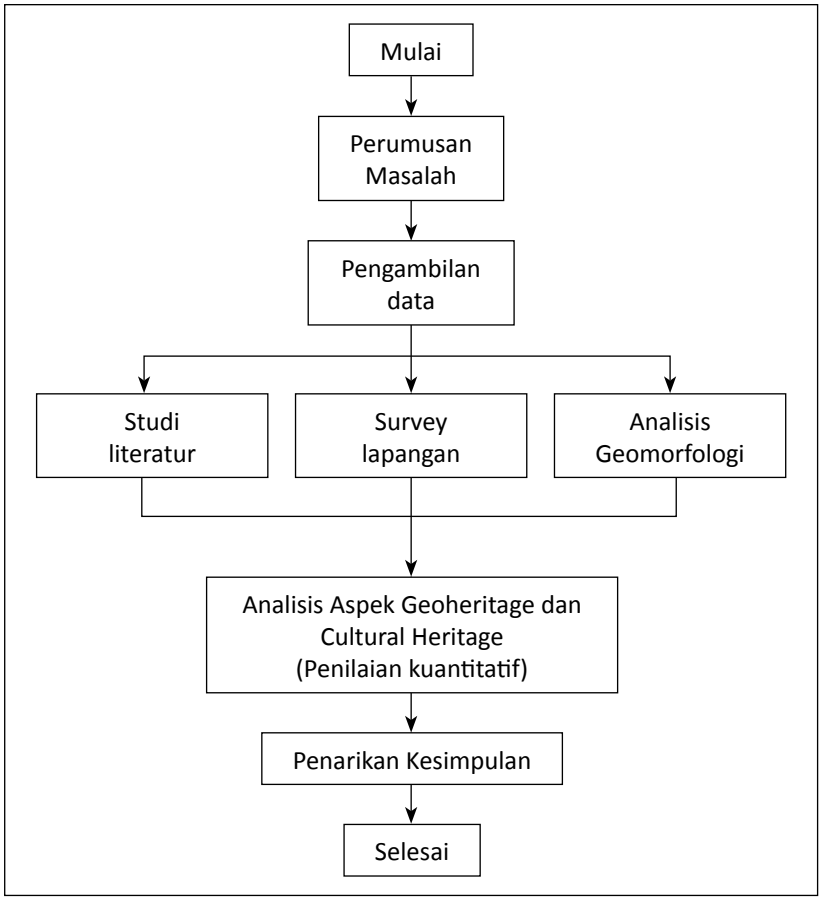
Gambar 2. Hierarki Fitur Geowisata pada Ketertarikan Wisatawan terhadap Potensi Geowisata

B. METODE

Penelitian ini menggunakan empat metode, yaitu analisis geomorfologi untuk mengetahui warisan geologi dalam bentuk bentang alam yang ada di Desa Sukasari dan sekitarnya dengan menggunakan klasifikasi *landform classification* (Brahmantyo & Bandono, 2006), survei lapangan untuk mengetahui kondisi kelayakan pada daerah penelitian, penginderaan jarak jauh, serta penilaian kuantitatif tiap titik lokasi pengamatan geowisata berdasarkan menurut klasifikasi Kubalíková (2013) (Lampiran 1).

Dari latar tersebut, penulis menarik suatu permasalahan, apakah Desa Sukasari pantas untuk dikembangkan sebagai daerah potensi geowisata. Tujuan penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

adalah untuk mengetahui besarnya potensi geowisata Desa Sukasari, baik dari segi geomorfologi maupun warisan budayanya, dan memublikasikan berbagai potensinya agar potensi wisata yang dimiliki daerah tersebut dapat diketahui.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

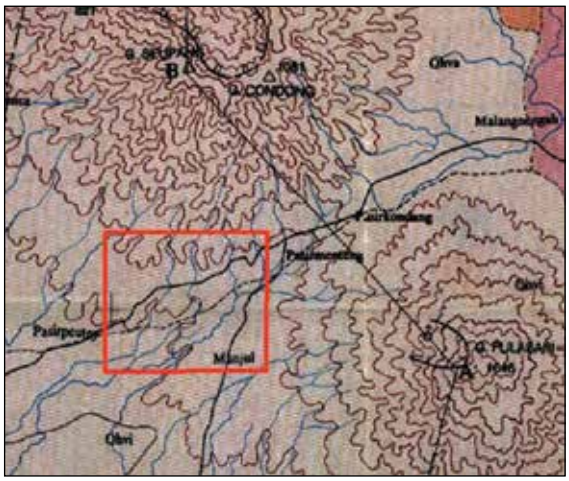
Survei lapangan dilakukan untuk menentukan berbagai lokasi pengamatan penting pada daerah penelitian dengan total sembilan titik, mencakup titik pengamatan geomorfologi, kearifan lokal, warisan budaya, dan lokasi Desa Sukasari itu sendiri (Lampiran 2).

Penulis menggambarkan titik lokasi pengamatan dengan bantuan data foto udara untuk mengetahui penyebarannya. Suatu kawasan dapat dikatakan sebagai geowisata jika memiliki aspek warisan geologi (*geoheritage*) dan warisan budaya (*cultural heritage/ landscape*) (Gordon, 2018).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Aspek Warisan Geologi

Secara warisan geologi, Desa Sukasari memiliki ciri khas sebagai desa dengan bentang alam yang diapit oleh Gunung Aseupan (1.177 m) dan Gunung Pulosari (1.346 m) dan dibuktikan berdasarkan analisis geomorfologi bahwa Desa Sukasari berada pada satuan geomorfologi dataran antar-gunung api.



Sumber: Santosa (1991)

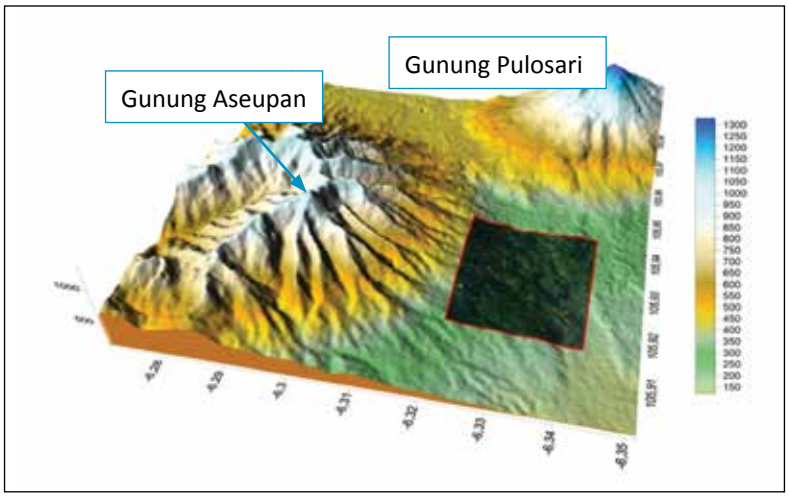
Gambar 4. Daerah Penelitian (ditandai kotak merah)

Daerah penelitian sendiri memiliki enam satuan geomorfologi, antara lain Dinding Kaldera Gunung Aseupan, Dataran Kaldera Gunung Aseupan, Dataran Kaki Gunung Api Aseupan, Dataran Antar-Gunung Api Sukasari, Kerucut Gunung Api Pulosari, dan Kerucut Gunung Api lain (Lampiran 3). Analisis ini menandakan bahwa daerah penelitian didominasi secara genetika oleh morfologi vulkanik.

Morfologi gunung api di daerah penelitian secara genetika terbentuk akibat aktivitas vulkanik. Gunung Pulosari dan Gunung Aseupan diduga memiliki kegiatan vulkanik yang aktif pada Pleistosen Akhir dan terus meningkat sampai Holosen sehingga menghasilkan bentang alam yang terjadi pada saat ini. Berdasarkan peta geologi regional lembar Anyer (Santosa, 1991), terdapat satuan batuan gunung api muda (Qhv) pada daerah penelitian (Gambar 4) yang terdiri atas litologi breksi gunung api, lava, tufa, aliran lahar, serta hasil letusan gunung api lainnya.

Gunung Aseupan dan Gunung Pulosari memiliki dua morfologi yang berbeda (Gambar 5) sehingga dapat dijadikan sebagai titik pengamatan morfologi di sekitar Desa Sukasari. Gunung Pulosari memiliki morfologi *stratovolcano* dengan ciri khas berbentuk kerucut akibat adanya tumpukan bahan lava berlapis dan piroklastika yang dikeluarkan ketika erupsi (Sigurdsson dkk., 1999) sehingga *stratovolcano* umumnya memiliki elevasi yang cukup tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Peta 3D Desa Sukasari dan Ketampakan Morfologi Sekitar Daerah Penelitian



Gambar 6. Peta Desa Sukasari dan Sekitarnya (ditandai kotak merah) via *Google Earth* serta Penampang Permukaan (ditandai garis biru)

Sementara itu, Gunung Aseupan memiliki morfologi kaldera terpotong (*dissected caldera*) dengan ciri khas kawah besar yang terbentuk akibat penurunan dataran pada kawah (*subsidence*) yang disebabkan oleh letusan sangat besar sehingga badan dari gunung api yang memiliki umur batuan lebih tua menghilang atau terhempaskan. Namun, proses *subsidence* pada Gunung Aseupan berjenis *trapdoor subsidence* yang pada prosesnya terjadi akibat penurunan dataran pada kawah sebagian (*partial subsidence*) dengan asumsi disebabkan oleh bentuk dapur magma yang asimetris (Sigurdsson dkk., 1999) sehingga menghasilkan bentukan bukaan kaldera kearah barat laut (Gambar 6 dan 7).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pengkajian lebih lanjut dari bentukan pola aliran sungai yang hadir pada kedua gunung (Lampiran 4) memperlihatkan perbedaan pola aliran sungai. Berbeda dengan Gunung Aseupan, Gunung Pulosari memiliki pola aliran sungai radial sentrifugal yang mencerminkan hasil pembentukan morfologi *stratovolcano* atau morfologi vulkanik (Howard, 1967). Sedangkan Gunung Aseupan mempunyai pola aliran Radial Sentripetal yang terbentuk akibat pembentukan morfologi gunung api kaldera.



Gambar 7. Penampang barat laut-tenggara Gunung Aseupan yang menggambarkan bukaan cincin kaldera di bagian barat laut

2. Aspek Warisan Budaya

Selain warisan geologi, Desa Sukasari juga memiliki warisan budaya berupa situs arkeologi di sebelah barat daya, yakni Batu Goong. Menurut Prijono (2013), terdapat beberapa fitur dan artefak di situs Batu Goong (Gambar 8 dan 9), antara lain menhir, umpak, palinggih, tektek, dan bidang pukul. Di sebelah barat daya dari situs ini juga terdapat mata air Citaman yang saat ini dimanfaatkan masyarakat sebagai tempat rekreasi.

Keberadaan mata air Citaman (Gambar 10) dekat dengan situs Batu Goong menandakan suatu gambaran yang mendukung pernah adanya aktivitas manusia yang memanfaatkan sumber daya alam (sumber air) pada masa lampau. Selain itu, keberadaan mata air sebagai sumber air sebagai sarana bersuci tampak memberikan indikasi yang kuat bahwa situs Batu Goong dan mata air Citaman sebenarnya merupakan sebuah komplek megalitik (Prijono, 2013).

Vegetasi tanaman hutan tropis tumbuh di sekitar kawasan situs ini, antara lain kedoya (*Dysoxylum Gaudichaudianum*), kiara (*Ficus roxburgii*), terep (*Artocarpus elastica*), melinjo (*Gnetum gnemon*), jati ambon (*Tectonia grandis*), waru (*Hibiscus teliaceus*), sengon (*Albizzia chinensis*), dan cempedak (*Artocarpus champeden*) (Prijono, 2013).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 8. Situs Batu Goong yang terletak di lokasi penelitian L9, tepatnya di sebelah barat daya Desa Sukasari



Gambar 9. Situs Batu Goong di Lokasi Penelitan L9

3. Titik Pandang Gunung Aseupan

a. Lokasi

Terdapat dua lokasi titik pandang penelitian, yaitu L2 dan L6 (Lampiran 2), yang dapat ditempuh melalui jalur darat sekitar 10 menit dari Desa Sukasari dan 45 menit dari Kota Pandeglang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10. Mata Air Citaman di lokasi penelitian L8 saat ini dimanfaatkan masyarakat setempat sebagai tempat rekreasi

b. Kuantifikasi

Analisis kuantifikasi berdasarkan klasifikasi Kubalíková (2013) menunjukkan Gunung Aseupan mendapatkan nilai 62,5% untuk pendekatan ilmiah dan intrinsik, 37,5% untuk pendidikan, 50% untuk ekonomi, 62,5% untuk konservasi, dan nilai tambahan sebesar 71,43 %. Total nilai kelayakan yang didapatkan oleh Gunung Aseupan adalah 57%.

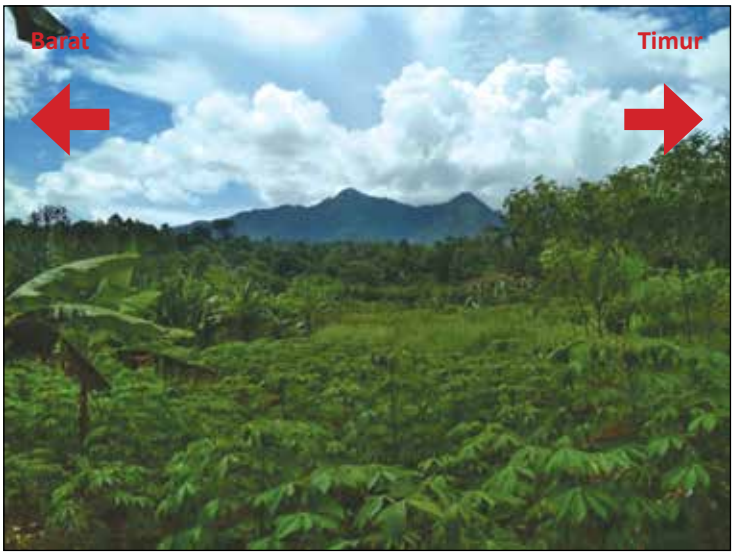
c. Kondisi Geomorfologi

Gunung Aseupan memiliki morfologi gunung api kaldera terpotong (*dissected caldera*) yang mencerminkan genetika morfologi vulkanik dengan elevasi tertinggi 1.177 m. Berdasarkan hasil analisis, terdapat tiga satuan geomorfologi di Gunung Aseupan, yaitu dinding kaldera Gunung Aseupan, dataran kaldera Gunung Aseupan, dan dataran kaki Gunung Api Aseupan.

d. Produk Daya Tarik Wisata

Daya tarik wisata yang ditawarkan oleh Gunung Aseupan adalah pemandangan dinding kaldera dan dataran kaki gunung yang cocok dijadikan latar belakang fotografi. Selain itu, titik pandang Gunung Aseupan berada pada jalur *tracking* Desa Sukasari yang dapat membuatnya menjadi titik informasi umum bagi para wisatawan dan nilai pendidikan bagi para pelajar daerah setempat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11. Ketampakan Morfologi Dinding Kaldera Gunung Api Aseupan di Lokasi L2



Gambar 12. Ketampakan Morfologi Dinding Kaldera dan Kaki Gunung Api Aseupan di Lokasi L6

4. Titik Pandang Gunung Pulosari

a. Lokasi

Terdapat dua titik pandang Gunung Pulosari, yaitu lokasi penelitian L4 (Lampiran 2.). Lokasi titik pandang ini dapat ditempuh melalui jalur darat sekitar 5 menit dari Desa Sukasari dan sekitar 45 menit dari Kota Pandeglang. Lokasi titik pandang ini juga tidak jauh dari jalan raya setempat sehingga mudah untuk dijangkau.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Kuantifikasi

Hasil analisis kuantifikasi berdasarkan klasifikasi Kubalíková (2013) menunjukkan Gunung Pulosari mendapatkan nilai total kelayakan sebesar 60% dengan rincian 62,5% untuk nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik, 37,5% untuk nilai pendidikan, 66,67% untuk nilai ekonomi, 62,5% untuk nilai konservasi, dan nilai tambahan sebesar 71,43 %.

c. Kondisi Geomorfologi

Gunung Pulosari memiliki morfologi gunung api strato (*stratovolcano*) yang mencerminkan genetika morfologi vulkanik dengan elevasi tertinggi 1.346 m. Berdasarkan analisis, terdapat dua satuan geomorfologi di Gunung Pulosari, yaitu satuan geomorfologi dataran antar-Gunung Api Sukasari dan satuan geomorfologi Kerucut Gunung Api Pulosari.

d. Produk Daya Tarik Wisata

Pemandangan tipe gunung api strato dan dataran kaki Gunung Pulosari dapat dimanfaatkan sebagai penampakan latar belakang fotografi. Selain itu, titik pandang ini juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana belajar siswa setempat dalam membedakan bentukan Gunung Api Pulosari dan gunung api lain yang tidak jauh dari lokasi (Gunung Aseupan).

5. Titik Pandang Situs Batu Goong

a. Lokasi

Terdapat dua titik pandang Situs Batu Goong di lokasi penelitian, yaitu L8 dan L9 (Lampiran 2). Lokasi ini dapat ditempuh melalui jalur darat sekitar 8 menit dari Desa Sukasari dan sekitar 45 menit dari Kota Pandeglang.



Gambar 13. Ketampakan Morfologi Gunung Api Pulosari Berbentuk Strato dan Dataran Kaki Gunung Api di Lokasi L4

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Kuantifikasi

Analisis kuantifikasi berdasarkan klasifikasi Kubalíková (2013) menunjukkan situs Batu Goong mendapatkan nilai 62,5% untuk pendekatan ilmiah dan intrinsik, 37.5% untuk pendidikan, 33,33% untuk ekonomi, 87,5% untuk nilai konservasi, dan nilai tambahan sebesar 57,14%. Total nilai kelayakan yang didapatkan situs Batu Goong sebesar 56%.

c. Produk Daya Tarik Wisata

Situs Batu Goong berupa situs megalitik menjadi titik warisan budaya untuk menarik minat wisatawan. Selain itu, keberadaan berbagai tumbuhan tropis di sekitar situs dapat dijadikan baha pembelajaran pelajar setempat di samping nilai ilmu warisan budaya dan sejarah.



Gambar 14. Salah satu akses menuju situs Batu Goong dan Mata Air Citaman di lokasi L7 yang perlu diperbaiki oleh pemerintah setempat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa Desa Sukasari dan sekitarnya memiliki tiga titik pandang yang memiliki nilai kelayakan geowisata berdasarkan klasifikasi Kubalíková (2013), yakni titik pandang Gunung Aseupan (57%), titik pandang Gunung Pulosari (60%), dan titik pandang situs Batu Goong (56%). Berdasarkan nilai kelayakan tersebut, tiga titik pandang dinilai layak untuk menjadi titik lokasi geowisata Desa Sukasari, namun perlu pengembangan sarana dan prasarana guna meningkatkan nilai kelayakan dan dapat menciptakan kenyamanan bagi para pengunjung atau wisatawan.

E. SARAN

Saran penulis terhadap pemerintah setempat agar dapat meningkatkan dan mulai menyosialisasikan potensi geowisata yang dimiliki oleh Desa Sukasari kepada masyarakat setempat sehingga dapat menjadi lahan mata pencaharian bagi masyarakat setempat untuk meningkatkan taraf ekonomi. Selain itu, diperlukan penanganan dan perbaikan jalan umum menuju titik lokasi yang berpotensial menjadi lokasi wisata, salah satunya lokasi penelitian L7 (Gambar 14), untuk memudahkan akses, baik untuk penduduk setempat maupun wisatawan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh masyarakat Desa Sukasari yang telah membantu penulis dalam melakukan survei lapangan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Sofyan Rachman dan Bapak Eddy Sugiarto yang telah membantu penulis dalam pembuatan makalah ini.

DAFTAR ACUAN

Brahmantyo, B. & Salim, B. (2006). Klasifikasi bentuk muka bumi (landform) untuk pemetaan geomorfologi pada skala 1:25.000 dan aplikasinya untuk penataan ruang. *Jurnal Geoaplika*, *1*(2), 71–78.

Dowling, R.K. & Newsome, D. (Eds.). (2006). *Geotourism sustainability, impacts and management*. Burlington, Massachussets, AS: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Gordon, J.E. (2018). Geoheritage, geotourism, and the cultural landscape: Enhancing the visitor experience and promoting geoconservation. *MDPI Journal Geosciences*, *8*(4), 136–160.

Hermawan, H. & Ghani, Y.A. (2018). Geowisata solusi pemanfaatan kekayaan geologi yang berwawasan lingkungan. *Jurnal Sains Terapan Geowisata*, *3*(3), 391–408.

Howard, A.D. (1967). *Drainage analysis in geologic interpretation: A summation*. *AAPG Bulletin*, *51*(11), 2246–2259.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, *2*(2), 80–104.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Prijono, S. (2013). Situs Batu Goong di Desa Sukasari, Pandeglang: Kajian aspek arkeologis. *Jurnal Hasil Penelitian dan Pengembangan Arkeologi*, *2*(1), 118–130.

Santosa, S. (1991). *Peta geologi lembar Anyer, Jawa Barat*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sigurdsson, H., Houghton, B., Rymer, H., Stix, J., & McNutt, S. (1999). *Encyclopedia of volcanoes* (1st Edition). Cambridge, Massachussets, AS: Academic Press.

Stueve, A.M., Cook, S.D., & Drew, D. (2002). *The geotourism study: Phase 1 executive summary.* Washington D.C., AS: National Geographic Traveller, Travel Industry Association of America.

van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 1.

Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik		Bobot
Integritas (A)	Lokasi *site* rusak parah	0
	Lokasi *site* rusak, tapi masih dapat terlihat lingkungan abiotiknya	0,5
	Site tanpa kerusakan	1
Keunikan/kekhasan (jumlah *site* yang mirip dengan *site* tersebut) (B)	Lebih dari 5	0
	2–5 *site* yang mirip	0,5
	Hanya 1 *site* tersebut	1
Keberagaman jumlah proses - proses geomorfik yang berbeda yang dapat terlihat keberagamannya (C)	Hanya 1 fitur/proses yang terlihat	0
	2–4 fitur/proses terlihat	0,5
	lebih dari 5 fitur/proses terlihat	1
Apakah *site* pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	*Site* tidak diketahui	0
	Pada paper ilmiah setingkat nasional	0,5
	Diketahui secara luas oleh masyarakat global	1
Nilai Pendidikan		**Bobot**
Keterwakilkan, kejelasan dan proses / fitur yang ada (A)	Keterwakilkan/kejelasan rendah, alias tidak jelas	0
	Keterwakilkan/kejelasan medium, dapat dikenali oleh akademisi	0,5
	Keterwakilkan/kejelasan tinggi, dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Penggunaan pedagogi (B)	Nilai karakter yang rendah dan tanpa penggunaan unsur/proses pendidikan	0
	Ada nilai karakter tetapi penggunaan unsur pendidikan yang terbatas	0,5
	Nilai karakter yang tinggi dan potensi unsur pendidikan yang tinggi, aspek geowisata yang tinggi	1
Apakah telah ada produk pendidikan di *site* tersebut? (C)	Tidak ada petunjuk informasi	0
	Ada *leaflets,* peta,, laman internet	0,5
	Ada panel informasi di lokasi *site* tersebut	1
Penggunaan nyata atau aktual dari *site* tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tidak ada penggunaan untuk pendidikan	0
	Digunakan untuk ekskursi atau *fieldtrip* khusus bagi siswa	0,5
	Tempat umum untuk dikunjungi *public*	1

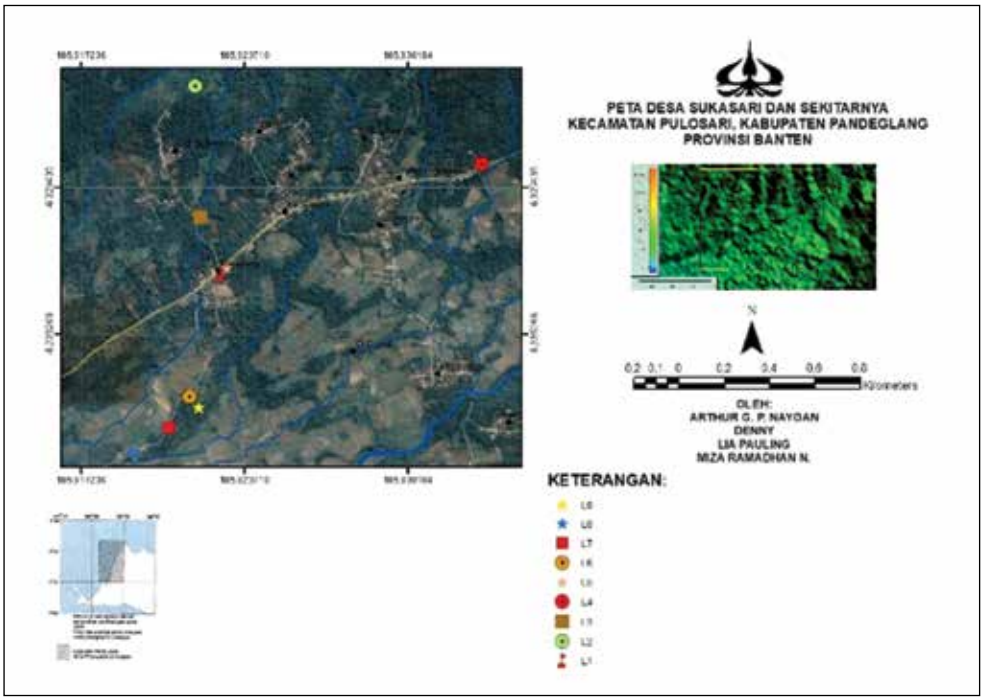
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai Ekonomi		**Bobot**
Daya akses (A)	Lebih dari 1 km dari lokasi parkir	0
	Kurang dari 1 km dari lokasi parkir	0,5
	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi publik	1
Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata (B)	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas pariwisata yang tela ada	0
	5–10 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	0,5
	Kurang dari 5 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	1
Produk Lokal Terkait (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan situs wisata	0
	Beberapa produk terkait	0,5
	Pusat beberapa produk tertentu	1
Nilai Konservasi		**Bobot**
Risiko nyata atau sudah jelas-jelas ada seperti misalnya Banjir Rob untuk *site* di pesisir (A)	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
	Ada risiko yang dapat mengganggu	0,5
	Risiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Risiko yang masih berpotensial, belum terjadi (B)	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
	Ada risiko yang dapat mengganggu	0,5
	Risiko yang sangat rendah bahan tanpa ada ancaman	1
Status terbaru dari *site* tersebut (C)	Proses perusakan terus terjadi	0
	Site rusak, tetapi ada manajemen untuk mencegahnya	0,5
	Tidak ada proses perusakan	1
Perlindungan undang-undang/Perda tentang *site* tersebut (D)	Tidak ada hukum yang melindungi	0
	Baru bersifat pengajuan	0,5
	Sudah ada Perda/hukum untuk mengkonservasinya	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

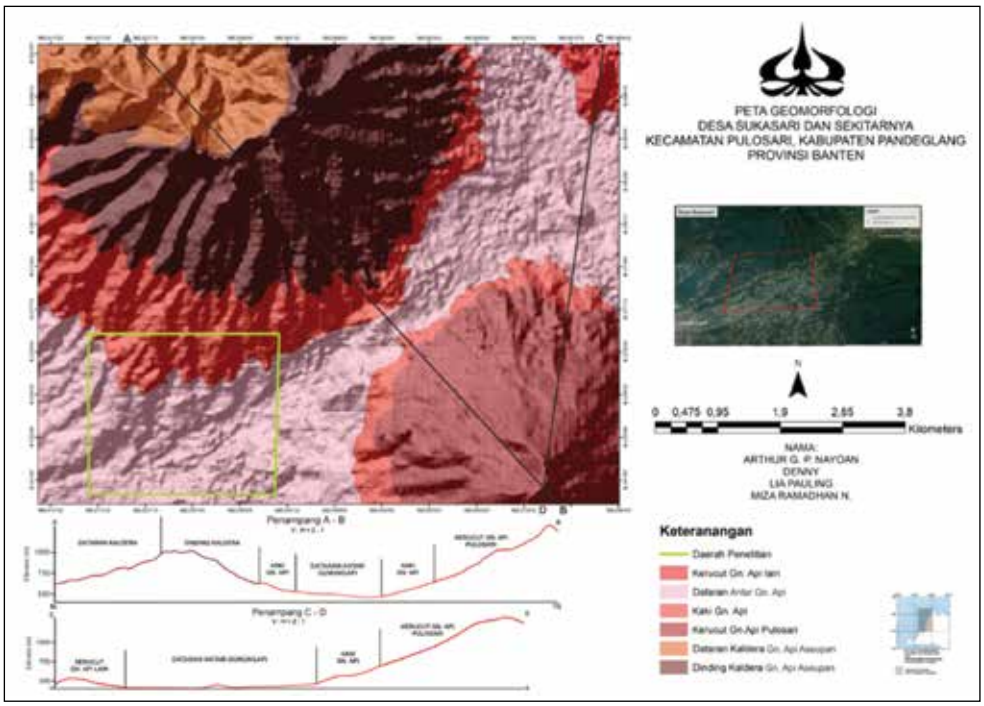
Nilai Tambahan		Bobot
Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan *site* tersebut (A)	Tidak ada unsur budaya	0
	Ada unsur budaya, namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0,5
	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik, misalnya mistik	1
Nilai Ekologi (B)	Tidak penting karena kurangnya mahluk hidup	0
	Ada pengaruh, tetapi tidak terlalu penting	0,5
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1
Nilai Estetika (C)	1 Warna	0
	2–3 Warna	0,25
	Lebih dari 3 warna	0,5
Jumlah Warna (D)	Hanya 1 pola	0
	2 atau 3 pola yang dapat dibedakan	0,25
	Lebih dari 3 pola	0,5
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	Tidak ada	0
	Satu (1) sampai dua (2)	0,25
	3 atau lebih	0,5

LAMPIRAN 2.

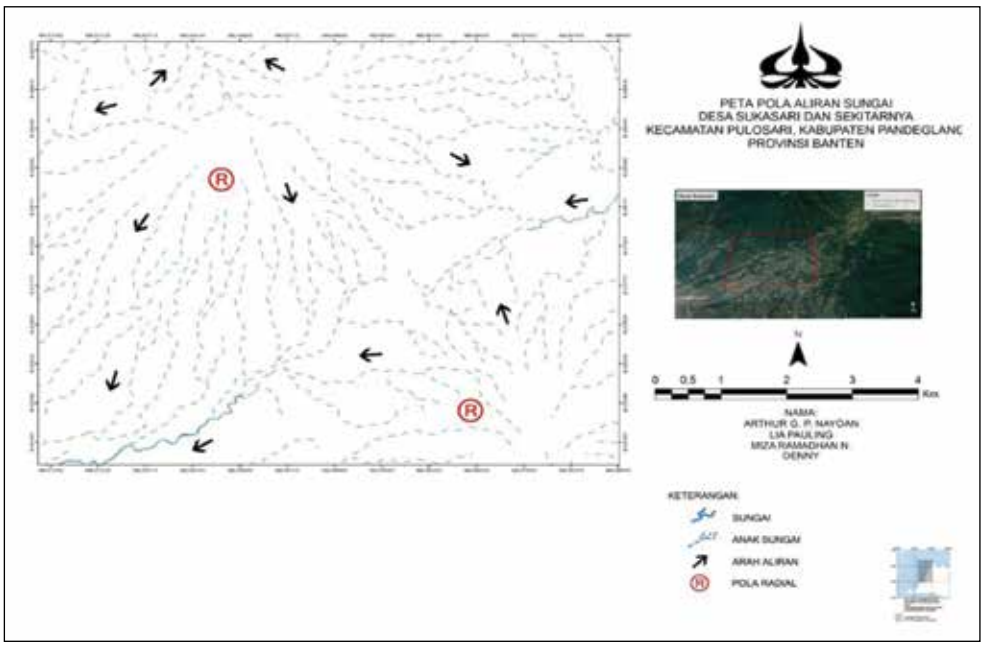


Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 3.



LAMPIRAN 4.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 5.

Parameter	Gunung Aseupan	Gunung Pulosari	Situs Batu Goong
Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik			
A	1	1	1
B	0,5	0,5	1
C	0,5	0,5	0
D	0,5	0,5	0,5
%	62,5	62,5	62,5
Nilai Pendidikan			
A	0,5	0,5	0,5
B	1	1	0,5
C	0	0	0
D	0	0	0,5
%	37,5	37,5	37,5
Nilai Ekonomi			
A	0,5	0,5	0,5
B	0,5	1	0,5
C	0,5	0,5	0
%	50	66,67	33,33
Nilai Konservasi			
A	1	1	1
B	0,5	0,5	0,5
C	1	1	1
D	0	0	1
%	62,5	62,5	87,5
Nilai Tambahan			
A	0	0	1
B	1	1	0,5
C	0,5	0,5	0,25
D	0,5	0,5	0,25
E	0,5	0,5	0
%	71,43	71,43	57,14
Jumlah (%)	**57**	**60**	**56**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG: BENTANG ALAM KARST DI ATAS LANTAI SAMUDRA PURBA

KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG GEOPARK: AN AMAZING KARST LANDSCAPE ABOVE THE ANCIENT OCEANIC FLOOR

[1*]Chusni Ansori, [1]Puguh Dwi Rahardjo , [1]Edy Hidayat, [2]Junaedi Fathurahman

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung-LIPI,
Jl. Karangsambung Km-19, Kebumen 54353,
[2]Ketua Harian Badan Pengelola Geopark Karangsambung-Karangbolong
[1*]Pos-el: ansorich.63@gmail.com; chus001@lipi.go.id

ABSTRACT

Karangsambung Karangbolong Geopark (hereinafter will be abbreviated as GKK), a national geopark since october 2018, has a karst landscape above the ancient ocean floor. GKK has one unique thing that makes it different than the other geoparks, it has six periods of geological history with an amazing landscape and complete rocks. Ciletuh UGG covers four periods of geological history at the bottom, while UGG Gunung Sewu covers four geological historical periods at the top. The geological history of the GKK began at the early of Java formation in the Cretaceous-Paleocene era (117–55 million years ago (mya)) as a mixture of oceanic, continent, and metamorphic rocks of Luk Ulo Mélange Complex subduction zone. The second stage is deep-sea sedimentation as olistostrome of the Karangsambung and Totogan Formations (55–25 mya). The third stage is the OAF Ancient Volcano as Waturanda and Gabon Formation (25–16 mya). The fourth stage is carbonating rocks as Penosogan and Peniron Formation (16–10 mya). The Peniron Formation is dominated by reef limestone forming a cockpit karst, caves, and underground rivers. The fifth stage is Halang Ancient Volcano Formation (10–2 mya) and the sixth stage is alluvial and beaches deposits (< 2 mya). The geopark area is 543,599 km², included 12 Subdistricts and 117 villages, 41 geological sites, 8 biological sites, and 10 cultural sites, which produce interesting tourist attractions. The northern part as a geological field camp and geotourism, the central region as Gombong heritage and the southern region as beach and caves. The integration of the three regions supports the geopark's mission for conservation, education, and empowerment of the local economy.

Keywords: *GKK, periods of earth history, ancient ocean floor, cockpit karst, geosite*

ABSTRAK

Geopark Karangsambung Karangbolong (GKK) menyandang status sebagai *geopark* nasional sejak Oktober 2018 dengan bentang alam karst di atas lantai samudra purba. Keunikan GKK terletak pada sejarah geologinya yang mencakup enam periode dengan kelengkapan batuan dan panorama alamnya. UGG Ciletuh mencakup empat periode sejarah geologi di bagian bawah, sedangkan UGG Gunung Sewu mencakup empat periode sejarah geologi di bagian atas. Sejarah geologi

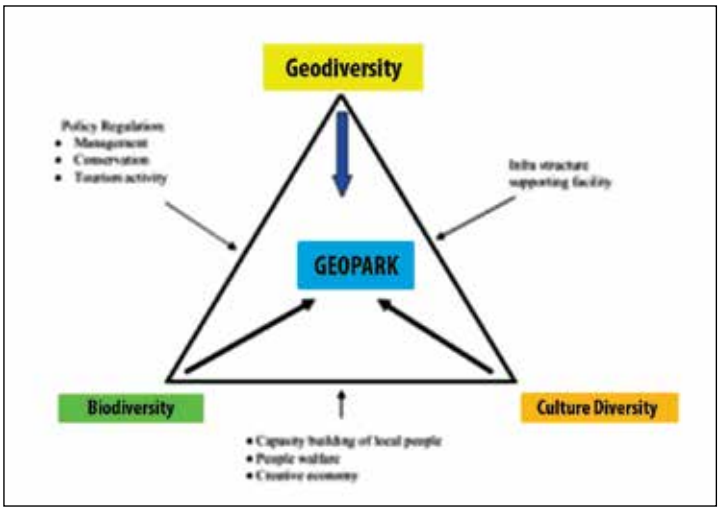
Buku ini tidak diperjualbelikan.

GNKK dimulai sejak masa awal pembentukan Jawa pada zaman Kapur-Paleosen (117–55 juta tahun lalu) berupa campuran batuan lantai samudra dan metamorf hasil penunjaman lempeng pada Kompleks *Mélange* Luk Ulo. Tahap kedua berupa sedimentasi longsoran laut dalam (55–25 juta tahun lalu) yang menghasilkan olistostrome Formasi Karangsambung dan Totogan. Tahap ketiga, masa Gunung Api Purba OAF (25–16 juta tahun lalu), membentuk batuan vulkanik Formasi Waturanda dan Formasi Gabon. Tahap keempat merupakan masa pembentukan paparan karbonat (16–10 juta tahun lalu) yang membentuk Formasi Penosogan dan Formasi Peniron. Formasi Peniron didominasi batu gamping terumbu membentuk *cockpit* karst dengan sungai bawah tanah. Tahap kelima merupakan masa pembentukan Gunung Api Purba Halang (10–2 juta tahun lalu) yang membentuk endapan vulkanik Formasi Halang. Pada tahap keenam, endapan aluvial dan pantai terbentuk kurang dari dua juta tahun lalu. Kawasan *geopark* seluas 543.599 km^2 mencakup 12 kecamatan dan 117 desa, 41 situs geologi, 8 situs biologi, dan 10 situs budaya yang berinteraksi dan menghasilkan atraksi wisata menarik. Bagian utara merupakan kampus lapangan geologi dan geowisata, kawasan tengah merupakan kota pusaka Gombong, dan kawasan selatan berupa pantai dan gua. Keterpaduan ketiga kawasan tersebut menunjang misi *geopark* untuk konservasi, edukasi, dan pemberdayaan ekonomi lokal.

Kata kunci *: GKK, periode sejarah bumi, lantai samudra purba, cockpit karst, geosite*

A. PENDAHULUAN

Geopark, secara terminologi, merupakan singkatan dari *geological park* atau taman bumi. Jika ditinjau lebih mendalam, *geopark* merupakan suatu wilayah geografis yang terbentuk atas beberapa unsur, di antaranya situs warisan geologi (*geosite*) yang berada di kawasan warisan geologi (*geoheritage*). *Geopark* terdiri atas keragaman geologi (*geodiversity*), keanekaragaman hayati (*biodiversity)*, dan kawasan dengan keragaman budaya (*cultural diversity*).



Sumber: Ansori (2018)

Gambar 1. Geopark tersusun dari tiga pilar utama, yakni keragaman geologi, biologi, dan budaya untuk keperluan konservasi, edukasi, dan pengembangan ekonomi lokal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geopark merupakan wilayah tunggal yang terbentuk atas beberapa elemen yang kemudian dikelola untuk keperluan konservasi, edukasi, dan pembangunan perekonomian rakyat. Dalam upaya pengelolaan kawasan, pemerintah daerah dengan masyarakat setempat bertanggung jawab untuk menjaga dan merawat kawasan tersebut.

Berdasar Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2019 Pasal 11, tingkatan status *geopark* mencakup *geopark* nasional dan UNESCO *global geopark*. Status nasional diberikan pada *geopark* yang telah memenuhi syarat sebagai *geopark* nasional dan telah ditetapkan oleh menteri yang tugas dan fungsinya menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang geologi berdasarkan usulan dari pengelola *geopark* melalui gubernur sesuai kewenangannya. Sementara itu, UNESCO *global geopark* merupakan *geopark* yang telah memperoleh penetapan dari Badan Eksekutif UNESCO.

Menurut UNESCO (2006), *geopark* adalah kawasan lindung dengan elemen geologi yang luar biasa, termasuk nilai-nilai arkeologi, ekologi, dan budaya, di mana masyarakat lokal diundang untuk berpartisipasi dalam melindungi dan meningkatkan fungsi warisan alam. Berbagai elemen utama, termasuk keanekaragaman geologi, hayati, dan budaya, memiliki tujuan akhir melindungi keanekaragaman bumi (*geodiversity*), pelestarian lingkungan, dan pendidikan ilmu bumi yang lebih luas. *Global Geopark Network* (GGN) (UNESCO, 2006) mendefinisikan *geopark* sebagai daerah dengan batas jelas yang memungkinkan pembangunan lokal berkelanjutan, baik pada aspek sosial, ekonomi, budaya, dan lingkungan. Konsep pengembangan kawasan dilakukan dengan mengelola *multi stakeholder* mampu memberikan dampak regional secara signifikan untuk konservasi, pendidikan, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat di kawasan sekitarnya berdasarkan aktivitas pariwisata hijau berkelanjutan (*green tourism*).

Indonesia yang dikenal dunia sebagai "Zamrud Khatulistiwa" karena kekayaan alamnya yang berlimpah mencakup aneka ragam sumber daya hayati dan nirhayati (sumber daya geologi) yang tersebar luas di seluruh Nusantara, baik di wilayah daratan maupun perairan. Kekayaan tersebut dikarenakan posisi geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa dan posisi geologi Indonesia yang merupakan tempat pertemuan (interaksi) antara tiga megalempeng dunia. Secara komparatif, Indonesia memiliki enam keunggulan komparatif untuk pengembangan *geopark*, antara lain

1. posisi geografis dan geologis Indonesia yang dihasilkan dari pertemuan tiga lempeng bumi,
2. variasi aspek iklim, udara, dan tanah,
3. negara maritim dengan 17.000 pulau dan variasi ekosistem laut,
4. fenomena *geodiversity* yang sangat beragam,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

5. fenomena *biodiversity* terlengkap, dan
6. fenomena *culturediversity* dengan semboyan Bhinneka Tunggal Ika yang masih mengakar.

Saat ini terdapat 147 UNESCO *Global Geopark* (UGG) di seluruh dunia, 4 di antaranya berada di Indonesia, yakni UGG Cileteuh, UGG Gunung Sewu, UGG Gunung Batur, dan UGG Gunung Rinjani. Berdasarkan data Komite Nasional Geopark Indonesia (2019), ada 15 lokasi *geopark* nasional, yakni Kaldera Toba, Natuna, Ngarai Sianuk Maninjau, Sawahlunto, Ranah Minang Silokek, Merangin-Jambi, Belitung, Pongkor, Karangsambung-Karangbolong, Bojonegoro, Banyuwangi, Meratus, Karst Maros Pangkep, Tambora, dan Raja Ampat. Sementara itu, berdasarkan data hasil penelitian Oktariadi (2019), sebagaimana disampaikan oleh kepala Badan Geologi (2019), terdapat 110 lokasi berpotensial menjadi *geopark* di Indonesia yang tersebar hampir di seluruh provinsi.

Geopark telah terbukti memberikan pengaruh ekonomi yang signifikan terhadap pengembangan ekonomi daerah. Data yang terhimpun dari *Geopark* Gunung Sewu, jumlah kunjungan sebelum ditetapkan sebagai *Geopark Nasional* pada tahun 2012 sebanyak 2,01 juta pengunjung dengan pendapatan asli daerah (PAD) Rp8,81 miliar. Jumlah tersebut naik pada tahun 2014 menjadi 2,75 juta pengunjung dengan PAD Rp20,91 miliar dan 5,58 juta pengunjung pada tahun 2017 yang menghasilkan PAD sebesar Rp41,5 miliar (Geopark Gunung Sewu, 2018). Data yang dihimpun oleh tim *Task Force* RMGG, Kementerian ESDM, hingga bulan Juni 2016 menunjukkan bahwa jumlah pengunjung kawasan *geopark* di Indonesia sebanyak 5.624.493 orang untuk wisatawan domestik dan 642.000 orang wisatawan mancanegara dengan pendapatan lebih dari Rp3,5 triliun (KNGI, 2019).

Topografi Kebumen dari utara hingga selatan berupa rangkaian perbukitan-pegunungan kompleks *mélange*, perbukitan-pegunungan lipatan, dataran aluvial, dataran pantai, dan perbukitan karst. Daerah Karangsambung yang termasuk kawasan cagar alam geologi secara fisiografis termasuk ke dalam Zona Pegunungan Serayu Selatan (van Bemmelen, 1949). Secara stratigrafi, batuan yang terdapat di Karangsambung terdiri atas batuan dengan umur Kapur hingga Kuarter (Asikin, Harsolumakso, Busono, & Gafoer, 1992; Prasetyadi, 2007). Berdasarkan penelitian terhadap sampel sekis mika dan filit umur dari Kompleks Mélange Luk Ulo berkisar 85–117 juta tahun yang lalu (jtl) (Ketner dkk., 1976). Berdasarkan sampel batuan metamorf tekanan tinggi atau temperatur rendah, yaitu epidot amfibolit dengan metode penanggalan Rb/Sr, diketahui bahwa batuan metamorf ini memiliki umur berkisar 117–119 jtl (Hoffmann, Bröcker, Setiawan, Klemd, Berndt, Maulana, & Baier, 2019). Dari hasil penanggalan dengan metode K-Ar terhadap sampel batuan ultramafik, didapatkan umur batuan yang berkisar 67–85 jtl (Suparka, 1988).

Kawasan Bentang Alam Karst Gombong terdapat di bagian selatan. Berdasarkan Permen ESDM No. 17/2012, KBAK merupakan kawasan lindung geologi dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

luas 4.089 ha. Kawasan bentang alam karst mempunyai ciri-ciri bentuk endokarst, meliputi mata air permanen, bukit karst, *doline, uvala, polje*, dan telaga, serta eksokarst berupa sungai bawah tanah dan speleotem. Kriteria bentuk endokarst dan eksokarst meliputi fungsi ilmiah sebagai imbuhan air tanah dan media penyimpan air tanah, serta ketersediaan mata air permanen dan gua/sungai bawah tanah. Sekitar sembilan komoditas potensi tambang berupa batu gamping, andesit, fosfat, *bentonite*, kaolin, *trass*, mangan, emas, serpih bitumen, juga ditemukan di kawasan ini (Ansori, 2011). Penambangan yang telah dilakukan untuk beberapa bahan tambang dan sisanya masih dalam tahap eksplorasi tersebut mengalami penolakan oleh warga sekitar. Di sisi lain, pemanfaatan kawasan ini untuk pariwisata juga telah berkembang pesat dan terbukti memberi kemajuan signifikan pada ekonomi masyarakat sekitar.

Kedua kawasan lindung geologi yang berada di bagian utara dan selatan Kebumen dihubungkan dengan kawasan Kota Pusaka Gombong. Agar fungsi konservasi kedua kawasan lindung geologi tersebut tetap terjaga dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pengembangan ekonomi Kebumen, konsep pengembangan kawasan dengan model *geopark* menjadi pilihan tepat untuk diwujudkan.

B. METODE

Kajian pustaka dilakukan pada tahap awal untuk mendapatkan gambaran hasil kajian terdahulu tentang geologi, biologi, dan budaya. Setelah itu, dilakukan observasi dan inventarisasi lapangan untuk mendapatkan data keragaman geologi, biologi, dan budaya, serta kondisi kepariwisataan dan konservasi kawasan terkini. Analisis dilakukan untuk menetapkan situs geologi dan non-geologi, serta merumuskan strategi pengembangan kawasan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

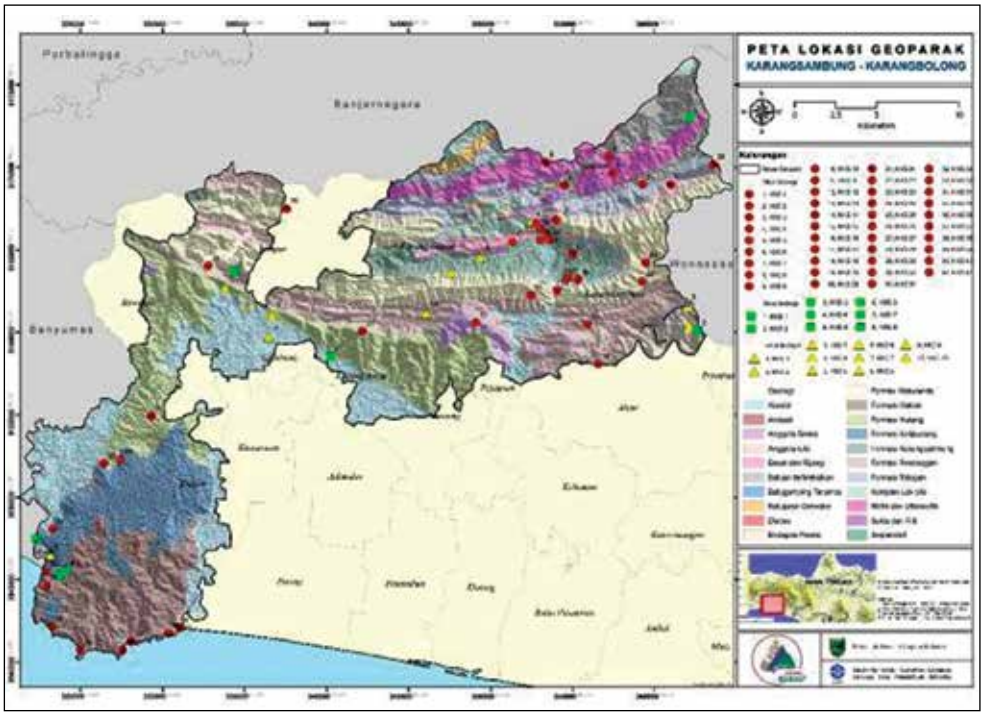
Morfologi merupakan bentang alam yang terbentuk akibat interaksi antara proses endogen (dari dalam bumi) yang menghasilkan pengangkatan, perlipatan, dan patahan, serta proses eksogen (dari luar bumi) yang merombak bentukan bumi menjadi bentang alam masa kini. Bentang alam yang terbentuk tersebut dikontrol oleh struktur geologi dan batuannya terdampak pelapukan, erosi, gerakan tanah, serta aktivitas organisme. Secara garis besar, mofologi kawasan ini dapat dibagi menjadi empat area, yaitu perbukitan-pegunungan komplek *mélange*, perbukitan-pegunungan lipatan, dataran aluvial, dan perbukitan karst di bagian selatan kawasan (Gambar 1). Kawasan *Geopark* Karangsambung-Karangbolong berada di cekungan Banyumas Selatan (Asikin, 1974) yang terbentuk pada zaman Kapur berupa palung laut dalam.

Berdasar data litologi dan struktur geologi yang ditemukan di Kawasan Geopark, sejarah geologi kawasan ini dimulai sejak Kapur Awal (117 jtl) hingga zaman kuarter (< 2 jtl) dengan urutan periodisasi sejarah geologi sebagai berikut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Masa Awal Pembentukan Pulau Jawa (Pra-Tersier, 117–55 jtl)

Batuan tertua yang ditemukan di kawasan ini berusia 117 ± 5 juta tahun (Ketner dkk., 1976). Pada awal pembentukannya, Pulau Jawa merupakan gabungan dari dua lempeng benua mikro, yaitu mikrokontinen Jawa Timur dan Paparan Sunda. Tumbukan dua lempeng benua mikro ini diawali dengan tumbukan lempeng benua Paparan Sunda dan lempeng samudra dari lempeng mikrokontinen Jawa Timur yang dapat dibuktikan oleh endapan palung laut dalam berupa batuan bancuh (*mélange*), yaitu batuan dengan aneka bahan didalamnya sebagai runtuhan akibat proses penyatuan kedua benua mikro tersebut. Di dalam batuan bancuh tersebut, terdapat berbagai batuan khas dasar samudra, seperti lavabantal, rijang, dan serpentinit, yang bercampur dengan batuan khas daratan, seperti batu pasir, konglomerat, batu lempung, dan lainnya. Masa awal tumbukan ini disebut dengan zaman subduksi. Pulau Jawa yang ada sekarang merupakan gabungan dari dua buah mikro benua yang bertemu sekitar ± 80 juta tahun lalu , yakni dataran sunda (Jawa Barat hingga Jawa Tengah) dan mikro benua jawa timur (Jawa Tengah hingga Jawa Timur). Hal yang menarik adalah batas pertemuan kedua mikro benua tersebut berada di Karangsambung, Kabupaten Kebumen. Maka sangat winasisnya orang kuno menamai daerah ini Karangsambung, tempat terjadinya penyatuan atau penyambungan antara mikro benua Jawa Timur dan Eurasia. Jenis batuan seperti ini tidak dapat dijumpai di daerah lain di Pulau Jawa.



Gambar 2. Peta Lokasi Geopark Karangsambung-Karangbolong serta Kondisi Morfologi dan Geologinya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Masa Sedimentasi Longsoran Laut Dalam (55–25 jtl)

Daratan Pulau Jawa menyatu setelah tumbukan lempeng terjadi sekitar 80 jtl. Pada masa sebelum kejayaan gunung api purba (setelah tumbukan), berbagai cekungan sedimen di Pulau Jawa pun mulai terbentuk. Pada daerah Karangsambung, cekungan sedimen berupa palung laut dalam yang tersusun oleh fragmen batuan tua di dalam endapan palung yang sekarang dikenal dengan nama Formasi Karangsambung dan Formasi Totogan.

3. Masa Gunung Api Purba OAF (25–16 jtl)

Aktivitas tektonik yang sangat aktif di sebelah selatan pulau mengakibatkan Pulau Jawa berkembang menjadi pulau gunung api yang dimulai sekitar 25–16 jtl. Kejadian ini merupakan kejadian utama dalam sejarah pembentukan Pulau Jawa, yaitu pembentukan gunung api yang tersebar di bagian selatan dan menjadi tulang punggung Pulau Jawa. Bukti keberadaan gunung api purba tersebut dapat dilihat dari terbentuknya batuan vulkanik Formasi Waturanda di daerah Karangsambung dan Formasi Gabong di daerah Karangbolong.

4. Masa Pembentukan Paparan Karbonat (16–10 jtl)

Sekitar 16–10 jtl, aktivitas tektonik dan magmatisme Pulau Jawa mengalami penurunan yang diakibatkan oleh adanya pengaruh tumbukan benua Australia di Indonesia timur. Hal ini mengakibatkan gunung api purba tersebut menjadi mati, dibuktikan dengan tidak adanya batuan hasil letusan gunung api pada umur 10–16 jtl ini. Pada masa ini, gunung api purba yang mati tersebut digenangi oleh permukaan air laut yang naik cukup signifikan. Hal ini ditandai oleh berbagai batuan hasil endapan laut berupa batuan karbonatan hingga batu gamping bioklastik. Batuan tersebut sekarang dikenal dengan nama Formasi Penosogan di Karangsambung dan Formasi Kalipucang di Karangbolong.

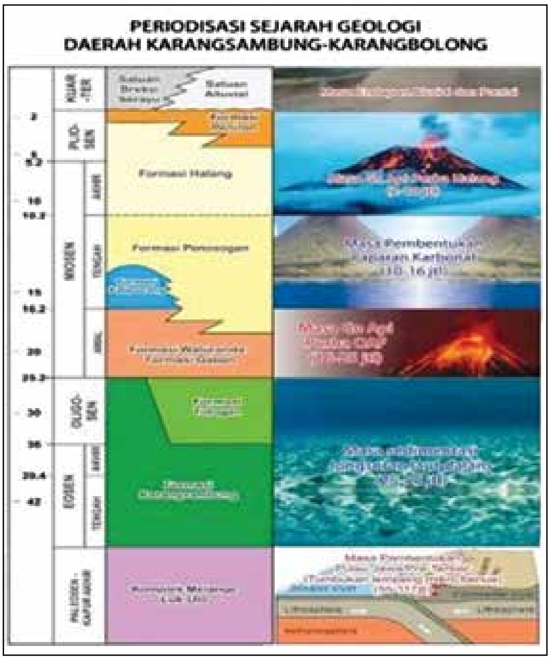
5. Masa Gunung Api Purba Halang (10–2 jtl)

Sekitar 16–2 jtyl, batuan hasil kegiatan vulkanisme kembali ditemukan yang menandakan bahwa aktivitas tektonik dan magmatik di Pulau Jawa kembali aktif. Namun, aktivitas tersebut tidak semasif pada masa gunung api purba yang pertama karena bukti batuan gunung api purba fase kedua ini hanya dijumpai di beberapa daerah, salah satunya di Kebumen. Batuan vulkanik ini dikenal dengan nama Formasi Halang dan Formasi Peniron.

6. Masa Pembentukan endapan Alluvial dan pantai (< 2 jtl)

Masa ini adalah masa Pulau Jawa yang sekarang, di mana terbentuk berbagai endapan aluvial, endapan pantai, morfologi karst, dan gunung api. Hingga saat ini, masih terdapat rentetan atau gugusan gunung api aktif di tengah Pulau Jawa, salah satunya Gunung Merapi. Status pulau Jawa sebagai pulau gunung api berlaku hingga sekarang yang termasuk ke dalam *ring of fire* atau gugusan gunung api aktif dunia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Periodisasi Sejarah Geologi Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong, Kebumen

Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung merupakan laboratorium alam terbaik karena berbagai jenis batuan dengan lingkungan pembentukan yang berbeda dapat ditemukan di sini. Karangsambung merupakan tempat pertemuan antara lempeng Samudra Hindia-Australia dan lempeng Benua Eurasia. Jejak proses tumbukan antar lempeng yang terjadi mulai zaman Kapur sekitar 117 juta tahun lalu bisa ditemukan ditempat ini dalam bentuk singkapan berbagai jenis batuan dengan ketampakan morfologinya. Jika dianalogikan, kawasan Karangsambung seperti sebuah buku teks berisi konsep tektonik lempeng yang dapat dipelajari dan dibuktikan kebenarannta secara langsung (Ansori, 2016).

Karst Gombong Selatan terbentuk pada batu gamping Formasi Kalipucang yang berumur Miosen Tengah. Secara regional Formasi Kalipucang berada di atas Formasi Gabon yang memiliki hubungan tidak selaras. Proses karstifikasi menghasilkan bentukan eksokarst yang dikontrol oleh struktur, variasi batuan, dan segala proses eksogen yang bekerja. Bentukan eksokarst di Gombong Selatan umumnya membentuk bukit kecil tinggi yang terpisah satu dengan lainnya. Ketinggian perbukitan batu gamping berkisar antara 10–435 m yang membentang di bagian utara hingga ke bagian tengah dan selatan dengan kisaran tinggi puncak bukit berkisar 25–75 m, sebagian besar berbentuk kerucut (*conical hill*) dan sebagian kecil membulat atau agak membulat (*peppino hill*). Lembah cukup luas terbentuk di tengah bukit, terutama di bagian tengah dan selatan, yang tersusun oleh tanah subur terarosa hasil pelapukan batu gamping. Di bawah lapisan terarosa, terdapat akuifer air tanah dangkal yang telah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dimanfaatkan untuk pesawahan dan sebagian tegalan. Kawasan eksokarst sebagai suatu bentukan morfologi memiliki nilai strategis yang berfungsi sebagai daerah imbuhan air tanah serta sarana pembelajar dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Berdasarkan kajian geologi, biologi, dan budaya, kawasan GNKK meliputi kawasan seluas 543.599 km^2 yang mencakup 12 Kecamatan dan 117 Desa dengan 41 situs geologi, 8 situs biologi ,dan 10 situs budaya. Sejarah geologi dan sebaran situs tersebut memberikan gambaran bahwa makna utama GNKK adalah sebagai bentang alam karst di atas lantai samudra purba yang dapat dimanfaatkan sebagai penjenamaan (*branding*) *geopark*.

Tabel 1. Daftar Situs Geologi GNKK

No	Kode	Nama Situs
Situs pada lokasi batuan masa awal pembentukan Pulau Jawa (pra-Tersier,117–55 jtl)		
1	KKG-1	Rijang merah berlapis, Sadang Wetan
2	KKG-3	Sekis mika, K. Brengkok, Sadang Kulon
3	KKG-4	Lava bantal dan rijang merah, K. Muncar, Seboro
4	KKG-5	Serpentinit, Pucangan
5	KKG-6	Gabro dan basalt, K. Lokidang
6	KKG-7	Marmer, Totogan
7	KKG-8	Filit, G. Sipako, Wonotirto
8	KKG-9	Basalt terbreksikan, K. Mandala, Karangsambung
9	KKG-17	Rijang dan gamping merah, G. Wagirsambeng, Wonotirto
Situs yang berada pada batuan hasil proses sedimentasi longsoran laut dalam (55–25 jtl)		
10	KKG-2	Batu lempung, Cangkring
11	KKG-10	Diabas, G. Parang,Karangsambung
12	KKG-11	Batu gamping Numulites, LIPI, Karangsambung
13	KKG-12	Konglomerat, Pesanggrahan, Karangsambung
14	KKG-13	Diabas, Bukit Bujil-2, Banioro
15	KKG-14	Batu gamping terumbu, Bukit Jatibungkus, Langse
16	KKG-23	Museum Melange LIPI
17	KKG-26	Embung Cangkring
18	KKG-27	Gua Sikempul dan Silodong, Langse
***Geosite* masa Gunung Api Purba OAF (25–16 jtl)**		
19	KKG-15	Breksi Andesit, Waturanda, Kaligending
20	KKG-19	Wisata Alam Pentulu Indah, Karangsambung
21	KKG-20	Wisata Alam Brujul Adventure Park, Peniron
22	KKG-24	Curug Sindaro, Wadasmalang
23	KKG-28	Curug Sudimoro, Somagede
24	KKG-29	Waduk Sempor
25	KKG-36	Pantai Menganti, Karangduwur
26	KKG-38	Pantai Lampon, Pasir

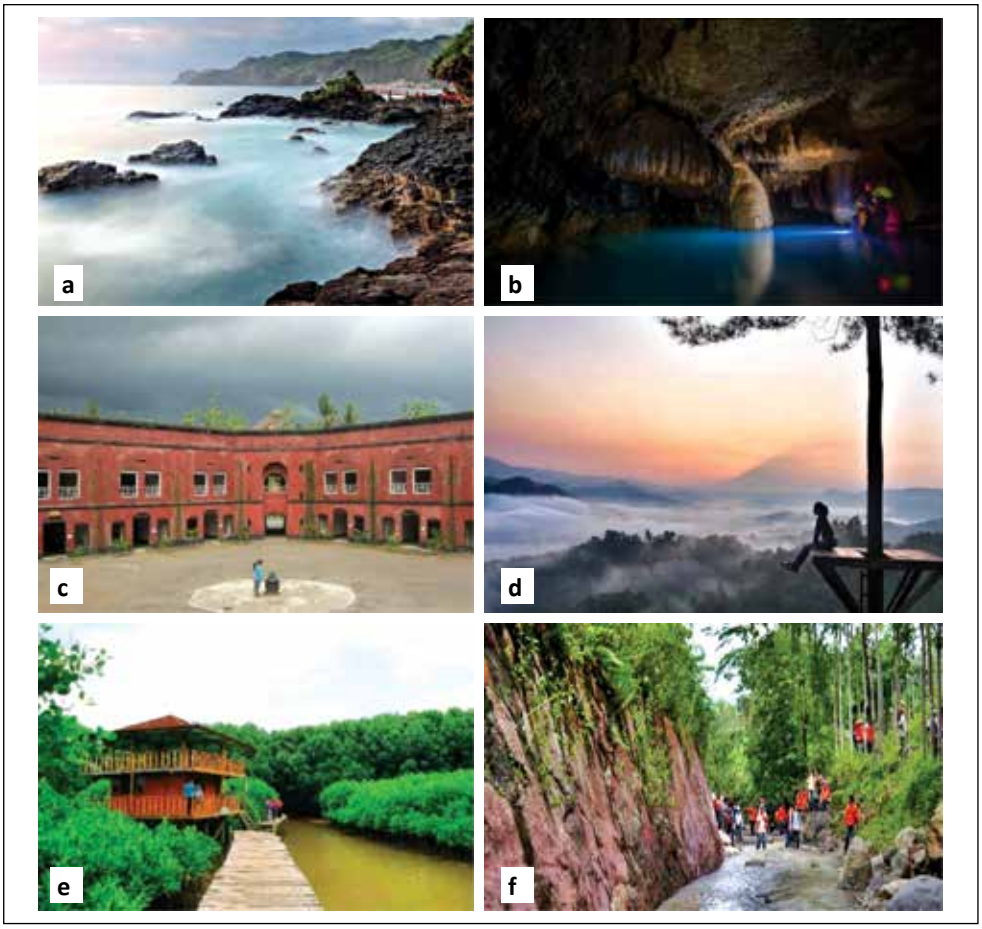
Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Kode	Nama Situs
27	KKG-39	Pantai Watubale, Pasir
28	KKG-41	Pantai Karangbolong, Karangbolong
		***Geosite* masa pembentukan paparan karbonat (16–10 jtl)**
29	KKG-16	Batu Pasir Kalkarenit, Kalikudu
30	KKG-18	Pemandian Air Panas, Krakal
31	KKG-21	Wisata Alam Pesona Kayangan, Karanggayam
32	KKG-25	Kalianget, Wadasmalang
33	KKG-30	Morfologi Karst, Tugu
34	KKG-31	Gua Barat, Kalisari
35	KKG-32	Gua Jatijajar, Jatijajar
36	KKG-33	Gua Petruk, Redisari
37	KKG-35	Bukit Wanalela, Argopeni
38	KKG-37	Sawangan Adventure Park, Karangduwur
39	KKG-40	Bukit Hud, Karangbolong
		Situs pada batuan masa Gunung Api Purba Halang (10–2 jtl)
40	KKG-22	Wisata Alam Bukit Pranji, Pengaringan
		Situs yang berada pada batuan hasil pembentukan endapan aluvial dan pantai (< 2 jtl)
41	KKG-34	Pantai Logending

Tabel 2. Daftar Situs Non-Geologi GNKK

No	Kode	Nama Situs
		Daftar Situs Biologi
1	KKB-1	Hutan mangrove Ayah
2	KKB-2	Jenitri Pujotirto
3	KKB-3	Lebah madu Klanceng, Kalipoh Ayah
4	KKB-4	Burung lawet, karangbolong
5	KKB-5	Agro wisata duren, Sadang
6	KKB-6	Kebun dan Anyaman pandan, Grenggeng
7	KKB-7	Kebun Kopi, Kaliputih
8	KKB-8	Kebun kelapa-gula semut, Buayan
		Daftar Situs Budaya Tangible
1	KKC-1	Cagar budaya, Untung Suropati, Clapar
2	KKC-2	Cagar budaya, Mbah Sipako, Wonotirto
3	KKC-3	Cagar budaya, Masjid Soko Tunggal, Sidayu
4	KKC-4	Kota Pusaka, Gombong
5	KKC-5	Cagar budaya, batu Kalbut
6	KKC-8	Gunung Indrakila, Pujotirto
7	KKC-9	Punden berundak, Kretek Rowokele
8	KKC-10	Cagar budaya, Mbah Kajoran/Mbah Agung
		Daftar Situs Budaya Intangible
1	KKC-6	Tari cepetan, Karanggayam
2	KKC-7	Angguk, tanjungseto

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. *Geosite* di dalam kawasan GNKK, (dari kiri atas) antara lain Pantai Menganti (a), Gua Barat (b), Benteng Van der Wijck (c), Bukit Pentulu Indah (d), hutan mangrove (e), dan Watu Kelir (f).

D. KESIMPULAN

Geopark Karangsambung-Karangbolong merupakan salah satu *geopark* yang sangat lengkap dalam mewakili periode sejarah bumi. Semua bukti batuan yang ada mengekspresikan hasil tumbukan antara lempeng Benua Eurasia dan lempeng Samudra Hindia-Australia hingga pembentukan bentang alam karst. Periode sejarah bumi mencakup enam tahap dinamika bumi yang meliputi sejarah tumbukan lempeng bumi pada zaman Kapur-Paleosen (117–55 jtl), sedimentasi longsoran laut dalam (55–25 jtl), masa Gunung Api Purba OAF (25–16 jtl), masa pembentukan paparan karbonat (16–10 jtl), masa pembentukan Gunung Api Purba Halang (10–2 jtl), serta masa pembentukan endapan aluvial dan pantai (< 2 jtl). Sejarah bumi tersebut terwakili dalam 41 situs geologi yang disertai pembentukan 10 lokasi situs budaya dan 8 situs biologi. Keragaman geologi yang ada memberikan gambaran nyata tentang keberadaan GNKK yang merupakan bentang alam karst di atas lantai samudra purba.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C. (2018). Geosite identification in Karangbolong High to support the development of Karangsambung-Karangbolong Geopark candidate, Central Java. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *118*(1), 012014. Bristol, Inggris: IOP Publishing.

Ansori, C. & Puswanto, E. (2011). Mining profile at South Gombong Karst Area. Dalam E. Haryono, T.N. Adjie, & Suratman (Eds.), *Proceeding of the International Conference and Field Seminar Asian Trans-Disciplinary Karst Conference*, 7–16. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.

Asikin S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Badan Geologi. (2019). *Materi sosialisasi Perpres No. 9 Tahun 2019*. Bali: Badan Geologi.

Badan Perencanaan dan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Kebumen. (2018). Sosialisasi Geopark Karangsambung-Karangbolong. Diakses dari https://bappeda.kebumenkab.go.id/index.php/web/read/recent/sosialisasi-geopark-karangsambung-karangbolong-sumber-:-https:-bappedakebumenkabgoid-webmin_news-form.

Hoffmann, J., Bröcker, M., Setiawan, N.I., Klemd, R., Berndt, J., Maulana, A., & Baier, H. (2019). Age constraints on high-pressure/low-temperature metamorphism and sedimentation in the Luk Ulo Complex (Java, Indonesia). *Lithos 324–325*, 747–762.

Ketner, K.B., Kastowo, S.M., Modjo, S., Naeser, C.W., Obradovich, J.D., Robinson, K., Suptandar, T., & Wikarno. (1976). Pre-eocene rocks of Java, Indonesia. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, 4(5), 605–614.

Komite Nasional Geopark Indonesia. (2019). Peraturan Menteri ESDM No. 17 Tahun 2012 tentang Kawasan Bentang Alam Karst Gombong Selatan. Diakses pada 8 Agustus 2019 dari https://www.idgeoparks.id/id/komite-nasional-geopark-indonesia

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2019 tentang Pengelolaan dan Pemanfaatan Warisan Geologi Menjadi Geopark.

Prasetyadi, C. (2007). *Evolusi tektonik paleogen Jawa bagian timur* (Disertasi tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Bandung).

Suparka, M. A. (1988). *Studi petrologi dan pola kimia komplek ofiolit Karangsambung utara Luh Ulo, Jawa Tengah* (Disertasi tidak dipublikasikan, Institut Teknologi Bandung).

UNESCO. (2006). *Global geopark network*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI PENGEMBANGAN GEOWISATA DAN ANALISIS *ECOPARK* DI PANTAI BANTENG MATI DAN SEKITARNYA, SIDEREJO, KECAMATAN WONOTIRTO, KABUPATEN BLITAR, PROVINSI JAWA TIMUR

POTENTIAL DEVELOPMENT OF GEOTOURISM AND ECOPARK ANALYSIS OF BANTENG MATI BEACH AND SURROUNDING AREAS, SIDEREJO, WONOTIRTO DISTRICT, BLITAR REGENCY, EAST JAVA PROVINCE

Harlan Renaldi[1*] & Ilyas Furqon[1]

[1]Geological engineering, Faculty of Earth and Energy Technology, Trisakti University,
Jl. Kyai Tapa no 1, 11440, DKI Jakarta
[1,*] koresponden authors :
Harlan.renaldi@kurniama.id

ABSTRACT

Indonesia is a country with large natural resources. There are so many natural attractions that have the potential to be developed, but due to several constraints that exist, potential areas are not well developed. One of them is Banteng Mati beach located in Sidorejo area, Wonotirto District, Blitar Regency, East Java Province. This beach has a natural charm both in terms of geology and ecopark which nature condition, later it can provide important learning for visiting tourists. The conical hill is character landscape the geomorphological unit of the undulating hill coral reefs has a slope of 16-19% with height difference of 25-125 m. The study area included in the Wonosari Formation is intended by the presence of Coral Limestone units. These aspects can be taken into consideration to make an ecopark with temporary and long-term plants, which will later increase people's income. Aside from the agribusiness development of water tourism such as surfing, it is hoped that it can attract tourists to visit this place. In this study, the type of data used are primary data and secondary data that pay attention to aspects of natural resources, the sea, plants, infrastructure and disaster that are well studied. So that later when this Geotourism has been opened besides providing education, it can also help the manager to maximize geotourism management.

Keywords: *Geotourism, Geomorphology, Geology Research, Ecopark.*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara besar dengan kekayaan alamnya. Banyak wisata alam yang berpotensi untuk dikembangkan, namun karena beberapa kendala yang ada, daerah yang berpotensi tidak dikembangkan secara baik, salah satunya Pantai Banteng Mati di Sidorejo, Kecamatan Wonotirto, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur. Pantai ini memiliki pesona alam, baik dari sisi geologi maupun *ecopark* alami, yang nantinya dapat memberikan pembelajaran penting bagi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

wisatawan. Bentang alam *conical hill* merupakan penciri dari satuan geomorfologi perbukitan bergelombang terumbu koral yang memiliki kelerengan 16–19% dengan beda tinggi 25–125 m. Daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Wonosari ditunjukkan dengan kehadiran satuan batu gamping koral. Aspek tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk membuat suatu *ecopark* dengan tanaman sementara atau jangka panjang yang akan menambah pendapatan masyarakat. Selain dari sisi agrobisnis, pengembangan wisata air, seperti selancar, diharapkan dapat menjadi daya tarik wisatawan untuk mengunjungi tempat ini. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang memperhatikan aspek kekayaan alam, laut, tanaman, sarana prasarana, dan kebencanaan yang dikaji dengan baik. Selain memberikan edukasi, geowisata ini juga diharapkan dapat membantu pihak pengelola untuk memaksimalkan manajemen geowisata.

Kata Kunci: Geowisata, Geomorfologi, Riset Geologi, *Ecopark.*

A. PENDAHULUAN

Kabupaten Blitar termasuk ke dalam Provinsi Jawa Timur yang terletak di bagian selatan Pulau Jawa. Kabupaten ini juga merupakan kota tempat kelahiran *The Founding Father of Indonesia*, Ir. Soekarno. Warisan budaya lokal yang kental dengan sejarah perjuangan dan kearifan masyarakat lokal ini sudah menjadi daya tarik tersendiri untuk memikat mata dunia dalam menjadikan Kota Blitar sebagai tujuan berwisata. Kabupaten yang secara geografis terletak pada bagian tengah dari selatan Provinsi Jawa Timur ini juga memiliki kawasan pesisir pantai yang tidak kalah menarik dibandingkan pantai selatan lainnya di Provinsi Jawa Timur. Daerah pesisir pantai Kota Blitar ini juga masih menyimpan nilai alam yang masih asri dan alami terlihat dari bentukan bentang alam serta berbagai situs geologi yang masih terekam dengan baik dan belum banyak terusik oleh aktivitas kegiatan manusia. Pengembangannya sebagai kawasan wisata dengan perpaduan antara geowisata dan *ecopark* dapat menarik wisatawan untuk berkunjung sehingga dengan kehadiran kawasan ini juga dapat meningkatkan ekonomi masyarakat lokal.

Secara harfiah, geowisata merupakan sebuah sarana dalam pariwisata bekelanjutan dan fokus pada evolusi bumi dan aspek geologi yang mendorong pemahaman mengenai lingkungan dan budaya, apresiasi, dan konservasi, serta dapat menguntungkan masyarakat lokal (Newsome & Dowling (2010), dalam Dowling (2011)). Selain itu, pengertian geowisata menurut Ariyani (2016) yaitu suatu kegiatan wisata minat khusus mengenai ketampakan geologis permukaan bumi yang dilakukan dalam rangka mendorong pemahaman terhadap lingkungan hidup dan konservasinya. Dari penjabaran tersebut dapat pula dilihat geowisata tidak hanya mengandalkan faktor-faktor geologi melainkan juga harus memperhatikan dari sisi geomorfologi suatu lahan.

Kawasan geowisata, selain harus memiliki keindahan dari sisi geologi dan bentang alam, juga harus didukung dengan kehadiran sebuah kawasan konservasi berbasis keragaman hayati yang dikenal sebagai *ecopark*. *Ecopark* adalah taman ekologis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berbasis rekreasi alam dengan tujuan untuk meningkatkan interaksi manusia dengan lingkungannya (Astari, 2011). Dalam prinsip dasarnya, suatu keragaman hayati yang akan dijadikan taman ekologis juga harus memperhatikan kondisi bentang alam dan situs geologi. Kawasan tersebut tidak boleh mengabaikan berbagai hal yang berkaitan dengan unsur utama dari ekowisata, yaitu konservasi, edukasi untuk berperan serta, dan pemberdayaan masyarakat setempat. Hal ini juga sejalan dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2009 yang menyebutkan bahwa kawasan ekowisata merupakan suatu kegiatan wisata alam di daerah yang bertanggung jawab dengan memperhatikan unsur pendididkan, pemahaman, serta peningkatan pendapatan masyarakat lokal. Seluruh unsur tersebut juga merupakan bagian dari unsur yang harus ada di kawasan geowisata sehingga tidak dapat dipisahkan.

Berdasarkan konsep di atas, dalam menentukan suatu wilayah yang dapat dikatakan sebagai kawasan wisata geologi atau lebih dikenal sebagai geowisata harus memiliki beberapa aspek, seperti keanekaragaman geologi (*geodiversity*), keanekaragaman hayati (*biodiversity*), dan keanekaragaman budaya (*cultural diversity*). Kawasan geowisata yang tidak dihiasi dengan sisi ekologi atau *biodiversity* adalah suatu kekeliruan yang kerap kali dilakukan di banyak tempat geowisata. Kehadiran keragaman hayati memiliki nilai tersendiri, baik dalam suatu wadah untuk menjadi sarana dalam edukasi bagi pengunjung maupun sebagai suatu usaha dalam mempertahankan dan pelestarian alam pada daerah geowisata. Penataan ekologi yang tepat juga dapat membantu dalam mengurangi abrasi di pesisir pantai serta menjadikan kawasan pantai lebih asri dan memiliki nilai jual sendiri bagi tiap pengunjung.

Penelitian ini dilakukan untuk dapat melestarikan dan memperkenalkan kepada masyarakat luas akan keindahan kawasan wisata pesisir Pantai Banteng Mati, Kabupaten Blitar. Pengembangan kawasan geowisata dan *ecopark* ini juga dimaksudkan dapat memberikan edukasi mengenai berbagai situs geologi serta keragaman hayatinya pada tiap pengunjung. Terlebih, kehadiran kawasan wisata ini diharapkan dapat memberikan dampak perkembangan ekonomi dan pembangunan pada warga lokal setempat.

Untuk dapat mewujudkan tujuan tersebut, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengembangan kawasan geowisata, seperti mempertahankan kondisi alam dari berbagai situs geologi dan bentang alam agar tidak merubah tatanan, baik geologi maupun bentang alam yang ada. Memaksimalkan kawasan *ecopark* di pesisir pantai akan sangat menunjang keberlangsungan kawasan yang akan dijadikan sebagai lokasi geowisata. Pengaturan manajemen dalam bidang keekonomian dan kebencanaan secara matang harus dilakukan sedini mungkin agar dapat menjaga ketahanan keberlangsungan tempat wisata hingga masa yang akan datang. Semua permasalahan tersebut nantinya akan dibahas dan difokuskan pada pengkajian sisi geomorfologi serta geologi pada daerah penelitian.

Kajian pustaka yang dilakukan terkait penelitian mengacu terhadap penelitian terdahulu, antara lain van Bemmelen (1994) yang telah membagi fisiografi Pulau Jawa

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menjadi beberapa bagian, van Zuidam (1979) yang membahas tentang klasifikasi berbagai bentuk bentang alam, baik secara kauntitatif maupun kualitatif, studi kajian geologi regional dari geologi lembar Blitar yang dipetakan oleh Sjarifudin dan Hamidi (1992), Astari (2011) yang menjelaskan peran *ecopark* dalam pengembangan dan pembangunan wilayah berbasis kawasan geowisata, serta Dowling (2011) menjabarkan tentang pariwisata yang berkaitan dengan elemen geologi dan geomorfologi yang lebih dikenal dengan geowisata.

B. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pantai Banteng Mati, Desa Siderejo, Kecamatan Wonotirto, Kabupaten Blitar, Provinsi Jawa Timur, yang berdekatan dengan Pantai Gondo Mayit (± 3 km) dan Pantai Tambak Rejo (± 5 km). Jarak menuju pantai ini dari Kota Blitar kurang lebih 34 km yang dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor, namun untuk akses ke pantai langsung harus menggunakan sepeda motor karena jalan yang tidak memungkinkan untuk diakses oleh mobil.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data observasi lapangan yang diambil dan dianalisis secara langsung berupa data pemetaan secara konvensional. Data sekunder merupakan data yang tidak dianalisis secara langsung, bersumber dari studi pustaka peneliti terdahulu, dan bersifat sebagai data penunjang.

Objek penelitian dianalisis melalui dua tahapan, yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan pengamatan dan analisis, baik gemorfologi maupun data geologi lapangan. Analisis kuantitatif dilakukan untuk menganalisis kelerengan dari bentang alam yang akan digunakan sebagai perencanaan pengembangan wilayah dan untuk mengetahui kawasan rawan bencana serta jalur evakuasi kebencanaan daerah geowisata dan *geopark*.

1. Fisiografi Regional

Secara fisiografi, Pulau Jawa dibagi menjadi enam fisiografi berdasarkan segi fisik wilayah (bentang alam dan tatanan geologi) Pulau Jawa, yaitu dataran aluvial Jawa bagian utara, gunung api kuarter, antiklinorium Bogor-Serayu Selatan-Kendeng, depresi Jawa Tengah, Pegunungan Serayu Selatan, dan Pegunungan Selatan Jawa (van Bemmelen, 1949). Dalam melakukan pemetaan yang berkaitan unsur geomorfologi, kajian fisiografi regional sangat dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Menurut Verstappen (1968, dalam van Zuidam (1985)), pemetaan geomorfologi harus memiliki beberapa unsur terkait geomorfologi, yaitu morfografi dan morfogenetik yang dilakukan dengan analisis kualitatif serta morfometri dengan analisis kuantitatif. Perhitungan kelerengan diperlukan dalam analisis morfometri dengan menggunakan persamaan (1) dan (2).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

$$\%\text{lereng} = \frac{\Delta H}{S} \times 100 \quad (1)$$

$$\tan \alpha = \frac{\Delta H}{S} \quad (2)$$

Keterangan:

ΔH : beda tinggi (m)

S : jarak sebenarnya (m)

α : sudut kelerengan

2. Stratigrafi Regional

Menurut Sjarifudin dan Hamidi (1992), daerah pemetaan masuk ke dalam Formasi Wonosari yang terbentuk pada waktu Miosen Tengah hingga Miosen Akhir dan merupakan formasi yang terdiri atas beberapa satuan litologi di dalamnya, antara lain batu gamping koral, batu gamping lempungan-tufaan-pasiran, napal, batu lempung hitam bergambut, dan kalsirudit. Formasi ini menindih pada formasi campur darat dan satuan batuan tua lainnya dengan tebal satuan batuan berkisar antara 80–200m.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Banteng Mati dan sekitarnya merupakan sebuah kawasan yang termasuk ke dalam fisiografis Pegunungan Selatan Jawa (Gambar 1), kawasan yang memiliki morfologi pantai terjal sebagai penciri khasnya.



Sumber: van Bemmelen (1949)

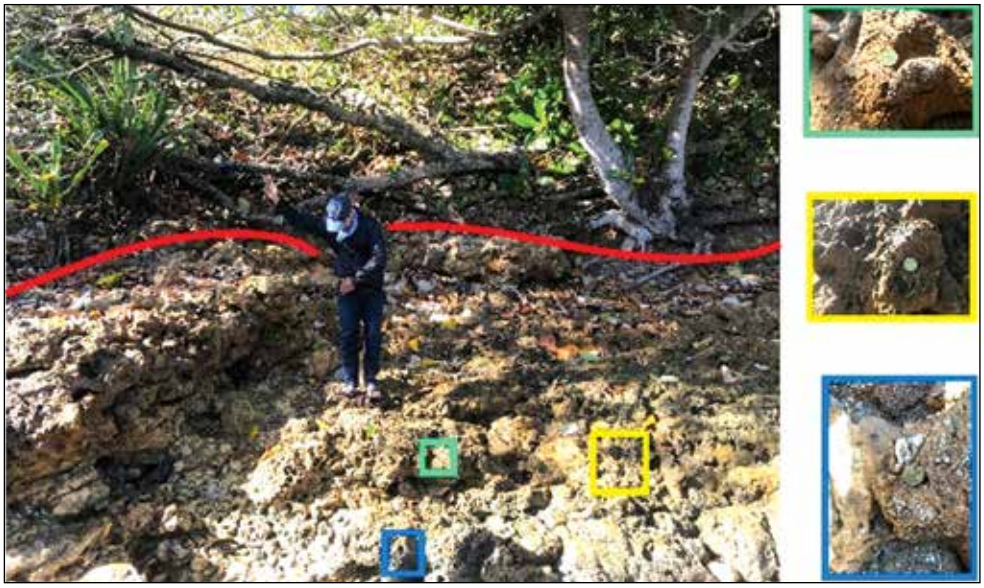
Gambar 1. Fisiografi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kawasan ini, secara geomorfologi menurut Verstapen (1983), terbagi atas tiga satuan geomorfologi berdasarkan ciri khas dari bentuk lahan tersebut. Penamaan satuan geomorfologi juga dibuat lebih spesifik dengan kondisi litologi daerah pemetaan yang terbagi atas tiga satuan litologi, yaitu satuan batu gamping terumbu koral, satuan endapan aluvium, dan satuan endapan pantai (Lampiran 2). Satuan geomorfologi tersebut, antara lain satuan geomorfologi dataran bergelombang terumbu koral, satuan dataran teras pantai, dan satuan dataran aluvial (Lampiran 3). Satuan litologi daerah pemetaan dapat diuraikan lebih detail sebagai berikut.

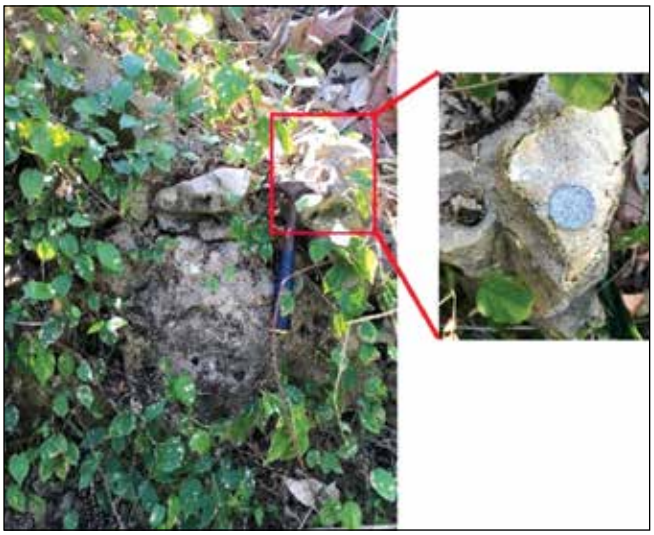
1. Satuan Batu Bamping Terumbu Koral

Satuan ini ditandai dengan warna biru pada peta geologi (Lampiran 2) dengan luas penyebaran kurang lebih 55% dari luas keseluruhan peta dan tebal lapisan berkisar antara 3–50 meter. Hasil temuan di lokasi ini adalah batuan putih keruh keabu-abuan dengan warna lapuk cokelat, fosil foram dengan permukaan kasar dan tajam, *coral head* pada beberapa singkapan batuan, dan fosil moluska (Gambar 2).



Gambar 2. Singkapan Batu Gamping Terumbu Koral yang Memperlihatkan Coral Head (kotak biru) dan Fosil Moluska (kotak hijau dan kuning) di LP 16

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Singkapan Batu Gamping yang Menunjukkan Kehadiran Fosil Foram di LP10

2. Satuan Endapan Pantai

Satuan ini ditandai dengan warna abu-abu muda pada peta geologi (Lampiran 2) dengan luas penyebaran kurang lebih sepuluh persen dari luas keseluruhan peta. Umumnya, endapan ini terdiri atas pasir dan lumpur. Pasir tersebut terhampar luas pada sekitar pesisir pantai dengan warna endapan putih yang berasal dari hancuran koral, baik berupa cangkang moluska maupun terumbu karang (Gambar 4).



Gambar 4. Kontak Antara Singkapan Batu Gamping Terumbu Koral (B) dan Endapan Pantai (A) di LP 15

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Satuan Endapan Aluvium

Satuan ini ditandai dengan warna abu-abu tua pada peta geologi (Lampiran 2) dengan luas penyebaran kurang lebih 18% dari luas keseluruhan peta. Umumnya, endapan ini terdiri atas lumpur dan pasir yang diperkirakan berasal dari lapukan batu gamping di sekitar endapan (Gambar 5).



Gambar 5. Satuan Endapan Aluvium di LP 5

Satuan geomorfologi yang sudah disebutkan sebelumnya akan diuraikan sebagai berikut.

a. Satuan Geomorfologi Perbukitan Bergelombang Terumbu Koral

Satuan ini ditandai dengan warna kuning pada peta geomorfologi (Lampiran 3) dan, secara morfometri, memiliki luasan penyebaran kurang lebih 55% dari luas keseluruhan peta dengan ketinggian 25–125 m dan beda tinggi 100 m. Kemiringan lereng daerah ini berada pada 16–19% atau sekitar 9°–11°. Morfografi bentuk relief satuan ini berpola membulat dengan bentuk lembah menyerupai V tumpul dan pola punggungan sejajar dengan pola aliran radial. Dilihat pada sisi morfoganesa, satuan ini terbentuk akibat pengaruh proses eksogen dan endogen. Proses endogen yang berlangsung menyebabkan batuan terangkat ke permukaan dan mencerminkan bentukan bentang alam *conical hill*. Sementara itu, proses eksogen ditunjukkan dengan adanya erosi yang masih terus berlanjut, terlihat pada stadia sungai dengan stadia muda menuju dewasa dan stadia sungai muda menuju dewasa pula. Dengan litologi Batu gamping Terumbu Koral.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Satuan Geomorfologi Dataran Teras Pantai

Satuan ini ditandai dengan warna cokelat muda pada peta geomorfologi (Lampiran 3) dan, secara morfometri, memiliki luasan penyebaran kurang lebih 10% dari luas keseluruhan peta dengan ketinggian 0–12,5 m dan beda tinggi 12,5 m, serta kemiringan lereng berada pada 0–2% atau sekitar 0°–2°. Morfografi bentuk relief satuan ini berpola membulat dengan bentuk lembah menyerupai U dan pola punggungan sejajar dengan pola aliran dendritik. Dilihat pada sisi morfoganesa, satuan ini terbentuk akibat pengaruh proses eksogen yang ditunjukkan dengan adanya erosi, baik oleh aktivitas sungai maupun oleh gerusan gelombang air laut (abrasi). Stadia sungai pada daerah muda menuju dewasa dan stadia sungai dewasa. Dengan litiologi Endapan Pantai.

c. Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial

Satuan ini ditandai dengan warna coklat tua pada peta geomorfologi (Lampiran 3). Secara morfometri, satuan ini memiliki luasan penyebaran kurang lebih 18% dari luas keseluruhan peta dengan ketinggian 0–12,5 m, beda tinggi 12,5 m, dan kemiringan lereng 0–2% atau sekitar 0°–2°. Morfografi bentuk relief satuan ini memiliki pola membulat dengan bentuk lembah menyerupai U dan pola punggungan sejajar dengan pola aliran dendritik. Dilihat pada sisi morfoganesa, satuan ini terbentuk akibat pengaruh proses eksogen yang ditunjukkan dengan adanya erosi dari aktivitas sungai. Stadia sungai pada daerah muda menuju dewasa dan stadia sungai dewasa. Dengan litologi Endapan Aluvial.

Pengembangan Kawasan Wisata dan Manajemen Tata Kelola Wisata

Setelah melakukan analisis terhadap data pemetaan geologi dan geomorfologi pada kawasan Pantai Banteng Mati dan sekitarnya, telah dilakukan pemetaan untuk pengaturan dan pengelolaan kawasan yang berpotensi sebagai sarana dan prasarana dalam geowisata dan *ecopark*. Hal tersebut ditentukan dengan pertimbangan dari kondisi geomorfologi dan geologi pada kawasan ini. Adapun kawasan yang dapat dikembangkan sebagai berikut.

- ***Kawasan Wisata Pesisir Pantai***

Kawasan pesisir masuk ke dalam geomorfologi dataran teras pantai dengan litologi endapan pantai dan satuan geomorfologi perbukitan bergelombang terumbu koral dengan litologi batu gamping terumbu. Pasir pantai putih yang dibatasi tebing singkapan batu gamping terumbu ini memiliki sebuah keindahan yang menjadi nilai jual sebagai daya tarik wisata. Kawasan pesisir ini juga dipenuhi tumbuhan biota laut berupa terumbu yang hanya berjarak sekitar radius 1 m dari bibir pantai di kala air laut surut (Gambar 7). Kawasan pantai ini juga memiliki ombak cukup besar yang memungkinkan beberapa tempat dapat dijadikan sebagai lokasi berselancar (*surfing*)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tanpa harus merusak biota terumbu. Pengaturan dalam manajemen kawasan ini harus sudah terencana dengan baik sejak dini karena pantai yang berada di kawasan subduksi antara lempeng Indo-Australia ini sewaktu-waktu mungkin saja dapat terjadi tsunami. Oleh karena itu, diperlukan ketersediaan jalur evakuasi tsunami dan papan pengumuman yang dapat dibaca dengan jelas setiap petunjuk penyelamatannya oleh seluruh wisatawan. Penjaga pantai bertugas memantau wisatawan yang berenang untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat dari kondisi gelombang yang tidak terprediksi atau kecelakaan lainnya. Penanaman pohon pinus, selain sebagai salah satu penyangga pantai dari abrasi, juga dapat membuat kawasan pantai ini menjadi sedikit teduh. Selain itu, kawasan ini harus memiliki manajemen pengelolaan sampah yang baik, sebagaimana yang sudah diterapkan oleh pihak manajemen pengelolaan wisata Gunung Kelud. Ketersediaan tempat sampah yang cukup (Gambar 8) dan kegiatan sapu bersih setiap Jumat pagi oleh pihak pengelola wisata Gunung Kelud membuat kawasan tersebut terbebas dari sampah.



Gambar 6. Kawasan Perbukitan Bergelombang dan Dataran Pantai di Pantai Banteng Mati



Gambar 7. Ketampakan Koral Saat Pantai Pasang

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 8. Ketersediaan Tempat Sampah di Kawasan Wisata Gunung Kelud

- **Kawasan *Ecopark* Bunga Celosia dan Ubi Ungu**

Kawasan wisata *ecopark* ini sudah sukses dilakukan oleh tempat kawasan geowisata daerah Pantai Kukup (Gambar 9) . Bunga ini dapat tumbuh subur di tanah lempung berpasir dengan drainase cukup pada temperatur 18–25°C (Zakiyyatun, 2017). Dengan kondisi demikian, tanaman ini juga akan tumbuh dengan baik pada satuan geomorfologi dataran aluvial atau beberapa lahan di satuan geomorfologi dataran pantai. Kehadiran bunga ini menjadi daya tarik sendiri, baik dari sisi keindahan maupun kegunaannya sebagai tanaman obat. Tanaman ini dapat digunakan sebagai pengobatan untuk diare, hidung berdarah, hepatitis, flu, wasir, disinfektan, inflamasi, serta penyakit yang berhubungan dengan pendarahan dan kandungan. Tanaman yang mekar dalam jangka waktu tiga bulan tanam ini memiliki banyak manfaat dan dapat memberikan edukasi tersendiri bagi pengunjung.

Selanjutnya, ubi pantai atau yang sering dikenal ubi patihan sukses dalam meningkatkan pendapatan masyarakat daerah pesisir Yogyakarta bagian selatan. Satuan geologi endapan pantai adalah lokasi yang cocok untuk dilakukan penanaman ubi ini (Lampiran 4). Tekstur tidak lembek dengan glukosa tinggi membuat ubi tersebut lebih manis dari ubi lainnya. Ubi ini sangat cocok ditanam di daerah pesisir dengan metode pembuatan gundukan kecil untuk mengurangi kelembapan. Ubi jalar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini tumbuh dengan ketinggian pohon antara 30–40cm tanpa rambatan dan mudah dipanen karena kondisi tanah berpasir. Kedua tanaman ini nantinya diharapkan dapat menambah pemasukan bagi warga lokal yang pada umumnya memiliki mata pencaharian sebagai petani.



Sumber: Kompas.com (Luthfia Ayu Azanella, 2018)

Gambar 9. Bunga Celosia di Taman Kukup Mentari, Kawasan Pantai Kukup, Gunungkidul, Yogyakarta

- ***Kawasan Geowisata Padang Savana Berbatu***

Kawasan ini berada sekitar kurang lebih 500 m dari kawasan pantai, berupa hamparan padang luas dengan bebatuan dan pepohan kering yang memberikan kesan takjub ketika memandangnya. Kawasan ini memiliki sisi geologi dan ekologi yang menyuguhkan pemandangan sangat jarang dijumpai di kawasan geowisata pantai lainnya. Ketertarikan itu juga didukung dengan satuan geomorfologi perbukitan bergelombang terumbu koral yang memberikan kesan sangat luar biasa pada kawasan geowisata tersebut (Gambar 10).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10. Kawasan Geowisata Padang Savana Berbatu



Gambar 11. Ketampakan Pepohonan Kering di Kawasan Geowisata Padang Savana Berbatu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- **Kawasan Penunjang Geowisata dan *Ecopark***

Selain kawasan pantai dan *ecopark* yang menjadi inti dalam pembuatan kawasan pariwisata ini, sarana penunjang, seperti transportasi (jalan), ketersediaan air, dan tempat rekreasi, baik olahraga maupun tempat bersantai, juga harus dapat dipetakan. Kawasan dengan kontur perbukitan sangat cocok sekali untuk dijadikan sebagai tempat berkemah, tempat peristirahatan, seperti resor penginapan, atau gazebo tempat peristirahatan sementara. Selanjutnya, kawasan perbelanjaan harus juga ditata dengan baik dan rapi dengan mempertimbangkan kelerengan kontur serta akses dan jarak dari tempat wisata agar para wisatawan mudah untuk berbelanja.

Untuk kawasan dengan kontur dataran, sebagian wilayahnya juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat olahraga, seperti lapangan voli pantai, bola pantai, dan sebagainya. Hal terpenting di sini adalah ketersediaan waduk (sumber mata air tawar) yang dapat dimanfaatkan sebagai penyuplai kebutuhan air di kawasan pantai ini. Pembangunan jalan perlu dilakukan karena akses menuju tempat ini masih belum tersedia dengan baik. Pembangunan tersebut harus mempertimbangkan kelerengan, jarak terdekat menuju jalan utama, dan kekuatan batuan pada dasar jalan. Hasil penelitian merekomendasikan dua buah jalan yang dapat dibangun, namun harus dikaji ulang secara detail sebelum pembangunannya karena keterbatasan waktu. Jalan tersebut juga diharapkan dapat dijadikan sebagai jalur evakuasi jika sewaktu-waktu terjadi tsunami (Lampiran 4).



Gambar 12. Waduk sebagai Sumber Mata Air bagi Daerah Sekitar Kawasan Pantai Banteng Mati

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan di atas, kawasan ini dianggap memiliki prospek pengembangan sebagai kawasan geowisata dan *ecopark*. Setiap lokasi kawasan wisata memiliki nilai edukasi dan kawasan konservasi alam berbasis geowisata dan *ecopark* (keragaman hayati) yang harus didukung manajemen yang baik sejak dini. Selain itu, perlu diperhatikan aspek perawatan setiap kawasan agar tetap terjaga kealamiannya sehingga kawasan geowisata dan *ecopark* Pantai Banteng Mati memiliki keberlangsungan hidup yang lama sebagai kawasan geowisata dan *ecopark*. Kawasan ini juga sudah memenuhi aspek untuk jadikan kawasan wisata berbasis alam dan lingkungan dengan segala macam bentuk satuan geomorfologi dan geologinya. Pengaturan dan perencanaan kebencanaan secara matang juga sudah dipetakan dengan baik sehingga dapat menjamin keselamatan dan kenyamanan pengunjung.

DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, I. & Setyaningsih, W. (2017). Mengungkap potensi Kabupaten Rembang sebagai geowisata dan laboratorium lapangan geografi. *Jurnal Geografi*, *14*(1), 1–17.

Astari, C. (2011). *Proses implementasi lanskap ecopark di kawasan rekreasi Taman Impian Jaya Ancol, Jakarta* (Skripsi tidak dipublikasikan, Institut Pertanian Bogor).

Dowling, R.K. (2011). Geotourism's global growth. *Geoheritage*, *3*(1), 1–13.

DOI: 10.1007/s12371-010-0024-7

Nisa, M.Z. (2017). *Pengelolaan panen dan pascapanen bunga potong jengger ayam (Celosia cristata) di perusahaan A.J.P. Vansanten, Maasdijk, Belanda Selatan* (Skripsi tidak dipublikasikan, Institut Pertanian Bogor).

Sjarifudin, M.Z. & Hamidi, S. (1992). *Peta geologi lembar Blitar, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

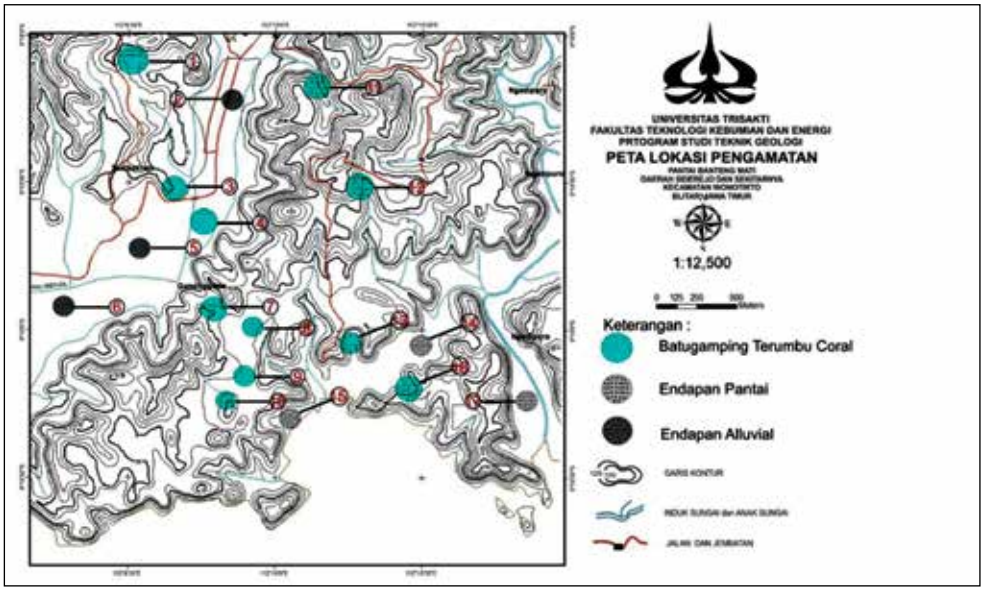
van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

van Zuidam, R.A. (1985). *Aerial photo: Interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. The Hague, Belanda: Smith Publisher.

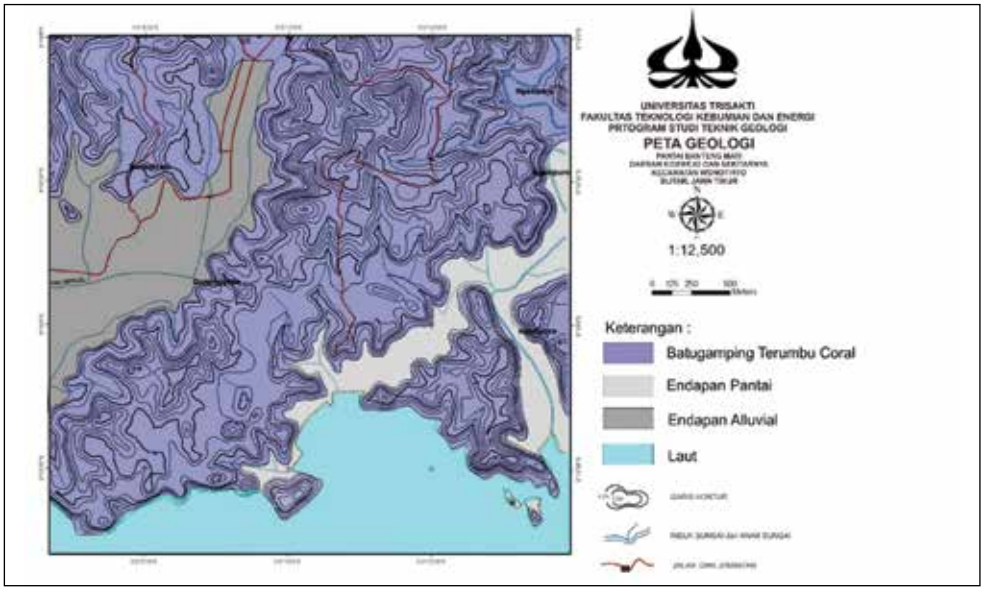
Verstappen, H.Th. (1983). *Applied geomorphology:* Geomorphological surveys for environmental development. Amsterdam: Elsevier.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 1

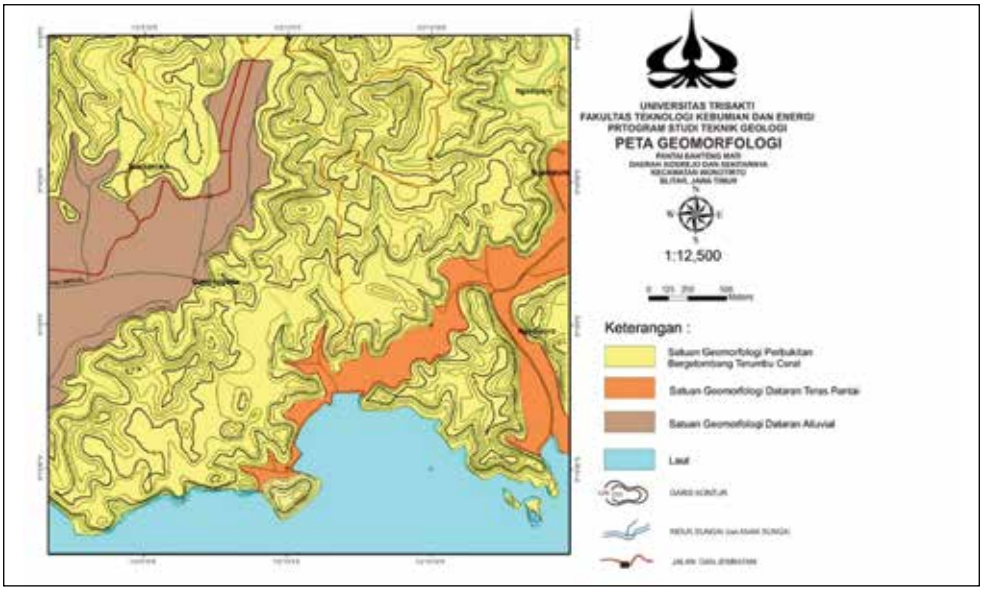


LAMPIRAN 2

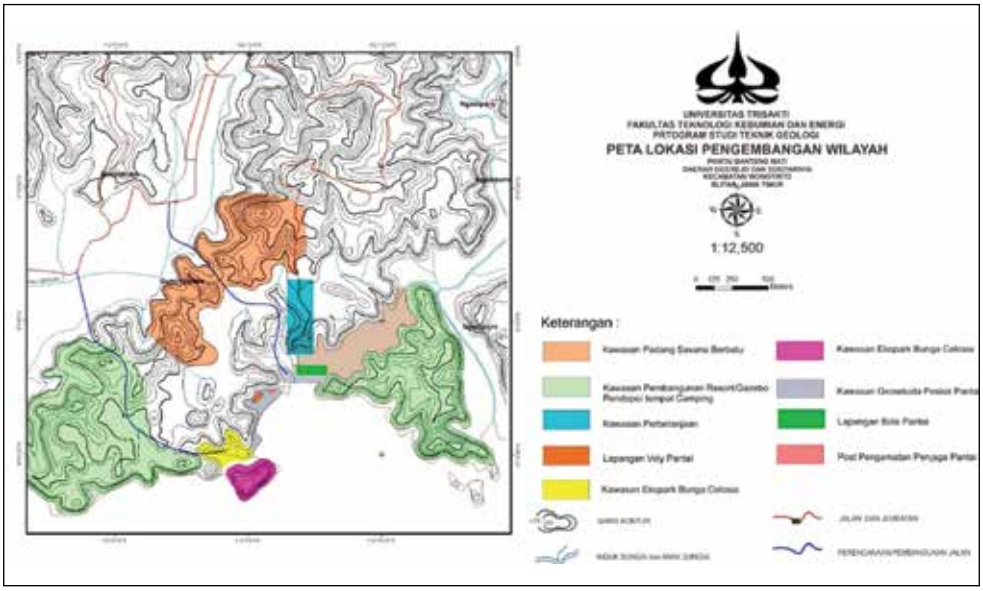


Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 3

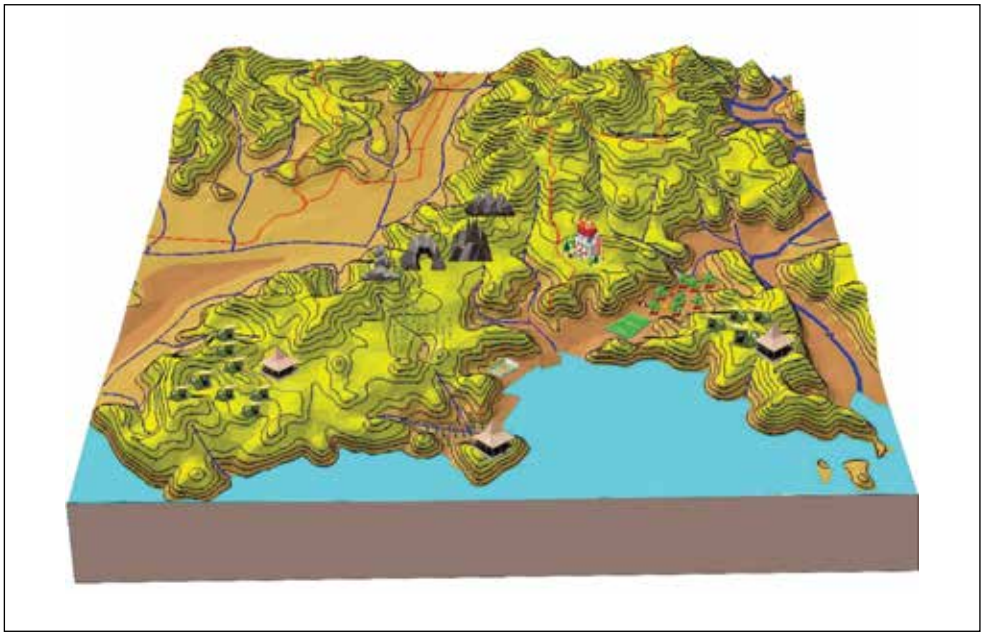


LAMPIRAN 4



Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN 5



Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI AWAL BIOGEOGRAFI PULAU BELITUNG: SEBUAH UPAYA PENGAYAAN MATERI GEOWISATA GEOPARK BELITONG

PRELIMINARY STUDY OF BELITUNG ISLAND BIOGEOGRAPHY: AN ENRICHMENT EFFORT TO GEOTURISM MATERIAL IN GEOPARK BELITONG

[1*]Oman Abdurahman dan [2]Ganjar Cahyadi

[1]Museum Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jalan Diponegoro No. 57, Bandung, Jawa Barat, Indonesia
[2]Museum Zoologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jalan Let. Jen. Purn. Dr. (HC). Mashudi No. 1, Jatinangor, Sumedang 45363, Jawa Barat, Indonesia
1*Pos-el: omanarah@gmail.com

ABSTRACT

Biogeography once made Indonesia famous when Alfred Russel Wallace proposed what was called the Wallace Line. Now, through geopark, biogeography is increasingly important to explain biodiversity that is influenced by geological conditions, as some cases are found in the Geopark Belitong *area. Therefore, preliminary study of the biogeographic of Pulau Belitung was conducted, specifically the case of pelilean fauna and several fish species. We have conducted field inspections of pelilean (Cephalopachus bancanus saltator) and several species of fish, namely arowana fish (Scleropages formosus) and hampala fish (Hampala macrolepidota) which have different habitat distribution. We followed up these indications with literature studies on the development of the geology of Belitung Island, more field surveys, and analysis. As a result, we obtained some initial conclusions, i.e. strengthen the opinion that pelilean is an endemic species of Belitung Island at the species level; this endemic phenomenon can be explained by a biogeographic approach during the peak of Ice Age; there were also indications of a water dividing line through Belitung Island. These existing findings can enrich geotourism material, however this study still needs further research.*

Keywords: *biogeography, geotourism, arowana fish, hampala fish, pelilean, Ice Age*

ABSTRAK

Biogeografi pernah mengharumkan nama Indonesia ketika Alfred Russel Wallace mengusulkan apa yang disebut Garis Wallace. Kini, melalui geopark, biogeografi semakin penting untuk menjelaskan keanekaragaman hayati yang dipengaruhi oleh keadaan geologi, sebagaimana beberapa kasusnya dijumpai di kawasan Geopark Belitong. Oleh karena itu, kami melakukan studi awal tentang biogeografi Pulau Belitung, khususnya kasus fauna pelilean dan beberapa jenis ikan. Pemeriksaan lapangan telah dilakukan terhadap satwa pelilean (Cephalopachus bancanus saltator) dan beberapa jenis ikan, yaitu ikan arwana (Scleropages formosus) dan ikan hampala (Hampala macrolepidota)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang sebaran habitatnya berbeda. Dari pemeriksaan awal ini, terdapat indikasi kasus biogeografi yang ditindaklanjuti dengan studi literatur tentang perkembangan geologi Pulau Belitong, survei lapangan kembali, dan analisis. Hasilnya, kami memperoleh beberapa kesimpulan awal, antara lain menguatkan pendapat bahwa pelilean adalah satwa endemik Pulau Belitung di tingkat spesies, fenomena endemik ini dapat dijelaskan dengan pendekatan biogeografi pada masa puncak Zaman Es, dan pada zaman itu pula terdapat indikasi adanya garis pemisah air yang melalui Pulau Belitung. Semua temuan yang ada sudah dapat memperkaya materi geowisata, namun kajian ini masih perlu penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: biogeografi, geotourism, ikan arwana, ikan hampala, pelilean, Zaman Es

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah tropis dengan geologi yang kompleks sehingga memiliki keragaman hayati dengan tingkat endemisitas yang tinggi. Keadaan ini menjadi salah satu alasan mengapa kajian biogeografi efektif dilakukan di Indonesia (Lohman dkk., 2011).

Kajian tentang fenomena biogeografi di Indonesia antara lain dilakukan pada 1860-an oleh Alfred Russel Wallace. Ia mencari hubungan antara sejarah geologi dan distribusi hewan yang ditemukan di area yang sekarang dikenal sebagai area Wallacea (Sulawesi, Sunda Kecil tanpa Pulau Bali hingga Maluku) (Lohman dkk., 2011; Marlon, 2018). Berdasarkan observasinya, A.R. Wallace kemudian mengusulkan sebuah garis imajiner yang memisahkan sebaran hewan di Paparan Sunda dan Paparan Sahul. Garis ini dikenal sebagai Garis Wallace yang "memisahkan" pulau-pulau Kalimantan dengan Sulawesi dan Bali dengan Lombok (Wallace, 1863; Huxley, 1868; Marchant, 1916). Inilah salah satu kajian biogeografi yang mengharumkan nama Indonesia di dunia, bahkan kajiannya masih dilakukan sampai kini (Holt dkk., 2013)

Area Wallacea bukan satu-satunya wilayah dengan biogeografi menarik yang dapat dikaji di Indonesia (Natus, 2005; Yustian, 2007; Priambodo, Liu, & Kurniawan, 2019). Selain itu, melalui konsep *geopark* yang mencakup konservasi, edukasi, dan penumbuhan ekonomi setempat melalui geowisata, kajian biogeografi saat ini menjadi semakin penting untuk menjelaskan keragaman hayati yang dipengaruhi oleh keadaan geologi, sebagaimana kasusnya dijumpai di kawasan Geopark Belitong (UNESCO, 2017; Geopark Belitong, 2018).

Lokasi penelitian, yaitu kawasan *Geopark* Belitong terletak di Pulau Belitung (Gambar 1), merupakan salah satu pulau dengan sejarah geologi dan keragaman hayati yang menarik (Voris, 2000; Natus, 2005; Yustian, 2007). Perannya sebagai jembatan darat penghubung antara Pulau Jawa, Sumatra, dan Kalimantan pada 17 ribu–250 ribu tahun yang lalu diduga berpengaruh terhadap keberadaan hewan yang tersebar di ketiga pulau besar tersebut pada saat ini (Voris, 2000). Selain itu, kondisi Pulau Belitung yang lebih dahulu terpisah dari daratan utamanya membuat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

isolasi geografi di pulau tersebut pada Zaman Es terjadi lebih lama sehingga tingkat endemisitas biota yang tersebar di dalamnya menjadi tinggi (Voris, 2000; Natus, 2005, Solihuddin, 2014). Oleh karena itu, kajian biogeografi sangat berpotensi dilakukan atas Pulau Belitung.

Berdasarkan Baharuddin dan Sidarto (1995), stratigrafi batuan penyusun Pulau Belitung dari yang termuda hingga tertua adalah aluvium, pasir berkarbonan, Formasi Tajam, Formasi Kelapakampit, Formasi Siantu, Granit Tanjungpandan, Adamelit



Sumber: Google Maps (2019)

Gambar 1. Lokasi Penelitian di Pulau Belitung, Bukit Peramun (titik merah), Batu Mentas (titik kuning), dan Tebat Rasau (titik biru)

Baginda, Granodiorit Burung Mandi, diorit kuarsa, dan batu besi. Aluvium berupa material hasil pelapukan berukuran bongkah hingga lempung, terdapat juga gambut. Pasir karbonan bersisipan dengan lempung, takpadu, serta mengandung mineral berat, lignit dan kasiterit.

Dari Baharuddin dan Sidarto (1995) juga diketahui bahwa Formasi Tajam terutama berupa batu pasir dengan 2–40 cm. Formasi ini memiliki tebal lebih dari 500 m dan diduga menjari dengan Formasi Kelapakampit yang berupa sedimen *flisch*, terdiri atas batu pasir terubah berselingan dengan serpih, batu lanau, dan rijang. Selain itu, formasi ini mengandung fosil berumur Permo-karbon atau 300 juta tahun lalu (jtl), yaitu *Moscovicrinus*. Formasi Siantu didominasi oleh lava bantal dan breksi gunung api.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Granit Tanjungpandan adalah granit tipe "S" yang mengandung *greysand* yang kaya mineral kasiterit primer, berumur 208–245 jtl, serta tersebar di sekitar Tanjungpandan sampai Sijuk dan Simpang Regiang. Adamelit Baginda adalah granit tipe "I" yang tidak mengandung kasiterit, berumur 160–208 jtl, dan tersebar di bagian selatan. Granodiorit Burung Mandi juga merupakan granit tipe "I", berumur 115–180 jtl, dan dapat ditemukan di kawasan timur laut. diorit kuarsa dan batu besi yang berumur 115–160 jtl juga terdapat di Belitung bagian timur.

Sejarah geologi Belitung dimulai pada Paleozoikum (541–254 jtl), di mana pulau ini dan laut di sekitarnya merupakan daratan yang berubah menjadi laut dangkal pada Karbon-Trias (304–254 jtl). Pada Mesozoikum (252–72 jtl), terjadi orogenesa yang menjadikannya daratan kembali. Fenomena ini diikuti oleh intrusi granit pada Trias (252–208 jtl)-Yura Akhir (164–152 jtl) yang menerobos batuan sedimen. Batas antara sedimen dan granit merupakan tempat terjadinya metamorfosis yang menghasilkan kasiterit pada rekahan granit.

Pada masa Kenozoikum (66 jtl–sekarang), terjadi erosi intensif yang mengikis habis lapisan penutup granit sehingga batuan granit tersingkap dan mengalami denudasi, hasilnya diendapkan di lembah. Pada kala Plistosen (± 2,6 jtl–12 ribu tahun lalu (rtl)), Belitung merupakan salah satu "jembatan" yang menghubungkan antara Pulau Kalimantan, Sumatra, dan Jawa sebelum akhirnya terpisah dari daratan utama (Voris, 2000). Kemudian, beberapa daerah di Pulau Belitung menjadi laut dangkal, namun denudasi terus berlangsung dan membentuk dataran luas dengan beberapa bukit sisa erosi seperti yang tampak sekarang ini. Selain itu, di kala yang sama (700 rtl) juga diduga terjadi tumbukan meteorit yang jatuh ke kawasan ini dan menghasilkan batuan tektit atau batu satam (*billitonite*).

Belitung diperkirakan menjadi tempat pertemuan dua dari empat sistem sungai purba besar pada kala Plistosen Akhir atau akhir puncak Zaman Es (*The Last Glacial Maximum*, LGM) di Paparan Sunda (Gambar 2). Paparan ini adalah daratan yang meliputi Pulau Sumatra, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, dan Pulau Bali serta laut dan selat di antaranya. Sistem sungai yang paling besar, *North Sunda River System*, mengalir dari arah barat laut pantai Sumatra dan bergabung dengan Sungai Kapuas ke arah utara, kemudian bermuara di sebelah barat laut Pulau Natuna. Selain itu, sistem sungai besar lainnya, *East Sunda River System*, berasal dari sungai yang mengalir ke utara Jawa, selatan Kalimantan, dan sebagian kecil Pulau Sumatra. Sistem sungai ini mengalir ke arah timur melewati daerah yang Laut Jawa kini menuju ke laut dekat Bali. Sistem sungai tersebut memiliki pengaruh besar dalam penyebaran hewan termasuk ikan air tawar (Inger & Kong, 1962; Voris, 2000).

Pulau Belitung memiliki keragaman hayati yang tinggi. Setidaknya sebanyak sembilan spesies mamalia (Wilson & Reeder, 2005), 293 spesies burung (Clements, Schulenberg, Iliff, Roberson, Fredericks, Sullivan, & Wood, 2018), 33 spesies reptil

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Voris (2000); Sathiamurthy & Voris (2006, dalam Solihuddin (2014))

Gambar 2. Peta (tanpa skala) yang menunjukkan sungai purba di Paparan Sunda selama akhir puncak Zaman Es.

(Uetz, Hallermann, & Hosek, 2019), dan 60 spesies ikan air tawar (Yunita, 2004) tercatat ada di pulau tersebut. Selain itu, pulau ini termasuk ke dalam pusat daerah endemik di Pulau Sumatra (Natus, 2005) dengan salah satu hewan endemik yang tercatat adalah *pelilean* (*Cephalopachus bancanus saltator*) (Yustian, 2007).

Dari sekian banyak hewan yang terdistribusi di Pulau Belitung, sejarah keberadaan mamalia darat dan ikan air tawar merupakan objek kajian biogeografi yang cocok untuk diteliti di pulau tersebut (Heaney, 1986; Griffiths, 2006; Heads, 2010; Olden, Kennard, Leprieur, Tedesco, Winemiller, & García-Berthou, 2010; Davison dkk., 2011), bahkan primata merupakan salah satu taksa indikator yang berguna dalam analisis biogeografi (Harcourt, 1999).

Pelilean

Pelilean (*Cephalopachus bancanus saltator*) adalah nama lokal untuk tarsius yang berasal dari Pulau Belitung (Geopark Belitong, 2018). Spesies tersebut merupakan salah satu primata terkecil yang diketahui hanya memiliki sebaran di Pulau Belitung (Yustian, 2007; Shekelle, 2008; Groves & Shekelle, 2010). *Pelilean* termasuk ke dalam kelompok tarsius yang tersebar di sebelah barat garis Wallace (*Western tarsiers*) dan saat ini merupakan satu-satunya spesies dalam genus *Cephalopachus* yang diketahui (Groves & Shekelle, 2010. Oleh karena itu, *pelilean* menjadi salah satu spesies yang menarik untuk dijadikan objek kajian biogeografi. Hal ini ditunjukkan dengan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berbagai hipotesis tentang sejarah distribusi fauna tersebut yang dikaitkan dengan kejadian geologi terutama pada saat Zaman Es (Shekelle, 2008; Solihuddin, 2014).

Ikan Arwana dan Ikan Hampala

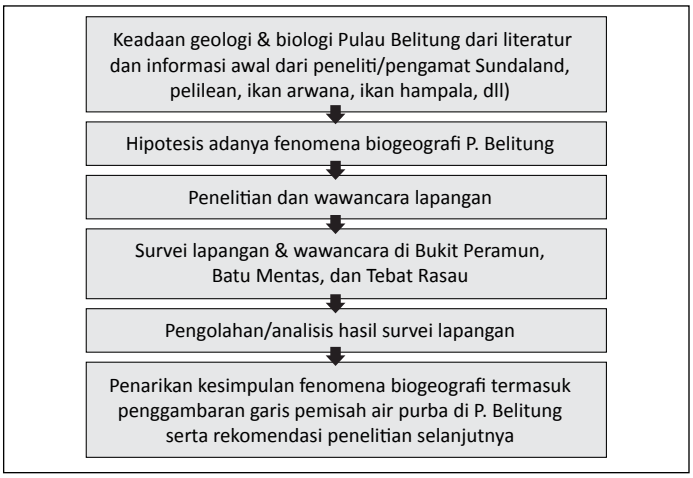
Sama halnya dengan *pelilean*, ikan air tawar, seperti arwana asia (*Scleropages formosus*) dan ikan hampala (*Hampala macrolepidota*), merupakan salah satu objek kajian biogeografi Belitung yang menarik untuk diteliti lebih lanjut (Griffiths, 2006; Olden, Kennard, Leprieur, Tedesco, Winemiller, & García-Berthou, 2010)Limnofauna Europaea, 2nd edn. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. Arwana Asia tersebar luas mulai dari Myanmar bagian selatan hingga Indonesia (Kalimantan) (Froese & Pauly, 2019), termasuk di Pulau Belitung (Marwan, 2019, komunikasi personal).

Hampala juga merupakan ikan dengan sebaran yang luas mulai dari Thailand, Semenanjung Malaysia hingga Indonesia (Froese & Pauly, 2019), termasuk di Pulau Belitung (Marwan, 2019, komunikasi personal). Meskipun demikian, sebaran kedua ikan tersebut terbatas hanya pada daerah tertentu di Pulau Belitung. Arwana asia diketahui tersebar secara alami di aliran sungai yang mengarah ke Belitung Timur, sedangkan ikan hampala tersebar secara alami di aliran sungai yang mengarah ke sebelah barat (Marwan, 2019, komunikasi personal). Fenomena ini mengindikasikan adanya peran keadaan geologi yang menyebabkan sebaran kedua spesies ikan tersebut berbeda sehingga kajian biogeografi penting untuk dilakukan.

B. METODE

Gambar 3 di bawah ini menggambarkan diagram alur pemikiran penelitian studi biogeografi ini.

Survei keberadaan *pelilean* serta ikan arwana dan ikan hampala dilakukan melalui survei lapangan di Pulau Belitung, tepatnya di Bukit Peramun, Batu Mentas,



Gambar 3. Diagram Alir Studi Biogeografi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kabupaten Belitung, dan Tebat Rasau, Kabupaten Belitung Timur (Gambar 1) pada 20–23 Juli 2019. *Visual encounter survey* yang diadaptasi dari penelitian Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, dan Foster (1994) dilakukan pada siang dan malam hari. Survei lapangan di Bukit Peramun (2°36'59.8"S 107°44'13.1"E) dilakukan pada aliran sungai yang mengarah ke barat laut dan Batu Mentas (2°47'35.3"S 107°50'06.1"E) pada aliran sungai yang mengarah ke barat, serta di Tebat Rasau (2°54'00.3"S 108°03'49.2"E) pada aliran Sungai Lenggang yang mengalir ke arah tenggara.

Metode wawancara yang diadaptasi dari FAO (2008) dilakukan kepada informan kunci untuk mendapatkan data sekunder mengenai keberadaan *pelilean* serta ikan arwana dan ikan hampala di Belitung. Pengukuran morfologi standar (panjang tubuh (pt); panjang ekor (pe)) dilakukan dengan meteran pada individu *pelilean* dan kaliper (ketelitian 0,02 mm) pada ikan yang diamati. Dokumentasi foto diaplikasikan pada setiap spesies yang ditemukan. Identifikasi ikan dilakukan dengan menggunakan panduan dari penelitian terdahulu (Kottelat, Whitten, Kartikasari, & Wirjoatmodjo, 1993; Kottelat, 2013).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan *pelilean*, diperoleh sebanyak satu individu jantan liar dari Bukit Peramun (pt = 13 cm; pe = 21 cm) dan satu individu jantan liar yang dijadikan bahan edukasi di Batu Mentas (pt = 9,5 cm; pe = 17 cm). Berdasarkan hasil pengamatan ikan, 41 spesies ikan berhasil teramati, namun hanya satu individu ikan arwana (pt = 19; pe = 5 cm) yang teramati di Tebat Rasau (aliran Sungai Lenggang), sedangkan ikan hampala (31 individu) hanya teramati di Batu Mentas (Gambar 4 dan Tabel 1).

Selain itu, 16 orang informan kunci berlatar belakang berbeda telah diwawancarai, antara lain pegiat komunitas lokal peduli hutan dan sungai (8 orang), staf Yayasan Tarsius Center Indonesia (1 orang), pegiat konservasi biodiversitas (1 orang), staf Pemerintah Kabupaten Belitung (3 staf Bappeda dan masing-masing 1 orang staf dari Dinas Perikanan dan Kelautan serta Dinas Pariwisata), dan guru IPA SMP di Belitung (1 orang).

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, dapat ditarik garis tengah bahwa *pelilean* terdapat di seluruh wilayah berhutan Pulau Belitung, yaitu vegetasi hutan primer dan sekunder, khususnya dengan diameter pohon kurang dari 30 cm. Selain itu, ada kecenderungan bahwa ikan arwana hanya terdistribusi secara alami di sungai yang mengalir ke arah timur atau tenggara. Sementara itu, ikan hampala hanya terdistribusi di aliran sungai yang mengalir ke arah barat daya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Spesies Ikan yang Teramati Selama Pengamatan

No	Nama Spesies	Nama lokal	Lokasi penemuan		
			BP	BM	TR
1	*Aplocheilus panchax*	Timah-timah	-	-	√
2	*Barbodes binotatus*	Ikan ban	-	-	√
3	*Belontia hasselti*	Kepuyuh	-	-	√
4	*Betta* sp.1	Tempala biasa	√	-	√
5	*Betta* sp.2	Tempala besar	√	-	√
6	*Brevibora dorsiocellata*	Babidis	-	-	√
7	*Channa bankanensis*	Mengar/ tupok	-	-	√
8	*Channa lucius*	Mengkawak	-	-	√
9	*Channa marulioides*	Ampung	-	-	√
10	*Channa melasoma*	Bedaka	-	-	√
11	*Clarias teijsmanni*	Lele	√	-	√
12	*Cyclocheilichthys* sp.	Kepras	-	-	√
13	*Desmopuntius* sp.	Cincang nangka	-	-	√
14	*Gymnochanda verae*	Ikan kaca	-	-	√
15	*Hemibagrus capitulum*	Baung	-	-	√
16	*Hemirhamphodon phaiosoma*	Mantabor	-	-	√
17	*Kryptopterus* sp.	Kemening	-	-	√
18	*Leiocassis micropogon*	Baung batang	-	-	√
19	*Macrognathus maculatus*	Lenjing	-	-	√
20	*Nandus nebulosus*	Semupu	-	-	√
21	*Pangio semicincta*	Gersik	-	-	√
22	*Pristolepis grooti*	Kepinding	-	-	√
23	*Rasbora einthovenii*	Siluang bade	-	-	√
24	*Rasbora cephalotaenia*	Seluang biasa	√	-	√
25	*Scleropages formosus*	Tengkelasak	-	-	√
26	*Silurichthys indragiriensis*	Lais kecil	-	-	√
27	*Sphaerichthys osphromenoides*	Tembelayar tanggok	-	-	√
28	*Striuntius lineatus*	Kemuring	-	-	√
29	*Tetraodon palembangensis*	Ikan buntal	-	-	√
30	*Trichopodus pectoralis*	Sepat	-	-	√
31	*Trigonopoma gracile*	Babidis	-	-	√
32	*Trigonopoma pauciperforatum*	Babidis	-	√	√
33	*Wallago leerii*	Tapa	-	-	√
34	Channa gachua	Ikan gabus	√	-	-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Nama Spesies	Nama lokal	Lokasi penemuan		
			BP	BM	TR
35	Hampala macrolepidota	Baju belang	-	√	-
36	Hemirhamphodon pogonognathus	Mantabor	-	√	-
37	Rasbora bankanensis	Babidis	-	√	-
38	Doryichthys martensii	-	-	√	-
39	*Acanthopsoides* sp.	-	-	√	-
40	*Nemacheilus* sp.	-	-	√	-

Keterangan: BP = Bukit Peramun, BM = Batu Mentas, dan TR = Tebat Rasau



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Gambar 4. Spesies Ikan dengan Sebaran Alami Berbeda di Pulau Belitung, Ikan Hampala (atas) dan Arwana (bawah)

Pelilean merupakan primata dengan habitat berupa hutan sekunder dan hutan kerangas yang salah satunya terdapat di Pulau Belitung (Yustian, 2007; Fitriana, 2017). Meskipun tersebar luas di Belitung, aliran genetik *pelilean* secara alami terpisah dari subspesies lainnya. Adanya batas pemisah berupa lautan sejak sekitar 9.700 jtl membuat *pelilean* terisolasi di Pulau Belitung (Shekelle, 2008; Solihuddin, 2014). Selain itu, secara morfologi, *pelilean* memiliki perbedaan dilihat dari ukuran kepala, warna, dan keberadaan rambut pada ekor (Groves & Shekelle, 2010), serta secara perilaku, *pelilean* memiliki perbedaan, terutama dalam hal pemilihan pasangan dan penentuan teritori individu jantan (Setiawan, 2019, komunikasi personal). Hal ini dapat menjadi salah satu dasar penentuan status *pelilean* sebagai hewan endemik Pulau Belitung. Penemuan *pelilean* di Pulau Belitung juga berpotensi besar untuk mengungkap asal-usul dari kelompok Tarsiidae yang sebagian besar terdistribusi di Sulawesi dan Filipina (Shekelle, 2008).

Ikan arwana dan ikan hampala memiliki sebaran yang berbeda secara alami. Ikan arwana tidak memiliki catatan tersebar di Pulau Belitung sebelah barat (aliran Sungai Cerucuk) dan sebaliknya ikan hampala tidak memiliki catatan tersebar di Pulau Belitung sebelah timur (aliran Sungai Lenggang) (Narsidi, 2019, komunikasi personal). Hal ini diduga ada kaitannya dengan keberadaan sungai purba, sistem sungai *North Sunda* dan *East Sunda*, pada Zaman Es (Voris, 2000). Sumber mata air utama di Pulau Belitung yang diduga berpusat di Gunung Tajam sebagai puncak

Buku ini tidak diperjualbelikan.

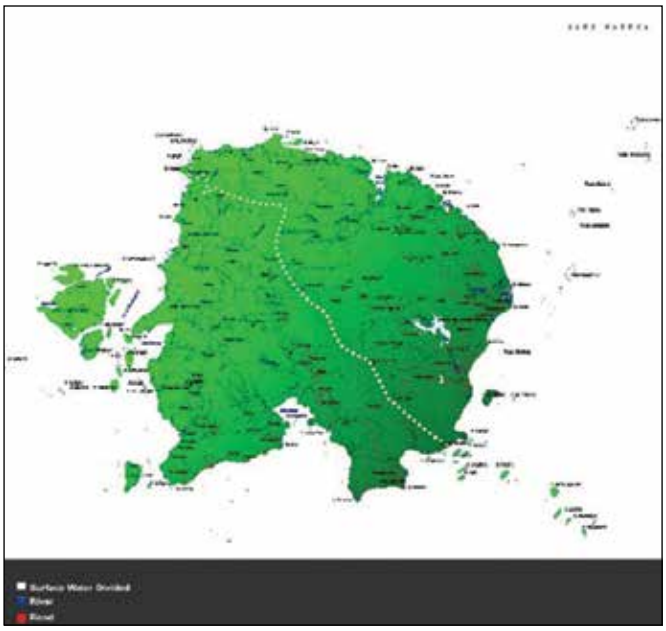
tertinggi (501 mdpl) menciptakan perbedaan arah aliran air sehingga menyambung dengan sungai purba yang memiliki perbedaan muara tersebut (Voris, 2000; Solihuddin, 2014). Hal tersebut berkaitan dengan temuan spesies ikan di Pulau Belitung (Tabel 1).

Hampir sebagian besar spesies ikan yang ditemukan di Tebat Rasau memiliki sebaran di Kalimantan dan Sumatra (Froese & Pauly, 2019). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya koneksi mata air Sungai Lenggang ke *North Sunda river system* pada Zaman Es. Hal yang sama juga terjadi pada sungai di Batu Mentas dengan ikan hampala sebagai salah satu ikan yang ditemukan pada saat pengamatan (Tabel 1). Ikan hampala yang memiliki sebaran sampai ke Jawa diduga memiliki koneksi dengan Pulau Belitung melalui sungai yang terhubung ke *East Sunda river system* pada Zaman Es (Voris, 2000; Solihuddin, 2014). Gunung Tajam sebagai sumber mata air utama dari Sungai Lenggang dan Sungai Batu Mentas, sekaligus sebagai puncak tertinggi di Pulau Belitung, diduga merupakan salah satu garis pemisah air di pulau tersebut (Oktariadi, 2014). Perkiraan garis pemisah air di Pulau Belitung pada akhir puncak Zaman Es (LGM) disajikan pada Gambar 5.

Selain itu, penemuan ikan Cyprinidae (seperti *Brevibora*, *Rasbora*, dan *Trigonopoma*) juga dapat melengkapi data sebaran ikan di Pulau Belitung. Seperti halnya arwana dan hampala, ikan lain yang ditemui, terutama di Batu Mentas dan Tebat Rasau, memiliki komposisi spesies berbeda (Tabel 1). *Brevibora dorsiocellata* dan *Trigonopoma gracile* yang ditemukan di Tebat Rasau, Belitung Timur, dapat ditemukan juga di anak Sungai Kampar (Ganjar Cahyadi, 2017, observasi personal) sehingga ada dugaan keterkaitan antara Belitung dengan *North Sunda river system* dan *Siam river system* pada masa lalu (Voris, 2000). Namun, keterwakilan spesies ikan pada setiap sistem sungai purba sangat minim saat ini sehingga hubungan di antaranya di *Sundaland* sulit dijelaskan (Liao, Kullander, Sven, & Fang, 2010). Oleh karena itu, penelitian komprehensif ikan sebagai objek kajian biogeografi kawasan ini perlu ditingkatkan.

Adanya kesesuaian data hasil pengamatan di lapangan dan hasil wawancara dengan informan kunci mengenai keberadaan baik *pelilean*, ikan arwana, dan ikan hampala mengindikasikan bahwa Pulau Belitung merupakan tempat menarik dan cocok sebagai salah satu objek kajian biogeografi. Hal ini dapat memperkaya materi geowisata di Pulau Belitung sebagai salah satu *geopark* kelas dunia. Oleh karena itu, konservasi baik terhadap ketiga individu tersebut serta habitatnya sangat penting dilakukan mengingat alih fungsi lahan hutan menjadi peruntukkan lain (seperti perkebunan dan pertambangan) masih berlangsung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Peta perkiraan posisi garis pemisah air permukaan (*surface water divided*) di Pulau Belitung (titik warna putih) yang disimpulkan dari fakta biogeografi hasil survei dalam kajian ini dan informasi kondisi geologi pada akhir puncak Zaman Es (LGM).

D. KESIMPULAN

1. Hasil pengamatan menguatkan pendapat bahwa *pelilean* adalah satwa endemik Pulau Belitung di tingkat spesies. Selain *pelilean*, beberapa jenis ikan, yaitu ikan arwana (*Scleropages formosus*) dan ikan hampala (*Hampala macrolepidota*), dapat pula menjadi indikator untuk fenomena biogeografi di Pulau Belitung.
2. Fenomena endemik ini dapat dijelaskan dengan pendekatan biogeografi pada masa puncak Zaman Es.
3. Pada akhir puncak Zaman Es, terdapat indikasi adanya garis pemisah air yang melalui Pulau Belitung. Hasil kajian ini, meskipun masih berada pada tataran studi awal, sudah dapat dikemas sebagai materi interpretasi dalam geowisata di Geopark Belitong.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Wakil Bupati Belitung dan Bapedda Kabupaten Belitung yang telah memberikan fasilitas dan akomodasi selama survei lapangan. Terima kasih penulis sampaikan juga kepada Rifaldi, Yusran, dan Mardani yang telah menemani pengambilan data di lapangan, serta Komunitas Lanun Tebat Rasau dan Komunitas Ansel Bukit Peramun yang telah memberikan banyak informasi dan masukan terkait penelitian ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Baharuddin & Sidarto. (1995). *Peta geologi bersistem lembar Belitung skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Clements, J.F., Schulenberg, T.S., Iliff, M.J., Roberson, D., Fredericks, T.A., Sullivan, B.L., & Wood, C.L. (2018). The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2018. Diakses dari http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/.

Davison, J., Ho, S.Y.W., Bray, S.C., Korsten, M., Tammeleht, E., Hindrikson, M., Østbye, K., …, & Saarma, U. (2011). Late-quaternary biogeographic scenarios for the brown bear (*Ursus arctos*), a wild mammal model species. *Quaternary Science Reviews*, *30*(3–4), 418–430.

FAO. (2008). National forest monitoring and assessment: Manual for integrated field data collection. Dalam *NFMA Working Paper*, 37. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fitriana, F. (2017). *Model spasial habitat preferensial tarsius Belitung (Cephalopachus bancanus saltator Elliot, 1910) di Pulau Belitung* (Tesis, Institut Pertanian Bogor).

Froese, R. & Pauly, D. (2019). FishBase: World wide web electronic publication. Diakses dari www.fishbase.org

Geopark Belitong. (2018). Geopark Belitong *Application Dossier 2018 as an Aspiring UNESCO Global Geopark*. Diakses dari https://belitonggeopark.net/library.

Griffiths, D. (2006). Pattern and process in the ecological biogeography of European freshwater fish. *Journal of Animal Ecology*, *75*(3), 734–751.

Groves, C. & Shekelle, M. (2010). The genera and species of Tarsiidae. *International Journal of Primatology*, *31*(6), 1071–1082.

Harcourt, A.H. (1999). Biogeographic relationships of primates on South-East Asian islands. *Global Ecology and Biogeography*, *8*(1), 55–61.

Heads, M. (2010). Evolution and biogeography of primates: a new model based on molecular phylogenetics, vicariance and plate tectonics. *Zoologica Scripta*, *39*(2), 107–127.

Heaney, L. R. (1986). Biogeography of mammals in SE Asia: estimates of rates of colonization, extinction and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society*, *28*(1–2), 127–165.

Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.C., & Foster, M.S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press.

Holt, B. G., Lessard, J.-P., Borregaard, M. K., Fritz, S. A., Araújo, M. B., Dimitrov, D., Fabre, P., …, & Rahbek, C. (2013). An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World. *Science*, *339*(6115), 74–79.

Huxley, T.H. (1868). On the classification and distribution of the Alectoromorphae and Heteromorphae. Dalam *Proceedings of the Scientific Meetings of the Zoological Society of London*, *1868*, 294–319. London: Messrs. Longman, Green, Reader, and Dyer.

Inger, R.F. & Kong, C.P. (1962). The fresh-water fishes of North Borneo. *Fieldiana Zoology*, *45*, 1–268.

Kottelat, M., Whitten, A.J., Kartikasari, S.N., &Wirjoatmodjo, S. (1993). *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Singapore: Periplus Editions (HK) Ltd.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kottelat, M. (2013). The Fishes of the Inland Waters of Southeast Asia: A catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwater, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*, *27*, 1–663.

Liao, T.Y., Kullander, Sven, O., & Fang, F. (2010). Phylogenetic analysis of the genus *Rasbora* (Teleostei : Cyprinidae). *Zoologica Scripta*, *39*(2), 155–176.

Lohman, D.J., de Bruyn, M., Page, T., von Rintelen, K., Hall, R., Ng, P.K.L., Shih, H., …, & von Rintelen, T. (2011). Biogeography of the Indo-Australian archipelago. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *42*(1), 205–226.

Marchant, J. (1916). *Alfred Russel Wallace: Letters and reminiscences (vol. 1)*. London: Cassell.

Marlon, R. (2018). *Wallace's living legacy* (1st ed.). Jakarta: Indonesia Nature & Wildlife Publishing.

Natus, I.R. (2005). *Biodiversity and endemic centres of Indonesia terrestrial vertebrates* (Universität Trier). Diakses dari www.deutsche-digitale-bibliothek.de.

Oktariadi, O. (2014). *Warisan Geologi Pulau Belitung*. Bandung: Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi.

Olden, J. D., Kennard, M. J., Leprieur, F., Tedesco, P. A., Winemiller, K. O., & García-Berthou, E. (2010). Conservation biogeography of freshwater fishes: Recent progress and future challenges. *Diversity and Distributions*, *16*(3), 496–513.

Priambodo, B., Liu, F.-G.R., & Kurniawan, N. (2019). Transoceanic disperse of the white-lipped island pit viper (*Cryptelytrops insularis*; Kramer, 1997) from Sundaland to lesser Sunda, Indonesia. *The Journal of Experimental Life Science*, *9*(1), 7–15.

Shekelle, M. (2008). Distribution and biogeography of tarsiers. Dalam M.Shekelle, C. Gorves, I. Maryanto, H. Schulze, H. Fitch-Snyder, *Primates of the Oriental Night: Chapter 2*, 13–27. Jakarta: LIPI Press.

Solihuddin, T. (2014). A drowning Sunda shelf model during last glacial maximum (LGM) and holocene: A review. *Indonesian Journal on Geoscience*, *1*(2), 99–107.

Uetz, P., Hallermann, J., & Hosek, J. (2019). The reptile database. Diakses dari http://reptile-database.reptarium.cz/.

UNESCO. (2017). *UNESCO global geoparks*. Diakses pada 15 Juli 2019 dari http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/

Voris, H.K. (2000). Maps of pleistocene sea levels in SoutheastAsia: Shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography*, *27*(5), 1153–1167.

Wallace, A.R. (1863). On the physical geography of the Malay archipelago. Dalam *Proceedings of the Royal Geographical Society of London*, *7*(5), 206–213. London: Wiley.

Wilson, D.E. & Reeder, D.M. (2005). *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference (3rd edition)*. Retrieved from Johns Hopkins University Press, 2,142 pp. (Available from Johns Hopkins University Press, 1-800-537-5487 or (410) 516-6900, or at http://www.press.jhu.edu). website: https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/.

Yunita, E. (2004). *Studi pendahuluan iktiofauna perairan tawar Pulau Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung* (Tesis, Universitas Indonesia).

Yustian, I. (2007). *Ecology and conservation status of Tarsius bancanus saltator on Belitung Island, Indonesia*. Göttingen: Cuvillier Verlag.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PERSEBARAN *GEODIVERSITY* DAN GEOTREK SEBAGAI POTENSI GEOWISATA DI MALANG SELATAN, JAWA TIMUR, INDONESIA

THE DISTRIBUTION OF GEODIVERSITY AND GEOTREK AS GEOTOURISM SITE POTENTIAL IN SOUTHERN MALANG, EAST JAVA, INDONESIA

***Y. Festian, A. Bagus, dan B. Santoso**

Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Institut Teknologi Bandung
*Pos-el: yeskifestian@gmail.com

ABSTRACT

Southern Malang tourism area is administratively located in Malang Regency, East Java Province, Indonesia, and is in a position between 112°17'-112°57' E dan 7°44'-8°26' S geographically. Southern Malang consists of several sub-districts that directly borders with Indian Ocean, i.e. Donomulyo, Bantur, Gedangan, Sumbermanjing, Tirto Yudo, and Ampel Gading. This area has a high geotourism potential because of the geodiversity existence, such as beaches, waterfalls, caves, and karst area. However, there is still no systematic data that informs the potentials to the local community. This study aims to interpret the geotourism potential and to make systematic geodiversity data in the research area. Research methods, such as field observation, literature study, and depth interview to local people have been implemented. The primary data was taken in Sumbermanjing, Gedangan, and Bantur sub-districts. The results showed that southern Malang consists of three formations, Wonosari Formation, Mandalaka Formation, and river-swamps sediment Formation with the age range of Oligocene to Quaternary. Depth interviews have been conducted by involving local people with the aim of knowing cultural history of the research area. From this research, the potential value of geotourism, geotourism object distribution map, and geotrek map of the research area have been made. The map also includes geotrek and basic geological information of each object. The results of this research can support the geotourism development in Southern Malang.

Keywords: *geology, geodiversity, Southern Malang, geotrek, geotourism*

ABSTRAK

Daerah wisata Malang Selatan secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia, dan secara geografis berada pada posisi antara 112°17'-112°57' BT dan 7°44'-8°26' LS. Malang Selatan terdiri atas beberapa kecamatan yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia, antara lain Donomulyo, Bantur, Gedangan, Sumbermanjing, Tirto Yudo, dan Ampel Gading. Adanya *geodiversity*, seperti pantai, air terjun, gua, dan kawasan karst, membuat daerah ini memiliki potensi geowisata yang tinggi, namun masih belum ada data sistematis yang menginformasikan semua potensi geowisata tersebut kepada masyarakat. Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini dilakukan untuk menginterpretasikan potensi geowisata dan membuat pendataan sistematis *geodiversity* di daerah wisata Malang Selatan. Metode penelitian berupa observasi langsung di lapangan, studi literatur, dan wawancara mendalam dengan warga sekitar telah dilaksanakan. Data primer diambil di Kecamatan Sumbermanjing, Gedangan, Bantur, dan Donomulyo. Hasil studi literatur menunjukan bahwa Malang Selatan terdiri atas tiga formasi, yakni Formasi Wonosari, Formasi Mandalaka, dan Formasi endapan sungai-rawa dengan kisaran umur Oligosen hingga Kuarter. Wawancara mendalam dilakukan dengan melibatkan warga sekitar sebagai narasumber dengan tujuan untuk mengetahui *cultural history* daerah penelitian. Dari penelitian ini dihasilkan nilai potensi geowisata, peta persebaran objek geowisata, dan peta *geotrek* daerah penelitian. Informasi yang diberikan dapat membantu meningkatkan pengembangan geowisata yang ada di Malang Selatan.

Kata kunci: geologi, *geodiversity*, Malang Selatan, *geotrek*, geowisata

A. PENDAHULUAN

Daerah wisata Malang Selatan secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia, dan secara geografis berada pada posisi antara 112°17'-112°57' BT dan 7°44'- 8°26' LS. Malang Selatan terdiri atas beberapa kecamatan yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia, antara lain Donomulyo, Bantur, Gedangan, Sumbermanjing, Tirto Yudo, dan Ampel Gading. Daerah wisata Malang Selatan dapat ditempuh sekitar tiga jam perjalanan dari Kota Malang dengan menggunakan kendaraan bermotor, baik beroda empat maupun beroda dua.

Daerah wisata Malang Selatan berada memanjang searah dengan Zona Pegunungan Selatan dan Pantai Selatan Jawa. Posisi tersebut menyebabkan daerah wisata Malang Selatan kaya akan keanekaragaman *geodiversity* seperti pantai, air terjun, gua, dan kawasan perbukitan karst. Adanya *geodiversity* yang beragam menyebabkan Daerah Wisata Malang Selatan memiliki potensi geowisata yang tinggi karena visual lanskapnya yang baik.

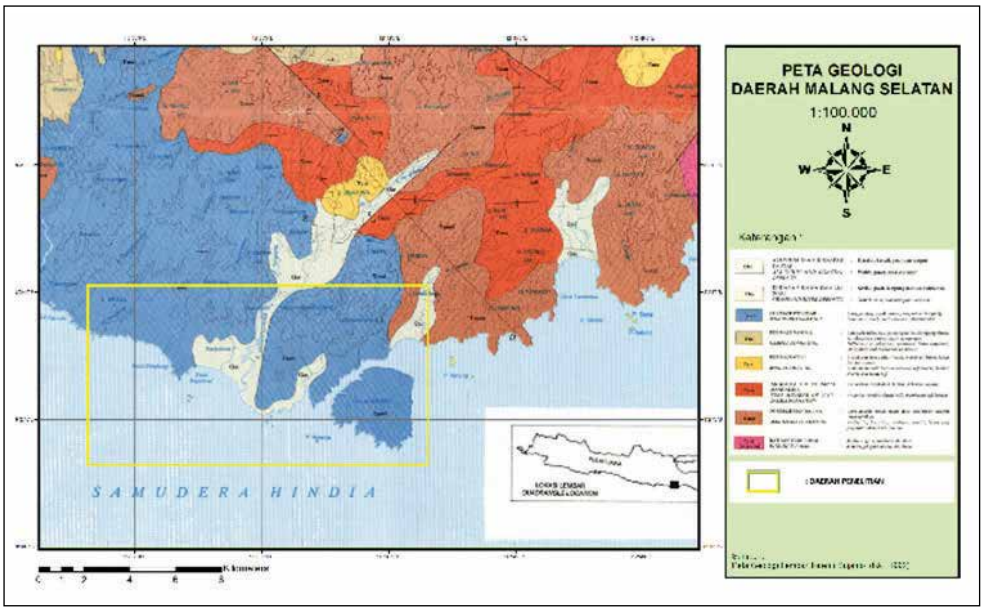
Malang Selatan merupakan daerah tujuan pariwisata yang baru dikembangkan pada tahun 2002 setelah dibangunnya Jalan Lintas Selatan (JLS) oleh Pemerintah Kabupaten Malang. Dalam pengembangannya, daerah wisata Malang Selatan memiliki beberapa kendala, antara lain belum adanya kajian potensi geowisata dan pendataan *geodiversity* sistematis yang menginformasikan berbagai potensi geowisata tersebut kepada masyarakat.

Makalah ini bertujuan untuk menginterpretasikan potensi geowisata dan membuat pendataan *geodiversity* sistematis di daerah wisata Malang Selatan. Keluaran penelitian ini berupa nilai potensi geowisata, peta persebaran objek geowisata, dan peta *geotrek* daerah penelitian. Informasi yang diberikan dapat membantu meningkatkan pengembangan geowisata yang ada di Malang Selatan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE

Daerah penelitian berada di Kecamatan Sumbermanjing, Gedangan, dan Bantur (Gambar 1). Metode pengambilan data menggunakan metode *traverse sampling* secara linier mengikuti garis pantai selatan Pulau Jawa. Jumlah data yang diambil sebanyak 32 data di 32 lokasi berbeda berupa aspek akomodasi, fasilitas, kebersihan, dan kualitas visual lanskap di lokasi wisata.



Sumber: Sujanto, Hadisantono, Kusnama, & Chaniago (1992)

Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahapan studi literatur, tahapan observasi lapangan dan wawancara, serta tahapan analisis data. Tahap pertama adalah tahapan pengambilan data sekunder berdasarkan studi literatur menggunakan peta geologi regional lembar Turen skala 1:100.000, peta administrasi Kabupaten Malang skala 1:25.000, dan berbagai jurnal terkait.

Tahap kedua adalah tahapan pengambilan data primer melalui observasi langsung di lapangan. Data yang diambil berupa aspek akomodasi, fasilitas, geomorfologi, dan kualitas visual lanskap di lokasi wisata. Selain itu, dilakukan wawancara langsung dengan masyarakat sekitar untuk mengetahui sejarah budaya di daerah penelitian. Observasi lapangan dan wawancara dilaksanakan pada tanggal 4–7 Juni 2018.

Tahap ketiga adalah tahapan analisis data, antara lain analisis geotrek dan analisis *geosite* dan *geomorphosite*. Analisis geotrek dilakukan untuk menentukan rute geotrek yang cocok diaplikasikan di daerah penelitian, sedangkan analisis *geosite* dan *geomorphosite* dilakukan berdasarkan Periera dan Perira (2010, dalam Kubalíková (2013)) untuk menilai potensi geowisata di daerah penelitian. Penilaian dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis *Geosite* dan *Geomorphosite*

Analisis Kuantitatif

Analisis *geosite* dan *geomorphosite* dilakukan dengan mempertimbangkan nilai intrinsik dan keilmuan, pendidikan, ekonomi, konservasi, dan tambah pada setiap lokasi penelitian (Kubalíková, 2013). Nilai pembobotan dari kelima parameter tersebut dikalkulasi menjadi nilai akhir dan nilai rata-rata yang kemudian menentukan potensi geowisata lokasi penelitian.

Penelitian ini membagi potensi geowisata menjadi tiga kelas yang dilakukan berdasarkan persamaan

$$\alpha = \beta + \frac{\left(\text{Nilai max}\right) - \left(\text{Nilai min}\right)}{\left(\text{Jumlah kelas}\right)}$$

dengan α adalah batas atas nilai, β adalah batas bawah nilai, dan jumlah kelas adalah 3. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan di atas, diperoleh tiga kelas pembagian potensi geowisata dengan kelompok nilai sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Kelompok Nilai Potensi Geowisata

Range Nilai	Potensi Geowisata
0–1,3	Rendah
1,4–2,7	Sedang
2,8–4,0	Tinggi

Hasil dari penilaian *geosite* dan *geomorphosite* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh lima lokasi *geosite* dengan nilai rata-rata Kubalíková tertinggi, antara lain Pantai Balekambang (NR. 3,1), Pantai Tiga Warna (NR. 2,8), Pantai Batu Bengkung (NR. 2,7), Pulau Sempu (NR. 2,6), dan Pantai Gua Cina dan Gua Cina (NR. 2,6).

Nilai rata-rata yang tinggi menunjukan bahwa lokasi *geosite* tersebut memiliki potensi geowisata yang tinggi, sedangkan nilai rata-rata rendah menunjukan bahwa lokasi tersebut masih perlu dikembangkan lebih lanjut sehingga diharapkan dapat meningkat potensi geowisatanya di kemudian hari.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Hasil Penilaian *Geosite* dan *Geomorphosite*

No	Nama Lokasi	Kecamatan	Parameter																				Total Nilai	NR
			Nilai keilmuan & Int				Nilai Pendidikan				Nilai ekonomi			Nilai Konservasi					Nilai Tambahan					
			I	K	Kr	N-Ed	KLV	PP	KP-Cd	KA	A	KIP	PL	B&R	R	S	P-Leg	N-Ek	PNE	N-Es	SR	SP		
1	Pantai Sendiki	Sumbermanjing Wetan	1	1	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	1	0,5	0,5	9	1,8
2	Pantai Tamban	Sumbermanjing Wetan	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	6	1,2
3	Pantai Sendang biru	Sumbermanjing Wetan	0,5	1	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	9,5	1,9
4	Pulau Sempu	Sumbermanjing Wetan	1	1	0,5	1	0,5	1	1	0,5	0	0	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0	1	0,5	1	13	2,6
5	Pantai Tiga Warna	Sumbermanjing Wetan	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0	1	0	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	14	2,8
6	Pantai Gatra	Sumbermanjing Wetan	0,5	1	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	8	1,6
7	Pantai Ciungup	Sumbermanjing Wetan	1	1	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	0	0,5	0	1	0,5	1	1	0,5	0	0,5	0,5	0,5	10,5	2,1
8	Pantai Teluk Asmara	Sumbermanjing Wetan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	1	0,5	0,5	0	1	0,5	1	11	2,2
9	Pantai Goa Cina- GoaCina	Sumbermanjing Wetan	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	13	2,6
10	Pantai Ungapan	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	8,5	1,7
11	Pantai Bajolmati	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	11	2,2
12	Pantai Kangen - Goa Jodoh	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	1	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	10	2
13	Pantai Jolangkung	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	8,5	1,7
14	Pantai Karang Panjang	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	1	0	0,5	0,5	0	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0,5	9	1,8
15	Pantai Bukit Asmara	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	1	0,5	1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	8	1,6
16	Pantai Teluk Pasir Putih	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	1	0,5	1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	8	1,6
17	Pantai Bukit Puser Angin	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	1	0,5	1	0	0,5	0	1	0,5	0,5	8	1,6
18	Pantai Watulepek	Gedangan	0,5	1	1	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	1	0,5	0,5	8	1,6
19	Pantai Bukit Kera	Gedangan	0,5	1	1	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	1	0,5	0,5	8	1,6
20	Pantai Wediklopo	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	9	1,8
21	Pantai Ngopet	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	9	1,8
22	Pantai Batubengkung	Gedangan	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	13,5	2,7
23	Pantai Ngudel	Gedangan	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0,5	9,5	1,9
24	Pantai Nganteb	Gedangan	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	8	1,6
25	Pantai Taman Ayu	Gedangan	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	5	1
26	Pantai Wonogoro	Bantur	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	9	1,8
27	Pantai Balekambang	Bantur	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	1	15,5	3,1
28	Pantai Regent	Bantur	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0	0,5	0,5	0,5	8	1,6
29	Pantai Kondang Merak	Bantur	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	1	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	6,5	1,3
30	Pantai Ngentup	Bantur	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	1	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	6,5	1,3
31	Pantai Selok	Bantur	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	1	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	6,5	1,3
32	Pantai BanyuMeneng	Bantur	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	0	1	0,5	0	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	8	1,6

Range Nilai	Potensi Geowisata
0 - 1,3	Rendah
1,4 - 2,7	Sedang
2,8 - 4,0	Tinggi

Keterangan			
I	Integritas	PL	Produk Lokal
K	Keunikan	B&R	Ancaman Dan Risiko Terkini
Kr	Keragaman	R	Potensi Dan Ancaman Risiko
N-Bd	Pengetahuan Ilmiah	S	Status Terkini Mengenai Lokasi
K&V	Keterwakilan & Visibilitas	P-Leg	Perlindungan Legislatif
PP	Penggunaan Pedagogis	N-Ek	Nilai Ekologi
KP-Ed	Keberadaan Produk Pendidikan	PNE	Pengaruh Nilai Ekologi
KA	Penggunaan Lokasi Sebagai Tujuan Pendidikan	N-Es	Nilai Estetika
A	Keterjangkauan	SR	Struktur Ruang
KIP	Keterdapatan Infrastruktur Pendukung	SP	Sudut Pandang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Analisis Kualitatif

1. Pantai Balekambang

Pantai Balekambang terletak pada koordinat 8°24'12,55" LU 112°32'0,52" BT dan secara administratif terletak di wilayah Dusun Sumber Jambe, Desa Srigonco, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang. Pantai Balekambang terletak berdampingan dengan Pantai Regent yang berada dalam satu badan pengelolaan.

Pantai Balekambang merupakan lokasi tujuan wisata alam sekaligus wisata religi bagi umat Islam dan Hindu. Umat Islam dapat melakukan ziarah ke makam Syeikh Abdul Jalil, orang pertama yang menemukan dan memugar Pantai Balekambang, sedangkan umat Hindu dapat melakukan ibadah Hari Raya Nyepi di Pura Amarta Jati yang berada di Pulau Ismoyo (Gambar 2a). Pulau Ismoyo adalah sebuah pulau karst yang terletak kurang lebih 70 meter dari bibir Pantai Balekambang dan dihubungkan oleh jembatan.

Pantai Balekambang memiliki garis pantai yang panjang (sekitar 2 km), pasir putih, visual lanskap yang baik, serta vegetasi tumbuhan yang membuatnya teduh. Pantai Balekambang memiliki akses jalan beraspal berjarak dua kilometer dari jalan utama. Fasilitas pengunjung, seperti toilet, tempat ibadah, tempat parkir, penginapan, dan pusat penjualan produk lokal, dikelola dengan baik.

2. Pantai Tiga Warna

Pantai Tiga Warna (Gambar 2b) secara administratif terletak di Kelurahan Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, serta berdampingan dengan Pantai Gatra dan Pantai Clungup.

Pantai ini merupakan lokasi tujuan wisata alam dan edukasi karena termasuk dalam area rehabilitasi dan konservasi bakau, terumbu karang, dan hutan lindung Desa Sitiarjo. Oleh karena itu, selain dapat menikmati keindahan alam, pengunjung dapat belajar dan berpartisipasi langsung untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati (*biodiversity*) di wilayah tersebut.



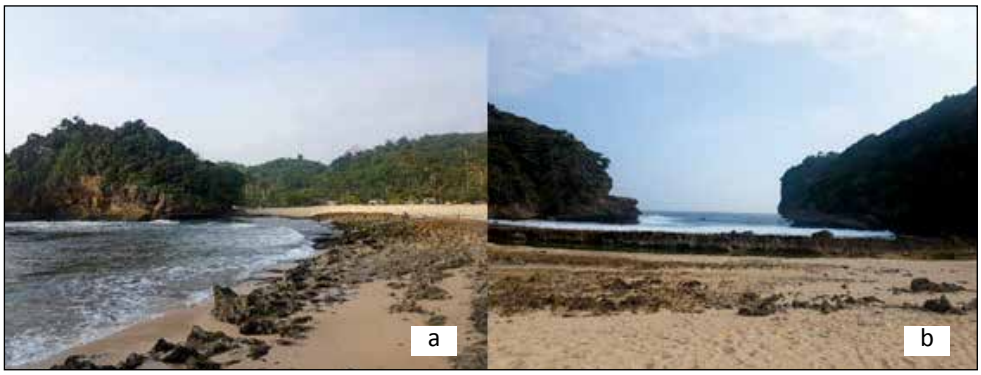
Gambar 2. Pura Amarta Jati dan Pulau Ismoyo di Pantai Balekambang (a), serta Pantai Tiga Warna (b)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pantai Tiga Warna memiliki ciri khas warna air lautnya yang terdiri atas tiga warna, yaitu biru, hijau dan kekuningan. Pantai ini juga terkenal akan ombak yang tenang, pasir pantai yang putih dan halus, serta gugusan terumbu karang yang masih sangat terjaga kelestariannya. Pengunjung diharapkan melakukan reservasi terlebih dahulu (maksimal sehari sebelum kedatangan) karena diberlakukan pembatasan kunjungan wisatawan per hari (100 orang) dilakukan untuk menjaga kelestarian dan kebersihan pantai. Di pantai ini, wisatawan dapat menikmati keindahan pantai, berkunjung ke hutan bakau, dan *snorkling* untuk melihat keindahan terumbu karang.

3. Pantai Batu Bengkung

Pantai ini terletak di Jalan Lintas Selatan, Kelurahan Gajahrejo, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang, berdampingan dengan Pantai Wediklopo dan Pantai Ngopet.



Gambar 4. Pantai Batu Bengkung

Gugusan karang penghalang (*barrier reef*) yang akan terbentuk laguna ketika air laut surut (Gambar 4b) merupakan ciri khas Pantai Batu Bengkung. Selain itu di pantai ini terdapat pulau karst yang dapat wisatawan kunjungi ketika air laut surut. Pantai Batu Bengkung memiliki ombak yang besar dan pantai yang berkarang tajam sehingga tidak memungkinkan pengunjung untuk berenang.

4. Pulau Sempu

Pulau Sempu (Gambar 6) adalah sebuah pulau seluas 877 hektar yang terdapat di selatan Pulau Jawa. Secara geografis, pulau ini terletak antara 112°40'45"–112°42'45" BT dan 8°27'24"–8°24'54" LS, sedangkan, secara administratif, pulau ini berada di Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Pulau Sempu merupakan wilayah cagar alam yang secara resmi dikelola oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur (BBKSDA) dan Departemen Kehutanan Indonesia sejak tahun 1928.

Pulau Sempu merupakan daerah konservasi *biodiversity* dan *geodiversity* yang sejak tahun 2016 resmi ditutup untuk umum, kecuali dengan alasan pendidikan dan penelitian. Akademisi yang ingin mengunjungi Pulau Sempu dapat menyeberang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menggunakan perahu motor dari Pantai Sendang Biru setelah mendapat izin dari balai konservasi. Pulau Sempu merupakan pulau tropis yang memiliki berbagai macam ekosistem, seperti hutan bakau, hutan pantai, hutan hujan tropis, dan terumbu karang. Selain itu, pulau ini memiliki berbagai macam bentukan *geodiversity*, seperti perbukitan karst, gua karst, gugusan terumbu karang, dan laguna.



Gambar 6. Salah Satu Pantai di Pulau Sempu

5. Pantai Gua Cina dan Gua Cina

Secara administratif, Pantai Gua Cina terletak di Dusun Tumpak Awu, Desa Sitiarjo, Kecamatan Sumber Manjing Wetan, Kabupaten Malang. Penamaan Gua Cina dikarenakan terdapat gua karst yang menurut sejarah pernah ada orang Tionghoa yang bertapa dan meninggal di gua ini.

Ciri khas Pantai Gua Cina adalah gua karst dan gugusan tiga pulau karst kecil, yaitu Pulau Bantengan, Pulau Gua Cina, dan Pulau Nyonya. Selain itu, pantai ini memiliki fenomena alam langka, yaitu titik pertemuan tiga arus laut dari arah selatan, timur dan barat yang bertabrakan dan menimbukan suara gemuruh yang keras.



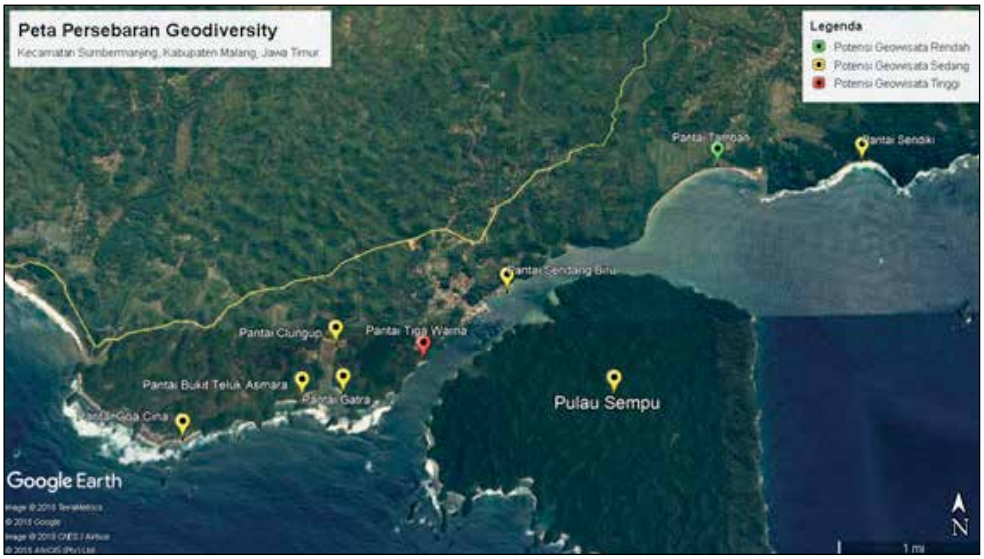
Gambar 7. Pantai Gua Cina

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Analisis Persebaran *Geodiversity*

Analisis persebaran *geodiversity* dilakukan untuk mengetahui persebaran lokasi *geosite* di Kecamatan Sumbermanjing, Gedangan, dan Bantur. Berdasarkan analisis pada 32 *geosite* yang tersebar pada tiga kecamatan tersebut, dapat dibuat peta persebaran *geosite* setiap kecamatan yang disertai potensi geowisatanya.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa terdapat 9 *geosite* di Kecamatan Sumbermanjing, 16 *geosite* di Kecamatan Gedangan, dan 7 *geosite* di Kecamatan Bantur. Kecamatan Sumbermanjing memiliki 1 *geosite* berpotensi geowisata tinggi, 7 *geosite* berpotensi geowisata sedang, dan 1 *geosite* berpotensi geowisata rendah. Peta persebaran *geodiversity* pada Kecamatan Sumbermanjing dapat dilihat pada Gambar 8.



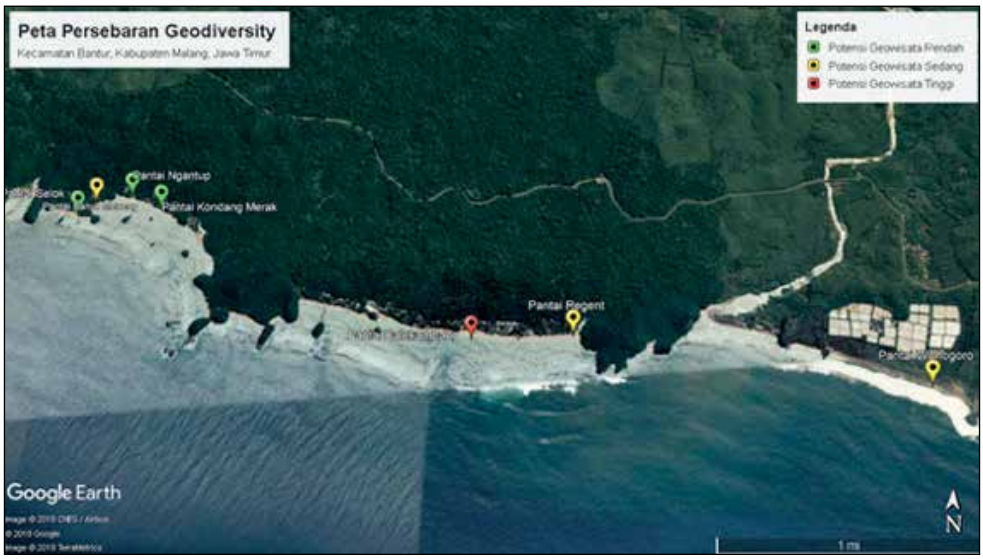
Gambar 8. Peta Persebaran *Geodiversity* Kecamatan Sumbermanjing

Kecamatan Gedangan memiliki 15 *geosite* dengan potensi geowisata sedang dan 1 *geosite* dengan potensi geowisata rendah. Peta persebaran *geodiversity* pada Kecamatan Gedangan dapat dilihat pada Gambar 9. Sementara itu, Kecamatan Bantur memiliki 1 *geosite* berpotensi geowisata tinggi, 3 *geosite* berpotensi geowisata sedang, dan 3 *geosite* berpotensi geowisata rendah. Peta persebaran *geodiversity* pada Kecamatan Bantur dapat dilihat pada Gambar 10.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 9. Peta Persebaran *Geodiversity* Kecamatan Gedangan



Gambar 10. Peta Persebaran *Geodiversity* Kecamatan Bantur

3. Analisis *Geotrek*

Analisis geotrek dilakukan dengan memperhitungkan aspek akomodasi, fasilitas, dan geomorfologi di setiap lokasi geowisata. Hasil dari analisis geotrek adalah peta geotrek daerah wisata Malang Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan hasil analisis, dapat ditentukan semua rute geotrek yang dapat diaplikasikan untuk memfasilitasi wisatawan yang akan berkunjung ke daerah wisata pantai selatan sebagai berikut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1) Titik Mulai (*Start Point*)

   Titik mulai berada di Desa Sitiarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang yang berjarak sekitar 60 km ke arah selatan dari pusat Kota Malang. Desa Sitiarjo dapat ditempuh selama dua jam perjalanan menggunakan kendaraan bermotor.

2) Pantai Sendiki (Lokasi 1)

   Pantai ini memiliki geomorfologi khas, yaitu adanya singkapan intrusi batuan andesit Formasi Mandalika.

3) Pulau Sempu (Lokasi 2)

   Pulau konservasi *biodiversity* dan *geodiversity* ini merupakan pulau tropis yang memiliki berbagai macam ekosistem, seperti hutan bakau, hutan pantai, hutan hujan tropis, dan terumbu karang. Selain itu, pulau ini memiliki berbagai macam bentukan *geodiversity*, seperti perbukitan karst, gua karst, gugusan terumbu karang (*barrier reef*), dan laguna.

4) Pantai Teluk Asmara (Lokasi 3)

   Gua karst dengan struktur geologi berupa stalaktit merupakan ciri geomorfologi pantai ini.

5) Pantai Tiga Warna (Lokasi 4)

   Pantai ini merupakan daerah konservasi bakau dan terumbu karang.

6) Pantai Karang Panjang (Lokasi 5)

   Pantai ini memiliki geomorfologi khas berupa gugusan terumbu karang dan laguna yang terbentuk ketika air laut surut.

7) Pantai Watu Leter (Lokasi 6)

   Ciri khas geomorfologi pantai ini berupa singkapan batu gamping terumbu dan bioklastik yang berukuran sangat besar serta fosil jejak.

8) Pantai Batu Bengkung (Lokasi 7)

   Pantai ini memiliki ciri geomorfologi berupa gugusan terumbu karang, laguna, dan pulau karst.

9) Pantai Wonogoro (Lokasi 8)

   Ciri geomorfologi khas yang dimiliki pantai ini adalah muara sungai yang dapat dibuktikan dengan banyaknya endapan sungai. Ketampakan geologi lainnya adalah pasir besi dengan jumlah cukup melimpah yang menyebabkan pasir pantai ini berwarna abu-abu kehitaman.

10) Pantai Banyu Meneng (Lokasi 9)

    Pantai ini memiliki ombak yang tenang sehingga kelestarian terumbu karang tetap terjaga.

11) Titik Akhir (*Finish Point*)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11. Peta Geotrek Daerah Wisata Malang Selatan

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis terhadap 32 lokasi *geosite* di daerah wisata Malang Selatan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis *geosite* dan *geomorphosite*, diperoleh kesimpulan bahwa terdapat lima lokasi *geosite* berpotensi geowisata tertinggi, yaitu Pantai Balekambang (NR. 3,1), Pantai Tiga Warna (NR. 2,8), Pantai Batu Bengkung (NR. 2,7), Pulau Sempu (NR. 2,6), serta Pantai Gua Cina dan Gua Cina (NR. 2,6). Pantai Balekambang dan Pantai Tiga Warna termasuk ke dalam *geosite* dengan potensi geowisata tinggi, sedangkan Pantai Batu Bengkung, Pulau Sempu, dan Pantai Gua Cina termasuk ke dalam *geosite* dengan potensi geowisata sedang.
2. Daerah wisata Malang Selatan memiliki 32 lokasi *geosite* yang tersebar di tiga kecamatan di Kabupaten Malang, yaitu 9 *geosite* di Kecamatan Sumbermanjing, 16 *geosite* di Kecamatan Gedangan, dan 7 *geosite* di Kecamatan Bantur.
3. Peta geotrek dapat diaplikasikan di daerah wisata Malang Selatan. Rute geotrek meliputi titik mulai di Desa Sitiarjo, Pantai Sendiki, Pulau Sempu, Pantai Teluk Asmara, Pantai Tiga Warna, Pantai Karang Panjang, Pantai Watu Leter, Pantai Batu Bengkung, Pantai Wonogoro, Pantai Banyu Menen, dan titik akhir.

E. SARAN

Daerah wisata Malang Selatan memiliki potensi geowisata yang baik karena memiliki keragaman *biodiversity* dan *geodiversity*. Oleh karena itu, kelestarian *biodiversity* dan *geosiversity* di daerah wisata Pantai Selatan harus selalu diperhatikan. Selain itu, perlu dilakukan peningkatan kualitas pada sarana dan prasarana untuk wisatawan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

seperti toilet, tempat ibadah, tempat parkir, akses jalan, serta fasilitas kebersihan dan keamanan lokasi wisata. Hal tersebut akan terwujud dengan adanya kerja sama antara pemerintah daerah dan masyarakat sekitar.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Alm. Dr. Ir. Budi Brahmantyo, M.Sc. yang telah memberikan bimbingan dan motivasi untuk menyelesaikan karya tulis ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada segenap pengurus Jalan Lintas Selatan, Daerah Wisata Malang Selatan, serta masyarakat sekitar yang telah banyak membantu dan memberi bimbingan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

BPPD. (2015). *Dokumen perencanaan tata ruang Kabupaten Malang tahun 2015*. Malang: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80–104.

Nahrowi, T.Y., Suratman, Namida, & Hidayat, S. (1978). *Geologi pegunungan selatan Jawa Timur* (Laporan tidak diterbitkan). Cepu, Jawa Timur: Bagian Eksplorasi PPTKGD Lemigas Cepu.

Pereira, P. & Pereira, D. (2010). Methodological guidelines for geomorphosite assessment. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environment*, *2*, 215–222.

Sujanto, Hadisantono, R., Kusnama, & Chaniago, R. (1992). *Peta geologi lembar Turen, Jawa Timur*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

van Bemmelen, R.W. (1949*). The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

TEMUAN MANUSIA PURBA DAN BUDAYA PRASEJARAH DI GUA PAWON DAN GUA SEKITARNYA SEBAGAI ASET *CULTURAL DIVERSITY* PENGEMBANGAN *GEOPARK* DI KABUPATEN BANDUNG BARAT, JAWA BARAT

PREHISTORIC CULTURAL REMAIN IN PAWON CAVE AND THE SURROUNDING CAVES AS CULTURAL DIVERSITY ASSETS FOR GEOPARK DEVELOPMENT IN BANDUNG BARAT DISTRICT, WEST JAVA

Lutfi Yondri

Balai Arkeologi Jawa Barat
Pos-el: yondrilutfi@gmail.com

ABSTRACT

Pawon Cave and its surrounding caves are part of the caves in Kars Citatah region. Administratively, it is located in Gunung Masigit Village, Cipatat District, West Bandung Regency. At the moment, Pawon Cave and stone garden located in the Mount Pawon area are being prepared to become a national geopark. This article aims to describe the potential of human and prehistoric culture found from 2003–2019 in Pawon Cave and its surrounding caves in Gunung Pawon environment, and also the remains in cave sites that have been destroyed due to limestone mining. The remnant is briefly reviewed as one form of cultural diversity, which can later be used as an asset in order to support the efforts of the Regional Government of West Bandung Regency to make the Gunung Pawon area as a national geopark.

Keywords: *Pawon Cave, cultural, prehistoric, geopark*

ABSTRAK

Gua Pawon dan gua sekitarnya merupakan bagian dari gua yang terdapat di kawasan Karst Citatah. Secara administratif, Gua Pawon berada di Desa Gunung Masigit, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat. Saat ini, Gua Pawon dan taman batu gamping (*stone garden*) yang berada di area Gunung Pawon sedang dipersiapkan menjadi *geopark* nasional. Artikel ini bertujuan untuk menguraikan tentang potensi manusia dan budaya prasejarah yang ditemukan dari tahun 2003–2019 di Gua Pawon dan gua lainnya yang termasuk dalam lingkungan Gunung Pawon, serta peninggalan di lokasi gua yang telah dihancurkan karena penambangan batu gamping. Peninggalan tersebut diulas secara singkat sebagai salah satu bentuk keragaman budaya (*cultural diversity*) yang nantinya dapat dijadikan sebagai aset dalam rangka mendukung upaya Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung Barat mewujudkan kawasan Gunung Pawon sebagai *geopark* nasional.

Kata kunci: Gua Pawon, budaya, prasejarah, *geopark*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Patut dicatat, penemuan Gua Pawon dan gua-gua di sekitanya sebagai tempat berlangsungnya kehidupan manusia dan budaya prasejarah pada era mesolitik di sekitar kawasan Danau Bandung Purba merupakan satu hal yang baru dalam dunia penelitian arkeologi di daerah Jawa bagian barat. Berbagai penelitian sebelumnya tidak menemukan budaya yang didukung oleh kehidupan yang memanfaatkan gua sebagai tempat hunian di kawasan ini. Semua lokasi temuan tersebut umumnya ditemukan di lahan terbuka yang terletak di perbukitan dan lereng perbukitan. Menilik kondisi beberapa tempat penemuan, tampak seolah-olah ada kecenderungan manusia waktu itu hanya mendiami tempat terbuka yang dekat dengan sumber air, seperti pinggiran sungai dan tepian danau. Hal ini sesuai dengan argumentasi yang dikemukakan oleh R. P. Soejono yang menyatakan bahwa semua hunian pada saat itu adalah tempat agak tinggi dan bukit yang adakalanya dikelilingi oleh sungai atau tebing, serta dipagari oleh hutan. Menurut Soejono (1984), tujuannya adalah untuk melindungi diri dari serangan musuh atau gangguan binatang buas.

Gunung Pawon, berdasarkan peta geologi kuarter Lembar Cianjur, yang terletak sekitar 24 km ke arah sebelah barat Kota Bandung, termasuk ke dalam kawasan Formasi Rajamandala dan tersusun oleh batu gamping (0–650 m) yang terbentuk dari gugusan batu gamping pejal dan berlapis, kebanyakan berwarna muda dengan foraminifera besar berlimpah (Sudjatmiko, 1972).

Koesoemadinata (1959) dalam tulisannya yang berjudul *Riwayat Geologi Dataran Tinggi Bandung* menyebutkan bahwa ditemukan gua kapur di kawasan bukit gamping tersebut dengan ukuran terbesar sedalam 40 m. Pada saat itu, akses untuk sampai ke lokasi gua harus mengikuti jalan setapak hingga menemukan banyak pohon bambu. Gua terbesar meiliki tinggi kurang lebih 30 m dan berlubang, tempat cahaya matahari masuk menyerupai tiang asap dapur (*schoorsteen*). Banyak batuan berbentuk aneh ditemukan di dalamnya, seperti busur besar dan blok raksasa yang menggantung (stalaktit). Saat ini, batuan tersebut sudah tidak banyak terlihat, diduga karena adanya perubahan lingkungan gua menjadi kering karena hilangnya berbagai tumbuhan yang sebelumnya diperkirakan banyak tumbuh di bagian atas bukit di mana gua tersebut berada. Seandainya kawasan gua ini tidak terganggu oleh kegiatan penambangan batu gamping, akan terbayang kawasan gua yang berada di dataran yang bergelombang sangat asri.

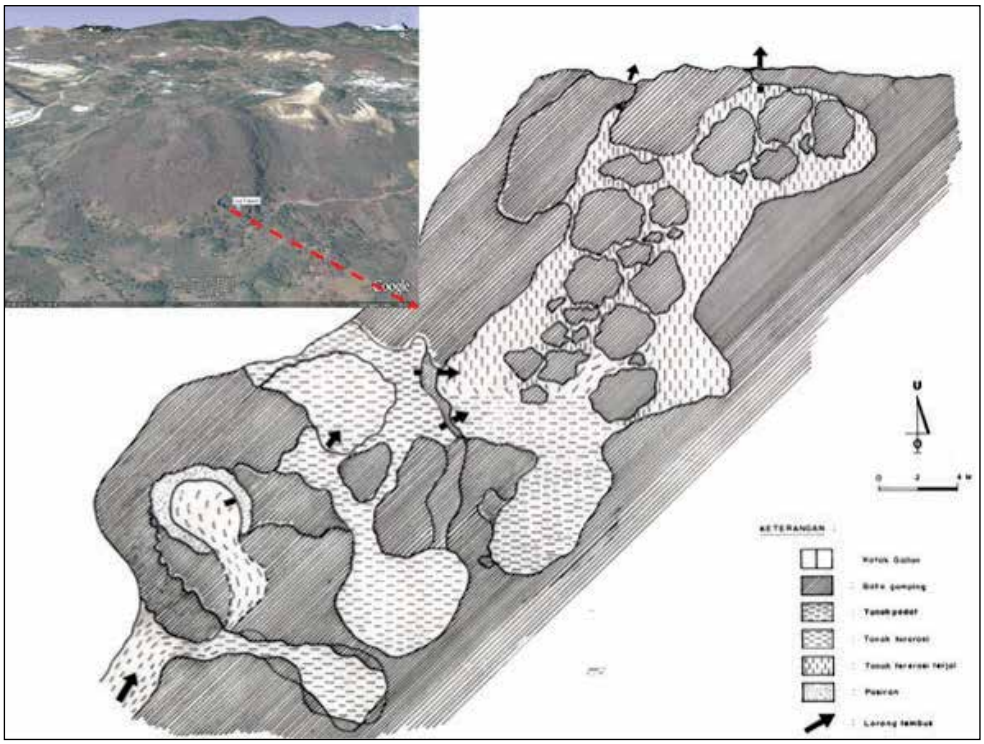
Penemuan gua di Gunung Pawon yang terletak di bagian barat dataran tinggi Bandung merupakan penemuan baru dalam kegiatan penelitian prasejarah yang pernah dilakukan di daerah Jawa bagian barat. Penelitian terhadap gua-gua yang terdapat di kawasan Jawa bagian barat (kawasan selatan Garut, Ciamis, dan Tasikmalaya) yang telah dilakukan selama ini belum menemukan adanya gua yang memiliki indikasi hunian dari periode hunian yang lebih tua (Agus, 1998; 1999; 2000; 2002; 2003).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kawasan Gunung Pawon, dari sisi pengetahuan secara umum, bukan merupakan satu penemuan baru. Pada tahun 1950, Benthem Jutting pernah menjadikan kawasan tersebut sebagai salah satu lokasi kajian moluska *non-marine*. Penelitian tersebut mencatat sembilan jenis moluska *non-marine* ditemukan di kawasan itu (Jutting, 1950, 381–385). Beberapa tahun kemudian, tepatnya tahun 1959, kawasan Bukit Pawon, termasuk Gua Pawon, juga pernah tercatat sebagai bagian dari survei geologi yang dilakukan oleh Koesoemadinata (1959, 35). Pengungkapan kembali Gua Pawon terjadi setelah Kelompok Riset Cekungan Bandung (KRCB) melakukan survei dan pemetaan geologi di kawasan Gua Pawon dan kawasan sekitar pada bulan Mei 1999. Pada saat itu Tim KRCB membuat galian memanjang membelah bagian tengah Gua Pawon. Dari jejak penggalian tersebut telah menghasilkan beberapa indikasi penting dari budaya masa lalu berupa temuan serpihan obsidian, rijang, tulang, dan moluska. Sejak penemuan tersebut, penanganan penelitian arkeologi di kawasan Gua Pawon ditangani oleh tim dari Balai Arkeologi Bandung.

B. METODE

Lokasi penelitian yang diajukan memiliki potensi keragaman budaya masa lalu untuk pengembangan *Geopark* Gunung Pawon, yakni Gua Pawon dan gua lainnya yang terletak di sekitarnya, seperti Gua Parebatu, Gua Ketuk, dan gua yang sudah hancur



Sumber: Bahmantyo & Yulianto (2001); Google Earth (2019, 17 September)

Gambar 1. Letak dan Denah Ruang Gua Pawon di Dinding Bagian Utara Gunung Pawon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

karena kegiatan penambangan batu gamping. Pengungkapan potensi budaya masa lalu dari gua tersebut dihasilkan melalui serangkaian kegiatan, baik berupa survei maupun ekskavasi yang sudah dilakukan sejak tahun 2003 hingga 2019.

Data tentang keragaman budaya masa lalu yang ditemukan diuraikan secara deskriptif sesuai dengan lokasi temuannya sehingga dapat menggambarkan tentang keberagaman budaya masa lalu yang terdapat di kawasan tersebut, khusunya yang berasal dari masa prasejarah.

C. HASIL PENELITIAN

Penelitian (ekskavasi) arkeologi di area Gunung Pawon yang telah dilakukan oleh Balai Arkeologi Bandung (sekarang berubah menjadi Balai Arkeologi Jawa Barat) adalah kegiatan ekskavasi pada bulan Juli dan Oktober 2003, Mei 2004, Oktober 2005, April 2009, Agustus 2010, Juni 2013, April 2014, Mei 2017, Mei 2018, dan Mei 2019. Selain penelitian oleh Balai Arkeologi sendiri, ekskavasi juga dilakukan bersama dengan Balai Pengelolaan Peninggalan Purbakala, Sejarah, dan Nilai Tradisional Provinsi Jawa Barat pada April 2004. Selain itu, Balai Arkeologi Bandung juga melakukan pengawasan langsung dalam rangka praktikum arkeologi mahasiswa Jurusan Sejarah Universitas Pajajaran pada April 2012. Hingga saat ini, 14 kotak eskavasi di Gua Pawon telah dibuka sebagai hasil dari berbagai kegiatan penelitian tersebut. Penelitian lainnya dilakukan pada tahun 2009 terhadap gua-gua yang masih berada satu rangkaian perbukitan gamping dengan Gunung Pawon, yaitu sisa gua di Gunung Tanjung yang terletak di sebelah barat Gunung Pawon, Gua Parebatu pada tahun 2010, dan ruang gua dalam gugusan Gua Ketuk, yaitu Ruang 3 dan 4, serta Gua Ketuk Ujung yang masih berada dalam satu kawasan dengan Gua Pawon pada tahun 2010.



Sumber: Yondri (2005)

Gambar 2. Ragam artefak berbahan batuan (atas) dan Ragam artefaktual berbahan tulang dan tanduk hasil ekavasi di Gua Pawon (bawah).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Tinggalan Manusia dan Budaya Prasejarah di Gua Pawon

Pembukaan kotak ekskavasi di situs Gua Pawon sampai sekarang masih dalam proses penelitian. Hingga bulan Mei 2019 telah berhasil dilakukan pembukaan 14 kotak ekskavasi, 7 di antaranya ditempatkan di dalam ruang yang telah dilakukan survei geomagnetiknya dan 7 kotak lagi ditempatkan di ceruk bagian luar ruang ke arah utara pembagian kuadran penelitian. Semua kotak yang telah dilakukan penggaliannya terdiri atas kotak T2S2, T2S3, T2S4, T3S2, T3S3, T3S4, T1S1, T1U1, T2S1, T2U1, T3S1, T3U1, T1U3, dan T2U3 (Yondri, 2003, 2004, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012, 2017, 2018, 2019).

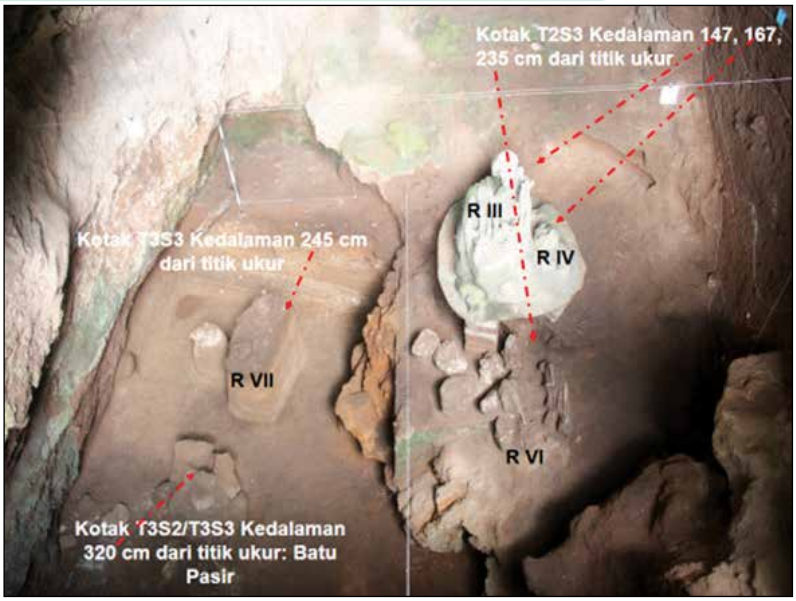
Hasil ekskavasi di situs Gua Pawon memperlihatkan adanya indikasi variasi fungsi gua yang mengarah ke multifungsi di masa lalu, selain pernah digunakan sebagai hunian yang ditunjukkan oleh temuan berupa peralatan berupa alat-alat serpih yang terbuat dari bahan obsidian, jasper, dan kalsedon, alat tulang dan taring berupa lancipan dan spatula, perkutor, serta sisa-sisa moluska. Selain bukti peninggalan berupa peralatan hidup, hasil ekskavasi juga menemukan benda lain yang digunakan sebagai perhiasan yang terbuat dari gigi ikan hiu, taring hewan, dan moluska. Bukti kehidupan prasejarah yang pernah berlangsung di Gua Pawon di masa lalu menjadi lebih lengkap dengan ditemukannya manusia pendukung budayanya.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Gua Pawon dari tahun 2003–2017, telah ditemukan lima bagian rangka yang mewakili lima individu yang berbeda. Kelima rangka tersebut ditemukan dari hasil ekskavasi yang dilakukan pada tahun 2003, 2004, dan 2009 (Yondri, 2003; 2004; 2009), tiga di antaranya terdiri atas bagian atap tengkorak, rahang bawah, dan rahang atas, sedangkan dua rangka lainnya ditemukan terkubur dengan posisi terlipat.

Ekskavasi lanjutan di Gua Pawon kembali dilakukan pada bulan Maret 2017 dengan tujuan untuk mengetahui peninggalan budaya lebih tua yang terdeposisi di bawah permukaan gua. Ekskavasi lanjutan dilakukan di kotak T2S3 dan T3S4 dengan kedalaman 175 cm dari titik ukur melanjutkan ekskavasi sebelumnya. Dari hasil pembukaan *spit* penggalian yang dibuka 5 cm untuk batasan setiap kedalaman penggalian, satu rangka manusia yang ditemukan di kotak T3S4 pada kedalaman 230 cm dari titik ukur dalam posisi terlipat dengan susunan tulang masih dalam satu rangkaian. Kepala berada di sisi selatan dengan posisi muka mengarah ke timur serta tulang tangan dan tungkai posisi terlipat di bagian kiri dan kanan dada. Sementara itu, di kotak T3S4 juga ditemuka satu rangka lain juga dalam posisi terlipat, tetapi dengan arah penempatan yang berbeda dengan temuan di kotak T3S3. Posisi kepala di sisi selatan agak miring ke sisi barat (barat daya) dan arah badan ke sisi timur laut dengan arah hadap muka ke timur.

Berdasarkan hasil pendalaman dan perluasan kotak ekskavasi di tahun 2018 dan 2019 selain temuan rangka juga ditemukan beberapa fragmen tulang binatang, moluska yang terkait dengan pola konsumsi, serta berbagai macam artefaktual berupa

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Yondri (2019)

Gambar 3. Sebaran Temuan Rangka Manusia Prasejarah Hasil Ekskavasi di Gua Pawon



Sumber: Yondri (2010)

Gambar 4. Kegiatan Ekskavasi di Gua Parebatu serta Temuan Alat Serpih Obsidian dan Kapak Sederhana Berbahan Andesit

alat serpih yang terbuat dari bahan obsidian, rijang, serta peralatan yang terbuat dari bahan tulang berupa lancipan, alat serpih dan alat batu pukul (perkutor) dari bahan gamping dan batu andesit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

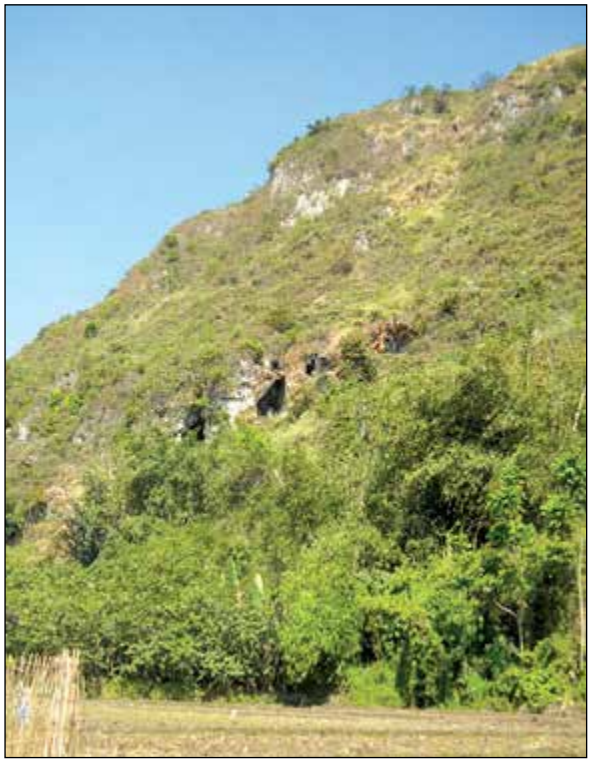
2. Tinggalan Budaya di Gua Parebatu

Gua Parebatu terletak sangat berdekatan dengan ruang Gua Pawon dengan jarak lebih kurang 15 m di sisi sebelah barat. Gua ini memiliki ruang lebih sempit dibandingkan ruang di Gua Pawon, sebagian bidang permukaan tanahnya sudah tererosi sehingga lantainya membentuk kelerengan ke sisi sebelah timur ke arah mulut gua.

Berdasarkan hasil pembukaan parit ekskavasi (*trench*) di Gua Parebatu, selain berhasil menemukan sisa peralatan dan sisa makanan yang sama dengan yang ditemukan dari hasil ekskavasi di Gua Pawon, juga ditemukan satu artefak yang terbuat dari bahan batu andesit yang mengarah sebagai perkakas paleolitik. Temuan alat tersebut tidak ditemukan dalam keadaan *in-situ*, tetapi bercampur dengan tinggalan budaya dari masa kemudian berupa fragmen gerabah (Yondri, 2010).

3. Tinggalan Budaya di Gua Ketuk

Gua lain yang diperkirakan juga pernah dihuni oleh manusia prasejarah di kawasan karst Pawon adalah Gua Ketuk yang terletak sekitar 200 m di sebelah timur Gua Pawon. Akses untuk mencapai gua saat ini agak sulit karena lokasinya berada di tebing yang cukup curam. Selain harus membuka semak belukar yang menutupi jalan menuju gua, juga harus merayapi dinding-dinding gamping.



Sumber: Dokumentasi pribadi (Yondri, 2011)

Gambar 5. Kompleks Gua Ketuk di Timur Gua Pawon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diperkirakan bahwa Gua Ketuk merupakan merupakan satu kompleks yang terdiri atas enam gua, empat di antaranya terletak berdampingan, sementara dua gua yang lain terletak agak terpisah, dan sementara ini keduanya di sebut sebagai Gua Ketuk Ujung dan Gua Ketuk Atas. Gua Ketuk Atas merupakan gua yang cukup sulit untuk dijangkau karena dipisahkan oleh dinding gamping yang cukup vertikal. Untuk memudahkan dalam mencapai gua tersebut, diperlukan jalur panjatan dengan bantuan dari tim pemanjat tebing sehingga nantinya penelitian di gua tersebut dapat dengan mudah dilakukan.

Hasil ekskavasi yang dilakukan di Ruang 3, Ruang 3 Gua Ketuk, dan Gua Ketuk Ujung, temuan artefaktual dan non-artefaktual yang ditemukan, antara lain berupa fragmen tulang binatang, moluska, fragmen gerabah dengan hiasan garis geometris, serpih obsidian, dan serpih berbahan batu rijang yang besar kemungkinannya merupakan bagian dari peralatan hidup yang dipergunakan oleh manusia yang pernah menggunakan gua tersebut sebagai tempat beraktivitas di masa lalu (Yondri, 2011).

4. Temuan Sisa Rangka Manusia di Bekas Hancuran Gua di Gunung Tanjung

Berdasarkan hasil pengembangan penelitian, sisa kehidupan prasejarah di kawasan karst Rajamandala tidak hanya ditemukan di Gua Pawon, tetapi juga ditemukan di sisa-sisa gua yang sudah diledakkan untuk diambil batu kapurnya di kawasan Gunung Tanjung yang terletak lebih kurang 400 m di sebelah barat Gunung Pawon. Hasil penelitian tahun 2009 menyimpulkan bahwa gua tersebut sudah hancur oleh kegiatan penambangan.



Sumber: Dokumentasi pribadi (Yondri, 2009)

Gambar 6. Temuan Fragmen Tulang Bagian Rangka Manusia dari Sisa Hancuran Gua di Gunung Tanjung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk setempat, terutama penduduk yang pernah bekerja sebagai pekerjan penambang batu gamping di kawasan Gunung Tanjung, diketahui bahwa di lokasi tersebut dahulunya terdapat beberapa gua, di antaranya berada di sisi sebelah barat dan di bagian puncak. Menurut informan (Bapak Oo, 52 tahun), gua yang berada di bagian puncak Gunung Tanjung tersebut memiliki ukuran yang cukup besar dan serta memiliki berbagai bentuk stalaktit dan stalakmit yang sangat menarik, salah satunya dikatakan memiliki bentuk menyerupai kembang tanjung.

Dari hasil pengembangan survei permukaan di lokasi bekas gua tersebut, masih ditemukan beberapa fragmen tulang manusia berukuran mirip dengan temuan manusia prasejarah yang ditemukan di Gua Pawon. Besar kemungkinan krono-budaya kehidupan prasejarah yang berlangsung di dalam gua-gua di puncak Gunung Tanjung ini tidak jauh berbeda dengan yang pernah berlangsung di Gua Pawon (Yondri, 2009).

D. KEMANFAATAN HASIL PENELITIAN ARKEOLOGI DI GUNUNG PAWON

1. Pemerkayaan Khazanah Data Gua Hunian Prasejarah di Nusantara

Dari sisi arkeologi, sesuai dengan rancangan penelitian, penelitian yang dilakukan di Gua Pawon telah mampu menjawab sebagian besar tentang keberlangsungan kehidupan manusia dan budaya era akhir Plestosen sampai awal Holosen. Bila dibandingkan dengan temuan tinggalan budaya yang masuk dalam kelompok gua hunian di periode Akhir Plestosen–Awal Holosen di Nusantara, dapat dikemukakan bahwa kronologi budaya di Gua Pawon lebih beragam.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kronologi hunian di Gua Pawon lebih muda, tetapi, dari rentang waktunya, tampak bahwa situs Gua Pawon dihuni dalam periode waktu yang cukup panjang dibandingkan gua prasejarah lainnya. Dari data yang ditemukan selama ini, Gua Pawon memperlihatkan kronologi hunian dari periode sekitar 5600 $\pm$ BP sampai 11780 $\pm$ 650 BP. Akan tetapi, berdasarkan hasil ekskavasi di Gua Parebatu dan survei permukaan di lokasi tersebut, terdapat satu artefak paleolitik yang terbuat dari bahan batu andesit. Walaupun ditemukan tidak *in-situ*, penemuan artefak terbut dapat dijadikan sebagai dasar dugaan apakah semua gua yang berada di Gunung Pawon juga pernah digunakan sebagai tempat hunian dari periode yang lebih tua atau sekitar era Plestosen akhir yang umumnya dicirikan oleh artefak paleolitik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Data Hunian Gua pada Era Plestosen Akhir-Awal Holosen di Asia Tenggara dan Nusantara

No	Situs	Kronologi
1	Gua Tianko Panjang, Jambi. Bronson dan T. Asmar, 1976	10250 ± 140 BP
2	Song Keplek, Jawa Timur. Simanjuntak, et al, 1995	5900 ± 180 BP
3	Song Terus, Jawa Timur, Simanjuntak, 1995	9200 ± 150 BP
4	Song Perahu, Jawa Timur, Sumiati AS, 1985, Lahagu et al 1991	6971 BP
5	Gua Braholo, Wonosari, Simanjuntak, 1995	9780 ± 230 BP
6	Song Gentong, Tulungagung, Simanjuntak, 1985	8760 ± 70 BP
7	Liang Kawung, Kalbar, Chazine, 1993	3030 ± 180 BP
8	Liang Mangkaliat, Kaltim, Chazine, 1993	5240 ± 270 BP
9	Gua Ulu Leang I, Sulsel, Bronson dan Glover, 1984	10740 ± 50 BP 7170 ± 650 BP 1490 ± 210 BP
10	Liang Toge, NTT, Bronson dan Glover, 1984	3550±125 BP
11	Liang Bua, NTT, GrN-14306 GrN-1430 GrN-14301	9830 ± 490 BP 3820 ± 120 BP 450 ± 25 BP
12	Lie Siri, Timor Timur Bronson dan Glover, 1984	7270 ± 160 BP 3545 ± 120 BP
13	Gua Siti Nafsiah, Maluku, Bellwood, 1995	5120 ± 100 BP 2000–1000 BP
14	Leang Tuo Mane'e, Sulut, Bronson dan Glover, 1984	4860 ± 130 BP 4030 ± 80 BP 990 ± 100 BP
15	Gua Taora, PNG, Gorecki, 1992	5400 BP
16	Gua Pawon, Jawa Barat, Lutfi Yondri, 2003, 2004, 2017	11788 ± 650 BP 10075 ± 560 BP 9525 ± 200 BP 7325 ±180 BP 5660 ± 170 BP

Sumber: Hasil Modifikasi Simanjuntak (1997)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Data Hunian Gua Era Plestosen Akhir

No	Gua/Ceruk	Pertanggalan
1	Ceruk Long Rongrien, Thailand, (Anderson, 1990)	37.000 ± 1780 BP 7580 ± 70 BP
2	Ceruk Tham Khoung, Vietnam (Anderson, 1990)	33.150 ± 2300 BP 28130 ± 2000 BP
3	Ceruk Nguom, Vietnam, (Ha van Tan, 1985)	23.000 ± 2000 BP
4	Gua Tabon, Filipina, (Fox, 1970, 1973)	30.500 ± 1100 BP 9250 ± 250 BP
5	Gua Niah, Serawak, (Harrison, 1957, 1959)	± 40.000 BP
6	Leang Burung 2, Sulawesi, (Glover, 1981)	31.260 ± 2600 BP
7	Uai Bobo 2, Timor Timur, (Bronson dan Glover, 1984)	13.400 ± 520 BP 3740 ± 90 BP
8	Gua Golo, Gebe, Maluku, (Bellwood, 1995)	31.030 ± 400 BP 3230 ± 180 BP
9	Ceruk Tanjung Pinang, Morotai, (Bellwood, 1995)	13.930 ± 140 BP

Sumber: Hasil Modifikasi Simanjuntak (1997)

2. Pengembangan Teknik dan Metode Penelitian Kubur Masa Prasejarah

Penelitian arkeologi di situs Gua Pawon yang dilakukan sejak tahun 2003 mulai bergeser ke arah penelitian yang tidak hanya berbasis pada pelestarian pada tahun 2012, tetapi juga mulai mengarah pada penelitian yang bersifat *interdisipliner research* dengan melibatkan berbagai disiplin ilmu, baik yang berasal dari disiplin ilmu eksakta maupun ilmu sosial. Selain bermanfaat untuk kebaruan pengetahuan masa lalu dari sisi arkeologi, kegiatan tersebut penting dilakukan karena sangat berhubungan dengan sifat data arkeologi yang terbatas, fragmentaris, dan takterbarukan sehingga berbagai teknik dan metode perlu dikembangkan. Dengan sifat data arkeologi yang demikian, penelitian yang terarah dan terencana dengan baik diharapkan dapat menghasilkan sebanyak mungkin informasi memadai dan dapat dipertanggungjawabkan, serta dapat dijadikan sebagai data banding dalam penanganan berbagai situs sejenis.

Secara keseluruhan, temuan hasil penelitian di situs Gua Pawon, selain terdiri atas beragam artefak yang terbuat dari bahan batuan, tulang, kulit kerang, gigi binatang (fauna dan ikan), serta temuan sisa makanan berupa tulang binatang dan moluska, juga ditemukan rangka manusia dari lima kurun waktu yang berbeda.

Peninggalan ekskavasi tersebut, secara arkeologis, sementara dapat dikelompokkan dalam tiga kategori kronologi budaya, yaitu lapisan budaya masa kini di bagian atas, Neolitik dengan kedalaman dari permukaan hingga 60–130 cm, dan lapisan Mesolitik di bawah kedalaman 130 cm hingga kedalaman akhir ekskavasi sekitar 320 cm dari permukaan tanah. Berdasarkan pendekatan sosioekonomi, era Mesolitik disebut juga sebagai masa berburu dan mengumpulkan makan tingkat lanjut dalam kronologi budaya prasejarah Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berkaitan dengan temuan rangka manusia yang terkubur di beberapa lapisan budaya di Gua Pawon, analisis dilakukan dengan merujuk pada klasifikasi yang dikemukakan oleh Soejono (1969) yang mengklasifikasikan kubur masa prasejarah ke dalam empat tipologi. Pada praktiknya, klasifikasi dalam empat tipologi[1] yang demikian sangat sulit untuk diterapkan. Penulis memandang klasifikasi tersebut hanya dapat digunakan untuk temuan dengan jumlah banyak yang berada di satu masa budaya, seperti yang Soejono lakukan di situs Gilimanuk, Bali.

Klasifikasi tersebut juga sulit untuk diterapkan untuk temuan kubur masa mesolitik karena sering kali hanya ditemukan satu rangka manusia pada satu lapisan tanah (stratigrafi) atau satu kurun waktunya. Menanggapi uraian Soejono (1969), penulis memandang bahwa ciri yang dijadikan sebagai dasar klasifikasi tidak bisa diberlakukan pada semua pola. Selain itu, istilah primer dan sekunder hanya digunakan untuk cara penguburan, tetapi tidak dikaitkan pada bentuk perlakuan pada mayat, padahal istilah tersebut berkaitan langsung dengan perlakuan mayat atau rangka pada saat dikuburkan. Kubur campuran, walaupun sudah dimasukkan dalam kelompok tersendiri, ternyata dalam uraiannya dikemukakan dan sangat sulit untuk diidentifikasi, sedangkan pola kubur yang keempat tampak tidak mendapatkan perlakuan yang sama dengan pola-pola yang dikemukakan sebelumnya, seperti yang terlihat pada Tabel 3 berikut.

Melihat ciri yang digunakan, istilah primer pada penguburan langsung menurut pandangan penulis hanya digunakan pada cara penguburan. Dalam hal ini, istilah tersebut hanya terbatas pada cara penguburan, di mana mayat langsung ditempatkan pada lokasi penguburannya. Oleh karena dalam penjelasan tentang kubur langsung tersebut juga disinggung tentang bentuk perlakuan yang diberikan kepada mayat, yaitu membujur dan terlipat, maka pada tipe penguburan langsung tersebut perlu dilakukan pembagian yang didasarkan pada bentuk perlakuan pada mayat/rangka pada saat dikuburkan yaitu, membujur dan terlipat. Istilah ganda yang ditempatkan

[1] Soejono (1969) membagi empat tipe kubur yang disebut "pola" atas dasar cara penempatan, jumlah rangka, dan keberadaan wadah. (1) Penguburan langsung (*direct inhumation*) merupakan penguburan yang dilakukan dengan cara menguburkan mayat di dalam tanah atau menempatkannya di lokasi tertentu. Penguburan ini dilakukan dengan cara menempatkan mayat di dalam wadah atau tanpa wadah. Berdasarkan jumlah rangka yang dikuburkan, kubur langsung dapat memuat satu rangka (tunggal) atau lebih (ganda). (2) Penguburan tertunda (*deferred inhumation*) merupakan penguburan seluruh rangka, baik yang berasal dari satu individu atau bagian rangka yang dikubur di dalam tanah maupun dalam satu wadah tertentu yang dilakukan beberapa waktu kemudian setelah penguburan pertama dilakukan. Berdasarkan jumlah rangka yang ditemukan dalam tipe kubur tertunda tersebut, terdapat kemungkinan jumlah individu yang dikuburkan kembali lebih dari satu. (3) Penguburan campuran (*combined inhumation*) merupakan penguburan mayat yang dilakukan dengan cara mengombinasikan kubur langsung dengan kubur tertunda. Rangka yang ditemukan dalam kubur campuran adakalanya terletak berdampingan atau bertumpuk, umumnya pola tidak dapat ditentukan karena semua tulang yang ditemukan terletak secara tidak beraturan (Soejono, 1977, 191). (4) Penguburan terbuka (*exposed deposition*) adalah penguburan mayat yang dilakukan dengan cara meletakkan mayat di permukaan tanah atau di tempat tertentu. Penguburan ini biasanya diikuti dengan kubur selektif, yaitu penguburan sebagian tulang-belulang, seperti tengkorak atau bagian badan lainnya, dalam tanah atau salah satu jenis wadah kubur.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Tipe Kubur dan Kriterianya

Pola Kubur	Bentuk Kubur	Jumlah Rangka	Keberadaan Wadah
Kubur Langsung	• primer	• tunggal • ganda	• dengan wadah • tanpa wadah
Kubur Tertunda	• sekunder	• tunggal • bagian rangka	• dengan wadah • tanpa wadah
Kubur Campuran	• primer • sekunder	• tunggal • ganda	• dengan wadah • tanpa wadah
Kubur Terbuka	?	• tunggal • bagian rangka	• dengan wadah • tanpa wadah

Sumber: Soejono (1969)

setelah tunggal juga agak sulit dipahami karena ganda memiliki arti sama dengan dua, sedangkan rangka yang ditemukan pada satu tipe kubur yang dikemukakan bisa saja lebih dari dua individu. Berkaitan dengan pola kubur keempat, yaitu kubur terbuka, penulis berpendapat bahwa pola tersebut dapat dipandang sebagai cara penempatan mayat atau rangka karena terbuka merupakan salah satu cara dari penempatan rangka, yaitu diletakkan di permukaan tanah.

Berdasarkan bentuk perlakuan terhadap mayat atau rangka yang selama ini menjadi acuan dalam memahami tipe kubur yang ditemukan dalam penelitian arkeologi dan membandingkannya dengan sikap tubuh manusia pada saat kematian umumnya dalam posisi membujur, terdapat dua bentuk perlakuan pada tipe kubur langsung, yaitu perlakuan pertama dan perlakuan kedua. Bentuk perlakuan pertama dapat disimpulkan apabila sikap rangka yang ditemukan dalam keadaan membujur dengan variasi posisi badan telentang, miring ke kiri atau ke kanan, dan telungkup. Akan tetapi, bila sudah berubah menjadi sikap tertentu, seperti dilipat, ditekuk, dan dijongkokkan, maka rangka tersebut sudah dalam bentuk perlakuan kedua.

Bentuk perlakuan kedua ini didasarkan pada pandangan Binford (1972, 218) yang menyebutkan bahwa sikap terlipat (*flexed*) biasanya diperoleh dari hasil pengikatan dan pembalutan terhadap mayat dan merupakan salah satu sikap yang meniru posisi janin (*foetus*) dalam rahim yang digunakan oleh masyarakat prasejarah sebagai simbol kelahiran kembali. Hal ini senada dengan penjelasan lisan dari Dr. Boedihartono (ahli paleonthropologi UI) saat penulis menunjukkan foto kubur terlipat di Gua Pawon pada bulan Januari 2005 yang langsung menyebutkan sikap terlipat rangka di Gua Pawon sebagai kubur sekunder. Sementara pada penguburan tertunda, bentuk perlakuan pertama dan kedua juga dapat terjadi. Bentuk perlakuan pertama pada tipe kubur tertunda dapat terjadi jika rangka yang ditemukan masih berada dalam strukturnya. Hal ini kemungkinan besar hanya dapat muncul bila penguburan kedua tersebut dilakukan menggunakan wadah yang kemudian penguburan kembali

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dilakukan secara utuh. Sementara bentuk perlakuan kedua terjadi bila struktur rangka sudah mengalami perubahan.

Melihat keberadaan temuan rangka manusia yang terkubur dengan kronologi berbeda yang ditemukan di Gua Pawon dan kesulitan menerapkan variabel yang dibuat oleh Soejono (1969), penulis mencoba menerapkan berbagai variabel amatan baru, antara lain variabel lokasi kubur, cara penempatan, orientasi, umur (kronologi) kubur, umur mati manusia, pewarnaan, sikap rangka, bekal kubur, lokasi, dan ras.

3. Pengembangan Teknik Identifikasi Umur Manusia Menggunakan CBCT 3D

Sisi inovasi lain dari penelitian di Gua Pawon adalah pengetahuan tentang identifikasi umur manusia dan jenis makanan yang dikonsumsi. Selama ini identifikasi umur manusia lebih cenderung secara kualitatif (tua, muda, dewasa, dan anak-anak). Analisis dengan perkiraan rentang waktu yang didasarkan pada pola keausan bagian puncak gigi (*conus*) geraham (*molar*) yang pernah dikembangkan oleh Brothwell (1965) dalam tulisannya *Digging Up Bones*, lanjut dikembangkan lagi oleh para ahli. Oleh Bass, era perkembangan itu disebut sebagai era sesudah Brothwell (*after Brothwell*). Keausan bagian puncak gigi geraham sebagai akibat dari penggunaan biasanya akan terjadi mulai rentang usia 17 sampai 45 tahun ke atas dan keausan tersebut akan berhenti pada saat individu tersebut mati. Berdasarkan berbagai pola keausan puncak gigi geraham yang teramati, rentang waktu panjang tersebut dibagi menjadi empat kelompok, yaitu 17–25 tahun, 25–35 tahun, 35–45 tahun, dan 45 tahun ke atas (Bass, 1989, 287). Pengamatan gigi manusia Pawon menggunakan perekaman radiografi *Cone Beam Computed Tomograph* 3D (CBCT 3D). Penggunaan data rekaman radiografi tersebut diterapkan dengan beberapa pendekatan, seperti

Tabel 4. Perbandingan Hitungan Usia Manusia

Skulls	Methode	Age Estimation	Age Range
R.III	Brothwell (Yondri, 2005)	25–35years old	10 years
R. III	Johanson (Elizabeth, 2016)	32,93–36,275 years old	3,34 years
R.III	Kvaal (Shekarwangi, 2016)	29,52–36,66 years old	7,1 years

Sumber: Yondri, (2019)

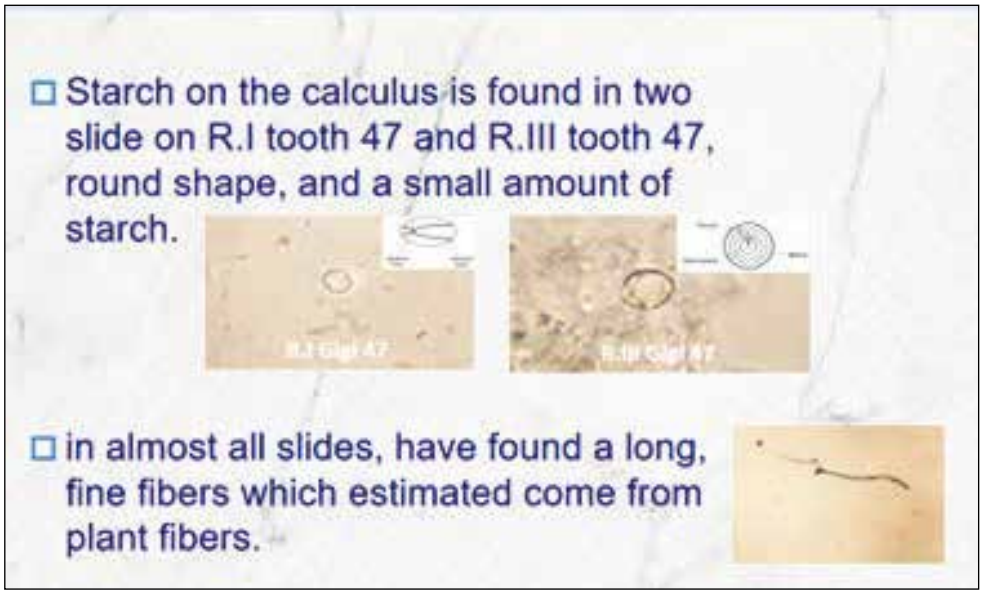
Johanson, Kvaal, dan G, untuk menghitung umur mati Manusia Pawon sehingga diperoleh angka yang lebih detil seperti yang terlihat pada tabel berikut.

4. Pengembangan Penelitian Pengidentifikasian Pola Konsumsi Masa Prasejarah

Interpretasi makanan sering kali hanya didasarkan pada ragam temuan fragmen

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tulang binatang dan moluska yang diperoleh dari hasil ekskavasi seolah manusianya hanya mengonsumsi protein pada masa itu. Pertanyaannya adalah apakah tidak ada sumber makanan lain yang mereka konsumsi saat itu.



Sumber: Khairina (2016)

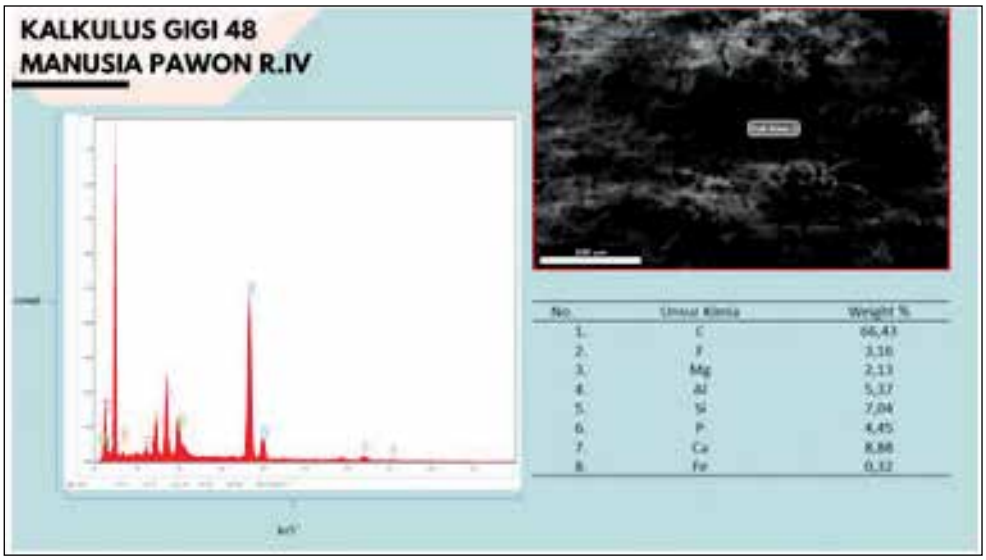
Gambar 7. Bentuk Zat Pati dan Serat Hasil Perbesaran 1.000 Kali Kalkulus Gigi Manusia Pawon

Dari sisi arkeologi, pengetahuan mengenai hal tersebut sangat terbatas untuk dicari jawabannya kerena bahan makanan, baik yang berasal dari karbohidrat dan serat, tentunya tidak akan ditemukan dari asosiasi temuan ekskavasi.

Analisis tentang jenis makanan yang dikonsumsi oleh manusia Pawon dikembangkan melalui analisis kalkulus[2] yang terdapat di giginya. Setelah dilakukan analisis terhadap kalkulus yang terdapat di gigi manusia pawon menggunakan mikroskop dengan perbesaran seratus kali, dapat diamati bentuk pati dan serat yang terdapat di dalam kalkulus gigi. Berdasarkan analisis menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan perbesaran 8.000–12.000 kali, dapat didentifikasi berbagai bentuk matriks unsur-unsur kimia yang terdapat dalam kalukulus.

[2] Kalkulus gigi adalah plak gigi yang mengalami kalsifikasi dan berkembang ketika biofilm yang mengandung bakteri mulut termineralisasi dengan garam mineral kalsium fosfat. Proses pembentukan kalkulus diawali dengan adanya pelikel. Pelikel adalah selapis tipis protein saliva yang menempel di permukaan gigi. Pelikel ini bersifat bebas dari bakteri hingga beberapa jam kemudian bakteri yang ada di dalam mulut akan terperangkap pada pelikel dan terbentuklah plak (Nield-Gerig, 2003, 1–6).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Priambada (2019)

Gambar 8. Unsur-unsur Kimia yang Terdapat dalam Kalkulus Gigi Manusia Pawon dari Hasil Analisis SEM-EDX

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa manusia Pawon tidak hanya mengkonsumsi protein pada masa hidupnya yang dibuktikan dengan ragam fragmen tulang binatang dan moluska yang ditemukan satu konteks dengan artefak dan manusianya. Akan tetapi, informasi mengenai hal itu dapat dipertajam melalui analis kalkulus yang terdapat di gigi itu sendiri.

E. ASPEK PENDUKUNG PENGEMBANGAN GEOPARK GUNUNG PAWON

Temuan manusia dan budaya prasejarah hasil penelitian di Gua Pawon dan gua di sekitarnya merupakan data faktual yang dapat menggambarkan tentang kehidupan prasejarah yang pernah berlangsung di kawasan Danau Bandung Purba. Sejak ditemukannya situs Gua Pawon pada tahun 2000 dan mulai ditanganinya secara arkeologis mulai tahun 2003, berbagai temuan arkeologis hasil penelitian telah mengundang perhatian pemerintah setempat yang kemudian menjadikannya sebagai salah satu objek wisata unggulan Provinsi Jawa Barat.

Saat ini, angka kunjungan wisatawan ke Gunung Pawon telah mampu menyumbangkan pendapatan bagi daerah Kabupaten Bandung Barat. Pemerintah daerah merencakan revitalisasi hasil penelitian yang nantinya dikembangan dalam pembangunan Museum Gua Pawon sebagai bagian dari rencana pengembangan *geopark* di Kabupaten Bandung Barat (Sari, 2018).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gagasan pengembangan *geopark* nasional ini sangat bagus untuk dikembangkan ke depan. Selain memiliki potensi budaya prasejarah sebagai bagian dari keragaman budaya (*cultural diversity*) yang jarang dijumpai di daerah lain di Jawa Barat, lokasi ini juga ditunjang oleh fenemona geologis dari sisa endapan laut purba sekitar 30 juta tahun lalu, seperti taman batuan (*stone garden*), serta tinggian karst yang menjadi bagian dari legenda masyarakat Jawa Barat. Sebagian besar dari tinggalan tersebut selama ini telah banyak menarik minat kunjungan wisata, baik wisata minat khusus maupun wisata yang mulai menunjukkan ke arah yang lebih terbuka. Jika potensi ini dikembangkan, selain akan memberikan dampok positif bagi kelestarian alam yang tidak terbarukan, tentunya dapat menjadi peluang usaha baru untuk meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat sekitar.

Satu tantangan yang perlu diselesaikan saat ini dan sekian tahun ke depan adalah usaha penambangan batu gamping yang seolah tiada ujungnya. Saat ini, usaha penambangan batu gamping di kawasan tersebut tidak hanya dilakukan dalam skala besar, tetapi juga dilakukan secara tradisional. Hal ini dapat dilihat dengan keberadaan berbagai pabrik besar di sekitar Cipatat yang menambang dan mengolah bongkahan batu gamping berbagai ukuran tersebut. Sementara itu, penambangan skala kecil mengolah bongkahan kecil batu gamping di tungku pembakaran tradisional (*lio*) yang beberapa hari sekali mengeluarkan asap hitam pekat ke udara dan menyisakan bekas pembakaran di sekitarnya.

Melihat permasalahan tersebut dengan tidak mengabaikan legenda lokal yang diasosiasikan dengan berbagai bentuk tinggian karst tersebut, gagasan pengembangan *geopark* ke depan diharapkan tidak hanya terfokus pada pendapatan daerah, tetapi juga terkait dengan tingkat kelayakan satu lingkungan menjadi bagian dari kawasan hunian masyarakat dalam melangsungkan kehidupan kesehariannya, seperti kebutuhan air bersih yang jauh dari polusi udara, debu, dan lain sebagainya.

Dalam hal ini, gagasan pengembangan taman bumi (*geopark*) di Kecamatan Cipatat tidak hanya dilakukan di lingkungan Gunung Pawon atau Pasir Pawon, tetapi lebih luas meliputi tinggian karst yang menjadi bagian dari Legenda Sangkuriang dengan deliniasi meliputi Pasir Pabeasan, Karang Hawu, Karang Panganten, Pasir Pawon, Gunung Masigit, Gunung Tanjung, Gunung Bancana, dan bukit lain di sekitarnya.

F. KESIMPULAN

Semakin terungkapnya berbagai temuan budaya masa lalu di Kawasan Karst Cipatat, khususnya di Gua Pawon, Gua Ketuk, Gua Parebatu, yang termasuk dalam Kawasan Gunung Pawon, dan sisa hunian gua di Gunung Tanjung, diimbangi dengan peningkatan jumlah kunjungan ke lokasi tersebut. Secara arkeologis, peninggalan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

artefaktual berupa (alat batu, alat tulang, tanduk) dan non-artefaktual (sisa makanan dan rangka manusia) telah memberikan pengetahuan tentang manusia dan budaya prasejarah yang pernah melangsungkan kehidupannya di kawasan Gunung Pawon dan sekitarnya. Peninggalan budaya masa lalu di lokasi tersebut dapat dijadikan faktor pendukung dan keunggulan dari kawasan Gunung Pawon dan sekitarnya dari aspek keragaman budaya (*cultural diversity*) jika nantinnya kawasan tersebut dikembangkan sebagai g*eopark*.

Semoga pengembangan taman bumi (*geopark*) yang digagas oleh Pemerintah Kabupaten Bandung Barat ini segera terwujud sehingga kelestarian peninggalan budaya, lingkungan, dan kawasan karst nan eksotis ini dapat terjaga serta tingkat kenyamanan pemukiman di kawasan itu dapat lebih lebih layak ditempati oleh masyarakatnya.

G. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sedalamnya kepada teman-teman Kelompok Riset Cekungan Bandung (KRCB) yang telah membukakan wacana penelitian arkeologi di kawasan Gunung Pawon hingga dari sisi arkeologi berhasil diungkapkan satu lintasan kehidupan manusia pada masa prasejarah dengan beragam peninggalan budayanya sehingga dapat dituangkan dalam artikel ini untuk gagasan pengembangan *Geopark* Gunung Pawon di Kabupaten Bandung Barat. Tulisan ini juga secara khusus penulis dedikasikan untuk Dr. Budi Bramantio, M.Sc. (Alm.) atas segala pengetahuannya. Semoga semua itu menjadi ladang amal bagimu di sisi-Nya.

DAFTAR PUSTAKA

Agus. (2003). Penelitian Gua Keraton. Dalam A. A. Munandar (Ed.), *Mosaik Arkeologi*, 1–12. Bandung: Ikatan Ahli Arkeologi Indonesia.

Andrefsky, Jr., W. (1998). *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge, Inggris: Cambridge University Press.

Anggraeni, N., Sukendar, H. & Kosasih, S. A. (1986). Survei di daerah Cililin, Bandung. Dalam *Laporan Penelitian Arkeologi dan Geologi di Jawa Barat*. Jakarta: Pusat Penelitian Arkeologi Nasional, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Bandi, H.G. (1951). Die Obsidian industrie der umgebubg von Bandung in west Java. Dalam *Südseestudien*, 127–161. Bassel: Museum für Volkerkunde.

Bramantyo, B. & Yulianto, E. (2001). Menelusuri jejak manusia Sunda purba dari Gua Pawon. Dalam *Seri Sejarah Alam 1*. Bandung: Kelompok Riset Cekungan Bandung.

Chia, S., Yondri, L., & Simanjuntak, T. (2005). The origins of the obsidian artifacts from Gua Pawon, Dago, and Bukit Karsamanik in Bandung, Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Arkeologi*, *25*(1), 48–60.

Clark, G. (1969). *Archaeology and society: Reconstructing the prehistoric past*. New York: Barners & Noble Books.

Dam, M. A. C. & Suparan, P. (1992). *Geology of the Bandung basin deposits: Geological research*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

and development center. Bandung & Amsterdam: Directorate General of Minesand Energy & Earth Sciences Department Free University.

Dam, M. A. C., Suparan, P., & Hidayat, S. (1986). *Reconnaisance survey in the Bandung basin: Openfile report, geological research and development center*. Bandung: Directorate General of Mines and Energy.

Kasnowihardjo, H. G. (2004). *Manajemen sumber daya arkeologi* -- 2. diterbitkan oleh Ikatan Ahli Arkeologi Indonesia, Komisariat Daerah Kalimantan.

Heine-Geldern, R. (1945). *Prehistoric research in the Netherlands Indies*. New York: Southeast Asia Institute.

Heekeren, H. R. V. (1972). *The stone age of Indonesia*. The Hague: Martinus Nijhoff.

Khairina, A. (2016). Penelitian keberadaan zat pati pada kalukulus gigi manusia Pawon (Skripsi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran).

Koesoemadinata, R. P. (1959). *Riwayat geologi dataran tinggi Bandung*. Bandung: Direktorat Geologi, Departemen ESDM.

Sari, C. W. (2018, 7 Desember). Gua Pawon dan stone garden disiapkan jadi geopark nasional. *Harian Pikiran Rakyat*. https://www.pikiran-rakyat.com/bandung-raya/pr-01304217/gua-pawon-dan-stone-garden-disiapkan-jadi-geopark-nasional-434142.

Simanjuntak, T. (1993). Perwajahan mesolitik di Indonesia. *Amerta: Berkala Arkeologi*, *3*, 5–16.

Simanjuntak, T. 2001. Prasejarah Indonesia Dalam Konteks Asia Tenggara di sekitar holosen awal data baru dalam penelitian dasa warsa terakhir. Dalam E. Sedyawati & S. Zuhdi (Eds.), *Arung Samudra, Persembahan Memperingati Sembilan Windu A.B. Lapian*. Depok: Pusata Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya, Lembaga Penelitian Universitas Indonesia, 661–682.

Soejono, R. P. (1969). *Sistim-sistim penguburan pada akhir masa prasejarah di Bali* (Disertasi, Universitas Indonesia).

Soejono, R. P. (1984). Jaman prasejarah di Indonesia. Dalam M.D. Poesponegoro & Notosutanto, N. (Eds), *Sejarah Nasional Indonesia I*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan serta Balai Pustaka.

Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya.

van Bemmelen, R. P. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. Leiden: The Hague, Martinus Nijhoff, 637–645.

Yondri, L. (2003). *Laporan kegiatan ekskavasi di situs Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kabupaten Bandung, Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan). Bandung: Balai Arkeologi Bandung.

Yondri, L. (2004a). Laporan Kegiatan Ekskavasi di Situs Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kabupaten Bandung – Jawa Barat. Bandung : Kerja sama Balai Arkeologi Bandung dan Balai Pengelolaan Kepurbakalaan, Sejarah dan Nilai Tradisional - Jawa Barat (Tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2004b). Laporan Kegiatan Ekskavasi di Situs Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kabupaten Bandung – Jawa Barat. Bandung : Kerja sama Balai Arkeologi Bandung dan Balai Pengelolaan Kepurbakalaan, Sejarah dan Nilai Tradisional - Jawa Barat (Tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2005a). *Laporan kegiatan ekskavasi di situs Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kabupaten Bandung – Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan). Bandung: Balai Arkeologi Bandung.

Yondri, L. (2005b). Kubur prasejarah temuan dari Gua Pawon: Sumbangan data baru bagi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kehidupan prasejarah di sekitar tepian Danau Bandung Purba (Tesis, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia).

Yondri, L. (2009). *Laporan kegiatan ekskavasi di Gua Gunung Tanjung, Desa Gunung Masigit Kabupaten Bandung – Jawa Barat* (Laporan tidak dipublikasikan). Bandung: Balai Arkeologi Bandung.

Yondri, L. (2011). *Laporan hasil penelitian prasejarah tinggalan gua di Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2012). *Laporan hasil penelitian prasejarah di Gua Ketuk, Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2017). *Laporan hasil penelitian ekskavasi lanjutan di Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2018). *Laporan hasil penelitian tentang manusia dan budaya prasejarah era Akhir Plestosen-Awal Holosen di Gua Pawon, Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat* (Laporan tidak diterbitkan).

Yondri, L. (2019). *Laporan hasil penelitian tentang manusia dan budaya prasejarah Era Akhir Plestosen-Awal Holosen di Gua Pawon (lanjutan), Desa Gunung Masigit Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat* (dalam proses pelaporan).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOSITE PEMANDIAN AIR PANAS KRAKAL SEBAGAI TITIK PERTEMUAN LEGENDA, SEJARAH, DAN GEOLOGI

KRAKAL HOT WATER BATH GEOSITE AS A MEETING POINT FOR LEGEND, HISTORY, AND GEOLOGY

[1]Teguh Hindarto, [2]Chusni Ansori

[1]Braindilog Sosiologi Indonesia, Gank Mega 1 C, Gendingan, Jebres, Surakarta
[2]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung-LIPI, Jl. Karangsambung, Km-19 Kebumen

ABSTRACT

The Krakal Hot Springs in Kebumen has been reconstructing since 2018. The building renovations have been carried out with a European appearance that left an inaccurate historical narrative, seen in words De Krakal, Founded in 1905, carved in building facade. Based on tracking a number of Ducth East Indies newspapers' advertisements and articles, the Krakal baths have been known since 1890 (although it was built in 1877). This research aims to review Krakal's historical narratives, explore folklore development since colonial era, describe sociological facts in the form of social groups formed around Krakal Baths, compare the processes of social change, and describe the geological facts related to object formation. The research uses qualitative analysis to the newspapers. In addition, field surveys, literature studies, and depth interviews are conducted to obtain a second opinion complementing the literature studies. Krakal Baths, the oldest tourist attraction in Kebumen, are not just mere a hot spring for tourist attractions, but also are a melting pot of legends, history, and geological conditions. The logical consequence of this conclusion requires that the Krakal Baths tour manager conduct a number of reviews of historical narratives so that they are closer to the facts and data available.

Keywords: *folklore, sociology fact, geological outcroop, melting pot*

ABSTRAK

Objek wisata Pemandian Air Panas Krakal di Kebumen melakukan pembenahan sejak tahun 2018. Renovasi bangunan telah dilakukan dengan penampilan Eropa yang menyisakan ketidaktepatan narasi historis yang terlihat pada fasad bangunan dengan tulisan *De Krakal, Berdiri Sejak Tahun 1905.* Berdasarkan pelacakan sejumlah iklan dan artikel di koran Hindia Belanda, pemandian Krakal telah dikenal sejak tahun 1890 (meskipun telah dibangun sejak 1877). Penelitian ini bertujuan untuk meninjau ulang narasi sejarah Krakal, menggali folklor yang berkembang sejak era kolonial, mendeskripsikan fakta sosiologis berupa kelompok sosial yang terbentuk di sekitar Pemandian Krakal, membandingkan proses perubahan sosial, dan mendeskripsikan fakta geologis terkait pembentukan objek. Metodologi penelitian yang digunakan adalah analisis kualitatif terhadap harian Hindia Belanda serta survei lapangan, studi literatur, dan *depth interview* untuk mendapatkan opini kedua yang melengkapi studi literatur. Pemandian Krakal, sebuah tempat wisata tertua di Kebumen, bukan sekadar tempat wisata dan pemandian air panas, namun merupakan sebuah *melting pot* legenda, sejarah, dan singkapan geologis. Konsekuensi logis

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kesimpulan ini mengharuskan pengelola wisata Pemandian Krakal melakukan sejumlah peninjauan kembali terhadap narasi sejarah agar lebih mendekati fakta dan data yang ada.

Kata kunci: folklor, fakta sosiologis, singkapan geologis, *melting pot*

A. PENDAHULUAN

Kabupaten Kebumen memiliki karakteristik sosiologis, geografis, dan geologis yang pada perkembangannya memengaruhi kebudayaan masyarakat dalam merespons lingkungan kehidupannya sehingga membentuk karakteristik sosial kultural yang membedakan dengan wilayah lainnya. Karakteristik tersebut tidak hanya memengaruhi kebudayaan masyarakat, tetapi juga memengaruhi bentuk dan pengembangan kegiatan kewisataan yang memanfaatkan sejumlah karakter geografis dan geologis sebagai sebuah potensi ekonomi yang dikembangkan dalam paket kewisataan.

Secara sosiologis, Kebumen merupakan wilayah pertemuan kebudayaan antara Bagelen dan Banyumas. Corak sosiologis ini tidak dapat dilepaskan dengan sejarah pembagian wilayah Keraton Mataram dan Yogyakarta pada masa kolonialisasi Belanda (Hindarto, 2018). Sebagian wilayah Kebumen (Panjer, Kutowinangun, dan Karanganyar) pernah mejadi wilayah administratif dari Bagelen yang mewakili kebudayaan *Negaragung* dengan keutamaan nilai-nilai keraton dan Banyumas yang mewakili kebudayaan *Mancanegara Kilen*yang, jauh dari nilai-nilai keraton.Wilayah Banyumas kerap diibaratkan dengan istilah *adoh ratu cedhak watu* yang artinya "jauh dari raja dekat dengan batu" (Herusatoto, 2008, 128). Kedua wilayah tersebut memiliki corak dan karakteristik berbeda, baik dalam dialek kebahasaan, nilai, dan norma, serta ekpresi kesenian. Titik pertemuan pengaruh kebudayaan Bagelen dan Banyumas berada di Kebumen dan membentuk sejumlah karakteristik campuran yang mengesankan ketidakjelasan identitas.

Secara geografis, Kabupaten Kebumen terletak pada 7°27'-7°50' LS dan 109°22'-109°50' BT. Bagian selatan Kabupaten Kebumen merupakan dataran rendah, sedangkan pada bagian utara berupa pegunungan dan perbukitan yang merupakan bagian dari rangkaian Pegunungan Serayu Selatan. Sementara itu, di barat laut wilayah Gombong, terdapat Kawasan Karst Gombong Selatan yang merupakan rangkaian pegunungan kapur yang membujur hingga pantai selatan berarah utara-selatan (Gambar 1). Daerah ini memiliki lebih dari seratus gua berstalaktit dan stalakmit. Sementara itu, panjang pantai sekitar 53 km yang sebagian besar merupakan pantai dengan fenomena gumuk pasir.

Kabupaten Kebumen kaya dengan singkapan geologis yang membentang dari utara (wilayah perbukitan) hingga selatan (wilayah pantai dan gua). Wilayah utara Kebumen, khususnya Karangsambung merupakan Kawasan Cagar Alam Geologi yang telah ditetapkan melalui keputusan Menteri ESDM pada tahun 2016 dan statusnya saat ini berkembang menjadi Kawasan *Geopark* Nasional Karangsambung-Karangbolong sejak November 2018. Karangsambung merupakan tempat pertemuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

antara lempeng Samudra Hindia-Australia dan lempeng Benua Eurasia. Jejak proses tumbukkan antarlempeng yang terjadi mulai zaman kapur sekitar 117 ± 5 juta tahun silam dapat ditemukan di tempat ini dalam bentuk singkapan berbagai jenis batuan dengan kenampakkan morfologinya (Ansori, Kumoro, Hastria, & Widiyanto, 2016, 7). Berbagai jenis batuan dapat ditemukan di wilayah Karangsambung, baik batuan beku (basal, granitoid, andesit, diabas, gabro, dan dasit), batuan sedimen (rijang, konglomerat, batu pasir, batu gamping, dan kalkarenit), serta batuan metamorf (kuarsit, serpentit, sekis mika, kuarsit, marmer, dan gneis). Menariknya, singkapan geologis tersebut tersebar di jalanan, area persawahan, dan perbukitan yang dekat dengan lingkungan kehidupan sosial.

Singkapan geologis tidak hanya terkonsentrasi di wilayah utara, tetapi juga di wilayah selatan, khususnya disekitar Kawasan Karst Gombong Selatan yang tersusun oleh Formasi Gabon, Formasi Kalipucang, dan Formasi Halang (Asikin dkk., 1994). Batuan intrusi pada tinggian Karangbolong sebagian besar berupa andesit piroksin dan basaltik andesit, sedangkan lavanya merupakan basal *olivine*. Terdapat korelasi antara lokasi batuan dengan tingkat keasaman, semakin ke arah utara batuan bersifat lebih asam yang tercermin dari meningkatnya kandungan SiO_2, Na_2O, dan K_2O. Sementara itu, kandungan MgO dan Fe_2O_3 mencerminkan tingkat kebasaan batuan semakin meningkat ke arah selatan mendekati pantai. Afinitas magma intrusi di bagian utara sebagian besar berupa seri *calc-alkaline* dan sedikit *island arc tholeiite* pada intrusi dan lava di bagian selatan (Ansori, Isyqi, & Wardhani, 2018). Di sekitar Tanjung Karangboto, dijumpai tubuh batuan beku menyerupai tatanan *paving block*, yaitu bekas aliran lava darat yang mengalami gaya kontraksi dan membentuk retakan tiang (*columnar joint*) pada saat pembekuannya. Retakan berbentuk poligonal segi lima dapat dilihat pada permukaan (Ansori, Kumoro, Hastria, & Widiyanto, 2016, 56–57).

Karakteristik sosiologis, geografis, dan geologis tidak hanya membentuk kebudayaan masyarakat sebagai sebuah respons terhadap alam, tetapi juga meletakkan sebuah struktur sosial yang unik berupa percampuran dialek kebahasaan. Bahkan, dalam perkembangannya, karakteristik geologis dan geografis menjadi sebuah potensi ekonomi yang dikomodifikasi sejumlah masyarakat menjadi tempat berwisata dengan menawarkan sejumlah paket kewisataan.

Sekitar tahun 2016–2019, kegiatan kewisataan lokal mulai berkembang di berbagai wilayah di Kabupaten Kebumen. Banyak lokasi wisata baru bersaing dengan lokasi wisata lama dan menawarkan paket kewisataan dengan mengandalkan potensi geografis dan geologis, baik di wilayah perbukitan maupun pesisir pantai. Banyak daerah tujuan wisata mulai berkembang di wilayah utara yang didominasi perbukitan dengan singkapan geologis, seperti Bukit Pentulu Indah, Brujul Adventure, Pesona Khayangan, Wisata Alam Jembangan, dan Curug Sindaro, dan selatan yang didominasi pesisir pantai dengan singkapan geologis, seperti Pantai Suwuk, Pantai

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Surumanis, Pantai Lampon, Pantai Menganti, Gumuk Pasir Lembupurwo, dan Gua Barat.

Sejumlah tempat wisata lama, seperti Pantai Karangbolong dan Pantai Petanahan mulai berbenah dalam penataan ruang dan manajemen. Hal tersebut juga dilakukan oleh manajemen Pemandian Air Panas Krakal yang terletak di Desa Krakal, Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen. Pemandian air panas ini telah berdiri sejak era kolonial dan menjadi tempat yang diminati oleh orang-orang Eropa (Belanda) yang hendak mencari ketenangan udara pegunungan dan mencari kesembuhan melalui air panas yang keluar dari dalam bumi. Sejak tahun 2018, objek wisata Pemandian Air Panas Krakal Kebumen melakukan pembenahan berupa renovasi bangunan dengan penampilan Eropa yang menghabiskan biaya Rp1,6 miliar. Namun, renovasi ini masih menyisakan kekeliruan narasi historis yang diperlihatkan secara terbuka dalam tulisan *De Krakal, Berdiri Sejak Tahun 1905* pada fasad bangunan.

Oleh karena semua data keberadaan Pemandian Air Panas Krakal cukup lengkap dalam bentuk artikel dan iklan di koran berbahasa Belanda yang beredar di Hindia Belanda, narasi historis di atas kurang dapat dipertanggungjawabkan dalam menempatkan genealogi dan kronologi keberadaan kawasan wisata berbasis sumber mata air panas ini.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Neuwman (2013, 2) mengatakan bahwa metodologi berarti memahami keseluruhan proses penelitian, termasuk konteks sosial organisasi, asumsi filosofis, prinsip etika, dan dampak politik terhadap pengetahuan baru dari penelitian. Metode mengacu pada sekumpulan teknik tertentu yang digunakkan dalam suatu penelitian untuk memilih kasus, mengukur dan mengamati kehidupan sosial, mengumpulkan dan menyempurnakan data, serta menganalisis data dan melaporkan hasilnya. Kedua istilah ini berkaitan erat dan saling bergantung satu sama lain. Tulisan ini mengikuti sejumlah prinsip metodologis dengan menerapkannya untuk mendapatkan data dan kesimpulan. Secara umum, penelitian memiliki tujuan berupa eksplorasi, deskripsi dan eksplanator, tetapi penelitian ini akan berfokus pada tujuan eksplorasi dan deskripsi. Penelitian eksplorasi dilakukan terhadap objek baru, tetapi perlu ditinjau kembali mengingat jumlah objek baru yang tidak banyak membuat peneliti tidak mengetahui sama sekali akan penelitian pendahulunya. Sementara itu, penelitian deskriptif dilakukan untuk memperjelas objek. Model pengukuran dalam penelitian ini menggunakan pengukuran kualitatif. Neuwman (2013, 224) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif mengukur dengan alternatif angka dan merupakan langkah penelitian yang kurang terpisah. Pengukuran kualitatif memiliki proses lebih induktif dalam mengukur dan menciptakan konsep baru bersamaan dengan proses pengumpulan data.

Dalam penelitian kualitatif, peneliti lebih banyak mengandalkan prinsip dari ilmu sosial interpretif atau kritis dengan bahasa "kasus dan konteks", serta makna

Buku ini tidak diperjualbelikan.

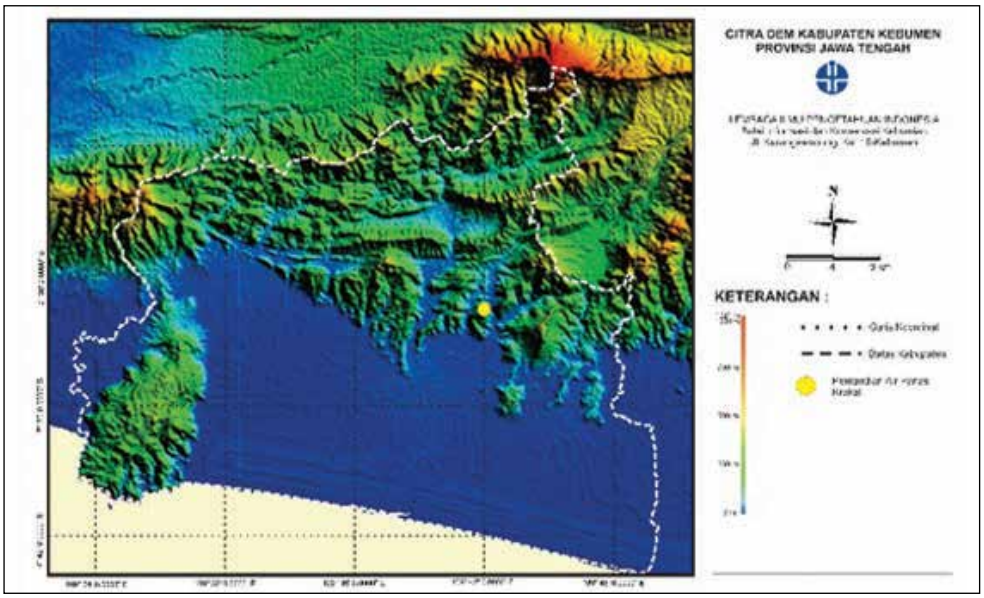
budaya. Penekanan dalam penelitian ini adalah melakukan pemeriksaan terperinci dari berbagai kasus tertentu yang muncul secara alamiah dalam kehidupan sosial (Neuwman, 2013, 188). Sejumlah perangkat pelengkap dalam proses analisis kualitatif dalam tulisan ini meliputi analisis artikel dan iklan surat kabar berbahasa Belanda, analisis referensial, wawancara, dan pendalaman analisis. Survei lapangan juga dilakukan untuk memepertajam analisis dan menambah data.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Krakal adalah sebuah desa di Kecamatan Alian, Kebumen, Jawa Tengah, Indonesia. Desa Krakal berada di sebelah timur laut dari pusat Kabupaten Kebumen yang berjarak sekitar 11 km berkendara melalui Surotrunan. Desa Krakal juga merupakan pusat Kecamatan Alian dengan luas wilayah 650 ha yang dihuni oleh sekitar 7.540 penduduk di 8 pedukuhan/dusun (Gambar 1).

Sebuah laporan yang dimuat dalam surat kabar De Locomotief (1874) menyebutkan Kebumen adalah sebuah kabupaten (*regentschap*) bersama Karanganyar dan masuk wilayah keresidenan (*residentie*) Kedu. Kabupaten Kebumen memiliki empat kawedanan (*districten*), yaitu Kebumen, Gedung Tawon, Prembun, dan Ambal, serta sebelas kecamatan (*onderdictricten*), Kecamtan Alian adalah salah satunya.

Pemandian air panas yang terletak di Desa Krakal hingga kini ramai dikunjungi, terutama pada hari libur. Pemandian bukan hanya sebuah tempat wisata, namun sebuah lokasi cagar budaya karena keberadaannya yang telah ada sejak era colonial,



Gambar 1. Topografi Kabupaten Kebumen serta lokasi penelitian yang berada di bagian utara kawasan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

bahkan dijuluki *Indisch Wiesbaden* (Java Bode, 1891). Pemandian Air Panas Krakal dapat dikatakan tempat wisata paling awal di era kolonial yang menawarkan lanskap alam perbukitan dan penyembuhan melalui keberadaan air panas. *Wiesbaden* adalah salah satu kota pemandian tertua di Eropa yang terletak di Jerman Barat. Dunia internasional mengenalnya karena arsitektur, iklim, dan sumber air panasnya. *Wiesbaden* pernah memiliki 26 sumber air panas, namun hanya tersisa 14 mata air yang masih tetap mengalir hari ini.

Meskipun pemandian ini diketahui berdiri sejak 1935 (terlihat pada pintu masuk), riwayat Pemandian Air Panas Krakal sudah ada sejak abad 19 masehi, tepatnya tahun 1891, yang ditandai dengan sebuah iklan di koran atas nama pengelola hotel bernama M. Fleker yang menawarkan pemandian air panas sebagai lokasi wisata.

1. Popularitas Pemandian Air Panas Krakal

Sejumlah iklan yang beredar pada tahun 1890–1891 memuat nama Krakal sebagai tempat peristirahatan sekaligus tempat penyembuhan penyakit melalui keberadaan pemandian air panasnya. Koran Java Bode (1890) menuliskan sebuah laporan pendek perihal S. Karsten, seorang insinyur perkeretaapian, yang diijinkan untuk mengambil cuti dan memulihkan kesehatannya untuk menghabiskan waktu di Krakal.

> " … *naar Krakal bij Keboemen voor den tijd van een maand.*"
>
> (…. menuju Krakal dekat Kebumen selama satu bulan lamanya (Java Bode, 1890))

Koran De Locomotief (1891) juga memuat publikasi dengan tajuk *Krakal: Hotel Geopend* (telah dibuka sebuah hotel) dan keterangan *Een der gezondste badplatsen op vor Java voor zeiken en herstelenden* (Salah satu area paling sehat di Jawa untuk orang sakit dan mengalami kesembuhan).

Dalam sebuah iklan berjudul *Geneeskundige beschouwing over het bad Krakal in het district Keboemen, Residentie Bagelen* (Pemeriksaan kesehatan pemandian Krakal di distrik Keboemen, Bagelen Residence) yang diterbitkan koran Bataviaasch Handelsblad (1895) dijelaskan bahwa

> *"De warme bron aldaar wijd vermaard onder de Inlanders en lang niet onbekend bij de Europeanen."*
>
> (Mata air panas ini dikenal luas di kalangan penduduk asli dan tidak diketahui oleh orang-orang Eropa.)

Iklan dalam koran tersebut mengindikasikan bahwa saat itu belum semua orang Eropa mengetahui keberadaan lokasi pemandian air panas ini.

Popularitas pemandian air panas di Hindia Belanda masih berlanjut di awal tahun 1900-an yang dapat dilihat dari berbagai publikasi Koran, seperti De Locomotief (1901) yang memuat sebuah iklan dengan judul *Bad Hotel Krakal* (Hotel Pemandian Krakal) dan Het Nieuws (1901) membuat laporan menarik dengan judul *Het geneeskrachtig bad Krakal* (Pemandian Penyembuhan Krakal) yang memuat

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber:

Gambar 2. Publikasi pembukaan hotel di Krakal dalam harian De Locomotief tertanggal 1 Desember 1891

"Bij den assistent-resident van Keboemen had ik vooraf kennis gemaakt met twee over het bad bestaande geneeskundige beschrijvingen, n.l. een van Dr. Kunert, gedateerd 2 April 1883, en een van Dr. K. Baumgarten."

(Melalui Asisten Residen Keboemen saya sebelumnya telah diperkenalkan pada dua penjelasan medis tentang pemandian ini, yaitu satu dari Dr. Kunert, bertanggal 2 April 1883 dan satu lagi dari Dr. K. Baumgarten.)

2. Penelitian Ilmiah Terkait Kandungan Air Panas Krakal

Nama Dr. Kunert dan Dr. Baumgarten menjadi rujukan ilmiah semua orang yang telah melakukan penelitian mengenai kandungan air panas Krakal. Namun tahun 1883 yang disitir di atas memperlihatkan sebuah kesaksian penting betapa pemandian air panas telah jauh dikenal sebelum tahun 1890. Bahkan, koran De Locomotief (1890) dalam artikelnya yang berjudul *Het bad Krakal: Ook vergeleken met Europeesche baden* (Pemandian Krakal: Juga Pembandingannya dengan Pemandian Eropa) telah menyebut nama Dr. Polak, seorang apoteker militer yang telah meneliti kandungan air panas Krakal setiap seribu gram.

Bataviaasch Handelsblad (1895) dalam artikelnya yang berjudul *Geneeskundige Beschouwing over het Bad Krakal in het District Keboemen Residentie Bagelen* (Pengujian

Buku ini tidak diperjualbelikan.


DE LOCOMOTIEF.
Eerste Blad.

Sumber:

Gambar 3. Artikel harian De Locomotief tertanggal 18 Juli 1890

Kesehatan Pemandian Krakal di Distrik Keboemen di Keresidenan Bagelen) menyebutkan nama Dr. Polak dalam riset tahun 1871 sebagai berikut.

> "In het jaar 1871 publiccerde de militaire apotheker Polak te Kedoeng Kebo in het natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch Indië zijn Scheikundig onderzoek van water uit de warme bronnen te Krakal."
>
> (Pada tahun 1871, apoteker militer bernama Polak di Kedoeng Kebo menerbitkan bukunya *Penelitian Kimiawi Air dari Mata Air Panas di Krakal* dalam majalah fisika untuk Hindia Belanda.)

Nama Dr. Polak disebutkan kembali 64 tahun kemudian dalam De Indische Courant (1935) dengan judul artikel *Krakalsche Genezingen: de Legende van de Bron* yang memuat keterangan bahwa investigasi mata air yang dilembagakan oleh apoteker militer Polak pada tahun 1871 dan laboratorium medis di Batavia pada tahun 1916 menunjukkan komposisi yang konstan, di mana satu liter (1.000 gram) mata air memiliki enam unsur kandungan (Tabel 1).

Data hidrokimia air PAP-Krakal Polak (1871; 1916) dan Ansori (2016) menunjukkan bahwa air panas Krakal termasuk *natrium-calcium chloride water* yang didominasi natrium klorida dan kalsium klorida dalam kandungan airnya. Jika mendasarkan pada data kandungan relatif anion klorida (Cl), bikarbonat (HCO_3), dan sulfat (SO_4) pada diagram *ternary*, dapat diketahui bahwa tipe fluida panas bumi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Kandungan Unsur Kimia Air Panas Krakal

No	Unsur	Polak (1871) gr/lt	Laboratorium Medis Batavia (1916) (gr/lt)
1	Natrium klor (Na Cl)	5,3078	5,560
2	Chloro potassium (K Cl)	0,3881	0,164
3	Chlor calcium (CaCl)	6.0972	6,665
4	Kloro magnesium (MgCl2)	0,0858	0,014
5	Magnesium yodium (Mg Y)	0,0045	0,005
6	Silika (Si)	0,0272	0,020
	Jumlah	11.8606	12.428

Sumber: Polak (1871; 1916)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Hidrokimia Air Tanah

KODE CONTO		AHB-2 (Krakal)	METODE
pH		**7.01**	**SNI 06-6989-11-2004**
DHL/EC	Umhos/cm	18720	SNI 06-6989-11-2004
SiO_2	mg/L	37,69	SNI 06-2603-1992
B	mg/L	14,49	Mahon, Ellis, A.J.1977
Al^{3+}	mg/L	0,02	SNI6989-34-2009
Fe^{3+}	mg/L	0,12	SNI 06-6989-4-2004
Ca^{2+}	mg/L	2433,60	SNI 06-6989-56-2005
Mg^{2*}	mg/L	0,82	SNI 06-6989.55-2005
Na^{+}	mg/L	2451,00	SNI 6989-69-2009
K^{+}	mg/L	10,27	SNI 6989-69-2009
Li^{+}	mg/L	0,25	SNI 6989-70-2009
As^{+3}	mg/L	0,20	MP-Agilent 4100
NH_4^{+}	mg/L	2,27	SNI 06-2479-1991
F^{-}	mg/L	0,00	SNI 6989-29-2005/IC-Dionex ICS 1600
Cl^{-}	mg/L	7373,00	SNI 6989-19-2009/IC-Dionex ICS 1600
SO_4^{2-}	mg/L	7,69	SNI 6989-20-2009/IC-Dionex ICS 1600
HCO_3^{-}	mg/L	25,39	APHA-AWWA 22 nd-2012
CO_3^{-}	mg/L	0,00	APHA-AWWA 22 nd-2012

Sumber: Ansori, Kumoro, Hastria, & Widiyanto (2016)

di daerah penelitian adalah *chloride water* yang menandakan berasal dari sumber yang dalam dan bercampur dengan air tanah. Berdasarkan analisis Polak (1871, 1916) serta Ansori, Kumoro, Hastria, dan Widiyanto (2016), terjadi penurunan kandungan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

natrium dan kalsium meskipun merupakan unsur dominan. Kandungan natrium tinggi inilah yang menjadikan PAP Krakal telah dikenal Belanda sebagai lokasi untuk penyembuhan berbagai penyakit, seperti berendam pada air laut yang panas.

Berdasarkan penelitian Fauziyah, Khumaedi, dan Linuwih (2015), dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan data geolistrik menggambarkan struktur bawah permukaan daerah mata air panas Krakal tersusun oleh tiga jenis batuan berbeda, yaitu batu pasir dengan kisaran nilai resistivitas Ωm dan ketebalan hingga 20 meter, batu lempung berpasir dengan rentang nilai resistivitas 10–50 Ωm dan ketebalan mencapai 20 meter, serta batu lempung gamping dengan kisaran resistivitas 50–65 Ωm dan ketebalan 20 meter.

Terdapat dua jenis akuifer di sekitar daerah penelitian, yaitu akuifer air panas dan dingin. Kedua jenis akuifer ini tidak dapat dibedakan secara pasti berdasarkan penelitan. Mata air panas di Krakal bukan merupakan mata air dari gunung berapi, namun dihasilkan oleh patahan turun yang dalam dengan blok turun disebelah timur (Siswoyo, 1986). Kemunculan mata air ini diduga karena kondusi panas dari sumber magma yang berada lebih dari satu kilometer di bawah tanah yang kemudian muncul melalui zona patahan tersebut. Hal ini didukung dengan adanya kandungan sulfur rendah yang menandakan bukan karena pengaruh vulkanisme. Mata air tersebut memiliki debit air mencapai 10 lt/menit dan posisi muka air tanah bebas sekitar 1,5 m dari muka tanah. Dengan suhu rata-rata 40°C, pH senilai 7,4, warna jernih, dan rasa pahit asin membuat mata air ini masuk ke dalam golongan *alkali chloride water* yang mengandung gas CO_2, H_2S, dan NH_3.

3. Legenda Tokoh Kyai Sabdaguna

Setiap desa berusia tua selalu memiliki dua hal, yaitu folklor dan situs keramat, baik dalam bentuk makam *punden/danyang* desa maupun *petilasan* yang dianggap memiliki kekuatan magis tertentu. Sebagaimana dikatakan oleh Koentjaraningrat (2007, 168) yang pernah melakukan riset di berbagai pedesaan di Jawa pada akhir tahun 60-an, makam para pendiri desa dan *tjakal bakal* akan menjadi pusat peribadatan masyarakat.

Kamus Daring Cambridge (https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/folklore) mendefinisikan folklor sebagai *the traditional stories and culture of a group of people*. Definisi lain mendefinisikannya sebagai *(1) the unwritten literature of a people as expressed in folk tales, proverbs, riddles, songs, etc.* dan *(2) the body of stories and legends attached to a particular place, group, activity, etc"* (https://www.collinsdictionary.com).

Setiap negara dan wilayah di dalam negara memiliki sejumlah folklor yang telah ada sebelum modernisasi melanda dan membentuk wajah suatu negara. Folklor sebagai bagian dari fakta sosial memiliki sejumlah fungsi dalam kehidupan sosial. Danandjaja (1997) dengan mengutip pendapat William R. Bascom menyebutkan sejumlah fungsi folklor adalah sebagai

1. alat pengesahan semua penata dan lembaga kebudayaan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. alat pemaksa dan pengawas agar semua norma masyarakat selalu dipatuhi anggota kolektifnya,
3. alat pendidikan anak (*pedagogical device*), serta
4. sistem proyeksi (*projective sytem*), yakni sebagai alat pencerminan angan-angan kolektif.

> "Legenda sering kali dipandang sebagai 'sejarah' kolektif (folk history), walaupun sejarah itu karena tidak tertulis telah mengalami distorsi, sehingga seringkali dapat jauh berbeda dengan kisah aslinya." (Danandjaja, 1997, 66)

Kajian artikel (De Indische Courant, 1935) berjudul *Krakalsche Genezingen: De Legende van De Bron-Heil voor Rheumatieklijders* (Penyembuhan Krakal: Legenda Asal Usul–Keselamatan untuk Penderita Rematik) menyebutkan bahwa keberadaan Pemandian Air Panas Krakal telah dilekati dengan legenda Majapahit yang dihubungkan dengan nama Kiai Agung Sabdoguna dan Nyai Sumaningrum serta seorang putranya yang tengah mengalami sakit kulit. Dengan petunjuk Tuhan, Kiai Sabdaguna pergi menuju utara Kebumen dan diperintahkan untuk melayangkan paculnya di tempat yang lembab seperti yang tertuang dalam artikel koran tersebut.

> *"… hem werd gelast zijn patjol te slaan in een vochtige plek tusschen de vier bovengenoemde bergen."*
>
> (… dia diperintahkan Tuhan untuk melayangkan paculnya di tempat yang lembab di antara empat gunung yang disebutkan di atas.)

Ari hangat yang keluar dari dalam tanah tersebut digunakan Kiai Sabdaguna untuk memandikan anaknya hingga sembuh. Sebagai bentuk rasa syukur pada Tuhan, ia tinggal di wilayah tersebut dan memberitahukan masyarakat sekitar untuk memanfaatkan air tersebut. Menjelang ajalnya, ia meminta agar dikebumikan di Gunung Kenap dan hingga saat ini masih menjadi bagian kunjungan para peziarah.

Jika artikel koran di atas tidak menyebutkan nama keempat gunung kuno di mana Kiai Sabdaguna diminta untuk menancapkan paculnya, artikel berjudul *Het Indische Wiesbaden* memuatnya, antara lain Gunung Pagar Sanggar di utara, Gunung Pagar Géong di selatan, Gunung Pagar Idjo di timur, dan Gunung Tjantel di barat (De Indische Courant, 1935). Pemandian Air Panas Krakal berada di antara keempat gunung dan dilintasi aliran sungai Kali Rancang.

4. Sejarah Keberadaan dan Pembangunan Pemandian Krakal

Belum ada satu pun artikel dan buku yang menelisik perihal sejarah awal pembangunan dan pendirian Pemandian Air Panas Krakal. Minimnya data menjadi salah satu kendala untuk melacak kapan pemandian air panas Krakal difungsikan sebagai media penyembuhan publik. Jika popularitas pemandian tersebut dapat dilacak melalui sejumlah berita dan artikel dalam koran berbahasa Belanda, bagaimana kita dapat melajak jejak awal dan genealogi berdirinya pemandian air panas legendaris ini?

Buku ini tidak diperjualbelikan.


DE INDISCHE COURANT

Sumber:

Gambar 4. Harian *De Indische Courant* tertanggal 24 April 1935

Dua artikel di era kolonial yang kredibel menjadi rujukan untuk memastikan tahun pendirian dan pembangunan Pemandian Air Panas Krakal, yaitu karya Dr. I. Groneman dengan judul *De wordingsgeschiedenis van het bad Krakal bij Keboemen* (Sejarah Pemandian Krakal di Kebumen) yang dimuat dalam harian *Soerabaiasch Handelsblad* sebanyak dua seri bertanggal 2 Juni 1902 dan 3 Juni 1902. Sementara itu, artikel ketiga tertanggal 28 Juni 1902 masih dari harian yang sama lebih menjelaskan keindahan lanskap yang mengitari pemandian tersebut serta sejumlah peneliti yang pernah membuktikan unsur dan khasiat kandungan air panas Krakal.

Sekalipun pentarikhan pendirian dan pembangunan air panas Krakal ini bukan dari sumber primer, baik tulisan maupun penulisnya (karena ditulis dalam bahasa Belanda), tetapi data yang disampaikan Groenoman merujuk pada sumber primer berupa manuskrip tertulis milik Bupati Arung Binang VI (Raden Mangoen Dirja) dan kesaksian keluarga pemilik manuskrip.

Bermula dari peristiwa yang dialami oleh istri Bupati Aroeng Binang V (Raden Tirta Dirja) ketika mengalami sakit demam yang tidak kunjung sembuh sekalipun telah dicarikan berbagai obat. Peristiwa tersebut terjadi pada tahun 1859 ketika Kebumen masih menjadi wilayah Keresidenan Bagelen (sejak tahun 1901 berganti menjadi wilayah Keresidenan Kedu).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pada tahun 1860, tepatnya pukul 14.00 ketika sang bupati sedang tidur siang, ia mendengar suara yang dilaporkan dalam *De wordingsgeschiedenis van het bad Krakal bij Keboemèn (2)* sebagai berikut.

> *"Raden Adipati, de ziekte van de raden ajoe kan niet genezen dan door 't gebruik van wit water (banjoe poetih)!"* (Dr. I. Groneman [1], 1902, 1)
>
> "Raden Adipati, penyakit Raden Ajoe tidak bisa disembuhkan selain dengan menggunakan air putih (banjoe poetih)!"

Berbagai upaya kemudian dilakukan untuk mendapatkan arti dari suara yang tidak berwujud tersebut. Para ahli agama dan tafsir mimpi dikumpulkan untuk diminta nasihat dan petunjuknya, tetapi tidak satu pun dapat menjawab.

Pada tahun 1863, Raden Mangoen Dirja (kelak menjadi Bupati Aroeng Binang VI) yang sedang menanam kopi mendengar cerita penduduk mengenai pemandian air panas yang berkhasiat mengatasi lelah dan berbagai penyakit. Informasi tersebut diperoleh dari dua orang tua bernama Oedagati dan Wiragati yang menunjukkan lokasi pemandian tersebut. Setelah menemukan lokasi tersebut, ia menggali dan mengamankan lokasi, lalu mandi air panas yang membuatnya kembali bugar. Bahkan, anaknya yang sedang sakit kulit berangsur sembuh setelah ia bawa ke mata air panas tersebut.

Peristiwa ini mendorong Raden Mangoen Dirja untuk melaporkan hasil penemuannya pada ayahandanya yang disambut dengan gembira. Lokasi air panas tersebut yang dinamakan Dukuh Krakal terletak di Desa Alian yang berbatasan dengan Kali Rancang.

Istri Raden Adipati Aroeng Binang V atau ibunda Raden Mangoen Dirja akhirnya dibawa ke lokasi air panas tersebut dan dalam 25 hari berangsur sembuh. Sejak peristiwa kesembuhan istri bupati, sejumlah pejabat pemerintahan dan tokoh keagamaan, serta para priyayi berbondong-bondong mendatangi lokasi air panas tersebut untuk mendapatkan kesembuhan.

Sebagai wujud rasa syukur dan penghargaan terhadap kesembuhan yang dialami istrinya, Bupati Aroeng Binang V berniat untuk mengadakan pesta dengan mengundang pejabat pemerintah Belanda dan para priyayi, serta masyarakat. Bahkan, sebuah pesanggrahan dipersiapkan untuk memfasilitasi setiap orang yang datang.

Pada suatu ketika, seorang mantan Gubernur Yogyakarta, Pangeran Djoroe, rekan seperjuangan Raden Mangoen Dirja saat melakukan perlawanan terhadap Belanda, mengunjungi lokasi pemandian tersebut. Ia memiliki sejumlah penyakit yang menggerogotinya di usia senja, tetapi mulai membaik setelah mengunjungi tempat tersebut. Sebagai tanda terima kasih dan dukungan, ia menyumbangkan uang sebesar 2.000 florin untuk membangun lokasi pemandian air panas dengan batu bata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.


SOERABAIASCH-HANDELSB

STAAT- EN LETTERKUNDIG DAGBLAD VAN NEDERLANDSCH

Gambar 5. *Soerabaiasch Handelsblad,* bertanggal 2 Juni 1902


SOERABAIASCH-HANDELSBLAD.

STAAT- EN LETTERKUNDIG DAGBLAD VAN NEDERLANDSCH-INDIË.

Sumber:

Gambar 6. Harian *Soerabaiasch Handelsblad* tertanggal 3 Juni 1902

Pada tahun 1875, Raden Mangoen Dirja menjadi Wedana Kutawinangun (dulu bernama Gedong Tawon/Kedoeng Tawon) dan dua tahun kemudian mengantikan ayahnya untuk menjadi bupati dengan gelar Raden Tumenggung Aroeng Binang VI.

Berbagai usaha terus ditingkatkan untuk memperbaiki keberadaan Pemandian Air Panas Krakal di Desa Alian. Tahun 1887 menjadi titik balik pembangunan setelah kunjungan istri Residen, yaitu Burnaby Lautier.

> *"De wordingsgeschiedenis van het bad Krakal bij Keboemèn (2)"* bahwa sejak kunjungan tersebut:
>
> *"Werd tot een nieuwe verbouwing besloten, waardoor de bron nu door 9 kamertjes omgeven is, 3 in het noo(r)den, 3 in het oosten en 3 in het zuiden, die alle van een badkuip voorzien zijn, waarin het warme water door een kraan toegelaten wordt."* (Dr. I. Groneman [2], 1902, 1)
>
> (Sebuah renovasi baru ditetapkan sehingga sumbernya sekarang dikelilingi oleh 9 kamar, 3 di utara, 3 di timur, dan 3 di selatan, yang kesemuanya adalah bak disediakan di mana air panas diterima dengan satu keran.)

Frasa *nieuwe verbouwing besloten* (sebuah renovasi baru ditetapkan) menjadi titik awal bangunan pemandian air panas berdiri dan berfungsi melayani kebutuhan publik.

5. Kehidupan Sosial Budaya dan Agama di Krakal Era Kolonial

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebuah artikel memuat deskripsi etnografis perihal kehidupan sosial budaya setempat yang telah berlangsung lama, di mana agama dan adat terjalin secara harmonis (De Indische Courant, 1935). Sekalipun Kiai Sabdaguna tidak diidentifikasi sebagai seorang muslim, tetapi artikel koran tersebut menggambarkan sejumlah kegiatan ritual dan peziarahan yang berpusat di makamnya dan kedua abdinya, yaitu Kiai dan Nyai Batur Sempukrap. Kegiatan ritual dimulai Jumat Legi oleh santri dan haji yang menaikkan doa-doa di makam Kiai Sabdaguna dan sebelum Jumat sudah dilaksanakan kegiatan keagamaan, yaitu kenduri. Juru Kunci akan menaburkan bunga di kuburan dan tempat pemandian dengan meminta keterlibatan Kiai Sabdaguna dalam melakukan prosesi penyembuhan.

Segresi sosial sebagai bentuk kehidupan masyarakat feodal dan kolonial begitu kentara di kawasan pemandian air panas. Pemisahan antara pribumi dan non-pribumi serta pejabat tinggi dan rendahan tampak dalam pengaturan ruangan pemandian air panas. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada tahun 1877 istri residen memberikan bantuan berupa pembangunan sembilan kamar, tetapi keberadaan kamar tersebut dibatasi penggunaannya beradasarkan ras dan jabatan sebagaimana dideskripsikan dalam potongan artikel di bawah ini.

> "*De noordelijke kamertjes zijn voorde inlandsche prijaji's bestemd, de zuiddelijke voor Europeanen en de oostelijke voor mindere Javanen en andere oosterlingen. Een Javaansche sleutelbewaarder is met het toezicht belast.*"
>
> (I. Groneman [2], 1902, 1)
>
> *(Kamar utara diperuntukkan bagi priyayi pedalaman, yang selatan untuk orang Eropa, dan yang timur untuk orang Jawa yang lebih rendah dan orang-orang Timur lainnya. Seorang penjaga kunci Jawa bertanggung jawab untuk melakukan pengawasan.)*

6. Wilayah Penyingkapan Geologis

Belum ada kajian komprehensif perihal aspek geologi kawasan Pemandian Air Panas Krakal pada era kolonial, namun sejak tahun 1881 telah dilakukan kajian penting penanda studi geologi di kawasan Karangsambung oleh R.D.M. Verbeek dan R. Fennema perihal tanah dasar Pulau Jawa. Kemudian, pada tahun 1891, Verbeek menemukan kandungan fosil *nummulites* dan *orbitulina* dari Sungai Luk Ulo di Kebumen.

Mengacu pada riset geologi di atas, keberadaan Krakal, khususnya pemandian air panas, dihubungkan dengan fenomena geologi.

> *"De heuvelterreinen zijn de uitloo- pers van het Zuid-Serajoe gebergte, en worden deels gevormd door een kalkachtig gesteente, dat vele tientallen meters hoog is opgestuwd en hier en daar langs wegen en rivier- beddingen de vele lagen, gevormd door sedimenten, laat zien van soms verschillende kleuren als getuigenis van eeuwenlange rustige bezinking op wat blijkbaar eens een zeebodem was."* (De Indische Courant, 1935)
>
> (Medan berbukit adalah kaki bukit Pegunungan Serajoe Selatan dan sebagiannya dibentuk oleh batuan kapur yang telah didorong hingga puluhan meter kemudian tersebar di sepanjang jalan dan dasar sungai menunjukkan banyaknya lapisan yang terbentuk oleh sedimen, terkadang berbeda warna sebagai kesaksian selama berabad-abad yang tenang menjelaskan apa yang dahulunya adalah dasar lautan.)

Frasa *op wat blijkbaar eens een zeebodem was* (pada apa yang dulunya adalah dasar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

laut) mengingatkan kembali keberadaan Karangsambung sebagai pertemuan lantai samudra dan lantai benua sebagaimana telah dijelaskan dalam pendahuluan artikel ini.

D. KESIMPULAN

Dari hasil pengkajian literatur berupa artikel, iklan, dan jurnal dalam bahasa Belanda, serta hasil survei dan analisis hidrokimia keberadaan Pemandian Air Panas Krakal di Desa Alian, dapat disimpulkan bahwa pemandian tersebut merupakan tempat wisata era kolonial pertama di Kabupaten Kebumen yang menawarkan lanskap alam perbukitan dan penyembuhan melalui keberadaan air panas dari perut bumi.

Publikasi awal mengenai Pemandian Air Panas Krakal dalam bentuk jurnal ilmiah dilakukan oleh dr. Polak, seorang apoteker militer pada tahun 1871, serta dr. Kunert dan dr. Baumgarten pada tahun 1883. Sementara itu, publikasi awal dalam bentuk artikel koran telah muncul pada tahun 1890, sedangkan iklan telah muncul pada tahun 1891.

Pemandian Air Panas Krakal merupakan titik pertemuan (*melting pot*) legenda, sejarah, dan kondisi geologi. Legenda pemandian air panas yang berfungsi untuk pengobatan dihubungkan dengan tokoh penemu mata air panas Kiai Sabdaguna.

Genealogi (asal usul) popularitas pemandian air panas ini berbalut antara legenda (Eyang Sabda Guna) dan sejarah (Aroeng Binang V dan Aroeng Binang VI). Peristiwa kesembuhan yang dialami istri Aroeng Binang V (1863) dan pesta syukur (1866) menjadi titik penanda popularitas kawasan ini. Pembangunan sembilan kamar dilaksanakan pada tahun 1877 atas bantuan istri Residen, yaitu Burnaby Lautier. Sejarah juga telah mencatat fungsi dan popularitas pemandian air panas sejak tahun 1800-an yang digunakan oleh pejabat pribumi dan orang Belanda, serta masyarakat umum untuk pengobatan.

Berdasarkan data geologi, air panas Krakal bukan dihasilkan dari aktivitas gunung api, tetapi akibat patahan yang menghasilkan air panas *natrium-calcium-chloride water* yang dapat dimanfaatkan untuk terapi kesehatan.

E. REKOMENDASI

Berdasarkan kesimpulan yang dihasilkan, penulis memberikan rekomendasi untuk mendukung pengembangan Objek Wisata Pemandan Air Panas Krakal sebagai suatu *geosite* dalam *geopark*, yaitu pertama, perubahan narasi dan keterangan pada fasad gedung baru yang semula dituliskan "De Krakal, Berdiri Sejak Tahun 1905" menjadi

1. "*Bad Krakal, Telah Dikenal Sejak Tahun 1866"* dengan merujuk pada peristiwa historis kesembuhan dan pesta syukur Bupati Aroeng Binang V yang tercatat pada manuskrip keluarga dan artikel koran tahun 1902,
2. *"Bad Krakal, Telah Dikenal Sejak Tahun 1877"* yang merujuk pada awal pembangunan sembilan kamar pemandian,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. *"Bad Krakal, Telah Dikenal Sejak Tahun 1871"* yang merujuk pada penelitian pertama oleh dr. Polak, dan
4. *"Bad Krakal, Telah Dikenal Sejak Tahun 1800-an"* yang dianggap lebih netral.

Penggunaan istilah "Bad Krakal" dianggap lebih menyesuaikan dengan penggunaan istilah yang telah dikenal sejak lama dalam bahasa Belanda, yaitu Bad Krakal, yang artinya Pemandian Krakal. Perubahan narasi ini penting dilakukan karena keberadaan Krakal telah terdokumentasi dengan, baik dalam jurnal, artikel, maupun iklan koran berbahasa Belanda, dan dapat dilacak aspek kesejarahannya.

Kedua, Pemandian Air Panas Krakal sebagai tempat pertemuan legenda, sejarah, dan geologi memerlukan sumber informasi, seperti papan informasi, buku panduan, atau brosur publikasi berisi penjelasan sejarah pemandian Krakal, untuk para pengunjung sebagai wawasan tambahan, tidak hanya sekadar berkunjung untuk pengobatan atau bertamasya. Publikasi tertulis dimaksudkan bukan sekadar memberikan wawasan tambahan, melainkan menaikkan nilai sejarah tempat wisata Krakal, sebagaimana dikatakan Soemanto (2010, 4–6)

> "Singkatnya, objek dan daya tarik wisata berupa warisan sejarah, purbakala dan seni di daerah tujuan wisata ini memiliki keunikkan dan kekhasan sosial budaya dan warisan purbakala yang sering tidak ada duanya. Para calon wisatawan yang mengetahui kondisi warisan sosial budaya tersebut dan tersedianya sarana dan prasarana pariwisata untuk menjangkau daerah tujuan wisata dimaksud, mendorong mereka untuk berusaha mengunjungi objek dan daya tarik wisata budaya itu."

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak ada gading yang tidak retak. Keberhasilan tulisan ini merupakan bentuk sinergi dan kerja sama semua pihak. Ucapan terima kasih ditujukan kepada pengelola Objek Wisata Pemandian Air Panas Krakal yang telah berkenan membagi waktu untuk proses wawancara dan melengkapi informasi dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C., Kumoro, Y., Hastria, D., & Widiyanto, K.A. (2016). *Panduan geowisata: Menelusuri jejak dinamika bumi pada rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa*. Jakarta: LIPI Press.

Ansori, C., Isyqi, & Wardhani, F.A. (2018). Tipe magmatik batuan beku Formasi Gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, *20*(2), 63–74.

Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). Peta geologi lembar Kebumen Skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Bataviaasch Handelsblad. (1895, 11 Juli). *Geneeskundige beschouwing over het bad Krakal in het district Keboemen, Residentie Bagelen*.

Danandjaja, J. (1997). *Folklor Indonesia: Ilmu gosip, dongeng, dan lain-lain*. Jakarta: Grafiti.

De Indische. (1935, 24 April). *Krakalsche Genezingen: de Legende van de Bron*. De Indische Courant.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

De Locomotief. (1874, 21 Maret). *Nieuwe Verdeeling der Residentien op Java en Madura in onder districten*. De Locomotief: Samarangsch handels en advertentie blad.

_____. (1890, 18 Juli). *Het bad Krakal: Ook vergeleken met Europeesche baden*. De Locomotief: Samarangsch handels- en advertentie-blad.

_____. (1891, 1 Desember). *Krakal–Hotel Geopend*. De Locomotief: Samarangsch handels en advertentie blad.

_____. (1901, 22 Juni). *Bad Hotel Krakal*. De Locomotief: Samaranggsch handels en advertentie blad.

Handelsblad, Soerbaiasch (1902)

De wordingsgeschiedenis van het bad Krakal bij Keboemèn" (1)

Handelsblad, Soerbaiasch (1902)

De wordingsgeschiedenis van het bad Krakal bij Keboemèn" (2)

Handelsblad, Soerbaiasch (1902)

Wat Krakal is Worden Kan

Fauziyah, S., Khumaedi, K., & Linuwih, S. (2015). Interpretasi struktur bawah permukaan daerah mata air panas Krakal Kebumen dengan metode geolistrik. *Jurnal MIPA*, *38*(2), 138–143.

Herusatoto, B. (2008). *Banyumas: Sejarah, budaya, bahasa, dan watak*. Yogyakarta: LkiS.

Het Nieuws. (1901, 2 Juli). *Het Geneeskrachtig Bad Krakal*. Het Nieuws: Van den dag voor Nederlandsch-Indië

Hindarto, T. (2018). *Pengaruh kebudayaan Bagelen Dan Banyumas terhadap struktur sosial masyarakat Kebumen* (Tugas akhir, Fakultas Sosial Politik, Jurusan Sosiologi, Universitas Terbuka). Diakses dari http://www.braindilogsociology.or.id/2018/01/pengaruh-kebudayaan-bagelen-dan.html

Java Bode. (1891, 23 Juli). *Het Indische Wiesbaden*. Java Bode: Nieuws, Handels en Advertentieblad voor Nederlandsch Indie.

Java Bode. (1890, 25 Oktober). *Het Bad Krakal: Ook Vergeleken Met Europesche Baden*. Java Bode: Nieuws, Handels en Advertentieblad voor Nederlandsch Indie

Koentjaraningrat. (2007). *Village in Indonesia*. Singapore: Equinox Publishing.

Neuman, W.L. (2013). *Metodologi penelitian sosial: Pendekatan kualitatif dan kuantitatif* (Edisi 7), Jakarta: PT. Index.

Soemanto, R.B. (2010). *Sosiologi pariwisata* (2010). Tanggerang: Universitas Terbuka.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

DEVELOPING GEOTOURISM IN GEOTHERMAL MANIFESTATION: CASE STUDY IN CIPANAS HOT SPRINGS, CISOLOK SUBDISTRICT, SUKABUMI REGENCY

Rinaldi Ikhram*, Mohamad Reza Abdillah, Ilham M Saputra*, Mega Fatimah Rosana****

*Ciletuh-Palabuhanratu Geopark Management, Indonesia
**Padjadjaran University, Bandung, Indonesia

ABSTRACT

Cipanas is located in Wangunsari Village, Cisolok Subdistrict, Sukabumi Regency. In this location, there are spouting hot springs that gush with high pressure up to tens of meters in height. The Cipanas Spouting Springs is proofing the shifting magmatic arc in Java Island. It cannot be separated from the plate movement and dynamic subduction process of the southern Indonesia region. In the same area, alteration rocks related to the hydrothermal mineralization of gold-bearing quartz vein, and surface deposition of hydrothermal fluids as travertine deposits can also be observed. The occurrence of spouting springs is very important for geoscientists in understanding geothermal system, considering that Indonesia is known as the largest geothermal energy potential in the world, which is being developed as an environmentally friendly alternative energy resource. This geyser is also used as a tourist area for hot water bathing. Currently, the West Java Provincial and Sukabumi Regency Government along with other supporting parties are focusing on the development of the National Geopark Ciletuh-Palabuhanratu. Cipanas hot spring is one of the objects (geosites) included in the region and becomes one of the favored geosites. Therefore, the development of geotourism is an effort that offers benefits from all sides, including education, conservation, and local economic development. Things that need to be implemented include the improvement of infrastructure, creation of scientific information related to Cipanas Hot springs, announcements of regulations related to geosite conservation, announcement media of security and safety, development of tour packages, preparation of tour guides from the local communities, and creations of unique souvenirs.

Keywords: geotourism, geothermal manifestations, Cipanas

A. INTRODUCTION

1. Geology and Geodiversity of Cisolok Area

Geologically, the Cisolok area is a part of the Bayah Dome (Bemmelen, 1949). The Bayah Dome formed by Cikotok Formation as oldest formation. This formation is from the Oligocene age, with units comprised of volcanic breccias, tuff, and lava deposits exposed west of Cisolok (Sujatmiko & Santosa, 1992). Then, Early Miocene units consist of Citarete and Cimapag Formation. The andesite and dacite intrusion of Late Miocene is exposed in the southern part of this area (Sujatmiko & Santosa,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1992). Finally, the area covered by Citorek tuff, breccias of Tapos Formation, and basaltic lava of Quaternary age (Figure 2). The Cisolok area is controlled by the main structure of NNE-SSW to NE-SW, while thermal features in this area are controlled by normal fault of NE-SW.

Cisolok area is located in the northern area of Ciletuh-Palabuhanratu Geopark that reflects the ancient magmatic zone shifting and forearc evolution. Cisolok area has evidence of present volcanism, such as spouting hot springs and travertine deposit, as well as pyroclastic tuff (ignimbrite). The geothermal system of Cisolok and Cipanas (Cisukarame) is considered as a geothermal prospect area in West Java. The geothermal manifestation appears at 106°27'13.4" E and 6°56'0.5" S in Cisolok River, 70 km west of Sukabumi or about 170 km from Bandung (Figure 1). The geothermal manifestation of Cipanas (Cisukarame) itself is located about 6 km north of Cisolok. Geothermal surface manifestations consist of spouting springs, surface alteration, and deposits, such as propylitic zone, argillic zone, and silica sinter, and dominated by travertine deposits (Mandradewi & Herdianita, 2010). The occurrence of the geyser is an important information in understanding geothermal of Indonesia, considering that Indonesia is known as the largest geothermal energy potential in the world, which is being developed as an environmentally friendly alternative energy resource. At the present time, geothermal manifestation in Cipanas is used as a public bathing place.

2. Development of Ciletuh-Palabuhanratu Geopark

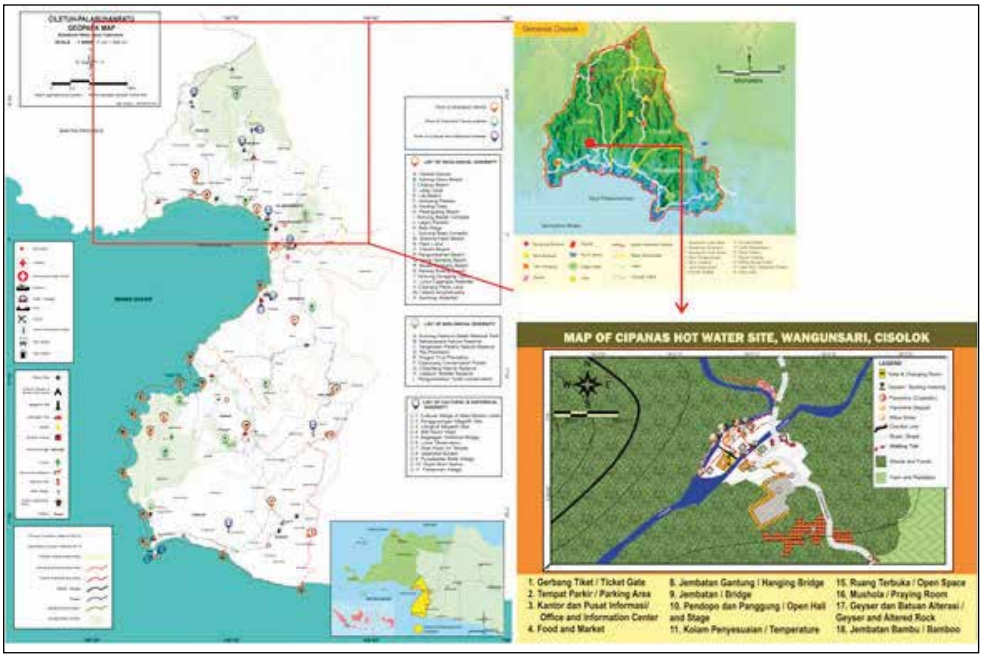
Ciletuh-Palabuhranratu is the first national geopark in West Java Province. It is located in Sukabumi District, southwestern part of West Java Province. This area contains rare examples of unique geodiversity. The main potential of this region is the outstanding geological phenomenon with typical characteristics, such as a blend of beaches and hilly landscape, waterfalls, and a complete variety of rocks, coupled with the diversity of flora and fauna and unique culture. Considering these potentials, this region deserves to be preserved and developed as a geopark which has a full tourism potential as well as a natural geological laboratory.

Cipanas hot springs is one of the geosites included in the region and become one of the favored geosites. Therefore, the geotourism development is an effort that offers benefits from all sides, including education, conservation, and local economic development.

As stated in Government Regulation No. 26/2008, an area can be referred as Natural Geological Reserve Area (KCAG) if it has the uniqueness of rocks and fossils, landscape, and geological processes, or others. Cipanas area is viewed geologically, in accordance with Article 53 Paragraph 1 letter (c), with more detail in Article 60 paragraph 3 that explains about geological processes, in particular of the existence of fumaroles, solfatara, and geysers. However, the current determination of KCAG for Cipanas region is still in the drafting process.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

This research aims to valorize the geological and geomorphological heritage within Cisolok area, especially Cipanas spouting hot spring, and presents a state of knowledge about its geotourism potential. The geoheritage research in Cipanas is purposed to preserve and to raise a scientific awareness and educational value.



Source:

Figure 1. Location of Cipanas Hot Spring and Map of Cipanas Tourist Area

B. METHODS

A map making of the Cisolok and Cipanas hot spring tourism area with a scale of 1:25000 aims to show the accessibility and the condition of the area. A resort plan can show in detail the condition of the area and its objects. Then, the area will be delineated to show the zoning of the tourist area. A field review was conducted to obtain more detailed data and documentation. In making the zonation of the geotourism area, the method is adapted from the zonation system for the cultural heritage area, which consists of a (1) core zone, the main protection areas to safeguard the most important part of the natural heritage, (2) buffer zone to protect core zone, (3) development zone for the cultural heritage potential development, and (4) support zone for supporting facilities and infrastructure as well as for commercial activities and general recreation. Selected geoheritage objects were examined as a potential site or site-sets for geotourism. The objects were assessed based on systems applied during inventory and valorization of Cipanas geosite and its coating (Knapik et al., 2009). The objects were evaluated from four main viewpoints of their significance for scientific research, education, geotourism accessibility, and state of preservation.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. RESULT

1. Accessibility, Delineation, and Zonation

Cipanas tourism area can be reached within approximately 30 minutes from the center of Cisolok District in the south, 45 minutes from Palabuhanratu downtown. Access to the location is quite easy, as the road is paved and equipped with directions at various points. There is no public transportation to or through this location, so visitors are advised to use a private vehicle or rent a motorcycle taxi from the nearest highway that is passed by public transportation, such as Jln. Raya Cisolok and Jln. Cisolok-Palabuhanratu.

The zonation obtained in this study is in accordance with existing conditions in the field, so the possibility of geotourism and other supporting activities is also adjusted, but the authors also provide recommendations and suggestions on increasing the value of existing conditions and possible future development. The zoning map can be seen in Figure 2, while the zoning distribution division can be seen in Table 1.



Source:

Figure 2. Map of Cipanas Tourism Area and Its Zoning

2. Geological Interest Objects

Geothermal surface manifestations at Cisolok River occur along 300 m consisting of spouting springs, surface alteration, and deposits, such as propylitic zone, argillic zone, and silica sinter, and dominated by travertine deposits (Figure 4).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Table 1. Activity Program and Required Space in Tourist Area

Geological Reserve Zone	Objects	Activity	Existing Space	Required Space
Core Zone (Yellow)	Geyser, Travertine Deposits, Silica Sinter, and Altered Rocks	Geotourism, walk to enjoy and observe the geysers and precipitated travertine	Information Board	Security fence Photo spot
Buffer Zone (Blue)	Geopark and geological Information Center Hot water pool Culture and art	Walk to enjoy and learn geology, nature, and culture Hot water bathing Enjoy the culture and art performances	Plaza (also used as a place to watch a show) Hot water pool	Information center safer and proper hot water pool
Manipulation Zone (Red)	Site Management and Supporting	Guided by local Culinary Craft shopping Take a rest Praying Parking	Food stall Souvenir shop Toilet Mushola/ praying room Parking area	Management office
Supporting Zone (Green)		Ticketing Environmental monitoring and supervision Operation of utility system	Ticket gate Monitor room	

Surface alteration occurs along the wall of Cisolok River and around the hot springs. It is dominated by silica sinter (SiO_2) and travertine ($CaCO_3$). Propylitic zone distributed at NNW of the river, covered by silica sinter, and the argillic zone was exposed at upper of the river, which predicted as a fossil of early hot spring activity.

a. Spouting Hot Spring

There are at least six hot springs discharging continuously in Cisukarame River (Map point 17, Figure 3). Hochstein (1994) named this manifestation as spouting springs that occur under artesian conditions. The large hot spring has a height of 3–4 m, a flow rate of 10 L/s, a temperature of 90°C, and a pH of 7.3. Hot springs along the river have smaller flow rates than large hot springs with a temperature of 90°–100°C and pH 8. The Cisolok hot springs are an artesian spouting spring (Hochstein, 1994) because the condition nears the boiling point. Cisolok thermal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

water has a temperature of between 90° and 100°C, pH about 8, and a very high flow rate. The discharging thermal water then mixes with stream water with a temperature of about 28°C and results in a temperature of 34°C in the mixed water. One of six hot springs in Cisolok has been collected in a pond deposits (Mandradewi & Herdianita, 2010).



Figure 3. Geyser or Spouting Hot Springs in Cipanas

b. Surface Alteration

Surface hydrothermal alteration in Cisolok is present along for approximately 400 m. There are white travertine deposits covering the surrounding rocks and alluvial materials around the northernmost hot spring (Figure 3). The deposit is friable and brittle, a product of a young and active geothermal system. Atabey (2002) and Sant'Anna et al. (2004) classified this kind of deposit as micritic travertine containing impurities of aragonite, arsenic, antimony, sulfur, pyrite, goethite, hematite, and smectite.

Travertine deposit has been exposed near the hot water pool (Map Point 13, Figure 4d). At this point, travertine deposit is associated with silica sinter as old sinter and deposit, but not as stratified. This is a massive deposit with some fractures as lithofacies lithoclast travertine (Özkul et al., 2002). Propylitic zone is cropped out along of Cisukarame riverside, showed by altered dacite with disseminated pyrite, quartz veins, and calcite with crustiform and colloform textures. Silica amorf covered walls of the river with a thickness of 3 cm and suggested as recent sinter from the geothermal activities.

Areas near the plaza (Map Point 14, Figure 4a) has pebbly travertine lithofacies (Özkul et al., 2002) associated with silica sinter. Travertine deposit and silica sinter filled porosity of alluvial with some textures such as comb, crustiform, and colloform. Calcite formed as microcrystalline calcite with bladed and saccharoidal textures. Some textures, such as comb, crustiform, and colloform, are commonly for calcite deposit, but bladed texture is caused by subsurface boiling zone (Simmons & Christenson, 1994).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Argillic zone is outcropped in the northeastern part outside the tourist area (Map Point 19, Figure 4b), composed of chlorite with kaolinite and smectite with approximately 10–30 m thickness.



Figure 4. (a) Travertine deposit and silica sinter filling porosity of alluvial with some textures such as comb, crustiform, and colloform. (b) Argillic zone are composed of chlorite with kaolinite and smectite. (c) Old geyser water hole and (d) Travertine deposit associated with silica sinter as old sinter and deposit, but not as stratified.

3. Potential Geotourism Activity

a. Trekking

Geotourism activities that can be implemented from the starting point (parking area) is trekking or walking to enjoy the mountains' atmosphere, rivers, and hot springs. The existing trails are not too long, but with a fairly bumpy topography, walking is enough to make people sweat. The track conditions are pretty good, but some points, like the entrance stairs from the parking lot, are still broken and less tidy (Figure 5a). The track becomes more interesting as it walks along the yellow hanging bridge as it crosses the Cisolok River (Figure 5b). Here, we can see the boulders of volcanic rock and some altered rocks. Near the spouting hot springs location, there is also a bamboo bridge to cross the Cisukarame River and it can also be an observation point for the hot springs. The tip of the trail

Buku ini tidak diperjualbelikan.

in the southwest is a travertine deposit, while in the northeast direction is an outcrop of the argillic zone altered rock.

After ten minutes of walking, visitors arrive at hot springs/geysers. As previously mentioned, there are several hot springs in this location. The number and points of these spouts may change at any time, depending on the season and conditions of groundwater and river water flow. The best condition to see the bursts is the dry season, where the river water recedes, and the best time to see it is the morning, at about 9–10, because the resulting steam will reflect sunlight and make a rainbow effect.



Figure 5. (a) Trekking on the existing walking trail. (b) Crossing the Cisolok River through the hanging brigde.

b. Hot Water Bathing

Currently, most visitors and the public are using this spouting point as a place to bathe and soak, but they do not understand that the condition of these hot springs can be dangerous. In addition, bathing activities can also contaminate the geological object itself. Therefore, later, the manager will gradually prohibit the bathing activities in this location and move it to the available pool. At this location, there is a detailed information board available on the object in the region with photographs and illustrations of geological models.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

For hot water baths, the manager has prepared a special pool that is safe to use. However, there are still some shortcomings in this pool because there is no good technology system to maintain the temperature and quality of hot water coming out of the spring, so it takes a separate pool to put and cool the water. The feasibility study on the quality of hot water and its safety is also not yet analyzed.

There is also a plaza or open hall that people use for meetings or cultural arts performances. This location is appropriate for regular events to promote local culture and geopark in general.



Figure 6. Hot Water Pool

c. Geological Field Trip

Geological diversity in the form of geothermal manifestation phenomenon condition attracts geology students and experts from various universities and institution to come and learn geothermal system and alteration rock as its association. Geological guides can also be assisted by information boards as teaching materials.

d. Supporting Geotourism Activities

Things that need to be implemented for geotourism development are infrastructure improvement, making scientific information related to Cipanas Hot Springs, regulation announcements related to geosite conservation, media announcement of security and safety, tour packages, tour guides preparation from the local communities, and unique souvenirs. Among these needs, some are already available in the region and some are not yet available and should be prepared, as shown in Table 2.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Table 2. Existing Facilities and Expected Facilities

Existing Facilities	Picture	Expected Facilities	Expected Picture (Source: UNESCO)
• Information board • Warning sign	 Information board  Warning sign	• Security fence • Photo spot	
• Plaza (also used as a place to watch a show) • Hot water pool • Guide Book and leaflet of Ciletuh-Palabuhanratu National Geopark	 Outdoor plaza and stage  Hot water pool  Guide book and leaflet of Ciletuh-Palabuhanratu National Geopark	• Information Center • Safer and proper hot water pool • Specific brochure dan leaflet of Ci-panas Tourist Area	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Existing Facilities	Picture	Expected Facilities	Expected Picture (Source: UNESCO)
Food stall Souvenir shop Toilet Mushola (praying room) Parking area	 Parking area and culinary shop  Souvenir shop  Toilet and changing room  Local guide	• Management office • Better sanitation and changing room • Products listed in the geopark partners	
Ticket gate Monitor room	 Ticket gate		

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. VALORIZATION OF CIPANAS TOURIST AREA

Cisolok Geyser is the only geyser found in Indonesia. There are many hot springs found along the magmatic arc of Indonesia, but the ones with the high pressure as Cisolok Geyser is almost none. The occurrence of the geyser is an important information in understanding geothermal of Indonesia, considering that Indonesia is known as the largest geothermal energy potential in the world, which is being developed as an environmentally friendly alternative energy resource. Based on that information, Cipanas hot spring is considered very high in scientific and educational value. Access to the location is also quite easy, so it has a high accessibility value. In terms of facilities, this area still needs a lot of improvements, so it cannot be judged as good enough. The Government Tourism Office of Sukabumi District is managing this conservation area. Although there are no written regulations on conservation, but they have made the boundaries for protecting geological objects. Based on this assessment, Cipanas hot spring area has an international significance value.

Table 3. Geosite Valuation

Criteria					Total	Significance
Accessibility	Facility	Conservation	Scientific Value	Educational Value		
5	3	4	10	10	32	International

E. CONCLUSION

1. Cipanas Hot Spring is quite accessible with good road conditions and clear directions scattered in various points.
2. The geological objects that can be found are geothermal manifestations, which consist of spouting springs, surface alteration, and deposits, such as propylitic zones, argillic zones, and silica sinter, and dominated by travertine deposits;
3. Potential geotourism activities that can be implemented is trekking, field trip to learn the geopark geological conditions and characteristics, hot water bath, and culture and arts performance.
4. Things that need to be implemented are infrastructure development, providing scientific information related to Cipanas hot springs, regulation announcements related to geosite conservation, media announcement of security and safety, tour package development, preparing tour guides from the local communities, and selling unique souvenirs.
5. Based on the assessment, Cipanas hot spring area has an international significance value.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

F. RECOMMENDATION

Cipanas hot spring has tremendous geotourism potential. However, it needs physical quality improvement (access and infrastructure) and human resources to manage the area. To make this area a world-class geotourism destination, the management must address these shortcomings in the following ways.

1. Hire the professionals and responsible managers, both government and/or private, and involve the local communities.
2. Stipulate the ticketing for the area income, regional expenditure needs, and the worker's salary. The cash flow and revenue are also managed by an orderly financial manager.
3. Establish rules related to the conservation of the natural geological reserve area.

REFERENCES

Hochstein, M.P. (1994). Classification of surface discharge features. In D.H. Freeston and P.R.L. Browne (Eds.), *Teaching the Teacher: Geothermal Technology*. Geothermal Institute, University of Auckland dan Institut Teknologi Bandung.

Mandradewi, W. & Herdianita, N.R. (2010). Characteristics of surface manifestation, Cisolok, Sukabumi, West Java: With relation to Cisolok geothermal system. In *Proceedings World Geothermal Congress*. International Geothermal Association.

Knapik, R., Jała, Z., Sobczyk, A., Migoń, P., Aleksandrowski, P., Szuszkiewicz, A., Krąpiec, M., Madej, S., & Krakowski, K. (2009). Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru [Geosites inventory and assessment in the Karkonosze National Park and its buffer zone, including preparation of the geological map of the area]. *Jelenia Góra*, 5–8.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.

Rosana, M.F., et. al. (2016). *Geopark Nasional Ciletuh-Palabuhanratu*. Department Of Energy and Mineral Resources of West Java Province.

Rosana, M.F. (2016). *Ciletuh-Palabuhanratu geopark towards UNESCO global geoparks*. Unpad Press.

Solarska, A. & Jary, Z. (2010). Geoheritage and geotourism potential of the Strzelin Hills. *Geographica Pannonica*, *14*(4), 118–125.

Sujatmiko & Santosa, S. (1992). *Peta geologi lembar Leuwidamar skala 1:25.000*. Pusat Penelitian and Pengembangan Geologi.

van Bemmelen, R.W. (1949). *The geology of Indonesia (Vol. IA)*. The Hague, Martinus Nijhoff.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MENJELAJAHI DESTINASI IKONIK BUKITTINGGI, TAMAN BUMI NGARAI SIANOK: MINIATUR GRAND CANYON

EXPLORING BUKITTINGGI'S ICONIC DESTINATION, SIANOK CANYON NATIONAL GEOPARK: THE MINIATURE OF GRAND CANYON

[1*]Astari Rozalina, [2]Sari Widyastuti, [3]Herman Darman

[1]Indogeo SE, Rumah Indogeo Jl. Opal 1/18 Permata Hijau, Jakarta Selatan
[2]Fakultas Teknik Geologi, ITB
[3]Indogeo SE
[1*]Pos-el: astarirozalina1@gmail.com

ABSTRACT

Ngarai Sianok Geopark region administratively located in the frontier of Bukittinggi, District of IV Koto, Agam Regency, West Sumatra, has a uniqueness of easily accessible canyon because its location in the city center. Foreign tourists will definitely compare this beautiful canyon with the Grand Canyon in Colorado. Ngarai Sianok presents the visibility of valley with ravine and steepness approaching 90°. This canyon formation is related to the Great Sumatran Fault and eroded by the river that flows under this valley. The purpose of this paper is to introduce geotourism potential in Bukittinggi, especially in Ngarai Sianok Canyon. In order to support it, this paper will present the geotourism spots around Sianok Canyon. The study uses literature research method and observation that related with study area. Geopark satus for Ngarai Sianok will strengthen Bukittinggi as a tourism destination based on nature, which can glorify the earth and prosper community.

Keywords: *geoheritage, geotourism, Ngarai Sianok*

ABSTRAK

Kawasan *Geopark* Nasional Ngarai Sianok yang secara administratif terletak di perbatasan Kota Bukittinggi, Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam, Sumatra Barat, memiliki keunikan tersendiri karena lokasinya yang berada tepat di tengah kota dan mungkin tidak dapat ditemukan di kota manapun. Biasanya, para wisatawan asing membandingkan keindahan dari bentang alam Ngarai Sianok dan Grand Canyon di Colorado, Amerika Serikat. Ngarai Sianok menyajikan ketampakan alam berupa lembah dengan tebing yang memiliki kecuraman mendekati 90°. Bentang alam ini tebentuk akibat dari sesar besar Sumatra dan erosi oleh Batang Sianok yang mengalir di lembahnya. Tujuan makalah ini adalah untuk memperkenalkan potensi geowisata yang ada di Bukittinggi, khususnya kawasan Ngarai Sianok. Demi menunjang hal tersebut, tulisan ini akan menampilkan berbagai spot geowisata (*geoheritage*, *biodiversity*, dan *culture*) yang berada di sekitar kawasan Ngarai Sianok. Metode yang digunakan berupa studi literatur terkait daerah penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan pengamatan dilapangan. Status *geopark* yang melekat pada Ngarai Sianok akan semakin memperkuat Bukittinggi sebagai kota tujuan wisata berbasis alam yang dapat memuliakan bumi dan mensejahterakan masyarakat.

Keyword: *geoheritage, geotourism, Ngarai Sianok*

A. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk ke dalam salah satu negara di dunia yang terkenal akan panorama alamnya yang sangat indah di hampir seluruh penjurunya sehingga memiliki daya tarik tersendiri, terutama sektor pariwisata, salah satunya terletak di Kota Bukittinggi yang mendapat julukan sebagai Kota Wisata. Kota ini terletak pada rangkaian Bukit Barisan dan dilalui oleh sesar besar Sumatra, yaitu Sesar Semangko, yang tersusun atas batuan piroklastik hasil erupsi dari Gunung Api Purba Sitinjau atau yang lebih dikenal dengan nama Maninjau. Batuan ini tersingkap jelas di salah satu tempat wisata ikonik yang ada di Bukittinggi, yaitu Ngarai Sianok. Ngarai ini berupa lembah sempit dan curam yang memiliki kedalaman sekitar 100 m, lebar celah sekitar 200 m, dan sungai kecil, Batang Sianok, yang mengalir di tengahnya. Sungai inilah yang menjadi inspirasi untuk penamaan Ngarai Sianok. Dinding ngarai ini membentang sepanjang 15 km dan menjadi pemisah antara Kota Bukittinggi dengan Nagari Koto Gadang, Kabupaten Agam. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memperkenalkan geowisata yang ada di Bukittinggi, baik dari sisi *geoheritage*, *biodiversity*, maupun keragaman budaya, yang ada disekitar wilayah Ngarai Sianok.

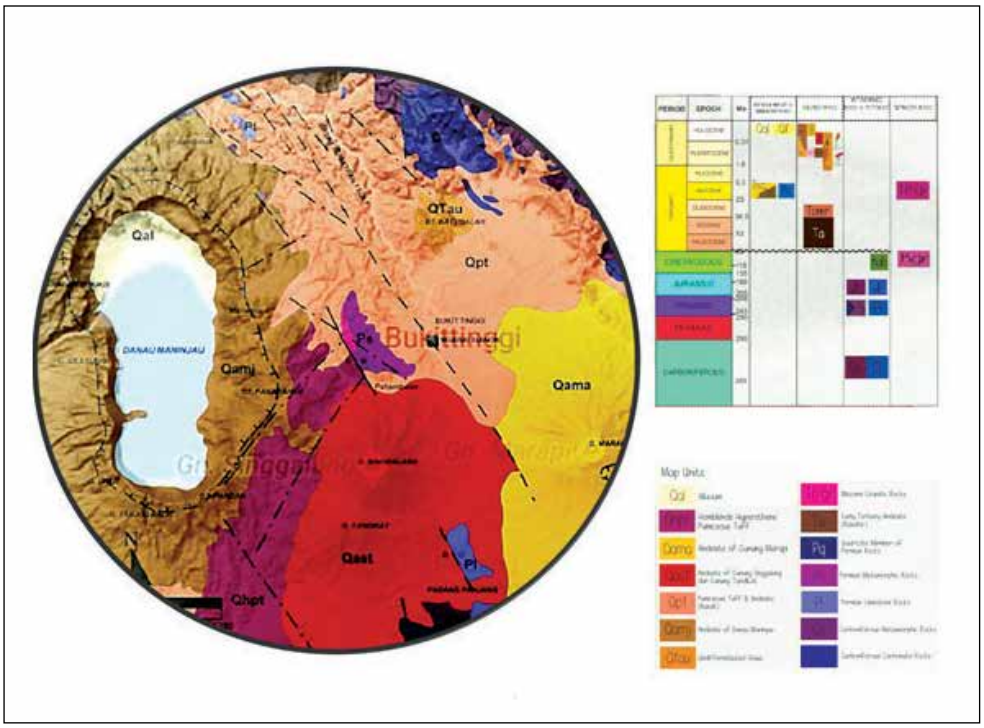
B. GEOLOGI UMUM

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Padang (Amin, Kastowo, & Gehard, 1993), daerah kajian tersusun oleh tuf batu apung dan andesit (Qpt). Kandungan tuf batu apung terdiri atas serabut gelas dari 5%–80% fragmen batu apung putih (hampir tidak mengandung mineral *mafic*).

Fragmen batu apung berukuran 1 hingga 20 cm, agak kompak. Selain itu, terdapat lapisan pasir yang kaya akan kuarsa dan lapisan kerikil yang terdiri atas komponen kuarsa, batuan gunung api, dan batu gamping. Bongkah obsidian dan *pitchstone* kelabu kemerahan sampai kecoklatan juga dapat ditemukan di sini, baik masih segar maupun yang sudah lapuk.

Menurut Verstappen (1973), tuf yang ada di daerah kajian dikenal sebagai tuf Maninjau karena sumbernya yang diduga berasal dari erupsi terakhir kaldera Maninjau. Umur endapan tepra Maninjau berkisar antara 70.000–80.000 tahun (Purbo-Hadiwidjojo, Sjahrudin, & Suparka, 1979). Daerah ini juga memiliki beberapa gunung api, di antaranya Gunung Marapi (+ 2.145 m), Gunung Singgalang (+ 2.438 m), dan Gunung Sago (± 2.262 m).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Peta Geologi Lembar Padang (Amin, Kastowo, & Gehard, 1973)

Secara morfologi, daerah kajian merupakan median graben Pulau Sumatra dan masuk ke dalam sistem punggungan Bukit Barisan, di mana poros dan punggungan lajur Bukit Barisan tersesarkan dan runtuh sebagai graben (Verstappen, 1973). Lebih lanjut, berdasarkan peta geomorfologi Indonesia, daerah Ngarai Sianok dan sekitarnya termasuk unit bentuk lahan struktur dan gunung api. Blok pegunungan tertoreh dengan beberapa relik planasi setempat merupakan bentuk lahan yang ada di daerah ini.

C. TEKTONIK REGIONAL

Berdasarkan Amin, Kastowo, dan Gehard (1996), secara umum, arah struktur daerah kajian adalah barat laut-tenggara. Selain arah tersebut, terdapat arah timur laut-barat daya dan utara-selatan pada batuan pra-Tersier. Sesar utama di daerah ini adalah Sesar Sumatra yang juga berarah barat laut-tenggara dan merupakan sesar geser menganan yang berkaitan dengan pembentukan gunung berapi.

Dari data peta geologi lembar Solok, diketahui bahwa tektonika pertama yang ada di lembar ini terjadai pada Perm Akhir, yaitu adanya terobosan granit yang diikuti dengan pengangkatan sedimen laut dangkal berumur Karbon hingga Perm Tengah dan batuan gunung api Perm. Pada Mesozoikum, sedimen laut dangkal mengalami sedimentasi diikuti pengangkatan, penerobosan, metamorfisme, dan penyesaran di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

zaman Kapur dan disertai terangkatnya batuan ofiolit. Tektonik Tersier diawali oleh kegiatan magmatisme, kemudian pengendapan yang terjadi di daratan hingga laut dangkal. Pada zaman Kuarter, aktivitas tektonik dikuasai oleh kegiatan gunungapi (Poedjoprajitno, 2008).

Menurut Tjia (1977), zona Sesar Sumatra terdiri atas delapan belas segmen sesar, mayoritas bergerak menganan *en enchelon*. Arah jurus zona Sesar Sumatra adalah N330°E–N320°W dengan panjang zona diperkirakan mencapai 1.600 km dan panjang segmen beragam antara 25 km dan 100 km dengan rata-rata sekitar 100 km.

D. METODE

Untuk mengetahui batuan penyusun Ngarai Sianok, sejarah terbentuknya, flora dan fauna, serta keragaman budaya yang ada di sekitar ngarai, dilakukan kajian pustaka yang bersumber dari jurnal geologi, web, blog, dan makalah terdahulu yang berkaitan dengan Ngarai Sianok. Selain itu, juga dilakukan penelitian apangan untuk memastikan batuan penyusun dinding Ngarai Sianok dengan mengambil beberapa sampel dan melakukan deskripsi megaskopis terhadap batuan tersebut.

E. SEJARAH PEMBENTUKAN NGARAI

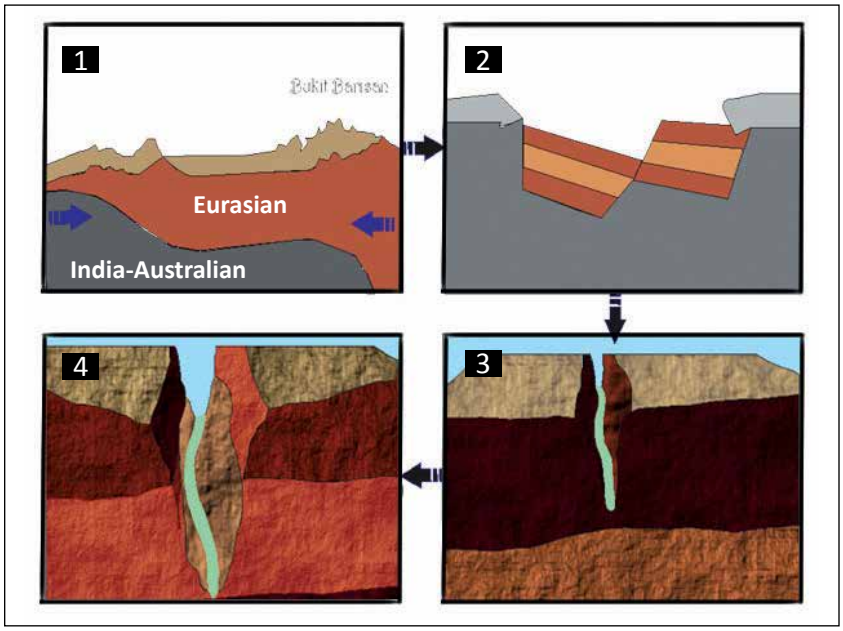
Terbentuknya Ngarai Sianok tidak terlepas dari peristiwa tektonik yang melibatkan dua lempeng aktif, yaitu lempeng India-Australia yang mendesak ke bawah lempeng Eurasia yang menghasilkan suatu punggungan memanjang, Bukit Barisan, yang tersesarkan dan runtuh sebagai graben.

Batuan penyusun Ngarai Sianok adalah batuan piroklastik tuf ignimbrite yang mampu meresap air dengan sangat baik. Jika terjadi hujan, air di daerah ini akan terserap, dialirkan, dan tersimpan pada lapisan akuifer di bawahnya yang dapat dibuktikan dengan kecilnya debit air di Sungai Sianok yang disebabkan oleh peristiwa tersebut. Air tersebut akan tersimpan cukup lama di bawah permukaan sampai terjadi peristiwa penorehan oleh sungai yang akhirnya merembes pada dinding tuf tersebut.

Pada bagian bawah ngarai, dapat terlihat dinding bawahnya basah dan terdapat banyak mata air. Air tersebut merupakan air tanah (*groundwater*) yang tertransportasi dan meresap ke dalam pori-pori batuan. Hal inilah yang menyebabkan dinding ngarai kehilangan keseimbangan dan akhirnya runtuh secara vertikal membentuk lembah. Kedalaman dan luas ngarai tergantung pada dua hal, yaitu luasnya erosi yang disebabkan oleh torehan air sungai dan kekuatan kebumian lain berupa sesar atau patahan dan besarnya/banyaknya air tanah yang ada di bawah permukaan.

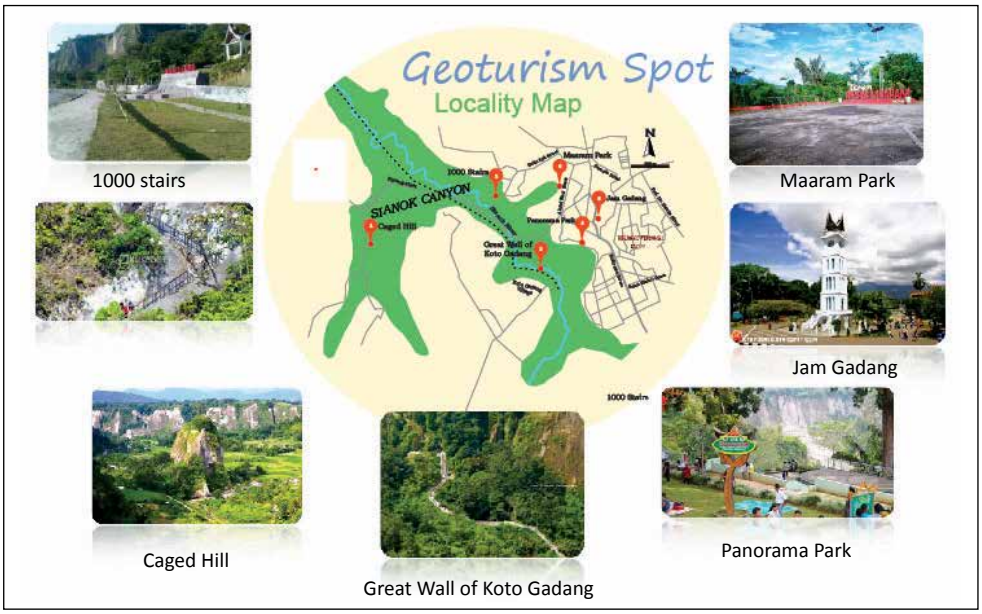
Sungai Sianok yang debit airnya sangat kecil terletak di bagian lembah. Hal ini dikarenakan daerah sekitar ngarai merupakan daerah pengisian air atau resapan air (*recharge area*) sehingga air akan terserap dan dialirkan ke lapisan akuifer yang ada dibawahnya ketika hujan. Batuan akuifer yang ada di Ngarai Sianok termasuk kedalam golongan akuifer primer.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Ilustrasi terbentuknya Ngarai Sianok, yang diawali dengan (1) proses tumbukan (*subduction*) antara lempeng Eurasi dan India-Australia hingga terbentuknya perbukitan. Kemudian, (2) terbentuknya *horst* dan graben, (3) graben mengalami penorehan oleh sungai, hingga (4) menjadi Ngarai Sianok yang terbentuk akibat kekuatan aliran sungai dan *groundwater* yang didukung oleh aktivitas sesar.

F. GEOTOURISM SPOT DISEKITAR NGARAI SIANOK



Gambar 3. Peta Spot Geowisata Bukittinggi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Jam Gadang

Jam Gadang merupakan sebuah monumen yang dibangun pada masa pemerintahan kolonial Hindia-Belanda sekitar rahun 1926. Bangunan yang terletak di pusat kota dan merupakan penanda dan titik nol Kota Bukittinggi ini memiliki tinggi 26 meter dengan luas bagian bawah tapaknya sekitar 52m^2. Pada bagian atas menara, terdapat 4 buah jam di setiap sisinya dengan diameter 80 cm. Keunikan penulisan angka romawi pada jam tersebut adalah angka IV yang biasa digunakan justru dituliskan dengan IIII. Hal inilah yang menjadi daya tarik bagi para wisatawan yang berkunjung ke Bukittinggi. Jika naik ke menara jam ini, kita dapat menyaksikan langsung pesona tiga buah gunung, yaitu Gunung Marapi, Gunung Singgalang, dan Gunung Sago. Pada malam hari kita dapat menyaksikan *dancing fountain* atau air mancur menari berwarna-warni yang menari mengikuti irama musik.

2. Lobang Jepang dan Taman Panorama

Kedua objek wisata ini terletak tidak jauh dari Jam Gadang, tepatnya di Jalan Panorama, Bukittinggi. Taman Panorama tidak hanya menawarkan wisata alam, tetapi juga wisata sejarah. Wisata alam yang dapat kita nikmati dari tempat ini adalah hamparan keindahan alam Ngarai Sianok dengan latar belakang pemandangan Gunug Marapi dan Gunung Singgalang, serta *Great Wall* Indonesia, yaitu Janjang Koto Gadang. Selain itu, kita dapat menjelajahi wisata sejarah Lobang Jepang yang dibangun pada saat terjadinya Perang Dunia II, sekitar tahun 1942, di bawah komando Jenderal Watanabe yang dimanfaatkan oleh bangsa Jepang sebagai tempat perlindungan dan pertahanan. Terowongan ini dibangun sepanjang 1.400 meter oleh para pekerja romusa dan memiliki beberapa rungan khusus, di antaranya ruang penyergapan, ruang pengintaian, penjara, ruang rapat, ruang makan, dan dapur. Pada bagian belakang taman, terdapat beberapa kios yang menjual berbagai cendera mata, lukisan, dan makanan.

3. Taman Maaram

Taman ini berlokasi di Kayu Kubu, Kecamatan Guguk Panjang, Kota Bukittinggi, Sumatra Barat, dengan mengusung konsep ruang terbuka hijau. Nama Taman Maaram diberikan karena taman ini berada di tepi Ngarai Sianok. Di pinggir Ngarai, terdapat sebuah jembatan yang dapat digunakan untuk melihat langsung panorama Ngarai. Selain itu, terdapat area medan *nan bapaneh*, yaitu berupa pentas pertunjukan terbuka, seperti tari, pencak silat, dan lainnya, dengan latar belakang pemandangan Ngarai yang sangat indah.

4. Janjang Koto Gadang

Tempat ini juga dikenal sebagai *Great Wall of Indonesia* yang dibuat semirip mungkin dengan Tembok Cina. Awalnya, tempat ini berupa jalan setapak yang menghubungkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

antara Nagari Koto Gadang dengan Nagari Ngarai dengan lebar sekitar 2 meter dan panjang sekitar 780 meter dengan tinggi pagar pembatas sekitar 1 meter. Jika masuk dari Koto Gadang, kita dapat melihat langsung Taman Panorama di seberang Ngarai dan Jam Gadang. Penelusuran melalui tangga (*janjang*) menyuguhi pemandangan ngarai dan kera yang bergelantungan di pepohonan. Pada titik terendah, kita akan menemukan jembatan gantung yang berada tepat di tengah dua dinding ngarai dan melintasi Sungai Sianok dengan ketinggian sekitar 50 meter dari dasar sungai.

5. Bukit Takuruang (Bukit Terkurung)

Bukit ini terletak di tengah Lembah Ngarai Sianok dan dikelilingi oleh persawahan penduduk yang membentang hijau. Bukit ini terbentuk secara alami oleh kekuatan geologi. Bagian dari bukit tersebut runtuh dikarenakan gempa yang mengguncang Bukittinggi.

6. Janjang Seribu (Tangga Seribu)

Tangga yang terletak persis di depan Sungai Sianok ini dinamakan Janjang Seribu dikarenakan jumlah anak tangganya memang ada seribu buah. Tangga ini dulunya dibuat dari tanah dan digunakan oleh penduduk setempat di Bukit Apit untuk turun mengambil air sungai.

G. BIODIVERSITY DAN *CULTURAL HERITAGE* BUKITTINGGI

Selain dari keragaman geologi yang ada di sekitar Ngarai Sianok, dapat ditemukan pula keragaman flora dan fauna, seperti tumbuhan endemik, bunga raflesia yang dapat dijumpai di lembah Ngarai Sianok, dan berbagai tanaman obat-obatan. Untuk faunanya sendiri, sering dijumpai monyet ekor panjang, siamang, rusa, babi hutan, dan kerbau yang berkeliaran tanpa pemilik di sekitar lembah ngarai.

Keragaman budaya yang dapat ditemukan di kawasan sekitar Bukittinggi adalah randai, seluang, pencak silat, dan rumah gadang yang menjadi ikon rumah zaman dahulu. Selain itu, banyak tempat wisata sejarah selain Lobang Jepang yang ada di Bukittinggi, antara lain Tugu Pahlawan Takdikenal, Taman Monumen Bung Hatta, Istana Bung Hatta, dan Museum Perjuangan Tri Daya Eka Dharma yang terletak persis didepan Taman Panorama.

H. KESIMPULAN

1. Ngarai Sianok berumur Kuarter dan diperkirakan berasal dari letusan Gunug Sitinjau (Gunung Maninjau). Ngarai ini dapat terbentuk tidak hanya disebabkan oleh sesar atau patahan, tetapi juga faktor lain, seperti penorehan oleh sungai dan air tanah (*groundwater*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Ngarai Sianok menjadi bukti nyata adanya patahan besar yang dikenal sebagai Sesar Semangko yang membentuk dinding curam dan lembah yang hijau.
3. Banyak spot yang dapat ditemukan untuk menikmati panorama alam Ngarai Sianok, keragaman budaya, dan keragaman flora fauna yang ada di sekitar Ngarai Sianok.
4. Status *geopark* yang melekat pada Ngarai Sianok diharapkan dapat meningkatkan jumlah wisatawan, baik dari luar maupun dalam negeri, sehingga dapat menghidupkan ekonomi masyarakat dan membuka lapangan pekerjaan baru, serta memperkuat posisi Bukittinggi sebagai kota tujuan wisata yang berbasis alam dan edukasi.

I. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Herman Darman yang telah memberi kesempatan untuk penulis dapat membuat karya tulis ini. Selain itu, terima kasih juga penulis sampaikan kepada Sari Widyastuti dan M. Solihin yang sangat membantu penulis dalam membuat makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ardee. (Tanpa tahun). "Ngarai Sianok, mengagumi pahatan Sang Pencipta di Bukittinggi." Diakses dari https://www.indonesiakaya.com/jelajah-indonesia/detail/jam-gadang-monumen-kebanggaan-kota-bukittinggi

Amin, T.C., Kastowo, & Gehard, W.L.. (1997). *Peta geologi lembar Padang, Sumatra skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Rudi (2019, 12 April). "11 tempat wisata di Bukittinggi untuk liburan keluarga." Diakses dari https://www.nativeindonesia.com/wisata-bukittinggi/

Pribadi, A., Mulyadi, E., & Pratomo, I. (2007). Mekanisme erupsi ignimbrite Kaldera Maninjau, Sumatra Barat. *Jurnal Geologi Indonesia*, *2*(1), 31–41.

Poedjoprajitno, S. (2008). Morfostratigrafi tuf ignimbrit Maninjau di Ngarai Sianok, Dusun Belakangbalok-Bukittinggi, Sumatra Barat. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, *18*(3).

Purbo-Hadiwidjojo, M.M., Sjahrudin, M.L., & Suparka, S. (1979). The volcano-tectonic history of the Maninjau Caldera, Sumatra Barat, Indonesia. *Geol. En Mijnb*, *58*(2), 193–200.

Tjia, H.D. (1977). Tectonic depression along the transcurrent Sumatra fault zone, Geol. Indonesia, *Geologi Indonesia*, 4(1), 13–27.

Verstappen, H. Th. (1973). *A geomorphological reconnaissance of Soematra and adjacent island (Indonesia)*. Groningen, Belanda: Wolters-Noordhof, 182.

Zen, M. T. (1972). The origin of several pyroclastic plateaux in The Padang Highlands (Central Sumatra). *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, *6*(3), 81–88.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

INVENTARISASI POTENSI SITUS *GEOHERITAGE* KARST MUNA DAN ASPAL BUTON SEBAGAI PELUANG PENGEMBANGAN KAWASAN GEOWISATA DI PULAU MUNA DAN PULAU BUTON, SULAWESI TENGGARA

[1*]Astuti, W, [2]Novantri, S, [3]Makkawaru

[1]Teknik Geologi Universitas Sriwijaya, Palembang
[2]Pengurus Daerah Ikatan Ahli Geologi Indonesia Pengurus Sulawesi Tenggara
[3]Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sulawesi Tenggara
[1*]Pos-el: wawindaast@gmail.com

ABSTRACT

Muna and Buton Islands are located in Sulawesi Tenggara. Geologically, both islands are included in Buton Basin. Muna karst and Buton asphalt are categorized as 110 geoheritage potential in Indonesia because both islands has experienced variety of geological process that made unique variety of geology and spread in both islands. This research uses literature study, field observation, and cites inventory. The field observation result showed that there are seven districts that spreads in both islands with unique geology potential to be developed i.e. Lohia and Tongkuno District in Muna Island, also Batukara, Wolowa, Kokalukuna, Lasalimu, and Murhum District in Buton Island. Besides geological variety, both islands also has natural resources and unique culture that considered these islands as a geotourism potential area development.

Keywords: *geotourism, karst, asphalt, Muna Island, Buton Island*

ABSTRAK

Pulau Muna dan Pulau Buton terletak di Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geologi, kedua pulau ini termasuk dalam Cekungan Buton. Karst Muna dan aspal Buton termasuk dalam 110 potensi warisan geologi nusantara karena kedua pulau ini telah mengalami proses geologi yang panjang sehingga memiliki keragaman geologi cukup unik yang tersebar di kedua pulau ini. Metode penelitian berupa studi literatur, observasi lapangan, dan inventarisasi situs. Berdasarkan hasil observasi lapangan, ditemukan tujuh kecamatan yang tersebar di kedua pulau ini dengan potensi situs untuk dikembangkan, yakni Kecamatan Lohia dan Keamatan Tongkuno di Pulau Muna serta Kecamatan Batukara, Kecamatan Wolowa, Kecamatan Kokalukuna, Kecamatan Lasalimu, dan Kecamatan Murhum di Pulau Buton. Selain keragaman geologi, kedua pulau ini juga memiliki beberapa keragaman hayati dan keragaman budaya yang unik. Keragaman tersebut menjadikan kedua pulau ini dapat dikembangkan menjadi kawasan geowisata.

Kata kunci: geowisata, karst, aspal, Pulau Muna, Pulau Buton

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Pulau Muna dan Pulau Buton merupakan dua pulau di Provinsi Sulawesi Tenggara dan termasuk ke dalam Cekungan Buton. Secara geologi, Pulau Muna termasuk dalam salah satu kawasan karst di Indonesia, sedangkan Pulau Buton memiliki kandungan aspal alam yang sangat langka di dunia.

Selain Buton, aspal alam juga ditemukan di Trinidad Tobago, Meksiko, dan Kanada. Menurut Widhiyatna, Hutamadi, dan Sutrisno (2007), penyelidikan aspal Buton pertama kali dilakukan oleh Elbert pada tahun 1909 yang kemudian dilanjutkan oleh Departemen Tambang Pemerintah Belanda di Hindia Timur pada tahun 1922–1930. Pada tahun 1926, aspal Buton dikerjakan oleh N.V. Meijinbouwen Cultuur Maatscappij Boeton sampai terjadinya perang pasifik atas dasar borongan untuk pemerintah sampai tahun 1954. Sejak saat itu, pengusahaan aspal dikelola oleh bagian butas Kementerian Pekerja Umum. Pada tahun 1962, didirikan Perusahaan Aspal Negara (PAN) sesuai dengan PP No. 195 tahun 1961 yang mengusahakan aspal alam lebih lanjut. Berdasarkan PP No. 3 tahun 1984, PAN dialihkan menjadi PT. Sarana Karya.

Pulau Muna tersusun oleh batu gamping yang berasal dari Formasi Wapulaka pada Cekungan Buton. Hal ini mengakibatkan daratan di pulau ini mengalami karstifikasi atau pelarutan. Proses pelarutan yang terjadi secara intensif dan perlahan mengubah bentang alam Pulau Muna menjadi bentang alam karst. Bentukan bentang alam yang unik khas kawasan karst ini menjadikan beberapa objek dalam kawasan karst Pulau Muna memiliki nilai dari aspek geologia dan aspek pariwisata.

Selain dari sisi geologi yang unik, kedua pulau ini memiliki beberapa destinasi pariwisata yang dapat dijadikan kawasan geowisata melalui kondisi *geosite*-nya. Dalam mengembangkan suatu kawasan menjadi kawasan geowisata, diperlukan kajian dari sisi disiplin ilmu geologi serta didukung oleh adanya aspek biologi, sejarah, dan budaya yang masih dilestarikan oleh masyarakat setempat.

B. METODE

Lokasi pengambilan data berada di dua kecamatan di Pulau Muna, yaitu Kecamtan Lohia dan Kecamatan Tongkuno, serta lima kecamatan di Pulau Buton yaitu Kecamatan Batukara, Kecamatan Wolowa, Kecamatan Kokalukuna, Kecamatan Lasalimu, dan Kecamatan Murhum. Pengambilan data menggunakan metode studi literatur dan survei lapangan yang mencakup pengamatan kondisi geologi dan inventarisasi destinasi wisata atau lokasi pengamatan yang dapat dijadikan *geosite*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Geosite Pulau Muna

1. Danau Ubur-Ubur

Danau ini merupakan destinasi wisata langka karena terdapat ubur-ubur spesies *Cassiopeia ornata* yang sangat jarang ditemukan di Indonesia. Danau ini merupakan uvala yang terbentuk dari gabungan dolina pada stadium perkembangan karst agak lanjut. Pembentukannya diawali dari proses pelarutan yang terjadi secara terus-menerus pada batu gamping yang mudah larut oleh air sehingga membentuk banyak rongga. Proses pelarutan batu gamping ini membentuk cekungan khas kawasan karst yang kemudian terisi oleh air hingga membentuk danau. Rongga kecil yang terbentuk di bawah permukaan ini menjadi jalan masuknya ubur-ubur kedalam danau dan terperangkap sampai saat ini (Gambar 1).



Gambar 1. Danau Ubur-Ubur

2. Danau Napabale

Danau air asin yang terletak di Kecamatan Lohia ini terbentuk akibat pelarutan batuan oleh aliran air bawah permukaan yang membentuk depresi atau cekungan dan terisi oleh air. Berdasarkan kondisi morfologinya, danau ini merupakan uvala yang awal mula pelarutan membentuk dolina yang kemudian berkembang menjadi uvala karena pelarutan yang cukup intensif. Morfologi karst berupa kerucut karst masih dapat ditemukan di bangian tengah danau. Danau ini terhubung langsung dengan laut melalui terowongan yang ada di dinding danau. Hal inilah yang menyebabkan air danau ini berasa asin (Gambar 2).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Kerucut Karst di Tengah Danau Napabale

3. Gua Liangkabori

Nama Gua Liangkabori berasal dari bahasa Muna yang terdiri atas dua kata, yaitu "liang" yang artinya gua dan "kabori" yang artinya coretan. Gua ini berada di Kecamatan Lohia dan masuk dalam cagar budaya yang dikelola dan dikembangkan oleh Balai Pelestarian Cagar Budaya Sulawesi Selatan, Direktorat Jenderal Kebudayaan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dengan wilayah kerja meliputi Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat. Gua ini menjadi lokasi penelitian bidang arkeologi karena terdapat berbagai lukisan yang menggambarkan aktivitas keseharian leluhur masyarakat Muna di dinding gua, mulai dari bercocok tanam, berburu, dan bermain layang-layang. Lukisan layang-layang inilah yang menjadikan layang-layang di Pulau Muna sebagai layang-layang tertua di dunia. Gua ini terbentuk oleh adanya pelarutan batuan dan menghasilkan berbagai ornamen gua berupa stalaktit, stalagmit, dan pilar (Gambar 3).



Gambar 3. Gua Liangkabori

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Masjid Muna

Masjid yang terletak di Kota Wuna, Kecamatan Tongkuno, ini menjadi kawasan bersejarah yang ada di Pulau Muna. Pada kawasan ini, terdapat beberapa situs bersejarah, yaitu Sumur La Iru yang ada di pelataran masjid, Kapal Sawerigadi, dan Batu Berbunga. Sisa dinding benteng Kerajaan Muna juga masih dapat ditemukan di sekitar lokasi ini. Sumur La Iru terintegrasi langsung dengan sejarah kebudayaan masyarakat setempat.

Kapal Sawerigadi adalah situs bersejarah dalam cerita masyarakat Muna. Situs ini diyakini merupakan sebuah kapal yang karam dan kemudian menjadi batu. Batu Berbunga merupakan lokasi wisata sejarah yang memiliki keunikan, di mana bunga-bunga kecil tumbuh di sekitar batuan.



Gambar 4. Masjid Muna

5. Danau Moko

Danau Moko yang terletak di Kecamatan Tongkuno ini merupakan dolina yang terbentuk karena adanya amblasan pada permukaan batuan oleh rongga-rongga akibat dari pelarutan. Penyu sisik (*Eretmochelys imbricate*) dan spesies ikan endemik Pulau Muna, yaitu *Diancistrus typhlops*, dapat ditemukan di danau ini.



Gambar 5. Danau Moko

Buku ini tidak diperjualbelikan.

6. Pantai Walengkabola

Pantai Walengkabola merupakan pantai dengan garis pantai yang memanjang dari arah selatan ke utara di Kecamatan Tongkuno. Pantai ini terbentuk akibat aktivitas hewan dan tumbuhan, seperti terumbu karang yang terbentuk dari alga dan tiram. Selain tebing batu gamping yang dapat diamati dengan jelas di sekitar pantai, terdapat pula endapan sedimen pantai berukuran pasir halus dan kerikil yang bercampur dengan cangkang organisme laut.



Gambar 6. Pantai Walengkabola

Geosite Pulau Buton

1. Aspal Buton

Aspal Buton merupakan fenomena geologi yang terbilang langka karena, pada umumnya, aspal diperoleh dari hasil menyulingan minyak bumi, tetapi aspal Buton diperoleh secara alami (Sudrajat, dkk., 1997). Hasil pengamatan lapangan yang terletak di Dusun Lagunturu, Kecamatan Lasalimu, memperlihatkan singkapan batu pasir yang mengandung aspal atau biasa disebut batu aspal. Ketampakan fisik batuan berwarna hitam kecoklatan (lapuk), agak keras, ukuran butir 1/8-1/4 mm,



Gambar 7. Lelehan aspal yang keluar melalui rekahan batuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

terpilah baik, masif, bersifat karbonatan, dan tercium bau aspal. Selain itu, terdapat singkapan dengan lelehan aspal yang berwarna hitam, sedikit lengket, berminyak dan berbau menyengat yang keluar dari rekahan pada tubuh batuan.

Aspal Buton terbentuk karena adanya pengaruh tektonik terhadap minyak bumi yang terkandung dalam batuan induk, kemudian bermigrasi melalui dasar dan mengimregnasi batu gamping dan batu pasir yang ada di sekitarnya. Fraksi ringan dari minyak bumi sedangkan fraksi yang berat menyatu dengan batuan yang ditempati dan membentuk aspal alam buton (Sudrajad, dkk., 1997)

2. Air Terjun Tirta Rimba

Air terjun yang memiliki tinggi sekitar 12 meter ini terletak di Kecamatan Kokalukuna, Kota Bau-bau. Air terjun ini tersusun oleh batu gamping dan proses terbentuknya dikontrol oleh struktur geologi.



Gambar 8. Air Terjun Tirta Rimba

3. Air Terjun Kalima-lima

Air terjun ini terletak di Kecamatan Batukara dengan tinggi 9 meter dan kedalaman 10 meter. Air terjun ini tersusun oleh batu gamping dengan bentukan terumbu yang dapat diamati dengan jelas disekitar air terjun. Proses terbentuknya dikontrol oleh stuktur geologi yang mengakibatkan membuat air terjun tersusun bertingkat-tingkat seperti anak tangga.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 9. Air Terjun Kalima-lima

4. Kawasan Benteng Keraton Buton

Selain keterdapatan *geosite*, Pulau Buton juga situs warisan sejarah, yaitu Benteng Keraton Buton. Kawasan Benteng Keraton Buton merupakan kawasan bersejarah eks pusat pemerintahan Kesultanan Buton yang menyimpan banyak peninggalan sejarah, baik berupa bangunan maupun situs bersejarah. Kawasan ini merupakan satu-satunya kawasan benteng peninggalan Kesultanan Buton yang masih utuh dan dapat disaksikan hingga kini (Azizu, Antariksa, & Wardhani, 2011).

Benteng Keraton yang terletak di Kecamatan Murhum, Kota Bau-bau, ini berbentuk lingkaran dengan panjang keliling 2,740 meter, tinggi 2–8 meter, dan terbuat dari susunan batu kapur atau batu gamping. Pada bulan september 2006, Benteng Keraton mendapat penghargaan sebagai benteng terluas di dunia dengan luas sekitar 23,375 hektar yang dikeluarkan oleh Museum Rekor Indonesia (MURI) dan *Guiness Book of Records*.

Pada abad ke-16, benteng yang dibangun oleh Sultan Buton III bernama La Sangaji yang bergelar Sultan Kaimuddin (1591–1596) ini memiliki tiga komponen. Pertama, *badili* atau meriam yang terbuat dari besi tua berukuran 2–3 depa. Meriam merupakan ini bekas senjata Kesultanan Buton peninggalan Portugis dan Belanda yang dapat ditemui hampir pada seluruh benteng di Kota Bau-Bau. Kedua, *lawa* (dalam bahasa Wolio adalah pintu gerbang) yang berfungsi sebagai penghubung keraton dengan kampung yang berada di sekeliling benteng keraton. Ketiga, *balarua* (berasal dari bahasa Portugis, *baluer*, yang berarti bastion) yang dibangun sebelum benteng keraton bersamaan dengan pembangunan *godo* (gudang). Dua dari enam belas *baluara* yang ditemukan memiliki gudang yang terletak di atas

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10 . Keraton Buton

baluara tersebut, masing-masing berfungsi sebagai tempat penyimpanan peluru dan mesiu. Benteng Keraton Buton pada zaman dulu merupakan tempat pertahanan, namun kini menjadi objek wisata yang menampilkan sejarah Kesultanan Buton.

D. KESIMPULAN

Hasil observasi lapangan menyimpulkan bahwa Pulau Muna dan Pulau Buton berada di Cekungan Buton. Proses geologi yang terjadi di cekungan ini membuat kedua pulau tersebut memiliki kondisi geologi yang unik. Bentukan topografi karst yang terdapat di Pulau Muna terbentuk karena batuan penyusunnya berasal dari batu gamping Formasi Wapulaka. Sementara itu, kemunculan aspal buton yang merupakan aspal alam langka di dunia tidak terlepas dari proses pembentukan Pulau Buton yang cukup kompleks. Berdasarkan fenomena geologi yang terjadi, terdapat sepuluh *geosite* yang ditemukan di kedua pulau ini.

E. SARAN

Penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan bagi pemerintah yang ada di Pulau Muna dan Pulau Buton untuk mengembangkan keduanya menjadi kawasan geowisata. Namun, untuk mengembangkan suatu kawasan menjadi kawasan geowisata, diperlukan banyaknya kajian, baik dari disiplin ilmu geologi maupun multidisiplin ilmu lainnya, yang nantinya akan menambah nilai dari seluruh *geosite* yang ditemukan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Azizu, N.N., Antariksa, Wardhani, D.K. (2011). *Pelestarian Kawasan Benteng Keraton Buton. Jurnal Tata Kota dan Daerah*, *3*(1), 83–90.

Sudrajat, dkk., 1997. *Aspal*. Puslitbang Teknologi Mineral.

Widhiyatna, D., Hutamadi, R., & Sutrisno. (2007). Tinjauan konservasi sumber daya aspal Buton. *Buletin Sumber Daya Geologi*, *2*(3), 42–49.

Wikipedia. Benteng Keraton. Diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Benteng_keraton

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI SITUS WARISAN GEOLOGI DI JALUR SESAR PALU-KORO, SULAWESI TENGAH

THE POTENTIAL OF GEOLOGICAL HERITAGE SITE ON PALU-KORO FAULT LINE, CENTRAL SULAWESI

[*]Reza Permadi dan Fatir Yuslihanu

Geotour Indonesia
[*]Pos-el: permadism@gmail.com

ABSTRACT

This research was carried out in order to revive the tourism while adding an added value to special interest tourism after disaster on September 28 in 2018 in Sulawesi Tengah. The Palu-Koro Fault is the fault line in Central Sulawesi which has the fastest slip-rate in Southeast Asia with speeds of 2–4 mm per year. Based on the results, there are 25 locations that have the potential to become geological heritage sites along the Palu-Koro Fault line, which is spread across the Palu Valley, Donggala Coast, and Sigi Mountains. The SWOT analysis results for geological sites along the Palu-Koro Fault line stated that the significance of the Palu-Koro Fault Line from the aspects of science, education, and conservation is comprehensive, both locally, nationally and internationally, so that this meaning will advance the potential of Palu-Koro Fault is a geopark and tourism industry that can improve the economy of the surrounding communities.

Keywords: *Palu-Koro, fault, geological heritage, slip-rate*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dalam rangka untuk membangkitkan kembali pariwisata sekaligus menambah nilai tambah pariwisata minat khusus di Sulawesi Tengah pascabencana 28 September 2018. Sesar Palu-Koro adalah jalur gempa bumi di Sulawesi Tengah yang memiliki pergeseran tercepat di Asia Tenggara dengan kecepatan 2–4 mm per tahun. Berdasarkan hasil kajian, sebanyak 25 lokasi berpotensi menjadi situs warisan geologi di sepanjang jalur Sesar Palu-Koro yang tersebar di klaster Lembah Palu, Pesisir Donggala, dan Pegunungan Sigi. Hasil analisis SWOT untuk situs-situs geologi di sepanjang jalur Sesar Palu-Koro menyatakan signifikansi jalur Sesar Palu-Koro dari aspek ilmu pengetahuan, pendidikan, dan konservasi bersifat menyeluruh, baik secara lokal, nasional maupun internasional sehingga makna ini yang akan memajukan potensi Sesar Palu-Koro menjadi geopark (taman bumi) dan sebagai indutrsi pariwisata yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di sekitar.

Kata kunci: Palu-Koro, sesar, warisan geologi, pergeseran

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2019 tentang Pengembangan Taman Bumi (Geopark), yang dimaksud dengan:

1. keragaman geologi (*geodiversity*) adalah gambaran keunikan komponen geologi, seperti mineral, batuan, fosil, struktur geologi, dan bentang alam yang menjadi kekayaan hakiki suatu daerah serta keberadaan, kekayaan, penyebaran dan keadaannya yang dapat mewakili proses evolusi geologi daerah tersebut,
2. warisan geologi (*geoheritage*) adalah keragaman geologi (*geodiversity*) yang memiliki nilai lebih sebagai suatu warisan karena menjadi rekaman yang pernah atau sedang terjadi di bumi yang karena nlai ilmiahnya tinggi, langka, unik, dan indah sehingga dapat digunakan untuk keperluan penelitian dan pendidikan kebumian, serta
3. situs warisan geologi (*geosite*) adalah objek warisan geologi (*geoheritage*) dalam kawasan *geopark* dengan ciri khas tertentu, baik individual maupun multiobjek, dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sebuah cerita evolusi pembentukan suatu daerah.

Provinsi Sulawesi Tengah memiliki keanekaragaman geologi (*geodiversity*) yang melimpah, maka dari itu, pembangungan kepariwisataan minat khusus kebumian atau geowisata perlu dikembangkan dan dibangun kembali dengan berbasis edukasi geologi, mengingat adanya peristiwa bencana alam yang terjadi pada 28 September 2018 lalu. Dalam konteks pengembangan kawasan geowisata, Provinsi Sulawesi Tengah memiliki satu kawasan yang saat ini dianggap berbahaya, tetapi di sisi lain memiliki berbagai situs geologi yang berpotensi menjadi warisan geologi dunia dan destinasi geowisata, yaitu kawasan Jalur Sesar Palu-Koro yang terletak di tiga wilayah administrasi, yakni Kabupaten Donggala, Kota Palu, dan Kabupaten Sigi.

Sesar Palu-Koro adalah jalur gempa bumi kurang lebih sepanjang 500 km di Provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki pergeseran tercepat di Asia Tenggara dengan kecepatan 2–4 mm per tahun (Daryono, 2016). Kondisi demikian menjadikan sesar ini memiliki nilai yang khas dari sisi ilmu pengetahuan. Keberadaan sesar Palu-Koro dapat dimaknai positif sebagai salah satu objek wisata, di mana wisatawan dan masyarakat dapat memaknai hingga melakukan antisipasi jika sewaktu-waktu sesar Palu-Koro bergerak kembali.

B. METODE

Aspek utama yang diteliti dalam menentukan potensi situs warisan geologi sesar Palu-Koro adalah aspek geologi. Penelitian ini mengkaji seluruh aspek sumber daya pariwisata yang terbentuk secara geologi oleh aktivitas sesar tersebut sehingga metode penelitian yang digunakan adalah metode geologi. Metode ini meliputi pengambilan data lapangan dan pemberian bobot. Pengambilan data dilakukan

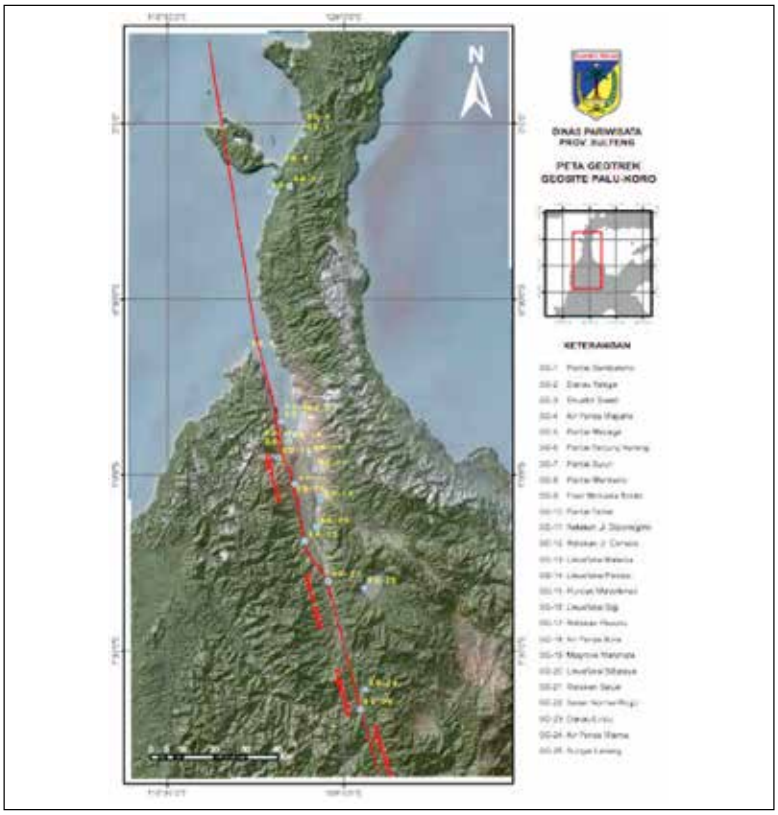
Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan metode deskripsi litologi dan geomorfologi di setiap lokasi destinasi, serta melakukan identifikasi dan pemetaan.

Pemetaan atau pengamatan langsung daerah yang dilewati oleh sesar Palu-Koro dengan tujuan untuk menemukan berbagai destinasi wisata geologi yang menarik untuk diceritakan dan dijadikan lokasi destinasi geowisata. Pemetaan menggunakan berbagai data digital topografi dan sistem informasi geografis (GIS). Semua data merupakan kompilasi data yang telah ada di Indonesia dan data *public domain*. Proses analisis ini akan menggunakan perangkat lunak ArcGIS versi 10 dan akan diolah semuanya secara digital.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Situs geologi yang tersebar di beberapa wilayah sepanjang jalur sesar Palu-Koro dibedakan atas situs sebagai bukti sejarah aktivitas geologi (*geoevidences*) dan bentuk karena proses geologi (*geological features*). Dengan luas kawasan yang membentang dari utara hingga selatan, jalur sesar Palu-Koro ini diberi nama sesuai keterkaitan sejarah geologi dengan peradaban makhluk hidup di atasnya, yaitu Kawasan Geowisata Palu-Koro.



Gambar 1. Sebaran Potensi Situs Warisan Geologi di Jalur Sesar Palu-Koro

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Daftar Nama Situs Warisan Geologi Kawasan Geowisata Sesar Palu-Koro

NO	KODE	NAMA SITUS	KETERANGAN SINGKAT
		KLASTER PESISIR DONGGALA	
1	SG-1	Pantai Bambarano	Morfologi Berupa pantai yang terdampak tsunami pada tahun 1968
2	SG-2	Danau Talaga	Morfologi Berupa danau yang terbentuk akibat proses tektonik
3	SG-3	Equator Siweli	Morfologi Berupa zona garis khatulistiwa atau titik 0°
4	SG-4	Mata Air Panas Mapane	Mata Air Berupa mata air panas yang ada karena gempa bumi tahun 1968
5	SG-5	Pantai Mapaga	Morfologi Berupa pantai yang terdampak tsunami tahun 1968 dan ada bukti kampung yang hilang akibat tsunami
6	SG-6	Pantai Tanjung Karang	Morfologi Berupa pantai yang mengalami penurunan permukaan (*downlift*) akibat gempa bumi 2018
		KLASTER LEMBAH PALU	
7	SG-7	Pantai Buluri	Morfologi Berupa pantai yang mengalami penurunan permukaan (*downlift*) akibat gempa bumi 2018 dan lanskap kerusakan lingkungan akibat tambang galian C
8	SG-8	Pesisir Mamboro	Morfologi Berupa pantai yang terdampak tsunami 2018, terdapat kapal yang tersingkap di daratan
9	SG-9	Fosil Moluska Besar Tondo	Litologi/Paleontologi Berupa singkapan batuan batu pasir yang dengan penuh moluska. terdapat beberapa fosil moluska besar tersingkap akibat dari proses tektonik
10	SG-10	Pantai Talise	Morfologi Berupa pantai yang terdampak tsunami dan mengalami penurunan permukaan (*downlift*) akibat gempa bumi 2018
11	SG-11	Retakan Gempa bumi Jl. Diponegoro	Jalur Patahan Permukaan yang mengalami pergeseran mengiri sebesar 5,5 meter akibat gempa bumi 2018

Buku ini tidak diperjualbelikan.

NO	KODE	NAMA SITUS	KETERANGAN SINGKAT
12	SG-12	Retakan Gempa bumi Jl. Cemara	Jalur Patahan Permukaan yang mengalami pergeseran mengiri sebesar 5,5 meter akibat gempa bumi 2018
13	SG-13	Likuefaksi Balaroa	Gerakan Tanah Mengalami gerakan tanah berupa likuefaksi besar akibat gempa bumi 2018
14	SG-14	Likuefaksi Petobo	Gerakan Tanah Mengalami gerakan tanah berupa likuefaksi besar akibat gempa bumi 2018
KLASTER PEGUNUNGAN SIGI			
15	SG-15	Puncak Matantimali	Morfologi Dataran tinggi 1000 mdpl, lokasi untuk melihat Lembah Palu, pesisir Donggala dan Pegunungan Sigi dengan jelas.
16	SG-16	Likuefaksi Jono Oge	Gerakan Tanah Mengalami gerakan tanah berupa likuefaksi besar akibat gempa bumi 2018.
17	SG-17	Retakan Gempa bumi Jl. Pevunu	Jalur Patahan Permukaan yang mengalami pergeseran mengiri sebesar 5,3 meter akibat gempa bumi 2018.
18	SG-18	Mata Air Panas Bora	Mata Air Berupa mata air panas yang ada karena gempa bumi tahun 2018.
19	SG-19	Maranatha	Morfologi Berupa dataran tinggi, di mana pohon mangrove banyak ditemukan. Lokasi ini adalah bukti jika dahulu daerah ini adalah pesisir, sedangkan kondisinya sekarang jarak pesisir dengan maranatha adalah sejauh 22 km.
20	SG-20	Likuefaksi Sibalaya	Gerakan Tanah Mengalami gerakan tanah berupa likuefaksi besar akibat gempa bumi 2018.
21	SG-21	Akumulasi Retakan Gempa bumi di Saluki	Jalur Patahan Permukaan yang mengalami akumulasi pergeseran mengiri sebesar 510 meter.
22	SG-22	Sesar Normal Rogo	Jalur Patahan Permukaan yang mengalami penurunan sejauh 4 meter akibat gempa bumi 2018.
23	SG-23	Danau Lindu	Morfologi Berupa danau yang terbentuk akibat proses tektonik, tercatat pernah terjadi tsunami danau tahun 1909.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

NO	KODE	NAMA SITUS	KETERANGAN SINGKAT
24	SG-24	Air Panas Maima	Mata Air Berupa mata air panas yang ada karena gempa bumi tahun 2018.
25	SG-25	Sungai Lariang	Morfologi Berupa bentang alam fluvial, pertemuan tiga sungai yang di duga adalah lokasi berbeloknya Sesar Palu-Koro ke Sesar Matano.

Keragaman objek situs geologi, biologi, dan budaya yang tersebar di dalam kawasan Jalur Sesar Palu-Koro, meliputi dataran dan laut menjadi daya tarik geowisata. Keragaman tersebut akan mendukung upaya menumbuhkan nilai ekonomi pariwisata dan dampak positif lainnya (*multiplier effect*). Signifikansi jalur tersebut dari aspek ilmu pengetahuan, pendidikan, dan konservasi bersifat menyeluruh, baik secara lokal, nasional maupun internasional sehingga makna ini yang akan memajukan potensi sesar Palu-Koro menjadi *geopark* (taman bumi) dan indutrsi pariwisata yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di sekitar.

Tabel 2. Hasil Analisis SWOT

ANALISIS SWOT	
Strength **(Kekuatan)**	Faktor kekuatan adalah adanya objek situs geologi sebagai warisan yang sangat unik, langka, dan memiliki nilai estetika; dukungan masyarakat setempat melalui komunitas, susunan pengelola yang multisektor, multidisiplin, dan terpadu; dukungan pemerintah provinsi.
Weakness **(Kelemahan)**	Faktor kelemahan adalah masih sedikitnya tenaga pemandu wisata/geowisata yang profesional dan kurangnya koordinasi antarpelaku industri pariwisata, baik setempat maupun nasional; konsep geowisata yang akan dikembangkan belum tersosialisasi secara luas; promosi baru dimulai; belum terpenuhinya sarana dan prasarana lengkap di setiap situs, serta belum ada informasi berupa buku, *leaflet*, peta, dan situs web.
Opportunity **(Peluang)**	Faktor peluang adalah ditetapkannya Perpres Nomor 9 Tahun 2019 tentang Pengembangan Taman Bumi (*Geopark*); adanya rencana penetapan situs warisan geologi sehingga memiliki kekuatan secara hukum; adanya dukungan kuat dari pihak provinsi dan pusat sebagai mitra dalam pengembangan pemberdayaan masyarakat dan pendidikan, serta konservasi.
Threat **(Ancaman)**	Faktor ancaman adalah masih belum terjaganya beberapa situs geologi; kurangnya kesadaran wisatawan dan pengelola dalam hal kebersihan di setiap situs; belum terlihat adanya upaya meningkatkan daya tarik objek situs; adanya faktor alam seperti bencana tsunami, tanah longsor, dan kekeringan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Pada prinsipnya, kajian pengembangan destinasi geowisata sesar Palu-Koro di wilayah Provinsi Sulawesi Tengah adalah untuk mengembangkan destinasi pariwisata minat khusus (geowisata) yang dapat menarik minat wisatawan untuk menetap lebih lama. Selain itu, kajian ini juga dimaksudkan untuk merealisasikan rencana pengembangan pariwisata Provinsi Sulawesi Tengah yang lebih komprehensif sehingga daerah yang dikenal dengan potensi bencana yang tinggi dan merugikan dapat dilihat nilai positifnya menjadi daerah yang dapat memberikan pemasukan yang besar kepada daerah melalui aktivitas geowisata di Jalur Sesar Palu-Koro.

E. SARAN/REKOMENDASI

Rekomendasi untuk strategi dan kebijakan pembangunan berkelanjutan yang akan ditetapkan oleh Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah terkait penetapan situs warisan geologi adalah sebagai berikut.

1. Perlindungan terhadap berbagai situs geologi melalui surat keputusan gubernur dan warisan geologi dari Badan Geologi.
2. Implementasi hasil kajian kawasan geowisata dijadikan rujukan Peraturan Presiden No. 9 Tahun 2019 tentang *Geopark* (Taman Bumi).
3. Semua situs geologi (*geosite*) ditetapkan menjadi warisan geologi melalui Menteri ESDM.
4. Perlu dilakukan penyusunan masterplan dan DED kawasan Jalur Sesar Palu-Koro yang kemudian diajukan ke Kementerian Pariwisata untuk ditetapkan menjadi *geopark* nasional.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah yang sudah mendukung kegiatan kajian geowisata di Jalur Sesar Palu-Koro.

DAFTAR PUSTAKA

Abendanon, E.C. (1917). *Expedition de la celebes centrale - Voyages geologiques et geographiques a travers la celebes centrale (1909-1910)*. Leyde: Librairie et Imprimerie ci-devant E.J. Brill.

Bellier, O., Beaudouin, T., Sebrier, M., Villeneuve, M., Bahar, I., Putranto, E., Pratomo, I., ..., dan Seward, D., (1997). *Active Faulting in Central Sulawesi (Eastern Indonesia) a geological approach* (GEODYSSEA Final Report).

Daryono, M.R. (2016). *Paleoseismologi tropis Indonesia (dengan studi kasus Sesar Sumatra, Sesar Palu-Koro & Matano, Sesar Lembang.* (Disertasi). Institut Teknologi Bandung

Daryono, M.R. & Tohari, A. (2016). Surface rupture and geotechnical features of the July, 2 2013 Tanoh Gayo Earthquake. *Indonesian Journal on Geoscience*, *3*(2), 95–105.

Fitch, T.J. (1972). Plate convergence, transcurrent faults, and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific. *Journal Geophysical Research*, *77*(23), 4432–4462.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hamilton, W. (1979). *Tectonic map of the Indonesian region*. Washington: United States Government Printing Office.

Irsyam, M., Sengara, I.W., Aldiamar, F., Widiyantoro, S., Triyoso, W., Kertapati, E., Natawidjaja, D.H., …, & Ridwan, M. (2010). *Peta zonasi Gempa Indonesia*. Bandung: Pusat Studi Gempa Nasional, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Klinger, Y. (2010). Relation between continental strike-slip earthquake. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *115*(B7), 1–19.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI GEOWISATA KAWASAN BANTUL BAGIAN TENGGARA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

GEOTOURISM POTENTIALS OF BANTUL SOUTHEAST AREA, YOGYAKARTA

[1*]Canggah Besari, [2]Muhamad Rio Dwi Patra, [2]Fauzan Iqbal Hidayat

[1]HMTG "GAIA" IST AKPRIND Yogyakarta Jl. Kalisahak No 28 Kompleks Balapan
[2]Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta
[1*]Pos-el: canggah23@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a country with abundant geological resources potential, one of them is geotourism. Geotourism is a natural tourism that showcases the beauty of objects and geological phenomena. The hilly area of Bantul Regency in southeastern Yogyakarta, especially those in Imogiri Subdistrict, has the uniqueness and diversity of geological phenomena. Therefore, we need to do geosite and geomorphosite analysis and field geological research to support the hills as a geotourism object in tourism sustainability. This research is conducted by three methods, i.e. literature study, field research, and geosite and geomorphosite analysis with quantitative methods according to Kubálková (2013) with the value of science and intrinsic, educational, economic, conservation, and added value to location as parameters. The results showed that there are six geosites in southeast Bantul, i.e. Sendang Spring, Girirejo Hill View, Sewu Waterfall, Paleovulcanic Girirejo, Columnar Joint, and Aglomerat Matrial Bomb, with each of the quantifying feasibility values sequentially are 54,55%, 35,82%, 74%, 36,83%, 37,33%, and 64%. Thus, the area deserves to be an object of geotourism with the aspect of valuation based on quantifying value of various beauties between nature and geological processes. It is necessary to do an infrastructure development and media promotion that contribute to geotourism development, which can increase the economy level of local community, especially in Imogiri Subdistrict.

Keywords: *geotourism, hills, geosite and geomorphosite, Bantul*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya geologi yang melimpah, salah satunya adalah potensi geowisata. Geowisata merupakan wisata alam yang menampilkan keindahan objek dan fenomena geologi. Kawasan Perbukitan Kabupaten Bantul bagian tenggara Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya yang berada pada Kecamatan Imogiri, secara spesifik memiliki keunikan dan keberagaman fenomena geologi. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis *geosite* dan *geomorphosite*, serta penelitian geologi lapangan untuk mendukung Perbukitan Kabupaten Bantul sebagai kawasan objek geowisata dalam rangka mendukung keberlanjutan pariwisata Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan tiga metode, yaitu tahap studi pustaka, penelitian lapangan, dan lisis *geosite* dan *geomorphosite* dengan metode kuantitatif menurut Kubálková (2013) dengan parameter yang digunakan adalah nilai keilmuan dan intrinsik, edukasi, ekonomi, konservasi, dan nilai tambah yang dimiliki oleh suatu lokasi. Hasil penelitian menemukan *geosite* di Kawasan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Perbukitan Kabupaten Bantul bagian tenggara, yaitu Mata Air Sendang, Gardu Pandang Bukit Girirejo, Air Terjun Sewu, Paleovulkanik Girirejo, *Columnar Joint*, dan Kumpulan Matrial Bom Aglomerat dengan masing-masing nilai kuantifikasi kelayakan secara berurutan adalah 54,.55%, 35.,82%, 74%, 36,83%, 37,33%, dan 64%. Dengan demikian, Kawasan Perbukitan Kabupaten Bantul bagian tenggara layak menjadi objek geowisata dengan aspek penilaian didasarkan pada nilai kuantifikasi berbagai keindahan antara alam dan proses geologi. Untuk menunjang potensi pariwisata tersebut, diperlukan pembenahan sarana prasarana dan media promosi agar dapat menjadi objek geowisata yang mendukung perekonomian Kabupaten Bantul, khususnya pada Kecamatan Imogiri.

Kata kunci : Geowisata, perbukitan, *geosite* dan *geomorphosite*, Bantul

A. PENDAHULUAN

Keberagaman informasi geologi kawasan Imogiri bagian tenggara Daerah Istimewa Yogyakarta cukup unik untuk dijadikan sebagai objek geowisata Indonesia. Potensi geowisata memiliki dampak besar, terutama dalam bidang perekonomian dan sosial masyarakat. Geowisata adalah bentuk wisata alam yang secara spesifik fokus terhadap aspek panorama dan geologi (Downling, 2011 dalam Kubálková, 2013). Adanya potensi geowisata suatu daerah dapat dianalisis dari *geosite* dan *geomorphosite* daerah tersebut.

Geosite dan *geomorphosite* merupakan bentuk lahan yang memiliki potensi sebagai situs pariwisata dan nilai berdasarkan pandangan manusia. Oleh karena itu, analisis *geosite* dan *geomorphosite* bertujuan untuk memberikan nilai (*value*) secara kuantitatif (*quantitative assessment*) dan juga pandangan tentang keberadaan nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik, pendidikan, ekonomi, konservasi, dan nilai tambah (budaya, keindahan, dan faktor ekologi) dari suatu lokasi (Kubálková, 2013).

Nilai pendekatan ilmiah dan instrinsik memiliki definisi sebagai pendekatan objektivitas dari *geosite* dan *geomorphosite* tertentu yang bebas dari evaluasi manusia. Pendekatan ini murni berbasis prinsip dan integritas secara geologi. Nilai ini mencakup penilaian *geosite* dan *geomorphosite* yang terdiri atas integritas, keunikan atau kekhasan, keberagaman proses yang terjadi, dan tingkat publikasi ilmiah dari *geosite* dan *geomorphosite* tersebut. Nilai pendidikan dimaksudkan sebagai potensi pendidikan yang ada pada *geosite* dan *geomorphosite*. Penilaian nilai edukasi meliputi penilaian tentang kejelasan dari proses/fitur yang ada, penggunaan pedagogi, produk pendidikan yang ada, dan penggunaan aktual untuk kepentingan pendidikan.

Nilai ekonomi memiliki makna sebagai aspek ekonomi yang ada pada *geosite* dan *geomorphosite*. Aspek ekonomi berbasis pada kepuasan wisatawan, manfaat ekonomi penduduk sekitar, dan prospek pasar pariwisata. Nilai ekonomi meliputi penilaian daya akses, kehadiran infrastruktur, dan produk lokal yang hadir. Sementara itu, nilai konservasi dimaksudkan sebagai aspek konservasi atau resiko yang mungkin muncul dan berbasis pada konsep kesinambungan *geosite* dan *geomorphosite*. Penilaian ini terdiri atas risiko yang jelas ada, risiko yang masih berpotensial, keadaan atau status

Buku ini tidak diperjualbelikan.

terbaru, serta perlindungan undang-undang pada *geosite* dan *geomorphosite*. Terakhir, nilai tambahan memiliki makna sebagai pendekatan holistik atau nonalamiah dari *geosite* dan *geomorphosite* yang terdiri atas penilaian kebudayaan, ekologi, dan estetika.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi setiap *geosite* dan *geomorphosite* yang berada di kawasan Imogiri dan menentukan tingkat kelayakannya secara kuantitatif sebagai objek geowisata Indonesia. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dasar potensi geowisata dan membantu mempromosikan pariwisata kawasan Imogiri dan sekitarnya melalui pendekatan geowisata secara kuantitatif.

B. GEOLOGI REGIONAL

Secara regional, daerah penelitian terletak di daerah pegunungan selatan, tepatnya di Formasi Semilir dan Nglanggeran dengan litologi penyusun sebagai berikut.

1. Formasi Semilir terdiri atas lapili tuf, batu pasir tufan, breksi autoklastik, dan breksi polimik. Semakin ke atas muncul perlapisan batu pasir tufan karbonatan. Formasi Semilir menunjukkan umur Oligosen Akhir–Miosen Awal (Rahardjo, Sukandarrumidi, & Rosidi, 1977).
2. Formasi Nglanggeran terdiri atas konglomerat polimik, aglomerat, batu pasir kerikilan, batu pasir tufan, breksi andesit dengan sisipan tuf, dan lava andesit basalt. Umur Formasi Nglanggeran adalah Miosen Awal.

Secara morfologi, daerah Imogiri merupakan bagian dari satuan perbukitan berelief sedang sampai kuat, mulai dari Imogiri di bagian barat, memanjang ke utara hingga Prambanan, dan membelok ke timur (Pegunungan Baturagung).

C. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan tiga metode, pertama adalah tahap studi pustaka berupa pemahaman kondisi geologi daerah Wukirsari dan sekitarnya, dan beberapa publikasi mengenai geowisata, serta pemahaman tentang konsep analisis *geosite* dan *geomorphosite*. Kedua adalah tahap pengambilan data lapangan berupa pemetaan daerah Wukirsari dan sekitarnya, sedangkan ketiga adalah tahap analisis *geosite* dan *geomorphosite* dengan metode kuantifikasi menurut Kubálková (2013).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, terdapat enam *geosite* dan *geomorphosite* yang berada di kawasan geowisata Bantul bagian tenggara Yogyakarta. Deskripsi menyeluruh dilakukan pada setiap *geosite* yang meliputi lokasi detail, nilai analis kuantifikasi, tujuan geologi, dan produk daya tarik wisata berdasarkan kriteria Kubálková (2013).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Mata Air Sendang

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°54'48,9"LS dan 110°24'49,7"BT yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Sumber Mata Air Sendang memiliki ketinggian 300 mdpl.

b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 62,5%, nilai pendidikan 50%, nilai ekonomi 33,3 %, nilai konservasi 62,5 %, dan nilai tambah 65%. Secara keseluruhan, Mata Air Sendang memiliki tingkat kelayakan sebesar 54,66% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.

c. Kondisi geologi: sumber mata air berada pada satuan geomorfologi perbukitan. Litologi yang terdapat pada lokasi ini adalah breksi piroklastik dan lava andestit basaltik.

d. Produk daya tarik wisata:
   1) Wisata pemandian.
   2) Fotografi di sekitar mata air sambil menikmati pemandangan sekitar perbukitan.
   3) Sarana edukasi alam, khususnya mengenai proses terbentuknya mata air.

2. Gardu Pandang Bukit Girirejo

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°55'02,7"LS dan 110°24'51,7"BT yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Gardu Pandang Bukit Girirejo memiliki ketinggian 331 mdpl.

b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 50%, nilai pendidikan 37%, nilai ekonomi 16,67 %, nilai konservasi 25%, dan nilai tambah 50%. Secara keseluruhan, Gardu Pandang Bukit Girirejo memiliki tingkat kelayakan sebesar 35,82% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.

c. Kondisi geologi: gardu pandang berada pada satuan geomorfologi perbukitan dan lereng denudasional. Litologi dominan yang terdapat di lokasi ini adalah aglomerat dan lava andesit.

d. Produk daya tarik wisata:
   1) Pemandangan berupa perbukitan di sekitar gardu pandang dapat menjadi daya tarik untuk wisatawan dan dapat dijadikan sebagai sarana fotografi.
   2) *Geotracking* bagi pecinta alam.
   3) Pengamatan morfologi dengan berbagai bentuk topografinya dapat dijadikan edukasi di bidang geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Air Terjun Sewu

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°55'16,6"LS dan 110°24'42,8"BT yang secara administratif ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Air Terjun Sewu memiliki ketinggian 217 mdpl.

b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 75%, nilai pendidikan 87,5%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 87,5 %, dan nilai tambah 70%. Secara keseluruhan, Air Terjun Sewu memiliki tingkat kelayakan sebesar 74% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.

c. Kondisi geologi: berada pada satuan geomorfologi perbukitan di sepanjang sungainya. Litologi dominan yang terdapat di lokasi ini adalah aglomerat, breksi piroklastik, dan lava andesit.

d. Produk daya tarik wisata unggulan objek wisata ini adalah banyaknya air terjun di sepanjang sungai yang dapat menjadi daya tarik wisatawan untuk sarana fotografi dan tempat bermain air.

4. Paleovulkanik Girirejo

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°55'11,8"LS dan 110°24'34"BT yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Paleovulkanik Girirejo memiliki ketinggian 120 mdpl.

b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 50%, nilai pendidikan 37,5%, nilai ekonomi 16,67%, nilai konservasi 25%, dan nilai tambah 55%. Secara keseluruhan, Paleovulkanik Girirejo memiliki tingkat kelayakan sebesar 36,83% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.

c. Kondisi geologi: berada pada satuan geomorfologi perbukitan rendah sampai tinggi. Litologi yang ditemukan berupa aglomerat, lava andesit, dan mineralisasi yang mengidikasikan adanya larutan hidrotermal yang berkembang di lokasi ini.

d. Produk daya tarik wisata:
    1) Batuan aglomerat yang melimpah dapat menarik wisatawan untuk menikmati keindahannya.
    2) Kegiatan *tracking* sambil menikmati keunikan proses dan objek yang tersedia.
    3) Sebagai sarana edukasi geologi yang menarik, yaitu sejarah genesa lokasi ini hingga menjadi paleovulkanik dan tempat pembelajaran tentang mineralisasi.

5. *Columnar Joint*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°55'18,7"LS dan 110°24'40,7"BT yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Columnar Joint* memiliki ketinggian 200 mdpl.
b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 37,5%, nilai pendidikan 37,5%, nilai ekonomi 16,67%, nilai konservasi 50%, dan nilai tambah 45%. Secara keseluruhan, *Columnar Joint* memiliki tingkat kelayakan sebesar 37,33% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.
c. Kondisi geologi: berada pada satuan geomorfologi perbukitan dengan litologi yang ditemukan berupa lava andesit.
d. Produk daya tarik wisata:
    1) Batuan beku lava andesit dengan struktur berupa *Columnar Joint* (kekar tiang) dapat menarik wisatawan untuk berkunjung dan juga dapat dijadikan sarana fotografi.
    2) Sebagai sarana edukasi geologi yang menarik genesis keterbentukan kekar tiang ini.

6. Kumpulan Material Bom Aglomerat

a. Lokasi: terletak di koordinat 07°54'56,2"LS dan 110°24'55'2"BT yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. Kumpulan Material Bom Aglomerat memiliki ketinggian 263 mdpl.
b. Kuantifikasi: Tabel 2 menunjukan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai keilmuan dan intrinsik sebesar 62,5%, nilai pendidikan 75%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 50%, dan nilai tambah 62,5%. Secara keseluruhan, *Columnar Joint* memiliki tingkat kelayakan sebesar 64% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur geowisata.
c. Kondisi geologi: berada pada satuan geomorfologi perbukitan dan sepanjang sungai dilokasi ini dengan litologi berupa aglomerat.
d. Produk daya tarik wisata:
    1) Pemandangan yang dapat dijadikan sebagai sarana fotografi.
    2) Sarana edukasi geologi yang menarik tentang bagaimana material bom aglomerat dapat tersusun rapi di sepanjang sungai di lokasi ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa kawasan Bantul bagian tenggara Yogyakarta memiliki enam *geosite*, yaitu Mata Air Sendang, Gardu Pandang Bukit Girirejo, Air Terjun Sewu, Paleovulkanik Girirejo, *Columnar Joint*, dan Kumpulan Material Bom Aglomerat. Dengan demikian, kekayaan berupa produk, gejala, proses geologi, dan geomorfologi bekas gunungapi purba daerah ini dapat dijadikan daya tarik dan potensi geowisata sebagai upaya pengembangan daerah dan destinasi wisata baru unggulan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta atas dukungan dalam melakukan penelitian ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada HMTG 'GAIA' dan SM-IAGI AKPRIND Yogyakarta yang telah membantu dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

BAKOSURTANAL. (1999). *Peta rupa bumi digital Indonesia skala 1:25.000*. Bogor: Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional.

Kubálková, L. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. Kubálková, L. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. Czech J*ournal of Tourism, 2*(2), 80–104.

Putra, G.Z.M., Sutrisno, Fandi, M.I., & Hendratno, A. (2016). Analisis geosite dan geomorphosite pantai menganti sebagai potensi geowisata Indonesia. Dalam Akmaludin & A. Idrus (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-9*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H.M. (1977). *Peta geologi lembar Yogyakarta skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

TABEL

Tabel 1. Parameter Kuantifikasi Geowisata

Nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik		Bobot
Integritas (A)	Lokasi situs rusak parah	0
	Lokasi situs rusak, tapi masih dapat terlihat lingkungan abiotiknya	0.5
	Situs tanpa kerusakan	1
Keunikan/kekhasan (jumlah situs yang mirip dengan situs tersebut) (B)	Lebih dari 5	0
	2–5 situs yang mirip	0.5
	Hanya 1 yaitu situs tersebut.	1
Keberagaman, jumlah proses geomorfik yang berbeda dapat terlihat keberagamannya (C)	Hanya 1 fitur/proses yang terlihat	0
	2–4 fitur/proses terlihat	0.5
	Lebih dari 5 fitur/proses terlihat	1
Apakah site pernah dipublikasi-kan/diketahui secara ilmiah? (D)	Situs tidak diketahui	0
	Pada karya tulis ilmiah setingkat nasional	0.5
	Diketahui secara luas oleh masyarakat global	1
Nilai pendidikan		**Bobot**
Keterwakilan, kejelasan dari proses/fitur yang ada (A)	Keterwakilan/kejelasan rendah alias tidak jelas	0
	Keterwakilan/kejelasan medium, dapat dikenali oleh akademisi	0.5
	Keterwakilan/kejelasan tinggi, dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Penggunaan pedagogi (B)	Nilai karakter yang rendah dan tanpa peng-gunaan unsur/proses pendidikan	0
	Ada nilai karakter tetapi unsur pendidikann yang terbatas	0.5
	Nilai karakter yang tinggi dan potensi unsur pendidikan yang tinggi, aspek geowisata yang tinggi	1
Apakah telah ada produk pendidikan di situs tersebut (C)	Tidak ada petunjuk informasi	0
	Ada *leaflets*, peta, laman internet	0.5
	Ada panel informasi di lokasi site tersebut	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Penggunaan nyata atau aktual dari situs tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tidak ada penggunaan untuk pendidikan	0
	Digunakan untuk ekskursi atau *field trip* khusus bagi siswa	0.5
	Tempat umum untuk dikunjungi publik	1
Nilai Ekonomi		**Bobot**
Daya akses (A)	Lebih dari 1 km dari lokasi parkir	0
	Kurang dari 1 km dari lokasi parkir	0.5
	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi publik	1
Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata (B)	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas pariwisata yang telah ada	0
	5–10 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	0.5
	Kurang dari 5 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	1
Produk lokal terkait (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan situs wisata	0
	Beberapa produk terkait	0.5
	Pusat beberapa produk tertentu	1
Nilai Konservasi		**Bobot**
Resiko nyata atau sudah jelas-jelas ada seperti lonsor untuk *site* (A)	Resiko tinggi, tinggi resiko alami dan buatan	0
	Ada resiko yang dapat mengganggu	0.5
	Resiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Resiko yang masih berpotensial, belum terjadi (B)	Resiko tinggi, tinggi resiko alami dan buatan	0
	Ada resiko yang dapat mengganggu	0.5
	Resiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Status terbaru dari situs tersebut (C)	Proses perusakan terus terjadi	0
	Situs rusak, tapi ada managemen untuk mencegahnya	0.5
	Tidak ada proses perusakan	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Perlindungan undang-undang/ perda tentang situs tersebut (D)	Tidak ada hukum yang melindungi	0
	Baru bersifat pengajuan	0.5
	Sudah ada perda/hukum untuk mengkonservasinya	1
Nilai Tambahan		**Bobot**
Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan situs tersebut (A)	Tidak ada unsur budaya	0
	Ada unsur budaya namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0.5
	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik, misalnya mistis	1
Nilai ekologi (B)	Tidak penting karena kurangnya makhluk hidup	0
	Ada pengaruh tapi tidak terlalu penting	0.5
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1
Nilai estetika (C) Jumlah warna (D) Struktur ruang dan pemandangan (E)	1 warna	0
	2–3 warna	0.25
	Lebih dari 3 warna	0.5
	Hanya 1 pola	0
	2 atau 3 Pola yang dapat dibedakan	0.25
	Lebih dari 3 pola	0.5
	Tidak ada	0
	1–2	0.25
	3 dan lebih	0.5

Sumber: Modifikasi Analisis Kubálková (2013)

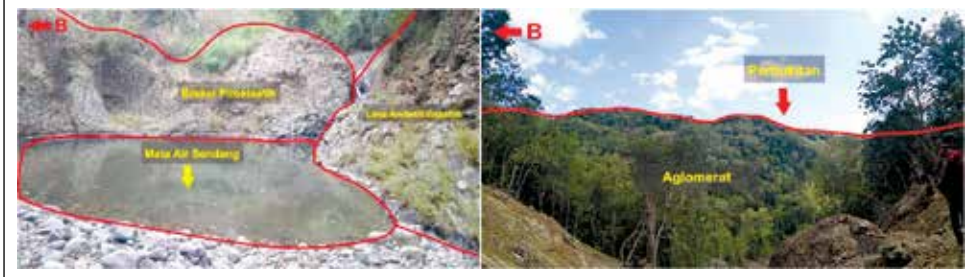
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Tabel Hasil Kuantifikasi Kelayakan

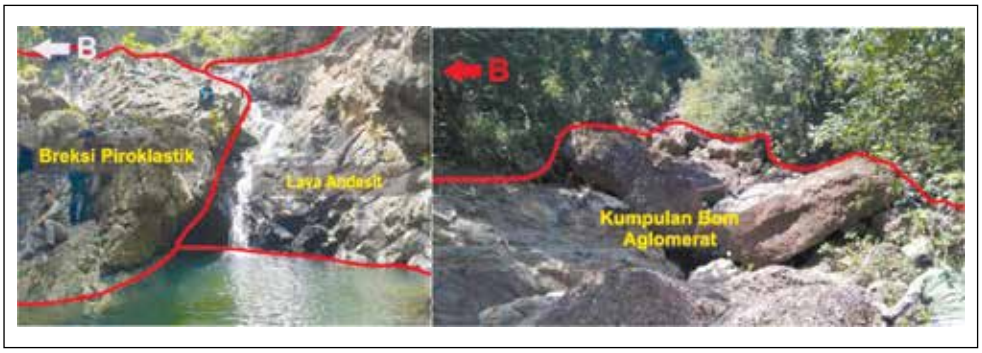
Parameter	Mata Air Sendang	Gardu Pandang Bukit Giri-rejo	Air Terjun Sewu	**Paleo-vulkanik Girirejo**	***Columnar Joint***	**Kumpulan Matrial Bom Aglomerat**
Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik						
A	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
B	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5
C	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
D	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5
(%)	62.5	50	75	50	37.5	62.5
Nilai Pendidikan						
A	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5
B	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
C	0.5	0	0.5	0	0	0.5
D	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1
(%)	50	37.5	87.5	37.5	37.5	75
Nilai Ekonomi						
A	0.5	0	0.5	0	0	0.5
B	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
C	0	0	0.5	0	0	0.5
(%)	33.3	16.67	50	16.67	16.67	50
Nilai Konservasi						
A	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5
B	0.5	0	1	0.5	0.5	0.5
C	1	0.5	1	0	1	1
D	0	0	0.5	0	0	0.5
(%)	62.5	25	87.5	25	50	62.5
Nilai Tambahan						
A	1	1	1	1	1	1
B	1	0.5	1	0.5	0.5	1
C	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
D	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5
E	0.25	0.25	0.5	0.5	0	0.5
(%)	65	50	70	55	45	70
Total (%)	54.66	35.82	74	36.83	37.33	64

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GAMBAR



Gambar 1. Sumber Mata Air Sendang yang dengan breksi piroklastik dan lava andesit basaltik disekitarnya (kiri) dan Gardu Pandang Girirejo dengan pemandangan perbukitan aglomerat (kanan)



Gambar 2. Air Terjun Sewu dengan litlogi breksi piroklastik kontak dengan lava andesit (kiri) dan Kumpulan bom aglomerat pada aliran sungai (kanan)

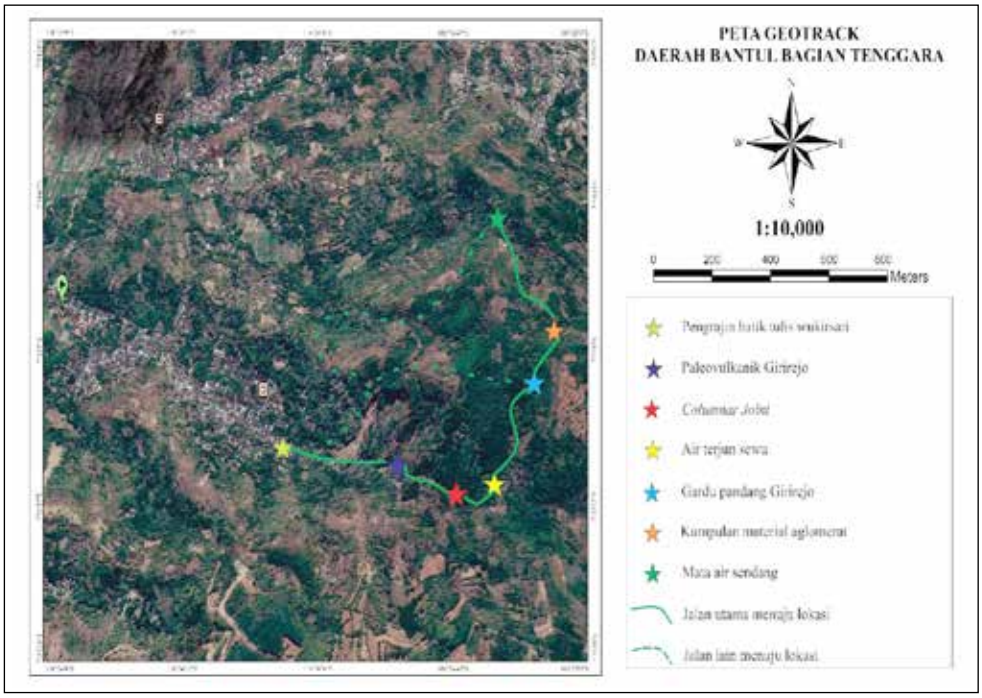


Gambar 3. Singkapan lava andesit dengan adanya bekas altrasi argilik (kaolin) yang mengindikasikan adanya aktivitas vulkanisme

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Ketampakan Lava Andesit dengan Struktur *Columnar Joint*



Gambar 5. Pata *Geotrack* Daerah Bantul Bagian Tenggara

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IDENTIFIKASI POTENSI KOLEKSI MUSEUM GEOLOGI SEBAGAI OBJEK WISATA BERBASIS EDUKASI GEOLOGI

POTENTIAL IDENTIFICATION OF GEOLOGICAL MUSEUM COLLECTIONS AS A TOURISM BASED ON GEOLOGICAL EDUCATION

Ifan Yoga Pratama Suharyogi[1], Agustina Djafar[1], Anita Galih Ringga Jayanti[1], Unggul Prasetyo Wibowo[1], Johan Budi Winarto[1]

[1] Museum Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM, Jalan Diponegoro 57, Bandung

ABSTRACT

The Geological Museum is one of the historical buildings in Indonesia that record a lot of history about geological and mine explorations in the archipelago. There are four rooms that display collections and informations related to geology with a specific theme, such as the historical life, Indonesian geology, benefit and geological disasters, and geological resources exhibition room. The purpose of this paper is to find out the potential of educational tourism at the Geological Museum. The method used consists of literature studies and description of collections to inventory signature collections. The number of collections that have been registered is 417,844 collections which are rock and mineral collections, fossils of both vertebrates and invertebrates, and collections of artifacts obtained from research since the Dutch era until now. There are several signature collections including amethyst minerals, Antarctic rocks, hominid fossils, elephant fossil from Blora, Megalochelys cf. sivalensis fossil, Celebochoerus heekereni fossil, holotype fossil of Stegodon sondaari, holotype fossil of Alormys aplini, a collection mollusk stage of Neogen in Java and giant fossil clams among existing collection in Geological Museum. These signature collections make the geological museum the most comprehensive geological educations based on tourist attractions in Indonesia and as a provider of geological information sources.

Keywords: *Geological Museum, educational tourism, geology, collection*

ABSTRAK

Museum Geologi menjadi salah satu bangunan bersejarah di Indonesia yang menyimpan banyak cerita tentang penyelidikan geologi dan tambang di Nusantara. Terdapat empat ruang pamer yang menampilkan koleksi serta informasi terkait geologi yang disesuaikan dengan tema tertentu, yakni ruang sejarah kehidupan, ruang geologi Indonesia, ruang manfaat dan bencana geologi, serta ruang pamer sumber daya geologi. Tujuan pembuatan makalah ini adalah mengetahui potensi wisata edukasi di Museum Geologi. Metode yang digunakan terdiri atas studi literatur dan pendeskripsian koleksi untuk menginventarisasi koleksi unggulan. Jumlah koleksi yang sudah teregistrasi adalah 417.844 koleksi yang berupa koleksi batuan dan mineral; fosil, baik vertebrata maupun invertebrata; serta koleksi artefak yang diperoleh dari hasil penelitian sejak zaman Belanda hingga sekarang. Dari koleksi tersebut, terdapat beberapa koleksi unggulan, di antaranya mineral

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ametis, batuan antarktika, fosil-fosil hominid, fosil gajah dari Blora, fosil *Megalochelys* cf. *sivalensis*, fosil *Celebochoerus heekereni*, fosil *holotype Stegodon sondaari,* fosil *holotype Alormys aplini*, koleksi fosil jenjang moluska Neogen Jawa, dan fosil kima raksasa. Koleksi-koleksi unggulan tersebut menjadikan Museum Geologi sebagai objek wisata berbasis edukasi geologi terlengkap di Indonesia dan sebagai penyedia sumber informasi kegeologian.

Kata kunci: Museum Geologi, wisata edukasi, geologi, koleksi

A. PENDAHULUAN

Museum Geologi, sebagai museum tematik berbasis keilmuan geologi, dalam perkembangannya menyimpan banyak catatan sejarah. Keberadaan Museum Geologi berkaitan erat dengan sejarah penyelidikan geologi dan tambang di wilayah Nusantara yang dimulai pada pertengahan abad ke-17 oleh para ahli Eropa.

Pada pertengahan abad ke-18, Eropa mengalami revolusi industri dan membutuhkan bahan tambang sebagai bahan dasar industri. Hal tersebut mendorong Belanda membentuk suatu kelembagaan bernama Dienst van het Mijnwezen pada 1850. Pada 1922, lembaga tersebut berganti nama menjadi Dienst van den Mijnbouw (Museum Geologi, n.d.). Kelembagaan tersebut bertugas melakukan penyelidikan geologi serta sumber daya mineral di wilayah Nusantara.

Hasil penyelidikan geologi yang berupa peta, contoh batuan, mineral, fosil, dan laporan hasil penyelidikan memerlukan tempat untuk penganalisisan dan penyimpanan sehingga pada 1928 Dienst van den Mijnbouw membangun sebuah laboratorium di Rembrandt Straat Bandung. Gedung tersebut pada awalnya bernama Geologisch Laboratorium, yang kemudian juga disebut Geologisch Museum.

Pada 1945, setelah Indonesia merdeka pengelolaan Museum Geologi berada di bawah Pusat Djawatan Tambang dan Geologi, yang saat ini dikenal sebagai Pusat Survei Geologi (PSG). Pada 2003, Museum Geologi menjadi Unit Pelaksana Teknis Museum Geologi (UPT MG). Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Museum Geologi, Museum Geologi menjadi Unit Pelaksana Teknis Museum Geologi di bawah Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Saat ini, Museum Geologi terbagi menjadi empat ruang pamer yang menempati lantai satu dan lantai dua, 12 ruang penyimpanan koleksi (*storage*) yang menempati *basement* dan lantai satu, serta ruang preparasi koleksi. Ruang pamer menampilkan koleksi peragaan serta informasi terkait geologi yang disesuaikan dengan tema tertentu, yakni ruang sejarah kehidupan, ruang geologi Indonesia, ruang manfaat dan bencana geologi, serta ruang sumber daya geologi. Keempat ruangan tersebut digunakan sebagai ruang pamer koleksi bagi para pengunjung sebagai pusat informasi ilmu geologi dan pemanfaatan keilmuan geologi bagi masyarakat, khususnya yang berkaitan dengan sumber daya dan kebencanaan geologi. Semua koleksi yang dimiliki Museum Geologi tentunya mempunyai nilai dan potensi yang berbeda-beda,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

khususnya dalam hal wisata edukasi. Oleh karena itu, makalah ini dibuat dengan tujuan mengetahui potensi wisata edukasi di Museum Geologi.

B. METODE

Metode yang digunakan ialah studi literatur, observasi ruang pamer, dan mendeskripsikan koleksi untuk menginventarisasi koleksi unggulan. Studi literatur mengacu pada data, materi, dan tulisan terdahulu mengenai Museum Geologi. Koleksi yang ada merupakan koleksi Museum Geologi Bandung (MGB). Kode K merupakan kode koleksi Koenigswald, sedangkan kode TT merupakan kode lapangan Tangi Talo.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Museum Geologi Bandung memiliki 417.882 koleksi yang telah tercatat pada basis data (Tabel 1). Sebanyak 1.959 (0,4%) koleksi dipamerkan di ruang pamer dan sisanya, 415.923 koleksi, berada di ruang penyimpanan koleksi. Koleksi tersebut terdiri atas koleksi batuan dan mineral, fosil vertebrata dan invertebrata, serta koleksi artefak yang diperoleh dari hasil penelitian sejak zaman Belanda hingga sekarang. Koleksi artefak yang terdapat di Museum Geologi merupakan koleksi hasil peninggalan zaman Belanda dan beberapa koleksi baru yang diperoleh dari hasil penelitian dan ekskavasi paleontologi yang dilakukan setelah kemerdekaan hingga sekarang.

Koleksi Museum Geologi merupakan salah satu koleksi milik negara, sehingga perlu dilindungi dan diinventarisasi menjadi barang milik negara. Proses registrasi koleksi Museum Geologi menjadi barang milik negara dilakukan sejak awal 2018 hingga sekarang.

Dari sejumlah koleksi yang ada tersebut, terdapat beberapa koleksi Museum Geologi yang dapat dijadikan sebagai koleksi unggulan. Koleksi unggulan tersebut dikategorikan berdasarkan pada nilai kelangkaan (keterdapatan) koleksi, nilai ilmu pengetahuan, dan nilai estetika (menarik untuk pengunjung).

Tabel 1. Koleksi Museum Geologi

No.	Kelompok Koleksi	Jumlah
1.	Batuan dan Mineral	108.950
2.	Vertebrata dan Hominid	60.738
3.	Invertebrata	226.301
4.	Artefak	21.893
	Jumlah	417.882

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Koleksi Batuan dan Mineral

Koleksi batuan di Museum Geologi berasal dari seluruh Indonesia, yang dikumpulkan dari hasil penelitian sejak zaman penjajahan Belanda hingga sekarang. Sebagian koleksi tersebut dipajang di ruang pamer dan sebagian besar disimpan di ruang penyimpanan (*storage*) berdasarkan pada lokasi Lembar Peta Geologi terbitan Pusat Survei Geologi. Koleksi batuan yang dapat dijadikan koleksi unggulan di antaranya koleksi batuan antarktika, berupa batuan metamorf.

Koleksi batuan antarktika yang ada di Museum Geologi merupakan koleksi hasil hibah pada 2018. Koleksi batuan Antarktika ini berjumlah 12 koleksi yang jarang ditemukan dan terdiri atas beragam jenis (Tabel 2). Salah satunya adalah *saphire bearing phlogophitic marble* (Gambar 1), yaitu jenis batuan metamorf yang tersusun atas mineral berharga berupa safir. Koleksi ini disimpan di ruang penyimpanan koleksi Museum Geologi. Sebagian besar koleksi mineral di Museum Geologi disimpan di ruang pamer. Salah satu koleksi mineral unggulan yang menarik banyak perhatian pengunjung adalah mineral ametis.

Koleksi mineral ametis (MGB-00082529), atau biasa disebut kecubung, merupakan koleksi yang berasal dari daerah Solok, Sumatra Barat (Gambar 2). Ametis merupakan jenis mineral kuarsa yang berwarna ungu dan merupakan jenis *gemstone* yang banyak diminati. Koleksi ini tergolong unik karena ukurannya besar dengan dimensi panjang 122 cm, lebar 82 cm, tinggi 60 cm, dan memiliki kristal heksagonal berukuran 1,5–7 cm.

Tabel 2. Koleksi Batuan Antarktika di Museum Geologi

No.	No. Sampel	No. Registrasi Museum	Jenis Batuan
1.	NS161229T01	MGB-00181422	*Leucosome bg. amphibolite*
2.	NS17010602D	MGB-00181423	*Honeycomb structure amphibolite*
3.	NS17010602A	MGB-00181424	*Biotitite*
4.	NS17011801A	MGB-00181425	*Spinel bearing phlogophitic marble*
5.	NS17011701B	MGB-00181426	*Garnet gneiss*
6.	NS170120T02B	MGB-00181427	*Garnet-orthopyroxene granulite*
7.	NS17012102E	MGB-00181428	*Garnet-biotite gneiss*
8.	NS17012102A	MGB-00181429	*Khondalite (garnet-sillimanite gneiss)*
9.	NS17011801E	MGB-00181430	*Saphire bearing phlogophitic marble*
10.	NS17020601D	MGB-00181431	*Ruby bearing diopsitic rock*
11.	NS170224T04A	MGB-00181432	*Pseudotachylite bearing charnokite*
12.	NS170224T04B	MGB-00181433	*Pseudotachylite bearing quartz-osumilite gneiss*

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Koleksi *Saphire Bearing Phlogophitic Marble* dari Antarktika



Gambar 2. Koleksi Ametis dari Solok, Sumatra Barat, di Museum Geologi

Koleksi Vertebrata dan Hominid

Koleksi fosil vertebrata yang menjadi unggulan Museum Geologi adalah koleksi fosil gajah (*Elephas hysundrindicus*) dari Blora, fosil *Homo erectus* Jawa, fosil kura-kura raksasa *Megalochelys cf. sivalensis*, fosil rangka *Celebochoerus heekereni,* dan fosil *holotype Stegodon sondaari,* dan fosil *holotype Alormys aplini*. Fosil *M. cf. sivalensis* yang ditemukan merupakan satu individu yang terdiri atas bagian tempurung (kode lama K.1587a dan K.1587b; nomor registrasi baru MGB-00017539), pelvis (K.1589; MGB-00121782), *femur* kanan (K.1588a; MGB-00182380), serta *femur* kiri (K.1588b; MGB-00182379) yang ditemukan di Sungai Slatri, daerah Bumiayu, Jawa Tengah (Setiyabudi, 2009). *C. heekereni* merupakan fosil sejenis babi besar. Fosil rangka C. *heekereni* yang ada di Museum Geologi merupakan gabungan dari beberapa fosil C. *heekereni* yang ditemukan di Lembah Wallanae, Sulawesi Selatan.

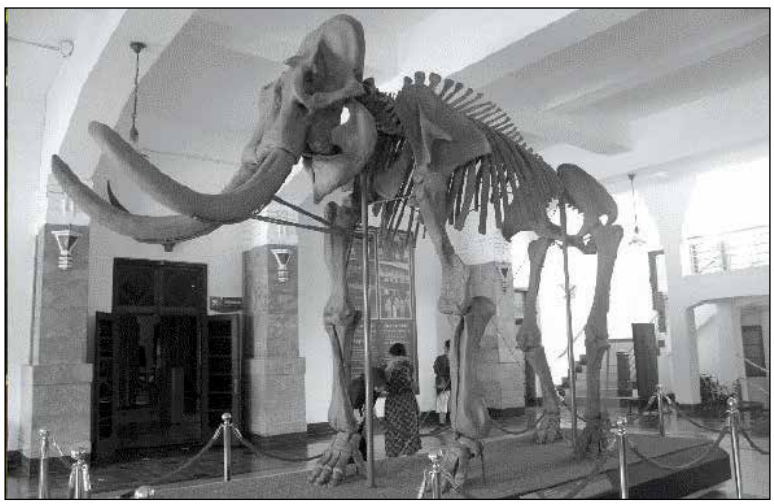
S. sondaari merupakan fosil jenis gajah kerdil. Fosil *holotype S. sondaari* (TT-3837; MGB-00182383) ditemukan dari hasil ekskavasi paleontologi di Tangi Talo, Flores. Spesimen fosil berupa rahang bawah kiri dan masih terdapat gigi geraham 1, gigi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

geraham 2, dan fragmen gigi geraham 3 (van den Bergh, 1999). Selain itu, terdapat fosil *holotype* lain yang disimpan di Museum Geologi, yaitu fosil tikus *Alormys aplini* (MGB-00102509). Fosil ini berupa molar 1 kiri atas yang berasal dari Pulau Alor (Louys, O'Connor, Mahirta, dkk., 2018). Koleksi ini merupakan koleksi hibah.

Fosil *E. hysundrindicus* dari Blora merupakan fosil satu individu gajah terlengkap yang pernah ditemukan di Indonesia. Fosil ini pertama kali ditemukan oleh tim Museum Geologi pada 18 Maret 2009 di teras Sungai Bengawan Solo Purba, tepatnya di Dusun Ngandong, Desa Megeri, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Blora, Jawa Tengah (Kurniawan, 2014). Sebanyak 80% rangka fosil ditemukan dari lokasi penggalian dan sisanya 20% tidak ditemukan (Wibowo, 2014). Fosil tersebut kemudian dipreparasi untuk direkonstruksi agar dapat diketahui bentuk rangka keseluruhannya. Hasil rekonstruksi tersebut kemudian dibuat replikanya menjadi satu rangka utuh dengan nomor koleksi MGB-00017538 (Gambar 3). Saat ini replika fosil ini dipamerkan di lobi utama Museum Geologi, sedangkan fosil aslinya disimpan di ruang penyimpanan koleksi Museum Geologi.

Di Museum Geologi, disimpan 15 fosil *Homo erectus* yang ditemukan di Pulau Jawa (Tabel 3). Koleksi fosil ini merupakan salah satu koleksi unggulan. Fosil asli hominid disimpan di ruang penyimpanan khusus Museum Geologi, sedangkan yang dipamerkan di ruang peragaan merupakan replika. Hal ini dilakukan sebagai salah satu bentuk pengamanan. Dari ke-15 koleksi tersebut, koleksi MGB-00025608 (Gambar 4) merupakan fosil tengkorak *H. erectus* terlengkap yang pernah ditemukan di Asia Bagian Timur. Koleksi ini merupakan koleksi hibah. Spesimen ini, selain menunjukkan bagian tengkorak, masih memiliki tulang wajah dan bagian rahang atas hingga pada gigi. Pada rahang atas bagian kanan masih terdapat gigi taring (C) dan gigi geraham (M^1-M^3), sedangkan gigi bagian kiri terdapat gigi geraham susu (P^2) (Aziz, Kurniawan, & Setiyabudi, 2013).



Gambar 3. Replika Fosil *E. hysundrindicus* dari Blora

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Fosil *Homo erectus* MGB-00025608 dari Arah Anterior

Tabel 3. Koleksi Fosil *Homo erectus* Jawa yang Disimpan di Museum Geologi

No.	No. Koleksi Lama	Kode Koleksi Lain	No. Registrasi Museum	Spesimen	Lokasi Temuan	Tahun Penemuan
1.	Bk 8606		MGB-00025504	Fragmen rahang bawah kiri (M_1 M_2)	Sangiran, Blimbing Kulon	1986
2.	Bp 9408		MGB-00025505	Pecahan tulang dahi	Prupuh Brangkal	1994
3.	Bs 9706		MGB-00025506	Gigi seri bawah (I_2)	Bukuran	1997
4.	Bu 9604		MGB-00025508	Tulang occipital	Bukuran	1996
5.	*Megantrophus* B	S 8	MGB-00025512	Rahang bawah (RM_3, LM_1)	Glagahombo	1952
6.	Ng 8503		MGB-00025514	Rahang bawah kanan anak-anak (M_1-M_2)	Ngrejeng	1985
7.	Ng 9603		MGB-00025515	Gigi geraham bawah kanan (M_2)	Ngrejeng	1996
8.	*Pithecanthropus* C	S 9	MGB-00025516	Rahang bawah kanan (C-P_4, M_2, M_3)	Bojong	1960
9.	*Pithecanthropus* D	S 15a	MGB-00025543	Pecahan rahang atas kiri (P^1 P^2)	Ngrejeng	1973
10.	*Pithecanthropus* E	S 21	MGB-00025587	Pecahan rahang bawah kanan (M_3)	Ngebung	1973
11.	*Pithecanthropus* F	S 22	MGB-00025593	Rahang bawah (RC-M_3, LI_2-M_3)	Krikilan	1974
12.	Sb 8103		MGB-00025606	Rahang bawah kanan (P_4-M_3)	Sendang Busik	1981
13.	Sm 4		MGB-00025607	Tulang tengkorak	Sambungmacan	2001
14.	*Pithecanthropus* VIII	S 17	MGB-00025608	Tulang tengkorak hingga rahang atas	Pucung	1969
15.	*Pithecanthropus* VII	S 12	MGB-000256-9	Tulang tengkorak	Dayu	1955

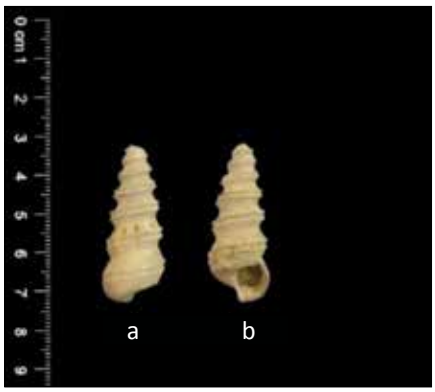
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Koleksi Invertebrata

Koleksi fosil invertebrata di Museum Geologi sangat beragam. Beberapa koleksi fosil invertebrata unggulan di antaranya adalah koleksi fosil penciri jenjang moluska Neogen di Jawa dan fosil kima raksasa (*Tridacna gigas*).

Sekuen biostratigrafi moluska jenjang Neogen di Jawa dibagi menjadi enam jenjang, yaitu Jenjang Rembangian, Jenjang Preangerian, Jenjang Odengian, Jenjang Cheribonian, Jenjang Sondian, dan Jenjang Bantamian. Tiap-tiap jenjang tersebut memiliki fosil moluska penciri jenjangnya dengan total jumlah 48 spesies moluska (Tabel 4). Dari 48 spesies fosil moluska penciri jenjang Neogen, Museum Geologi memiliki 24 spesiesnya atau 50% dari keseluruhan fosil penciri jenjang Neogen tersebut. Salah satu fosil penciri jenjang Neogen tersebut adalah *Zaria acuticarinata*, yang merupakan fosil penciri Jenjang Cheribonian (Gambar 5).

Fosil *T. gigas* (MGB-00003459) (Gambar 6) ditemukan di Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Fosil yang merupakan koleksi hibah ini ditemukan pada batu gamping Formasi Rajamandala yang berumur Oligosen (Sudjatmiko, 1972). Fosil ini menjadi salah satu koleksi unggulan karena cukup menarik dengan kondisi



Gambar 5. Fosil Zaria acuticarinata (MGB-00084256); (a) arah dorsal; (b) arah ventral.



Gambar 6. Fosil Tridacna gigas (MGB-00003459); (a) arah dorsal; (b) arah ventral; skala 1 bar = 20 cm.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

cangkang utuh dan setangkup serta memiliki ukuran yang besar dengan dimensi panjang 96 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 45 cm.

Ruang Pamer

Sebagai salah satu tempat wisata berbasis edukasi, Museum Geologi menyediakan empat ruang pamer dengan tema khusus, sebagai bentuk penyebarluasan informasi kegeologian kepada masyarakat umum, khususnya para pengunjung. Keempat ruang pamer tersebut dapat dikunjungi sesuai alur yang ada (Gambar 7).

Tabel 4. Jenjang Moluska Neogen Jawa

Umur	Zona Foraminifera		Jenjang	Lokasi Tipe	Fosil Penunjuk	Nomor Registrasi
	Plangton	Besar				
Plistosen Awal	N22		Bantamian	Formasi Bojong	*1. Turritella terebra bantamensis*	MGB-00003364
					2. Clavus malingpingensis	-
					3. Tritonalia bantamensis	-
					4. Cantharus luliamus	-
					5. Nassarius bodjongensis	MGB-00005960
Plistosen	N21	Th			*6. Trigonostoma bantamensis*	-
	N20		Sondian	Formasi Cilegon	*7. Turritella bantamensis tjikumpaiensis*	MGB-00182019
					8. Terebra verbeeki	MGB-00060363
					9. Terebra insulindae	-
					10. Conus sondaeianus	-
					11. Murex lebacanus	MGB-00005866
					12. Turris koolhoveni	MGB-00144405
	N19				*13. Pecten gendinganensis*	-
	N18		Cheribonian	Formasi Kalibiuk, Cijurey, Cirebon	*14. Zaria acuticarinata*	MGB-0084256
					15. Strombus varinginensis	-
					16. Thais martini	-
					17. Siphoalia pradoxica	MGB-0086603
					18. Ancilla gerthi	-
					19. Clavus dammermanni	-
					20. Vexillum schepmani	-
					21. Aulica scapha ponderosa	-
					22. Olivancillaria cheribonensis	MGB-0003138
Miosen Akhir	N17	Tg	Hiatus			
	N16		Odengian	Ciodeng	*23. Zaria cramatensis*	MGB-00003144
					24. Acantinella javana	-
					25. Phos palembangensis	-
					26. Benthomangelia vandervlerki	-
					27. Terebra (Triplostephanus) jenkinsi	MGB-00084801
					28. Venericardia javana	-
	N15		Preangerian	Citahalab dekat Nyalind-ung	*29. Zaria angulata*	MGB-00084260
					30. Siphocypraea caputviperae	MGB-00003203
					31. Vicarya verneuilli callosa	MGB-00003142
					32. Vicarya formosa	-
	N14	Tf3			*33. Telescopium koolhoveni*	MGB-00001950
					34. Conus brevis	MGB-00121555
					35. Talahabia dentifera	MBG-0003133
					36. Cadium talahabensis	-
					37. Paphia neglecta	MGB-00055643
	N13				*38. Apolymentis grimesi elongata*	-
Miosen Tengah	N12	Tf2			*39. Cultellus dilatatus*	MGB-00055093
	N11		Rembangian	Sedang, Rembang	*40. Turrtitella subulata*	MGB-00098725
					41. Turritella terebra talahabensis	-
	N10	Tf1			*42. Turritella producta*	-
					43. Ardhimediella (Torculoidella) spoponensis	-
					44. Haustator (Kurosioia) sedaanensis	MGB-00139892
	N9				*45. Cerithidea progoensis*	MGB-00098634
					46. Cardium spolongensis	-
					47. Lyria jugosa	MGB-00111478
					48. Ranella pamotanensis	MGB-00115879

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7. Alur Pengunjung Museum Geologi (dok. Museum Geologi)

Ruang Geologi Indonesia terletak di lantai satu sayap barat. Ruangan ini berisi koleksi mineral dan batuan serta poster dan video interaktif. Selain itu, ruangan ini berisi informasi tentang asal-usul pembentukan bumi dan tata surya, pergerakan lempeng bumi, proses pelapukan, erosi dan pelarutan, serta aktivitas vulkanisme dan batuan penyusun kerak bumi.

Ruang Sejarah Kehidupan terletak di lantai satu sayap timur. Ruangan ini berisi koleksi fosil vertebrata dan invertebrata, fosil kayu, fosil daun, dan beberapa poster. Ruangan ini bercerita tentang sejarah awal mula kehidupan hingga kemunculan manusia (*hominid*). Ruangan ini dibagi menjadi empat subperaga, yang dibagi berdasarkan pada sejarah kehidupan menurut Skala Waktu Geologi, yaitu pra-Kambrium, Paleozoikum, Mesozoikum, dan Kenozoikum (yang terbagi dua, yaitu zaman Tersier dan Kuarter). Selain itu, di ruangan ini terdapat satu subruangan dengan tema "Cekungan Bandung", yang berisi koleksi mineral dan batuan, artefak dan fauna Cekungan Bandung. Subruangan ini bercerita tentang sejarah pembentukan Cekungan Bandung yang diawali oleh erupsi Gunung Sunda (Gunung Tangkuban Parahu purba).

Ruang Sumber Daya Geologi terletak di lantai dua sayap barat. Ruangan ini berisi koleksi mineral dan batuan serta poster. Ruangan ini berisi informasi mengenai sumber daya geologi yang terdapat di Indonesia, yang terbagi menjadi delapan subperaga, yaitu pengenalan sumber daya geologi, mineral logam, mineral nonlogam, batu mulia (gemstone), minyak dan gas bumi, batu bara, panas bumi, serta sumber daya air.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ruang Manfaat dan Bencana Geologi terletak di lantai dua pada sayap kiri. Ruangan ini berisi koleksi artefak dan koleksi lain berupa hasil pengolahan dan pemanfaatan sumber daya geologi serta koleksi kebencanaan geologi. Ruangan ini berisi informasi tentang pemanfaatan sumber daya geologi dari zaman prasejarah, sejarah, dan modern, serta informasi tentang bencana geologi, berupa gempa bumi, gunung api, tanah longsor dan tsunami, serta akibat yang ditimbulkan oleh bencana tersebut.

Selain ruang pamer, Museum Geologi juga memiliki ruang penyimpanan koleksi yang berfungsi berfungsi sebagai tempat penyimpanan koleksi batuan, fosil, dan artefak yang diperoleh dari hasil penelitian. Ruang penyimpanan koleksi ini terdiri atas 12 ruangan, dan beberapa koleksi unggulan Museum Geologi disimpan di ruangan ini. Akses ke ruang penyimpanan koleksi untuk saat ini hanya dikhususkan untuk para peneliti dan belum dibuka untuk umum.

Berdasarkan pada uraian tersebut dan dibanding dengan museum tematik kegeologian lainnya yang terdapat di Indonesia, keberadaan ruang pamer dan koleksi-koleksi termasuk beberapa koleksi unggulan yang dimiliki oleh Museum Geologi menjadikan Museum Geologi sebagai objek wisata berbasis edukasi geologi terlengkap di Indonesia, serta objek penelitian berbasis koleksi geologi.

Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya jumlah koleksi yang dimiliki oleh Museum Geologi, yang diperoleh dari hasil kegiatan kegeologian awal di Indonesia yang dilakukan sejak zaman Belanda hingga sekarang. Koleksi tersebut sebagian dipajang di ruang pamer berdasarkan pada tema tiap ruangan, dan di ruang penyimpanan koleksi (*storage*) yang penataan dan penyusunannya berdasarkan pada jenis koleksi dan pulau ditemukannya. Selain itu, penataan dan penyusunan koleksi batuan dan mineral berdasarkan pada lembar peta geologi, koleksi fosil invertebrata berdasarkan pada *blad*, serta koleksi fosil vertebrata berdasarkan pada lokasi temuan dan taksonominya.

D. KESIMPULAN

Museum Geologi merupakan salah satu objek wisata edukasi geologi berbasis koleksi. Saat ini museum geologi telah memiliki 417.882 koleksi, yang terdiri atas koleksi mineral dan batuan, fosil vertebrata dan invertebrata, serta kayu dan artefak. Beberapa di antaranya merupakan koleksi unggulan, yang dikategorikan berdasarkan pada nilai kelangkaan (keterdapatan) koleksi, nilai ilmu pengetahuan, dan nilai estetika (menarik untuk pengunjung). Sebagian koleksi yang dimiliki Museum Geologi dijadikan sebagai koleksi peragaan di ruang pamer dan sebagian besar disimpan di ruang penyimpanan koleksi. Ruang pamer merupakan salah satu sarana penyebarluasan informasi kegeologian kepada masyarakat umum, yang berisi berbagai koleksi mineral, batuan, fosil, artefak, poster, dan video interaktif.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Iwan Kurniawan selaku Kepala Museum Geologi yang telah memberikan bantuan selama penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Nugroho Imam Setiawan selaku dosen Universitas Gadjah Mada yang telah menghibahkan koleksi batuan Antarktika hasil Ekspedisi Geologi Antarktika bersama Japan Antarctic Research Expedition 58 (JARE58), Julien Louys dari Griffith University yang telah menghibahkan koleksi fosil-fosil *Alormys aplini*, Bapak Tukimin yang telah menemukan koleksi fosil hominid S17, dan Bapak Andri Kristanto yang telah menghibahkan koleksi *Tridacna gigas*.

DAFTAR ACUAN

Aziz, F., Kurniawan, I., & Setiyabudi, E. (2013). The *Homo erectus* fossil collection of the Center for Geological Survey. *Special Publication Homo erectus in Indonesia*, 9–42.

Kurniawan, I. (2014). *The story of the Blora elephant discovery*. The Spectacular Discovery of the Blora Elephant Fossil. Bandung: Museum Geologi.

Louys, J., O'Connor, S., Mahirta, Higgins, P., Hawkins, S., & Maloney, T. (2018). New genus and spesies of giant rat from Alor Island, Indonesia. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 1–8.

Museum Geologi. (n.d.). *Sejarah Singkat Museum Geologi*. Diakses dari http://museum.geology.esdm.go.id/profil/sejarah.

Oostingh, C. H. (1938). *Mollusken als gidsfossielen voor het Neogeen in Nederlandsch-Indie*. Handb. Van het achtste Nederlandsch-Indisch Natuurwet. Congr., Soelabaja.

Setiyabudi, E. (2009). An early Pleistocene giant tortoise (Reptilia; Testudines; Testudinidae) from Bumiayu Area, Central Java, Indonesia. *Journal of Fossil research*, *42*(1), 1–11.

Shuto, T. (1975). Preliminary Correlation of the Neogene molluscans in Southeast Asia. Contributions to the geology and palaeontology of Southeast Asia. *Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, *15*, 289–301.

Sudjatmiko. (1972). *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Van den Bergh, G. D., (1999). The Late Neogen elephantoid-bearing fauna of Indonesia and their palaeozoogeographic implications: a study of the terrestrial faunal succession of Sulawesi, Flores and Java, including evidence for early hominid dispersal east of Wallace's Line. Scripta Geology, 117, 1–419.

Wibowo, U. P. (2014). *Preparation of the Blora elephant skeleton*. The Spectacular Discovery of the Blora Elephant Fossil. Bandung: Museum Geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PEMANFAATAN DAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA GEOLOGI UNTUK GEOWISATA DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT

UTILIZATION AND MANAGEMENT OF GEOLOGICAL RESOURCES FOR GEOTOURISM IN WEST SUMBAWA REGENCY

Aris Dwi Nugroho[1,*], **Kurniah**[1]

[1]Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan,
Badan Geologi, Jl. Diponegoro No. 57 Bandung
[*]*E-mail*: arisdwinugroho@rocketmail.com

ABSTRACT

Geological resources consist of mineral resources, energy resources, water resources, and landscapes. The variation of the resources is interesting as a tourist attraction which became known as geotourism. West Sumbawa Regency is very famous for its gold commodity, because it has the second largest open pit in Indonesia. The Regional Government must immediately prepare another alternative source of income, because this gold mine is a resource that cannot be renewed (non-renewable resource) so that if the Contract of Work period ends the area still has other sources of income for financing development. This article will describe the potential of geotourism in West Sumbawa Regency, how to use and manage it, as well as its role in regional development. The contribution of geowisata in development in the economic sector in West Sumbawa Regency is not yet significant, because its utilization is still minimal and has not been managed properly. On the other hand, human development potential through geotourism can be cultivated through educational tourism by utilizing geological resource potential. Geotourism such as tourism generally must be sustainable, therefore, conservation is a mandatory thing that must be prioritized and requires the involvement of all parties.

Keywords: *geological resources, geotourism, geological diversity, development.*

ABSTRAK

Sumber daya geologi terdiri atas sumber daya mineral, sumber daya energi, sumber daya air, dan bentang alam. Keragaman sumber daya tersebut menarik dijadikan sebagai objek wisata yang kemudian dikenal sebagai geowisata (*geotourism*). Kabupaten Sumbawa Barat sangat terkenal dengan komoditas emasnya karena mempunyai tambang terbuka terbesar kedua di Indonesia. Pemerintah daerah harus segera menyiapkan alternatif sumber pendapatan lain karena tambang emas merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable resource*). Jadi, apabila masa kontrak karyanya berakhir, daerah masih mempunyai sumber pendapatan lain untuk pembiayaan pembangunan. Artikel ini akan memaparkan potensi geowisata di Kabupaten Sumbawa Barat, bagaimana pemanfaatan dan pengelolaannya, serta perannya terhadap pengembangan wilayah. Kontribusi geowisata dalam pembangunan di sektor perekonomian di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kabupaten Sumbawa Barat belum signifikan karena pemanfaatannya masih minim dan belum dikelola dengan baik. Di lain pihak, potensi pembangunan manusia lewat geowisata dapat dilakukan melalui wisata edukasi dengan memanfaatkan potensi sumber daya geologi. Geowisata seperti wisata umumnya harus berkelanjutan. Oleh karena itu, konservasi menjadi hal wajib yang harus diprioritaskan dan membutuhkan keterlibatan semua pihak.

Kata kunci: sumber daya geologi, geowisata, keragaman geologi, pembangunan.

A. PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Barat sangat terkenal dengan Pulau Lomboknya. Akan tetapi, kita sering lupa bahwa selain Pulau Lombok, provinsi ini mempunyai pulau yang lebih besar dan kaya dengan wisata alamnya yaitu Pulau Sumbawa. Di pulau inilah terdapat Gunung Api Tambora yang konon mendapat sebutan *"Pompeii from The East"* akibat letusan pada 1815, yang membuat Eropa tidak merasakan musim panas pada 1816 (Brázdil et al., 2016; Wirakusumah & Rachmat 2017; Brönnimann, 2016).

Salah satu kabupaten yang berada di Pulau Sumbawa adalah Kabupaten Sumbawa Barat. Kabupaten Sumbawa Barat berada di posisi koordinat 116°42' –117°05' Bujur Timur dan 08°29'–09°07' Lintang Selatan. Kabupaten Sumbawa Barat berbatasan langsung dengan Selat Alas yang merupakan pembatas antara Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa disisi barat serta Samudra Indonesia di sisi selatan. Sementara Kabupaten Sumbawa sebagai induknya membatasi di sisi timur. Secara administrasi, Kabupaten Sumbawa Barat dibagi menjadi delapan kecamatan dengan luas 1.849,02 km^2 serta dihuni 137.072 jiwa (BPS Kabupaten Sumbawa Barat, 2018).

Kabupaten Sumbawa Barat sangat identik dengan penambangan emas karena ada salah satu perusahaan tambang emas terbuka (*open pit*) terbesar kedua di Indonesia yang beroperasi di wilayah ini. PT Newmont Nusa Tenggara, yang sekarang berganti nama menjadi PT Amman Mineral Nusa Tenggara, menjadi tulang punggung perkembangan ekonomi masyarakat di Sumbawa Barat karena yang menjadi sektor dominan dalam produk domestik regional bruto adalah sektor pertambangan dan penggalian (Munadjat, 2013). Namun, batas izin operasi yang hanya sampai 2025 mengharuskan pemerintah kabupaten memutar otak agar tidak terjadi defisit anggaran di kemudian hari. Salah satu potensi yang bisa dikembangkan di daerah ini adalah potensi geowisata berbasis sumber daya geologi.

Sumber daya geologi terdiri atas sumber daya mineral, sumber daya energi, sumber daya air, dan bentang alam. Sumber daya geologi yang dimaksudkan untuk geowisata adalah variasi keberagaman geologi yang terdiri atas bentang alam, bentuk lahan, singkapan batuan, jenis batuan, sedimen, tanah, dan kristal mineral (Newsome, 2006), kelompok batuan, mineral, serta fosil (Oktariadi, 2014). Variasi keragaman geologi tersebut menarik sebagai objek wisata yang kemudian dikenal sebagai geowisata (*geotourism*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geowisata tergolong masih baru, dikenal sejak 2000-an, tetapi perkembangannya sangat masif saat ini (Ruban, 2015). Mengapa geowisata penting? Karena geowisata dapat berkontribusi terhadap pembangunan ekonomi lokal dan nasional melalui kunjungan wisatawan (Ehsan, Begum, & Leman, 2016). Geowisata dapat menjadi alat yang ampuh untuk pembangunan berkelanjutan. Namun, bila tidak dikelola dengan baik, akan menjadi ancaman terhadap aset geowisata itu sendiri (Newsome, Dowling, & Leung, 2012). Selain itu, wisata geologi memiliki nilai edukasi yang penting bagi pelajar, bahkan masyarakat umum.

Artikel ini akan memaparkan potensi geowisata di Kabupaten Sumbawa Barat, bagaimana pemanfaatan dan pengelolaannya, serta perannya terhadap pengembangan wilayah. Kontribusi geowisata dalam pembangunan di sektor perekonomian di Kabupaten Sumbawa Barat belum signifikan sebab pemanfaatannya masih minim dan belum dikelola dengan baik. Di lain pihak, potensi pembangunan manusia lewat geowisata dapat diusahakan melalui wisata edukasi dengan memanfaatkan potensi sumber daya geologi. Geowisata seperti wisata umumnya harus berkelanjutan. Oleh karena itu, konservasi menjadi hal wajib yang harus diprioritaskan dan membutuhkan keterlibatan semua pihak.

B. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif melalui kajian pustaka, survei lapangan (*groundcheck*), dan wawancara. Survei lapangan dilakukan dengan mengamati lebih detail lokasi terpilih, sesuai dengan keragaman warisan geologi yang ada baik dari batuan, gua, speleoterm, maupun pantai. Wawancara dilakukan pada masyarakat di sekitar objek guna mengetahui informasi kebiasaan dan adat istiadat setempat terkait dengan objek minatan. Selain itu, wawancara dilakukan dengan pemerintah setempat terkait dengan perencanaan dan pengembangan wilayah di Kabupaten Sumbawa Barat.

C. POTENSI GEOWISATA DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT

Proses geologi yang terjadi menghasilkan suatu tatanan bentang alam dan bentukan lahan yang beraneka ragam dan indah. Pembentukan ini merupakan proses yang berlangsung dalam rentan waktu sangat lama berdasarkan skala waktu geologi yang dikontrol oleh serangkaian proses dinamika kebumian yang unik. Potensi geowisata yang teridentifikasi di Kabupaten Sumbara Barat terdiri atas wisata gua, pantai, air terjun, singkapan batuan dan struktur geologi.

Wisata Gua

Beberapa gua yang telah teridentifikasi dan telah dinikmati oleh komunitas pencinta alam adalah Gua Mumber, Gua Mahkota/Kalela, dan Gua Serunga.

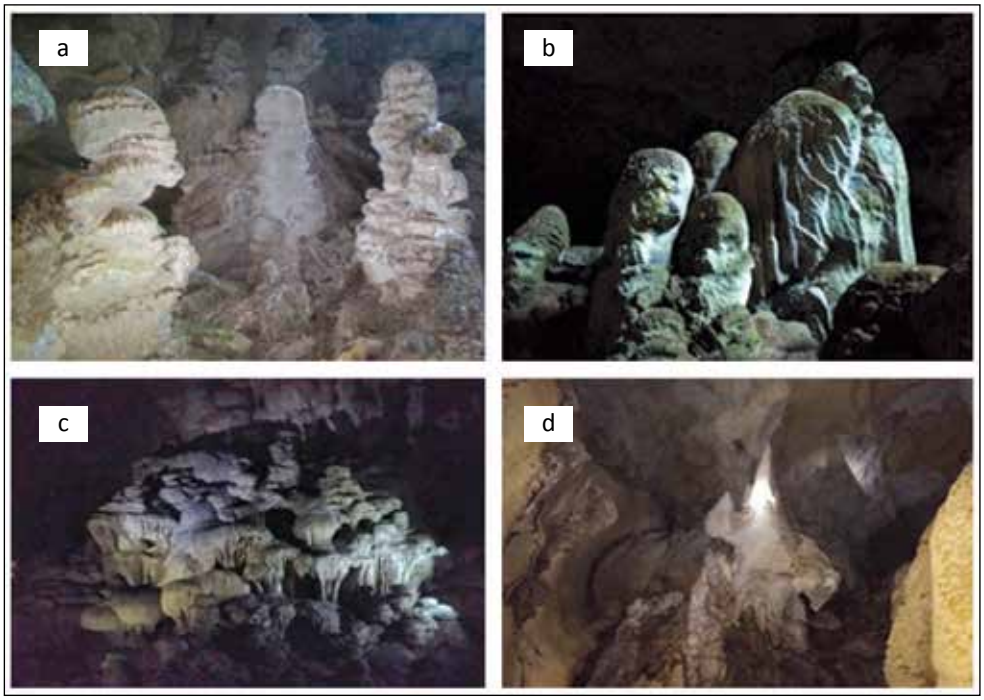
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gua Mumber

Terletak pada koordinat 116,84148° BT dan 8,84353°LS serta 116,98679° BT dan 8,69329° LS dengan batuan penyusun batu gamping bagian dari Formasi Batu Gamping Tufaan (Tmpl).

Di gua ini pula dapat dijumpai interior yang menyerupai lapangan sepak bola yang bentuknya datar dan dikelilingi stalagmit yang mirip dengan sekumpulan penonton yang sedang menyaksikan suatu laga. Pada sudut pandang berbeda, interior di gua ini dapat pula menyerupai sekumpulan makhluk aneh dalam film horor.

Untuk mencapai Gua Mumber diperlukan waktu satu jam dari Taliwang dengan menggunakan mobil dan dua jam jika berjalan kaki menyusuri kawasan Hutan Lindung Brang Rea.



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 1. Salah satu bentuk interior Gua Mumber 1 (a), bentuk interior yang menyerupai manusia (b), dan bentuk menyerupai sekumpulan makhluk aneh seperti dalam film horor (c) pada Gua Mumber 2, stalagmit yang menyerupai mahkota pada Gua Kalela.

Gua Mahkota/Kalela

Tak kalah indah dibandingkan Gua Mumber, kita disuguhi Gua Mahkota yang sangat dekat dari Kota Taliwang. Hanya dengan waktu sekitar satu jam berkendara dan 15 menit berjalan kaki, sampailah wisatawan ke Gua Kalela dan Gua Mahkota. Kedua gua ini terletak di Desa Baru, Kecamatan Jereweh, dengan koordinat 116,84148° BT dan 8,84353° LS serta 116,84196° BT dan 8,84281° LS.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

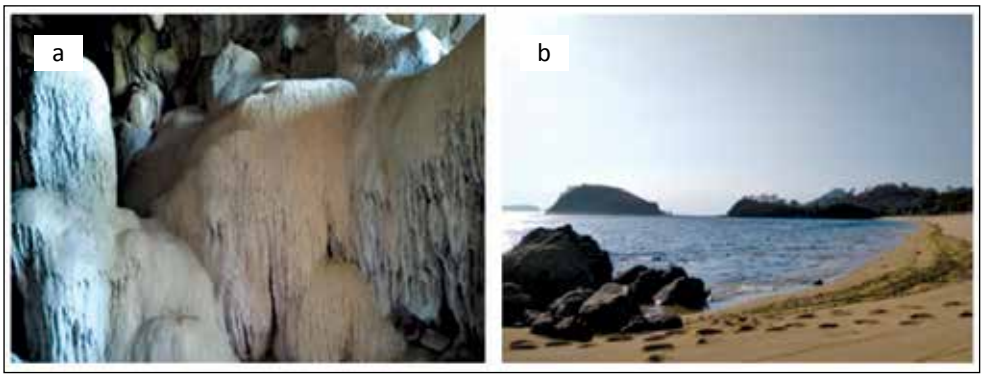
Gua Kalela yang berada di dalam Formasi Batu Gamping Tufaan menyebabkan proses karstifikasi. Namun, proses yang berlangsung lambat karena posisinya relatif di puncak bukit. Akibatnya, suplai air rembesannya sedikit.

Gua Mumber dan Gua Mahkota memiliki sungai bawah tanah yang di bagian hilirnya digunakan penduduk setempat untuk pengairan lahan pertanian.

Gua Serunga

Berbeda dengan gua-gua lainnya di Sumbawa Barat, Gua Serunga menempati sisi tebing sungai sebagai pintu masuknya. Gua Serunga merupakan gua kering dengan dimensi panjang 48 m, lebar 8 m, dan tinggi menyempit dari 5 m di mulut gua sampai 0 m di ujung gua.

Gua Serunga terdapat di Desa Belo, Kecamatan Jereweh, dengan letak koordinat di 116,98613° BT dan 8,07269° LS. Gua Serunga berada pada Formasi Batu Gamping Tufaan (Tmpl). Berdasarkan pada cerita penduduk setempat, banyak masyarakat, baik lokal maupun dari luar daerah, yang sengaja berkunjung ke gua ini dengan tujuan berharap mendapat keturunan (anak).



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 2. a) Interior gua yang memperlihatkan bentuk seorang ibu dan anak-anaknya pada Gua Serunga. b) Bekas pijakan kaki di Pantai Glampar yang lebih membekas dan dalam akibat kandungan fosil *ooze foramifera*.

Pantai dan Pulau

Pantai Glampar

Hamparan pantai dengan pasir menyerupai merica yang hampir sama dengan Pantai Kute dan Tanjung Aaan di Lombok ini sebenarnya adalah fosil foraminifera (*ooze fotaminifera*). Batuan dasar dari pantai ini termasuk dalam satuan lava andesit dari Formasi Batuan Gunung Api Tua Breksi (Tlmvb) yang diperkirakan berumur miosen awal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Secara geografi, pantai ini terletak pada koordinat 116,76567° BT dan 8,64921° LS. Keindahan pantai ini didukung dengan lokasinya yang berada di pinggir jalan Kertasari-Kiantar yang sudah diaspal *hotmix*. Dari segi wisata edukasi, Pantai Glampar sangat menarik untuk diperkenalkan. Seperti genesa pembentukan pantai, mengapa pasirnya berbeda dengan pantai lainnya, dan berbagai pertanyaan lain yang dapat membangun imajinasi dan pengetahuan sehingga terdapat penambahan makna dalam menikmati suatu potensi geowisata.

Pantai Potobatu

Pantai yang sangat terkenal dengan spot *sunset*-nya. Untuk mencapai pantai ini hanya membutuhkan waktu 15 menit berkendara dari Kota Taliwang. Terletak di sisi barat jalan raya Taliwang-Jereweh, pantai ini sangat ramai dikunjungi wisatawan, terutama di sore dan malam hari.

Warisan geologi yang ada di Pantai Potobatu adalah kekar kolom (*columnar joint*) yang rebah di sisi selatan dan batu bolong di sisi tengahnya. Pantai Potobatu berada pada Formasi Batuan Gunung Api Tua lava (Tlmvl). Seperti halnya dengan Pantai Glampar, potensi wisata edukasi juga sangat layak dikembangkan dan dapat dikemas menjadi satu paket wisata tersendiri.

Pulau Kenawa

Wisatawan yang berkunjung ke Pulau Kenawa akan merasakan sensasi menjadi orang kaya yang punya pulau pribadi karena suasana pulau yang sepi tak berpenghuni



Sumber: Diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas: Pulau_kenawa.jpg

Gambar 4. Perpaduan harmoni alam di Pulau Kenawa menawarkan pasir putih, laut yang terlihat dasarnya, dan hamparan rumput, serta langit biru terkemas dalam suasana keheningan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

seakan-akan pulau tersebut miliknya sendiri. Pulau Kenawa memiliki hamparan pantai berpasir putih yang menawan.

Daratan Pulau Kenawa diselimuti padang sabana yang hijau seperti permadani pada musim hujan. Untuk mendapatkan foto keren pulau kecil dengan sabana yang lebat di pulau ini, wisatawan harus menyeberang dari Pelabuhan Poto Tano selama kurang-lebih 1,5 jam dengan menggunakan sampan nelayan.

Air Terjun Kalela

Air Terjun Kalela merupakan bagian hilir dari sungai bawah tanah Gua Kalela yang berada di atasnya. Debit air terjun ini dikontrol oleh musim, debit besar pada musim hujan dan akan mengecil kalau musim kemarau.

Secara geografis, Air Terjun Kalela terletak pada koordinat 116,83733° BT dan 8,84637° LS, berada pada kawasan Hutan Lindung Jerewah. Akses menuju lokasi ini sangat mudah, dan tersedia lokasi parkir mobil walaupun belum tertata dengan baik.

View Point Mantar

View point Mantar adalah spot di ketinggian 650 mdpl yang merupakan puncak dari Gunung Mantar. Secara geografis, kawasan ini terletak pada koordinat 116,827° BT dan 8,614° LS dan menempati Formasi Batuan Gunung Api Tua Breksi (Tlmvb). Lokasi ini aman dari bencana tanah longsor karena kekuatan batuan penyusunnya. Akan tetapi, kondisi air tanah yang hanya melalui media rekahan atau sarang membuat daerah ini termasuk dalam akuifer produktivitas kecil dan setempat berarti. Penduduk memanfaatkan sumur gali berdebit kecil untuk mencukupi kebutuhan hidupnya.



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 5. Suasana tenang dan air jernih yang ditawarkan Air Terjun Kalela.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dari lokasi ini, kita dapat melihat Selat Alas dan wilayah Sumbawa dengan leluasa. Desa Mantar juga merupakan desa tertua yang meninggali daerah di sekitar Kabupaten Sumbawa Barat. Untuk sampai ke lokasi ini, kita bisa menggunakan kendaraan biasa sampai pemberhentian terakhir. Setelah itu, harus menggunakan mobil bergardan dobel karena medan yang terjal. Namun, hal ini tidak berlaku bagi pengendara roda dua, yang hanya memerlukan nyali yang kuat karena jalan sudah dicor dengan semen.

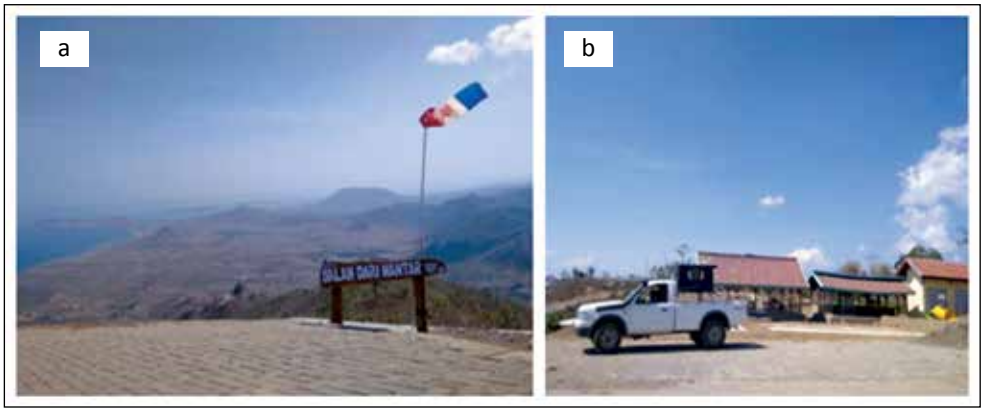
Puncak Mantar merupakan spot *paragliding* atau paralayang yang sangat populer di Nusa Tenggara Barat, bahkan setiap tahun selalu diadakan kegiatan berskala nasional di lokasi ini. Dengan *start* awal di lokasi *view point* dan mendarat di Pantai Pototano, para pencinta olahraga ini disuguhi keindahan alam pegunungan dan pantai sekaligus dengan jajaran kapal penumpangnya.

D. PEMANFAATAN DAN PENGELOLAAN GEOWISATA

Pemanfaatan

Geologi, dengan semua proses di dalamnya, memang sangat berhubungan dengan kehidupan manusia sehari-hari, termasuk geowisata (Booth & Brayson, 2011). Potensi geowisata yang ada di Kabupaten Sumbawa Barat belum semuanya dimanfaatkan dan dapat diakses oleh masyarakat. Untuk wisata gua, masih terbatas pada penikmat wisata minat khusus dari kalangan mahasiswa pencinta alam, serta *surveyor*, dan akademisi. Demikian halnya dalam menjadikan mineral, kristal mineral, dan batu permata, singkapan batuan, dan struktur geologi sebagai potensi wisata prioritas, atau setidaknya memasukkannya ke daftar lokasi wisata yang ingin dikunjungi.

Geowisata tidak hanya untuk mendapatkan pelajaran, tetapi juga pengalaman (Bujdosó, Dávid, Wéber, & Tenk, 2015), pengalaman merasakan, menjalani, dan menikmati. Di sinilah letak mengapa geowisata kadang belum melekat di hati



Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar 6. Salam dari Mantar, *view point* dari Puncak Gunung Mantar (a) dan fasilitas tempat peristirahatan sederhana bagi pengunjung atau penikmat paralayang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

wisatawan. Pengalaman seperti disebutkan belum menjadi kebutuhan dan memang begitulah sebabnya geowisata dikategorikan menjadi wisata minat khusus. Selain itu, tidak semua pelaku geowisata mendapatkan pengalaman hakiki atas perjalanannya.

Bagaimana agar geowisata dapat berkembang dan mempunyai peran terhadap pembangunan di daerah bukan hanya ditinjau dari segi kontribusinya terhadap pendapatan daerah, tetapi kontribusinya terhadap pembangunan manusianya. Jika masyarakat dapat memahami bagaimana menjaga keberlangsungan suatu objek geowisata maka di titik itu dapat dikatakan pembangunan manusia di sektor ini berhasil. Namun, bagaimana dapat menjaga keberlangsungannya jika tidak ada minat untuk menikmatinya dan mengenalinya. Seperti kata pepatah, tak kenal maka tak sayang.

Pengelolaan Geowisata

Keberhasilan pengembangan *geopark* dan konservasi bergantung pada dua hal. Pertama, penghargaan dan partisipasi *stakeholder* terhadap nilai warisan dan potensi ekonominya. Kedua, program pendidikan publik yang dirancang untuk berbagai *stakeholder* (Azman, Abdul, & Puay, 2010). Potensi wisata harus dilihat secara menyeluruh (Deniz & Hilal, 2011). Hal ini karena sebuah *geopark* tidak hanya meliputi isu-isu geologis saja. Pada kenyataannya, banyak warisan geologi bersentuhan dengan isu-isu keragaman biologi dan keragaman budaya. Dalam pemanfaatannya juga berkaitan dengan pengembangan aspek sosial serta ekonomi sehingga diperlukan partisipasi seluruh *stakeholder*. Geowisata adalah cikal-bakal dari *geopark*. Dalam hal pengelolaan untuk pembangunan, geo kemudian diartikan luas, geo lebih dari geologi, geo yang dimaksud meliputi isu-isu geografi, ekologi, tata ruang, dan keekonomian (Oktariadi, 2014).

Melihat masih kurangnya minat terhadap geowisata, beberapa hal yang teridentifikasi dapat dilakukan adalah:

- Penyediaan infrastruktur, terutama akses jalan. Hendrivo dalam Riyanto, Hamzari, & Golar (2014) menyatakan bahwa aksesibilitas yang mudah dijangkau merupakan syarat utama memotivasi pengunjung yang akan datang ke suatu lokasi objek wisata, terutama yang bisa dilalui dengan kendaraan;
- Penyebarluasan informasi melalui brosur, *leaflet*, maupun media lainnya tentang geowisata, baik lokasi dan atraksinya maupun melakukan sosialisasi ke sekolah;
- Uji coba pengenalan terhadap kalangan internal pegawai pemda dapat melalui *outbound* sehingga bisa meningkatkan jalinan kekeluargaan dan kerja sama yang sangat penting terhadap pelaksanaan tugas;
- Meningkatkan kapasitas sumber daya manusia yang mengelola, terutama penguatan pada Dinas Pariwisata;
- Melibatkan masyarakat dalam hal konservasi, jasa pariwisata, dan usaha yang berkaitan dengannya;

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Seperti telah disebutkan bahwa geo yang dimaksud meliputi isu-isu geografi, ekologi, tata ruang, dan keekonomian, maka sebaiknya wisata yang ditawarkan dikemas dalam paket wisata. Misalnya memadukan geowisata, wisata edukasi, dan wisata budaya.

E. DISKUSI DAN REKOMENDASI

Lokasi-lokasi geowisata yang disebutkan sebelumnya masih ada yang belum dimasukkan ke Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sumbawa Barat Tahun 2011-2031. Oleh karena itu, dapat dimaklumi jika infrastruktur jalan sebagai akses menuju objek geowisata belum memadai. Begitu pun infrastruktur pendukung dalam industri pariwisata. Dampak lain dari belum dimasukkannya geowisata ke RTRW adalah kemungkinan munculnya tumpang-tindih penggunaan kawasan. Sebagai contoh menjadi kawasan pertambangan. Lokasi geowisata, seperti singkapan batuan, dapat dijadikan kawasan pertambangan karena berpotensi untuk ditambang. Begitu pun singkapan batuan yang memperlihatkan struktur batuan yang merupakan warisan geologi.

Kondisi paling kritis terjadi apabila bentang alam karst menjadi sasaran penambangan. Padahal, fungsi karst sangat vital bagi kehidupan, misalnya peran terhadap fungsi hidrologi, habitat hidup hewan tertentu, serta peran terhadap perbaikan suhu global. Sistem dinamik karst mencakup pembentukan batuan karbonat, pelarutan, dan pelapukan. Pembentukan batuan karbonat memberikan kontribusi besar terhadap hilangnya CO2 di atmosfer secara umur geologis, sebagai hasil dari proses, konsentrasi CO2 berkurang dari lebih dari 25% di atmosfer bumi purba menjadi 0,03–0,04% di atmosfer modern (Cao, Hu, Groves, Huang, Yang, & Zhang, 2016). Peran semua *stakeholder* benar-benar dibutuhkan untuk menjaga agar hal tersebut tidak terjadi. Kerja sama antara institusi dan negara penting untuk memelihara dan mengembangkan strategi konservasi serta menjadikannya prioritas (Erikstad, 2013). Oleh karena itu, kiranya RTRW dapat direvisi untuk mengakomodasi pentingnya menjaga aset warisan geologi, dapat pula dengan jaminan regulasi oleh pemerintah daerah. Geowisata diperkirakan akan semakin berkembang dan dibutuhkan sebagai wisata seiring perkembangan tren masyarakat. Hal ini karena geowisata memiliki nilai tambah melebihi nilai yang diperoleh dari wisata umum yang terlebih dulu ada.

F. KESIMPULAN

Meskipun terdapat banyak keragaman geologi, geowisata belum bisa menjadi penopang yang signifikan terhadap pendapatan daerah. Hal ini masih sulit mengingat pemanfaatan potensi geowisata masih sangat minim sehingga kontribusi dalam pembangunan di sektor perekonomian belum bisa terlihat. Potensi pembangunan manusia lewat geowisata melalui wisata edukasi yang terkandung di dalamnya juga harus mulai dikembangkan. Hal mendesak yang harus dibenahi dalam

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pengelolaan potensi geowisata adalah memasukkannya ke kawasan wisata pada RTRW Kabupaten Sumbawa Barat dengan menentukan kawasan wisata dalam pola ruang dan merencanakan infrastruktur dalam perencanaan struktur ruang. Selain itu, keterlibatan seluruh pihak adalah keniscayaan. Geowisata, seperti wisata umumnya, harus berkelanjutan sehingga konservasi wajib menjadi muatan edukasi baik dalam kurikulum pendidikan setempat serta terbangun menjadi kebiasaan dan kearifan lokal.

G. UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan salah satu bentuk ekstraksi dari kegiatan Evaluasi Kawasan Bentang Alam Karst Kabupaten Sumbawa Barat pada bidang Geologi Lingkungan Pusat Air Tanah dan Geologi Lingkungan Badan Geologi. Oleh karena itu, terima kasih tak terhingga kami haturkan kepada jajaran pimpinan atas terlaksananya kegiatan tersebut serta Pemerintah Kabupaten Sumbawa Barat dan masyarakat yang telah membantu tim pelaksana.

DAFTAR ACUAN

Azman, N., Abdul, S., & Puay, O. (2010). Public Education in Heritage Conservation for Geopark Community. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 7*(C), 504–511.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa Barat. (2019). Kabupaten Sumbawa Barat Dalam Angka.

Booth, K., & Brayson, J. (2011). Geology, landscape and human interactions: examples from the Isle of Wight. *Dalam Proceedings of the Geologists' Association,* 122, 938–948.

Brázdil, R et al. (2016). 'Climatic effects and impacts of the 1815 eruption of Mount Tambora in the Czech Lands'. *Clim. Past*, *12*, 1361–1374.

Brönnimann, S., & Krämer, D. (2016). Tambora and the "Year Without a Summer" of 1816. *Geographica Bernensia, G90*, 48.

Bujdosó, Z., Dávid, L., Wéber, Z., & Tenk, A. (2015). Utilization of geoheritage in tourism development. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 188, 316–324.

Cao, J., Hu, B., Groves, C., Huang, F., Yang, H., & Zhang, C. (2016). Karst dynamic system and the carbon cycle. *Zeitschrift für Geomorphologie*, *60*(2), 035–055.

Deniz, B., & Hilal, T. (2011). Evaluation of the tourism potential of Beparmak Mountains in the respect of protection-use balance. *Procedia Social and Behavioral Sciences , 19*, 250–257.

Ehsan, S., Begum, R. A., & Leman, M. S. (2016). Competitive Advantage of Geotourism Market in Malaysia: a Comparison among ASEAN Economic. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 219*, 228–234.

Erikstad, L. (2013). Geoheritage and geodiversity management - the questions for tomorrow. *Proceedings of the Geologists' Association,* 124, 713–719.

Munadjat, B. (2015). Pengaruh Sektor Unggulan dan Determinasi Ekonomi di Wilayah Pulau Sumbawa Tahun 2005–2013. *Media Ekonomi*, *23*(2), Agustus 2015.

Newsome, D. (2006). *Geotourism Sustainibility, impact, and management.* Oxford: Elsevier Ltd.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Newsome, D., Dowling, R., & Leung, Y. (2012). The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives, 2–3*, 19–27.

Oktariadi, O. (2014). *Geopark dan Penataan Ruang*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

Pemerintah Kabupaten Sumbawa. (2012). Peraturan Daerah Kabupaten Sumbawa Barat Nomor 2 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sumbawa Barat Tahun 2011–2031.

Riyanto, Hamzari, & Golar. (2014). Analisis Pembangunan Ekowisata di Kawasan Taman Hutan Raya Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus pada Blok Pembangunan Wisata Ngata Baru Kabupaten Sig). *WARTA RIMBA, 2*(1), 153–163.

Ruban, D. A. (2015). Geotourism - A geographical review of the literature. *Tourism Management Perspectives, 15*, 1–15.

Wikipedia. *Pulau Kenawa*. Diakses pada 31 Juli 2019 dari https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Pulau_kenawa.jpg..

Wirakusumah, A. D., & Rachmat, H. (2017). Impact of the 1815 Tambora Eruption to global climate change Impact of the 1815 Tambora Eruption to global climate change. *Science, Environmental*, *71*(012007), 1–9.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

JEJAK AKTIVITAS VULKANIK PURBA SELATAN JAWA SEBAGAI POTENSI GEOWISATA: STUDI KASUS DESA PURWODADI, KECAMATAN TIRTOYUDO, MALANG SELATAN, JAWA TIMUR

SOUTHERN JAVA ANCIENT VOLCANIC ACTIVITY TRACES AS A GEOTOURISM POTENTIALS: A CASE STUDY OF PURWODADI VILLAGE, TIRTOYUDO SUB-DISTRICT, SOUTHERN MALANG, EAST JAVA

[1]Iqbal Daffa Pradana[*], **[1]V. A. Elvien Kristian**, **[1]Bramasta Adya Dewanta**

[1]Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Jl. Veteran Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia.
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Brawijaya.
[1,*]*E-mail*: *iqbaldaffap@student.ub.ac.id*

ABSTRACT

This research has been conducted in Purwodadi Village, Tirtoyudo Sub-District, Southern Malang, East Java. The area of interest shows traces of ancient volcanic activity of the South of Java, which caused the research area to have very interesting geological and landscape values. This research area also has supporting tourism activities such as snorkeling, fishing boats tours, camping, trekking, and fishing cliffs. The composition of geological and tourism values is hardly found in other locations. This study aims to identify, describe, assess and classify sites that have the potentials as geotourism sites. Using the assessment method by Kubalíková (2013), which is a composition and modification of several assessment methods, it can be determined how much potentials each research site has. This method have criterias in the form of scientific and intrinsic values, educational, economics, conservation and additional values. The study area has the potential as a geotourism site according to the assessment results and the existence of geological features that are difficult to find in other places, one of which is an intrusive body that become waterfalls and trace of mineralizations on the coast. It is hoped that this research will be useful to improve geotourism development and geosciences education.

Keywords: *Tirtoyudo, Ancient Volcanics, Geotourism, Assesment, Development.*

ABSTRAK

Penelitian ini telah dilakukan di daerah pegunungan selatan di Kabupaten Malang, tepatnya di Desa Purwodadi, Kecamatan Tirtoyudo, Malang Selatan, Jawa Timur. Daerah Purwodadi yang merupakan bagian dari Malang Selatan menunjukkan jejak aktivitas vulkanik purba dari selatan Jawa yang menyebabkan daerah penelitian ini memiliki nilai-nilai geologis dan lanskap yang sangat menarik. Selain itu, daerah penelitian ini memiliki aktivitas wisata seperti *snorkeling*, wisata dengan kapal nelayan, *camping*, *trekking,* dan tebing pemancingan. Komposisi nilai geologis dan wisata ini hampir tidak terdapat di lokasi lain. Penelitian ini memiliki tujuan mengidentifikasi,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mendeskripsi, menilai, dan mengelompokkan situs yang berpotensi sebagai situs geowisata. Penelitian ini menggunakan metode penilaian oleh Kubalikova (2013) yaitu komposisi dan modifikasi dari beberapa metode penilaian. Metode ini digunakan untuk menentukan seberapa besar potensi yang dimiliki oleh setiap situs penelitian. Metode ini mengedepankan kriteria berupa nilai ilmiah dan intrinsik, nilai-nilai pendidikan/edukasi, ekonomi, konservasi, dan nilai-nilai tambahan seperti keindahan dari ketampakan dan sebagainya. Hasilnya menunjukkan bahwa daerah penelitian benar memiliki potensi sebagai situs geowisata. Hal ini ditinjau dari hasil penilaian dan keberadaan fitur-fitur geologi yang sulit ditemukan di tempat lain. Salah satu fitur geologi tersebut yaitu tubuh intrusi yang menjadi air terjun dan jejak mineralisasi di pinggir pantai. Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk meningkatkan pengembangan geowisata dan edukasi geosains.

Kata kunci: Tirtoyudo, Gunung Api Purba, Geowisata, Penilaian, Pengembangan.

A. PENDAHULUAN

Bagian selatan dari Kabupaten Malang, khususnya di wilayah penelitian, tersusun dari komposisi fitur dan sejarah geologi yang unik dan beragam. Daerah ini sebagian besar terdiri atas jejak aktivitas vulkanik tersier dan kuarter, juga menunjukkan aktivitas sedimen tersier pada beberapa tempat. Singkapan dari batuan dasar Pra-Eosen Tengah umumnya hanya ditemukan di tiga lokasi, yaitu Luk Ulo/Karangsambung, Bayat/ Bukit Jiwo di Jawa Tengah, dan di sepanjang bagian utara dari pegunungan selatan (Gorsel, 2018).

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Turen oleh Sujanto, Hadisantono, Kusnama, Chaniago, & Baharudin (1992), formasi-formasi yang menyusun zona pegunungan selatan Kabupaten Malang diselaraskan terhadap beberapa formasi. Formasi tersebut, antara lain Formasi Mandalika (Tomm) dan Mandalika Tuff (Tomt) yang terdiri atas tuf andesit-riolitik-dasitik. Selanjutnya, breksi andesitik yang mengalami alterasi propilitik. Formasi Wuni (Tmw) terdiri atas beberapa endapan vulkanik tersier, seperti andesit-basaltik, breksi dan lava, breksi tufa, breksi laharik, serta tuf berpasir. Ada juga beberapa intrusi beku tersier (Tomi) yang merupakan granodiorit (gd), dasit (da), dan diorit (di). Sementara Formasi Wonosari (Tmwl) dan Formasi Nampol (Tmw) menunjukkan aktivitas sedimen tersier yang sebagian besar merupakan fasies karbonat dan batuan siliklastik.

Pada periode tersier, Malang bagian selatan merupakan bagian dari aktivitas vulkanik tersier selatan Jawa atau biasa disebut dengan pegunungan selatan (*southern mountain*). Pegunungan tersebut merupakan jejak dari Formasi Andesit Tua (Old Andesite Formation/OAF) yang sudah tererosi. Kebanyakan dari zona ini telah mengalami pengangkatan (*uplift*) dan termiringkan (*tilted*) ke arah selatan yang diakibatkan oleh aktivitas tektonik pada akhir tersier (pliosen) hingga awal kuarter (pleistosen). Aktivitas pengangkatan tersebut diikuti juga dengan aktivitas perlipatan dan penyesaran yang lemah, membentuk struktur-struktur berupa sesar yang berkembang di permukaan dengan tren NE-SW dan NW-SE.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batuan hasil aktivitas OAF menjadi *basement* yang kokoh untuk terbentuknya *platform* karbonat. Akibatnya, beberapa fasies batuan karbonat Miosen dapat berkembang. Misalnya, faises klastik, baik kimiawi maupun biokimia. Pada beberapa lokasi, fasies tersebut telah tersingkap akibat pengangkatan kuarter *(quarternary uplift)* dan mengalami karstifikasi. Batuan karbonat ini diselaraskan sebagai Formasi Wonosari (Tmwl) yang tumbuh secara sempurna di selatan Jawa Tengah. Pada daerah Malang Selatan, fasies karbonat yang paling berkembang adalah fasies karang (*reefal facies*) yang ditunjukkan dengan banyaknya fosil dari filum *Cnidaria* (Van Bemmelen, 1949 melalui Darman & Sidi, 2000; Gorsel, 2018).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan daerah pesisir di Desa Purwodadi, Kecamatan Tirtoyudo dan sekitarnya dari lokasi penelitian. Selain itu, juga meningkatkan ketertarikan geosaintis amatir maupun profesional, lembaga pendidikan seperti sekolah, universitas, keguruan, hingga seniman, sejarawan, dan lainnya yang memiliki ketertarikan lebih pada pemandangan dan keindahan alam (Joyce, 2006 dalam Firdaus, 2017).

B. METODE

Daerah potensi geowisata yang diteliti berada di daerah Desa Purwodadi, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang, Jawa Timur, yang bertempat pada beberapa situs sepanjang jalur Dampit-Purwodadi. Penelitian ini memiliki target hasil berupa mengidentifikasi, mendeskripsi, dan melakukan pengelompokan berdasarkan pada penilaian terhadap situs-situs yang memiliki potensi geowisata. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung, yang dimulai pada 30 April 2019 hingga 12 Mei 2019 pada situs-situs yang telah dipilih serta dengan data tambahan berupa jejak digital seperti foto yang didapat melalui aplikasi Google Earth. Tiap situs kemudian dianalisis dan dinilai dengan metode penilaian geowisata oleh Kubalíková (2013).

Metode penilaian geowisata oleh Kubalikova (2013) merupakan komposisi dan modifikasi dari beberapa penilaian yang sudah ada. Penilaian tersebut di antaranya metode penilaian oleh Coratza dan Giusti (2005); Bruschi dan Cendrero (2005); Serrano dan Gonzales-Trueba (2005); Pralong (2005); Reynard (2007); Pereira (2007); serta Zouros (2007).

Penilaian dalam metode ini bersifat numerik dengan beberapa kriteria. Kriteria tersebut berupa nilai ilmiah dan intrinsik *(geologically based scientific and intrinsic value)*, nilai pendidikan/edukasi *(educational values)*, ekonomi *(economical values)*, konservasi *(conservation value)*, dan nilai-nilai tambahan *(added value)* seperti keindahan ketampakan (Kubalikova, 2013). Nilai minimum yang bisa dicapai untuk suatu situs geowisata adalah nol, sedangkan nilai maksimumnya 18,5 satuan skor. Kelima kriteria tersebut dijabarkan secara detail pada Tabel 1 di bawah ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis penilaian geowisata menggunakan metode penilaian oleh Kubalíková (2013), didapatkan hasil seperti pada Tabel 3. Dalam tabel itu, terdapat 10 situs yang berpotensi untuk dijadikan dan atau dikembangkan menjadi situs geowisata. Dapat dilihat bahwa skor penilaian terendah dimiliki oleh situs yang berada di daerah Pantai Wedi Putih dan Coban Lesung Bidadari dengan skor 6. Potensi paling besar berada di Pantai Banyu Anjlok dan Pantai Bolu-Bolu dengan skor 12. Selanjutnya, Pantai Lenggoksono, Sipelot, dan Kletakan menyusul dengan skor 11. Pada Grafik 1, lokasi-lokasi ini memiliki nilai yang cenderung tinggi karena memiliki nilai saintifik, edukasi, konservasi, dan estetika (*added values*) yang cukup baik. Situs-situs tersebut dapat dimaksimalkan dengan dukungan beberapa situs di sekitarnya yang dapat dikembangkan, seperti Pantai Wedi Awu, Pakisan, Wedi Putih, dan Coban Lesung Bidadari, yang memiliki skor berkisar 30–43% dari skor maksimum pada metode penilaian. Lokasi-lokasi yang memiliki nilai kecil cenderung memiliki nilai ekonomi dan edukasi yang rendah.

Berdasarkan pada referensi Tabel 1, kelemahan dari semua situs yang ada di lokasi penelitian adalah pada kriteria nilai edukasi, yang ditunjukkan oleh modus nilai 0 pada kriteria Eksemplaritas dan Penggunaan Pengajaran (Edukasi-B). Hal ini terjadi karena belum banyak penggunaan situs ini untuk pembelajaran, bahkan keberadaan lokasi-lokasi ini juga belum banyak didengar oleh masyarakat terpelajar sehingga menyebabkan kurangnya aktivitas riset dan pembelajaran pada lokasi-lokasi ini. Selain itu, modus nilai 0 terdapat pada kriteria Keberadaan Produk Lokal pada Nilai Ekonomi (Ekonomi-C) disebabkan oleh kurangnya pemberdayaan masyarakat dalam membuat produk khas lokal, seperti kerajinan dan pangan. Kelemahan-kelemahan inilah yang harus difokuskan untuk dibenahi dan dikembangkan. Publikasi yang intens dan pembuatan produk edukasi juga perlu dilakukan sehingga kriteria-kriteria tersebut akan menjadi maksimal dan memberikan skor keseluruhan yang baik pada situs-situs ini. Nilai saintifik dan intrinsik yang cenderung tinggi disebabkan oleh uniknya komposisi geologi regional di lokasi penelitian.

Terdapat 10 tempat yang diteliti pada penelitian ini. Namun, dalam pembahasannya, akan dibahas lima tempat saja. Hal ini dilakukan karena kelima tempat ini memiliki keunikan geologi yang tinggi dan keterkaitan aksesibilitas yang mudah. Pengunjung dapat menggunakan kendaraan motor hingga ke Pantai Lenggoksono, lalu melanjutkan dengan perahu yang disewakan oleh Kelompok Masyarakat Pengawas (Pokmaswas) Desa Purwodadi.

Pantai Lenggoksono

Secara geologi, pantai ini berada pada zona kontak dua formasi vulkanik di sebelah selatan Malang, yaitu antara Formasi Mandalika (Tomm) dan Satuan Intrusi Tersier (Tomi), berupa intrusi granodiorit. Kontak kedua formasi ini dapat terlihat pada daerah Pantai Lenggoksono yang terletak pada tebing sebelah timur pantai.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Beberapa situs, seperti Pantai Banyu Anjlok, Bolu-Bolu, Kletakan, Wedi Putih, Sipelot, dan Wedi Awu, berada di sekitar Pantai Lenggoksono sehingga membuat Pantai Lenggoksono menjadi titik yang tepat untuk dikunjungi. Jalan utama juga berujung pada Pantai Lenggoksono. Fasilitas turis seperti toilet/kamar mandi, tempat makan, tempat penyimpanan, dan peminjaman barang terdapat di pantai ini. Selain itu, untuk mengunjungi pantai-pantai yang disebutkan di atas dari Pantai Lenggoksono dapat digunakan fasilitas transportasi berupa perahu nelayan. Hanya dengan membayar sebesar Rp60.000,00 dapat mengunjungi ketiga tujuan utama yang telah disebutkan sebelumnya.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 1. Air terjun Banyu Anjlok yang merupakan aliran lava basaltik pada gambar (a), singkapan batuan konglomerat monomik, fragmen berupa andesit-basaltik, terlapukkan kuat pada gambar (b), sedangkan gambar (c) menunjukkan Banyu Anjlok merupakan air terjun yang mengalir langsung ke perairan Teluk Lenggoksono.

Banyu Anjlok

Situs ini terletak dekat dengan Pantai Lenggoksono. Situs ini merupakan situs yang paling unik sehingga memiliki nilai saintifik dan intrinsik yang tinggi. Pada Gambar 1, tampak singkapan batuan berstruktur masif berwarna gelap (mafik). Batuan tersebut kemungkinan andesit-basaltik dengan mekanisme pembentukan aliran lava, diselaraskan sebagai unit andesit-basaltik dari Formasi Mandalika (Tomm). Terdapat juga singkapan batuan konglomerat dengan fragmen.

Keunikan dari situs ini adalah batuan tersebut menjadi fondasi yang kuat untuk berkembangnya air terjun. Terlebih, air terjun pada lokasi ini mengalir langsung ke perairan di Teluk Lenggoksono sehingga menawarkan pemandangan air terjun sekaligus pemandangan perairan selatan. Kelemahan dari lokasi ini adalah aksesnya hanya melalui jalur perairan (kapal nelayan). Diperlukan pengembangan pada jalur darat dengan melakukan pembukaan lahan. Namun, nilai wisata akan lebih terasa jika perjalanan menggunakan jalur perairan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pantai Bolu-bolu

Pada pantai ini (Gambar 2) terdapat singkapan batuan beku dengan tekstur fanerik, intermediet. Pantai ini memiliki struktur kekar-kekar kolom yang berjajar secara horizontal. Berdasarkan pada kekar kolom ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa bidang pendinginannya berada sisi samping, kemudian membentuk rekahan yang berkembang ke arah tengah.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 2. Gambar (a) dan (b) menunjukkan morfologi Pantai Bolu-Bolu dengan singkapan batuan beku berstruktur kekar kolom. Gambar (c) menunjukkan ketampakan batuan lebih dekat, terlihat bahwa berkembang kekar-kekar geser (*shear joints*).

Mekanisme pembentukan yang paling mungkin adalah intrusi *siil*. Singkapan batuan ini sudah mengalami alterasi dilihat dari keberadaan mineral-mineral sekunder seperti pirit. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai jenis alterasi ataupun diagenesis lanjutan yang dialami oleh batuan. Pada daerah ini juga berkembang kekar-kekar tektonik seperti kekar tarik (*tension joints*). Lokasi ini memiliki potensi geowisata yang tinggi bersamaan dengan Banyu Anjlok, memiliki skor hingga 64%. Potensi ini dapat dilihat dari uniknya fitur geologi yang dimilikinya. Selain itu, lokasi ini merupakan salah satu lokasi yang dikonservasi dan diakui oleh Pemerintah Kabupaten Malang yang ditunjukkan dengan adanya panel informasi. Seperti Pantai Banyu Anjlok, untuk mencapai lokasi ini diperlukan perjalanan laut.

Teluk Kletakan

Lokasi ini memiliki fitur geologi berupa intrusi batuan beku dengan warna cenderung lebih gelap dibandingkan singkapan yang ditemukan pada Pantai Bolu-Bolu. Pada lokasi ini, fraktur juga berkembang dengan arah NE-SW, yang dapat dilihat pada Gambar 3 (c). Hal ini ada kemungkinan terbentuk oleh gaya sekunder yang dialami saat aktivitas pengangkatan di akhir tersier. Di atasnya, terdapat lapisan batuan tuf dengan warna putih menunjukkan pelamparan horizontal. Pada beberapa daerah menunjukkan jejak deformasi getas.

Teluk Kletakan memiliki nilai konservasi dan ekologi tinggi karena merupakan daerah konservasi dengan biodiversitas terumbu karang dan ikan-ikan. Hal ini dimanfaatkan menjadi wisata air berupa *snorkeling* pada beberapa daerah, dapat

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 3. Teluk Kletakan: Kekar kolom pada gambar (a) dan (b) yang merupakan batuan andesit-basaltik dengan mekanisme intrusi, gambar (c) menunjukkan struktur penciri sebuah intrusi (*sheeting joints*).



Sumber: Google Earth, 2018

Gambar 4. Aktivitas berenang (a) dan *snorkeling* (b) sambil menikmati biodiversitas terumbu karang dan hewan laut yang bisa dinikmati pada daerah Teluk Kecil Kletakan.



Sumber: Google Earth (2018)

Gambar 5. Gambar (5a) dan (5b) Singkapan breksi vulkanik yang telah mengalami denudasi dan membentuk *stack*. Gambar (5c) singkapan breksi autoklastik yang berada pada Pantai Wedi Awu.

dilihat pada Gambar 4 (a) dan (c). Lokasi ini berada di tengah perairan sehingga perlu menggunakan jasa perjalanan laut/penyewaan kapal nelayan. Juga tersedia jasa peminjaman alat pendukung kegiatan *snorkeling*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pantai Wedi Awu

Pada pantai ini, terdapat singkapan batuan breksi autoklastik sebagai produk dari aliran lava, fragmen bersifat basaltik dapat dilihat pada Gambar 5 (c). Selain itu, tedapat singkapan batuan breksi monomik, kemas terbuka, terbentuk oleh aktivitas vulkanis dengan sistem pengendapan aliran piroklastik (*pyroclastic flow*). Beberapa bagian dari tubuh batuan ini sudah mengalami denudasi tingkat lanjut sehingga membentuk *stack* yang berjajar.

D. KESIMPULAN

Daerah penelitian merupakan daerah yang memiliki potensi besar sebagai situs geowisata berdasarkan pada skor asesmen. Nilai yang melebihi 50% termasuk memiliki potensi geowisata yang besar. Keberadaan fitur-fitur geologi dan sejarah pembentukan yang unik serta menarik merupakan bagian dari sedikit lokasi penemuan. Keunikan tersebut berupa jejak-jejak dari aktivitas vulkanik purba pada periode tersier tempat ditemukannya singkapan-singkapan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Prof. Adi Susilo, Ph.D., selaku dosen Program Studi Teknik Geofisika Universitas Brawijaya dan saudara Esti Marufatul Khusna selaku mahasiswa Teknik Geofisika Universitas Brawijaya yang membimbing penulis.

F. SARAN/REKOMENDASI

Saran atau rekomendasi dari penelitian ini adalah perlu diadakan kerja sama antara pihak Perhutani, pemerintah kabupaten, dan warga lokal untuk menumbuhkan kesadaran geowisata yang berjangka panjang. Dari 10 tempat yang diteliti, lima tempat yang dibahas merupakan daerah yang sudah cukup untuk dikembangkan, sedangkan lima tempat lainnya memerlukan usaha lebih untuk pengembangan akses, fasilitas umum, dan usaha masyarakat lokal.

DAFTAR ACUAN

Darman, H., & Sidi, F. H. (2000). *An outline of the geology of Indonesia*. Jakarta: Indonesian Association of Geologist, p.254.

Firdaus, Z., Dennis, Q., & Hisyam, F. (2017). Coastal geotourism development and geohazard mitigation: case study: Southern Malang coasts, East Java. *Proceedings Joint Convention Malang 2017, HAGI-IAGI-IAFMI-IA TMI (JCM 2017)*.

Google Earth. (2018). Teluk Kletakan, Malang, Indonesia. 8° 23' 0,276"S, 112° 48' 52,92"W, 17 m. Diakses pada 10 Juli 2019 dari http://www.earth.google.com.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Google Earth. (2018). Wedi Awu, Malang, Indonesia. 8° 22' 34,32"S, 112° 50' 39,44"W, 17 m. Diakses pada 10 Juli 2019 dari http://www.earth.google.com.Kubalikova, Lucie. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism, 2*(2), 80–104. DOI: 10.2478/cjot-2013-0005.

Sujanto, R. H., Kusnama, R. C., & Baharudin, R. (1992). *Peta Geologi Lembar Turen, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

van Bemmelen, R. W. (1949). *The Geology of Indonesia (Vol 1)*. The Hauge: Government Printing Office.

van Gorsel, J. T. (2009). A bibliography and brief history of Indonesia geology literature. *Proc. 33rd Ann. Conv. Indonesian Petroleum Association, Jakarta 2009*, *vol. 1*, p. 429–460.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1

1. Nilai-nilai Saintifik dan Intrinsik (*Scientific and Intrinsic Values*)	
A. Integritas	0 - situs rusak total
	0,5 - situs terganggu, namun masih bisa menunjukkan fitur abiotik
	1 - situs tanpa kerusakan
B. Kelangkaan (banyaknya situs yang sama)	0 - lebih dari 5 situs yang sama dalam daerah penelitian
	0,5 - sebanyak 2 hingga 5 situs yang sama dalam daerah penelitian
	1 - satu-satunya situs dalam daerah penelitian
C. Diversitas (banyaknya fitur yang menunjukkan proses dan bentuk yang berbeda pada situs	0 - hanya menunjukkan satu filter atau proses
	0,5 - sekitar 2 hungga 4 fitur atau proses yang terlihat
	1 - lebih dari 5 fitur atau proses yang terlihat
D. Pengetahuan ilmiah	0 - situs yang tidak diketahui
	0,5 - terdapat jurnal ditingkat nasional
	1 - terdapat pemahaman dan studi tingkat lanjut mengenai situs
2. Nilai-nilai Edukasi (*Educational Values*)	
A. Keterwakilan dan kejelasan Filter/Proses dari Situs	0 - repsentasi/kejelasan yang rendah dari suatu proses yang membentuk situs
	0,5 - cukup repsentatif, terlebih untuk peneliti
	1 - sangat repsentatif dari proses membentuk situs dan untuk publik
B. Eksemplaritas dan penggunaan Pengajaran (Pedagogis)	0 - memiliki eksemplaritas dan potensi penggunaan pengajaran yang sangat rendah
	0,5 - memiliki eksemplaritas dan potensi penggunaan pengajaran yang terbatas
	1 - memiliki eksemplaritas yang tinggi dan dan sangat berpotensi untuk penggunaan pedagogis, geo didaktik, dan geowisata
C. Keberadaan Produk Edukasi	0 - tidak adanya produk
	0,5 - selebaran, peta dan laman website
	1 - panci info dan informasi pada situs
D. Kegunaan Aktual dari Situs untuk Tujuan Edukasi	0 - tidak ada kegunaan edukasi pada situs
	0,5 - situs dapat digunakan sebagai kunjungan khusus terpelajar
	1 - wisata terpandu untuk publik
3. Nilai-nilai Ekonomi (*Economical Values*)	
A. Aksesbilitas	0 - lebih dari 1000 m dari tempat parkir
	0,5 - kurang dari 1000 m dari tempat parkir
	1 - lebih dari 1000 m dari titik singgah transportasi publik
B. Keberadaan Infrastuktur sebagai fasilitas turis	0 - lebih dari 10 km dari fasilitas turis setempat
	0,5 - antara 5-10 km dari fasilitas turis setempat
	1 - kurang dari 5 km dari fasilitas turis setempat
C. Produk lokal	0 - tidak ada produk lokal terkait dengan situs
	0,5 - terdapat beberapa produk
	1 - situs merupakan lambang repsentasi dari produk lokal
Nilai-nilai Konservasi	
Keberadaan Ancaman dan Risiko	0 - terdapat ancaman dan risiko dengan sebab alami maupun buatan
	0,5 - terdapat risiko yang dapat mengganggu situs
	1 - risiko rendah dan hampir tidak ada ancaman
Potensi Ancaman dan risiko	0 - terdapat ancaman dan risiko dengan sebab alami maupun buatan
	0,5 - terdapat risiko yang dapat mengganggu situs
	1 - risiko rendah dan hampir tidak ada ancaman
Status situs saat ini	0 - terjadi perusakan berlanjut pada situs
	0,5 - situs rusak, namun dengan pengelolaanyang dapat melindungi situs
	1 - tidak adanya kerusakan
Perlindungan Legislatif	0 - tidak adanya perlindungan legislatif
	0,5 - adanya pengajuan atau proposal untuk perlindungan legislatif
	1 - terdapat perlindungan legislatif (monumen, reservasi dan sebagainya)
Nilai-nilai Tambahan	
Nilai-nilai Kebudayaan : keberadaan situs sejarah/ arkeologi ke-agamaan yang berhubungan dengan situs	0 - tidak adanya unsur kebudayaan
	0,5 - adanya unsur kebudayaan namun tidak berkaitan dengan unsur abiotik situs
	1 - adanya unsur kebudayaan yang berkaitan dengan unsur abiotik situs
Nilai-nilai ekologis	0 - tidak memiliki nilai ekologis yang penting
	0,5 - terdapat pengaruh ekologi namun tidak penting
	1 - terdapat pengaruh ekologi yang penting
Nilai-nilai keindahan : Banyaknya komposisi warna, bentukan/ struktur dan lokasi pengelihatan (*view points*)	0 - hanya memiliki satu warna
	0,25 - dua sampai tiga komposisi warna
	0,5 - lebih dari 3 komposisi warna
	0 - hanya memiliki satu pola bentuk yang terlihat
	0,25 - terdapat dua atau tiga pola bentuk yang terlihat
	0,5 - lebih dari tiga pola bentuk yang terlihat
	0 - tidak ada nilai keindahan
	0,25 - satu hingga dua hal
	0,5 - lebih dari tiga nilai keindahan

Sumber: Kubalíková, 2013, 98–100

Keterangan: Metode ini merupakan metode penilaian geowisata yang berbasis pada banyak metode yang sudah ada sebelumnya, yaitu metode penilaian oleh Coratza dan Giusti(2005); Bruschi dan Cendrero(2005); Serrano dan Gonzales-Trueba(2005); Pralong(2005); Reynard(2007); Pereira(2007); serta Zouros (2007).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2 Fitur Geologi dan Atraksi Turis pada Situs-situs Penelitian

No.	Situs	Fitur Geologi	Atraksi Turis
1.	Bolu-Bolu Beach	Granodiorite Instrusions, Tuff, Columnar Joints, Formations Contact, Tectonic Joints, Volcano Remnants, Pyroclacstics	Beach, Sailing with a Fishing Boat
2.	Banyu Anjlok Beach	Volcano Remnants, Pyroclastics, Lava Flow	Beach, Sailing with a Fishing Boat, Waterfall
3.	Lenggoksono Beach	Diorite, and Granodiorite Instrusions, Formation Contact, Volcano Remnants, Pyroclastics, Lava Flow	Beach, Sailing with a Fishing Boat
4.	Klekettan Bay/cove	Granodiorite Instrusions, Tuff, Columnar Joints, Formations Contact, Tectonic Joints, Volcano Remnants, Pyroclastics	Sailing with a Fishing Boat, Snorkeling
5.	Tambakasri Beach	Pyroclastics, Sedimentary Rock, Folds, Faults, Carbonate, Lava Flow, Formations Contact	Beach, Sailing with a Fishing Boat
6.	Sipelot Beach	Diorite, Dacite, and Granodiorite instrusions, Tuff, Columnar Joints, Sheeting Joints, Formations Contact, Pyroclastics	Beach, Sailing with a Fishing Boat, Surfing
7.	Wedi Awu Beach	Tuff, Pyroclastics, Sedimentary Rock, Lava Flow, Volcano Remnants	Beach, Sailing with a Fishing Boat, Swing
8.	Beach Pakisan	Pyroclastics, Lava Flow, Volcano Remnants	Beach, Sailing with a Fishing Boat
9.	Coban Lesung Bidadari	Tuff, Pyroclastics, Sedimentary Rock, Formations Contact	Waterfall
10.	Wedi Putih Beach	Pyroclastics, Tuff, Volcano Remnants	Beach, Sailing with a Fishing Boat, Swing

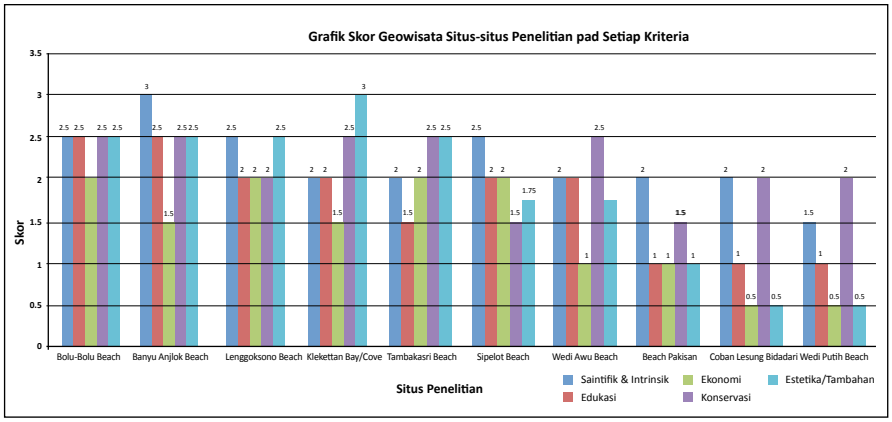
Sumber: Penulis, 2019
Keterangan: Fitur dan atraksi tiap situs

Tabel 3 Penilaian Situs Geowisata di Daerah Penelitian

No.	Situs	Saintifik & intrinsik				Edukasi				Ekonomi			Konservasi				Tambahan/ Estetika			Skor Total
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C	D	A	B	C	
1.	Bolu-Bolu Beach	1	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1.5	12
2.	Banyu Anjlok Beach	1	1	0.5	0.5	1	0	0.5	1	0.5	1	0	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1.5	12
3.	Lenggoksono Beach	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	11
4.	Klekettan Bay/Cove	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.5	1	0	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	1.5	11
5.	Tambakasri Beach	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5		1	1.5	10.5
6.	Sipelot Beach	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.75	9.75
7.	Wedi Awu Beach	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	0.5	0	0	1.5	8
8.	Beach Pakisan	0.5	1	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	1	0	0	0	1	6.5
9.	Coban Lesung Bidadari	0.5	1	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	1	0	0	0	0.5	6
10.	Wedi Putih Beach	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	5.5

Sumber: Penulis, 2019
Keterangan: Hasil penilaian berdasarkan pada parameter dari metode yang dijelaskan pada Tabel 1.

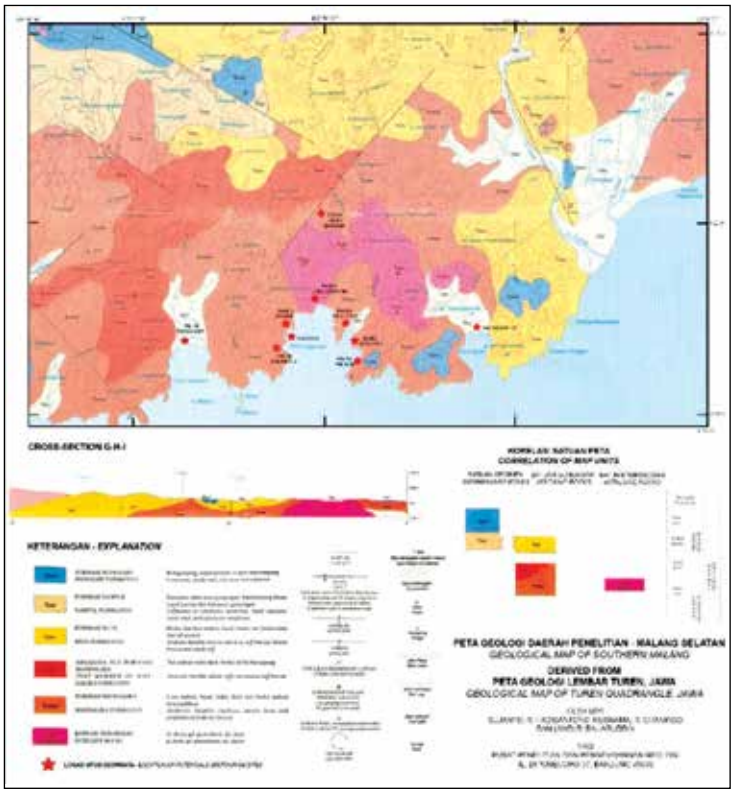
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Keterangan: Diurutkan berdasarkan pada lokasi dengan skor keseluruhan yang paling tinggi ke yang paling rendah.

Sumber: Penulis, 2019

Grafik 1 Perbandingan skor situs-situs geowisata di lokasi penelitian pada setiap kriteria



Sumber: Sujanto, 1992

Gambar 7 Peta Geologi Daerah Penelitian-Malang Selatan diturunkan dari Peta Geologi Lembar Turen. Rekomendasi lokasi geowisata utama dilingkupi kotak merah, denganjarak antarsitus saling berdekatan dan dapat diakses melalui satu titik. Bintang merah merupakan situs-situs penelitian.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI GEODIVERSITY PULAU AMBON SEBAGAI GEOWISATA DAN PENGEMBANGAN GEOPARK

Gabriela C. N. Gaspersz[1*], Santi Dwi Pratiwi[2], Vijaya Isnaniawardhani[2]

[1]Mahasiswa Program Sarjana (S1), Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor
[2]Dosen, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor
Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363, Jawa Barat
*Email: *gabrielacn17001@mail.unpad.ac.id*

ABSTRAK

Ambon merupakan salah satu pulau yang terbentuk dari zona subduksi membusur yaitu Busur Banda di bagian timur Indonesia. Fenomena geologi tersebut menjadikan Pulau Ambon memiliki potensi sumber daya geologi yang berlimpah dan menarik untuk diteliti lebih lanjut dan direkomendasikan sebagai objek geowisata. Hingga saat ini, pariwisata merupakan salah satu penggerak aktivitas ekonomi masyarakat Ambon dengan objek wisata berupa bentang alam geologi. Namun, keberadaan objek-objek wisata geologi tersebut masih belum mendapat perhatian khusus dari pemerintah ataupun pihak terkait. Fokus penelitian dan observasi di lapangan berupa sebaran-sebaran *geodiversity* yang terdapat di Pulau Ambon, khususnya di daerah Jazirah Leihitu dan Leitimur yang terkenal akan potensi kebudayaan, *geohistory*, dan *heritage*. Penelitian ini bertujuan memberikan informasi mengenai situs-situs geologi yang berpotensi sebagai kawasan geowisata dan memenuhi kriteria untuk dijadikan sebagai kawasan *geopark*. Studi literatur, observasi lapangan, dan analisis data merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kondisi geologi, potensi biologi, dan budaya yang terdapat pada objek wisata di lokasi penelitian. Berdasarkan data analisis, terdapat tujuh objek wisata yang sangat berpotensi dijadikan sebagai *geosite*, yaitu Pantai Lubang Buaya Morela, Fort Amsterdam Hila, Batu Layar Larike, Pantai Supuleuw Pahulumatow, Columnar Joint Wakasihu, Pantai Pintu Kota, dan Pantai Namalatu. Tarian Cakalele serta tumbuhan dan hewan endemik telah dikonservasi hingga saat ini oleh komunitas lokal. Pulau Ambon memiliki potensi geoedukasi yang layak diajukan sebagai kawasan *geopark*. Misalnya, adanya *columnar joint* yaitu bentukan tebing yang mengalami erosi tinggi sehingga membentuk bentang alam berbentuk lubang seperti pintu. Selain itu, terdapat pula singkapan batu gamping berbentuk tungku, kumpulan batuan breksi berbentuk layar, dan kelimpahan beberapa spesies fosil.

Keywords: Pulau Ambon, Geodiversity, Geopark, Geoedukasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Geopark atau taman geologi merupakan salah satu konsep manajemen pengembangan kawasan wisata berbasis warisan geologi secara berkelanjutan dan merupakan perpaduan *geodiversity* (keragaman fenomena geologi), *biodiversity* (keragaman hayati), dan *culturediversity* (keragaman budaya) (Gray, 2011). Konsep *geopark* ini memiliki peran penting dalam pembangunan serta pengembangan ekonomi masyarakat yang berbasis pada konservasi warisan alam dan budaya serta edukasi (Kubalíková, 2013). Studi dan kajian geowisata dan *geopark* dari *geosite-geosite* yang ada di Pulau Ambon saat ini masih sangat minim dan baru satu kawasan yang mewakili Maluku yaitu Pulau Seram yang terdaftar sebagai Taman Nasional *Geopark*. Selain itu, belum ada data kajian khusus terkait potensi *geodiversity* dari kawasan wisata yang memiliki nilai ilmiah tinggi dan memenuhi kriteria sebagai kawasan *geopark* di Pulau Ambon.

Berdasarkan histografi lokal, Pulau Ambon atau Jazirah Leihitu dikenal sebagai pusat Kerajaan Tanah Hitu yang berkembang sekitar abad ke-15 hingga abad ke-17 (Mansyur, 2015). Secara geologi, Pulau Ambon merupakan salah satu pulau hasil terbentuknya zona subduksi membusur (Busur Banda) dan termasuk ke dalam Busur Dalam Vulkanik. Fenomena geologi yang beragam menjadikan banyak tempat yang



Sumber: Straver dan Boelens (1998)

● : Lokasi Penelitian

Gambar 1. Peta Lokasi Kawasan Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memiliki *geodiversity* sangat potensial sebagai daya tarik wisatawan. Berdasarkan pada data arkeologi, keterdapatan benteng-benteng yang tersebar di Pulau Ambon memiliki nilai ilmiah dan intrinsik yang tinggi. Benteng-benteng bersejarah ini menggambarkan kondisi geografis Maluku yang terdiri atas pulau-pulau besar dan kecil dengan pelabuhan-pelabuhan kecil untuk mengumpulkan komoditas cengkih (Mansyur, 2015). Sekurangnya terdapat tujuh kawasan wisata unggulan yang terletak di Pulau Ambon dan menjadi tujuan para wisatawan dalam dan luar negeri. Tujuan wisata tersebut di antaranya Pantai Lubang Buaya Morela, Fort Amsterdam Hila, Pantai Batu Layar Larike, Pantai Supuleuw Pahulumatow, Columnar Joint Wakasihu, Pantai Pintu Kota, dan Pantai Namalatu (Gambar 1).

Kendala utama dalam pengembangan *geopark* di Pulau Ambon yaitu kurangnya perhatian khusus dari pemerintah dan minimnya edukasi (geoedukasi). Akibatnya, pengetahuan terhadap potensi kawasan-kawasan yang ada untuk bisa dijadikan objek geowisata dan *geopark* sangat kurang. Penelitian ini menganalisis dan mengobservasi secara rinci potensi kawasan *geopark* di daerah Jazirah Leihitu dan Jazirah Leitimur, analisis didasarkan pada penilaian unsur-unsur *geodiversity* dan *geoheritage,* meliputi nilai budaya, nilai ilmiah, nilai intrinsik, konservasi, dan nilai ekonomis. Analisis nilai-nilai serta faktor tersebut merupakan empat dari 16 komponen penting dalam fokus area riset berdasarkan UNESCO. Tujuannya, agar memenuhi kriteria terbentuknya kawasan *geopark.* Lagi pula, sangat relevan untuk mengetahui kawasan yang memiliki potensi geowisata sekaligus geoedukasi. Selain itu, adanya penentuan kawasan potensi geowisata dapat dimanfaatkan sebagai sarana edukasi bencana di Pulau Ambon.

B. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data kualitatif dan kuantitatif yang terdiri atas telaah pustaka, observasi lapangan, *interview* masyarakat lokal dan pengelola, serta analisis laboratorium. Pengambilan data lapangan dilakukan dengan meninjau langsung fenomena geologi pada kawasan tersebut, deskripsi, pengambilan sampel dan foto di tujuh kawasan wisata unggulan Pulau Ambon. Wawancara dengan masyarakat sekitar yang mengelola kawasan wisata tersebut meliputi pengambilan data tentang jumlah pengunjung, unsur ekonomis objek wisata, *tracking* dan akses, serta rencana konservasi lebih lanjut dari komunitas lokal ataupun pemerintah setempat. Penelitian ini dilakukan di Desa Morela (Pantai Lubang Buaya Morela), Desa Hila (Benteng Amsterdam Hila), Desa Larike (Pantai Batu Layar Larike), Desa Wakasihu (Pantai Supuleuw dan Columnar Joint Wakasihu), Desa Airlouw (Pantai Pintu Kota), dan Desa Latuhalat (Pantai Namalatu). Tahap penelitian dan *fieldwork* berlangsung selama satu bulan mulai 1 Juni 2019 sampai 30 Juni 2019.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penilaian parameter analisis *geosite* diperoleh pembahasan ketujuh lokasi sebagai berikut.

Pantai Lubang Buaya Morela

Berdasarkan pada kondisi lingkungan, baik geologi maupun geografisnya, Jazirah Leihitu termasuk wilayah yang strategis serta potensial sebagai wilayah okupasi manusia pada masa prasejarah. Salah satu wilayah negeri adat yang dikenal dengan permukiman prasejarah yang masih ada hingga saat ini yaitu Negeri Morela (Wattimena & Handoko, 2012). Kawasan wisata ini masih kental akan budaya leluhur serta konservasi tinggalan-tinggalan arkeologi prasejarah. Lubang Buaya Morela (Gambar 1, nomor 1) merupakan tempat wisata unggulan yang terletak di Negeri Morela, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah, dan berjarak kurang-lebih 33 kilometer dari pusat Kota Ambon (Gambar 2).



Sumber: Penulis(2019)

Gambar 2. Pantai Lubang Buaya Morela

Akses menuju lokasi wisata ini tergolong mudah, bisa menggunakan transportasi umum melalui jalur Morela. Keunikan geologi dari Lubang Buaya Morela ini ialah adanya batu gamping yang membentuk gua. Warga setempat percaya bahwa di dalam gua tersebut terdapat seekor buaya leluhur yang menjadi asal usul situs ini dinamakan lubang buaya. Kebudayaan dan tradisi yang terus dijaga hingga saat ini, termasuk kategori *geodiversity* sekunder yang merupakan bagian dari *culturediversity,* yaitu prosesi adat atau ritual di kawasan setempat pada waktu tertentu untuk dapat melihat buaya tersebut. *Culturediversity* yang ada ialah Tarian Cakalele dan Tarian Pukul

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 3. Tarian Pukul Sapu

Sapu yang dikonservasi hingga saat ini dan dilaksanakan pada saat acara keagamaan dan kegiatan adat (Gambar 3). Tempat wisata Lubang Buaya ini hanya dikelola oleh masyarakat lokal dan bekerja sama dengan PT Angkasapura tanpa adanya pengawasan khusus dari pemerintah. Selain memiliki keindahan panorama, kawasan wisata pantai ini memiliki kekayaan *biodiversity* laut dan menjadi tempat favorit para wisatawan untuk melakukan aktivitas *snorkeling*, *diving*, dan sering dimanfaatkan sebagai tempat pemancingan. Kekayaan alam berupa perkebunan durian, cengkih, dan pala dapat dijumpai di Pantai Lubang Buaya Morela dan dilestarikan oleh masyarakat lokal sebagai sumber mata pencaharian.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 4. Konservasi Rumah Payung oleh Komunitas Negeri Morela

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hasil dari perkebunan tersebut diolah menjadi jus pala, manisan pala, serta olahan durian untuk dijual dan didistribusikan ke daerah lain di Pulau Ambon. Dari segi nilai ekonomis, kawasan *geosite* ini memiliki geoproduk yang sangat mendukung untuk dijadikan kawasan geowisata dan menjadi pemasukan ekonomi untuk masyarakat lokal. Adapun biaya masuk kawasan Lubang Buaya sebesar Rp2.000 per orang, sedangkan biaya sewa *speedboat* untuk mengelilingi kawasan wisata ini sebesar Rp20.000 per orang. Selanjutnya, biaya sewa perahu sebesar Rp10.000 per orang dan biaya penyewaan alat *snorkeling* dan *diving* sebesar Rp50.000 per orang. Konservasi yang dibuat oleh masyarakat setempat berupa pembuatan gazebo dan rumah payung sebagai tempat berteduh pengunjung. Kebersihan kawasan pantai ini juga terjaga dengan baik karena sering dilakukan pemungutan sampah di sekitar pantai (Gambar 4). Kawasan wisata pantai ini juga dilengkapi dengan dua toilet dan tempat parkir.

Fort Amsterdam Hila

Fort Amsterdam Hila terletak di pesisir utara Pulau Ambon, tepatnya di Desa Hila, Kecamatan Leihitu, dan merupakan peninggalan arkeologi yang masih berdiri sampai sekarang (Gambar 5). Nilai ilmiah *geosite* ini ialah situs ini merupakan catatan historis penting dari kontak awal bangsa Eropa di wilayah pesisir utara Pulau Ambon. Sejak awal abad ke-16, para pedagang Portugis telah mendatangi wilayah ini dalam upaya penjelajahan mereka untuk menemukan sumber utama rempah-rempah, khususnya cengkih dan pala (Mansyur, 2015).



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 5. Tampak depan Fort Amsterdam Hila

Keunikan geologi benteng ini ialah dinding bangunannya yang tersusun dari batuan dan fosil di daerah pantai kemudian direkatkan menggunakan putih telur (Gambar 6).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 6. Fosil dan Batuan yang Terdapat di Dinding Fort Amsterdam Hila

Sistem perbentengan ini tidak hanya berfungsi sebagai sistem pertahanan, tetapi juga sebagai jaringan perdagangan. Setiap benteng difungsikan sebagai pusat pengumpul komoditas oleh VOC pada 1629 (Mansyur, 2014, 96–97). Dari hasil *interview* dengan petugas, benteng ini dipercaya masyarakat setempat sebagai tempat paling aman ketika ada bencana. Hal ini karena benteng tidak akan runtuh, bahkan saat terjadi banjir bandang ataupun gempa bumi berulang. Fort Amsterdam menjadikan Pulau Ambon sebagai salah satu jalur perdagangan global, dibangun pada tahun 1512 dan dijadikan sebagai gudang rempah Portugis oleh penjajah Portugis. Pada tahun 1605, penjajah Belanda masuk ke Maluku dan mengusir penjajah Portugis sehingga Benteng Amsterdam ini dialihfungsikan menjadi kubu pertahanan Belanda pada masa penjajahan. Selain terdapat ruang-ruang bersejarah yang dindingnya tersusun dari fosil dan batuan, terdapat pula museum berisi penemuan hasil penelitian biota laut. Penelitian kekayaan biota laut Pulau Maluku itu dilakukan oleh Rumphius, peneliti asal Jerman yang ditugaskan oleh bangsa Belanda. Dari hasil penelitiannya, didapatkan berbagai jenis kerang dan kurang-lebih 600 jenis ikan. Jumlah kunjungan wisatawan per hari di Benteng Amsterdam sekitar 100–150 orang. Selain bangunan arsitektural, temuan lain yang ada di Hila adalah kompleks makam Eropa atau Kerkhof yang berjarak sekitar ± 200 m di sebelah selatan Benteng Amsterdam dan Gereja Tua Hila (Gambar 7). Lokasi Kerkhof ini juga dekat dengan Masjid Tua Wapauwe.

Selain konservasi yang dilakukan, akses untuk menuju *geosite* ini sangat mudah dijangkau sehingga layak untuk dijadikan salah satu kawasan geowisata prioritas. Untuk masuk ke situs ini, pengunjung tidak dipungut biaya apa pun, tetapi tersedia kotak kunjungan yang biasanya ditaruh uang sukarela untuk proses pengelolaan benteng. Situs *heritage* ini dikelola oleh komunitas lokal dan dijaga kelestarian ataupun kebersihannya sehingga menjadi ikon wisata yang banyak peminatnya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Tim penelitian balai arkeologi Ambon(2013)

Gambar 7. Salah Satu Makam di Kerkhof Hila

Pantai Batu Layar Larike

Geosite ketiga dan menjadi salah satu ikon terkenal dari Desa Larike yaitu wisata eksotis Batu Layar Larike. Wisata ini berjarak kurang lebih 32 kilometer dari Fort Amsterdam Hila (Gambar 1). Keunikan objek wisata ini ialah adanya batuan breksi vulkanik dengan *rock-fragmen* batuan beku riolit. Bentuknya menyerupai layar dan berdiri tegak hampir 90 derajat di pesisir pantai Desa Larike (Gambar 8).



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 8. Objek Wisata Pantai Batu Layar Larike

Objek wisata ini mempunyai nilai estetika yang tinggi dan sering dijadikan masyarakat sebagai spot foto *pre-wedding*. Dari segi nilai ekonomis dan *added values*, situs wisata ini memiliki *biodiversity* laut yang melimpah yang dimanfaatkan wisatawan dan warga setempat untuk memancing. Dengan akses yang mudah, banyak wisatawan dari dalam ataupun luar negeri yang mengunjungi tempat ini. Namun, pada kawasan pantai ini, belum dilakukan upaya konservasi dan penataan yang baik. Kawasan wisata ini belum dikelola oleh masyarakat lokal ataupun pemerintah daerah dan tidak ada kenakan biaya untuk masuk ke objek wisata ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pantai Supuleuw Pahulumatow

Geosite Pantai Supuleuw Pahulumatow terletak di Desa Wakasihu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, dan berjarak kurang-lebih 6 kilometer dari tempat wisata Batu Layar Larike (Gambar 1). Keunikan yang dimiliki pantai ini dari segi geologi adalah terdapat batu gamping yang tersingkap merata sepanjang pesisir pantai yang berbentuk seperti tungku dan seperti tanjung. Oleh karena itu, pantai ini dinamakan sebagai Supuleuw Pahulumatow, yang dalam bahasa setempat diartikan sebagai tanjung (Gambar 9).



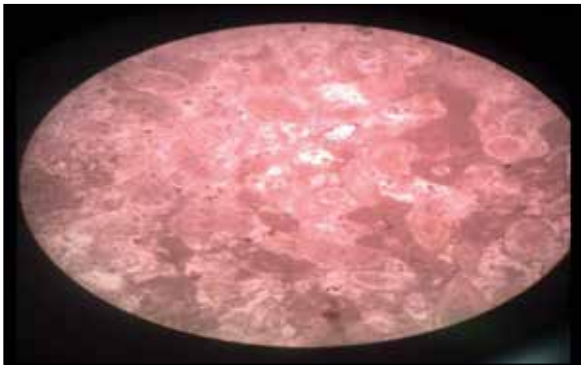
Sumber: Penulis, 2019

Gambar 9. Pantai Supuleuw Pahulumatow

Berdasarkan hasil analisis petrografi, batuan ini digolongkan dalam batu gamping *packstone* (Gambar 10). Ciri-ciri litologi batuan ini, yaitu berwarna ppl putih kekuningan dan warna xpl hitam; ketampakan komponen tidak terikat; *well sorted*; 80% *grain supported*. Mineral dalam batu gamping ini adalah mineral kalsit, komponen non-skeletalnya berupa ooid dan peloid, serta skeletal terdapat foraminifera dan *coral*. Selain mempunyai keunikan geologi, Pantai Supuleuw memiliki keragaman biologi yaitu banyak spesies pohon kelapa yang tumbuh di dalam kawasan pantai dan kelimpahan biota laut. Budaya setempat juga masih sangat kental dengan budaya terkenal dari daerah Wakasihu yaitu Tarian Cakalele. Tarian ini sering ditampilkan pada acara-acara khusus atau pada saat menyambut kedatangan tamu baru di desa tersebut. Sampai saat ini, belum ada perhatian khusus dari pemerintah dan hanya dikelola oleh masyarakat setempat.

Konservasi yang telah dilakukan oleh masyarakat setempat yaitu adanya gazebo dan rumah payung sebagai tempat berteduh wisatawan saat berkunjung ke pantai ini. Rencana konservasi oleh komunitas setempat dengan membangun *guest house* untuk wisatawan yang ingin menginap di kawasan pantai. Selain itu, juga akan dibuat tempat khusus memancing.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 10. Sayatan tipis batu gamping *packstone* di bawah mikroskop dari singkapan di Pantai Supuleuw.

Biaya masuk pantai ini sebesar Rp5.000 per orang. Jumlah wisatawan yang berkunjung sekitar 150–200 orang per hari. Atraksi wisata yang ditawarkan di kawasan ini seperti *diving,* berenang, atau sekadar berfoto pemandangan laut. Sumber mata pencaharian masyarakat lokal adalah dari penjualan produk lokal di sekitar kawasan pantai dan penjualan ikan laut segar dari hasil pancing. Fasilitas yang sudah tersedia di Pantai Supuleuw Pahulumatow berupa tempat parkir dan toilet. Kebersihan kawasan ini tergolong baik. Untuk mengakses kawasan wisata Pantai Supuleuw ini, wisatawan dapat menggunakan transportasi pribadi.

Columnar Joint Wakasihu

Objek wisata kelima yakni singkapan batuan beku dengan struktur *columnar joint.* Wisata ini terletak di Desa Wakasihu, Kecamatan Leihitu Barat dan berjarak kurang lebih 1 kilometer dari Pantai Supuleuw (Gambar 1). Singkapan ini memiliki tinggi kurang-lebih 5 meter dengan warna khas abu-abu kehitaman (Gambar 11).

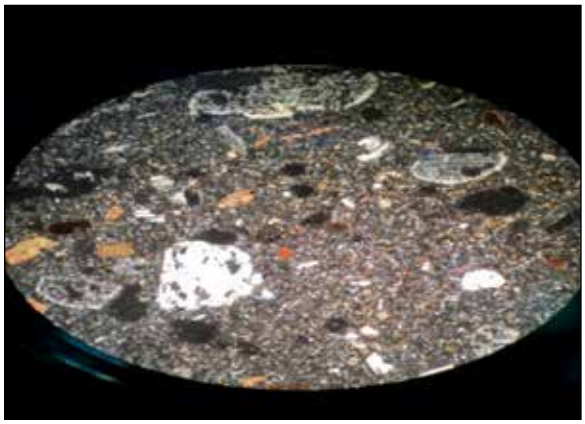


Sumber: Penulis (2019)

Gambar 11. Singkapan *Columnar Joint* Wakasihu

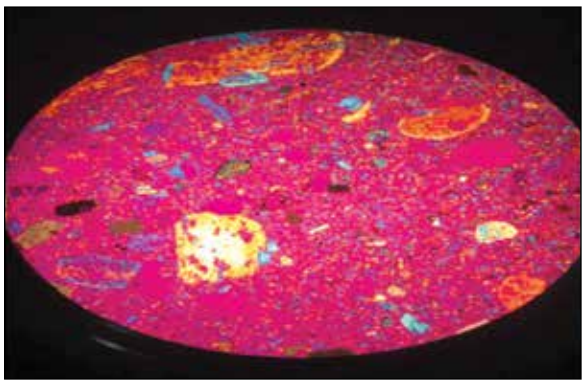
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dari analisis petrografi yang kami lakukan, singkapan batuan beku pada situs geologi ini memiliki ciri litologi yaitu, warna *ppl colourless* dan warna xpl abu-abu tua kehitaman, termasuk porfiritik, hipokristalin, inequigranular, dan bentuk mineralnya hipidiomorf. Mineral yang terdapat pada batuan ini adalah mineral plagioklas dengan karakteristik mikroskopis berupa warna *ppl colourless* dan warna xpl hitam putih, pleokroisme sedang, indeks bias n mineral > n medium, relief rendah, bentuk subhedral, belahan satu arah, kembar albit, tekstur kembar, dan memiliki warna interferensi orde 1 (Gambar 12 dan 13). Terdapat juga sedikit mineral kuarsa dengan ciri mikroskopisnya, yaitu memiliki warna *ppl colourless*, warna xpl hitam, pleokroisme kuat, indeks bias n mineral > n medium, relief kuat, bentuk anhedral, warna interferensi orde 1. Selain mineral plagioklas dan mineral kuarsa, terdapat mineral k-feldspar dengan ciri mikroskopis, yaitu warna xpl hitam, indeks bias n mineral < n medium, dan bentuk subhedral. Menurut perhitungan catatan keistimewaan kembar albit, dapat disimpulkan bahwa batuan ini adalah batuan andesit (menurut catatan keistimewaan An45 Andesine Andesit).



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 12. Sayatan Tipis Batu Andesit Nikol Sejajar.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 13. Sayatan Tipis Batuan Andesit Nikol Silang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hingga saat ini, situs *Columnar Joint* Wakasihu belum dimanfaatkan sebagai kawasan wisata. Namun, tempat ini sering digunakan sebagai tempat berfoto dengan pemandangan struktur batuan *columnar joint* dengan latar belakang pantai yang bersih.

Pantai Pintu Kota

Pantai Pintu Kota terletak di Desa Airlouw, Kecamatan Nusaniwe. Pantai ini berjarak kurang lebih 57 kilometer dari Columnar Joint Wakasihu dan dikenal dengan pantai tebing dan airnya yang bening. Keunikan geologi pantai ini ialah terdapat singkapan breksi sedimen yang tersingkap dengan tebal 20–30 meter dan merupakan singkapan pintu teluk (Gambar 14). Bagian tengah bawah singkapan tersebut telah mengalami erosi akibat ombak pantai sehingga terbentuk lubang dan singkapan tersebut terlihat seperti pintu. Selain breksi, dalam kawasan pantai pintu kota ini terdapat singkapan batuan konglomerat dan batuan metamorf dengan struktur geologi berupa kekar serta *vein* yang telah diisi oleh mineral kalsit.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 14. Pantai Pintu Kota

Beberapa spesies dari fosil koral dapat ditemui dan tersingkap di sekitar kawasan pantai Pintu Kota ini (Gambar 15). Nilai estetika pantai ini adalah pemandangan dengan latar belakang pantai yang indah. Pada pantai ini terdapat batu berbentuk seperti pintu yang selalu dijadikan tempat berfoto untuk acara pemotretan *pre-wedding*, *wedding*, *modelling, fashion*, dan produk iklan atau film. Menurut sejarah yang beredar, pada zaman dahulu ketika ada tamu yang ingin berkunjung ke Kota Ambon atau Pulau Maluku harus melewati Pintu Kota. Tradisi tamu tersebut dilakukan dengan masuk melalui celah singkapan breksi tersebut. Selain dijadikan sebagai tempat berfoto, biasanya wisatawan melakukan aktivitas *diving* karena pantai pintu kota ini memiliki pemandangan bawah laut yang indah dengan keragaman *marine biodiversity*. Nilai intrinsik dan budaya yang masih berkembang sampai sekarang di

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 15. Singkapan Fosil yang Terdapat di Pantai Pintu Kota.

desa setempat ialah budaya *timba laor*, yang biasanya diselenggarakan di Pantai Pintu Kota. *Timba laor* merupakan budaya panen cacing/laor (spesies dari *Polychaeta* dari filum Analida) yang dapat diolah menjadi makanan. Uniknya, kemunculan "laor" tersebut biasanya bergantung pada siklus bulan dan matahari dan biasanya hanya muncul satu kali dalam setahun.

Kawasan wisata ini dikelola oleh masyarakat setempat dan telah banyak dilakukan konservasi. Salah satunya pembuatan *tracking* berupa tangga untuk turun ke pantai, pembuatan rumah-rumah payung, dan pembuatan foto berlatar belakang singkapan breksi bercelah. Fasilitas yang dimiliki Pantai Pintu Kota ini ialah tempat parkir dan toilet yang bersih dan kebersihan kawasan pantai dijaga oleh komunitas lokal. Jumlah wisatawan per hari mencapai 250–300 orang. Biaya yang harus dibayar wisatawan ketika mengunjungi pantai ini sebesar Rp5.000 untuk biaya parkir dan Rp2.000 per orang untuk biaya masuk. Perekonomian masyarakat setempat dibantu dari penjualan jajanan di sekitar kawasan pantai ini. Untuk mengakses pantai ini wisatawan harus menggunakan transportasi pribadi dengan jalan yang sudah bagus dan mudah dicapai dari pusat Kota Ambon.

Pantai Namalatu

Objek wisata ketujuh ialah Pantai Namalatu. Pantai ini merupakan kawasan wisata nasional yang sangat kaya akan budaya. Pantai Namalatu terletak di Desa Latuhalat, Semenanjung Leitimur dan berjarak kurang lebih 1 kilometer dari Pantai Pintu Kota (Gambar 1). Pantai Namalatu dalam bahasa daerah setempat berasal dari kata "Latu" yang berarti raja. Pantai ini memiliki karakteristik unik yakni tidak memiliki pasir putih, tetapi penuh dengan pecahan batu karang berukuran sangat kecil dan berwarna putih bersih (Gambar 16).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 16. Pantai Namalatu

Geodiversity yang terdapat di pantai ini adalah tersingkapnya batu karang dan batu gamping dan terdapat banyak fosil-fosil cangkang Moluska di sepanjang dasar pesisir pantai (Gambar 17). Keragaman biologi Pantai Namalatu ialah biota laut yang berlimpah dan sangat cocok untuk lokasi *snorkeling.* Kawasan pantai ini memiliki pohon kelapa yang berlimpah. Hal ini dimanfaatkan masyarakat lokal untuk diolah menjadi es kelapa muda kemudian diperjualbelikan. Tradisi masyarakat lokal yang hingga saat ini dilakukan adalah menangkap ikan di Pantai Namalatu dengan menggunakan panah yang sudah dimodifikasi seperti senjata. Nilai antropologi lain yang masih dilestarikan di Pantai Namalatu yang sama dengan kebudayaan pada Pantai Pintu Kota ialah budaya *timba laor* (Gambar 18). *Biodiversity* yang khas adalah dengan keberadaan cacing-cacing yang sangat banyak terdapat dalam karang-karang yang tersingkap pada pesisir pantai dan muncul pada musimnya. Pantai Namalatu memiliki karakteristik dan potensi yang besar dalam menarik wisatawan. Hal ini terkait dengan kondisi airnya yang jernih dan bersih serta memiliki nilai ekonomis dan *geosite*.



Sumber: Penulis (2019)

Gambar 17. Fosil yang Terdapat di Pantai Namalatu

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Antarafoto (2018)

Gambar 18. Budaya Timba Laor di Pantai Namalatu

Objek wisata pantai ini turut memberikan peluang terbukanya lapangan kerja baru bagi masyarakat lokal. Aktivitas konservasi dilakukan oleh komunitas setempat seperti pembuatan rumah payung sebagai tempat perteduhan wisatawan-wisatawan yang datang berkunjung dan pelestarian lingkungan dengan menjaga kebersihan pantai. Biaya masuk kawasan ini sekitar Rp2.000–5.000 per orang dengan fasilitas yang baik, seperti tempat parkir, toilet, dan ruangan besar yang biasanya disewa untuk acara-acara pantai. Untuk menuju Pantai Namalatu, wisatawan dapat menggunakan transportasi umum dan transportasi pribadi.

D. KESIMPULAN

Pulau Ambon memiliki kekayaan *heritage*, arkeologi dan geologi yang unik dan memiliki nilai *historical* tinggi. Hasil pembentukan dari Busur Banda yang terjadi di kawasan Jazirah Leihitu menjadikannya kawasan dengan struktur geologi yang tua. Selain itu, sepanjang pesisir pantainya terdapat banyak situs geologi dan prasejarah yang bernilai ilmiah tinggi dan langka. Tujuh kawasan *geosite* potensial di Pulau Ambon adalah Pantai Lubang Buaya Morela, Fort Amsterdam Hila, Pantai Batu Layar Larike, Pantai Supuleuw Pahulumatow, Columnar Joint Wakasihu, Pantai Pintu Kota, dan Pantai Namalatu. Berdasarkan analisis penilaian *geodiversity* dan *geoheritage* di lapangan, tujuh situs geologi tersebut memiliki nilai intrinsik, nilai edukasi, nilai budaya, dan nilai ekonomi yang tinggi. Dalam hal ini, ketujuh situs geologi ini layak dijadikan kawasan geowisata dan dikembangkan sebagai *geopark*. Strategi komunikasi pemasaran wisata alam pantai di Pulau Ambon melalui konsep *geopark* merupakan metode yang tepat untuk meningkatkan perekonomian masyarakat lokal. Situs-situs geologi di Pulau Ambon ini dapat dikembangkan sebagai kawasan Cagar Alam Geologi, terutama ditujukan untuk pengembangan ilmu geologi, arkeologi, antropologi, dan bidang ilmu biologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. SARAN

Hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar bagi Pemerintah Pulau Ambon dan semua pelaku pariwisata dalam perencanaan pengembangan wisata sebagai kawasan geopark secara bijaksana. Perlu perhatian khusus dari pemerintah setempat untuk melakukan kolaborasi bersama akademisi dan komunitas lokal dalam menentukan metode pengembangan objek daya tarik pariwisata di Pulau Ambon. Dalam hal ini, tidak hanya sebatas destinasi yang cantik, tetapi juga harus memperhatikan peranan PM dan 4(A). PM dan 4(A) ialah Pemberdayaan Masyarakat, *Atraction, Accebility, Amenites* (Fasilitas), dan *Ancillary Services* (Organisasi).

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dekan Fakultas Teknik Geologi Unpad atas dukungan dana dalam publikasi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan Teknik Geologi Unpad untuk bantuan selama pengambilan data dan observasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Antarafoto. *Tradisi Timba Laor*. Diakses dari:https://www.antarafoto.com/mudik/v1522763110/tradisi-timba-laor

Azman, N., dkk. (2010). Public education in heritage conservation for geopark community. *Jurnal Procedia Social and Behavioral Sciences, 7*, 504–511.

Gray, M. (2011). Other nature: Geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation*, *38*(3), 27–274.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, *2*(2), 80–104.

Mansyur, Syahruddin. (2014). Sistem perbentengan dalam jaringan niaga cengkih masa kolonial di Maluku. *Kapata Arkeologi*, *10*(2), 85–98.

Mansyur, S. (2015). Benteng Amsterdam di pesisir utara pulau Ambon: Tinjauan atas aspek kronologi dan fungsi. *Kapata Arkeologi*, *11*(1).

Straver, H., & Boelens, L. (1998). Landelijk steunpunt educatie molukkers. Atlas Maluku: Utrecht.

Tim Penelitian. (2013). *Ekskavasi situs benteng Amsterdam di kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah*. Laporan Penelitian Arkeologi. Balai Arkeologi Ambon. Tidak terbit.

Wattimena, L., & Handoko, W. (2012). Hunian prasejarah di jasirah Leihitu pulau Ambon, Maluku. *Kapata Arkeologi*, *8*(2).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STUDI HUBUNGAN ANTARA INDIKATOR SKKNI DAN GEOPARK UNTUK PENINGKATAN GEOWISATA DAN GEOKONSERVASI DI GUNUNG SEWU UNESCO GLOBAL GEOPARK, INDONESIA

STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN SKKNI AND GEOPARK INDICATORS FOR IMPROVEMENT OF GEOTOURISM AND GEOCONSERVATION IN GUNUNG SEWU UNESCO GLOBAL GEOPARK, INDONESIA

Farah Aida Ilmiatul Kulsum[1,*], Hilary Reinhart[2]

[1] Department of Tourism Study, Faculty of Cultural Science,
Universitas Gadjah Mada
[2] Alumneae Master of Environmental Management, Graduate School,
Universitas Gadjah Mada
[1,*] *E-mail*: farahaidaalumar@gmail.com

ABSTRACT

As one of the members of Global Geopark Network, Gunung Sewu UNESCO Global Geopark is required to provide good institution, which is one of the fundamental aspects in tourism ecosystem deals with the stakeholders and the human resource including the guide. To assure the quality of the cave guide, a standard of competence or known as SKKNI was created. It is undoubtedly important regarding to the roles of guide in maintaining safety and delivering knowledge to the tourist as the implementation of geotourism as the core concept on Global Geopark. Using qualitative method, this research proposal aims to review the correlation between Cave Guide SKKNI's indicators and Geopark assessment in order to improve the geotourism and geoconservation. Comparative analysis was conducted on elements of SKKNI and the Geopark guideline. As the result, SKKNI consists by three main aspects: skills, knowledge, and work attitudes that relevant with the Geopark indicators. Implementation of SKKNI indicators on assessing cave geotourism guide considerably improves the cave guide and tourist paradigm about the urgency to understand the geotourism concept and its practice in the field also behavior. Hence, cave guides utilize the cave to carry out tourism activities and in the same time preserve the karst environment and minimize the impact or risk that humans bring on nature or otherwise.

Keywords: *Geotourism, SKKNI, Geoconservation, Geopark*

ABSTRAK

Gunung Sewu UNESCO sebagai salah satu anggota Global Geopark Network (GGN) harus menyediakan institusi yang baik. Hal ini merupakan salah satu aspek mendasar dalam kesepakatan ekosistem pariwisata dengan para pemangku kepentingan dan sumber daya manusia termasuk pemandu. Untuk memastikan kualitas pemandu gua, dibuatlah standar kompetensi atau SKKNI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Peran pemandu menjadi penting dalam menjaga keselamatan dan memberikan pengetahuan kepada wisatawan. Selain itu juga menjadi implementasi geowisata sebagai salah satu konsep inti Global Geopark. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan bertujuan meninjau korelasi antara indikator SKKNI kepemanduan gua dan penilaian *geopark* dalam rangka meningkatkan geowisata dan geokonservasi. Analisis komparatif dilakukan pada unsur-unsur SKKNI dan pedoman *geopark*. Sebagai hasilnya, SKKNI terdiri dari tiga aspek utama: keterampilan, pengetahuan, dan sikap kerja yang relevan dengan indikator *geopark*. Penerapan indikator tersebut dalam menilai aspek geowisata pemandu gua dapat meningkatkan paradigma pemandu gua dan wisatawan terkait urgensi untuk memahami konsep geowisata dan praktiknya di lapangan, serta perilaku yang sesuai. Oleh karena itu, pemandu gua memanfaatkan gua untuk melakukan kegiatan pariwisata dan pada saat yang sama melestarikan lingkungan karst serta meminimalkan dampak atau risiko yang dibawa manusia pada alam atau sebaliknya.

Kata Kunci: Geowisata, SKKNI, Geokonservasi, Geopark

A. PENDAHULUAN

Peningkatan sumber daya manusia termasuk ke dalam 14 pilar indeks kompetisi pariwisata dan perjalanan. Di Indonesia, penerapan kompetisi dan upaya peningkatan kualitas kerja sumber daya manusia (SDM) tersebut telah diatur melalui Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). SKKNI merupakan sebuah acuan nasional sesuai dengan parameter dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 8 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan SKKNI yang dikemas dalam jenjang kualifikasi yang lebih tinggi yakni Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). SKKNI merupakan rumusan kemampuan kerja/profesi yang meliputi tiga aspek utama, yakni keterampilan, pengetahuan, serta sikap kerja yang relevan sesuai dengan persyaratan dan tugas yang diajukan pada perusahaan/bidang profesi. SKKNI kepemanduan wisata gua, kemudian menjadi salah satu media implementasi dari indikator penilaian *geopark* khususnya di Gunung Sewu UNESCO Global Geopark yang memiliki karakteristik penciri khas karst.

Pada 2018, pemerintah Indonesia mengeluarkan draf SKKNI. Draf tersebut terdiri dari kategori kesenian, hiburan dan rekreasi, golongan pokok aktivitas olahraga dan rekreasi lainnya bidang kepemanduan geowisata. Dua fokus utama yang menjadi fokus bidang tersebut yakni peningkatan kompetensi kepemanduan geowisata yang berkualitas dan profesional. Elemen kunci meliputi 1) pengelolaan administrasi, peralatan, dan peningkatan kualitas sumber daya manusia, serta 2) pelaksanaan kegiatan kepemanduan geowisata yang kemudian diturunkan ke dalam empat kompetensi kunci dan sembilan unit kompetensi.

Indikator inti pada SKKNI kepemanduan geowisata memiliki implementasi yang hampir setara jika dibanding dengan kepemanduan wisata gua. Penitikberatan yang dilakukan pada beberapa indikator turunan SKKNI kepemanduan wisata gua cenderung lebih adaptif dan komprehensif implementasinya bagi pemandu wisata gua terlebih di Geopark Gunung Sewu. Perbandingan dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 1.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Analisis (2019)

Gambar 1. Perbandingan SKKNI Kepamanduan Geowisata dengan Kepemanduan Wisata Gua

Secara umum, *geopark* dapat diartikan sebagai suatu wilayah yang memiliki pusaka geologi yang signifikan secara internasional, jarang atau memiliki ketampakan estetis yang berkembang sebagai bagian dari integrasi konsepsi konservasi, edukasi, dan pengembangan ekonomi lokal (UNESCO, 2006 dalam Newsome, Dowling, & Leung, 2012; Azmana, Halim, Liu, Saidin, & Komoo, 2010).

Geopark secara umum terdiri atas tiga pilar utama, yakni (i) konservasi, (ii) edukasi, dan (iii) pengembangan ekonomi lokal (Newsome dkk., 2012). Sejalan dengan ketiga pilar tersebut, *geopark* konsisten untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan dan budaya dengan secara simultan menjaga keunikan bentang alam (Azmana dkk., 2010). Ketiga komponen di atas, kemudian menjadi dasar penilaian oleh UNESCO dalam memvalidasi suatu wilayah yang dituangkan dalam dua indikator penilaian utama yaitu evaluasi progres kinerja *geopark* serta keunikan situs dan manajemen *geopark*.

Konsep *geopark* secara umum kemudian diadaptasi dalam beberapa peraturan perundang-undangan dalam negeri. Salah satunya yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 2011 dalam KEP/192/MEN/VII/2011 tentang Penetapan Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Sektor Pariwisata Bidang Kepemanduan Wisata Gua Menjadi Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia. Indikator-indikator teknis *geopark*, dapat dilihat di Tabel 1 dan Tabel 2.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Peraturan tersebut menjadi respons pemerintah Indonesia terhadap upaya global terkait peningkatan kualitas sumber daya manusia, yang menjadi salah satu dari 14 pilar indeks kompetisi pariwisata dan perjalanan (WTO, 2014).

SKKNI kepemanduan wisata gua menjadi tolok ukur pemerintah, terutama dalam implementasinya melalui lembaga sertifikasi profesi (LSP) pemandu penelusuran gua. Pemandu gua merupakan aktor dalam kepemanduan wisata gua atau *speleotourisme*. Terdapat beberapa aspek yang ditekankan, yakni profesionalitas, terlatih, pendidikan, partisipasi, dan memiliki peran dalam upaya konservasi. Nyatanya, tugas pokok pemandu tidak hanya secara teoretis ditekankan pada kelima aspek di atas, namun secara praktis menjadi media dalam penerapan konsep geowisata dan geokonservasi di lapangan melalui upaya edukasi yang diberikan kepada pengunjung atau wisatawan.

Penelitian ini bertujuan meninjau korelasi antara indikator SKKNI kepemanduan gua dan penilaian *geopark* dalam rangka meningkatkan geowisata dan geokonservasi.

B. METODE

Lokasi pengambilan data penelitian berada di Geopark Gunung Sewu, Indonesia, dan memakan waktu empat bulan. Terhitung sejak April hingga Juli 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif *desk study*. Penelitian ini menganalisis komparatif antara dua indikator yakni *geopark* dan SKKNI dalam kaitannya untuk meningkatkan aspek geowisata dan geokonservasi di Geopark Gunung Sewu, Indonesia.

Pengumpulan data dari penelitian ini diperoleh melalui dua data primer yakni indikator penilaian *geopark* (UNESCO, 2015; 2016) dan SKKNI kepemanduan wisata gua.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan pada hasil analisis komparatif yang dilakukan oleh penulis pada indikator penilaian *geopark* dan SKKNI, kesesuaian secara umum dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pada Tabel 1 yang merupakan tabel uji penilaian *geopark* dengan fokus untuk melihat bagaimana keterlibatan *geopark* dengan pihak luar, memiliki enam indikator utama. Dari keenam indikator, terdapat dua poin yang memiliki keselarasan pada aplikasi implementatif indikator SKKNI kepemanduan wisata gua di lapangan yakni strategi konservasi dan pembangunan ekonomi berkelanjutan. Selaras dengan kesesuaian indikator SKKNI pada *geopark* di Tabel 1, kemudian juga dapat dilihat korelasinya pada Tabel 2.

Indikator *geopark* pada Tabel 2 memiliki fokus untuk melihat berbagai keragaman baik pusaka geologi yang berafiliasi dengan budaya, hayati, hingga aspek edukasi,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Geopark Evaluation Progress Indicator

No	Section	Dimension	Indicator
1	Contribution towards the work of the GGN	Activities	Participation in GGN/EGN/APGN Coordination meetings and annuals meetings, also common projects, activities, and events
2	Management structure and Financial status	Internal Management	Geopark Management structure and financial stability or status
3	Conservation (geoconservation) strategy	Environment	Conservation, geological and cultural heritage
4	Strategic partnership	Networking	National and international partnerships
5	Marketing and promotional activities after the official designation as a UNESCO Global	Activities	Marketing and promotional activities, publications, infrastructure, and monitoring
6	Sustainable Economic Development	Economic	Regional Economy, Tourism Developments, and Geotouristics products

konservasi, manajemen lembaga, dan pengembangan ekonomi berkelanjutan berbasis masyarakat. Dalam konteks yang sama, aspek yang menjadi dasar pembuatan SKKNI kepemanduan wisata gua meliputi tiga hal, yakni upaya konservasi sekaligus pemanfaatan berkelanjutan bentang alam karst dan geologi, edukasi, serta aplikasi geowisata.

Secara spesifik, mayoritas kesesuaian indikator SKKNI pada *geopark*, kemudian dikelompokkan pada empat indikator penilaian *geopark*, yakni geokonservasi, warisan alam dan budaya, geowisata, serta geoedukasi. Untuk detailnya, terkait indikator geokonservasi dan warisan alam dan budaya dapat dilihat pada Tabel 3.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Geopark Self Evaluation Indicator

No	Section	Dimension	Indicator
1	Geology and Landscape	Physics	Territory, Geological Conservation, Cultural and Natural Heritage.
1.1	Territory	Geology and Landscape	Geosite list, Geodiversity, Public interpretation of the Geopark's sites of interest, Comparison to UNESCO Global Geoparks.
1.2	Geological Conservation		Inventory and significance of the geosites feature, strategy and legislation for damages in geological sites, geosites effort to against misuse and damage, and Measures to protect geosites and infrastructure from damage and natural degradation.
1.3	Natural and Cultural Heritage		Natural and cultural rank, promotion and maintenance of the sites, and overlapping UNESCO designations
2	Management structure	Activities	management structure of Geopark, master plan, marketing strategy and infrastructure, Sustainable tourism and geological heritage protection, promotion panel distribution (working group/academics experts on geological and scientific research.
3	Information and Environmental Education	Education	Research, information and education scientific within territory. Environmental Education and material, published information, Guides,
4	Geotourism	Activities	Promotional material, human resources experts on guiding or managerial in geosites, public or information center access and facilities, tourist infrastructure.
5	Sustainable Regional Economic Development	Economic	Promotion regional product (craft, food), geotourism, and local products

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Geopark Suitability with SKKNI Indicators: Geology and Landscape

Geology and Landscape (1.2 Geological Conservation)		Geology and Landscape (1.3 Natural and Cultural Heritage)	
No	**Indicator unit**	**No**	**Indicator unit**
1	Inventory and significance of the geosites that can be found in Geopark Gunung Sewu	3	Promotion and maintenance of Natural and Cultural Heritage
2	Strategy and legislation to protect against damage of geological sites and features	3.1	Promotion of the links between Geological Heritage sites and the existing of natural and cultural sites within the geopark
3	How are the geosites protected against misuse and damage	3.2	Interpretation
4	Measures are taken by geopark to protect geosites and infrastructure from damage and natural degradation	3.3	Communication
		3.4	Education Programmes

Sumber: Analisis (2019)

Indikator SKKNI secara umum memiliki korelasi dengan semua variabel pada indikator geokonservasi. Di sisi lain, hanya satu poin yang sesuai dengan indikator warisan alam dan budaya, tetapi di dalamnya memiliki tiga elemen yang terkait dengan aspek utama SKKNI, terutama bagi pemandu wisata gua. Ketiga aspek tersebut, menonjolkan urgensi kecakapan kemampuan pemandu dalam hal interpretasi, komunikasi dan aspek pendidikan yang harus ditonjolkan saat menjadi pemandu wisata.

Sertifikasi profesi melalui SKKNI kepemanduan wisata gua yang berlaku sejak 2011 dan kemudian terbukanya akses bagi wisatawan untuk masuk ke situs geologi telah menjadi salah satu bahan pertimbangan bagi pemerintah, khususnya manajemen *geopark* untuk terus berupaya meningkatkan pemahaman terkait geowisata, geokonservasi, dan geoedukasi, khususnya bagi pemandu wisata bersertifikat. Pemahaman yang diberikan oleh SKKNI melalui lembaga sertifikasi profesi (LSP), secara signifikan mampu meningkatkan tren kepemanduan wisata bagi warga lokal. Detail peningkatan jumlah pemandu di DIY dapat dilihat pada tabel 4 (4).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 4. Jumlah Pramuwisata di Provinsi DIY

Jumlah Pramuwisata di Provinsi DI Yogyakarta 2013–2017					
Tahun	2013	2014	2015	2016	2017
Jumlah	635	563	1265	1248	1221
Total Pemandu di DI Yogyakarta 2017					**4932**

Sumber: Analisis(2019)

Geowisata menjadi salah satu aspek penilaian kesesuaian indikator SKKNI dengan rasio tingkat kesesuaian 80% dan dapat dilihat pada Tabel 5. Dari 14 indikator geowisata, 11 merupakan indikator utama dari variabel turunan bagi SKKNI kepemanduan wisata gua. Secara umum, kesesuaian indikator geowisata pada SKKNI memiliki lima poin, yakni dari segi (i) infrastruktur geowisata, (ii) aktivitas pariwisata berkelanjutan, (iii) fasilitas dan jasa interpretasi, (iv) akses dan fasilitas publik, serta (v) evaluasi pengunjung. Pemandu wisata secara tidak langsung berperan signifikan dalam aplikasi konsep geowisata dan memiliki peluang dan kewajiban untuk terlibat dalam pariwisata berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 5. Geotourism Suitability With SKKNI Indicators

No	Geotourism	SKKNI Indicator for Cave Guiding
	Indicator unit	Derived Variable
		Application in the fieldwork
1	Promotional material of the area is avalaible	Core Competency Unit (02)
1.1	Printed material	Do preparations before enter the cave (Prepare a media guide about data and information about cave attractions; Collect and study prospective tourist data); Ending cave exploration activities (Make travel reporting)
1.2	Popular literature for public	
1.3	CD or video material	
1.4	Other promotional material or merchandise	
2	Languages in the marketing material	Special Unit of Competence (03)
2.1	English	Communicate Oral in English at the Basic Operational Level; Reading in English at the Basic Operational Level; and Writing in English at the Basic Operational Level
3	Information Center or exhibitions regarding the area in the Geopark's area	Unit of General Competence (01)
3.1	At least on information centre, managed directly by the Geopark's area	-
3.2	Info points' or similar facilities throughout the area managed	Writing in English at the Basic Operational Level; Work in a different Social Environment; Follow Health, Safety and Security Procedures in the workplace; and Handling Conflict Situations
3.3	Information centre " for meeting and starting" point for excursions	
3.4	Is the information centre accessible for wheelchair users and does it cater for individuals with other disabilities?	
3.5	Personal and individual information offered to visitors about possible activities in the area	
3.6	Centre open to the public at least 6 days a week, all year round	
4	How is information and interpretation about the area presented at info centers, information points, etc.?	Core Competency Unit (02)
4.1	Static display material	Do preparations before enter the cave (Prepare a media guide about data and information about cave attractions; Collect and study prospective tourist data); and Interpretive activities (interpretations) of the conditions of the cave and its surroundings
4.2	Films, video, slideshow, etc.	
4.3	Interactive displays	
4.4	Different special exhibitions changing on a regular basis	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Geotourism	SKKNI Indicator for Cave Guiding
	Indicator unit	Derived Variable
		Application in the fieldwork
7	Guide tours that have been developed by Geopark management body and/or partners	Core Competency Unit (02)
7.1	Tours for groups with special a interest in geology and geomorphology	Do preparations before enter the cave; Prepare standard equipment and provide an understanding of procedural use of equipment; Debriefing basic knowledge of cave exploration for tourists; Guiding cave tourists; Applying the ability to guide tours in cave; Presenting scientific information about the cave and its environment and the potential of cave tourism objects and the surrounding environment; Interpretive activities (interpretations) of the conditions of the cave and its surroundings; Interpretive activities (interpretations) of the conditions of the cave and its surroundings; Ending cave exploration activities; Developing cave tourism potential
7.2	Tours take place regularly during the season	
7.3	Tours for a broad audience	
7.4	Tours for disabled visitors	
7.5	Available alternatives if tours are not possible due to bad weather conditions	
7.6	Flexible registration system (day to basis) for participants or no registration required	
8	What else do Geopark use to inform visitors about the area	
8.1	Easy to read interpretation panels at entrance areas and/or tourist locations	
8.2	There is at least one promoted trail dealing with geological subjects, developed by Geopark team, alongside any developed by partners	
9	How is information and activities of different organisations are co-ordinated	
9.1	Joint information and/or promotional material	Learn more about tourism and culture knowledge; Guiding cave tourists (Providing information services; Carry out duties as cave tour guides in accordance with applicable rules)
10	Using the internet and other online service that already provide	
10.1	Own website with general information about the area	Work in a different Social Environment; Guiding cave tourists; and Presenting scientific information about the cave and its environment and the potential of cave tourism objects and the surrounding environment
10.2	Links other websites of tourist broad, communities, local government, which provide a broad range of information on the geopark's area	
10.3	Geopark's management body may be reached by email	
10.4	Regular electronic newsletter	
10.5	Facility to order publications online	
10.6	Up-to date calendar of activities	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No	Geotourism	SKKNI Indicator for Cave Guiding
	Indicator unit	Derived Variable
		Application in the fieldwork
10.7	Guidance for visitors on potential excursions	Cooperating with Work Partners and Tourist
12	How Geopark communicate the goals of geotourism, especially to those responsible for tourism	
12.1	Direct personal meetings and/or through their involvement in your organization	All of unit of general competence and core competency unit in SKKNI
12.2	A regular award scheme to promote good practice	
12.3	The selection and nomination of official partners/mentors/sponsors	
13	Sustainable trails	Core Competency Unit
13.1	Geo-trails	All of unit of core competency unit in SKKNI
14	Visitor evaluation	Core Competency Unit
14.1	Count visitors	Ending cave exploration activities; Developing cave tourism potential
	By entrance tickets/trail counters	
	By field trip participants	
	By estimation	
	By visitor survey	
14.2	Evaluate the visitor come from	
	By booking addresses	
	By market analysis	
	By university study	
14.3	Use visitor evaluation for forward planning	
14.4	Analyse the socio-economic profile of the visitors	
14.5	Use questionnaires to assess visitors' satisfaction levels	

Sumber: (Analisis, 2019)

D. PEMBAHASAN

1. Geologi dan Bentang Alam: Geokonservasi

Geokonservasi, geowisata, dan *geopark* merupakan istilah baru dan menyebar dengan cepat ke seluruh belahan dunia dengan berbagai pemaknaan dan penggunaan yang telah diakui internasional (Dowling, 2010; Farsani *et al.*, 2012; Hose & Vasiljevic, 2012; Ollier, 2012). Geokonservasi atau upaya konservasi pada *geodiversity* adalah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sebuah strategi manajemen untuk situs *geoheritage* yang memiliki sumber daya geologi tinggi serta berpotensi sebagai media riset dan pengembangan pariwisata, serta di sisi lain menghadapi ancaman tinggi atas kerusakan dari aktivitas manusia (Gray, 2015 dalam Dong, Song, Chen, dkk., 2014). Dalam praktiknya, cara paling efisien untuk mencapai geokonservasi adalah meningkatkan kesadaran masyarakat tentang nilai situs *geoheritage* (ilmiah, estetika, pendidikan, pariwisata, dan ekonomi) melalui promosi dan interpretasi dalam geowisata (Hose, 1995, 2008, 2012; Burek & Prosser, 2008; Hose & Vasiljevic, 2012) yang kemudian menguatkan fungsi pemandu wisata, khususnya wisata minat khusus pada situs geologi gua, guna menjadi agen promosi dan interpretasi.

Geopark kemudian menjadi sebuah wadah ketiga komponen penyusunnya menjadi nilai utama dalam manajemen *geopark* ataupun pelaksanaannya di lapangan. Tujuan dari *geopark* ialah agar masyarakat tempatan menjadi manajer situs sehingga memberikan keuntungan bagi masyarakat tempatan itu sendiri (Errami, et al., 2015; Reinhart, 2017), meningkatkan keinginan kuat masyarakat untuk mengkonservasi situs geologi (Burek dan Prosser, 2008 dalam Dong, et al., 2014), dan tersedianya alternatif pekerjaan baru bagi komunitas lokal merupakan hal-hal yang menjadi fokus pengembangan dari ketiga pilar (Azmana dkk., 2010; Dong, et al., 2014). Dari ketiga tujuan tersebut, geokonservasi menjadi salah satu yang memiliki korelasi kuat dengan indikator SKKNI sekaligus praktiknya di lapangan melalui pemandu gua.

Indikator *geopark* pada subtema geologi dan bentang lahan memiliki dua indikator turunan yakni geokonservasi serta warisan alam dan budaya. Banyaknya variabel turunan dari kedua indikator tersebut, empat di antaranya memiliki *outcome* turunan yang secara spesifik telah menjadi tujuan besar dari kegiatan kepemanduan wisata gua, khususnya aplikasi indikator SKKNI di lapangan. Tujuan besar itu, yakni sebagai upaya sekaligus agen pendataan signifikansi potensi *geosite* di Geopark Gunung Sewu, memberikan masukan terkait kebijakan dan strategi pendukung di lapangan terkait pengurangan dampak aktivitas wisata pada lingkungan, dan agen konservasi situs geologi dan edukasi.

Pemandu wisata gua secara tidak langsung memiliki peran untuk menjadi agen promosi sekaligus pemeliharaan terhadap *geosite* yang menjadi lokasi berkegiatan dan eksplorasi gua, kesesuaian peran tersebut tampak pada indikator warisan alam dan budaya. Variabel turunan dari indikator tersebut, meliputi interpretasi, komunikasi, dan program pendidikan berkorelasi dengan tiga aspek utama SKKNI, yakni kemampuan, pengetahuan, dan sikap yang layak dalam lingkungan pekerjaan.

Ketiga aspek utama SKKNI meliputi faktor-faktor pengetahuan dan kemampuan untuk mengerjakan suatu tugas dalam kondisi normal di tempat kerja serta kemampuan mentransfer dan menerapkan kemampuan dan pengetahuan pada situasi dan lingkungan yang berbeda. Di dalam standar kompetensi meliputi rumusan tentang kemampuan yang harus dimiliki seseorang untuk melakukan suatu tugas atau

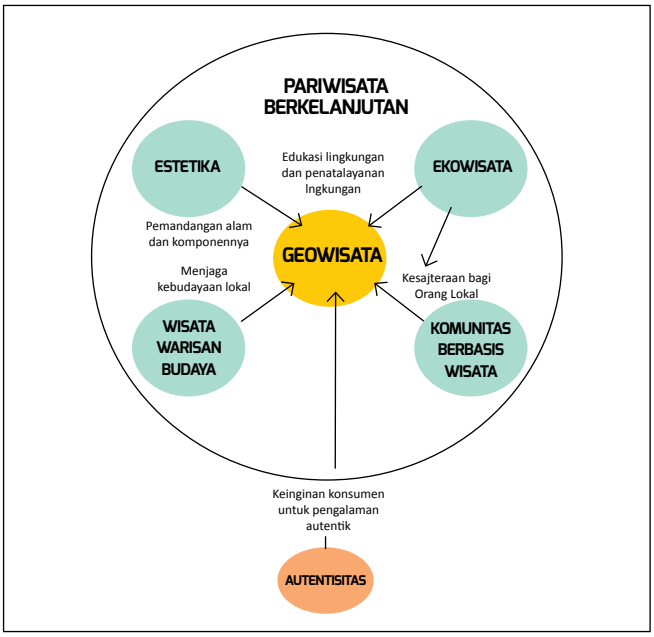
Buku ini tidak diperjualbelikan.

pekerjaan yang dilandasi oleh ilmu pengetahuan, keterampilan dan didukung sikap kerja, serta penerapannya sesuai dengan unjuk kerja yang dipersyaratkan.

Jika standar kompetensi tersebut dikuasai maka pemandu akan memahami bagaimana mengerjakan dan mengorganisasikan suatu tugas atau pekerjaan. Pemandu juga mampu memecahkan masalah apabila terjadi sesuatu yang berbeda dengan rencana semula sehingga tetap dapat melaksanakan pekerjaan dalam kondisi berbeda (Permen Transmigrasi dan Tenaga Kerja, 2009).

2. Geowisata

Geowisata sebagai salah satu aspek geokonservasi dan sekaligus menjadi indikator penilaian *geopark* memiliki peran yang krusial. Pada Gambar 2, terlihat korelasi beragam variabel turunan dari geowisata. Terlihat jelas, kepemanduan wisata, khususnya minat khusus menjadi salah satu topik yang spesifik dijabarkan pada geowisata melalui indikator turunan ekowisata. Geowisata berperan signifikan dalam upaya konservasi dan preservasi dari seluruh fitur geologi dan budaya yang ada dan hidup di dalamnya, dengan tujuan besar salah satunya adalah meningkatkan taraf kesejahteraan masyarakat lokal.



Sumber: Modifikasi dari Dowling, 2011 dalam Dong, et al., 2014

Gambar 2. Signifikansi Geowisata dalam Pariwisata berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pemandu wisata, khususnya wisata minat khusus gua di Geopark Gunung Sewu, kemudian menjadi salah satu motor peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Aktivitas kepemanduan, di sisi lain, mampu memberikan dampak negatif apabila tidak diiringi pemahaman terkait urgensi konservasi dan edukasi dalam kegiatan kepemanduan. Oleh sebab itu, geowisata bukan hanya berbicara mengenai pariwisata dari satu sudut pandang, tetapi lebih kompleks dan menjadi salah satu indikator turunan dari konsep pariwisata berkelanjutan.

Geowisata memiliki objek utama yakni objek dengan klasifikasi sebagai situs geologi sehingga memiliki hubungan penting antara pariwisata dan kawasan lindung. Pariwisata memiliki tanggung jawab untuk menyiapkan pemandu wisata dengan kapasitas sesuai kebutuhan di kawasan lindung, khususnya Geopark Gunung Sewu. Geowisata dapat menjadi alat yang kuat untuk pembangunan pariwisata berkelanjutan. Jika tidak dikelola efektif, akan menjadi bumerang langsung bagi sumber daya *geoheritage* dan *geopark* (Newsome dkk., 2011; Vasiljeic et al, 2011; Burek & Posser, 2008).

E. SARAN/KESIMPULAN

Indikator SKKNI kepemanduan wisata gua yang merupakan variabel turunan dari indikator *geopark*, memiliki peran yang signifikan, terutama jika dikaitkan dengan upaya implementatif konsep geowisata dan geokonservasi melalui peran edukasi yang dilakukan oleh pemandu gua. Pemandu gua yang telah memiliki sertifikat kepemanduan wisata gua, secara tidak langsung ikut berperan dalam menjaga lingkungan karst secara berkelanjutan dan meminimalkan risiko atau dampak baik antroposentris maupun speleosentris. Dari sumber daya manusia yang berkualitas dan memiliki acuan standar kompetensi kerja yang terukur akan didapatkan pula industri pariwisata yang berkualitas, baik dari sisi lingkungan dan konservasi, edukasi, ekonomi, maupun berkelanjutan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Hillary Reinhart dan semua pihak yang telah membantu, baik dalam hal penyedia sumber data maupun logistik penelitian.

DAFTAR ACUAN

Azman, N., Halim, S. A., Liu, O. P., Saidin, S., & Komoo, I. (2010). Public education in heritage conservation for geopark community. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *7*, 504–511.

Burek, C. V., & Prosser, C.D., 2008. The history of geoconservation: an introduction. Dalam *Geological Society, London, Special Publications, vol. 300*(1), pp. 1e5.

Dong, H., Song, Y., Chen, T., Zhao, J., & Yu, L. (2014). Geoconservation and geotourism in Luochuan loess national geopark, China. *Quaternary International*, *334*, 40–51.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hose, T. A., & Vasiljevic, D. A. (2012). Defining the nature and purpose of modern geotourism with particular reference to the United Kingdom and South-East Europe. *Geoheritage, 4*(1e2), 25e43.

Newsome, D., Dowling, R., & Leung, Yu-Fai. (2012). The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives, 2–3,* 19–27.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2011). *KEP/192/MEN/VII/2011 tentang Penetapan Rancangan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Sektor Pariwisata Bidang Kepemanduan Wisata Goa menjadi Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia*. Jakarta.

Peraturan Menteri Transmigrasi dan Tenaga Kerja. (2009). *KEP/57/MEN/III/2009 tentang Penetapan Standar Kompetenesi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Sektor Pariwisata Kepemanduan Wisata*. Jakarta.

Reinhart, H. (2017). *Kajian Kerusakan Lingkungan Gua Akibat Kegiatan Pengembangan Pariwisata Di Gunung Sewu Unesco Global Geopark Kasus Pada Geosite Gua Ngingrong, Kalisuci, Jomblang (Semanu), Cokro (Ponjong), dan Pindul (Karangmojo)* (Disertasi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

World Tourism Organization. (2014). AM Reports, Volume nine - Global Report on Adventure Tourism. UNWTO. Madrid.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGEMBANGAN GEOWISATA PADA GEOSITE GUA PETRUK KAWASAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG, KEBUMEN

Moh. Alfariji[1,*], Chusni Ansori[2]

[1]Departemen Teknik, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta,
Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman
[2]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI, Jl. Karangsambung Km 19, Kebumen
[1,*] *E-mail*: Moh.alfariji28@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan Karangbolong merupakan bagian dari Geopark Karangsambung-Karangbolong yang telah menjadi kawasan konservasi, edukasi dan pengembangan wisata yang berkembang sangat baik. Kegiatan wisata di Karangbolong lebih ke arah wisata alam berupa bentang alam, pantai, dan gua. Pada tinggian Karangbolong setidaknya terdapat kurang-lebih 49 gua aktif yang tersebar di Kecamatan Ayah dan Buayan. Gua tersebut menjadi objek wisata, baik objek wisata minat khusus maupun wisata umum. Gua Petruk tersusun oleh litologi batu gamping terumbu Formasi Kalipucang yang terletak di Desa Candirenggo, Kecamatan Ayah. Gua Petruk mempunyai aliran sungai bawah tanah cukup deras dengan beberapa titik dijumpai sendang dan masih sangat alamiah. Gua Petruk memiliki ornamen dengan bentukan yang menarik dan fauna gua seperti kelelawar, jangkrik, dan kelabang. Metode yang dipakai dalam penelitian meliputi tiga proses, yaitu studi literatur, pengambilan data lapangan beserta identifikasi sesuai dengan fokus penelitian, serta penilaian pengembangan dengan pembobotan beberapa variabel berupa *geodiversity* (bobot 3), *biodiversity* (bobot 2), dan *culturdiversity* (bobot 2). Semua unsur keragaman geologi, hayati, dan budaya di Gua Petruk menjadi suatu kesatuan sebagai kawasan konservasi, pendidikan, dan wisata. Gua Petruk memiliki nilai ilmiah yang tinggi dan potensi geowisata yang besar untuk dikembangkan. Adapun tujuan dari penelitian ini ialah melakukan pengembangan geowisata dengan membuat paket geowisata penelusuran gua.

Kata kunci : *GNKK, Karst Gombong Selatan, Gua Petruk, Geowisata.*

ABSTRACT

Karangbolong area is part of the Karangsambung-Karangbolong Geopark which has become a very well developed for conservation, education and tourism. Tourism activities in Karangbolong are more towards natural attractions in the form of landscapes, beaches and caves. At Karangbolong Heights there are at least 49 caves active in the District of Ayah and Buayan. The cave is a tourist attraction, both a special interest tourist attraction and a public tourist attraction. Cave of Petruk is composed of limestone lithology reef of the Kalipucang Formation located in the Village of Candirenggo, Ayah Subdistrict. Petruk Cave has an underground river flow that is quite heavy with several points encountered by spring and is still very natural. Petruk Cave has an ornament with interesting shapes and cave fauna like bats, cricket, and spider The method used in the study included 3 processes, literature study, field data collection and identification according to the focus of research and assessment of development

Buku ini tidak diperjualbelikan.

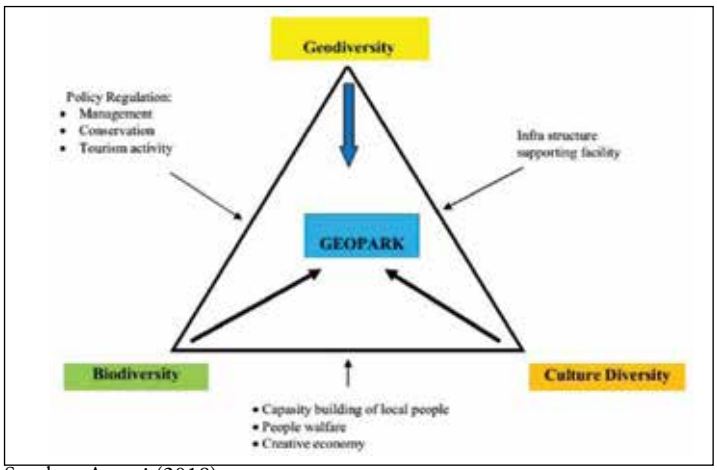
by weighting several variables including geodiversity (weight 3), biodiversity (weight 2) and cultural diversity (weight 2). All elements of geological, biological and cultural wealth in Petruk Cave become a unit as a conservation, education and tourism. Gua Petruk has high scientific value and great geotourism potential to be developed. The purpose of this research is to develop geotourism by making a geotourism package tracking cave.

Keywords : *GNKK, Southern Gombong Karst, Petruk Cave, Geotourism.*

A. PENDAHULUAN

Geopark adalah taman bumi yang termasuk dalam kawasan konservasi. Di dalamnya, terkandung unsur-unsur seperti *geodiversity* (keragaman geologi), *biodiversity* (keragaman hayati), dan *cultural diversity* (keragaman budaya). *Geopark* juga memiliki aspek di bidang pendidikan sebagai pengetahuan terhadap ilmu kebumian dan keragaman warisan bumi. Selanjutnya, aspek ekonomi dari peran masyarakat dalam pengelolaan kawasan sebagai geowisata (Darsiharjo, 2016). Kawasan *geopark* harus memiliki sejumlah situs warisan geologi penting yang memiliki keindahan daya tarik dan kelangkaan yang dapat dikembangkan sebagai bagian dari konsep integrasi konservasi, pendidikan, dan pengembangan ekonomi lokal (Ansori, 2018). Adanya aktivitas pariwisata dalam kegiatan geowisata di suatu *geopark* yang dijalankan oleh masyarakat adalah komponen penting dalam keberhasilan pengelolaan *geopark*. Geowisata merupakan salah satu jenis wisata minat khusus yang memanfaatkan potensi sumber daya alam geologi, seperti bentang alam, batuan penyusun, struktur, dan sejarah bumi. Geowisata menitikberatkan kunjungan sebagai pengayaan wawasan dalam pemahaman proses pembentukan fenomena fisik alam (Ansori, 2002).

Beberapa situs geologi (*geosite*) di kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong telah menjadi objek edukasi (*geoeducation*) dan wisata (geowisata),

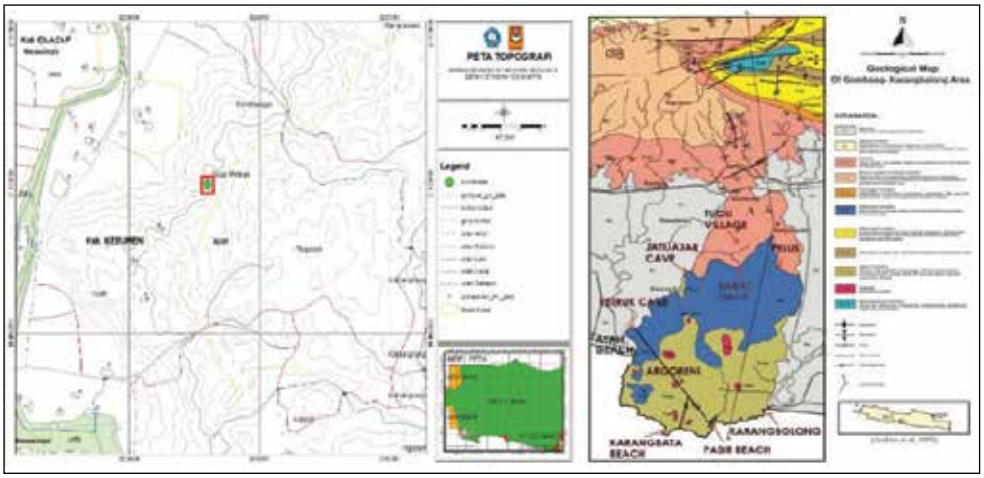


Sumber: Ansori (2018)

Gambar 1. Konsep *geopark* melibatkan berbagai pemangku kepentingan untuk konservasi daerah yang memiliki keanekaragaman hayati dan budaya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

salah satunya Gua Petruk. Gua Petruk terletak di Desa Candirenggo, Kecamatan Ayah, yang merupakan bagian dari bentukan karst dan masuk ke Formasi Kalipucang (Gambar 2). Gua Petruk memiliki fungsi yang lebih berkembang sebagai objek wisata alam. Fungsi *geosite* pun bertambah menjadi wisata kebumian (geowisata) seiring dengan berkembangnya wisata alam. Oleh karena itu, perlu suatu langkah untuk mengembangkan dan mengeksplorasi potensi yang dimiliki Gua Petruk. Pengembangan geowisata ini, selain menambah objek wisata baru dan menambah nuansa pada objek yang telah ada yang tentunya dapat memperbesar segmen pasar wisatawan (Ansori, 2016). Kelebihan mengenai pengembangan geowisata dibandingkan wisata minat khusus lainnya adalah pada potensinya yang dapat dikembangkan pada hampir setiap daerah tingkat kabupaten atau kota (Ansori, 2002). Gua Petruk memiliki nilai ilmiah yang tinggi dan potensi geowisata yang besar untuk dikembangkan. Gua Petruk memiliki ornamen gua dengan bentukan yang menarik dan fauna gua yang khas. Bentukan ornamen gua yang khas di Gua Petruk memiliki karakteristik cukup unik dan alami yang merupakan fenomena alam yang terjadi dari proses alamiah jutaan tahun lalu dan berlanjut sampai sekarang (Marsudi, 2006). Bukti dan proses pelarutan, pengendapan $CaCO_{3,}$ ataupun proses pengerosian bawah tanah masih dapat dijumpai dan masih terjadi sampai saat ini. Fauna yang masih dijumpai berupa laba-laba, jangkrik, dan kelelawar. Jenis-jenis kelelawar penghuni Gua Petruk yang berhasil ditangkap dan diamati terhadap hematologi dan anatomi organ pernapasannya terdiri atas delapan jenis *Microchiroptera* dan tiga jenis *Megachiroptera* (Wijayanti, 2011). Fauna tersebut tersebar pada kondisi gua dengan zona terang sampai gelap untuk kelangsungan hidup dan bertahan hidup. Dengan hal tersebut, pengembangan geowisata di Gua Petruk dengan membuat paket geowisata penelusuran gua sangat tepat dan menarik untuk dilakukan.



Sumber: Ansori(2018)

Gambar 2. Peta lokasi Gua Petruk ditunjuk pada kotak merah (kiri) dan peta tinggian Karang-bolong (kanan)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah menilai *geosite* Gua Petruk mengenai potensi geowisatanya yang didasarkan pada analisis pembobotan dan melakukan pengembangan geowisata pada Gua Petruk dengan membuat paket geowisata penelusuran gua.

B. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan penelitian (Gambar 3), yaitu:

1. Tahap persiapan

   Tahapan ini digunakan sebagai data pendukung semua hasil studi dari peneliti terdahulu dari beberapa literatur mengenai tinjauan geologi regional Gombong Selatan dan semua studi pada daerah penelitian mengenai Gua Petruk.

2. Tahap pengambilan data di lapangan

   Tahapan ini berupa pengambilan data sebagai berikut:

a. pengambilan data di lapangan berupa pengamatan dan deskripsi mengenai bentukan ornamen gua beserta pengontrolnya atau yang berkaitan dengan *geodiversity*.
b. pengambilan data dan deskripsi singkat mengenai fauna gua atau yang berkaitan dengan *biodiversity*.
c. pengambilan data lapangan mengenai *culturdiversity* juga yang sejenis pada Gua Petruk yang didapat dari informasi masyarakat sekitar.
d. pengambilan foto.

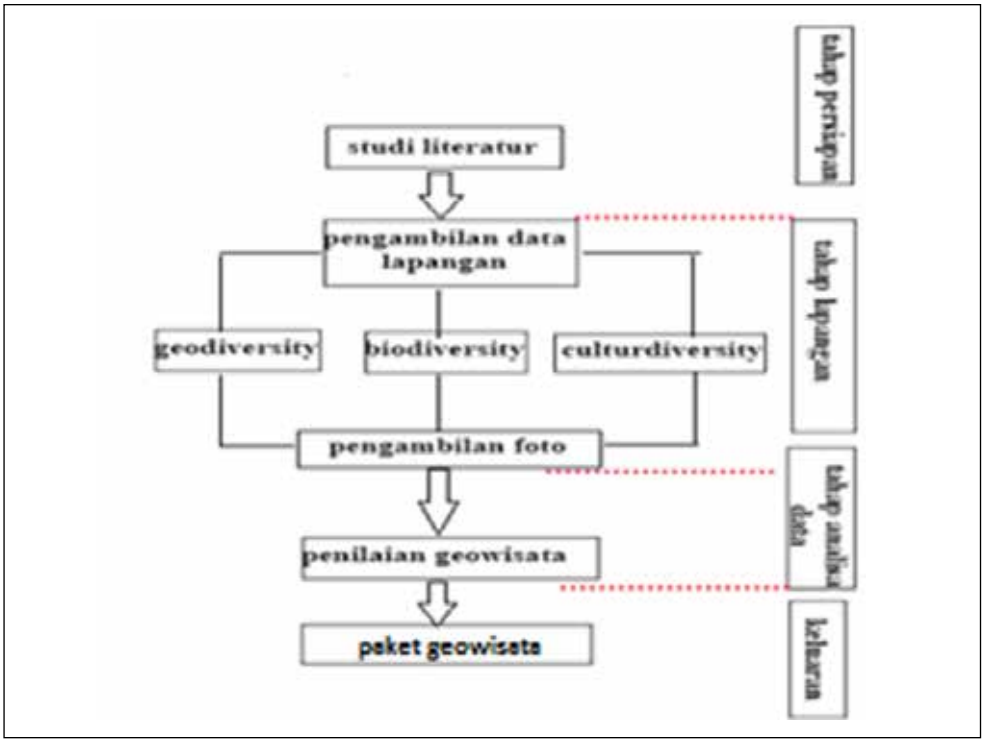
3. Tahap pengolahan dan analisis data

   Tahap pengolahan dan analisa data dilakukan untuk memberikan penilaian terhadap potensi pengembangan geowisata dengan metode analisis pembobotan (Tabel 1). Pembobotan dilakukan pada beberapa variabel, di antaranya *geodiversity* (bobot 3), *biodiversity* (bobot 2), dan *culturdiversity* (bobot 2). Hal ini didasarkan pada potensi Gua Petruk yang memiliki beberapa keanekaragaman tersebut. Hasil akhir dilihat dari nilai skor dan kategori rantingnya (Ansori, 2018).

Tabel 1. Metode Penilaian Geosite

Ranting	*Geodiversity* 3	Parameter dan bobot *Biodiversity* 2	*Culturdiversity* 2	Skor
Sangat buruk (1)	3	2	2	<7
Buruk (2)	6	4	4	8-14
Menengah (3)	9	6	6	15-21
Baik (4)	12	8	8	22-28
Sangat baik (5)	15	10	10	>28

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ornamen Gua Petruk

Batu Payudara

Batu Payudara memiliki warna putih kecokelatan dan sebagian terdapat warna putih jernih, menggantung di atap gua dengan jumlah yang banyak. Memiliki panjang bervariasi yaitu 10–20 cm dengan diameter berkisar 10–15 cm. Batu Payudara dihasilkan dari perkembangan stalaktit pada tahap awal. Perkembangan ini dipengaruhi oleh tetesan air perkolasi yang terus berkembang dan dapat bertambah panjang. Pada bagian tertentu, tampak terdapat yang sudah menyatu membentuk pilar. Jarak langit gua dengan lantai gua pada lokasi ini hanya berkisar 3 m yang kemungkinan suatu saat akan menyatu antara stalaktit (batu payudara) dengan stalakmit yang berada di lantai gua dan membentuk suatu pilar. Perbedaan warna yang dihasilkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemurnian dan komposisi batu gamping.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 4. Batu payudara merupakan perkembangan stalaktit pada tahap awal.

Batu Angsa

Batu Angsa memiliki warna cokelat keputihan dengan bentuk menjulang pada bagian atas. Batuan ini memiliki ukuran tinggi 3 m dengan dimensi 4 x 3,5 m. Batu angsa terbentuk akibat bentukan awal litologi yang merupakan hasil runtuhan. Pengendapan $CaCO_3$ dari atas menutupi sebagian bekas runtuhan yang seolah-olah memperlihatkan bentuk seperti angsa. Pada bagian tertentu, masih tampak bekas litologi awal runtuhan yang tidak tertutup oleh pengendapan $CaCO_3$. Warnanya cokelat gelap dan di beberapa bagian terdapat material kerakal-berangkal yang menyatu dengan bentukan Batu Angsa.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 5. Batu angsa merupakan bentukan akibat litologi hasil runtuhan.

Batu Harimau Kumbang

Batu Harimau Kumbang memiliki warna kecokelatan dan warna putih pada bagian tertentu. Batuan berukuran 1,5 m ini berada di samping dinding gua. Batu Harimau Kumbang terbentuk akibat pengaruh topografi awal dinding samping gua. Akibatnya, terbentuk ornamen menyerupai harimau kumbang. Perbedaan warna yang dihasilkan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemurnian dan komposisi batu gamping.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 6. Batu Harimau Kumbang bentukannya dipengaruhi topografi gua.

Pada sekitar Batu Harimau Kumbang tidak dijumpai adanya stalaktit yang masih aktif (meneteskan air).

Batu Otak

Batu Otak memiliki warna putih jernih. Beberapa bagian menunjukkan lekukan yang khas seperti bentukan otak. Berkembang pada dasar lantai gua dengan ukuran luas tidak lebih dari 2 m. Pembentukan Batu Otak dipengaruhi oleh material berukuran kerikil-kerakal yang berada di dasar lantai gua. Tetesan air dan pengendapan $CaCO_3$ menutupi bagian dasar gua yang terdapat material kerikil-kerakal menyebabkan ketampakan seperti otak. Lekukan yang khas seperti otak merupakan bagian antara *space* kerikil 1 dan kerikil yang lain.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 7. Batu Otak dipengaruhi oleh adanya material kerikil-kerakal pada dasar lantai gua.

Batu Taman Maria

Batu Taman Maria memiliki warna putih jernih dan sebagian memiliki warna putih kecokelatan. Batu Taman Maria merupakan kumpulan dari stalakmit dengan jumlah banyak yang terbentuk dari tetesan air dari atap gua (stalaktit) dan mengendap pada

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 8. Taman Maria terbentuk dari tahap lanjut stalaktit dan stalakmit.

lantai gua. Pada bagian atap gua di Taman Maria memiliki stalaktit dengan jumlah yang banyak dan relatif sama dengan jumlah stalakmit yang berada di lantai gua yang menunjukan kedunya memiliki hubungan. Stalaktit dan stalakmit pada Taman Maria memiliki bentuk yang kurus memanjang dengan diameter 15–50 cm dan panjang dari 70 cm sampai beberapa meter. Pada bagian tertentu juga tampak stalaktit dan stalakmit yang sudah menyatu membentuk pilar.

Batu Semar

Batu Semar memiliki warna cokelat keruh dengan bagian bawah dijumpai material berukuran kerakal yang bercampur dengan material yang lebih halus. Batu semar memiliki ukuran dimensi 4 x 5 m dengan tinggi 3 m. Batu Semar terbentuk akibat bentukan awal litologi yang merupakan hasil runtuhan. Tetesan air perkolasi dan pengendapan $CaCO_3$ dari atas menutupi sebagian litologi awal hasil runtuhan yang mengakibatkan bentuk batu tersebut mirip seperti Semar. Pada bagian bawah, tampak litologi awal hasil runtuhan yang memiliki warna cokelat.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 9. Batu Semar bentukannya dipengaruhi litologi runtuhan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batu Bapak Jenggot

Batu Bapak Jenggot memiliki warna putih jernih dengan ukuran panjang 60 cm. Batu Bapak Jenggot berkembang pada batuan hasil runtuhan yang terkena tetesan air perkolasi dari atas dan diendapkan pada bagian samping. Pengendapan secara terus menerus membentuk ornamen menyerupai kepala akibat pengendapan yang menumpuk. Bentuk seperti jenggot memanjang ke bawah itu merupakan hasil pengendapan $CaCO_3$ dari atas atau bisa juga hasil terusan pengendapan dari bentukan kepala yang mengikuti bentuk topografi awal dari batuan.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 10. Batu Bapak Jenggot terbentuk oleh topografi awal.

Batu Bunga Kuncup

Batu Bunga Kuncup memiliki warna cokelat jernih dengan bentuk melebar pada bagian atas yang merupakan bekas runtuhan. Bagian bawahnya merupakan bentukan stalaktit hasil larutan yang dipengaruhi oleh topografi awal sehingga bentuknya menyerupai bunga kuncup. Batu Bunga Kuncup memiliki diameter 60 cm dengan panjang 55 cm dan menggantung pada bagian hasil runtuhan. Jarak antara Batu Bunga Kuncup dan dasar lantai gua hanya sekitar 70 cm yang memungkinkan suatu saat akan menyentuh lantai gua.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 11. Batu Bunga Kuncup terbentuk akibat adanya pengendapan dan dipengaruhi oleh topografi awal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batu Taman Gajah

Batu Taman Gajah memiliki warna cokelat dan putih jernih pada bagian tertentu. Bentuknya gemuk dengan tinggi bervariasi, dari 70 cm sampai beberapa meter. Batu Taman Gajah merupakan kumpulan batu hasil runtuhan yang kemudian tertutupi oleh pengendapan $CaCO_3$ dari atap gua (stalaktit) sehingga memberikan kesan seperti di taman. Bentukan gumpalan kecil berwarna putih pada sekitar batu taman gajah merupakan pengendapan $CaCO_3$ yang dipengaruhi oleh topografi awalnya sehingga memberikan kesan yang sangat menarik**.** Warna cokelat merupakan litologi awal hasil runtuhan dan warna putih merupakan hasil pelarutan.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 12. Batu Taman Gajah terbentuk dari litologi runtuhan dan tertutup oleh pengendapan $CaCO_3$.

Batu Prangko

Batu Prangko memiliki warna putih kecokelatan dengan bentuk relatif kurus berdiameter 15 cm. Batu Prangko terbentuk dari tahap lanjut antara stalaktit dan stalakmit yang sudah menyatu dan membentuk pilar. Jarak antara langit dan lantai gua pada batu Prangko tidak lebih dari 2,5 m. Hal ini akan sangat memengaruhi kecepatan bagian stalaktit dan stalakmit untuk menyatu membentuk pilar. Pada bagian lain masih memperlihatkan bentuk stalaktit dengan panjang 1 m dan stalakmit dengan panjang 60 cm yang belum menyatu.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 13. Batu Prangko terbentuk dari tahap lanjut antara stalaktit dan stalakmit dan membentuk pilar.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batu Tirai Pintu

Batu Tirai Pintu memiliki warna putih kecokelatan dengan bentuk yang sangat gemuk dengan tinggi 110 m. Batu Tirai Pintu merupakan bentukan stalakmit yang terbentuk akibat tetesan air perkolasi dari atas dan terendapkan pada bagian lantai gua. Bentukan yang sangat gemuk diduga dipengaruhi topografi awal yang sudah tertutupi oleh pengendapan $CaCO_3$ dan membentuk seperti tirai pintu. Pada bagian atap gua terdapat stalaktit berjarak 80 cm dari Batu Tirai Pintu dan memiliki pola atau arah N 28°E yang suatu saat memungkinkan untuk menyatu menjadi sebuah pilar.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 14. Batu Tirai Pintu terbentuk dari hasil runtuhan yang tertutup oleh pengendapan $CaCO_3$.

Batu Buaya

Batu Buaya memiliki warna putih kecokelatan dengan bentuk memanjang berukuran 2,3 m. Batu Buaya terbentuk akibat bentukan awal litologi yang memanjang yang merupakan hasil runtuhan. Tetesan air perkolasi dan pengendapan $CaCO_3$ dari atas menutupi sebagian litologi awal hasil runtuhan yang mengakibatkan bentuk batu tersebut seolah-olah mirip seperti buaya.



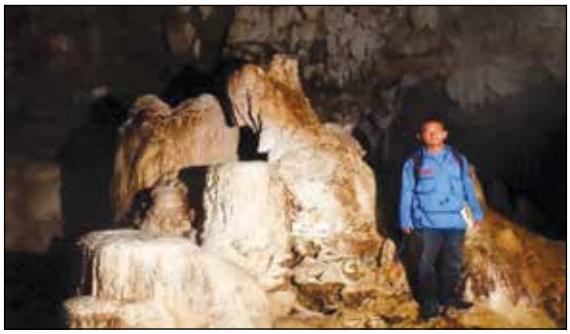
Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 15. Batu Buaya terbentuk dari litologi hasil runtuhan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Batu Serigala Putih

Batu Serigala Putih memiliki warna putih kecokelatan dengan bentuk menjulang ke atas dengan tinggi 2 m. Batu ini terbentuk akibat bentukan awal litologi yang merupakan hasil runtuhan. Tetesan air perkolasi dan pengendapan $CaCO_3$ dari atas menutupi sebagian litologi awal hasil runtuhan yang membuat batu tersebut berbentuk seperti serigala. Pertumbuhan stalakmit berbentuk gemuk pada sekitar Batu Serigala menjadikan kesan sangat menarik. Perbedaan warna yang dihasilkan pada lokasi ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemurnian dan komposisi batu gamping.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 16. Batu Serigala Putih terbentuk dari litologi runtuhan.

2. Sendang di Gua Petruk

Sendang Wulung

Sendang Wulung memiliki bentukan topografi gua yang relatif datar dan berundak pada sisi depannya. Pada bagian tengahnya, terdapat suatu cekungan-cekungan yang terisi air dengan kedalaman 14–15 cm. Air pada Sendang Wulung berasal dari tetesan di atasnya dan dari aliran air yang melewatinya. Pada bagian-bagian tertentu terdapat



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 17. Sendang Wulung dengan stalakmit relatif datar akibat tererosi aliran air.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pengendapan $CaCO_3$ pada lantai gua yang datar mengikuti topografi awal dan tidak menjulang tinggi akibat terkena aliran air secara menerus. Hal ini tidak lepas dari sifatnya yang mudah larut jika terkena air. Lokasi ini sangat menarik untuk dijadikan spot foto dengan latar belakang yang sangat indah dan menarik.

Sendang Katak

Sendang Katak berada di dalam gua yang terbentuk pada batuan hasil runtuhan pada sisi depan dan dipengaruhi oleh topografi awal. Sendang Katak memiliki topografi yang relatif datar dan berundak. Bagian tengahnya yang relatif cekung terisi air dari tetesan aliran air yang melewatinya. Pada sisi samping, terlihat ada pengendapan $CaCO_3$ yang membentuk ornamen yang menarik seolah-olah seperti kolam yang biasa dihuni katak.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 18. Sendang Katak pada sisi samping merupakan hasil pengendapan.

Sendang Pamijikan

Sendang Pamijikan terletak pada sisi samping depan mulut gua. Sendang Pamijikan memiliki kedalaman 20–30 cm dengan diameter 2 m. Air Sendang Pamijikan berasal dari rembesan air sekitar dan memungkinkan berasal dari air hujan karena posisinya



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 19. Sendang Pamijikan yang berada di depan sisi gua.

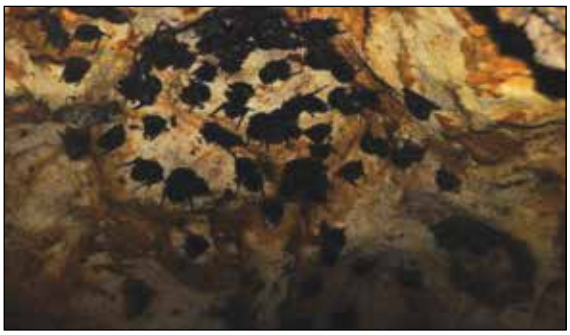
Buku ini tidak diperjualbelikan.

berada di luar gua. Air di dalam Sendang Pamijikan sangat jernih. Istilah pamijikan berasal dari bentuknya yang mirip seperti tempat buat *wijik* (mencuci tangan atau kaki dalam bahasa Jawa).

3. Fauna Gua Petruk

Kelelawar

Pada Gua Petruk, kelelawar hanya dijumpai pada dalam gua yang relatif gelap dan pada langit gua yang tinggi. Jumlahnya sangat banyak dan tidak dijumpai pada dekat pintu gua yang secara kondisi relatif terang. Pada bagian bawah dari tempat tinggal kelelawar dijumpai material berwarna hitam kecokelatan merupakan fosfat guano yang terbentuk akibat reaksi antara kotoran kelelawar dan $CaCO_3$.



Sumber: Alfariji (2019).

Gambar 20. Kelelawar di Gua Petruk hidup di zona gelap dan atap gua yang tinggi.

Jangkrik

Jangkrik pada Gua Petruk ditemukan di sepanjang lorong gua, baik di dekat mulut gua yang relatif terang maupun di dalam gua yang relatif gelap. Kehidupan jangkrik di Gua Petruk banyak dijumpai dan melimpah pada dasar dan dinding gua yang gelap.



Sumber: Alfariji(2019).

Gambar 21. Jangkrik di Gua Petruk dominan dijumpai pada dalam gua yang relatif gelap.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Laba-laba

Laba-laba pada Gua Petruk dapat dijumpai di dekat mulut gua sampai depan mulut gua. Laba-laba ditemukan pada dinding-dinding gua dan pada ranting pohon di depan Gua Petruk yang relatif lebih terang kondisinya.



Sumber: Alfariji (2019)

Gambar 22. Laba-laba di Gua Petruk dapat dijumpai di dekat mulut gua dan luar gua.

Tabel 2. Identifikasi Geosite Gua Petruk

Nama Geosite	Deskripsi singkat	Geodiversity	Keunikan Biodiversity	Culturdeversity
Gua Petruk	• Gua masih alami • Tingkat kesulitan menengah • endokars menarik	• sungai bawah tanah • ornamen Gua Petruk berkembang dengan baik dan menarik • proses pelarutan dan pengendapan $CaCO_3$ yang masih dijumpai	Terdapat Perbedaan kehidupan dalam gua (kondisi zona terang/gelap)	Memiliki nilai Spiritual dan kearifan lokal

Tabel 3. Penilaian Skor Geosite Gua Petruk

Nama Geosite	Geodiversity 3	Parameter dan bobot Biodiversity 2	Culturdiversity 2	Skor
Gua Petruk	15	8	10	33 sangat baik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dan analisis dapat disimpulkan bahwa bentukan ornamen gua yang sangat menarik pada Gua Petruk dikontrol oleh perbedaan tingkat kemurnian dan komposisi batu gamping, topografi dasar gua, runtuhan, dan kondisi hidrologi. Gua Petruk dengan hasil pembobotan mencapai nilai 33, sangat potensial dikembangkan sebagai geowisata. Pengembangan geowisata dilakukan dengan membuat paket geowisata penelusuran gua. Hal ini didukung dari Gua Petruk yang memiliki nilai ilmiah tinggi dengan bentukan ornamen gua yang menarik dan fauna gua yang khas yang masih dijumpai dengan sedikit memiliki nilai spiritual.

E. SARAN

Saran atau rekomendasi untuk menunjang pengembangan geowisata pada Gua Petruk ialah mengenai fasilitas yang masih kurang dan banyak yang rusak. Untuk itu, perlu ada perbaikan mengenai fasilitas tersebut, seperti perbaikan jalan menuju gua dan tempat istirahat.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada masyarakat sekitar Gua Petruk yang telah memberikan informasi mengenai Gua Petruk terutama dalam informasi terkait unsur budaya ataupun kearifan lokal yang melekat pada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Alfariji. (2019). *Geowisata Karst Gombong Selatan*. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (Tidak dipublikasikan)

Ansori, C., Kumoro, Y., Hastria, D., Widiyanto, K. (2016). *Panduan Geowisata, Menelusuri Jejak Dinamika Bumi Pada Rangkaian Peg. Serayu dan Pantai Selatan Jawa*. Jakarta: LIPI Press. ISBN: 978-979-799-683-9, 158 hal.

Ansori, C. (2018, February). Geosite identification in Karangbolong High to support the development of Karangsambung-Karangbolong Geopark candidate, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 118*(1), 012014. IOP Publishing.

Darsiharjo, D. (2016). Pengembangan Geopark Ciletuh berbasis partisipasi masyarakat sebagai kawasan geowisata di kabupaten Sukabumi. *Jurnal Manajemen Resort dan Leisure*, *13*(1).

Marsudi, A. (2006). *Identifikasi Citra Pariwisata Kabupaten Kebumen* (Disertasi). Universitas Diponegoro, Semarang.

Wijayanti, F., Solihin, D. D., Alikodra, H. S., & Maryanto, I. (2017). Eritrosit dan Hemoglobin pada Kelelawar Gua di Kawasan Karst Gombong, Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia*, *7*(1).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LAMPIRAN

Berikut ini rute yang disarankan dalam paket geowisata penelusuran Gua Petruk sesuai dengan urutan nomor yang tertera pada gambar.



Keterangan:

1. Mulut Gua
2. Tirai Pintu
3. Sendang Katak
4. Batu Lukar Busono
5. Batu Layon
6. Batu Buaya
7. Batu Otak
8. Batu Bapak Jenggot
9. Batu Usus
10. Batu Bunga Kuncup
11. Batu Payudara
12. Batu Harimau Kumbang
13. Batu Ayam Kalkun
14. Batu Pesawat
15. Batu Semar
16. Batu Perangko
17. Sendang Wulung
18. Kali Pelangi
19. Taman Gajah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IDENTIFIKASI *GEOSITE* DI DAERAH BATURRADEN UNTUK MENGEMBANGKAN POTENSI WISATA BERBASIS EDUKASI DAN KELESTARIAN ALAM

GEOSITE IDENTIFICATION IN BATURRADEN AREA TO DEVELOP TOURISM POTENTIAL BASED ON EDUCATION AND NATURE CONSERVATION

Idham Khaliq Yudhistira[1*], Widya Mayank Sari[1], Rahman Wahyu Nurmajid[1] , Akhmad Khahlil Gibran[1], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

[1]Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jendral Soedirman
*corresponding author : tira.idham@gmail.com |ft@unsoed.ac.id

ABSTRACT

Geotourism is a sustainable tourist activity with a major focus on geological pumping. One of the geotourism objects in Central Java Province is the Baturraden area located in Banyumas County. The area has natural tourism potential. However many have not known that in Baturraden it has a geological impairment that tells of the process of shaping the Banyumas plain that can be used as an educational site and many general peoples who have not known the places that have potentially been geotourism both already and uncharted. Therefore it is necessary to hold further analysis regarding the development of this region's geotouristic potential in for the deployment of each mapped tourist attraction as well as uncharted potential to be fully excavated. The study aims to develop tourism with geosite identification in the Baturraden area and create a geosite density map of the Baturaden area by method approaches in the form of a geographic information system that is Arcgis software to mark the locations contained tourist potential on maps that have been obtained through google maps to be known to its spread as well as field review to seek other geological potentials that have not been mapped within the area of identified. The result of this study is that of a geosite map of the Baturaden area as well as a Geotrack map equipped with geological information and natural sustainability values that must be kept in each geotrack.

Keywords: *Baturraden, , Education, Geotrack, Geotourism, Nature Conservation.*

ABSTRAK

Geowisata merupakan suatu kegiatan wisata berkelanjutan dengan fokus utama pada ketampakan geologis. Salah satu objek geowisata di Provinsi Jawa Tengah adalah daerah Baturraden, yang terletak di Kabupaten Banyumas. Daerah tersebut memiliki potensi wisata alam. Namun, banyak orang belum mengetahui bahwa di Baturraden memiliki ketampakan geologi yang menceritakan proses pembentukan dataran Banyumas. Ketampakan geologi tersebut dapat dijadikan tempat edukasi dan banyak masyarakat umum yang belum mengetahui tempat-tempat yang berpotensi sebagai geowisata, baik yang sudah maupun yang belum terpetakan. Oleh karena itu, perlu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

diadakan analisis lebih lanjut mengenai pengembangan potensi geowisata di wilayah ini agar penyebaran tiap objek wisata yang sudah terpetakan serta potensi yang belum terpetakan dapat digali potensinya secara maksimal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan wisata dengan identifikasi *geosite* di daerah Baturraden dan membuat sebuah peta kerapatan *geosite* daerah Baturaden dengan pendekatan metode berupa sistem informasi geografis, yaitu *software* Arcgis untuk menandai lokasi yang terdapat potensi wisata pada peta yang telah didapatkan melalui Google Maps agar diketahui penyebarannya serta peninjauan lapangan untuk mencari potensi geologi lain yang belum terpetakan di dalam luasan daerah yang diidentifikasi. Hasil dari kajian ini berupa peta *geosite* daerah Baturaden serta peta *geotrack* yang dilengkapi dengan informasi geologi dan nilai-nilai kelestarian alam yang harus dijaga di setiap *geotrack*.

Kata Kunci: Baturraden, Geotrack, Geowisata, Edukasi, Kelestarian Alam.

A. PENDAHULUAN

Baturraden merupakan salah satu kecamatan yang terletak di sebelah utara Kota Purwokerto, tepatnya di lereng selatan Gunung Slamet. Daerah Baturraden sendiri termasuk ke dalam zona distal dari Gunung Slamet dan kawasannya masih hijau sehingga pada daerah ini memiliki potensi *geosite* yang menarik untuk dijadikan wahana edukatif bagi masyarakat umum dan wisatawan yang berkunjung.

Menurut Newsome dkk. (2002), geowisata dapat dianggap sebagai bagian dari wisata alam, tetapi merupakan bentuk wisata minat khusus yang fokusnya berupa pengamatan *geosite*, yaitu ketampakan bentang alam bentuk lahan singkapan batuan serta keberadaan fosil dengan fenomena geologi.

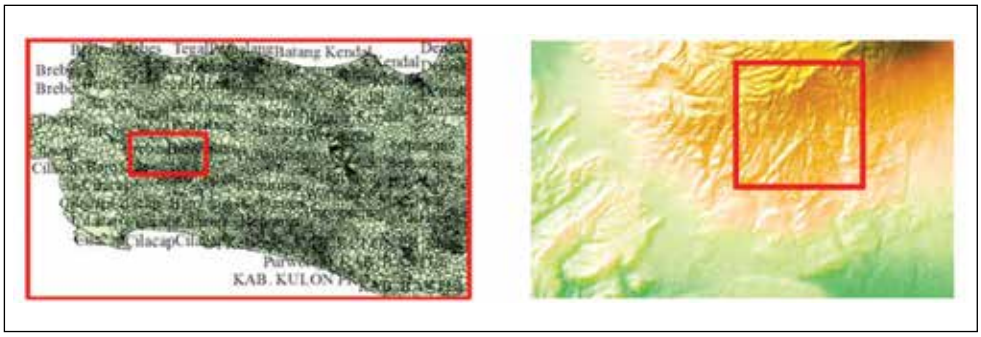
Daerah Baturraden memiliki potensi sebagai objek geowisata. Adanya geowisata ini diharapkan dapat menjaga kelestarian alam, di samping dapat memberikan penghidupan kepada masyarakat serta bisa juga dijadikan tempat yang sangat edukatif.

Penelitian ini bertujuan melakukan kajian mengenai penyebaran dan pengembangan potensi geowisata yang ada di Baturraden terpetakan sehingga dapat dimanfaatkan dan dikembangkan secara maksimal sebagai geowisata berbasis edukasi. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan membuat peta kerapatan geowisata dan *geotracking* di daerah Baturraden serta mendata aspek geowisata edukatif di daerah Baturraden dengan tetap menjaga kelestarian alamnya.

B. LOKASI

Daerah penelitian terletak di Provinsi Jawa Tengah, yang berada di lereng selatan Gunung Slamet. Dengan koordinat 30200 mE/9188000 mE dengan jarak 14 km dari Kota Purwokerto, 70 km dari Cilacap, 47 km dari Purbalingga, dan 400 km dari Jakarta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



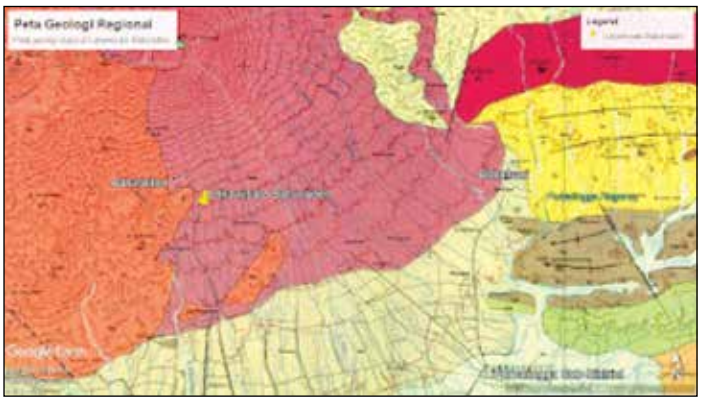
Gambar 1. Daerah Penelitian (Demnas)

C. KONDISI GEOLOGI

Berdasarkan pada geologi regional Jawa Tengah, Gunung Slamet termasuk ke dalam zona gunung api kuarter bersama dengan Gunung Api Dieng, Gunung Sindoro, Gunung Sumbing, Gunung Ungaran, Gunung Merapi, Gunung Muria, dan Gunung Merbabu (Van Bemmelen, 1979).

Kemudian, berdasarkan pada stratigrafi regional lembar Purwokerto dan Tegal, daerah penelitian termasuk ke dalam dua formasi (dari tua ke muda), yaitu Formasi Gunung Api Tak Terurai (Qvs) dan Formasi Lava Gunung Slamet. Formasi Gunung Api Tak Terurai (Qvs) memiliki anggota breksi gunung api, lava, dan tuf dengan sebaran yang membentuk perbukitan. Formasi Lava Gunung Slamet (Qvs) memiliki anggota lava andesit, berongga terutama di bagian lereng timur (M Djuri, dkk ,1996)

Gunung Slamet memiliki dua arah struktur yang utama, yaitu berarah timur laut-barat daya dan berarah barat laut-tenggara (Djuri, 1975), serta umumnya sesar tersebut merupakan sesar mendatar atau sesar *oblique* (Soetawidjaja & Sukhyar, 2009). Selain itu, memiliki graben dan sesar normal yang berasosiasi dengan Gunung Slamet Tua (Soetawidjaja & Sukhyar, 2009).



Sumber: M. Djuri dkk. (1996)

Gambar 2. Peta Geologi Lembar Purwokerto Tegal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. METODE

Metode yang dilakukan pada pembuatan *paper* ini hanya menggunakan survei literatur dan pengindraan jarak jauh. Terdapat 20 titik lokasi *geosite* yang tersebar di sekitar Kecamatan Baturraden, Provinsi Jawa Tengah. Pengambilan data koordinat berbasis Sistem Informasi Geografis dengan Google Maps yang diolah dengan aplikasi Arcgis sehingga menghasilkan peta lokasi geowisata, dan untuk mengetahui peta kontur kerapatan geowisata daerah Baturaden dengan menggunakan aplikasi Arcgis dengan asumsi batas *grid* 1.000 meter. Dari *grid* tersebut, didapatkan banyaknya lokasi geowisata dalam tiap *grid*. Tahap selanjutnya untuk mendapatkan informasi geologi dan nilai-nilai kelestarian alam yang harus dijaga di setiap *geotrack.*

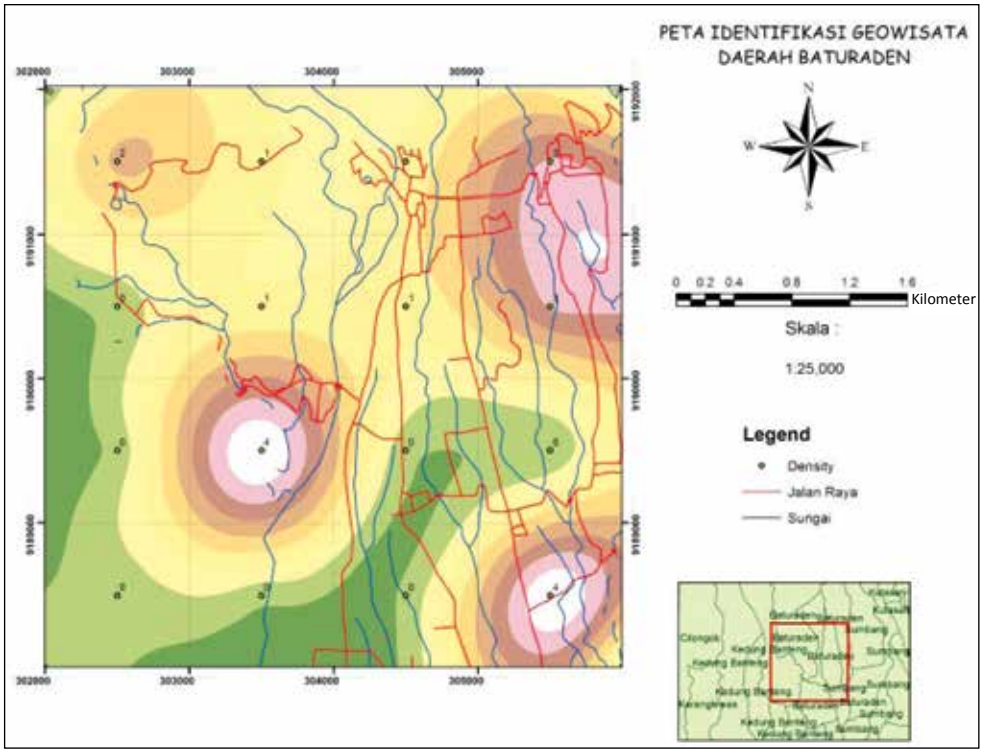
E. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian, yang berada pada daerah wisata Kecamatan Baturraden secara administratif berada pada Desa Ketenger, Karangmangu, Karangtengah, Kemutung Lor, Kemutung Kidul, dan Karangsalam, memiliki potensi wisata dilihat dari keragaman geologi dan densitas *geosite* yang berbeda-beda berdasarkan pada hasil identifikasi peta *geosite*.

Nama Objek Wisata	Koordinat	
	x	y
Curug Jenggala	302281,37	9191705,53
Pancuran Pitu	303264,55	9191619,52
Curug Muntu	302591,51	9191220,01
Curug Bayan	303297,04	9190052,53
Curug Kembar Ketenger	303451,73	9189889,01
Curug Gede	303579,43	9189794,51
Curug Celiling	303709,7	9189662,85
Curug Cebong Baturaden	305363,42	9191550,8
Curug Pinang	305371,63	9191485,8
Curug Grojogan Ratu	305618,11	9191173,21
Curug Telu	305925,49	9190509,6
Curug Kembar	305560,06	9190488,7
Curug Jumeneng	305552,73	9190472,19
Air Terjun Baturaden Ganda Tapa	304436,35	9191443,64
Curug Kanesia	304644,35	9190725,22
Curug Tempuhan	303746,15	9189213,18
Curug Grenjang	305886,04	9188597,93
Curug Orak Arik	305715,52	9188549,71
Curug Carang	305944	9188321,44
Curug Cagak	305964,73	9188185,7

Gambar 3. Data Tabel Koordinat Geosite

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Peta Kerapatan Geosite

Kerapatan *geosite* pada suatu daerah dan didukung keragaman objek wisata adalah suatu potensi yang dapat diefektifkan dengan perencanaan *geotrack* dan peran bersama-sama, seperti pemerintah, swasta, dan masyarakat sekitar, demi pengembangan dan pengelolaan potensi wisata.

Desa Ketenger yang terletak di bagian barat Kecamatan Baturraden dan Desa Kemutung Kidul yang terletak di sebelah Tenggara Kecamatan Baturraden memiliki kerapatan *geosite* lebih dominan dibandingkan desa sekitarnya, sehingga memiliki peluang menjadi pusat aktivitas geowisata di daerah wisata Baturraden. Nilai jual dalam berwisata pada daerah tersebut ada pada keberagaman ketampakan alam yang bisa dinikmati sebagai objek wisata.

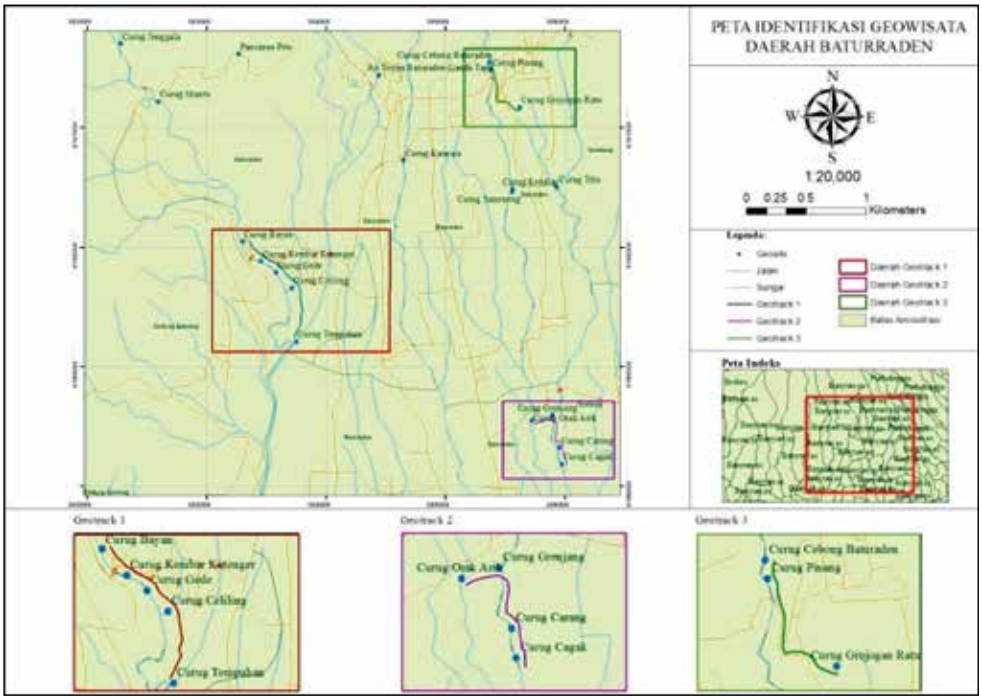
Pariwisata terbukti memberi dampak positif bagi kehidupan ekonomi masyarakat, seperti menciptakan peluang kerja baru, meningkatkan kesempatan berusaha, meningkatkan pendapatan masyarakat lokal, meningkatkan pendapatan daerah melalui retribusi dan pajak, dan lain sebagainya (Hermawan, 2016). Maka dibutuhkan aksesibilitas yang mendukung untuk mempermudah pengunjung dapat mendatangi objek wisata yang ada.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dengan mengunjungi wisata alam, dan kesadaran pada potensi yang bisa diciptakan, diharapkan pengunjung dan masyarakat lebih sadar akan pentingnya menjaga kelestarian alam dengan pengelolaan yang bertanggung jawab.

Aktivitas pengedukasian masyarakat dapat didukung dengan pengadaan sarana informatif, seperti pusat informasi berupa perpustakaan dan papan informasi pada setiap *geosite* untuk memberikan pengetahuan yang terkait pada objek tersebut.

Berikut ini *geotrack* dari daerah penelitian, dengan membaginya menjadi tiga bagian, yaitu:



Gambar 5. Peta Jalur Geotrack

1. Geotrack Jalur 1

Pada jalur ini, terdapat lima pariwisata yang dilalui, yaitu Curug Bayan, Curug Kembar, Curug Gede, Curug Celiling, dan yang terakhir Curug Tempuhan.

Di jalur 1 ini, terdapat jejak-jejak lava. Jejak ini dapat terlihat pada ketampakan kekar kolom yang berada di Curug Bayan serta terlihat jejak lava pada Curug Kembar. Secara umum, kekar kolom memiliki kemiringan yang tegak lurus (90°) dengan bidang pendinginan. Dengan begitu, pengunjung dapat mempelajari arah pergerakan lava yang mendingin dari orientasi arah tegak kekar kolom yang menyerupai tiang-tiang tersebut. Pada *track* ini, jatuhan air dari Curug Bayan menuju Curug Tempuhan makin tinggi sehingga dapat membuktikan hukum gravitasi bahwa air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Jalur Geotrack 1

2. Geotrack Jalur 2

Untuk *geotrack* jalur 2 ini memiliki empat destinasi, yaitu Curug Grenjang, Curug Orak Arik, Curug Carang, dan yang terakhir Curug Cagak.

Di jalur ini, bisa ditemukan lava bantal yang berbentuk sangat unik yang berada pada Curug Grenjang. Lava bantal terbentuk jika ada aliran lava masuk ke tubuh air, seperti laut ataupun danau. Dengan begitu, pengunjung dapat mempelajari geologi sejarah, bahwa tempat yang sedang mereka kunjungi dahulunya berada di bawah air. Pada *geotrack* ini juga bisa ditemukan perlapisan batuan yang terpotong oleh air dan menjadi Curug Carang dan Curug Orak-arik serta di tempat terakhir ada Curug Cagak yang memiliki bentuk seperti tangga.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 7. Jalur Geotrack 2

3. Geotrack Jalur 3

Pada *geotrack* jalur 3 ini mempunyai tiga *geosite,* yaitu Curug Cebong, Curug Pinang, dan *geosite* terakhir Curug Grojogan Ratu.

Jalur 3 ini terletak di bagian utara Baturraden. Pada jalur ini, dapat dijumpai litologi berupa batuan beku yang bisa kita lihat dari Curug Cebong dan Curug Pinang. Selain itu, pada Curug Grojogan Ratu memiliki morfologi yang sangat bagus dan berbeda dari curug-curug lain dan mirip dengan curug yang berada di luar negeri.

F. KESIMPULAN

Dari data koordinat yang didapat melalui Google Maps, daerah penelitian memiliki 20 potensi geowisata yang tersebar di seluruh kecamatan. Dari data koordinat tersebut membagi tiga jalur *geotrack*, yaitu jalur 1 berisi *geosite* Curug Bayan, Curug Kembar, Curug Gede, Curug Celiling, dan Curug Tempuhan. Jalur 2 berisi *geosite* Curug Grenjang, Curug Orak-arik, Curug Carang, Curug Cagak. Sementara jalur 3 berisi *geosite* Curug Cebong, Curug Pinang, dan Curug Grojogan Ratu

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 8. Jalur Geotrack 3

G. SARAN/REKOMENDASI

Geotrack ini bisa direkomendasikan untuk pengembangan potensi pariwisata berbasis alam dan dapat memberikan edukasi minat khusus serta dengan adanya geowisata ini secara tidak langsung menjaga kelestarian alam.

DAFTAR ACUAN

Inkantriani N. D. (2005). *Pengembangan komponen pariwisata pada obyek-obyek wisata di Baturraden sebagai pendukung pengembangan kawasan wisata Baturraden.* (Disertasi tidak dipublikasikan, Universitas Diponegoro, Semarang).

Mahfidah, T. S. (2004). *Identifikasi kawasan wisata Baturraden* (Disertasi tidak dipublikasikan, Universitas Diponegoro, Semarang).

Pratomo, I. (2012). *Keanekaragaman geologi kompleks vulkanik Gunung Slamet, Jawa Tengah*. Jakarta: LIPI Press.

Widyandini, W. (2001). *Penataan dan pengembangan simpul Curug Gede di kawasan wisata Baturraden.* (Disertasi tidak dipublikasikan, Universitas Diponegoro, Semarang).

Kastowo, Djuri, M., Samoedra, H., Amin, T. C., & Gafoer, S. (1996). *Peta geologi lembar Purwokerto-Tegal*. Direktorat Geologi Bandung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI SITUS WARISAN GEOLOGI DI UJUNG KULON-SELAT SUNDA TIMUR

THE POTENTIAL OF GEOLOGICAL HERITAGE SITE ON UJUNG KULON-EAST SUNDA STRAIT

Fhirdha Rizqi[1], Gema Akbar Mohammad Arif [2], dan Mutiara Vania Salma[3*]

[1]Geotour Indonesia, Jakarta
[2]Institut Teknologi Bandung
[3]Universitas Trisakti, Jakarta
[*]*E-mail*: mutiaravania@gmail.com

ABSTRACT

The tsunami on December 22, 2018 that hit the coast of Ujung Kulon-East Sunda Strait, Pandeglang Regency had a significant impact for the society, the environment, and the geological order in the area. Pandeglang Regency is located in the western tip of Java Island which is part of an archipelago arc system. Regionally, the geological conditions of this region are quite interesting because it is part of the Banten Block, which is dominated by a north–south trending structure and shows striking differences with Java, which is dominated by east-west trending structure. The morphologhy of this area is a part of Bayah Mountains Zone with dome morphology and ridge resulting from structural and lithological control. The diversity of rock types in this region is dominated by alluvium deposits, sedimentary rocks, and volcanic igneous rocks. For this reason, it is necessary to locate the distribution of potential geological heritage sites, make a list of geological heritage sites, and also conduct a SWOT analysis to determine the potential utilization of geological heritage sites in order to trigger the growth of research area. The method used in this research is field data and secondary data collection. After conducting research, it is known that there are 30 potential geological heritage sites in the research area, such as 9 sites of waterfall, 2 sites of highland, 1 site of water spring, 6 sites of morphological landscape, 1 site of morphological edge, and 7 sites of geological outcrop. SWOT analysis results shows that the potential of geological heritage sites can develop and become a driving force for regional economies if the elements of the geotourism context are optimized.

***Keywords** : geological heritage sites, Ujung Kulon, SWOT analysis, geotourism*

ABSTRAK

Tsunami pada tanggal 22 Desember 2018 yang melanda pesisir Ujung Kulon-Selat Sunda Timur, Kabupaten Pandeglang memberi dampak yang cukup besar bagi masyarakat, lingkungan, maupun tatanan geologi pada daerah tersebut. Kabupaten Pandeglang berada di ujung barat Pulau Jawa yang merupakan bagian dari sebuah sistem busur kepulauan. Secara regional, kondisi geologi kawasan ini menarik karena merupakan bagian dari *Banten Block* yang didominasi struktur berorientasi utara-selatan dan menununjukkan perbedaan mencolok dengan Jawa yang didominasi struktur berorientasi barat-timur. Secara morfologis, kawasan ini merupakan bagian dari Zona

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pegunungan Bayah dengan morfologi kubah dan punggungan hasil kontrol struktur dan litologi. Keragaman jenis batuan pada kawasan ini didominasi endapan aluvium, batuan sedimen, dan batuan beku vulkanik. Untuk itu perlu diketahui lokasi penyebaran potensi situs warisan geologi, membuat daftar situs warisan geologi, dan juga melakukan analisis SWOT untuk mengetahui potensi pemanfaatan situs warisan geologi agar memicu pertumbuhan daerah penelitian. Metode yang digunakan berupa pengumpulan data lapangan dan data sekunder. Setelah dilakukan penelitian diketahui bahwa pada daerah penelitian terdapat 30 situs warisan geologi, meliputi 9 situs air terjun, 2 situs dataran tinggi, 1 situs mata air, 6 situs morfologi, 1 situs morfologi tepian, dan 7 situs singkapan batuan. Hasil analisis SWOT menunjukkan potensi situs warisan geologi dapat berkembang dan menjadi roda penggerak ekonomi daerah jika unsur-unsur dalam konteks geowisata dioptimalkan.

Kata Kunci: situs warisan geologi, Ujung Kulon, analisis SWOT, geowisata

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), peristiwa tsunami pada tanggal 22 Desember 2018 yang melanda daerah pesisir Banten dan Lampung, Indonesia, disebabkan adanya pasang tinggi dan longsor bawah laut akibat letusan Anak Krakatau di Selat Sunda. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyatakan hingga 2 Januari 2019 sedikitnya 437 korban tewas, 1.459 korban luka, dan 10 korban hilang. Kerusakan yang terjadi juga menimpa 2.752 rumah, 92 penginapan/warung, dan 510 perahu/kapal rusak akibat tsunami. Berbagai tanggapan pemangku kepentingan turut serta disampaikan kepada masyarakat terdampak bencana, salah satunya Kementerian Pariwisata. Menteri Pariwisata, Arief Yahya mengumumkan penghentian sementara promosi pariwisata di Provinsi Banten dan Lampung.

Dalam konteks pengembangan kawasan Geowisata, Menteri Pariwisata Arief Yahya menyatakan bahwa objek wisata Tanjung Lesung, Banten, sebelumnya sedang dipersiapkan sebagai 10 Bali Baru (Prodjo, 2017). Oleh karena itu, untuk membantu pertumbuhan daerah terdampak bencana tsunami diperlukan inventarisasi dan identifikasi potensi situs geologi di daerah pesisir Ujung Kulon-Selat Sunda Timur, Kabupaten Pandeglang. Beberapa metode pengembangan berkelanjutan yang dapat digunakan salah satunya adalah analisis SWOT (Harrison, 2010), analisis yang mencakup peluang, tantangan, kelemahan, dan kekuatan untuk mendapatkan strategi terbaik dalam mencapai suatu tujuan tertentu (Asmin, 2014). Selain itu analisis SWOT bertujuan untuk memberikan strategi dalam pengembangan Geopark (Farsani, Coelho, & Costa, 2012).

2. Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan kajian inventarisasi potensi situs-situs warisan geologi (*geological heritage)* di daerah geologi pesisir Ujung

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kulon-Selat Sunda Timur, Kabupaten Pandeglang agar dapat dimanfaatkan dalam pengembangan wisata untuk pembangunan daerah pasca bencana.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui penyebaran potensi situs warisan geologi di daerah penelitian.
2. Membuat daftar situs warisan geologi yang terdapat di daerah penelitian.
3. Mengetahui potensi pemanfaatan situs warisan geologi untuk pertumbuhan daerah penelitian menggunakan analisis SWOT.

B. METODE PENELITIAN

Objek pada penelitian ini, yaitu Geologi Regional Ujung Kulon dan Pesisir Selat Sunda bagian Timur, meliputi fisiografi regional, geomorfologi, stratigrafi, serta struktur pada daerah tersebut. Lalu, keunikan serta keragaman pada daerah tersebut dengan beberapa parameter atau aspek, yakni bentang alam, litologi batuan, struktur geologi, serta proses hingga sejarah geologi.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian disusun secara sistematis di antaranya:

1. Tahap Pendahuluan

   Persiapan administrasi dengan melakukan pengurusan surat izin penelitian dan administrasi ke pemerintah daerah yang termasuk ke dalam wilayah penelitian.

2. Peralatan Penelitian

a. Peta dasar dan Peta Geologi Lembar Cikarang, Jawa, skala 1:100.000 oleh Sudana & Santosa (1992); Peta Geologi Lembar Ujung Kulon, Jawa Barat, skala 1:100.000 oleh Atmawinata & Abidin (1991); Peta Geologi Lembar Anyer, Jawa Barat, skala 1:100.000 oleh Santosa (1991).

b. *GPS* untuk menandai lokasi pengamatan dan batas daerah penelitian;

c. Kompas Geologi; *Loupe* dan Komparator (batuan sedimen dan beku);

d. Palu geologi, terdiri dari palu batuan sedimen dan batuan beku (untuk pengambilan contoh batuan) serta kantong sampel;

e. Alat tulis, meliputi buku catatan lapangan, spidol tahan air, dan lain-lain serta kamera;

f. *Software* pendukung dalam pengolahan data lapangan.

3. Studi Literatur

   Studi mengenai kondisi geologi daerah penelitian secara regional berdasarkan laporan dari beberapa peneliti terdahulu yang masih berkaitan dengan arah penelitian.

4. Pelaksanaan Kegiatan

   Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei–Juni 2019 hingga menghasilkan laporan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

5. Tahap Pengumpulan Data Lapangan

   Setelah dilakukannya tahap pendahuluan, kemudian dilakukan pengambilan data lapangan secara deskriptif yang kemudian merepresentasikan kondisi geologi hingga nilai budaya dan nilai pendukung lainnya yang memiliki potensi sebagai warisan geologi dengan teknik pengambilan data berupa data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

   Data ini didapatkan langsung melalui objek yang diteliti dengan metode penyelidikan geologi secara deskriptif mencakup observasi geomorfologi, observasi singkapan serta batuan.

b. Data Sekunder

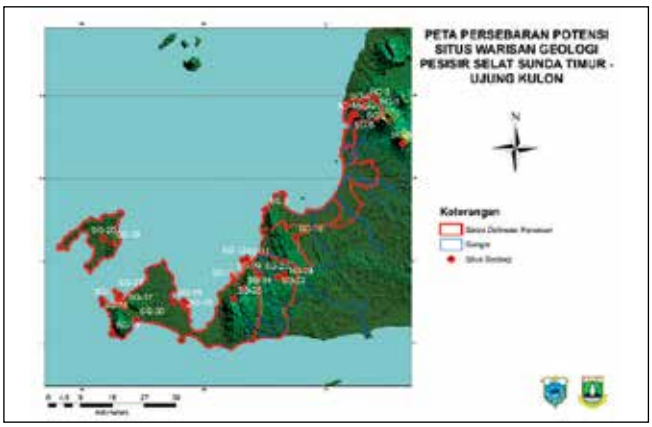
   Data berupa data dari GIS, DEM, *Google Earth*, dan dokumen informatif terkait.

6. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

   Data-data lapangan yang terkumpul akan diinventarisasikan dan diolah dengan metode analisis dan SWOT {*Strengh* (kekuatan), *Weaknesses* (kelemahan), *Opportunity* (peluang), *Threat* (hambatan)} berdasarkan faktor- faktor yang dimiliki pada tiap lokasi pengamatan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pesisir Selat Sunda Timur secara administratif mencakup lima wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Carita, Labuan, Pagelaran, Sukaresmi, Panimbang, dan Cigeulis. Untuk wilayah Ujung Kulon mencakup dua kecamatan, yaitu Kecamatan Cimanggu dan Sumur. Terdapat 30 potensi situs warisan geologi pada dua kawasan tersebut. Potensi tersebut berupa batuan, struktur/proses geologi, serta bentang alam dan morfologi. Secara singkat, potensi tersebut dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.



Gambar 1. Peta Persebaran Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Daftar Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon

NO	KODE	LOKASI	MINAT DAN KETERANGAN SINGKAT
1	SG-1	Turalak Leuwibumi	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi
2	SG-2	Curug Ciajeng	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi
3	SG-3	Lanskap Cinoyong	Morfologi Dataran tinggi berupa punggungan, hasil dari proses morfogenesis vulkanik
4	SG-4	Curug Kembar	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi
5	SG-5	Lanskap Tahura Carita	Morfologi Dataran tinggi berupa punggungan, hasil dari proses morfogenesis vulkanik
6	SG-6	Kawah Pulosari	Morfologi Tepi kawah dari G. Pulosari dengan ketinggian 1.346 meter, menunjukkan aktivitas vulkanik
7	SG-7	Curug Gendang	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi
8	SG-8	Curug Putri	Air Terjun Bukti terjadi perubahan lapisan batuan, dinding sungai berupa perlapisan batuan sedimen
9	SG-9	Pantai Batu Hideung	Batuan Batuan berupa lava andesit-basalt, warna hitam diakibatkan oleh efek bakar
10	SG-10	Curug Sawer	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi
11	SG-11	Pulau Oar	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pertumbuhan batugamping koral dan muncul ke permukaan laut akibat proses tektonik
12	SG-12	Pulau Umang	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pertumbuhan batugamping koral dan muncul ke permukaan laut akibat proses tektonik
13	SG-13	Curug Rahong	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

NO	KODE	LOKASI	MINAT DAN KETERANGAN SINGKAT
14	SG-14	Lanskap Gunung Honje	Morfologi Berupa bentukan pegunungan memanjang, menunjukkan kelurusan geologi berarah timur laut-barat daya
15	SG-15	Sungai Cigenter	Morfologi Bentang lahan yang terbentuk dari adanya pengaruh kontol litologi dan memiliki endapan berupa endapan alluvium
16	SG-16	Pulau Handeuleum	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pertumbuhan batugamping koral dan muncul ke permukaan laut akibat proses tektonik
17	SG-17	Sabana Cidaon	Morfologi Dataran denudasional dibuktikan dengan penyusun berupa endapan alluvium.
18	SG-18	Pulau Peucang	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pertumbuhan batugamping koral dan muncul ke permukaan laut akibat proses tektonik
19	SG-19	Sri Sanghyang Sirah	Gua Batuan penyusun gua terbentuk dari lava pejal, lava bantal dan breksi lava, termasuk dalam Formasi Cikancana.
20	SG-20	Pulau Panaitan	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pengangkatan batuan Formasi Cikancana oleh proses tektonik, dicerminkan oleh adanya dua buah sesar geser
21	SG-21	Tanjung Layar	Morfologi Bukit menara pantai (*stack*) dengan batuan penyusun berupa batuan vulkanik berumur Miosen Bawah, termasuk dalam Formasi Cikancana
22	SG-22	Curug Paniis	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, terdapat *slickenside* yang merupakan indikasi sesar, batuan berupa breksi gunungapi dan lava.
23	SG-23	Mata Air Panas Cibiuk	Mata Air Terbentuk akibat air tanah yang terpanaskan oleh magma dan keluar melalui celah dari zona sesar
24	SG-24	Curug Cikacang	Air Terjun Bukti terjadi pergeseran lapisan batuan, indikasi sesar turun, batuan berupa breksi gunungapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

NO	KODE	LOKASI	MINAT DAN KETERANGAN SINGKAT
25	SG- 25	Kolam Bulakan	Morfologi Cerukan relatif kecil yang menampung air dari celah antar dua batuan vulkanik
26	SG-26	Pantai Ciputih	Morfologi Endapan pantai yang didominasi oleh rombakan batugamping koral, cangkang moluska, dan pasir besi
27	SG-27	Karang Copong	Batuan Bukit batu karang berlubang, batuan berupa batugamping koral
28	SG-28	Puncak Gunung Raksa	Morfologi Merupakan pusat erupsi gunungapi tua yang menerobos batuan Formasi Cikancana, terbentuk dari batuan volkanik berumur Plio-Pleistosen
29	SG-29	Pulau Mangir	Morfologi Pulau yang terbentuk dari adanya pertumbuhan batugamping koral dan muncul ke permukaan laut akibat proses tektonik
30	SG-30	Sabana Cibunar	Morfologi Dataran denudasional dibuktikan dengan penyusun berupa endapan alluvium.



Gambar 2. Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon (Kode 1–9)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon (Kode 10–18)



Gambar 4. Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon (Kode 19–24)

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Potensi Situs Warisan Geologi di Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon (Kode 25–30)

Potensi situs warisan geologi dapat membantu perkembangan ekonomi daerah jika bersinergi dengan aspek keragaman hayati dan keragaman budaya dalam sebuah tatanan *geopark* atau taman bumi. Sesuai dengan konsep pengembangan *geopark*, suatu kawasan yang sudah memiliki keragaman geologi, hayati, dan budaya akan dikelola dan dikembangkan dengan regulasi dan kebijakan pemerintah, dukungan fasilitas dan infrastruktur, serta perbaikan kesejahteraan masyarakat dan peningkatan kapasitas dari masyarakat lokal (pembangunan masyarakat). Berikut analisis SWOT (*strength, weakness, opportunity, threat*) untuk melihat potensi dari pengembangan geopark pada kawasan Pesisir Selat Sunda Timur dan Ujung Kulon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Hasil Analisis SWOT pada Daerah Penelitian

ANALISIS SWOT	
Strength **(Kekuatan)**	Terdapat sedikitnya tiga puluh potensi situs warisan geologi yang memiliki nilai ilmiah, edukasi, ekonomi, pariwisata, maupun estetika. Kawasan Taman Nasional Ujung Kulon sudah diakui UNESCO sebagai warisan dunia (*world heritage*), terdapat keragaman hayati yang luas dan juga langka (seperti badak Jawa), serta terdapat keragaman budaya setempat. Surat keputusan Bupati Pandeglang sudah ditetapkan untuk pengembangan geopark pada wilayah penelitian, pengelolaan oleh multisektor, dukungan dari masyarakat, komunitas, dan pemerintah setempat.
Weakness **(Kelemahan)**	Kurangnya infrastruktur dan amenitas pendukung pada objek wisata, kurangnya sumber daya manusia yang profesional sebagai pengelola lokal, kurangnya materi edukasi/papan informasi pada objek wisata, minimnya publikasi jurnal ilmiah atau penelitian, khususnya terkait geowisata pada daerah penelitian, kurangnya kajian dan fasilitas penunjang mitigasi bencana, kurangnya materi promosi dan produk lokal terkait untuk meningkatkan *awareness* pada calon wisatawan.
Opportunity **(Peluang)**	Pengembangan kawasan geopark sejalan dengan misi modernisasi pengelolaan potensi wisata dari Bupati Pandeglang. Banyaknya komunitas pemandu wisata yang sudah berpengalaman, namun masih memerlukan pelatihan terkait geowisata. Daerah yang luas memberikan kemungkinan bertambahnya potensi situs warisan geologi yang belum terjelajahi.
Threat **(ancaman)**	Kurangnya kesadaran masyarakat dan wisatawan terkait konservasi situs geologi. Adanya kerentanan dari faktor bencana alam, seperti gempa bumi dan tsunami, pelaku industri pariwisata yang tidak memikirkan kelestarian lingkungan.

D. KESIMPULAN

1. Pada daerah penelitian terdapat 30 situs warisan geologi yang dapat dikembangkan dan dibagi ke dalam 10 kelompok, di antaranya: 9 situs air terjun; 2 situs lanskap dataran tinggi; 3 situs dataran; 1 situs mata air; 6 situs morfologi; 1 situs morfologi Tepian; serta 7 situs warisan geologi berupa singkapan batuan.
2. Hasil analisis SWOT menunjukkan adanya potensi situs warisan geologi yang dapat berkembang dan menjadi roda penggerak ekonomi daerah jika unsur-unsur pendukung dalam konteks geowisata dapat dioptimalkan.

E. SARAN

1. Perlunya kesadaran lebih dari para ahli geologi terhadap industri geowisata melihat sangat banyaknya wilayah memiliki potensi situs warisan geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Perlu diadakannya sosialisasi kepada masyarakat setempat akan potensi yang dimiliki oleh daerahnya serta memperkenalkan kepada masyarakat mengenai geowisata dengan nilai edukasi dan menambah *value* bagi perjalanan yang dilakukan para pelaku geowisata

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dinas Pariwisata Kabupaten Pandeglang serta Geotour Indonesia yang telah mendukung dan terus mengembangkan geowisata daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Asmin, F. (2014). *Ekowisata dan pembangunan berkelanjutan: Dimulai dari konsep sederhana.* Diakses pada 30 Agustus 2020 dari https://www.researchgate.net/publication/323309174_Ekowisata_dan_Pembangunan_Berkelanjutan_Dimulai_dari_Konsep_Sederhana.

Atmawinata, S., & Abidin, H. Z. (1991). *Peta geologi lembar ujung kulon, Jawa Barat*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Farsani, N. T., Coelho, C., & Costa, C. (2012). Geotourism and geoparks as gateways to socio-cultural sustainability in Qeshm Rural areas, Iran. *Asia Pacific Journal of Tourism Research, 17*(1), 30–48.

Fatimah, M. (2019). *Pemanfaatan geodiversity & geoheritage untuk pengembangan Geopark Ujung Kulon*. Bandung: Pusat Riset Geopark dan Kebencanaan Geologi UNPAD.

Harrison, J. (2010). *Strategic planning and SWOT analysis: Essentials of strategic planning in healthcare*. Health Administration Press.

Oktariadi, O. (2018). *Geowisata Ujung Kulon*. Bandung: PATGTL Badan Geologi.

Prodjo, W. A. (2017). 10 destinasi "Bali Baru", 4 destinasi jadi prioritas. Diakses pada 30 Agustus 2020 dari https://travel.kompas.com/read/2017/11/18/122700027/10-destinasi-bali-baru-4-destinasi-jadi-prioritas.

Santosa, S. (1991). *Peta geologi lembar Anyer, Jawa Barat*, skala 1 :100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sudana, D., & Santosa, S. (1992). *Peta geologi lembar Cikarang, Jawa*, skala 1: 100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia: General geology of Indonesia and adjacent archipelagoes volume IA*. Belanda: The Hague.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IDENTIFIKASI DAN ANALISIS GEODIVERSITY GUA PETRUK UNTUK PENGEMBANGAN WISATA MINAT KHUSUS BERBASIS EDUKASI

IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF PETRUK CAVE GEODIVERSITY FOR DEVELOPMENT OF EDUCATION-BASED SPECIAL INTEREST TOURISM

Tunjung Sunggingsari[1*], Panggah Bagaskara Nuraga[1], Fadilla Pramestiwi[1], Irev Jundulloh[2]

[1]Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjen Sungkono KM. 5 Blater, Kalimanah, Purbalingga, Jawa Tengah 53371
[2]Geohistory.id, Operator Geowisata
[*]*Email*: tunjungsunggingsari@gmail.com | ft@unsoed.ac.id

ABSTRACT

South Karst Gombong area or KKGS has great potentials for the tourism industry, one of which is cave tourism. Some of the caves have been opened for public, which are Petruk and Jatijajar Cave. However, utilizing the cave as a tourism location is still not optimal, considering the KKGS has many potential caves, especially for special interest tourism. Thematic tourism is a tour that creates a theme for every tourist attraction. The application of this concept of geotourism is very suitable in the development of thematic tours in caves located in KKGS. However, it is necessary to introduce the concept of geotourism to tourists first. Thus, a study was conducted in Petruk Cave, Candirenggo Village, Ayah District, Kebumen Regency, Central Java to implement the concept of geotourism. The research methodology included mapping a 4B grade cave along with detailed descriptions of each observation, which included the type of rock, cave ornaments, and biota that lived in the cave. The results showed that geotourism materials in Petruk cave could be divided into three main topics based on the aisle, (1) the aisle near the entrance: an explanation of cave formation, the type of rock composition, and the role of the cave in the life of local people, (2) the middle passage: explaining the formation of cave ornaments and biota, (3) the final passage is used as adventure tourism, considering the access to the final part must be passed by swimming and crawling.

Keywords: *geotourism, thematic, Petruk Cave, karst*

ABSTRAK

Kawasan Karst Gombong Selatan atau KKGS memiliki potensi besar untuk industri pariwisata, salah satunya wisata gua. Beberapa gua sudah dibuka untuk umum, misalkan Gua Petruk dan Jatijajar. Akan tetapi, pemanfaatan gua untuk pariwisata masih dianggap kurang optimal mengingat KKGS memiliki banyak gua potensial, khususnya untuk wisata minat khusus. Wisata tematik merupakan wisata yang menciptakan tema pada setiap objek wisata. Penerapan konsep geowisata sangat cocok dalam pengembangan wisata tematik di gua yang berada di KKGS. Akan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tetapi, perlu dilakukan pengenalan konsep geowisata kepada wisatawan terlebih dahulu. Dengan demikian, dilakukan penelitian di Gua Petruk, Desa Candirenggo, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, untuk dilakukan penerapan konsep geowisata. Metodologi penelitian mencakup pemetaan gua dengan grade 4B beserta deskripsi detail pada setiap pengamatan, yang meliputi jenis batuan, ornamen gua, beserta biota yang hidup dalam gua. Hasil penelitian menunjukkan bahan materi geowisata di gua petruk dapat dibagi menjadi tiga bahasan pokok berdasarkan lorongnya, (1) lorong dekat pintu masuk: penjelasan mengenai pembentukan gua, jenis penyusun batuan, serta peranan gua petruk dalam kehidupan masyarakat setempat; (2) lorong bagian tengah: menjelaskan pembentukan ornamen gua serta biota; (3) lorong bagian akhir: digunakan sebagai wisata petualangan, mengingat akses menuju bagian akhir harus dilalui dengan berenang dan merangkak.

Kata Kunci: geowisata, tematik, Gua Petruk, karst

A. PENDAHULUAN

Geowisata adalah suatu kegiatan wisata alam yang berkelanjutan dengan fokus utama pada ketampakan geologis permukaan bumi dalam rangka mendorong pemahaman akan lingkungan hidup dan budaya, apresiasi dan konservasi, serta kearifan lokal. Geowisata menawarkan konsep wisata alam yang menonjolkan keindahan, keunikan, kelangkaan, dan keajaiban suatu fenomena alam yang berkaitan erat dengan gejala-gejala geologi yang dijabarkan dalam bahasa populer atau sederhana (Kusumahbrata dalam Hidayat, 2002, 4).

Kegiatan kepariwisataan memang banyak terkait dengan alam dan tidak terlepas dengan nuansa geologi, khususnya juga terkait dengan daya dukung lingkungan dan erat kaitanya juga dengan ekosistem. Keduanya merupakan satu jaringan sistem yang saling terkait (interdependensi) dengan hukum alam, membentuk tempat manusia bermukim serta membentuk suatu tata alam tempat manusia bermasyarakat. (Sya dalam Hermawan, 2017, 1).

Indonesia memiliki kekayaan geologi berupa bentang alam indah dan unik yang berpotensi dalam pengembangan sektor pariwisata. Berbagai macam bentukan alam, seperti pegunungan, perbukitan kapur (karst) berserta sistem gua di dalamnya, sungai dan air terjun, hingga pantai-pantai indah.

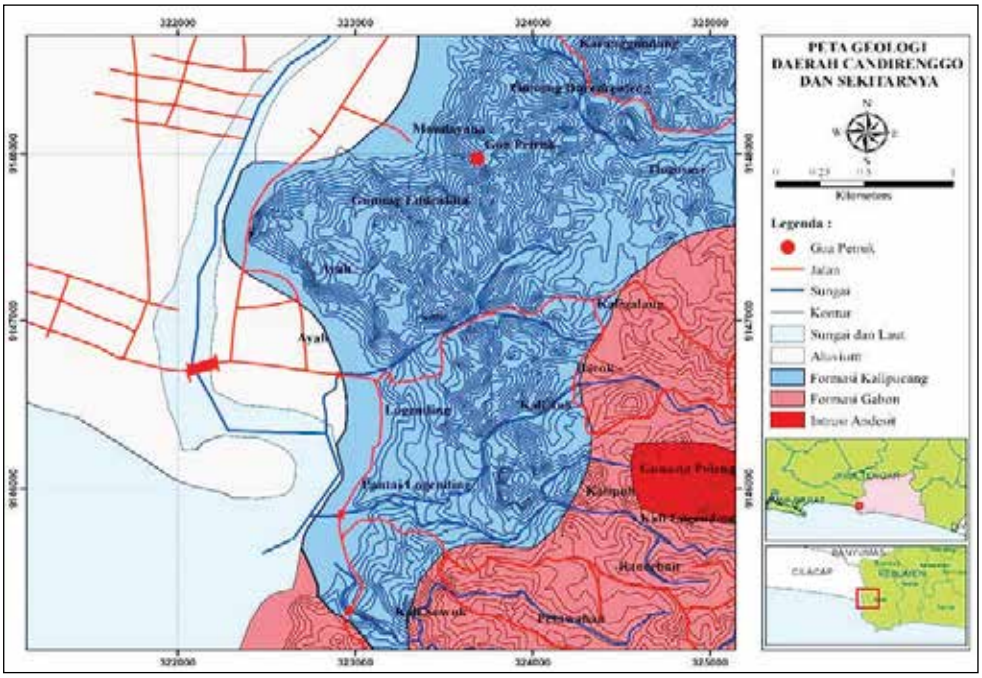
Perkembangan geowisata juga didukung oleh meningkatnya permintaan wisata oleh wisatawan yang memiliki minat khusus, yaitu wisatawan-wisatawan yang menyukai destinasi wisata yang tidak biasa serta menyukai aktifitas wisata yang juga tidak biasa (Hermawan, 2017). Dalam bahasa keilmuannya sering disebut wisatawan *drifter* (Pitana & Putu, 2009).

Kawasan Karst Gombong Selatan atau KKGS adalah salah satu potensi besar untuk industri pariwisata, salah satunya adalah wisata gua. Beberapa gua sudah dibuka untuk umum, misalkan Gua Petruk dan Jatijajar. Akan tetapi, pemanfaatan gua untuk pariwisata masih dianggap kurang optimal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wisata minat khusus dan wisata tematik merupakan wisata yang menciptakan tema pada setiap objek wisata. Penerapan konsep geowisata sangat cocok dalam pengembangan wisata tematik di gua yang berada di KKGS. Akan tetapi, referensi mengenai wisata tematik masih sangat kurang, bahkan awam, sehingga perlu dilakukan pengenalan konsep geowisata kepada wisatawan terlebih dahulu. Dengan demikian, dipilih Gua Petruk yang terletak di Desa Candirenggo, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, untuk dilakukan penerapan konsep geowisata.

Gua Petruk masuk ke dalam Peta Geologi Regional Lembar Banyumas, Jawa yang disusun oleh Asikin, Handoyo, dan Prastistho (1992). Mengacu Peta Geologi Regional Lembar Banyumas tersebut, Gua Petruk terbentuk pada Formasi Gabon berumur Oligosen sampai Miosen Awal. Formasi ini tersusun oleh bahan hasil kegiatan gunung api yang terdiri dari andesit sampai basalt, termasuk anggota Tuff (Tmogt). Batuan andesit (Tma) yang berumur akhir Miosen Awal sampai Miosen Tengah menerobos Formasi Gabon. Formasi ditindih tidak selaras Formasi Pamutuan (Tmpa) dan Formasi Kalipucang (Tmk) yang berumur Miosen Tengah (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai yang ada pada gua berdasarkan aspek geologi, speleologi, dan biologi (*biodiversity*). Nilai tersebut kemudian dievaluasi menggunakan parameter geowisata yang kemudian dapat dinyatakan kelayakan gua penelitian untuk dijadikan lokasi geowisata berbasis minat khusus dan edukasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis melakukan studi fisik gua melalui pendekatan ilmu speleologi yang dilakukan dengan pemetaan dan deskripsi detail mengenai keadaan lorong serta jenis ornamen gua. Pemetaan dilakukan dengan grade 4B berdasarkan pembagian *grade survey center line standard British Cave Research Association* (BCRA), yaitu pengukuran menggunakan peralatan magnetik kasar, seperti kompas geologi dan pita ukur dengan derajat kesalahan 1 cm. Adapun sketsa morfologi lorong dibuat berdasarkan perkiraan di dalam gua. Pemetaan menghasilkan data spasial gua berupa panjang dan lebar lorong, azimut, elevasi, dan ketinggian yang akan digambar menjadi peta morfologi lorong menggunakan *software* Topodroit dan Corel Draw X7.

Studi Geologi dan Biologi dilakukan dalam deskripsi lain mengenai detail Lorong, yang meliputi jenis batuan dan biota yang hidup di dalam gua. Hasil penelitian dikaji menjadi bahan materi geowisata di Gua Petruk yang dapat dibagi menjadi tiga bahasan pokok berdasarkan lorongnya: lorong dekat pintu, lorong bagian tengah, dan lorong bagian akhir.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Aspek Geologi

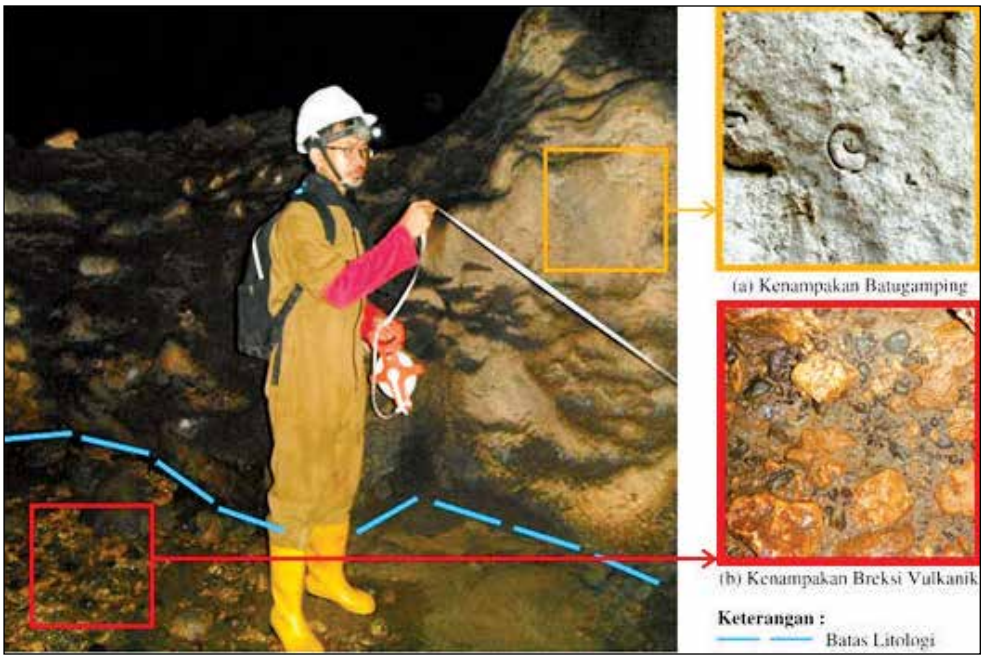
Gua Petruk termasuk ke dalam Kawasan Karst Gombong Selatan (KKGS). KKGS merupakan bagian dari Pegunungan Selatan yang membentang di bagian selatan Jawa. Bentang alam Karst Gombong Selatan merupakan *kegelkarst*, yaitu bentang alam yang meliputi bukit-bukit kerucut yang berlereng terjal dengan lekuk-lekuk tertutup (*cockpit*) di sela-selanya (Samodra, 2001, 49).

Gua Petruk adalah salah satu endokarst di KKGS yang terbentuk oleh proses rekristalisasi dari hasil pelarutan kalsium karbonat sehingga menghasilkan endapan-endapan gua yang khas disebut *speleoterm*.

Litologi batuan daerah penelitian tersusun atas batugamping terumbu, setempat batugamping klastik, dan dibawahnya kontak tidak selaras dengan breksi vulkanik berfragmen andesit. Kontak ini terlihat jelas di lapangan, tepatnya sepanjang dasar sungai bawah permukaan (Gambar 2).

Aziz, Eko, Hadi, dan Fadlin (2017) menggolongkan batugamping daerah penelitian ke dalam Satuan Batugamping *Wackstone* (mengacu penamaan Dunham, 1962). Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan karakteristik warna coklat terang, *matrix supported,* dengan pemilahan buruk dan disusun oleh *allochem bioclast* (*Red algae* 5%, *Amphistegina* 7%, Pecahan Foraminifera 8%, *Micrite* 50%, *Sparite* 20%, dan porositas *vuggy* 10%).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Ketampakan Litologi Daerah Penelitian

2. Aspek Speleologi

Pemetaan gua dilakukan untuk mengetahui keadaan lorong sekaligus pendataan keanekaragaman ornamen gua. Panjang lorong gua yang telah dipetakan adalah sekitar 663,21 meter. Panjang total lorong gua ini diinterpretasikan mencapai lebih dari 1 km dengan banyak cabang lorong yang belum sempat terpetakan karena terbatasnya waktu pemetaan.

Berdasarkan deskripsi lorong didapatkan berbagai macam bentukan ornamen gua dengan bentuk dan proses pembentukan yang berbeda. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan kadar kalsium karbonat ($CaCO_3$), bentuk rekahan antartempat satu dengan yang lain, dan faktor eksternal lainnya.

Ornamen tersebut antara lain:

a. Stalaktit, terbentuk di atap gua berupa endapan zat kapur yang lolos melalui celah (Gambar 3a).
b. Stalakmit, terbentuk pada dasar gua akibat endapan sisa kapur yang terbawa air menetes dari atas. Umumnya berpasangan dengan stalaktit di atasnya (Gambar 3b).
c. *Marble* dan *Pearl*, berbentuk bulat menyerupai bola, kelereng/mutiara (Gambar 3c).
d. *Flowstone*, terbentuk dari milyaran tetes tanah yang mengendap menyelubungi batuan, membentuk permukaan menyerupai undak (Gambar 3d).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

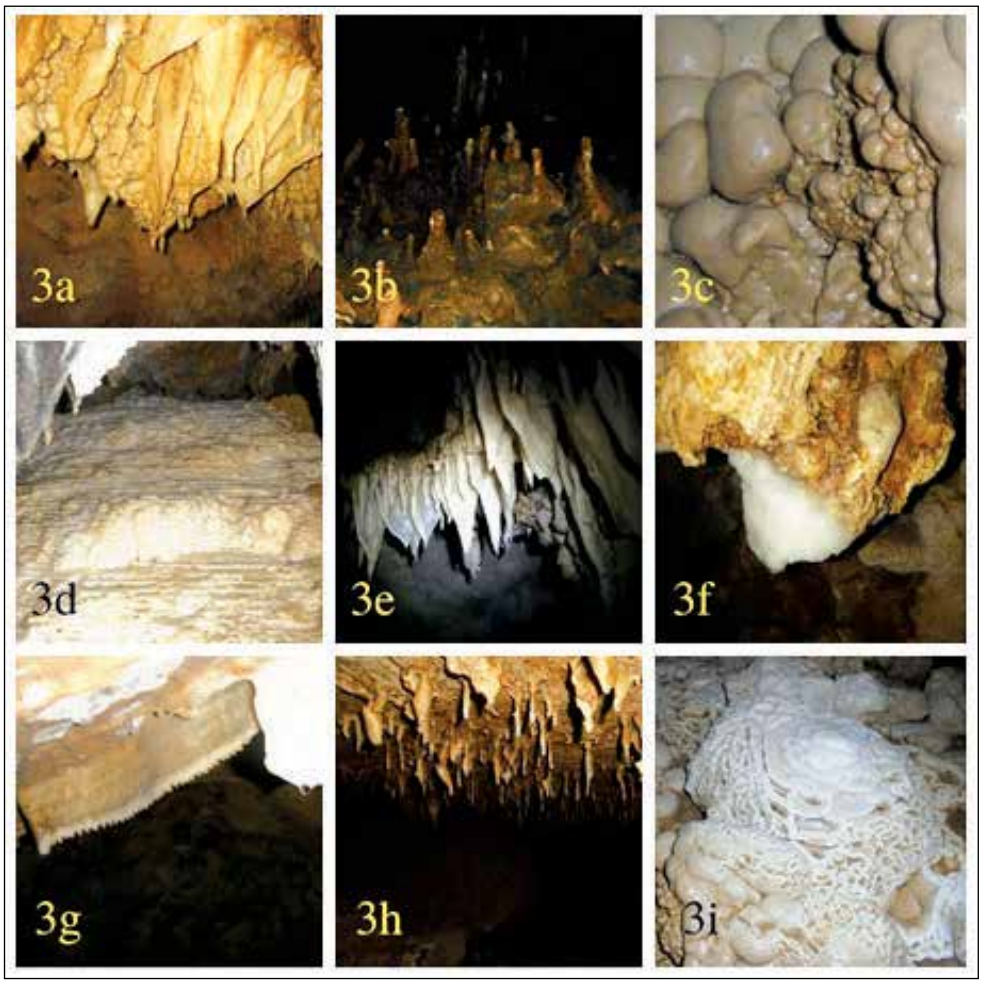
e. *Gordyn*, terbentuk oleh stalakmit yang tumbuh sejajar sepanjang rekahan (Gambar 3e).

f. *Moonmilk,* ornamen gua yang berbentuk seperti lelehan susu (Gambar 3f).

g. *Bacon (Drapery),* memiliki bentuk menyerupai punggung dinosaurus (Gambar 3g).

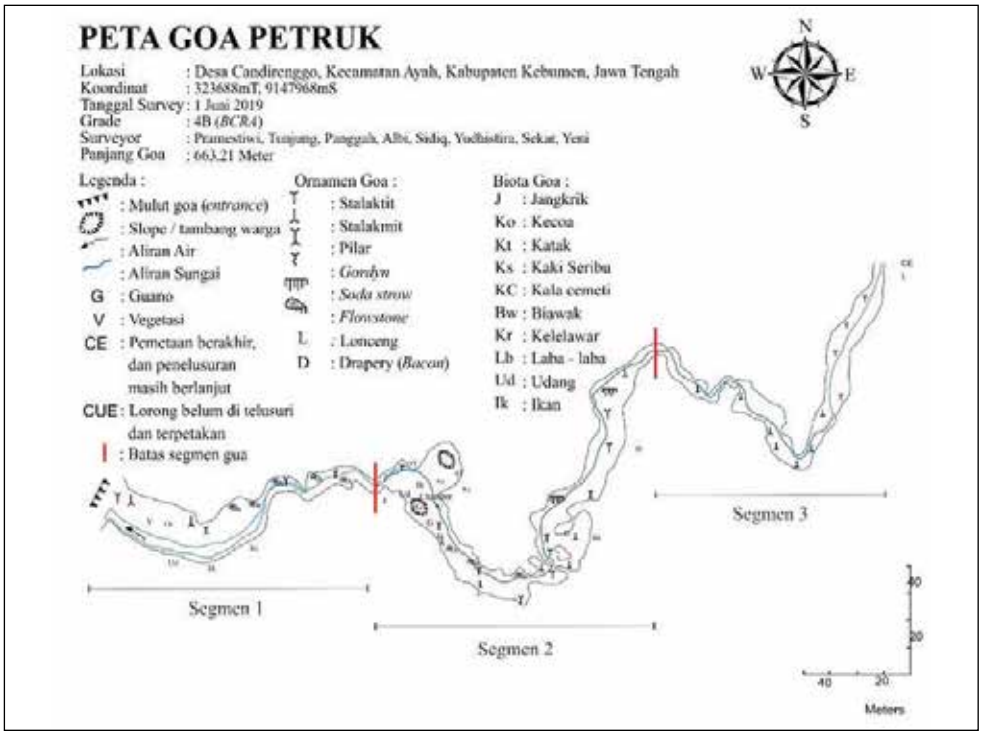
h. *Sodastraw,* hampir sama seperti stalaktit, namun berbentuk menyerupai sedotan yang menggantung di atap (Gambar 3h).

i. *Gourdam,* berbentuk seperti bendungan, mirip petak-petak sawah, yang terbentuk ketika pengendapan air (H_2O), zat asam arangnya (CO_2) menghilang dan menyisakan kalsit yang bersusun-susun (Gambar 3i). Persebaran ornamen dapat dilihat pada peta lorong gua (Gambar 4).



Gambar 3. (a) Stalaktit, (b) Stalakmit, (c) *Marble/earl,* (d) *Flowstone,* (e) *Gordyn,* (f) *Moonmilk,* (g) *Bacon/drapery,* (h) *Sodastraw,* (i) *Gourdam.*

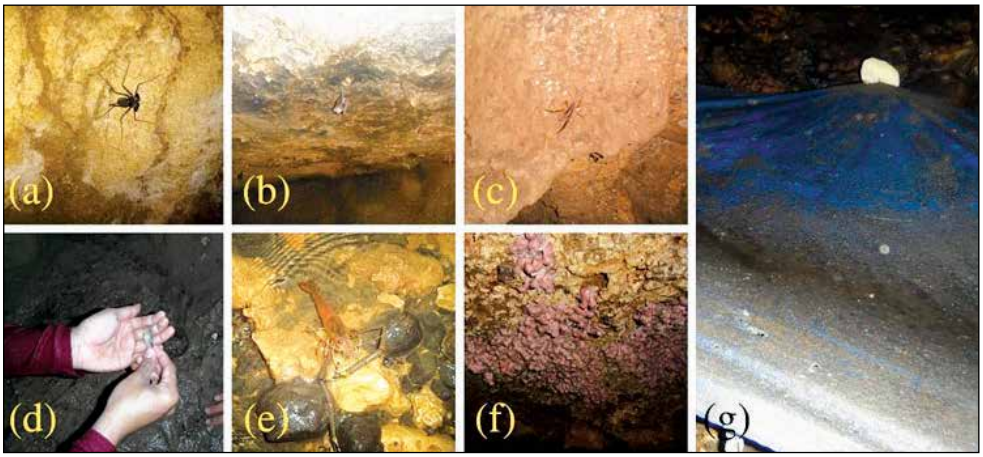
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Peta Gua Petruk

3. Biodiversity

Sepanjang penelurusuran yang dilakukan, ditemukan berbagai jenis serangga, seperti jangkrik, kalacemeti, laba-laba, dan kecoa. Selain serangga, ditemukan pula ikan, udang, biawak, dan yang paling mendominasi adalah kelelawar yang sebagian besar menempati bagian aula (*chamber*) pertama. Kotoran kelelawar (guano) ini dijadikan tambang fosfat oleh warga setempat (Gambar 5).



Gambar 5. Kekayaan Biologi (Biota Gua) (a) Laba-laba, (b) Kelelawar, (c) Kalacemeti, (d) Ikan, (e) Udang, (f) Bayi Kelelawar, (g) Tambang Guano.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Konsep Geowisata

Mengacu pada parameter geowisata yang dirumuskan oleh Sammeng (2001), pada bukunya yang berjudul *Cakrawala Pariwisata*, penulis mengevaluasi Gua Petruk dengan kriteria tersebut sebagai berikut:

a. Aspek Informasi

Aspek informasi yang dimaksudkan di sini adalah suatu lokasi wisata harus memiliki nilai baru yang akan menambah wawasan wisatawannya (mengedukasi). Kekayaan geologi (*geodiversity*) dan kekayaan biologi (*biodiversity*) Gua Petruk akan menjadi nilai penting yang dapat dipelajari dan memiliki manfaat besar untuk masyarakat agar dapat memanfaatkan hal tersebut dengan bijak dan maksimal.

b. Aspek keanekaragaman

Sebuah lokasi wisata harus mempunyai alternatif wisata lain yang menjadi nilai jual ke wisatawan. Selain menikmati keindahan *geodiversity* dan *biodiversity,* wisatawan juga dapat melakukan penelusuran gua, baik secara vertikal maupun horizontal di Gua Petruk.

c. Keindahan dan keunikan

Mineral kalsit yang menyusun Gua Petruk memiliki ketampakan putih berkilau yang akan memanjakan wisatawan dengan keindahannya. Selain itu, masih banyak proses pelarutan dan pengendapan yang berlangsung pada rembesan air dari celah dan menciptakan bentukan air terjun dan bunyi gemercik yang menenangkan.

d. Petualangan lintas alam

Lorong yang meliuk dan bercabang menjadikan daya tarik Gua Petruk untuk dijadikan wisata minat khusus berupa penelurusan gua.

e. Tersedianya ekosistem yang alami

Gua Petruk merupakan gua yang terbentuk langsung dari proses pelarutan batu-gamping tanpa campur tangan manusia. Pengetahuan akan upaya konservasi wajib dikuasi masyarakat, agar kealamian tersebut tetap terjaga dan berlangsung lama.

Kemudian, menggunakan parameter yang dirumuskan oleh Fandeli dalam Sudana (2013) yang dapat dipergunakan sebagai pedoman dalam menetapkan suatu bentuk wisata minat khusus, yakni:

a. *Learning*, pariwisata yang mendasar pada unsur belajar.
b. *Rewarding*, pariwisata yang memasukkan unsur pemberian penghargaan.
c. *Enriching*, pariwisata yang memasukkan peluang terjadinya pengayaan pengetahuan antara wisatawan dengan masyarakat.
d. *Adventuring*, pariwisata yang dirancang dan dikemas sehingga terbentuk wisata petualangan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan parameter tersebut, kajian geowisata Gua Petruk dapat dibagi menjadi tiga segmen, yaitu segmen pertama (lorong dekat pintu masuk), segmen kedua (lorong bagian tengah), dan segmen ketiga lorong sebagai berikut:

a. Segmen Satu

Pada segmen ini, kondisi lorong masih relatif terang karena masih dekat pintu masuk gua (lorong senja) sehingga sangat tepat untuk wisatawan yang hendak belajar teknik fotografi gua. Selain itu, pada segmen ini juga dapat mengaplikasikan materi *adventuring* berupa *rapelling* (menuruni gua menggunakan tali) dan *single rope technique* (pemanjatan menggunakan tali), dan materi *learning* dari kajian pembentukan batuan dan ornamen gua.

b. Segmen Kedua

Segmen ini terletak pada lorong bagian tengah gua. Keanekaragaman biota dan ornamen paling melimpah pada lorong ini sehingga wisata edukasi paling cocok dikaji pada segmen ini. Selain itu, terdapat ornamen-ornamen yang dipercaya oleh warga sekitar memiliki sejarah. Keadaan lorong yang relatif hening disertai suara air sungai bawah tanah yang menenangkan sangat cocok untuk wisatawan yang hendak mencari tempat untuk renungan (upacara gua).

c. Segmen Tiga

Pada segmen tiga, morfologi lorong semakin menyempit dan meliuk disertai jalan bermedan air dan lumpur tebal sehingga sangat cocok untuk wisata minat khusus berupa eksplorasi gua.

D. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahan materi geowisata di Gua Petruk dapat dibagi menjadi tiga bahasan pokok berdasarkan lorongnya, (1) lorong dekat pintu masuk menjelaskan pembentukan gua, jenis penyusun batuan, serta peranan Gua Petruk dalam kehidupan masyarakat setempat, (2) lorong bagian tengah menjelaskan pembentukan ornamen gua serta biota, (3) lorong bagian akhir digunakan sebagai wisata petualangan, mengingat akses menuju bagian akhir harus dilalui dengan berenang dan merangkak.

Evaluasi nilai *geodiversity* dan *biodiversity* Gua Petruk menunjukkan hasil yang sangat baik sehingga Gua Petruk dapat dikembangkan menjadi geowisata minat khusus dan tematik yang berbasis edukasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada penyelenggara Seminar Nasional Ilmu Kebumian-Geodiversity 2019 yang telah menerima makalah ini dan memberi kesempatan pada penulis untuk memublikasikannya. Kami turut mengucapkan terimakasih kepada organisasi KSMPA Titik Nol Fakultas Teknik UNSOED yang telah membantu dalam proses pengambilan data serta dukungan hingga makalah ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., Handoyo, A., Prastistho, B., & Gafoer, S. (1992). *Peta lembar Banyumas, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Aziz, A. F., Eko, B. H., Hadi, A., & Fadlin. (2017, September). Karakteristik *micro geodiversity* dan *biodiversity* Gua Liyah 1 sebagai potensi geowisata di kawasan karst Gombong Selatan. Dalam *Seminar Nasional Kebumian Ke-10*.

Hermawan, H. (2017). Geowisata: Pengembangan pariwisata berbasis konservasi. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/32032227.

Hidayat, N. (2002). *Analisis pengelolaan Kawasan Eksokarst Gunungkidul sebagai kawasan geowisata* (Thesis, Institut Pertanian Bogor). Diakses dari https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/758.

Pitana, I. G., & Putu, G. (2009). *Sosiologi pariwisata*. Yogyakarta: Andi.

Sammeng, A. M. (2001). *Cakrawala pariwisata*. Balai Pustaka.

Samodra, H., (2001). *Nilai strategis Kawasan Kars di Indonesia, pengelolaan dan perlindungannya*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sudana, I. P. (2013). Strategi pengembangan desa wisata ekologis di Desa Belimbing, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan. *Analisis Pariwisata*, *13*(1), 11–31.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI GUNUNG API PURBA TAMPOMAS SEBAGAI KAWASAN GEOWISATA BERNILAI SEJARAH, DAERAH BANJARNEGARA, JAWA TENGAH

THE POTENTIAL OF TAMPOMAS PALEOVULCANO AS A GEOHERITAGE LOCATION IN BANJARNEGARA, CENTRAL JAVA

Ade Rofik Fajar Sidik[1*], Muhammad Tidar Limanianto[1], Khaerul Muhammad Abdillah[1], Huzaely Latief Sunan[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

[1]Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Jln. Mayjend Soengkono KM 5, Purbalingga, Jawa Tengah, Indonesia, 53371.
**E-mail*: aderofik4466@gmail.com

ABSTRACT

These Paleovulcano Tampomas, which is physiographically located in North Serayu mountains, classified as Vulcanic landscape with rocky hill (intrusive). Local people believe a legend that say if this 'mountain' collapse, it will dam up Serayu river. This area with geological and historical heritage can be utilized for the development of tourism site by introducing geological and culture aspect to the public. This research purpose is to discover the unique landscape, geology, and folklore at Paleovulcano Tampomas. To discover the uniqueness of nature and geological condition at Paleovulcano Tampomas, a field survey method was conducted to inventory the geological and geoheritage object, while for the development of geotourism and geoheritage using the SWOT analysis (Strength, Weakness, Opportunities, Threats) and interviews with local people. From the previeous research, Paleovulcano Tampomas have Volcanic Neck (Lanang Mountain) landscape and Andesite intrusion, indicate that Paleovulcano tampomas is 'Central Facies'. The dyke intrusion now become a manmade lake as wide as 1.5 ha, as result of rock mining to build 'Panglima Besar Soedirman' Dam. Based on the geological uniqueness and history, this site is potential, so that a support and man power is needed for geotour development.

Keywords: *geotourism, Paleovulcano, intrusive, lake, Tampomas, Banjarnegara.*

ABSTRAK

Gunung Api Purba Tampomas yang secara fisiografis berada di Pegunungan Serayu Utara merupakan bentang alam vulkanik dengan barisan bukit batu (*intrusive*) yang menjulang tinggi sebagai produk *paleovulcano*. Masyarakat sekitar memercayai legenda jika gunung ini runtuh, akan membendung Sungai Serayu. Kawasan dengan warisan geologi dan sejarah ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kawasan wisata dengan memperkenalkan aspek kebumian kepada masyarakat yang dikemas dalam geowisata dan *geoheritage*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keunikan bentang alam, keadaan geologi, dan cerita-cerita sejarah di kawasan Gunung Api Purba Tampomas. Untuk mengetahui keunikan alam serta keadaan geologi di kawasan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gunung Api Purba Tampomas, dilakukan metode survei lapangan untuk menginventarisasi objek wisata yang mengandung nilai geologi dan sejarah, sedangkan untuk upaya pengembangan kawasan geowisata dan *geoheritage* ini menggunakan hasil analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threats*) dan wawancara kepada penduduk setempat. Berdasarkan hasil penelitian, Gunung Api Purba Tampomas memiliki keunikan, yaitu bentang alam Gunung Lanang *(volcanic neck)* dan intrusi andesit yang mencirikan bahwa kawasan termasuk dalam pusat gunung api (*facies central*). Intrusi tersebut sekarang telah berubah menjadi danau seluas 1,5 ha akibat penambangan batuan untuk pembangunan Bendungan Panglima Besar Soedirman. Berdasarkan keunikan geologi dan sejarahnya, kawasan tersebut sangat berpotensi sehingga perlu didukung oleh pengembangan rute *geotrack* dan sumber daya masyarakat lokal di bidang geowisata.

Kata Kunci: geowisata, *Paleovulcano*, *intrusive*, danau, Tampomas, Banjarnegara.

A. PENDAHULUAN

Indonesia secara geografis terletak di antara tiga pertemuan lempeng besar dunia yang memiliki ketampakan geologi sangat bervariasi. Indonesia merupakan negara yang sangat luas serta memiliki bentang alam yang sangat indah. Berbagai bentukan alam khas geologi, seperti kawah gunung api, sungai dan air terjunnya, pegunungan kapur (karst) dengan jaringan gua di bawahnya, serta pantai dengan berbagai keunikanya semua sudah dimiliki (Hermawan & Brahmanto, 2017). Keindahan objek geologi juga tersembunyi di bawah permukaan pada jaringan gua-gua karst, yaitu berupa hiasan pada dinding-dinding gua oleh berbagai jenis ornamen berupa stalaktit, stalakmit, *flow stone*, dan lain sebagainya. Keindahan fenomena alam dan geologi tersebut memiliki potensi yang sangat besar untuk dapat dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai obejek geowisata. Geowisata (*geotourism*) merupakan pariwisata minat khusus dengan memanfaatkan seluruh potensi sumber daya alam sehingga diperlukan peningkatan pengayaan wawasan dan pemahaman proses fenomena fisik alam (Nainggolan, 2016). Geowisata selain bertujuan sebagai saran edukasi kepada masyarakat, juga diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyrakat setempat.

Gunung Api Purba Tampomas, secara fisiografis berada di Pegunungan Serayu Utara (Van Bemmelen, 1949), merupakan bentang alam vulkanik dengan barisan bukit batu (intrusif) yang menjulang tinggi sebagai produk *paleovulcan*. Kawasan dengan warisan geologi dan sejarah ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kawasan wisata dengan memperkenalkan aspek kebumian kepada masyarakat yang dikemas dalam geowisata dan *geoheritage*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keunikan bentang alam, keadaan geologi, dan cerita-cerita sejarah di kawasan Gunung Api purba Tampomas**.** Gunung Api purba Tampomas (Gambar 1) secara fisiografis berada di Pegunungan Serayu Utara, termasuk ke dalam lembar Peta Geologi Regional Banjarnegara dan Pekalongan, secara administratif terletak di Desa Gentansari, Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, sedangkan secara astronomis terletak pada koordinat 7,43087667°S dan 109,64703167°E dengan jarak dari pusat Kabupaten Banjarnegara sekitar 7 km.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Google (2019)

Gambar 1. Lokasi Potensi Geowisata

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan beberapa metode, yaitu metode survei lapangan, metode wawancara, dan analisis SWOT. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode survei lapangan dan wawancara dengan mendatangi langsung lokasi penelitian yang berada di daerah Desa Gentansari, Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara untuk menginventarisasi objek wisata yang mengandung nilai geologi dan sejarah.

Untuk analisis data menggunakan analisis SWOT. Analisis SWOT adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi perusahaan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats)* (Rangkuti, 2006). Analisis ini digunakan sebagai upaya pengembangan kawasan geowisata dan *geoheritage.* Objek studi yang dibahas adalah Gunung Api Purba Tampomas dengan pengambilan data berupa wawancara dan survei lapangan sebagai faktor-faktor sistematis dalam analisis SWOT. Pengambilan data dengan metode tersebut digunakan sebagai indikator dalam penentuan *IFAS*-Internal (*Strength dan Weakness*) dan *EFAS*-Eksternal (*Opportunity dan Threats*)

Analisis SWOT dilakukan melalui pendekatan kualitatif matriks SWOT (Tabel 1), sebagaimana dikembangkan oleh Kearns (1992), yang menampilkan delapan kotak, yaitu dua paling atas adalah kotak faktor eksternal (peluang dan tantangan), sedangkan dua kotak sebelah kiri adalah faktor internal (kekuatan dan kelemahan). Empat kotak lainnya merupakan kotak isu-isu strategis yang timbul sebagai hasil titik pertemuan antara faktor-faktor internal dan eksternal.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Matriks Kualitatif SWOT

Eksternal / Internal	*Opportunity*	*Threats*
Strength	*Comparative Advantage*	*Mobilication*
Weakness	*Divestment/ Investment*	*Damage Control*

Sumber: Rangkuti (2006)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Objek Geologi dan Nilai Sejarahnya

Berdasarkan hasil suvei lapangan dan wawancara kepada tokoh masyarakat setempat, berikut hasil penelitian berupa objek-objek geologi dan cerita-cerita sejarahnya:

a. Gunung Tampomas

Gunung Tampomas (Gambar 2), atau masyarakat setempat juga menyebutnya sebagai Gunung Wadon, merupakan intrusi andesit yang mencirikan bahwa kawasan ini pusat dari gunung api (*facies central*) yang merekam jejak-jejak aktivitas gunung api purba jutaan tahun lalu pada kawasan tersebut. Selain itu, Gunung Api Purba Tampomas juga memiliki nilai budaya, dimana masyarakat setempat meyakini bahwa apabila bukit batu tersebut runtuh, akan membendung Kali Serayu. Keyakinan tersebut menjadi nyata dan tercatat dalam sejarah ketika pada tahun dibangun Bendungan PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Panglima Besar Soedirman atau yang dikenal dengan Waduk Mrica yang terletak di Kecamatan Bawang, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah, yang diresmikan pembangunannya pada tanggal 28 Februari 1987 oleh Presiden Soeharto yang ditandai dengan peletakan batu pertama, sebagai salah satu proyek PELITA pada masa pemerintahan orde baru. Batu dari Gunung Api Purba Tampomas dipakai sebagai bahan untuk pembuatan bendungan tersebut. Aktivitas eksploitasi berupa penambangan batu pada Gunung Api Purba Tampomas menjadikan bukit batu tersebut unik karena mengakibatkan terbentuknya cekungan yang sangat luas, yaitu sekitar 1,5 ha dengan kedalaman kurang lebih 3–4 meter. Cekungan tersebut seperti wadah yang dapat menampung air akibat aktivitas air hujan. Sekarang cekungan tersebut dipenuhi oleh air dan berubah menjadi danau yang dipagari oleh tebing-tebing bebatuan alam yang indah. Karena terletak di Gunung Tampomas, masyarakat menyebutnya Danau Tampomas.

b. Bentang Alam Vulkanic Neck

Pemandangan alam dari Gunung Api Purba Tampomas juga sangat menarik untuk diamati karena terdapat pemandangan berupa objek geologi lainnya, yaitu berupa

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Gambar 2. Gunung Api Purba (Danau) Tampomas



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Gambar 3. Bentang Alam *Volcanic Neck*

bentang alam *volcanic neck* (Gambar 3), bentang alam gunung berapi yang terbentuk ketika magma mengeras atau membeku di dalam lubang vulkanik pada gunung berapi aktif. Hal tersebut mencirikan bahwa di kawasan tersebut pernah ada aktivitas magmatik pada *paleovulcano* (Gunung api purba).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pemandangan bukit batu yang menjulang tinggi ini dapat terlihat dengan jelas dari Gunung Tampomas. Masyarakat setempat menyebutnya sebagai Gunung Lanang (Gambar 4).



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

Gambar 4. Gunung api Purba Lanang



Foto: Dokumentasi Pribadi (2019)

Gambar 5. Pemandangan Bentang Alam dari Puncak Gunung api Purba Lanang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gunung Lanang secara administratif terletak di Dusun Wiradrana, Desa Majalengka, Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Secara astronomis Gunung Lanang terletak pada koordinat 7,43087667 S dan 109,64703167 E. Lokasi ini memiliki jarak 1,5 km dari Gunung Tampomas dan dapat ditempuh sekitar 10 menit dengan menggunakan kendaraan bermotor. Pada puncak bukit batu ini terlihat pemandangan alam berupa bentang alam perbukitan dan Gunung Api Purba Tampomas (Gambar 5).

c. Legenda Gunung Api Purba Tampomas dan Gunung Api Purba Lanang

Ada alasan tersendiri kenapa masyarakat menamai kedua gunung tersebut lanang dan wadon. Nama kedua gunung tersebut apabila terjemahkan ke dalam bahasa Indonesia memiliki arti, yaitu Gunung Lanang 'gunung laki-laki' dan Gunung Wadon 'gunung wanita'. Terdapat sebuah mitos atau legenda yang dipercayai oleh masyarakat setempat bahwa kedua gunung tersebut berpasangan. Hal yang diyakini oleh masyarakat setempat adalah Gunung Lanang merupakan seorang laki laki yang keras kepala dalam mempertahankan cintanya sehingga mendapatkan kutukan dari orang tuanya dan yang diyakini sebagai pasangannya, yaitu Gunung Wadon.

Jika diamati dengan teliti, sekilas bentuk dari puncak Gunung Lanang dan Gunung Wadon tersebut memiliki kemiripan dengan prasasti kuno, yaitu Lingga dan Yoni (Gambar 6) yang melambangkan kejantanan, kesuburan, dan memiliki bentuk seperti kelamin pria dan wanita. Hal ini mungkin yang menjadi dasar penamaan dari kedua gunung tersebut, tetapi asal muasal legenda penamaan kedua gunung tersebut memang sampai saat ini belum diketahui secara pasti.



Sumber: Wamad (2017)

Gambar 6. Prasasti Lingga dan Yoni di Keraton Kasepuhan Cirebon

Buku ini tidak diperjualbelikan.

d. Pengembangan Geowisata

Pengembangan objek wisata dilakukan menggunakan analisis SWOT melalui pendekatan kualitatif matriks SWOT, berikut merupakan hasil analisisnya:

Tabel 2. Modifikasi Matriks SWOT Kearns (1992)

Eksternal / Internal	***Opportunities***	***Threats***
	• Masih banyak tempat kosong yang bisa dijadikan sebagai arena rekreasi • Ada objek wisata lain yang dekat dengan lokasi wisata, yaitu G. Lanang	• Keamanan, pinggir danau hanya dibatasi garis polisi. • Longsor (*rock fall*). • Kenyamaan, lokasi wisata sangat panas
Strengths		
• Keunikan, objek wisata sangat unik berupa danau dengan dipagari tebing bebatuan • Fasilitas area parkir luas, musala, pedagang, beberapa gazebo, dan wc. • *Landscape* menarik, yaitu *volkanic neck* • Adanya dukungan dari pemerintah	• Tebing bebatuan dapat dijadikan penambahan wisata baru, yaitu *Rock Climbing, Flying Fox*, Spot Swafoto. • Dibuat rute trek (hiking, downhill) ke Gunung Lanang	Memaksimalkan dukungan pemerintah untuk memaksimalkan pembangunan infrastruktur wsiata.
Weaknesses		
• Wisata belum berkembang, yaitu hanya jasa perahu dan kolam renang. • Plang rute jalan kurang informatif (masih minim) • Pemahaman masyarakat akan wisata edukasi (geowisata) masih kurang	• Pemberdayaan masyarakat di bidang geowisata • Spot- spot kosong dapat diisi dengan papan informasi sebagai edukasi kebumian • Pembuatan rute geotrack	Peran semua pihak, yaitu masyarakat, pemerintah, pengelola saling bekerja sama untuk mengembangkan geowisata dan geoheritage demi kemanfaatan semua pihak.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan keunikan geologi dan sejarahnya, kawasan tersebut sangat berpotensi sehingga perlu didukung oleh pengembangan rute *geotrack* dan sumber daya masyarakat lokal di bidang geowisata.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan artikel ini, baik dalam proses penelitian maupun penyusunan. Kepada Bapak Huzaely Latief Sunan, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingan dan arahannya, kelompok masyarakat sadar wisata, serta masyarakat Desa Gentansari yang telah banyak membantu dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

CYRIL. (2015). *Peletakan batu pertama bendungan Mrica, Presiden Soeharto: Semua BUMN harus perbaiki citranya.* Diakses dari http://soeharto.co.

Google, Inc. (2019). *Google maps*: Peta lokasi Gunung Tampomas Banjarnegara. Diakses dari http://maps.google.com/

Hermawan, H., & Brahmanto, E. (2018). *GEOWISATA: Perencanaan pariwisata berbasis konservasi* Jawa Tengah: PT Nasya Expanding Management.

Nainggolan, R. (2016). Informasi geologi lingkungan berbasis partisipasi masyarakat sebagai kawasan geowisata Danau Toba di Kabupaten Samosir. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, *1*(1), 22–28.

Rangkuti, Freddy. (2006). *Analisis SWOT teknik membedah kasus bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia*, vol. 1 A. Government Printing Office, The Hauge.

Wamad, S. (2017). *Artefak Lingga dan Yoni, simbol kejantanan dan kesuburan*. Diakses dari https://news.detik.com

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

OPTIMALISASI *GEOSITE* DAN *MORPHOSITE* KAWASAN KARST ARGOPENI UNTUK MENDUKUNG PENGENGEMBANGAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG

OPTIMIZATION OF GEOSITE AND MORPHOSITE KARST ARGOPENI AREA TO SUPPORT THE DEVELOPMENT OF KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG GEOPARK

Shinta Maharani Putri[1*], Yuzak Firdaus Amrulloh[1], Asri Nababan[1], Maula Nur Latifah[1], Deventi Nur Aeni[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1]

[1]Department of Geological Engineering,
Faculty of Engineering, Jenderal Soedirman University
[*]*E-mail*: shintamp38@gmail.com

ABSTRACT

Geotourism is part of the tourism object that uses earth as the main object and is carried out in order to encourage natural knowledge, appreciation, and conservation, as well as local wisdom. Geotourism is a nature tourism that displays geological phenomena that are useful for driving regional and national economies. One of the places that can be optimized as a geotourism area is the Argopeni karst area. This area is located in Kebumen, Central Java. Karst Agropeni is a series of South Mountains with interesting geological conditions, which has karst hill morphology. There are several geological objects that have the potential as geotourism areas or educational facilities about geology. The geological conditions of the Argopeni region are predominantly composed of karstic landscapes and the coast consists of many caves, beaches, and waterfalls. The Argopeni area is included in the Kalipucang Formation. The research method used in this study is stratigraphic analysis by mapping Argopeni's area and its surroundings, geosite and morphosite assessment, based on certain parameters. The parameters used are scientific and intrinsic values, educational value, economic value, conservation value and added value owned by a geosite. Based on the results of the study with stratigraphic analysis method using geological mapping, Argopeni region is composed of three rock units from old to young, namely volcanic breccia units, andesite lava units, and limestone units. It consists of three geosites, namely Tumang Cave, an unknown cave, and Argopeni waterfall. Tumang Cave and the unknown cave are geosites originating from the Kalipucang Formation, formed by eroded water flows and dissolution fractured limestone horizontally, which create horizontal and vertical river paths (stalactites and stalagmites formation), while Argopeni Waterfall is a geosite which flows over the Gabon Formation. To increase the potential of geotourism, infrastructure development and understanding of citizens about the improvement in geotourism area as well as promotion is very necessary in order to become one of the economic producers in Ayah District, specifically in Argopeni area.

Keywords: *geosite, geotourism, morphosite, Karst Argopeni, stratigraphy*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ABSTRAK

Geowisata adalah bagian dari objek kepariwisataan yang memanfaatkan kebumian sebagai objek utama dan dilakukan dalam rangka mendorong pengetahuan alam, apresiasi dan konservasi, serta kearifan lokal. Geowisata merupakan wisata alam yang menampilkan fenomena geologi yang berguna untuk menggerakkan ekonomi daerah dan nasional. Salah satu tempat yang dapat dioptimalisasikan sebagai kawasan geowisata adalah kawasan Karst Argopeni. Kawasan ini terletak di Kebumen, Jawa Tengah. Karst Agropeni merupakan rangkaian Pegunungan Selatan dengan kondisi geologi yang menarik, yaitu memiliki morfologi perbukitan karst. Terdapat beberapa objek geologi yang berpotensi sebagai area geowisata atau sarana edukasi tentang ilmu kebumian. Kondisi geologi kawasan Argopeni dominan tersusun oleh bentang alam karst dan pesisir yang terdiri atas banyaknya gua, pantai, dan juga air terjun. Kawasan Argopeni termasuk ke dalam Formasi Kalipucang. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis stratigrafi dengan memetakan daerah Argopeni dan sekitarnya, penilaian *geosite* dan *morphosite* berdasarkan parameter tertentu. Parameter yang digunakan adalah nilai keilmuan dan intrinsik, nilai edukasi, nilai ekonomis, nilai konservasi, dan nilai tambah yang dimiliki oleh suatu *geosite*. Berdasarkan hasil penelitian dengan metode analisis stratigrafi menggunakan pemetaan geologi, kawasan Argopeni tersusun atas tiga satuan batuan dari tua ke muda, yaitu satuan breksi vulkanik, satuan lava andesit, dan satuan batugamping. Tediri atas tiga *geosite,* yaitu Gua Tumang, gua yang belum diketahui namanya, dan Air Terjun Argopeni. Gua Tumang dan gua yang belum diketahui namanya merupakan *geosite* yang berasal dari Formasi Kalipucang, terbentuk oleh aliran air yang mengerosi dan pelarutan rekahan batuan gamping secara horizontal yang membuat jalur sungai horizontal dan vertikal (pembentukan stalaktit dan stalakmit), sedangkan Air Terjun Argopeni merupakan *geosite* yang mengalir di atas Formasi Gabon. Pembuatan infrastruktur dan pemahaman warga tentang peningkatan kawasan geowisata serta promosi sangat diperlukan untuk meningkatkan potensi geowisata serta menjadi salah satu penghasil ekonomi di Kecamatan Ayah, tepatnya daerah Argopeni.

Kata Kunci: *geosite,* geowisata, *morphosite,* Karst Argopeni, stratigrafi

A. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terletak di khatulistiwa dan jalur cincin api sehingga memiliki potensi sumber daya geologi yang melimpah dan bentang alam yang memiliki potensi sebagai sebuah geowisata. Geowisata merupakan wisata alam yang menampilkan fenomena geologi dan berguna untuk menggerakkan ekonomi daerah dan nasional. Daerah Argopeni dan sekitarnya yang berada di Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah merupakan suatu daerah yang sangat menarik untuk diteliti, khususnya di bidang geologi. Salah satu hal yang menarik terlihat dari pola morfologi yang membentuk perbukitan terjal yang menunjukkan adanya kelurusan bukit (Kubalikova, 2013).

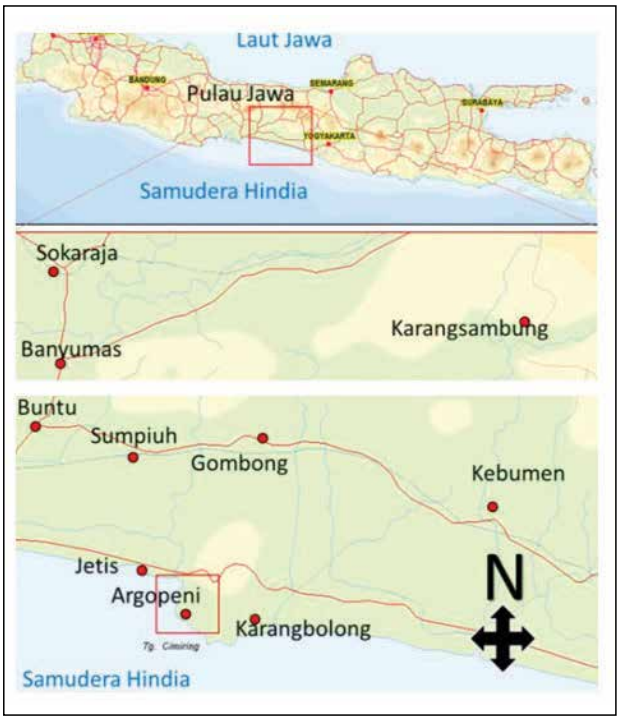
Geowisata sendiri merupakan suatu aktivitas wisata yang secara spesifik fokus terhadap aspek panorama dan geologi (Downling dalam Kubalikova, 2013). Pengembangan daerah tertentu menjadi suatu kawasan geowisata tentunya akan memberikan dampak yang baik bagi kehidupan masyarakat dalam berbagai aspek kehidupan, seperti ekonomi, sosial, budaya, dan infrastruktur. Akan tetapi, dalam

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menentukan suatu daerah sebagai kawasan geowisata perlu dilakukan analisis terlebih dahulu. Analisis yang umumnya dilakukan adalah analisis *geosite* dan *geomorphosite. Geosite* dan *geomorphosite* merupakan bentang lahan yang memiliki potensi sebagai situs pariwisata dan memiliki nilai berdasarkan sudut pandang penilaian manusia (Kubalikova, 2013). Analisis ini ditujukan untuk memberikan penilaian terhadap parameter-parameter tertentu, seperti nilai pendekatan ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, dan nilai tambah (keindahan, budaya, faktor geologi) pada daerah tertentu (Kubalikova, 2013).

1. Lokasi Penelitian

Secara administratif, daerah penelitian berada di Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah serta secara astronomis berdasar UTM WGS 84 49 S daerah penelitian ini berada di kordinat 321000mE–324500mE dan 9140000mS–9144000mS. Kemudian secara geografis, daerah penelitian berbatasan dengan Desa Kalipoh di sebelah utara, sebelah barat Pantai Logending, sebelah timur Desa Karangduwur, sebelah selatan Samudera Indonesia (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

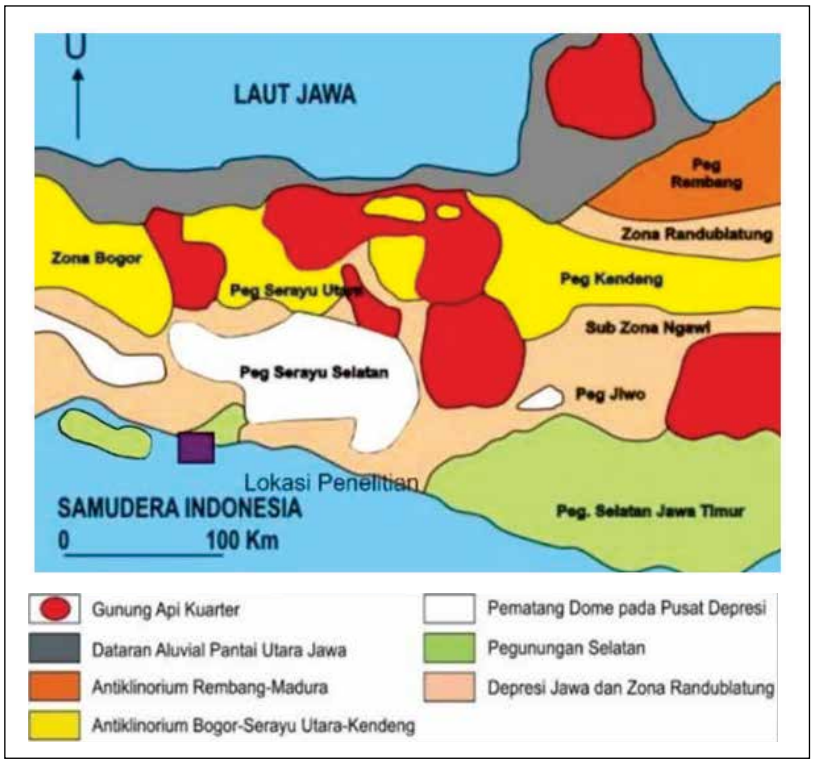
2. Geologi Regional

Kajian mengenai geologi regional ini terbagi atas fisiografi regional, stratigrafi regional, dan struktur geologi regional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Fisiografi Regional

Daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Pegunungan Selatan (Van Bemmelen, 1949), yang mana daerah ini didominasi oleh bentukan morfologi perbukitan. Zona ini memanjang sepanjang pantai selatan Jawa membentuk morfologi pantai yang terjal. Di bagian tengah zona ini terpotong Depresi Jawa Tengah. Zona ini terdiri atas bentang alam berupa rangkaian pegunungan yang memanjang relatif berarah barat–timur dan jenis litologi penyusunnya didominasi oleh material-material vulkanik. Zona Pegunungan Selatan Jawa di bagian selatan berbatasan dengan Samudera Hindia, di bagian utara berbatasan dengan Zona Depresi Jawa Tengah (Gambar 2).



Sumber: Van Bemmelen (1949)

Gambar 2. Peta Fisiografi Jawa Tengah

4. Stratigrafi Regional

Stratigrafi regional Banyumas tersusun atas batuan termuda sampai yang tertua (Gambar 3) sebagai berikut: Endapan Aluvial, Endapan Pantai, Endapan Undak, Intrusi Basalt, Formasi Tapak, Formasi Halang, Anggota Breksi Formasi Halang, Anggota Batupasir Formasi Halang, Formasi Rambatan, Formasi Pamutuan, Formasi Penosogan, Formasi Kalipucang, Intrusi Andesit, Formasi Waturanda, Anggota Tuf Formasi Waturanda, Formasi Gabon, Anggota Tuf Formasi Gabon, Formasi Karangsambung (Asikin, Handoyo, Prastistho dkk., 1992).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Asikin dkk. (1992)

Gambar 3. Peta Geologi Regional Lembar Banyumas

5. Struktur Geologi Regional

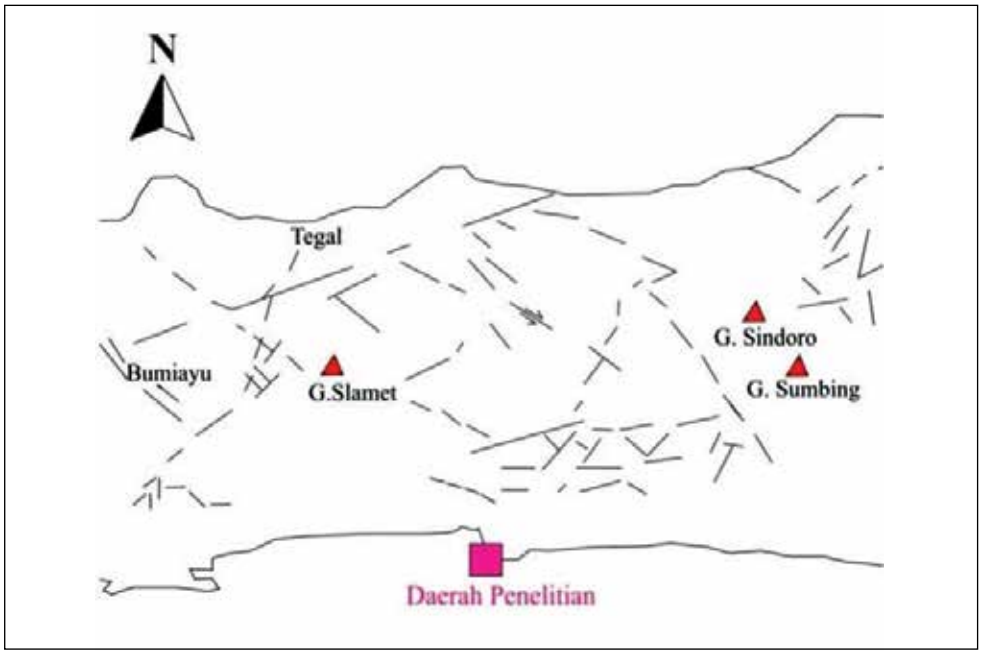
Tatanan tektonik Pulau Jawa dipengaruhi oleh aktivitas tektonik lempeng yang aktif, yaitu Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Akibatnya, di Pulau Jawa berkembang tiga pola struktur geologi yang dominan (Gambar 4), yaitu Pola Meratus yang berarah timur laut–barat daya, Pola Sunda yang berarah utara–selatan, dan Pola Jawa yang berarah barat–timur (Pulonggono & Martodjojo, 1994). Menurut Sujanto (1975) terdapat tiga pola struktur yang mempengaruhi Jawa Tengah, yaitu pola struktur yang berarah barat laut–tenggara, pola struktur berarah timur laut–barat daya, dan pola struktur berarah barat–timur (Gambar 5).



Sumber: Pulunggono & Martodjojo (1994)

Gambar 4. Pola Struktur Geologi Pulau Jawa

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Sujanto (1975)

Gambar 5. Pola Struktur Regional Jawa Tengah

Berdasarkan interpretasi data gaya berat, pola struktur di Jawa Tengah memperlihatkan tiga arah utama (Untung dan Wiriosudarmo, 1975). Ketiga arah struktur tersebut diduga mempengaruhi perkembangan tektonik dan sedimentasi secara regional pada daerah penelitian, yaitu:

a. Arah barat laut–tenggara terutama di daerah perbatasan dengan Jawa Barat.
b. Arah timur laut–barat daya yang terdapat di selatan dan timur Jawa Tengah serta di sekitar Gunung Muria yang merupakan jejak tektonik Kapur-Paleosen yang berbentuk jalur subduksi.
c. Arah barat–timur yang merupakan pengaruh subduksi Tersier di selatan Jawa.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan tiga tahapan penelitian, yaitu tahap pertama berupa studi pustaka yang memiliki tujuan untuk mengetahui geologi regional Jawa Tengah, khususnya pada daerah penelitian dan sekitarnya, konsep geowisata, dan konsep dalam analisis *geosite* dan *geomorphosite.* Tahap kedua, yaitu pengambilan data lapangan, tahap ini merupakan tahap pengamatan dan perekaman data geologi di lapangan dengan analisis stratigrafi dengan memetakan daerah Argopeni dan sekitarnya, penilaian *geosite,* dan *morphosite* berdasarkan parameter tertentu. Tahap ketiga analisis laboratorium, pengolahan data, dan tahap penyusunan laporan hasil pemetaan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Parameter Kuantifikasi Geowisata

Nilai pendekatan ilmiah dan intrinsic		**Bobot**
Integritas (A)	Lokasi *site* rusak parah	0
	Lokasi *site* rusak tetapi masih dapat terlihat lingkungan abiotiknya	0.5
	Site tanpa kerusakan	1
Keunikan/kekhasan (jumlah *site* yang mirip dengan *site* tersebut) (B)	Lebih dari 5	0
	2–5 *site* yang mirip	0.5
	Hanya 1 yaitu *site* tersebut.	1
Keberagaman, jumlah proses-proses geomorfik yang berbeda yang dapat terlihat keberagamannya (C)	Hanya 1 fitur/proses yang terlihat	0
	2–4 fitur/proses terlihat	0.5
	Lebih dari 5 fitur/proses terlihat	1
Apakah *site* pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	*Site* tidak diketahui	0
	Pada paper ilmiah setingkat nasional	0.5
	Diketahui secara luas oleh masyarakat global	1
Nilai Pendidikan		**Bobot**
Keterwakilan, kejelasan dari proses/fitur yang ada (A)	Keterwakilan/kejelasan rendah alias tidak jelas	0
	Keterwakilan/kejelasan medium, dapat dikenali oleh akademisi	0.5
	Keterwakilan/kejelasan tinggi, dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Penggunaan pedagogi (B)	Nilai karakter yang rendah dan tanpa penggunaan unsur/proses pendidikan	0
	Ada nilai karakter tetapi penggunaan unsur pendidikan yang terbatas	0.5
	Nilai karakter yang tinggi dan potensi unsur pendidikan yang tinggi, aspek geowisata yang tinggi	1
Apakah telah ada produk pendidikan di *site* tersebut (C)	Tidak ada petunjuk informasi	0
	Ada *leaflets*, peta, laman internet	0.5
	Ada panel informasi di lokasi *site* tersebut	1
Penggunaan nyata atau aktual dari *site* tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tidak ada penggunaan untuk pendidikan	0
	Digunakan untuk ekskursi atau *fieldtrip* khusus bagi siswa	0.5
	Tempat umum untuk dikunjungi publik	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai Ekonomi		Bobot
Daya akses, (A)	Lebih dari 1 km dari lokasi parkir	0
	Kurang dari 1 km dari lokasi parkir	0.5
	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi publik	1
Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata, (B)	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas pariwisata yang telah ada	0
	5–10 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	0.5
	Kurang dari 5 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	1
Produk lokal terkait (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan situs wisata	0
	Beberapa produk terkait	0.5
	Pusat beberapa produk tertentu	1
Nilai Konservasi		**Bobot**
Risko nyata atau sudah jelas-jelas ada, seperti misalnya banjir rob untuk *site* di pesisir (A)	Risko tinggi, tinggi risko alami dan buatan	0
	Ada risko yang dapat mengganggu	0.5
	Risko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Risko yang masih berpotensial, belum terjadi (B)	Risko tinggi, tinggi risko alami dan buatan	0
	Ada risko yang dapat mengganggu	0.5
	Risko sangat rendah bahkan tanpa ada Ancaman	1
Status terbaru dari *site* tersebut (C)	Proses perusakan terus terjadi	0
	Site rusak tetapi ada management untuk mencegahnya	0.5
	Tidak ada proses perusakan	1
Perlindungan undang-undang/ perda tentang *site* tersebut (D)	Tidak ada hukum yang melindungi	0
	Baru bersifat pengajuan	0.5
	Sudah ada perda/hukum untuk mengkonservasinya	1
Nilai Tambahan		**Bobot**
Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan *site* tersebut (A)	Tidak ada unsur budaya	0
	Ada unsur budaya namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0.5
	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik, misalnya mistis	1

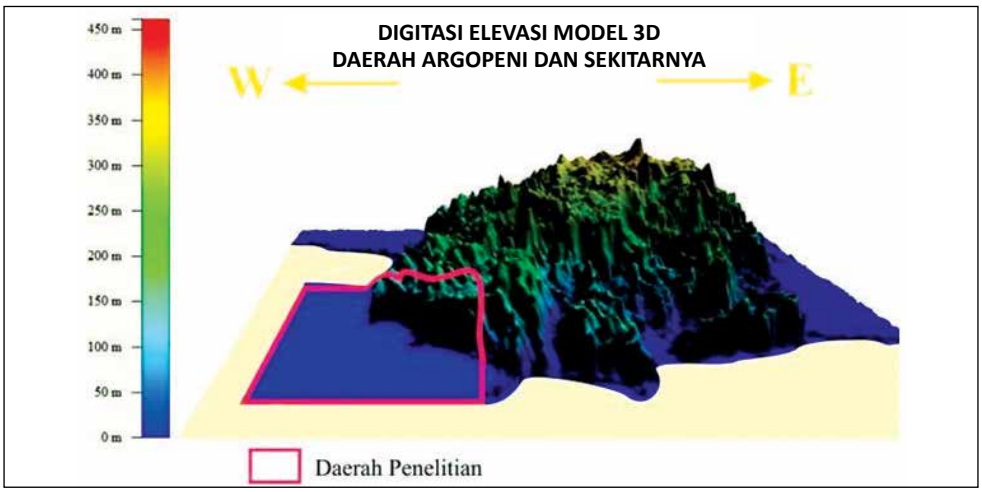
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai ekologi (B)	Tidak penting karena kurangnya makhluk hidup	0
	Ada pengaruh tetapi tidak terlalu penting	0.5
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1
Nilai Estetika (C): Jumlah Warna (D); Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	1 warna	0
	2–3 warna	0.25
	Lebih dari 3 warna	0.5
	Hanya 1 pola	0
	2 atau 3 Pola yang dapat dibedakan	0.25
	Lebih dari 3 pola	0.5
	Tidak ada	0
	1–2	0.25
	3 dan lebih	0.5

Sumber: Kubalikova (2013)

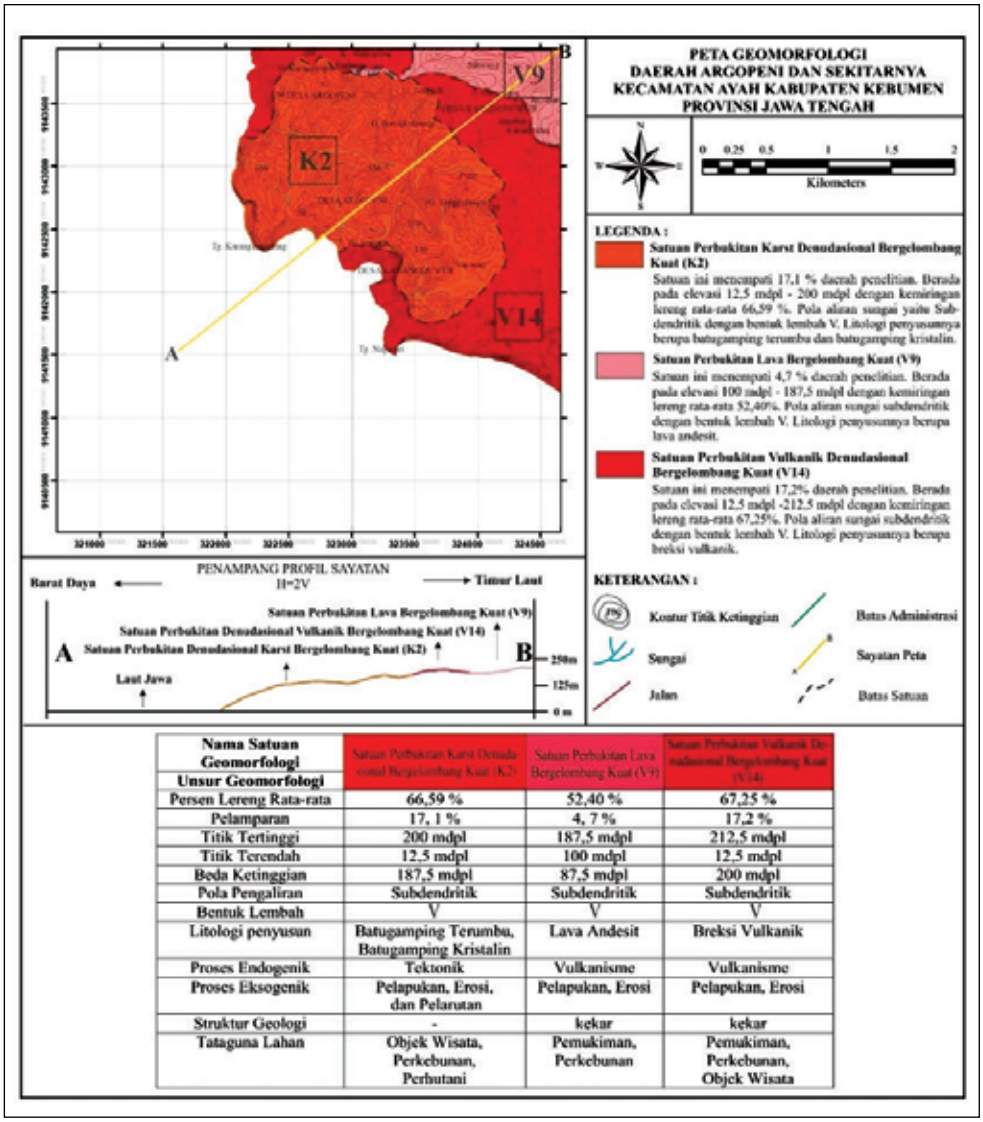
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Argopeni termasuk ke dalam kawasan bentang alam karst sehingga memiliki potensi geowisata yang unik dan menarik untuk diketahui. Potensi geowisata yang dapat dijumpai di Kawasan Karst Argopeni, antara lain berupa air terjun, gua, dan pantai. Berdasarkan hasil dari pengamatan lapangan, terdapat tiga *geosite*, yaitu Gua Tumang, gua yang belum diketahui namanya, dan Air Terjun Argopeni. Masing-masing *geosite* dideskripsikan tentang lokasi detail, nilai analisis kuantifikasi berdasarkan tabel analisis *geosite* dan *geomorphosite* (Tabel 1) (Kubalikova, 2013), tinjauan geologi, dan produk daya tarik wisata.



Gambar 6. Tampilan Morfologi Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Nama Satuan Geomorfologi / Unsur Geomorfologi	Satuan Perbukitan Karst Denudasional Bergelombang Kuat (K2)	Satuan Perbukitan Lava Bergelombang Kuat (V9)	Satuan Perbukitan Vulkanik Denudasional Bergelombang Kuat (V14)
Persen Lereng Rata-rata	66,59 %	52,40 %	67,25 %
Pelamparan	17, 1 %	4, 7 %	17,2 %
Titik Tertinggi	200 mdpl	187,5 mdpl	212,5 mdpl
Titik Terendah	12.5 mdpl	100 mdpl	12,5 mdpl
Beda Ketinggian	187,5 mdpl	87,5 mdpl	200 mdpl
Pola Pengaliran	Subdendritik	Subdendritik	Subdendritik
Bentuk Lembah	V	V	V
Litologi penyusun	Batugamping Terumbu, Batugamping Kristalin	Lava Andesit	Breksi Vulkanik
Proses Endogenik	Tektonik	Vulkanisme	Vulkanisme
Proses Eksogenik	Pelapukan, Erosi, dan Pelarutan	Pelapukan, Erosi	Pelapukan, Erosi
Struktur Geologi	-	kekar	kekar
Tataguna Lahan	Objek Wisata, Perkebunan, Perhutani	Pemukiman, Perkebunan	Pemukiman, Perkebunan, Objek Wisata

Gambar 7. Peta Geomorfologi dan Penampang Profil Sayatan serta Aspek Geomorfologi

1. *Geomorphosite*

Desa Argopeni dan sekitarnya merupakan lokasi daerah penelitian yang memiliki kontrol utama pada geomorfologinya, yaitu pada perbedaan sifat litologi. Secara umum morfologi daerah penelitian hampir 61% lautan dan 39% daratan (Gambar 6).

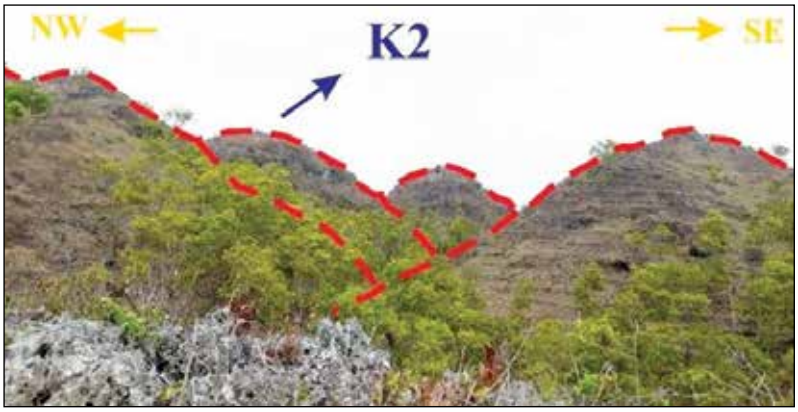
Pembagian satuan geomorfologi pada daerah penelitian dilakukan berdasarkan klasifikasi bentang lahan oleh Van Zuidam (1985). Pembagian satuan geomorfologi menurut klasifikasi tersebut didasarkan pada variabel-variabel berupa gambaran bentuk lahan (morfografi), penilaian kuantitatif terhadap bentuk lahan (morfometri), serta proses-proses geologi yang berkembang dan membentuk bentuk lahan tersebut

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(morfogenesa). Berdasarkan variabel-variabel tersebut, daerah Argopeni dan sekitarnya dapat dibagi menjadi tiga satuan geomorfologi (Gambar 7).

a. Satuan perbukitan karst denudasional bergelombang kuat (K2)

Satuan ini menempati 17,1 % daerah penelitian. Satuan ini ditandai oleh warna oranye pada peta geomorfologi daerah Argopeni dan sekitarnya, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 8).



Gambar 8. Ketampakan Morfologi Satuan Perbukitan Karst Denudasional Bergelombang Kuat (K2)

b. Satuan perbukitan lava bergelombang kuat (V9)

Satuan ini terdapat pada peta geomorfologi daerah Argopeni dan sekitarnya, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah.

c. Satuan perbukitan vulkanik denudasional bergelombang kuat (V14)

Satuan ini menempati 17,2 % daerah penelitian. Satuan ini ditandai oleh warna merah pada peta geomorfologi daerah Argopeni dan sekitarnya, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 10).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10. Ketampakan Morfologi Satuan Perbukitan Vulkanik Denudasional Bergelombang Kuat (V14).

2. Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi pada lokasi pemetaan geologi di daerah Argopeni dan sekitarnya, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah dikelompokkan menjadi tiga satuan batuan tidak resmi. Dari satuan batuan yang berumur lebih tua, yaitu satuan breksi vulkanik, satuan lava andesit, dan satuan batugamping (Gambar 11).

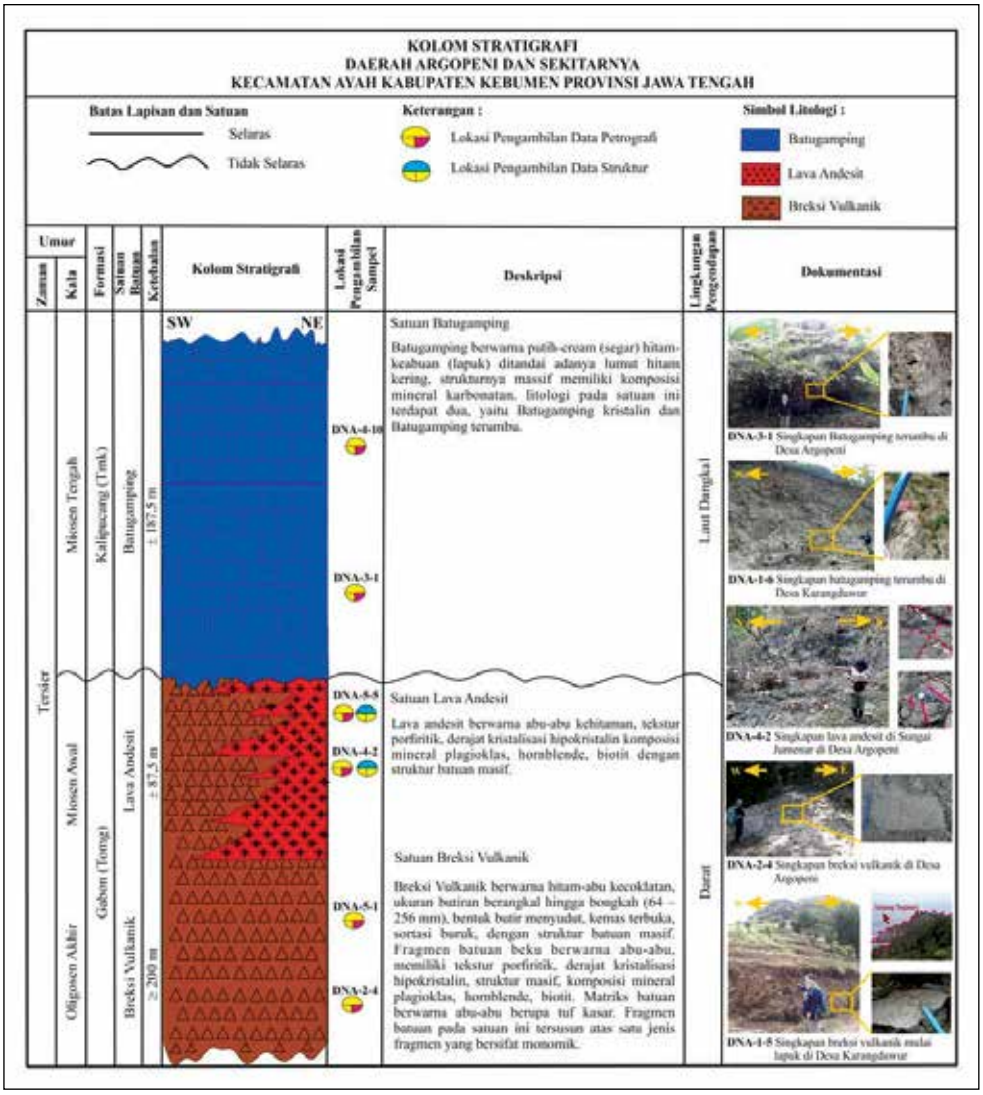
a. Satuan breksi vulkanik

Satuan batuan ini menempati 17,2 % dari luas daratan daerah penelitian yang menyebar di Desa Argopeni dan Desa Karangduwur, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Satuan breksi vulkanik merupakan satuan batuan yang berupa breksi vulkanik dengan fragmen batuan beku jenis andesit dan matriks batuan berupa tuf kasar (Gambar 12).

b. Satuan lava andesit

Satuan batuan ini menempati 4,7 % dari luas daratan daerah penelitian. Satuan lava andesit merupakan satuan batuan yang berupa lava andesit dan di beberapa tempat ditemukan litologi breksi vulkanik (Gambar 13).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 11. Kolom Stratigrafi Daerah Argopeni dan Sekitarnya

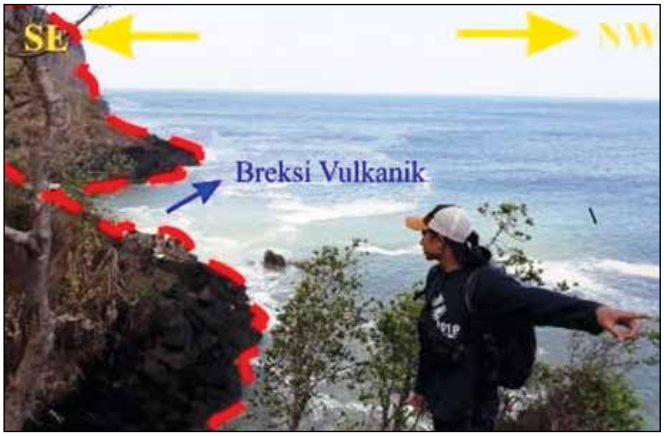
c. Satuan batugamping

Satuan batuan ini menempati 17,1% dari luas daratan daerah penelitian. Satuan batuan batugamping merupakan satuan batuan yang berupa batugamping kristalin dan batugamping terumbu (Gambar 14).

3. Geosite

Tediri atas tiga *geosite*, yaitu Gua Tumang, gua yang belum diketahui namanya, dan Air Terjun Argopeni.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 12. Singkapan batuan breksi vulkanik berupa tebing dengan kerapatan kontur sangat rapat yang berbatasan langsung dengan lautan



Gambar 13. Singkapan Lava Andesit di Sungai dengan Kerapatan Kontur Agak Rapat



Gambar 14. Singkapan batugamping yang berupa tebing dengan kerapatan kontur rapat yang berbatasan langsung dengan lautan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

a. Gua Tumang

Lokasi: Gua Tumang ini terletak pada koordinat 322124°E–9142903°N, berada di Desa Argopeni, Desa Karangduwur, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi Gua Tumang berada di ujung barat daerah penelitian berupa tebing yang langsung berbatasan dengan lautan (Gambar 15).



Gambar 15. Ketampakan Gua Tumang

Kuantifikasi: Berdasarkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite*, berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik (Tabel 2) sebesar 62,5%, nilai edukasi 75%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 50%, dan nilai tambah 45%. Secara keseluruhan, Gua Tumang memiliki tingkat kelayakan sebesar 56,5% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur di dalam geowisata.

Kondisi Geologi: Gua Tumang berasal dari proses pelarutan dari batugamping yang berada pada daerah perbukitan karst denudasional bergelombang kuat. Termasuk ke dalam Formasi Kalipucang berumur Miosen Tengah dengan litologi batugamping terumbu dan batugamping kristalin. Terdapat deposisi kalsit berupa stalaktit dan stalakmit akibat pelarutan litologi yang cukup intensif.

Produk Daya Tarik Wisata:

- Pemandangan berupa laut pantai selatan yang memiliki air sangat jernih sehingga dapat terlihat dengan jelas dan dapat dijadikan sebagai objek fotografi.
- Lokasi gua yang langsung berbatasan dengan lautan sangat indah untuk menyaksikan matahari terbenam atau terbit.
- Pemandangan ornamen gua berupa stalaktit dan stalakmit

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Gua yang belum diketahui namanya

Lokasi: Gua ini terletak pada koordinat 323502°E–9143555°N, berada di Daerah G. Tenggek, Desa Argopeni, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi gua yang belum diketahui namanya ini berada di bagian utara lokasi penelitian (Gambar 16).



Gambar 16. Ketampakan gua yang belum diketahui namanya

Kuantifikasi: Berdasarkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite*, berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik (Tabel 2) sebesar 37,5%, nilai edukasi 62,5%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 50%, dan nilai tambah 45%. Secara keseluruhan, gua yang belum diketahui namanya memiliki tingkat kelayakan sebesar 49% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur di dalam geowisata.

Kondisi Geologi: Gua yang belum diketahui namanya ini hampir sama dengan Gua Tumang yang terletak pada satu formasi, yaitu Formasi Kalipucang, berumur Miosen Tengah dengan litologi batugamping terumbu dan batugamping kristalin. Terdapat ornamen gua deposisi kalsit berupa stalaktit dan stalakmit.

c. Air terjun Argopeni

Lokasi: Air terjun Argopeni ini terletak pada koordinat 323355°E–9142222°N, berada di Tanjung Nagasari, Desa Karangduwur, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Posisi air terjun ini berupa tebing dengan air yang langsung mengalir ke lautan (Gambar 17).

Kuantifikasi: Berdasarkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite*, berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik (Tabel 2) sebesar 62.5%, nilai edukasi 75%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 50%, dan nilai tambah 50%. Secara keseluruhan, Air Terjun Argopeni memiliki tingkat kelayakan sebesar 57.5% untuk dijadikan sebagai salah satu fitur di dalam geowisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 17. Ketampakan Air Terjun Argopeni

Kondisi Geologi: Air Terjun Argopeni mengalir di antara dua formasi batuan yang di bagian bawah berasal dari Formasi Gabon berumur oligosen akhir–miosen awal, terdiri atas litologi breksi vulkanik, dan di atasnya terendapkan secara tidak selaras Formasi Kalipucang berumur Miosen Tengah dengan litologi batugamping terumbu dan batugamping kristalin.

Pengembangan yang perlu dilakukan: Beberapa penilaian terhadap *geosite* yang ada di kawasan Karst Argopeni telah dilakukan. Pembenahan dari sarana prasarana terhadap setiap *geosite* harus dilakukan agar terciptanya tempat wisata yang nyaman dan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat yang tinggal di sekitar Argopeni. Berikut adalah beberapa pengembangan yang diperlukan:

- Pengembangan infrastruktur, seperti jalan, papan nama, petunjuk jalan (*street sign*), WC umum, daerah parkir, tempat sampah, dan pembuatan tangga menuju air terjun.
- Pengembangan masyarakat tentang bagaimana mengelola wisata yang baik.
- Pembuatan poster sejarah geologi sebagai sumber ilmu pengetahuan.
- Pembuatan *safety procedure*
- Pengembangan promosi tentang daya tarik geowisata pada Kawasan Karst argopeni. Selain tiga *geosite* tersebut, masih banyak *geosite* lain berupa gua dan lokasi pemandangan melihat tebing-tebing tinggi yang berbatasan langsung dengan lautan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Tabel Hasil Kuantifikasi Kelayakan

Parameter	Gua Tumang	Gua belum di ketahui namanya	Air Terjun Argopeni
Nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik			
A	0,5	0,5	0.5
B	1	0,5	1
C	1	0,5	1
D	0	0	0
%	62,5	37.5	62,5
Nilai Pendidikan			
A	1	1	1
B	1	0,5	1
C	0,5	0	0.5
D	1	1	1
%	75	62.5	75
Nilai Ekonomi			
A	1	1	1
B	0,5	0,5	0.5
C	0	0	0
%	50	50	50
Nilai Konservasi			
A	0,5	0,5	0.5
B	0,5	0,5	0.5
C	1	1	1
D	0	0	0
%	50	50	50
Nilai Tambahan			
A	0	0	0
B	1	1	1
C	0,25	0,25	0.5
D	0,5	0,5	0.5
E	0,5	0,5	0.5
%	45	45	50
Total (%)	**56,5**	**49**	**57.5**

Sumber: Kubalikova (2013)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di kawasan Karst Argopeni, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah dijumpai banyak obyek potensial untuk dijadikan wisata berbasis geologi. Pada penelitian ini ditemukan tiga satuan *geomorphosite*, yaitu satuan perbukitan karst denudasional bergelombang kuat (K2), satuan perbukitan lavabergelombang kuat (V9), satuan perbukitan vulkanik denudasional bergelombang kuat (V14), serta tiga *geosite*, yaitu Gua Tumang, gua yang belum diketahui namanya, Air Terjun Argopeni yang mempunyai nilai kelayakan secara berurutan 56,5%, 49%, 57,5. Dari hasil penelitian, ketiga *geosite* ini masih harus dilakukan pembenahan dari segi infrastruktur penunjang wisata maupun pembentukan masyarakat yang sadar wisata.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., Handoyo, A., Prastistho, B., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Banyumas, Jawa Tengah,* skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Kubalikova, L. (2013). Geomorphosite assesment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism 02/2013*, 80–103.

Pulunggono. A., & Martodjojo, S. (1994). Perubahan tektonik paleogen-neogen merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa. Dalam *Proceeding Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa.*

Sujanto. (1975). *The geology of central and east java based on Earth I image*. Jakarta: National Institution of Geology and Mineral.

Van Bemmelen. (1949). *The Geology of Indonesia, Vol 1A, 1st Edition*. The Hague: Govt Printing Office.

Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial photo- interpretation terrain analysis and geomorphology mapping*. The Hague, ITC: Smith Publisher.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KONSEP KOTAK GEOWISATA DAN PENERAPANNYA DI DESTINASI PARIWISATA CEKUNGAN BANDUNG

GEOTOURISM BOX CONCEPT AND ITS APPLICATION IN BANDUNG BASIN TOURISM DESTINATION

Shandra Rama Panji Wulung[1*], Budi Brahmantyo[2], dan Arief Rosyidie[3]

[1]Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154, Indonesia
[2]Fakultas, Universitas Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian,
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Indonesia
[3]Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan,
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Indonesia
[*]*E-mail*: wulung@upi.edu

ABSTRACT

The Bandung Basin region as one of the tourism destinations in West Java Province has a geodiversity that is used as a tourism resource. The process and forms of geodiversity, that are supported by biodiversity and cultural diversity, added value for geotourism development in Bandung Basin Tourism Destinations. On the other hand, development tourism policy in the Bandung Basin still identifies geodiversity as a tourism attraction. This study discusses the method of assesing nature-based tourism attraction as a geotourism attraction in two tourism areas in Bandung Basin Tourism Destinations. The approach used is qualitative research with an analysis unit based on geotourism box elements, which includes elements of the process, form, tourism, geobasic, geohistory, and geo +. Primary data was obtained through field observations and semi-structured interviews at four tourism attractions in Pasir Pawon and Djuanda Forest Park Areas, while secondary data is obtained through desk study on previous research and local government policies related to tourism development. The study found that the assessment of four tourism attractions that have geological diversity are still identified as natural tourist attraction. The geotourism box provides a reinterpretation of nature-based tourist attractions to be more diverse. Nature-based tourism attraction that meets the criteria based on geotourism box elements is classified as geotourism attraction.

Keywords: *Bandung Basin, geotourism, geotourism box, tourism attraction*

ABSTRAK

Cekungan Bandung sebagai salah satu destinasi pariwisata di Provinsi Jawa Barat memiliki sumber daya geologi yang dimanfaatkan sebagai daya tarik wisata. Proses dan bentuk keanekaragaman geologi yang didukung dengan keanekaragaman hayati dan budaya memberikan nilai tambah bagi pengembangan geowisata di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung. Di sisi lain, arah kebijakan pembangunan kepariwisataan di Cekungan Bandung masih mengidentifikasi keanekaragaman geologi sebagai daya tarik wisata. Penelitian ini membahas metode penilaian daya tarik wisata berbasis alam sebagai daya tarik geowisata pada dua area pariwisata di Destinasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pariwisata Cekungan Bandung. Pendekatan yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan unit analisis berdasarkan elemen konsep kotak geowisata, yang meliputi elemen proses, bentuk, pariwisata, geodasar, *geohistory*, dan geo +. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara semi-struktur pada empat daya tarik wisata di Area Pasir Pawon dan Area Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda. Sementara data sekunder diperoleh melalui metode *desk study* terhadap penelitian terdahulu dan kebijakan pemerintah terkait pengembangan kepariwisataan. Hasil penelitian menemukan bahwa penilaian empat daya tarik wisata yang memiliki keanekaragaman geologi masih diidentifikasikan sebagai daya tarik wisata alam. Kotak geowisata memberikan reinterpretasi daya tarik wisata berbasis alam menjadi lebih beragam. Daya tarik wisata berbasis alam yang memenuhi kriteria berdasarkan elemen kotak geowisata diklasifikasikan sebagai daya tarik geowisata

Kata kunci: Cekungan Bandung, daya tarik wisata, geowisata, kotak geowisata

A. PENDAHULUAN

Wilayah Cekungan Bandung menjadi salah satu destinasi pariwisata yang termuat dalam Rencana Induk Pembangunan Kepariwisataan Provinsi (Ripparprov) Jawa Barat dan merupakan Wilayah Pengembangan (WP) dan Kawasan Khusus (KK) dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi (RTRWP) Jawa Barat. Adanya enam Pemerintah Daerah di wilayah Cekungan Bandung yang didukung dengan sumber daya wisata (abiotik, biotik, dan budaya) menjadikan potensi bagi pengembangan geowisata Cekungan Bandung. Pengembangan tema Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung secara umum diarahkan pada wisata berbasis alam yang edukatif dan kreatif. Secara khusus, arahan tema pengembangan kepariwisataan di Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat, di antaranya yaitu geowisata, hal tersebut didasarkan pada karakteritik wilayah dan sejarah geologi terbentuknya Cekungan Bandung.

Cekungan Bandung ditinjau dari proses geologi merupakan laut dangkal dengan ekosistem koral dan merupakan endapan-endapan sungai serta delta pada zaman eosen (56jt–25jt tahun lalu) (Brahmantyo & Bachtiar, 2009; Brahmantyo, Damajadi, Kusumawadhani, dkk., 2006; Kunto, 1986; Suhari & Siebenhüner, 1993). Terbentuknya Cekungan Bandung diawali oleh fenomena proses terbendungnya Sungai Citarum oleh material letusan Gunung Sunda yang memicu terbentuknya Danau Bandung Purba (Dam, 1994; Dam & Siparan, 1992; Dam, Suparan, Nossin, dkk., 1996) yang pada akhirnya bobol di Cukangrahong (bagian barat danau) dan Curug Jompong (bagian timur danau) (Brahmantyo & Bachtiar, 2009; Brahmantyo, Bandono, & Sampurno, 2002). Selain itu, terdapat pula peninggalan budaya dan keanekaragaman hayati yang memiliki keterkaitan dengan keanekaragaman geologi di wilayah Cekungan Bandung. Penemuan arkeologi berupa fosil manusia prasejarah lengkap dengan alat berburu, gerabah, dan pecahan tulang vertebrata di Goa Pawon menjadi bukti adanya kehidupan manusia pertama di Cekungan Bandung (Brahmantyo, Yulianto, & Sudjatmiko, 2001). Goa Pawon dipilih sebagai tempat menetap diduga karena memiliki kondisi tanah yang subur dan berada di tepian Danau Bandung Purba (Tarigan dkk., 2016).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keanekaragaman geologi, hayati, dan budaya menjadi modal utama dalam pembangunan berkelanjutan suatu wilayah melalui pengembangan kepariwisataan, khususnya geowisata. Geowisata menjadi manifestasi dari pariwisata berkelanjutan yang fokus utamanya pada daerah alami, termasuk aspek geologi dan lanskap (Newsome & Dowling, 2010; Newsome, Moore, & Dowling, 2013). Penelitian terdahulu telah menjelaskan bahwa daya tarik geowisata dinilai berdasarkan aspek 1) proses kebumian aktif; 2) keindahan alam; 3) kebudayaan; dan 4) kegiatan eksploitasi sumber daya geologi tambang dan lingkungan (Hendratno, 2002). Sementara, Dowling & Newsome (2006) memaparkan tiga aspek utama dalam pembentukan daya tarik geowisata mencakup proses, bentuk, dan pariwisata. Lebih lanjut, Hermawan & Ghani (2018) merekomendasikan penentuan daya tarik geowisata melalui tujuh kriteria mendasar mencakup 1) informasi dan *geo-science*; 2) keanekaragaman daya tarik dalam satu kawasan; 3) keindahan, keaslian, nilai ilmiah, dan keunikan alam; 4) petualangan berbasis alam geologi; 5) ekosistem alami dan aktivitas konservasi; 6) pengelolaan kawasan; dan 7) pembangunan ekonomi berkelanjutan. Selain itu, aspek keanekaragaman hayati dan budaya menjadi elemen penting yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan geowisata (Olson & Dowling, 2018). Daya tarik geowisata merupakan sesuatu yang memiliki keunikan proses dan bentuk dari geologi dan geomorfologi dengan didukung oleh unsur pariwisata yang menjadi tujuan kunjungan wisatawan (Wulung, 2018). Pengembangan daya tarik geowisata harus didukung oleh pengelolaan, interpretasi, fasilitas, dan infrastruktur bagi pemenuhan kebutuhan wisatawan (Duarte, Braga, & Marques, 2019; Newsome, Dowling, & Leung, 2012). Hal tersebut bertujuan untuk mempromosikan fitur geologi, mendorong kegiatan konservasi, dan memahami ilmu bumi melalui apresiasi dan pembelajaran.

Penelitian sebelumnya terkait geowisata di wilayah Cekungan Bandung telah dilakukan oleh Giovanni, Ab, & Rahardjo (2019) yang mengkaji pengembangan daya dukung lingkungan di daya tarik wisata Gunung Masigit melalui konsep geopark; Haerani, Muslim, Muslim dkk. (2019) yang menganalisis peran sumber daya manusia yang cenderung mendukung ide-ide konservasi melalui geowisata di area pertambangan Citatah; Wulung & Brahmantyo (2019)West Java, Indonesia","container-title":"3rd International Seminar on Tourism (ISOT 2018 melakukan kajian reinterpretasi geowisata pada daya tarik wisata berbasis alam di Cekungan Bandung; Kartasasmita & Falconer (2018) melakukan kajian pengembangan *community-based tourism* sebagai strategi pengentasan kemiskinan di sekitar Waduk Saguling; Lutfianti & Pratiwi (2017) mengkaji perencanaan rute geowisata di area Cimanyan, Kabupaten Bandung; Rachmat & Cita (2014) mengkaji peran Museum Geologi Bandung dalam mendukung pengembangan konservasi geologi dan geopark di Indonesia; Rosyidie, Leksono, & Adriyani (2012) mengkaji bahwa geowisata menjadi tema yang berpotensi bagi pengembangan pariwisata di Kota Bandung; Sungkar, Ichwani, Pratiwi dkk. (2011) menganalisis potensi Karst Citatah sebagai daya tarik geowisata di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

wilayah Cekungan Bandung; Syafri (2009) yang mengkaji pengembangan geowisata di wilayah Bandung Selatan, khususnya di Gunung Wayang dsk.; dan (Bronto & Hartono, 2006) yang mengkaji potensi sumber daya geologi bagi pengembangan pariwisata di wilayah Cekungan Bandung.

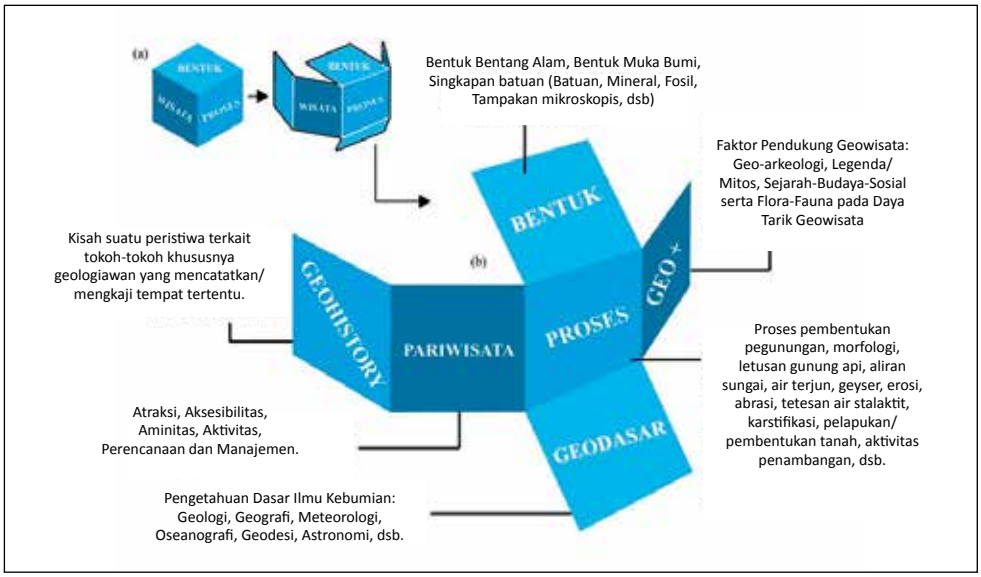
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian dan reinterpretasi daya tarik wisata di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung yang berpeluang sebagai daya tarik geowisata berdasarkan konsep kotak geowisata. Penilaian difokuskan pada daya tarik wisata yang berada di dua area yang berbeda di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung, yaitu Area Pasir Pawon dan Area Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda.

B. METODE PENELITIAN

Wilayah Cekungan Bandung yang dikenal juga sebagai Bandung Raya mencakup wilayah administrasi Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kota Cimahi, dan sebagian wilayah Kabupaten Sumedang (Kecamatan Jatingangor, Kecamatan Tanjungsari, Kecamatan Cimanggung, Kecamatan Sukasari, dan Kecamatan Pamulihan). Ruang lingkup wilayah penelitian ini berfokus pada dua area pariwisata di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung, yaitu Area Pasir Pawon (Goa Pawon dan *Stone Garden)* dan Area Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda (Curug Dago dan Batu Batik).

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitatif yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan memahami makna dari individu atau kelompok serta meneliti kondisi objek alamiah yang dianggap sebagai suatu masalah sosial dan lingkungan dengan proses penelitian yang melibatkan beberapa pertanyaan dan prosedur serta analisis data secara induktif. Kotak geowisata memiliki peran sebagai metode dalam melakukan penilaian dan reinterpretasi terhadap daya tarik wisata yang memiliki keterkaitan dengan keanekaragaman geologi. Terdapat enam variabel kotak geowisata yang menjadi unit analisis pada penelitian (Gambar 1), mencakup: 1) proses, aktivitas geologi dan geomorfologi yang dapat diamati saat terjadi aktivitas vulkanik, banjir dari aliran sungai, serta longsor; 2) bentuk, mempresentasikan bentang alam, muka bumi, dan singkapan batuan; 3) pariwisata menjadi variabel penting dalam menciptakan kunjungan wisatawan dan pengelolaanya, variabel ini memiliki indikator atraksi, aksesibilitas, amenitas, aktivitas, serta perencanaan dan pengelolaan; 4) geodasar, pengetahuan dasar ilmu kebumian dalam memahami bentuk dan proses peristiwa geologi yang disampaikan melalui interpretasi aktif (pemandu wisata) dan pasif (buku panduan, brosur, dan internet); 5) *geohistory*, penjelasan tentang kisah suatu peristiwa terkait tokoh-tokoh, khususnya geologiwan yang mencatatkan dan mengkaji suatu wilayah; dan 6) geo +, faktor pendukung kegiatan geowisata seperti keterkaitan antara geologi dan arkeologi, fenomena geologi yang menjadi legenda dan mitos mayarakat setempat, flora dan fauna pada daya tarik geowisata, serta keterkaitan daya tarik geowisata terhadap sejarah, sosial, dan budaya masyarakat setempat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: (a) Dowling dan Newsome (2006); (b) Brahmantyo dalam Wulung (2018)

Gambar 1. Konsep Kotak Geowisata sebagai Alat dalam Menilai Daya Tarik Wisata Berbasis Alam

Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara semi-struktur dengan aktor-aktor terkait, di antaranya kelembagaan pemerintah yang membidangi kepariwisataan, masyarakat setempat, dan pengelola daya tarik wisata. Penentuan narasumber dilakukan dengan metode *purposive sampling* dan *snowball sampling*. Data sekunder dilakukan dengan cara *desk study* yang bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi dari berbagai dokumen kebijakan, pustaka, dan penelitian terdahulu terkait pengembangan geowisata. Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif dan analisis deskriptif kualitatif dengan prosedur yang meliputi analisis pra-observasi lapangan, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebijakan pembangunan kepariwisataan Provinsi Jawa Barat mengarahkan destinasi pariwisata Cekungan Bandung kepada pariwisata berbasis alam yang kreatif dan edukatif. Hal tersebut diindikasikan dengan adanya sejarah geologi di wilayah Cekungan Bandung, mulai dari terangkatnya permukaan laut dangkal, meletusnya Gunung Sunda Purba, terbendungnya Sungai Citarum, hingga terbentuk Danau Bandung Purba yang pada akhirnya bobol di Cukangrahong dan di Curug Jompong. Proses dan bentuk geologi tersebut menjadi daya tarik wisata tersendiri yang dapat dikemas melalui perencanaan rute geowisata dengan geotrek sebagai aktivitasnya dan interpretasi sebagai unsur edukasinya.

Empat daya tarik yang dikaji pada penelitian ini terletak pada dua area di wilayah Cekungan Bandung, yaitu area Pasir Pawon yang terletak di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat dan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang terletak di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

antara Kota Bandung, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat. Empat daya tarik wisata tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan penilaiannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Daya Tarik Wisata yang Berpotensi sebagai Daya Tarik Geowisata di Wilayah Cekungan Bandung

Administrasi	Area	Daya tarik wisata
Kabupaten Bandung Barat	Pasir Pawon	Goa Pawon
		Stone Garden
Kota Bandung dan	Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda	Curug Dago
Kabupaten Bandung Barat		Batu Batik

Sumber: Hasil analisis (2019)

Goa Pawon dan *Stone Garden* yang berada pada kawasan industri pertambangan menjadi area konservasi yang dilindungi oleh pemerintah Kabupaten Bandung Barat dan Provinsi Jawa Barat. Pariwisata menjadi pemanfaatan area konservasi, selain bertujuan untuk menghindarkan dampak negatif dari aktivitas penambangan, juga bertujuan untuk membangun area sebagai kawasan yang berkelanjutan. Tema utama pengembangan area Pasir Pawon, yaitu geowisata. Hal tersebut diidentifikasikan oleh warisan geologi berupa perbukitan karst dengan temuan arkeologi berupa manusia purba di Goa Pawon.

Sementara itu, kawasan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda memiliki latar belakang sejarah yang erat kaitannya dengan zaman purba hingga sekarang. Berbagai peninggalan yang ditemukan menunjukan bahwa kawasan ini sejak awal merupakan saksi perkembangan wilayah Cekungan Bandung yang berupa Danau Bandung Purba. Secara geologi, daerah ini mengalami perubahan yang disebabkan oleh gejolak alam selama kurun waktu yang panjang pada masa proses pembentukan alam semesta. Taman terbesar yang pernah dibangun oleh Pemerintah Hindia Belanda ini pada awalnya merupakan hutan lindung dengan nama Hutan Lindung Pulosari dengan luas 590 ha. Perintisannya dimulai tahun 1912 bersamaan dengan pembangunan terowongan penyadapan air Sungai Cikapundung, sekarang dikenal sebagai Gua Belanda, yang peresmiannya dilakukan tahun 1922. Batu Batik dan Curug Dago menjadi dua daya tarik unggulan di area ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Penilaian Empat Daya Tarik Wisata yang Berpotensi sebagai Daya Tarik Geowisata di Cekungan Bandung

Daya tarik wisata	Variabel	Deskripsi
Gua Pawon  	Proses	Pengendapan batuan di laut dangkal pada ekosistem batu karang (zaman tersier) yang selanjutnya mengalami proses pengangkatan laut sekitar 56jt–25jt tahun lalu. Hasil terangkatnya laut dangkal tersebut saat ini membentuk perbukitan Karst Citatah, salah satunya, yaitu Bukit Pawon (Gua Pawon).
	Bentuk	Batu gamping (batu kapur) yang membentuk sebuah bukit Pawon, saat ini dikenal sebagai Gua Pawon.
	Pariwisata	Daya tarik wisata budaya (fosil manusia purba dan Kampung Budaya Gua Pawon), fasilitas makan dan minum, aksesibilitas yang mudah, aktivitas menjelajah gua, dan pusat informasi wisata mengindikasikan bahwa terdapat aktivitas pariwisata di Gua Pawon. Pemerintah Kabupaten Bandung Barat melalui Dinas Pariwisata dan Kebudayaan bekerja sama dengan masyarakat setempat melalui Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) Pasir Pawon berperan sebagai pengelola daya tarik wisata Gua Pawon.
	Geodasar	Pengetahuan dasar geologi (proses dan bentuk) dan pengetahuan arkeologi, biologi, dan budaya sebagai pendukung.
	Geohistory	Kajian yang dilakukan oleh von Koenigswald (1931, 1933, 1935) menemukan adanya bukti kehidupan di Gua Pawon dengan ditemukannya alat-alat budaya masa lalu seperti alat berburu dan gerabah serta ditemukannya fosil manusia purba.
	Geo +	Adanya kawanan kera dan kelelawar yang menghuni area gua; Kampung Budaya Gua Pawon yang menjadi masyarakat asli di area Gua Pawon; dan Museum Alam Gua Pawon, keterkaitan Legenda Sangkuriang yang menjadikan Gua Pawon sebagai dapurnya Sangkuriang (*pawon* artinya dapur).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daya tarik wisata	Variabel	Deskripsi
Stone Garden   	Proses	Tersusun atas litologi batu gamping yang dahulunya merupakan laut dangkal dengan adanya fosil binatang laut.
	Bentuk	Sebaran batu gamping di Bukit Pawon yang menyerupai taman batu.
	Pariwisata	Keindahan sebaran batu gamping yang didukung dengan panorama alam perbukitan Karst Citatah menjadi daya tarik pendukung bagi *stone garden.* Aksesibilitas menuju lokasi sangat mudah dan dijadikan sebagai salah satu daya tarik wisata unggulan Pemerintah Daerah Kabupaten Bandung Barat dengan diraihnya penghargaan Pesona Destinasi Pariwisata Indonesia tahun 2017 oleh Pokdarwis Pasir Pawon. Fasilitas makan dan minuman serta tempat beristirahat menjadi penunjang dalam memenuhi kebutuhan wisatawan. Aktivitas geotrek menjadi salah satu agenda utama bagi wisatawan selama berada di *stone garden.*
	Geodasar	Pengetahuan mendasar tentang geologi dan arkeologi. Selain itu, kebudayaan menjadi pengetahuan pendukung selama melakukan aktivitas wisata di *stone garden.*
	Geohistory	Stehn (1929), Umbgrove (1929), dan von Koenigswald (1935) telah mengkaji keberadaan endapan batuan dan sebaran alat-alat purbakala di area Bukit Pawon.
	Geo +	Adanya fosil koral berumur 30–20 juta tahun lalu di antara pecahan-pecahan batu gamping menjadikan *stone garden* memiliki keterkaitan dengan keanearagaman hayati. Kebudayaan di *stone garden* dapat diidentifikasi dengan adanya petilasan leluhur dan pemberian nama-nama leluhur oleh masyarakat setempat pada setiap batu gamping yang terdapat di Bukit Pawon.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daya tarik wisata	Variabel	Deskripsi
Curug Dago  	Proses	Letupan gas saat lava purba bersuhu 500^{0}C dari letusan Gunung Tangkubanparahu sekitar 125.000–48.000 tahun lalu dapat terlihat pada batuan basalt berlubang di bagian atas Curug Dago.
	Bentuk	*Curug* (air terjun) setinggi 12 meter yang berada di atas ketinggian 800 mdpl di aliran Sungai Cikapundung.
	Pariwisata	Curug Dago yang menjadi satu-satunya air terjun yang terdapat di Kota Bandung dan masuk dalam kawasan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda. Aksesibilitas utama menuju Curug Dago dapat ditempuh dengan berjalan kaki dan sepeda motor. Terdapat fasilitas makanan dan minuman yang dilengkapi dengan taman bermain anak bertujuan untuk memenuhi kebutuhan wisatawan selama berkunjug ke Curug Dago.
	Geodasar	Ilmu dasar geologi, vulkanologi, arkeologi, dan budaya menjadi pengetahuan yang sangat penting untuk memahami daya tarik wisata ini.
	Geohistory	Kajian van Koenigswald (1935) terkait geoarkeologi di kawasan Museum Alam Sunda (saat ini Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda). Lebih lanjut hasil kajian Rothpletz (1951) dan von Koenigswald (1933) di daerah Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda hingga blok Palasari.
	Geo +	Curug Dago memiliki sejarah yang sangat penting, terutama dengan adanya kunjungan Raja Siam pada tahun 1818 dan tahun 1902 dua prasasti batu tulis peninggalan Raja Rama V (Raja Chulalonkorn) dan Raja Rama VII (Pradjathipok Pharaminthara) dari dinasti Chakri. Prasasti tersebut diinterpretasikan: “Raja Rama V berkunjung ke Bandung saat berusia 34 tahun, sebagai peringatan ibu kota Kerajaan Thai Ratanakosin ke-120”. Curug Dago dikelola oleh Balai Pengelolaan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda, Provinsi Jawa Barat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Daya tarik wisata	Variabel	Deskripsi
Batu Batik  	Proses	Magma dan lava hasil letusan Gunung Tangkuban Parahu 125.000–48.000 tahun lalu mengalir dari Sungai Cigulung yang kemudian bertemu dengan Sungai Cikapundung di Maribaya. Aliran lava tersebut menelusuri Sungai Cikapundung, salah satunya membentuk Lava Pahoehoe Selendang Dayang Sumbi.
	Bentuk	Lava pahoehoe berupa batuan beku dengan ukuran 5 m x 2 m berbentuk seperti lipatan selendang.
	Pariwisata	Batu Batik berada dalam kawasan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda yang memiliki fasilitas lengkap, mulai dari pedestrian, tempat istirahat, pusat informasi wisata, pelayanan makan dan minum, hingga pelayanan interpretasi. Dari jalur utama (pedestrian menuju Maribaya), aksesibilitas menuju Batu Batik membutuhkan usaha lebih karena terputusnya jalan oleh longsoran tanah di atas Batu Batik.
	Geodasar	Pengetahuan terkait geologi, vulkanologi, dan kebudayaan menjadi dasar ilmu dalam memahami daya tarik wisata ini.
	Geohistory	Sama halnya dengan Curug Dago, van Koenigswald (1935) mengkaji geoarkeologi di kawasan Museum Alam Sunda yang diteruskan oleh Rothpletz (1951).
	Geo +	Batu Batik atau Batu Karembong (Batu Selendang) dikenal juga dengan sebutan Lava Selendang Dayang Sumbi dalam budaya masyarakat setempat. Legenda tersebut memiliki makna bahwa (terkait cerita Sangkuriang) selepas Dayang Sumbi melepaskan selendangnya sebagai pertanda datangnya matahari terbit, maka selendang tersebut mendarat di tepian Sungai Cikapundung dan sudah menjadi batu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Daya tarik wisata di wilayah Cekungan Bandung yang menjadikan keanekaragaman geologi sebagai sumber daya pariwisata utamanya, sepenuhnya diklasifikasikan sebagai daya tarik wisata alam. Konsep kotak geowisata berperan dalam menilai dan reinterpretasi daya tarik wisata berbasis alam tersebut sebagai daya tarik geowisata. Peluang daya tarik wisata sebagai daya tarik geowisata bila memenuhi tiga variabel utama, yaitu proses, bentuk, dan pariwisata. Jika daya tarik wisata memenuhi keseluruhan variabel, maka dapat dijadikan sebagai daya tarik geowisata primer. Di sisi lain, jika suatu daerah memiliki keanekaragaman geologi tetapi tidak didukung oleh variabel pariwisata, maka dapat diklasifikasikan sebagai sumber daya geowisata.

E. SARAN/REKOMENDASI

Inventarisasi daya tarik wisata berbasis alam untuk manifestasi pengembangan geowisata dapat dipergunakan sebagai dasar penentuan daya tarik geowisata di seluruh Indonesia, bahkan di dunia. Selain memberikan kepuasan pada wisatawan, penerapan konsep kotak geowisata dapat memberikan pengalaman dalam melakukan aktivitas wisata melalui interpretasi aktif dan pasif. Penelitian ini hanya memfokuskan pada dua area di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung. Mengingat waktu dan tenaga yang terbatas, maka disarankan untuk lebih mengkaji area-area lainnya di Destinasi Pariwisata Cekungan Bandung.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan suatu penghargaan khusus kepada almarhum Budi Brahmantyo yang menjadi pembimbing selama penulis menjalani perkuliahan di Institut Teknologi Bandung pada 2017–2018. Untuk semua bimbingannya, kesabaran, dorongan, dan saran yang diberikan sepanjang waktu penulis sebagai muridnya.

DAFTAR PUSTAKA

Brahmantyo, B. (2013). Geotourism in Indonesian perspective. Dalam *Proceedings HAGI-IAGI Joint Convention Medan*, 28–31. Medan.

Brahmantyo, B., & Bachtiar, T. (2009). *Wisata bumi cekungan Bandung (Bandung Basin earth tourism)*. Bandung: TrueDee Pustaka Sejati.

Brahmantyo, B., Bandono, & Sampurno. (2002, Desember). Analisis geomorfologi Perbukitan Saguling-Sangiang Tikaro: Pengeringan danau Bandung purba tidak Melalui Gua Sangiang Tikaro (Geomorphology analysis of Saguling-Sangiang Tikaro hills: Drying of ancient Bandung lake not through Sangiang Tikaro Cave). *Majalah Geologi Indonesia*, *17*(3), 104–112.

Brahmantyo, B., Damajadi, D., Kusumawadhani, S., & Bachtiar, T. (2006). *Geowisata sejarah bumi Bandung (Bandung earth history geotourism)*. Bandung: Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Brahmantyo, B., Yulianto, E., & Sudjatmiko, E. (2001). On the geomorphological development of Pawon Cave, West of Bandung, and the evidence finding of prehistoric dwelling cave. *Jurnal Teknologi Mineral*, *8*(2), 239.

Bronto, S., & Hartono, U. (2006). Potensi sumber daya geologi di daerah Cekungan Bandung dan sekitarnya. *Jurnal Geologi Indonesia*, *1*(1), 9–18.

Dam, M. A. C. (1994). *The late quaternary evolution of the Bandung Basin, West Java, Indonesia* (Ph.D Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam).

Dam, M. A. C., & Siparan, P. (1992). *Geology of the Bandung Basin (1st Edition).* Bandung, Indonesia: Republic of Indonesia, Dept. of Mines and Energy, Directorate General of Geology and Mineral Resources, Geological Research and Development Centre.

Dam, M. A. C., Suparan, P., Nossin, J. J., & Voskuil, R. P. G. A. (1996). A chronology for geomorphological developments in the greater Bandung area, West-Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, *14*(1–2), 101–115. https://doi.org/10.1016/S0743-9547(96)00069-4.

Dowling, R. K., & Newsome, D. (Eds.). (2006). *Geotourism*. Amsterdam, Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Duarte, A., Braga, V., & Marques, C. S. (2019). How smart specialisation strategies in geotourism contribute to local economic development? The case of Atlantic Geoparks. Dalam J. Machado, F. Soares, & G. Veiga (Eds.), *Innovation, Engineering, and Entrepreneurship* (Vol. 505, 1005–1011). https://doi.org/10.1007/978-3-319-91334-6_138.

Giovanni, B. C., Ab, P., & Rahardjo, P. (2019). Development of Mount Masigit area with geopark concept. Dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *508*, 012051. https://doi.org/10.1088/1757-899X/508/1/012051.

Haerani, E., Muslim, F. N., Muslim, G. O., & Muslim, D. (2019). Human resources in the urban environment of Citatah Mining Area, West Bandung Regency, Indonesia. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *248*, 012042. https://doi.org/10.1088/1755-1315/248/1/012042.

Hendratno, A. (2002). Geowisata merapi sebagai perjalanan wisata minat khusus di lereng merapi bagian selatan. *Jurnal Nasional Pariwisata*, *2*(2). Yogyakarta.

Hermawan, H., & Ghani, Y. A. (2018). Geowisata: Solusi pemanfaatan kekayaan geologi yang berwawasan lingkungan. *INA-Rxiv*. https://doi.org/10.31227/osf.io/a5xd6.

Kartasasmita, P. S., & Falconer, J. (2018). Sustainable and community-based tourism models for alleviating poverty in Citarum Basin. Dalam *Proceedings of the International Conference on Public Policy, Social Computing and Development 2017 (ICOPOSDev 2017)*, presented at the International Conference on Public Policy, Social Computing and Development 2017 (ICOPOSDev 2017). Medan, Indonesia. https://doi.org/10.2991/icoposdev-17.2018.3.

Kunto, H. (1986). *Semerbak bunga di Bandung Raya (Fragrant flowers in Greater Bandung)*. Bandung, Indonesia: PT. Granesia.

Lutfianti, E., & Pratiwi, W. D. (2017). Geotrail planning of geotourism area Cimenyan Sub-District, Bandung Rgency. *ASEAN Journal on Hospitality and Tourism*, *15*(1), 62–73.

Newsome, D., & Dowling, R. K. (Eds.). (2010). *Geotourism: The tourism of geology and landscape*. Woodeaton, Oxford: Goodfellow Publ.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Newsome, D., Dowling, R., & Leung, Y. F. (2012). The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives*, *2–3*, 19–27. https://doi.org/10.1016/j.tmp.2011.12.009.

Newsome, D., Moore, S. A., & Dowling, R. K. (2013). *Natural area tourism: Ecology, impacts, and management* (2nd ed). Bristol: Channel View Publications.

Olson, K., & Dowling, R. (2018). Geotourism and cultural heritage. *Journal of Geoconservation Research (GCR)*, *1*(1), 37–41.

Rachmat, H., & Cita, A. (2014). The role of geological museum to support geoconservation and geopark development in Indonesia. Dalam *6th International UNESCO Conference on Global Geoparks 2014 Abstracts*, *50*. https://doi.org/10.4138/atlgeol.2014015.

Rosyidie, A., Leksono, R. B., & Adriani, Y. (2012). Scientific tourism potential in Bandung City. *ASEAN Journal on Hospitality and Tourism*, *11*(2), 129–149.

Rothpletz, W. (1951). Bandung (Java) und die Entdeckung bronzezeitlicher Gussformen. *Museum Für Völkerkunde.*

Stehn, Ch. E. (1929). *Bulletin of the Netherlands Indian volcanological survey*.

Suhari, S., & Siebenhüner, M. (1993). Environmental geology for land use and regional planning in the Bandung Basin, West Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, *8*(1–4), 557–566. https://doi.org/10.1016/0743-9547(93)90053-R.

Sungkar, A., Ichwani, S. N., Pratiwi, F. D., Utari A. V., & Astuti, I. W. (2011). Conserving cultural and biological resourves of Pasir Pawon as sacred natural site. *Asian Trans-Disciplinary Karst Conference*, 333–338. Yogyakarta, Indonesia: Karst Research Group, Faculty of Geography, Gadjah Mada University.

Syafri, I. (2009). Pengembangan pariwisata kawasan Gunung Wayang dan sekitarnya. *Bulletin of Scientific Contribution*, *7*(1), 37–48.

Tarigan, A. K. M., Sagala, S., Samsura, D. A. A., Fiisabiilillah, D. F., Simarmata, H. A., & Nababan, M. (2016). Bandung City, Indonesia. *Cities*, *50*, 100–110. https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.09.005.

Umbgrove, J. H. F. (1929). Het ontstaan van het Diëngplateau. *Leidsche Geol. Med. Dl. III*.

von Koenigswald, G. H. R. (1931). Fossielen uit Chineesche apotheken in West-Java. *De Mijninginieur Geologische-Minbouwkundig Tijdschrift Voor Nederlandsche-Indië 12e Jaargang*, *12*, 189–193.

von Koenigswald, G. H. R. (1933). Beitrag zur Kenntnis der fossilen wirbeltierre Javas. *I. Teil. Wetenschapplijke Me- Dedeelingen Dienst van Mijnbouw Nederlandsch-Indië 23*.

von Koenigswald, G. H. R. (1935). Die fossilen saeugetier-faunen Javas. *Proc. Kon. Akad. Wet*, *XXXVIII*(2), 188–198.

van Koenigswald, G. H. R. (1935). *Neolithicum der Umgebung von Bandung*. *75* (Tijdschriff voor Indische Taal-Land-en Volkenkunde), 394–419.

Wulung, S. R. P. (2018). *Spatial model analysis of Bandung Basin geotourism destination*. Bandung Institute of Technology. Diakses pada xxx dari https://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-shandraram-28074.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wulung, S. R. P., & Brahmantyo, B. (2019). Geotourism reinterpretation towards natural tourist attractions in Bandung Basin, West Java, Indonesia. Dalam *3rd International Seminar on Tourism (ISOT 2018)*, *259*, 278–282. Diakses pada xxx dari https://www.atlantis-press.com/article/125909398.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KARAKTERISASI LORONG GUA DI *GEOSITE* GUA PINDUL, GEOPARK GUNUNGSEWU

CHARACTERIZATION OF CAVE AISLE IN PINDUL CAVE GEOSITE, GUNUNGSEWU GEOPARK

Mohammad Ainul Labib[1*], Eko Haryono[2,3], Romza Fauzan Agniy[1], Haviz Damar Sasongko[1], Ahmad Cahyadi[2,3], Eko Bayu Dharma Putra[1], Danardono[4], Roza Oktama[1], Tjahyo Nugroho Adji[2,3]

1Karst Student Forum Fakultas Geografi Univeristas Gadjah Mada
2Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada
3 Departemen Geografi Lingkungan Fakultas Geografi Univeristas Gadjah Mada
4Fakultas Geografi Universitas Muhamadiyah Surakarta
**E-mail*: Labib@mail.ugm.ac.id

ABSTRACT

Gunungsewu Geopark has geosite spread in Pacitan, Wonogiri, and Gunungkidul Regencies. One of the geosite that is rapidly developing is in Gunungkidul Regency, the Pindul Cave Geosite. This study aims to analyze the characteristics of the cave aisle and the factors that influence its formation (speleogenesis) in several caves in the Pindul Cave Geosite and its surroundings. The method used is a field survey by conducting cave mapping and analyzing the shape of the cave passage at the study site. The results of the study show the pattern of the cave passage in the form of curvilinear branchwork, sinuous passage, and linear passage. The appearance of the cave passage is influenced by unconfined conditions and the presence of meteoric water which dissolves the limestone to form elliptical tubes, keyhole, gorge-shaped passage, cupola, ceiling half tube, solutions notch, potholes, and solutions pocket. In addition, the influences of structural control affects the direction of the development of the cave passage while the formation due to structural control in the form of joint control passage, shaft, and canyon.

Keywords: *Gunungsewu Geopark, Pindul Cave, cave passage, speleogenesis*

ABSTRAK

Geopark Gunungsewu memiliki *geosite* yang tersebar di Kabupaten Pacitan, Wonogiri, dan Gunungkidul. Salah satu *geosite* yang berkembang dengan cepat terletak di Kabupaten Gunungkidul, yaitu *geosite* Gua Pindul. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik lorong gua dan faktor-faktor yang memengaruhi pembentukannya (speleogenesis) terhadap beberapa gua di geosite Gua Pindul dan sekitarnya. Metode yang digunakan, yaitu survei lapangan dengan melakukan pemetaan gua dan menganalisis bentuk lorong gua di lokasi kajian. Hasil kajian memperlihatkan pola lorong gua berupa *curvilinear branchwork*, *sinuous passage*, dan *linier passage*. Kenampakan lorong gua dipengaruhi oleh adanya kondisi tidak tertekan dan adanya air meteorik yang melarutkan batu gamping sehingga membentuk *elliptical tube*, *keyhole*, *gorge-shaped passage*, *cupola*, *ceiling half tube*, *solutions notch*, *potholes*, dan *solutions pocket*. Selain itu, adanya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pengaruh kontrol struktural memengaruhi arah perkembangan lorong gua, sedangkan bentukan akibat adanya kontrol struktural berupa *joint control passage*, *shaft*, dan *canyon*.

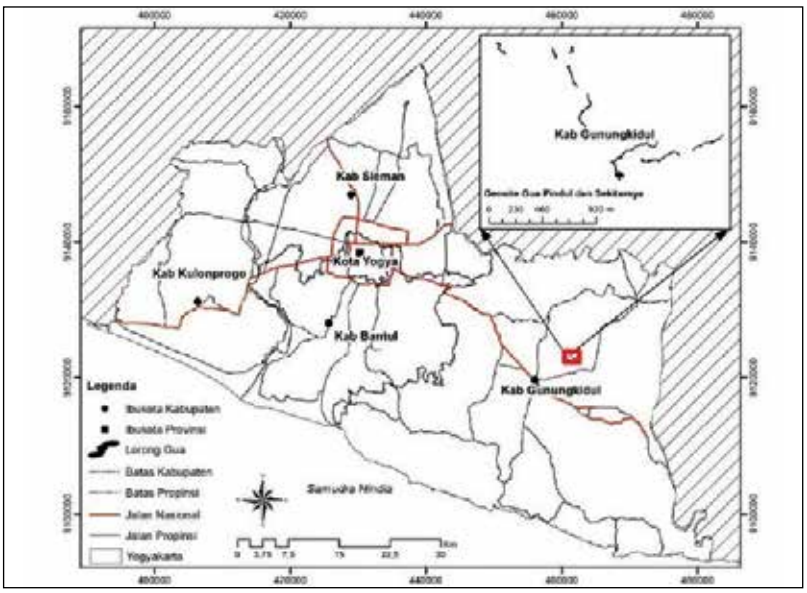
Kata Kunci: Geopark Gunungsewu, Gua Pindul, lorong gua, speleogenesis

A. PENDAHULUAN

Kawasan Gunungsewu telah ditetapkan sebagai geopark yang diakui oleh dunia. Geopark Gunungsewu memiliki tiga lingkup kegiatan utama, yaitu terkait dengan geodiversitas, biodiversitas, dan kebudayaan. Ketiganya memiliki arti penting bagi terbentuknya Geopark Gunungsewu.

Geopark Gunungsewu memiliki *geosite* yang tersebar di Kabupaten Pacitan, Kabupaten Wonogiri, dan Kabupaten Gunungkidul. Kawasan Gunungsewu memiliki 30 situs geologi (*geosite*) dan 3 situs non geologi. *Geosite* tersebut tersebar di Kabupaten Gunungkidul sebanyak 11 *geosite* dan 2 situs non geologi, Kabupaten Wonogiri terdapat 7 *geosite*, di Kabupaten Pacitan sebanyak 12 *geosite*, dan 1 situs non geologi. *Geosite* ini merupakan warisan alam yang dilindungi serta dikembangkan menjadi objek dan daya tarik wisata yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat lokal (Parno, 2018).

Kabupaten Gunungkidul memiliki beberapa gua yang menjadi *geosite*, yaitu Gua Pindul, Gua Kalisuci, Luweng Jomblang, Luweng Cokro, Gua Ngingrong. Namun, salah satu *geosite* yang paling banyak mengalami kunjungan wisata yaitu di *geosite* Gua Pindul (Suprayogi, Cahyadi, & Agniy, 2016; Jayanto, Suprayogi, Purnama dkk., 2016). Keberadaan gua ini berada di Basin Wonosari (Gambar 1),



Sumber: Hasil analisis (2019)

Gambar 1. Lokasi Geosite Gua Pindul dan Sekitarnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

merupakan kawasan karst dengan batugamping. Batuan ini memiliki sifat mudah terlarut sehingga terbentuk sistem perguaan. Hasil kajian yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa di *geosite* Gua Pindul memiliki beberapa mulut gua yang telah ditemukan, antara lain sistem Gua Asri, sistem Gua Candi, sistem Gua Suruh, Gua Tanding, Gua Pindul, Gua Sriti, Gua Glatik, dan Gua Baru (Haryono, 2014; Agniy, 2016; Cahyadi & Agniy, 2016; Putra, 2018).

Gua-gua yang terdapat di *geosite* Gua Pindul memiliki karakteristik yang berbeda-beda meskipun terletak pada wilayah yang tidak terlalu luas. Hal ini menunjukkan pembentukan gua yang dikontrol oleh faktor yang berbeda-beda pula. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang mendalam, khususnya terkait dengan speleogenesis gua-gua di *geosite* Gua Pindul, untuk memperkaya khazanah tentang *geodiversity* lokasi tersebut, meningkatkan pemahaman tentang proses yang membentuk dan berlangsung, serta dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pengembangan *geosite* Gua Pindul di masa mendatang. Penelitian ini akan menganalisis karakteristik lorong guadi *geosite* Gua Pindul serta menganalisis faktor-faktor yang membentuknya (speleogenesis).

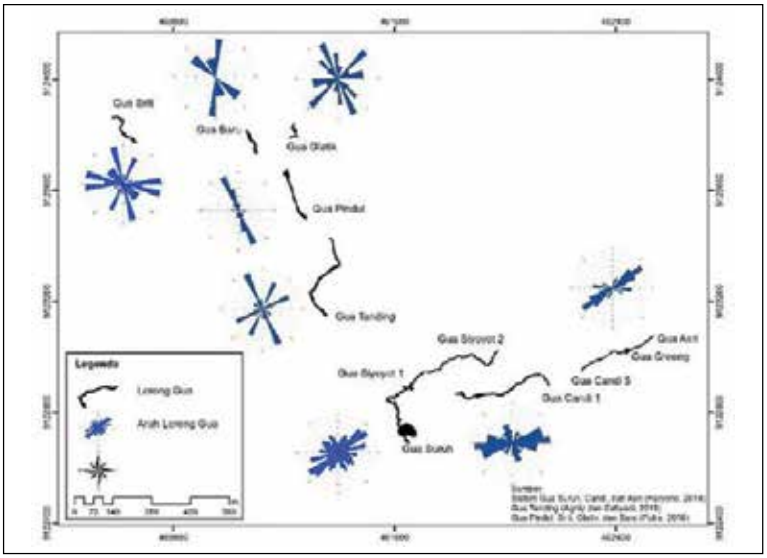
B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan gua dengan pengambilan data berupa panjang, lebar, tinggi, kemiringan lorong gua, arah *center line* lorong gua, identifikasi dan inventarisasi ornament gua, serta pengambilan dokumentasi berupa sketsa maupun foto lapangan. Penelitian ini melakukan pengambilan data tentang batuan dan struktur geologi seperti patahan, retakan, dan perlapisan batuan. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis dengan pendekatan deskriptif untuk memberikan informasi mengenai pola, bentukan, dan keterhubungan antarlorong gua. Selain itu, penelitian ini juga melakukan analisis terhadap hasil penelitian terdahulu di lokasi kajian. Data primer dan sekunder yang dikumpulkan kemudian digunakan untuk menganalisis karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya lorong gua. Gua yang dikaji dalam penelitian ini terdiri dari delapan sistem gua di *geosite* Gua Pindul.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Geosite Gua Pindul memiliki 8 sistem gua, yaitu (1) Sistem Gua Asri, (2) Sistem Gua Candi, (3) Sistem Gua Suruh, (4) Sistem Gua Tanding, (5) Sistem Gua Pindul, (6) Sistem Gua Sriti, (7) Sistem Gua Glatik, dan (8) Sistem Gua Baru. Berdasarkan pengamatan, arah perkembangan lorong gua (*center line*) terdapat dua tipe. Lorong Sistem Gua Asri, Sistem Gua Candi, dan Sistem Gua Suruh memiliki kecendrungan arah lorong ke barat daya (SW–NE). Hal berbeda terjadi pada Sistem Gua Tanding, Sistem Gua Pindul, Sistem Gua Glatik, Sistem Gua Baru, dan Sistem Gua Sriti yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Hasil analisis (2019)

Gambar 2. Arah dan Lorong Gua di *Geosite* Gua Pindul

didominasi arah lorong ke barat laut (NW–SE). Arah perkembangan lorong gua di *geosite* Gua Pindul dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menjelaskan pola arah perkembangan gua yang terdapat di *geosite* Gua Pindul. Haryono (2014) menjelaskan bahwa lorong Gua Candi, Gua Suruh dan Gua Asri merupakan lorong yang memiliki pola *curvilinear branchwork*. Pola ini muncul karena terdapat banyak *sinking stream* atau cekungan-cekungan yang mengimbuh air tanah melalui mulut gua. Selain itu, kondisi lorong pada wilayah ini terkontrol oleh adanya bidang perlapisan.

Selain pola tersebut, menurut klasifikasi White (1988), pola yang terbentuk di wilayah kajian merupakan pola *linear passage*, *sinuous passage*, dan dapat pula keduanya terbentuk pada lorong gua tersebut. Kondisi *linear passage* dapat terlihat di Gua Asri, Gua Pindul, Gua baru, dan Gua Glatik. Kondisi ini umumnya terkontrol oleh kontrol struktural yang dominan pada lorong gua tersebut. Kondisi *sinuous passage* ditemui pada pola lorong Gua Candi, Gua Suruh, Gua Tanding, dan Gua Sriti. Bentukan *sinuous passage* diakibatkan oleh aliran sungai bawah tanah yang memengaruhi kondisi lorong gua. Meskipun demikian, perkembangan *sinuous passage* dan *linear passage* dapat pula terbentuk dalam satu lorong gua, seperti yang terdapat pada Gua Suruh dan Gua Candi. Kondisi lorong gua di Gua Suruh, Gua Candi, dan Gua Asri menunjukkan adanya bentukan *assymetric elllipse passage, elliptical tube, breakdown, shaft, chambers, canyon, rectangular passage, keyhole, gorge-shaped passage, joint control passage, ceiling half tube.* Selain itu, pada penelitian sebelumnya, Haryono (2014) menyebutkan adanya bentukan speleogen, antara lain *solutions notch*, *potholes*, *cups*, dan *solutions pocket.* Bentukan-bentukan tersebut umumnya berada pada lorong yang berada pada kondisi tidak tertekan (*unconfined*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gambar 3 menjelaskan bentukan lorong gua, pada Gua Baru dan Gua Tanding memperlihatkan adanya cupola (Gambar 3c dan 3b). Bentukan ini dapat terjadi akibat adanya arus udara yang melarutkan batuan tersebut akibat aliran sungai bawah tanah. Bentukan *chamber* (Gambar 3a) juga terdapat di Gua Baru dan Gambar 3d menunjukkan *entrance* Gua Pindul yang terbentuk karena proses struktural. Keberadaan lorong gua juga dihiasi dengan adanya ornamen gua. Pada lorong Gua Suruh, Gua Asri, dan Gua Candi banyak terdapat ornamen gua berupa stalaktit dan stalakmit. Namun, kondisi ornamen yang ada, banyak ditutupi oleh endapan lumpur. Hal ini diakibatkan oleh air hujan yang memenuhi lorong gua serta membawa sedimen ke permukaan. Ornamen gua yang bagus terdapat di Gua Baru. Gua ini banyak terdapat stalakmit, stalaktit, dan *flowstone* yang besar. Kondisi ornamen-ornamen tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Lorong-lorong gua yang ada di *geosite* Gua Pindul memiliki beberapa keterkaitan. Gambar 5 menunjukkan bentukan lorong gua di *geosite* Gua Pindul pada berbagai ketinggian. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pada ketinggian kurang lebih 179–174 mdpl memiliki lorong yang cenderung membentuk setengah lingkaran, ini terlihat di Gua Asri, Gua Candi, dan Gua Suruh. Namun, ada pula yang membentuk *rectangular* pada ketinggian ini terdapat di Gua Candi. Pada ketinggian 172–174 mdpl membentuk pola *canyon* yang terdapat di Gua Asri dan Candi. Keterhubungan lorong gua yang lain, yaitu pada ketinggian lorong 172–160 mdpl, lorong gua yang terbentuk berupa lorong fosil, tidak ditemukan aliran sungai bawah tanah, namun terdapat endapan lumpur dan bongkahan batuan. Bentuk lorong gua cenderung *rectangular* dan *canyon*. Pada ketinggian lorong 159–156 terdapat aliran sungai bawah

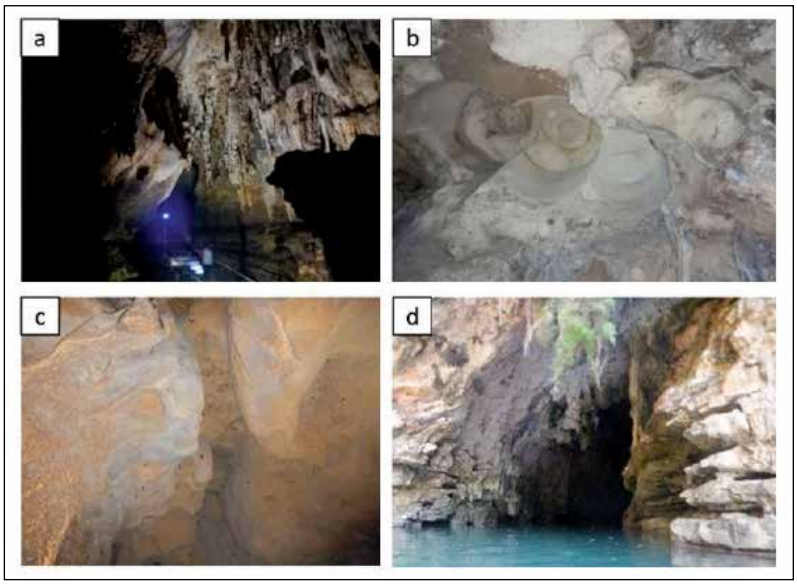


Foto: Dokumentasi Pribadi (2018)

Gambar 3. Kondisi Lorong Gua di *Geosite* Gua Pindul

Buku ini tidak diperjualbelikan.

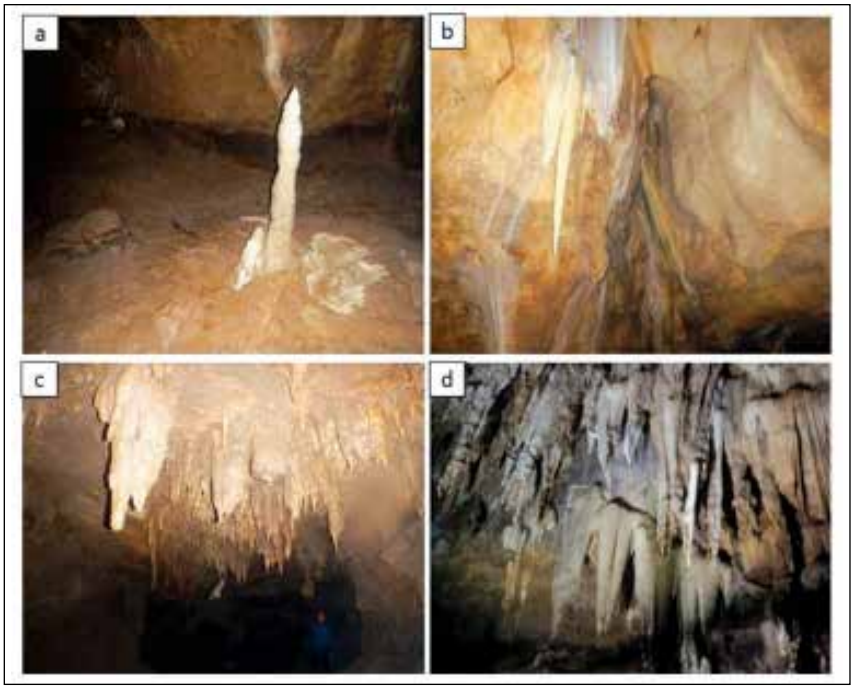
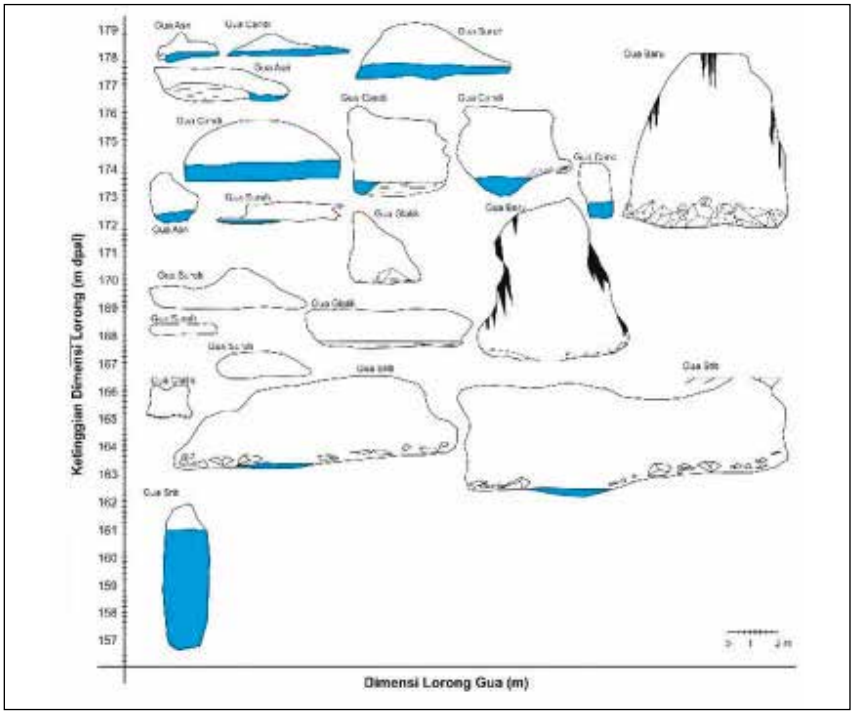


Foto: Dokumentasi Pribadi (2018)

Gambar 4. Kondisi Ornamen Gua di *Geosite* Gua Pindul



Sumber: Hasil analisis (2019)

Gambar 5. Pola Bentuk Lorong Gua dan Ketinggian Lorong di *Geosite* Gua Pindul

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tanah, seperti yang terdapat di Gua Sriti. Perkembangan lorong gua pada ketinggian ini membentuk *rectangular passage* dan *canyon passage*.

Pembahasan

Perkembangan lorong gua dapat ditentukan dengan melihat kondisi lorong gua. Ford & Williams (2007) melihat perkembangan lorong gua dengan mengamati sumber alirannya yang dapat berasal dari air meteorik, air tanah dalam, atau dari sumber yang lain. Bentukan yang terjadi di *geosite* Gua Pindul menunjukkan bahwa air yang melarutkan batu gamping berasal dari air meteorik. Hal ini terlihat dari penemuan sisa-sisa proses pelarutan, seperti bentukan *elliptical tube, keyhole, gorge-shaped passage, cupola, ceiling half tube*, *solutions notch*, *potholes*, dan *solutions pocket.* Hasil kajian Haryono (2014) menjelaskan bahwa lorong Gua Pindul berada pada kondisi tidak tertekan (*unconfined*) sehingga proses pelarutan oleh air meteorik berjalan dengan intensif.

Perkembangan arah lorong gua saling terkait antara Gua Asri, Gua Candi, dan Gua Suruh yang mengarah ke barat daya (SW–NE). Meskipun demikian, berdasarkan hasil kajian Agniy (2016), arah aliran gua mengalami perubahan menuju Gua Pindul yang didominasi perkembangan arah lorong gua ke barat laut. Hal seperti ini terlihat pada Gua Tanding, Gua Pindul, Gua Baru, Gua Glatik, dan Gua Sriti. Melihat kondisi lorong yang ada, perubahan ini diakibatkan oleh kontrol struktural yang terjadi di wilayah kajian.

Terkait dengan sistem perguaan yang terjadi, Agniy (2016), Cahyadi & Agniy (2016), dan Agniy, Cahyadi, & Nurkholis (2017) memberikan gambaran bahwa lorong gua yang berada di sekitar Gua Pindul saling terkait. Namun demikian, terdapat pula lorong gua yang sistem alirannya tidak terkait, yaitu Gua Sriti, Gua Baru, dan Gua Glatik. Sistem Gua Sriti memiliki elevasi yang berbeda dengan sistem Gua Pindul. Gua Glatik berada di dekat *outlet* sistem Gua Pindul, namun hanya terdapat endapan lumpur dan bongkahan batuan. Sementara itu, Gua Baru merupakan gua yang terisolasi yang tidak terpengaruh adanya sungai bawah tanah. Gambar 5 menunjukkan bahwa aliran sungai bawah tanah yang ada hanya terdapat pada sistem Gua Pindul, sedangkan pada Gua Glatik, Gua Sriti, dan Gua Baru tidak saling terkait. Haryono (2014) menjelaskan adanya tiga zona yang berkembang, yaitu zona vadose, zona ephifreatik, dan zona freatik. Pada Gua Baru berkembang zona vadose, pada Gua Glatik berkembang zona vadose dan epifreatik, pada Gua Sriti berkembang tiga zona tersebut.

D. KESIMPULAN

Hasil kajian memperlihatkan pola lorong gua berupa *curvilinear branchwork, sinuous passage,* dan *linier passage.* Ketampakan lorong gua dipengaruhi oleh adanya kondisi tidak tertekan dan adanya air meteorik yang melarutkan batu gamping sehingga membentuk *elliptical tube, keyhole, gorge-shaped passage, cupola, ceiling half tube*,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

solutions notch, *potholes*, dan *solutions pocket.* Selain itu, adanya pengaruh kontrol struktural memengaruhi arah perkembangan lorong gua, sedangkan bentukan akibat adanya kontrol struktural berupa *joint control passage, shaft, canyon.*

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh penelitian hibah payung dengan skema Hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) tahun 2019 Universitas Gadjah Mada. Kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang terkait dengan berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agniy, R. F. (2016). *Kajian hidrogeologikarst sistem Gua Pindul, Kecamatan Karangmojo, Kabupaten Gunungkidul* (Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).

Agniy, R. F., Cahyadi, A., & Nurkholis, A. (2017). Analisis karakteristik akuifer karst dengan uji perunutan dan pemetaan gua. Dalam *Proceeding, Kongres & Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-2 Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT-PAAI)*, 13–15, September 2017, Yogyakarta.

Cahyadi, A., & Agniy, R. F. (2016). Analisis breakthrough curve untuk karakterisasi pelorongan di sistem Sungai Bawah tanah Pindul, Kabupaten Gunung kidul. Dalam *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-1 Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT-PAAI)* Bandung, 16–17 November 2016, 375 –385.

Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomophology*. England: British library.

Haryono, E. (2014). *Speleogenesis Gua Pindul dan sekitarnya* (Laporan Penelitian). Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Jayanto, G. D., Suprayogi, S., Purnama, S., & Cahyadi, A. (2016). Prospeksi Kawasan Pindul sebagai kampus lapangan hidrologi dan geomorfologi karst. *Hidrologi dan Kepariwisataan Kawasan Karst Gua Pindul, Kabupaten Gunungkidul*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi.

Nurkholis, A., Haryono, E., Cahyadi, A., Agniy, R. F. (2017). Variasi spasial dan temporal sifat aliran untuk karakterisasi akuifer karst sistem Pindul, Kabupaten Gunungkidul. Dalam *Proceeding, Kongres & Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke-2 Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PIT-PAAI)* 13–15 September 2017, Yogyakarta.

Parno. (2018). *Gunungsewu Unesco Global Geopark.* Jakarta: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kemendikbud.

Putra, E. B. D. (2018). *Kajian daya dukung wisata gua dengan pendekatan parameter iklim mikro gua (Studi kawasan wisata Gua Pindul, Desa Bejiharjo, Gunungkidul, DIY)*. (Thesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta).

Suprayogi, S., Cahyadi, A., & Agniy, R. F. (2016). Urgensi pengelolaan kawasan karst Gua Pindul, Kecamatan Karangmojo, Gunungkidul. Dalam S. Suprayogi, S. Purnama, A. Cahyadi, dan H. Fatchurohman, *Hidrologi dan Kepariwisataan Kawasan Karst Gua Pindul, Kabupaten Gunungkidul*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi.

White, B, W. (1988). *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. New York: Oxford University Press.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

WISATA GEOEDUKASI GUA LAWA PURBALINGGA (GOLAGA): PENDEKATAN MELALUI KARAKTERISASI GEOWISATA, *GEOHERITAGE,* DAN *GEOCULTURE*

GUA LAWA PURBALINGGA (GOLAGA) GEOEDUCATION: APPROACH THROUGH CHARACTERIZATION OF GEOTOURISM, GEOHERITAGE, AND GEOCULTURE

Aldo Yulio P[1*], Huzaely Latief Sunan[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Rizal Giffary[1], Yunus[1]

[1]Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Univesitas Jenderal Soedirman, Jl. Mayjen Sungkono, Km.5 Blater, Purbalingga, Jawa Tengah 53371
[*]*E-mail*: Ignatius.aldo64@gmail.com

ABSTRACT

Lawa Cave is geographically located in Karangreja District, Purbalingga Regency. Lawa Cave is one of the tourism objects that still has the potential to be developed as a geoeducation tourism in terms of geotourism, geoheritage, geoculture. Lawa Cave has a constituent rock in the form of igneous basaltic andesite. This igneous rock is believed to be the result of the cooling process of lava coming out of ancient Slamet Mountains. In addition, Lawa Cave also has a unique cultural and historical community that is closely related to the formation of siwarak village and the development of Islam in the island of Java. The purpose of this study is to examine more deeply the potential of geotourism, geoheritage, geoculture in Lawa Cave as a solution to utilize the rich geological and cultural sites and their various dynamics for geo-educational tourism activities with environmental insight. The method used in the study was divided into three processes, namely direct observation in the field, observation of the communities around Lawa Cave, and literature studies on Lawa Cave. From the results of the study, the tourist area of Lawa Cave has a worthiness about 80%. Thus, the Lawa Cave Region is worthy of being a geoeducation tourist attraction with an assessment aspect based on the quantification value of various beauties between nature and the geological processes that control the formation of these attractions.

Keywords: *Lawa Cave, geotourism, geoculture, geoheritage, geoeducation*

ABSTRAK

Gua Lawa secara geografis terletak di Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga. Gua Lawa merupakan salah satu objek wisata yang masih memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai wisata geoedukasi dalam segi geowisata, *geoheritage,* dan *geoculture*. Gua Lawa memiliki batuan penyusun berupa batuan beku andesit basaltik. Batuan beku ini diyakini sebagai hasil dari proses pendinginan lava yang keluar dari Gunung Slamet Purba. Di samping itu, Gua Lawa juga memiliki keunikan budaya serta sejarah masyarakat yang kaitannya erat dengan terbentuknya awal mula Desa Siwarak serta pengembangan agama Islam di daerah Pulau Jawa. Tujuan dari penelitian ini adalah mengulas lebih dalam potensi geowisata, *geoheritage,* dan *geoculture* yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ada di Gua Lawa sebagai sebuah solusi untuk memanfaatkan kekayaan geologi dan situs budaya beserta berbagai dinamikanya untuk kegiatan wisata geoedukasi yang berwawasan lingkungan. Metode yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi tiga proses, yaitu pengamatan langsung di lapangan, observasi terhadap masyarakat sekitar Gua Lawa, dan studi literatur mengenai Gua Lawa. Dari hasil penelitian, di kawasan wisata Gua Lawa mempunyai nilai kelayakan sekitar 80%. Dengan demikian, kawasan Gua Lawa layak menjadi objek wisata geoedukasi dengan aspek penilaian didasarkan pada nilai kuantifikasi berbagai keindahan antara alam dan proses geologi yang mengontrol terbentuknya objek wisata tersebut.

Kata kunci : Gua Lawa, geowisata, *geoculture, geoheritage*, geoedukasi

A. PENDAHULUAN

Wisata Gua Lawa berada di Desa Siwarak, Kecamatan Karangreja, Kabupaten Purbalingga. Lokasi wisata ini dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat maupun roda dua dengan kondisi jalan yang baik.

Gua Lawa memiliki potensi yang dapat dikembangkan menjadi wisata geoedukasi. Wisata geoedukasi merupakan sarana wisata yang menjelaskan dari awal mula bagaimana Gua Lawa dapat terbentuk hingga dapat berkembang seperti sekarang yang diceritakan melalui sudut pandang geologi, *geoheritage*, dan *geoculture*.

Gua Lawa di Purbalingga secara geologi merupakan sebuah gua yang menarik untuk dikaji, salah satu hal yang menarik adalah proses gua lawa terbentuk sebagai akibat proses aliran lava (*lava flow*) dari produk Gunung Slamet. Seperti gua-gua lain, Gua Lawa memiliki keunikan dan kekhasan, baik dari aspek geologi serta kebudayaan masyarakat sekitar.

Goa Lawa merupakan jenis gua yang memiliki karakter tersendiri, berbeda dengan gua secara umumnya. Pada umumnya gua terbentuk pada daerah berbatuan utama berupa batugamping atau batuan karbonat. Batuan ini memiliki kadar kalsium karbonat yang tinggi dan mudah larut oleh air. Gua yang terbentuk di daerah batuan karbonat ini terbentuk karena larutnya material batugamping pada retakan-retakan yang ada hingga meninggalkan jejak berupa rongga-rongga. Proses pelarutan selanjutnya memungkinkan rongga-rongga ini kemudian saling berhubungan hingga berkembang melebar dan memanjang akibat berlanjutnya pelarutan dan aliran air bawah tanah yang selanjutnya akan membentuk tubuh gua.

Gua Lawa tidak terbentuk pada batuan karbonat sehingga pembentukannya bukan karena proses pelarutan. Gua Lawa terbentuk pada batuan beku hasil erupsi volkanik. Batuan beku pembentuk Gua Lawa merupakan hasil pembekuan aliran lava. Gua Lawa memiliki sejarah yang berhubungan dengan terbentuknya awal mula Desa Siwarak serta penyebaran agama Islam di Pulau Jawa. Konon menurut masyarakat sekitar, pada waktu agama Islam mulai berkembang di Pulau Jawa khususnya, di wilayah Banyumas ini ada dua *mubaligh* dengan dua orang pengikutnya yang mendapat tugas mengembangkan agama Islam, mereka itu bernama Akhmad dan Mohamad yang kakak beradik serta Bangas dan Bangis.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan beberapa metode, yaitu metode survei berupa pengamatan lapangan dan wawancara dengan pihak pengelola lokasi wisata Gua Lawa, serta metode observasi lapangan pada daerah Gua Lawa dengan *output* berupa peta geowisata. Pada aspek ini juga menggunakan analisis data penilaian kuantitatif kelayakan wisata Gua Lawa berdasarkan beberapa kriteria yang tertera pada Tabel 1. Dari penilaian ini diharapkan dapat menentukan nilai kelayakan pada wisata Gua Lawa.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kelayakan Wisata Gua Lawa

Kriteria	ACUAN	Nilai
Aksebilitas	Lokasi terlihat jelas,terletak langsung di jalur wisata atau jalur alam	15
	Lokasi terlihat jelas,terletak di jalur atau jalanan	12
	Lokasi hampir tidak terlihat ,terletak lebih dari 250 m dari jalan raya	9
	Lokasi susah diakses oleh turis	6
	Lokasi tidak dapat diakses oleh turis	3
Kondisi pelestarian	Lokasi terawat baik tanpa ada tanda-tanda degoradasi	10
	Lokasi sedikit hancur	8
	lokasi sebagian sudah hancur	6
	Lokasi sudah sedikit dimodifikasi oleh manusia	4
	Lokasi sudah dimodifikasi oleh manusia sepenuhnya	2
Nilai Ilmiah	Sangat Tinggi : Unik dalam skala luas	15
	Tinggi : Sangat penting untuk pembelajaran regional	12
	Menegah : Penting untuk penelitian regional	9
	Rendah : Umum dengan nilai rata-rata	6
	Sangat Rendah : Tidak ada fitur khusus	3
Penjelasan Edukasi	Sangat Tinggi : Jumlah penjelasan edukasi yang dapat diberikan : 5	15
	Tinggi : Jumlah penjelasan edukasi yang dapat diberikan : 4	12
	Menengah : Jumlah penjelasan edukasi yang dapat diberikan : 3	9
	Rendah : Jumlah penjelasan edukasi yang dapat diberikan : 2	6
	Sangat Rendah : Penjelasan edukasi yang dapat diberikan : 1	3

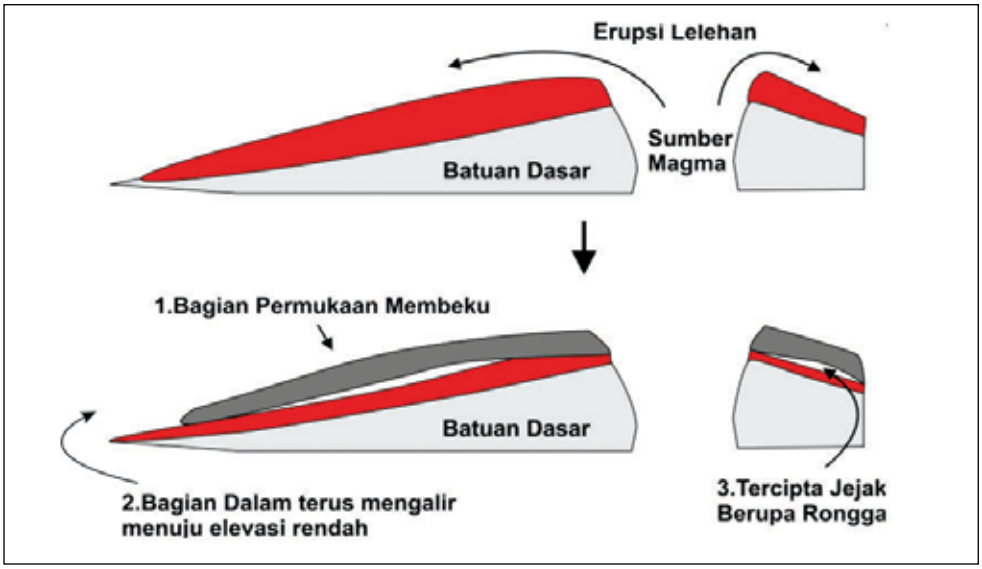
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Genesa Gua Lawa

Terbentuknya Gua Lawa berasosiasi dengan kejadian erupsi volkanis efusif (aliran/ lelehan). Magma yang keluar dari dalam bumi bersifat encer, panas, dan berpijar mengalir dari sumber erupsi vulkanik. Magma ini mengalir dari sumbernya menuju bagian yang elevasinya lebih rendah. Akibat kontak antara magma dengan udara di permukaan, maka bagian tubuh magma yang berada permukaan dan di bawahnya akan membeku terlebih dahulu dan berhenti mengalir. Bagian magma yang berada paling bawah dari tubuh aliran lava akan tetap cair, akibat panas yang masih tinggi. Magma ini akan terus mengalir menuju tempat-tempat dengan elevasi yang lebih rendah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Aliran magma di bagian bawah meninggalkan bagian yang telah membeku di atasnya. Hilangnya bagian lava yang masih cair di bagian bawah ini meninggalkan rongga-rongga. Rongga-rongga ini merupakan saluran aliran lava yang nantinya akan berkembang menjadi gua-gua kecil yang terbentuk seperti sekarang berada di dalam Gua Lawa. Ilustrasi pembentukan Gua Lawa terdapat pada Gambar 1 berdasarkan morfologi purba pada Formasi Halang (Waluyo, Permanajati, & Piranti, 2006).



Sumber: Waluyo dkk. (2006)

Gambar 1. Ilustrasi Pembentukan Gua Lawa Berdasarkan Morfologi Purba pada Formasi Halang

Secara geologi, Gua Lawa ditemukan memiliki tiga lapisan lava, pada keadaan sekarang ini dua lapisan telah dibudidayakan menjadi keadaan seperti kondisi Gua Lawa sekarang. Lapisan ketiga pada Gua Lawa ini terdapat pada Gua Naga. Gua ini memiliki ukuran yang luas namun masih terdapat lumpur-lumpur yang belum dibersihkan.

Gua Lawa memiliki total 7 gua, yaitu Gua Lorong Kereta, Gua Angin, Gua Istana Lawa, Gua Dada Lawa, Gua Langgar, Gua Naga, dan Gua Ratu Ayu dengan beberapa tempat bagian di dalam Gua Lawa sendiri, yaitu Batu Semar, dan Watu Keris, Lorong Panembahan.

2. Litologi Gua Lawa

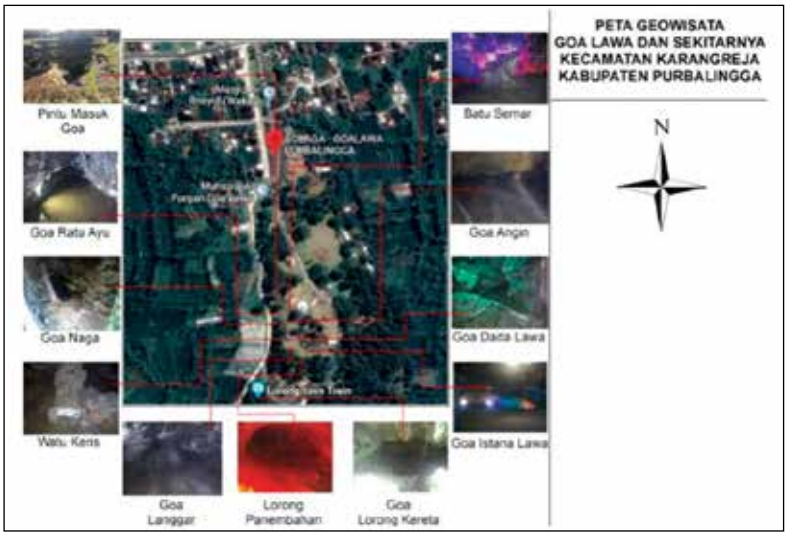
Secara stratigrafi, batuan penyusun tubuh Gua Lawa dan daerah sekitarnya berupa batuan beku andesit basaltik. Melalui pengamatan mata telanjang, dapat diamati dengan jelas adanya struktur scoria. Struktur ini memperlihatkan adanya lubang-lubang bekas gelembung gas yang saling berhubungan satu dengan lainnya. Kehadiran struktur ini menghasilkan porositas batuan yang tinggi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Area Gua Lawa

Pada kawasan Gua Lawa terdapat dua keberadaan gua utama. Pertama merupakan gua umum yang telah disediakan pintu masuk untuk kalangan turis atau pengunjung. Gua ini sudah terkena sentuhan manusia, seperti ditambahkannya aksesoris pada gua seperti lampu, jalan di dalam gua, serta papan penjelasan pada setiap gua-gua kecil di dalamnya. Kedua merupakan gua alami yang belum terkena sentuhan manusia. Di dalam goa ini masih terdapat kelelawar yang ditandai dengan bau amonia yang sangat pekat. Gua alami ini dinamakan Gua Lorong Kereta. Gua ini dikhususkan untuk para pencinta *adrenaline*, seperti rombongan pencinta alam untuk menikmati keindahan gua yang masih alami. Gua alami ini memiliki kedalaman kurang lebih 200 m.

Kawasan Gua Lawa memiliki beberapa tempat yang dapat dikembangkan menjadi wisata geoedukasi. Beberapa tempat itu terdiri dari Desa Siwarak dengan koordinat 314255.82 mE/9200862.06 mE, Gua Lorong Kereta 314272.24 mE/9200243.33 mE, Gua Lawa 314297.99 mE/9200658.94 mE dan Gua Lorong Kereta, Gua Angin, Gua Istana Lawa, Gua Dada Lawa, Gua Langgar, Gua Naga, Gua Ratu Ayu dengan beberapa tempat bagian di dalam Gua Lawa sendiri, yaitu Batu Semar, dan Watu Keris, Lorong Panembahan (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geowisata Gua Lawa dan Sekitarnya

Wisata geoedukasi yang dapat dikembangkan mencakup dari sudut pandang geologi, *geoheritage*, dan *geoculture*. Wisata ini akan menjelaskan dari awal mula bagaimana Gua Lawa dapat terbentuk lalu berkembang hingga seperti sekarang. Aktivitas pengedukasian ini dapat didukung dengan pengadaan sarana informatif, seperti pusat informasi berupa perpustakaan dan papan informasi pada setiap gua-gua yang berada di kawasan Gua Lawa, juga penangkaran kelelawar untuk memberi pengetahuan kepada wisatawan terkait objek wisata alam ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Wisata ini dapat memberi dampak positif bagi kehidupan ekonomi masyarakat sekitar, seperti menciptakan peluang kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat lokal, dan meningkatkan pendapatan daerah melalui retribusi dan pajak.

4. *Geoculture*

Gua Lawa memiliki hubungan dengan Desa Siwarak. Desa Siwarak berasal dari kata *warak* yang artinya adalah badak, konon dahulu ada keberadaan badak di daerah kawasan Gua Lawa ini. Gua Lawa ditemukan bersama gua-gua yang berhubungan dengan Gunung Slamet pertama kali oleh Eyang Sutaraga yang menjadi juru kunci. Juru kunci ini diturunkan secara turun temurun dan juru kunci ini yang memberikan perizinan untuk pembukaan Gua Lawa seperti sekarang.

Gua Lawa juga memiliki sejarah yang berhubungan dengan terbentuknya awal mula Desa Siwarak serta penyebaran agama Islam di Pulau Jawa. Konon menurut masyarakat sekitar, pada waktu agama Islam mulai berkembang di Pulau Jawa khususnya, maka di wilayah Banyumas ini ada dua *mubaligh* dengan dua orang pengikutnya yang mendapat tugas mengembangkan agama Islam, mereka itu bernama Akhmad dan Mohamad yang kakak beradik serta Bangas dan Bangis.

5. Kuantitatif Nilai Kelayakan

Penilaian kelayakan wisata yang ada pada Gua Lawa diharapkan dapat mengembangkan wilayah menjadi wisata geoedukasi. Hasil dari penilaian terhadap kelayakan wisata ditunjukkan dalam Tabel 2. Secara kualitatif, wilayah ini dibagi menjadi dua kriteria index, yaitu nilai tertinggi (sangat baik) sampai nilai menengah (baik). Penelitian ini menunjukkan bahwa daerah Gua Lawa mendapatkan nilai tertinggi (sangat baik).

Tabel 2. Identifikasi dan Penilaian Nilai Kelayakan Gua Lawa

No	Wilayah	Deskrpsi	Nilai	Kriteria index
1	Goa Lawa	Goa ini terbentuk akibat lava yang mengalir dan mengalami pembekuan, goa ini memiliki komposisi berupa batuan beku andesit basaltic. a. Aksebillitas: Ada jalur menuju goa (15) b. Kondisi pelestarian: Lokasi di dalam goa masih ada yang asli, namun ada sedikit tambahan modifikasi oleh sentuhan manusia seperti penerangan lampu, jalan, dan papan penjelasan pada setiap goa kecil di dalamnya (4) c. Nilai ilmiah: Dapat di teliti untuk menentukan arah persebaran lava Gunung Slamet (9) d. Penjelasan edukasi: Jumlah edukasi yang dapat diberikan adalah 5 yaitu dapat berupa sejarah goa lawa, cerita goa-goa kecil di dalam Goa Lawa, pembentukan Goa Lawa, kebudayaan Goa Lawa, hubungan dengan desa Siwarak (15)	43	Sangat Baik
2	Goa Lorong Kereta	Goa ini terbentuk akibat lava yang mengalir dan mengalami pembekuan, goa ini memiliki komposisi berupa batuan beku andesit basaltic dan merupakan aliran yang sama dengan Goa Lawa a. Aksebilitas : Ada jalur menuju goa(15) b. Kondisi Pelestarian : Lokasi didalam goa masih asli, bau amoniac yang sangat khas tercium di goa, menandakan masih adanya kehidupan hewan liar didalam nya yaitu kelelawar(10) c. Nilai Ilmiah : Dapat di teliti untuk menentukan arah persebaran lava Gunung Slamet(9) d. Penjelasan Edukasi : Jumlah edukasi yang diberikan adalah 1 yaitu dapat berupa sejarah goa lawa, eksplorasi goa, mengenal kehidupan kelelawar(6)	40	Baik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

1. Potensi yang dapat dikembangkan untuk menjadi bagian wisata geoedukasi dari sudut pandang geologi, *geoheritage*, dan *geoculture* adalah pengadaan sarana informatif, seperti pusat informasi berupa perpustakaan dan papan informasi pada setiap gua yang ada serta penangkaran kelelawar yang hidup dalam kawasan Gua Lawa.
2. Berdasarkan observasi lapangan, pada wilayah Gua Lawa terdapat dua objek wisata yang dapat dijadikan potensi geowisata di dalam Gua Lawa, yaitu Gua Lawa dan Gua Lorong Kereta. Penilaian dilakukan secara kuantitatif berdasarkan aksebilitas, kondisi pelestarian, nilai ilmiah, dan penjelasan edukasi. Pada wilayah Gua Lawa penilaian dibagi menjadi beberapa kriteria index dan objek wisata Gua Lawa sendiri memiliki nilai sekitar 40–43 sehingga dapat masuk ke kriteria sangat baik. Apabila dijumlahkan, didapat nilai kelayakan sebesar 83% dan layak untuk dikembangkan menjadi wisata Geowisata.

E. SARAN/REKOMENDASI

Peta wisata ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan potensi geowisata berbasis lingkungan dan dapat memberikan edukasi kepada para wisatawan yang berkunjung ke Gua Lawa.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada jajaran dosen Bapak Huzaely Latief Sunan, Bapak Januar Aziz Zaenurrohman, Bapak Akhmad Khahlil Gibran yang telah membantu dan membimbing dalam penelitian serta terimakasih kepada Bapak Suwanti selaku Pengelola Kawasan Gua Lawa yang telah membantu peneliti dalam menjalankan penelitiannya di daerah Gua Lawa.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2004). *Potensi pariwisata kabupaten*. Dinas Perhubungan dan Pariwisata Kabupaten Purbalingga.

Anonim. (2006). *Profil wisata Kabupaten Purbalingga*. Dinas Perhubungan dan Pariwisata Kabupaten Purbalingga.

Waluyo, G., Permanajati, I., Piranti, A. S. (2006). Study of speleology to support the development of the Lawa Cave geotourism. Dalam *Seminar Nasional Biospeleologi dan Ekosistem Karst*, Yogyakarta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

STRATEGI PENGEMBANGAN POTENSI GEOWISATA LEHER GUNUNG API PURBA (GUNUNG LAWE) BANJARNEGARA MENGGUNAKAN ANALISIS SWOT

THE STRATEGY OF GEOTOURISM POTENTIAL DEVELOPMENT OF ANCIENT VOLCANIC NECK (MOUNT LAWE) IN BANJARNEGARA BY USING SWOT ANALYSIS METHOD

Akhmad Sahlut Taufiq[1*], Huzaely Latief Sunan[1], Akhmad Khahlil Gibran[1], Januar Aziz Zaenurrohman[1] Zulfa Tiara[1], Luh Ayu Gita Paramita[1]

[1]Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Mayjend Soengkono KM 5, Purbalingga, Jawa Tengah, Indonesia, 53371.
**E-mail*: sahlutozil11@gmail.com

ABSTRACT

Mount Lawe is geographically located in Kendaga Village, sub-dictrict of Banjarmangu, Banjarnegara Regency. Mount Lawe is a new tourism area in Banjarnegara, composed of breakthrough igneous rock as the center of the volcano, precisely on the volcanic neck which makes a height in this area and there is a geological structure that controls the Mount Lawe area. Mount Lawe has a unique shape like a camel and can be seen to the north of Banjarnegara. From the top of Mount Lawe, people can see the beautiful scenery of the entire Banjarnegara. Those things make Mount Lawe have the potential as an educational tourist destination. This study aims to develop the Banjarnegara area and the people around of Kendaga Village in the field of education tourism which has geological element. This study used SWOT Analysis (Strength, Weakness, Opportunities, Threat), interviewed with various public figures around Mount Lawe, and surveyed tourism potential in terms of geological conditions. The results of the study showed that Mount Lawe has a feasibility of > 60% as an educational tourism area. With these results, it can be concluded that Mount Lawe has great potential as a geotourism area.

Keywords: *geotourism, Lawe Mountain, volcanic neck, Banjarnegara*

ABSTRAK

Gunung Lawe secara geografis berada di Desa Kendaga, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara. Gunung Lawe termasuk kawasan wisata yang baru di Kawasan Banjarnegara, tersusun atas batuan beku terobosan sebagai pusat gunung api, tepatnya pada leher gunung api (*volcanic neck*) yang membuat suatu tinggian pada daerah ini dan terdapat struktur geologi yang mengontrol daerah Gunung Lawe. Gunung Lawe memiliki bentuk unik seperti unta dan dapat terlihat ke arah utara dari kota Banjarnegara. Dari atas puncak Gunung Lawe orang dapat melihat pemandangan seluruh penjuru Banjarnegara yang indah. Hal-hal tersebut yang membuat Gunung Lawe ini berpotensi sebagai tempat wisata yang beredukasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan daerah Banjarnegara dan masyarakat sekitar Desa Kendaga dalam bidang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

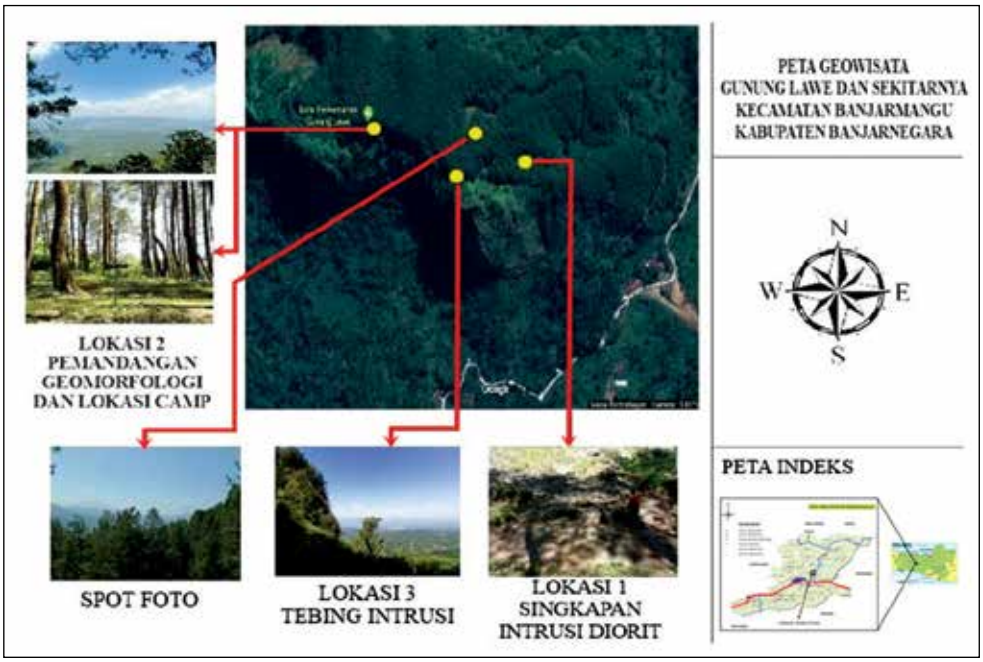
pariwisata edukasi yang berunsur geologi. Untuk membantu penelitian ini digunakan Analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threat*), wawancara ke berbagai tokoh masyarakat sekitar Gunung Lawe, dan survei potensi wisata dilihat dari kondisi geologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gunung Lawe memiliki kelayakan >60% sebagai kawasan wisata edukasi. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Gunung Lawe memiliki potensi yang besar sebagai kawasan geowisata.

Kata Kunci: geowisata, Gunung Lawe, *volcanic neck*, Banjarnegara

A. PENDAHULUAN

Indonesia terdiri dari beberapa provinsi dengan ikon bentang alam yang beraneka ragam di setiap daerah. Sejalan dengan berbagai perkembangan, salah satunya dunia parawisata di Indonesia, maka perlu dilakukan usaha untuk menampilkan keindahan alam dan hal-hal yang menarik supaya wisatawan domestik dan mancanegara tertarik untuk berwisata melihat keindahan alam Indonesia (Darmadjati, 1995;2)

Geowisata merupakan suatu pendekatan holistik untuk wisata berkelanjutan yang memfokuskan keseluruhan definisi poin tentang menjadikan keaslian sebagai pengalaman berwisata (Budi & Bachtiar, 2009). Sektor pariwisata diharapkan dapat menggerakan ekonomi rakyat karena dianggap sektor yang paling siap dari segi fasilitas, sarana, dan prasarana dibanding dengan sektor usaha lainnya. Harapan ini dikembangkan dalam suatu strategi pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan pariwisata yang berbasis kerakyatan atau *community-based tourism development.*



Gambar 1. Peta Geowisata Gunung Lawe

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gunung Lawe salah satu gunung yang merupakan bukit wisata dan bumi perkemahan yang terletak di desa Kendaga, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara. Secara geografis Gunung Lawe terletak pada koordinat 7.331083°S 109.704494°E, tepatnya di utara kota Banjar seperti pada Gambar 1. Gunung Lawe memiliki bentuk unik seperti unta karena hasil proses erosi pada gunung api yang menyisakan leher gunung api *(volcanic neck)* yang sekarang menjadi tinggian dari Gunung Lawe ini. Dari atas puncak Gunung Lawe orang dapat melihat pemandangan seluruh penjuru Banjarnegara. Oleh masyarakat, Gunung Lawe sudah dikenal sebagai ajang wisata pendakian gunung.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan melalui dua tahap. Tahap pertama melakukan identifikasi faktor internal (*strength* dan *weakness)* dan eksternal (*opportunity* dan *threat*). Rancangan penelitian dalam penelitian adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Objek studinya adalah kawasan Gunung Lawe, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan semua data yang diperoleh akan dideskripsikan sebagai pendukung analisis SWOT. Teknik analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskripsi dan analisis SWOT. Teknik pengambilan data dalam penelitian ini terdiri dari observasi, dokumentasi, dan wawancara kepada masyarakat lokal.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi dan wawancara di Gunung lawe, Kabupaten Banjarnegara didapatkan data mengenai kekuatan, kelemahan, dan ancaman sebagai berikut:

1. Kekuatan (*Strength*)

a. Lokasi Strategis

Gunung Lawe terletak di Desa Kendaga, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara. Jarak tempuh dari pusat kota kurang lebih 20 menit. Lokasi mudah dicapai dengan kendaraan pribadi roda dua atau empat karena berada pada jalur utama Banjarnegara–Karangkobar. Kelebihan lain lokasi Gunung Lawe adalah jalan pintu masuk berada di pinggir jalan sehingga mudah untuk dicapai. Keadaan jalan utama menuju Gunung Lawe termasuk baik karena termasuk klasifikasi jalan arteri. Jalan dilengkapi dengan rambu-rambu yang lengkap, tidak banyak lubang pada jalanan, dan jarang mengalami macet.

b. Pemandangan Alam

Pemandangan alam yang ditawarkan Gunung Lawe, yaitu pemandangan wilayah kabupaten Banjarnegara yang terhampar luas dari pusat kota hingga kecamatan-kecamatan di sebelah barat, Bendungan Jenderal Soedirman atau lebih dikenal dengan Waduk Mrican terlihat jelas dari puncak gunung, demikian pula aliran sungai

Buku ini tidak diperjualbelikan.

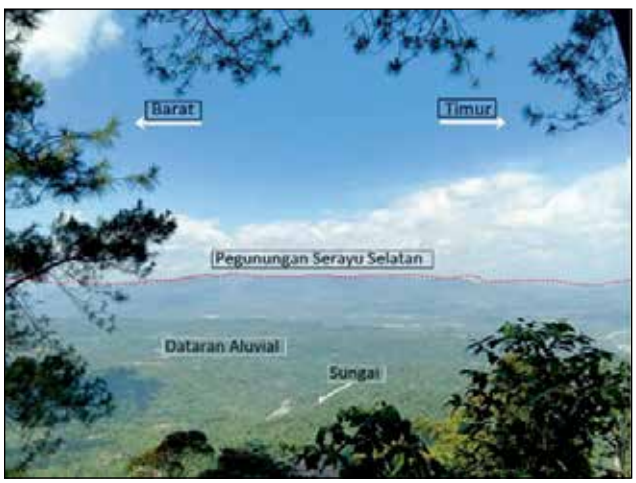
serayu, sungai mrau, dan hamparan persawahan. Gunung Lawe juga menawarkan pemandangan pohon-pohon pinus yang bagus untuk dijadikan spot foto dan juga dijadikan *camp* area.

c. Kondisi Objek Wisata

Berdasarkan hasil observasi di kawasan Gunung Lawe terdapat beberapa kondisi objek wisata, seperti berikut:



Gambar 2. Lokasi 1 Intrusi Diorite



Gambar 3. Lokasi Dua Pemandangan Geomorfo dari Puncak Gunung Lawe

Pada lokasi pertama, berdasarkan observasi pandangan jarak dekat, terdapat singkapan batuan dengan litologi diorite yang diinterpretasikan singkapan ini merupakan bagian dari intrusi Gunung Lawe. Berdasarkan hasil pengamatan, pada lokasi ini dapat dijadikan sebagai tempat peristirahatan para wisatawan serta tempat berfoto dengan latar alam seperti pohon pinus dan singkapan diorite yang cukup besar.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Lokasi Lima Tebing Intrusi Batuan Beku

Dari lokasi kedua ini bisa diamati kondisi geomorfologi daerah sekitar Gunung Lawe seperti dataran aluvial, dataran fluvial, pegunungan serayu.

Dari lokasi ketiga ini, bisa terlihat intrusi batuan beku yang ditumbuhi oleh vegetasi di sekitarnya dari ketinggian.

d. Adanya dukungan dari penduduk lokal untuk pengembangan wisata Gunung Lawe

Berdasarkan wawancara dengan Bu Martono dan Bu Mar, mereka menyetujui jika Gunung Lawe bisa dijadikan sebagai lokasi wisata dengan potensi alamnya yang dapat dijadikan tempat *camping* dan juga foto-foto yang rencananya akan dijadikan lokasi wisata satu tahun kemudian.

e. Jalur pendakiannya tidak terlalu tinggi

Untuk bisa mencapai puncak, tidak membutuhkan waktu terlalu lama, hanya dengan menempuh waktu 20 menit kita sudah bisa melihat keindahan pemandangan alam dari puncak. Sehingga sangat cocok bagi pendaki pemula.

2. Kelemahan (*Weakness*)

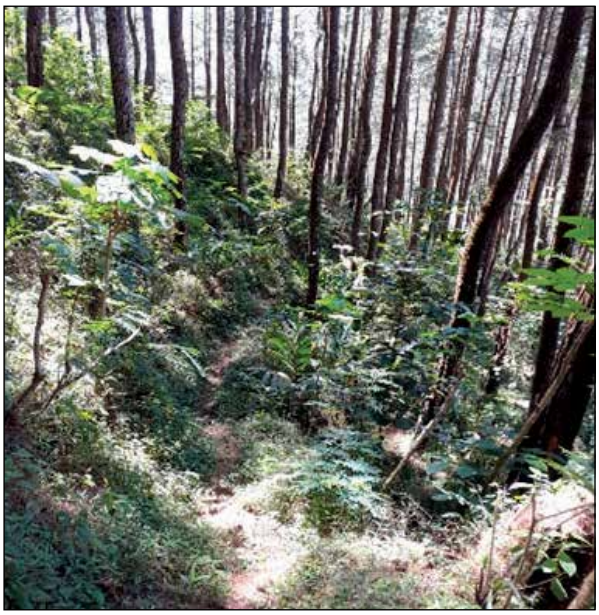
a. Aksesibilitas rendah

Aksesibilitas yang dimaksud dalam poin ini adalah upaya menjangkau lokasi dari jalan utama. Perjalanan dapat dilakukan dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua/empat, namun kondisi jalan yang berbatu dan licin dapat membahayakan wisatawan karena di sisi pinggir jalan terdapat jurang yang terjal. Kendaraan pribadi hanya bisa digunakan sampai titik lokasi 1 dan untuk mencapai puncak Gunung Lawe wisatawaan harus berjalan sejauh 500 M dengan kondisi jalan yang berada di lereng terjal. Disebabkan tidak adanya tangga ataupun pegangan untuk menuju puncak Gunung Lawe, akan sangat berbahaya apabila dilalui saat musim hujan. Medan menuju puncak Gunung Lawe perlu dipikirkan agar tidak membutuhkan banyak energi/tenaga pengunjung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Fasilitas wisata belum representative

Mulai dari pintu masuk dekat jalan raya sampai ke puncak Gunung Lawe belum ada lampu jalan sehingga tidak ada penerangan di malam hari dan tidak adanya rambu-rambu serta penghalang jalan. Hal ini menyebabkan wisatawaan harus lebih hati-hati apabila melintasi jalan menuju puncak Gunung Lawe. Selanjutnya, dari pintu masuk sama sekali tidak ada rambu petunjuk arah sehingga dapat membuat wisatawan baru dapat tersesat saat menuju pusat. Selain rambu dan lampu, belum ada fasilitas toilet, tempat sampah, serta fasilitas ibadah (musala).



Gambar 5. Kondisi Jalan Menuju Puncak Gunung Lawe

c. Belum meperhatikan daya dukung lingkungan

Tidak ada biaya tiket masuk untuk kunjungan atau *camp* ke Gunung Lawe dan tidak ada aturan atau tata tertib di lokasi Gunung Lawe sehingga tidak sedikit wisatawaan yang berkunjung ataupun *camping* membuang sampah secara sembarangan dan merusak pohon pinus.

3. Peluang (*Opportunity*)

a. Pembangunan wahana swafoto dan rekreasi untuk anak-anak

Anak-anak yang tidak memungkinkan untuk menuju puncak karena jalan yang terlalu terjal serta orang tua atau yang sedang membawa anak kecil dapat menikmati wisata dengan nyaman tanpa memikirkan anak-anak mereka, maka dikembangkan pembangunan wahana anak-anak di sekitar lokasi pertama. Serta membuat lahan swafoto dengan menggunakan pemandangan alam pohon pinus serta membuat spot-spot objek berfoto, untuk lokasi yang dapat dikembangkan sebagai tempat foto berada di lokasi 1, lokasi 2, dan lokasi 3, atau tempat *camp*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Spot Objek Berfoto

b. Akomodasi untuk pengunjung

Gunung Lawe oleh masyarakat Banjar sudah dikenal sebagai tempat pendakian serta tempat berkemah. Banyak pengunjung yang berwisata ke Gunung Lawe untuk berkemah. Perlu dipertimbangkan untuk membangun tempat jual perlengkapan atau penyewaan alat-alat *camping*, seperi tenda, *slepping bag*, matras, *handlamp*, dan sebagainya agar para wisatawan yang ingin *bercamping* dengan latar Kabupaten Banjar tidak perlu repot-repot membawa perlengkapan *camp*.



Gambar 7. Lokasi *Camp*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

c. Wisata Agro

Tanaman buah salak sangat melimpah di Desa Kendaga, Di sepanjang jalan raya menuju pintu gerbang Gunung Lawe ditanami oleh pohon salak, namun untuk pemasarannya sendiri kebanyakan hanya langsung dijual saja. Pengolahan salak menjadi makanan unik, seperti membuat kopi biji salak, keripik salak, dan sebagainya belum dilakukan. Maka petani salak sebaiknya perlu melakukan sosialisasi dan pelatihan sehingga dapat menambah pemasukan Desa Kendaga.



Gambar 8. Perkebunan Salak

d. Wahana *Rock Climbing* dan *Flying Fox*

Rekreasi *Rock Climbing* dan *Flying Fox* sangat populer terutama bagi remaja yang menyukai olahraga ekstrem. Wahana *Rock Climbing* dapat dibangun di tebing puncak Gunung Lawe dengan memperhatikan keamanan dan keselamatan wisatawan. Selain itu, untuk wahana *Flying Fox* dapat dibangun di tebing Gunung Lawe menuju tempat *camping*.

4. Ancaman (*Threat*)

a. Bencana Alam

Bencana alam yang harus diperhatikan di sekitar Gunung Lawe adalah longsor dari tebing gunung. Longsoran dari atas dapat membahayakan pengunjung yang ada di bawah. Maka, pohon pinus yang berada di lokasi Gunung Lawe harus tetap dipertahankan agar meminimalisir terjadinya longsor di musim hujan.

b. Vandalism

Perbuatan vandalism pengunjung menjadi ancaman bagi keindahan objek wisata. Salah satu contohnya adalah mencoret-coret pohon dan membuang sampah sembarangan. Data mengenai kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman selanjutnya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dilakukan pembobotan (1–3) dan pemberian *rating* dengan skala Leker (1–5). Setelah itu bobot dikalikan *rating* untuk mendapatkan skor (Syafiudin, Estining S, & Fitriana, Tanpa Tahun). Hasil perhitungan analisis SWOT sebagai berikut.

Tabel 1. Faktor Internal (Kekuatan dan Kelemahan)

Faktor Internal			
Kekuatan	**Bobot (a)**	**Rating (b)**	**Skor (a*b)**
1. Lokasi strategis	0.60	5	3
2. Pemandangan alam	0.50	4.5	2.25
3. Kondisi objek wisata	0.40	4	1.6
4. Dukungan penduduk lokal pengembangan objek pariwisata			
5. Jalur pendakian	0,50	4.5	2.25
	0.5	4	2
Total	**2.5**		**10.1**
Kelemahan	**Bobot (a)**	**Rating (b)**	**Skor (a*b)**
1. Aksesibilitas rendah	0.55	4	2.2
2. Fasilitas wisata belum representative	0.5	5	2.5
3. memperhatikan daya dukung lingkungan	0.45	4	1.8
Total	**1.5**		**6.5**
X = Kekuatan-Kelemahan			**3.6**

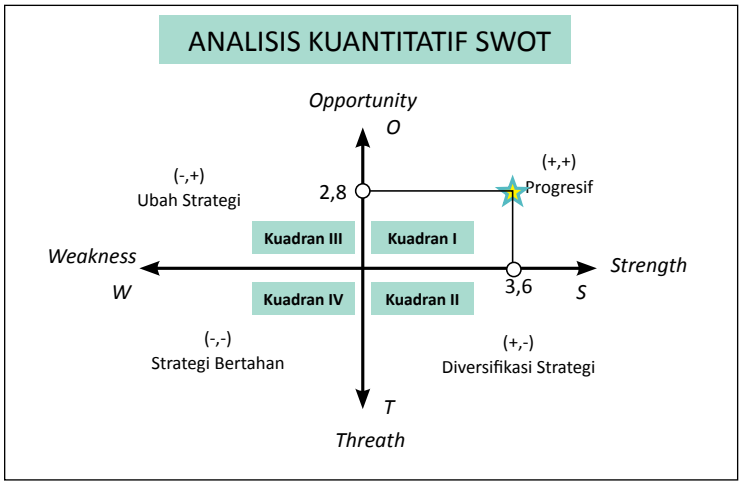
Berdasarkan penghitungan SWOT diperoleh nilai sebesar 3.6. Nilai ini menunjukkan kondisi internal Gunung Lawe kuat. Adapun peluang dan ancaman sebagai berikut:

Tabel 2. Faktor Eksternal (Peluang dan Ancaman)

Faktor Internal			
Kekuatan	**Bobot (a)**	**Rating (b)**	**Skor (a*b)**
1. Pembangunan wahana selfi dan rekreasi untuk anak-anak	0.5	3	1.5
2. Akomodasi untuk pengunjung	0.6	4	2.4
3. Wisata agro	0.5	4.5	2.25
4. Wahana *flaying fox* dan *Rock Climbing*	0.4	2.5	1
Total	**2**		**7.15**
Kelemahan	**Bobot (a)**	**Rating (b)**	**Skor (a*b)**
1. Bencana alam	0.6	3.5	2.1
2. Vandalism	0.75	3	2.25
Total	**1.35**		**4.35**
X = Kekuatan-Kelemahan			**2.8**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Untuk mengetahui letak kuadran strategi yang dianggap memiliki prioritas yang tinggi dan mendesak untuk segera dilaksanakan, digunakan formulasi sumbu X dan Y. Sumbu Y adalah EFAS (Peluang–Ancaman) dan sumbu X adalah IFAS (Kekuatan–Kelemahan) yang dinyatakan dalam nilai sesuai hasil penilaian yang diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 9. Diagram Analisis Kuantitatif SWOT

Berdasarkan gambar di atas, nilai yang didapatkan dari analisa kuantitatif berada pada Kuadran I dengan kelayakan Gunung Lawe sebagai objek wisata >60%, tepatnya sebesar 64%. Hal ini dapat menunjang strategi pengembangan yang harus dilakukan di kawasan Gunung Lawe, yaitu dengan memanfaatkan kekuatan yang sudah ada dan mengembangkan sisi peluang yang dapat menjadikan Gunung Lawe sebagai objek wisata edukasi.

KESIMPULAN

Hasil dari analisis SWOT, Gunung Lawe berada pada Kuadran I (progresif) dengan kelayakan 64% sebagai kawasan wisata edukasi. Untuk itu diperlukan adanya pengembangan untuk memajukan kawasan Gunung Lawe dengan memanfaatkan peluang dan kekuatan yang ada sehingga Gunung Lawe dapat memajukan perekonomian di Desa Kendaga, Kecamatan Banjarmangu, Kab. Banjarnegara.

DAFTAR PUSTAKA

Syafiudin, Moh., Estining S, A., & Fitriana, E. (Tanpa Tahun). *Pengembangan kawasan Goa Tetes Kabupaten Lumajang sebagai daerah tujuan wisata alam* (Pascasarjana S2 Pendidikan Geografi Universitas Negeri Malang). Malang: Universitas Negeri Malang.

Dutria, Bayu. (2013). *Pelatihan analisis SWOT*. Semarang: Institute Training Center Semarang.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3) GEOWISATA TUBING "PUTRA DASAR SAMUDERA" DI KECAMATAN SADANG, KABUPATEN KEBUMEN, JAWA TENGAH

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY (OHSE) GEOTOURISM TUBING "PUTRA DASAR SAMUDERA" IN SADANG SUBDISTRICT, KEBUMEN REGENCY, CENTRAL JAVA

Ardhan Farisan[1*]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI,
Jl. Karangsambung KM 19, Karangsambung, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah
[*]*E-mail*: ardhanfarisan@gmail.com

ABSTRACT

Occupational Health and Safety (OHSE) aspects are important things that must be considered for the long-term sustainability and development of geotourism. Geotourism has quite a lot of risks that can befall, both visitors and management, who can threaten safety and security. This risk can be minimized by good governance and management. The research method uses literature studies following OHSE (Occupational Health and Safety) and field observations in the Geotourism Tubing "Putra Dasar Samudera" in Sadang Subdistrict, Kebumen Regency, Central Java. The results show that management has been quite good in terms of safety and security, but there are still many things that need to be improved in terms of arrangement and management, such as the SOP (Standard Operating Procedure) that is not yet available and the lack of some safety and security support equipment. The results of the study are expected to be used, applied, and become the standard of Occupational Health and Safety (OHSE) in the Karangsambung Geopark Region - Karangbolong and elsewhere.

Keywords: *OHSE, geotourism, Tubing, Karangsambung Karangbolong*

ABSTRAK

Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan hal penting yang harus diperhatikan untuk keberlangsungan dan pengembangan geowisata jangka panjang. Hal ini disebabkan geowisata memiliki cukup banyak risiko yang dapat menimpa, baik pengunjung maupun pengelola yang dapat mengancam keselamatan dan keamanan. Risiko ini dapat diminimalisir dengan penataan dan pengelolaan yang baik. Metode penelitian ini menggunakan studi literatur mengikuti K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja), wawancara, dan observasi lapangan di geowisata tubing "Putra Dasar Samudera" Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Hasil menunjukkan bahwa pengelolaan telah cukup bagus dalam segi keselamatan dan keamanan, akan tetapi masih banyak penataan dan pengelolaan yang perlu diperbaiki, seperti SOP *(Standard Operating Procedure)* yang belum ada serta kurangnya beberapa peralatan penunjang keselamatan dan keamanan. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan, diaplikasikan, dan menjadi standar

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong maupun di tempat lainya.

Kata Kunci: K3, geowisata, Tubing, Karangsambung Karangbolong

A. PENDAHULUAN

Keberlangsungan wisata sangat bergantung dengan tata kelola wisata yang baik. Tata kelola wisata, terutama yang terkait dengan geowisata, dalam hal ini adalah wisata tubing memiliki risiko yang beragam, baik secara alami maupun yang terjadi karena *human error*. Risiko tersebut dapat berdampak baik secara ringan hingga berat (meninggal dunia). Hal tersebut dapat diminimalisasi bahkan dihilangkan dengan prosedur tata kelola wisata yang mengikuti Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan K3 dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif (Endroyo, 2010).

Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di geowisata, meliputi peralatan, manusia, lingkungan, dan prosedur. Ketiga aspek ini harus diperhatikan dalam tata kelola geowisata pada umumnya dan wisata Tubing "Putra Dasar Samudera" pada khususnya. Aspek ini nantinya akan dibahas pada bab hasil dan pembahasan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada wisata tubing "Putra Dasar Samudera" yang berada di Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Sumber data yang diperoleh, yaitu menggunakan data sekunder melalui studi literatur dan menggunakan data primer (secara langsung) melalui wawancara (Gambar 1) dan observasi lapangan, yaitu dengan melakukan tubing.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Wisata alam (geowisata) pada umumnya dan wisata tubing khususnya dapat memiliki beragam risiko, baik rendah sampai tinggi, yang dapat menimpa baik pengunjung maupun pengelola. Medan sungai yang menjadi tempat tubing merupakan medan bebatuan yang cukup berbahaya, selain itu arus sungai yang cukup deras merupakan ancaman yang cukup berisiko. Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) perlu dilaksanakan dalam meminimalisir risiko dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek, yaitu aspek peralatan, manusia, lingkungan dan prosedur.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Wawancara dengan Pengelola Geowisata

1. Peralatan

Hasil observasi peralatan pada geowisata tubing "Putra Dasar Samudera" menunjukkan hasil yang cukup baik dalam aspek peralatan. Peralatan yang digunakan meliputi ban dalam ukuran 1 meter yang cukup daya apungnya & ukurannya untuk orang dewasa dan memiliki tali pegangan (Gambar 2); pelampung berbagai ukuran yang dapat disesuaikan dengan besar dan tinggi tubuh yang cukup daya apungnya (Gambar 3); helm/pelindung kepala standar (Gambar 4); dan sepatu untuk melindungi dari pergelangan kaki sampai telapak kaki (Gambar 5).

Peralatan yang digunakan perlu ditambahkan dengan pelindung siku dan pelindung lutut untuk mengurangi risiko cedera yang dialami ketika terjadi benturan sewaktu melakukan tubing. Hal ini karena lutut dan siku seringkali menjadi tumpuan



Gambar 2. Ban dalam ukuran besar dan memiliki pegangan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Pelampung yang memiliki daya apung cukup untuk ukuran orang dewasa



Gambar 4. Helm/Pelindung Kepala

ketika benturan. Selain pelindung lutut dan siku, perlu juga menggunakan kacamata safety standar yang dapat melindungi mata.

Hal berikutnya yang harus diperhatikan adalah aspek alat komunikasi. Alat komunikasi seperti HT (Handy Talkie) digunakan untuk menunjang komunikasi secara cepat antara petugas lapangan maupun dengan basecamp. HT digunakan juga ketika kondisi darurat terjadi dan memerlukan penanganan maupun evakuasi secara cepat. Spesifikasi HT minimal IP67/IP68 yang merupakan spesifikasi untuk anti air (*water resistant*).

P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan Kerja) perlu dipersiapkan dalam melakukan penanganan darurat. P3K standar dapat mengacu pada Peraturan

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Sepatu untuk melindungi kaki

Tabel 1. Isi Peralatan P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Nomor: PER.15/MEN/VIII/2008.

No	Isi	Kotak A (untuk 25 pekerja/buruh atau kurang)	Kotak B (untuk 50 pekerja/buruh atau kurang)	Kotak C (untuk 100 pekerja/buruh atau kurang)
1.	Kasa Steril Terbungkus	20	40	40
2	Perban (lebar 5 cm)	2	4	6
3	Perban (lebar 10 cm)	2	4	6
4	Plester (lebar 1,25 cm)	2	4	6
5	Plester Cepat	10	15	20
6	Kapas (25 gram)	1	2	3
7	Kain segitiga/mittela	2	4	6
8	Gunting	12	1	1
9	Peniti	2	12	12
10	Sarung tangan sekali pakai	2	3	4
11	(Pasangan)	1	4	6
12	Masker	1	1	1
13	Pinset	1	1	1
14	Lampu senter	1	1	1
15	Gelas untuk cuci mata	1	2	3
16	Kantong plastik bersih	1	1	1
17	Aquades (100 ml lar.Saline)	1	1	1
18	Povidon lodin (60 ml)	1	1	1
19	Alkohol 70%	1	1	1
20	Buku panduan P3K di tempat kerja	1	1	1
21	Buku catatan	1	1	1
	Daftar isi kotak			

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI nomor PER.15/MEN/VIII/2008 yang dapat dilihat pada Tabel 1. Selain P3K, perlu juga mempersiapkan kendaraan yang difungsikan untuk evakuasi darurat menuju tempat penanganan medis terdekat. Berikutnya adalah peralatan mandi, seperti sabun dan sampo yang digunakan dalam membersihkan diri setelah melakukan tubing.

2. Manusia

Aspek manusia meliputi *skill* atau kemampuan bagi pengelola maupun dukungan bagi masyarakat sekitar. Aspek kemampuan meliputi kemampuan dalam tanggap darurat (evakuasi, kecelakaan, dan kemampuan medis dasar), kemampuan dalam persiapan (*briefing* dan pemanasan), menjalankan SOP *(Standard Operating Procedure)* serta memperhatikan jumlah pengelola yang harus seimbang dengan jumlah pengunjung yang melakukan tubing.

Aspek manusia, selain untuk pengelola juga melibatkan masyarakat sekitar. Sungai Luk Ulo merupakan sungai yang menjadi tempat mata pencaharian masyarakat sekitar. Penambangan pasir sulit dihentikan karena menyangkut dengan perekonomian masyarakat. Hal ini perlu bagi pengelola untuk mengarahkan agar melakukan penambangan dengan baik, yaitu pada jalur tubing yang nantinya akan membantu lancarnya arus yang menjadi jalur tubing.

3. Lingkungan

Dengan ditetapkannya Kawasan Karangsambung-Karangbolong pada tahun 2018 sebagai geopark, tentunya perlu menjaga kelestarian batuan bernilai ilmiah yang tinggi terutama di kawasan Sungai Luk Ulo dengan tidak melakukan penambangan pada batuan bernilai ilmiah tinggi. Sebagai wisata minat khusus kebumian, pengelola diharapkan dapat memahami geologi di Sungai Luk Ulo agar nantinya menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan.

Kebersihan sungai merupakan tanggung jawab seluruh masyarakat, terutama yang tinggal di tepi Sungai Luk Ulo. Masyarakat dihimbau untuk tidak membuang sampah maupun limbah rumah tangga di sungai agar tidak terjadi pencemaran dan kerusakan lingkungan.

4. Prosedur

Aspek prosedur meliputi beberapa hal, yaitu prosedur persiapan (kondisi alam, *briefing,* dan pemanasan) dan prosedur kedaruratan (evakuasi, kecelakaan, dan kemampuan medis dasar). Pengelola wajib dalam melakukan prosedur persiapan dan prosedur kedaruratan demi keselamatan baik pengelola maupun wisatawan yang melakukan tubing.

Persiapan yang pertama kali dilakukan adalah mengamati kondisi alam. Sungai Luk Ulo merupakan jenis sungai debritis yang sedikit terpengaruh oleh hujan. Akan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

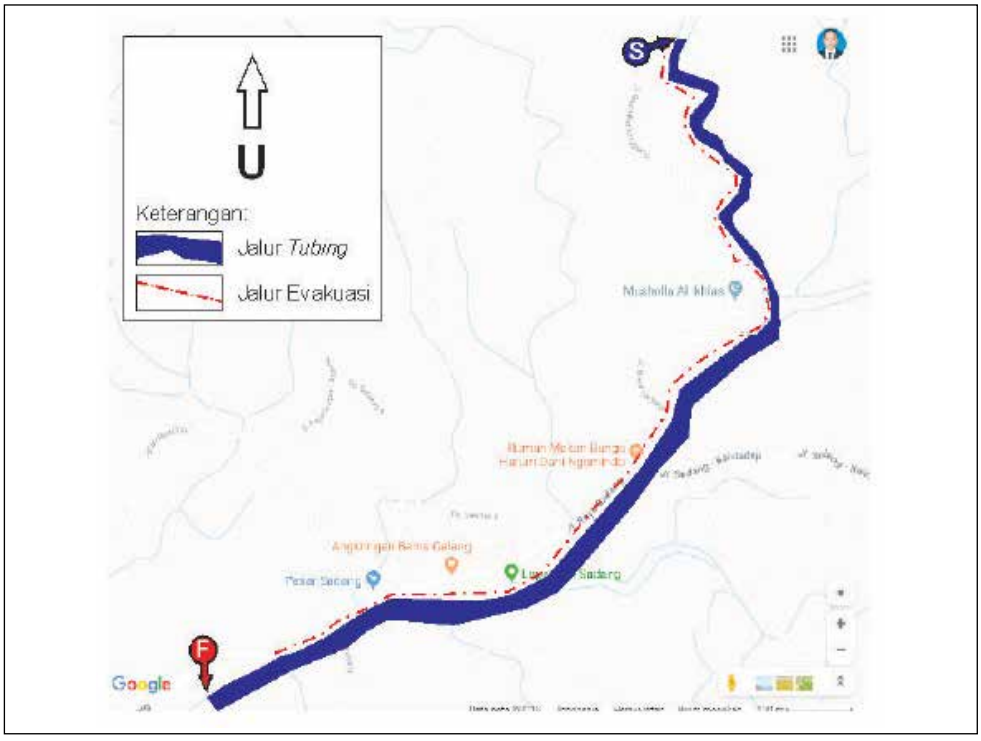
tetapi, perlu juga memperhatikan cuaca agar mengurangi risiko terjadinya banjir yang membahayakan tubing.

Prosedur persiapan, yaitu *briefing* dilakukan untuk memberikan pengenalan peralatan dan penggunaan peralatan dengan tepat, seperti penggunaan ban yang baik (cara memegang ban dengan benar untuk meminimalisir risiko), penggunaan pelampung yang benar (agar terhindar dari tenggelam, terjerat dll), dan pemakaian perlatan lainnya seperti helm, pelindung, dan sepatu dengan benar. *Briefing* dilakukan sebelum memulai kegiatan tubing.

Prosedur persiapan berikutnya adalah pemanasan. Pemanasan dilakukan untuk mempersiapkan kerja sistem dalam tubuh, mencegah kram dan keseleo, dan mengurangi kegelisahan dan tegang otot. Pemanasan yang cukup akan mengurangi risiko cedera dalam melakukan tubing.

Prosedur atau SOP *(Standard Operating Procedure)* kedaruratan, meliputi persiapan dalam evakuasi kondisi darurat, baik ketika tubing maupun sebelum dan pasca tubing. Wisata alam atau geowisata memiliki risiko kecelakaan yang cukup tinggi. Untuk meminimalisir perlu dilakukan oleh organisasi Pokdarwis (Kelompok Sadar Wisata) dimulai dari penataan untuk mengorganisir pertanggungjawaban peralatan, keselamatan, kesehatan dan dalam menjalankan SOP *(Standard Operating Procedure)*.

SOP *(Standard Operating Procedure)* penataan diperlukan mulai dari penataan parkir. Untuk tanggap darurat, penataan parkir diperlukan dengan cara parkir



Gambar 6. Peta Jalur Tubing dan Jalur Evakuasi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mundur agar kendaraan dapat bergerak dengan cepat ketika terjadi kondisi darurat. Pengecekan peralatan berkala seperti pada tali-tali pengencang pada pelampung, ban, maupun helm dan kelayakan sepatu agar tidak terjadi insiden yang tidak perlu karena kelalaian pada pengecekan peralatan. Berikutnya adalah pembuatan SOP evakuasi kedaruratan.

Pembuatan jalur evakuasi kedaruratan di sepanjang jalur tubing dibutuhkan agar evakuasi dapat dilakukan dengan cepat. Peta jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 6. Jalur evakuasi haruslah dapat dengan cepat menjangkau area titik kecelakaan dan cukup lebar untuk ukuran mobil atau kendaraan lain yang dapat digunakan untuk mengangkut korban luka yang tidak dapat melanjutkan tubing. Petugas yang bertanggungjawab terhadap kesehatan perlu mengetahui keadaan korban luka, bagaimana pertolongan pertama, tingkatan luka dari korban, dan tindakan apa yang akan dilakukan ketika menangani korban.

D. KESIMPULAN

Pengelolaan geowisata tubing "Putera Dasar Samudera" sudah cukup baik dalam segi peralatan, akan tetapi perlu ditambahkan beberapa peralatan, yaitu pelindung siku dan lutut, kacamata, peralatan komunikasi/*Handy Talkie*, dan P3K. Kemampuan pengelola dalam tanggap darurat, persiapan, dan SOP perlu dilakukan peningkatan dalam rangka pemenuhan aspek K3. Dukungan masyarakat dalam merawat sungai diperlukan agar keberlangsungan wisata dan kelestarian, baik sungai maupun batuan bernilai ilmiah tinggi tetap terjaga. Perlunya peningkatan dari segi prosedur persiapan (kondisi alam, *briefing*, dan pemanasan) dan prosedur kedaruratan (evakuasi, kecelakaan, dan kemampuan medis dasar) harus ditingkatkan agar geowisata tubing ini menjadi percontohan dan standar yang dapat diterapkan di tempat lain.

DAFTAR ACUAN

Endroyo, B. (2010). Faktor-faktor yang berperan terhadap peningkatan sikap keselamatan dan kesehatan kerja (K3) para pelaku jasa konstruksi di Semarang. *Jurnal Tehnik Sipil dan Perencanaan, 2*(12).

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI nomor: PER.15/MEN/VIII/2008

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOWISATA WATUGAJAH: UPAYA KONSERVASI WARISAN GEOLOGI BERUPA SITUS GEOLOGI *COLUMNAR JOINT* INTRUSI MIKROGABBRO DI DESA WATUGAJAH, KECAMATAN GEDANGSARI, KABUPATEN GUNUNGKIDUL, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

GEOTOURISM OF WATUGAJAH: THE CONSERVATION EFFORTS OF GEOLOGICAL HERITAGE IN THE FORM OF COLUMNAR JOINT MICROGABBRO INTRUSION GEOLOGICAL SITE IN WATUGAJAH, GEDANGSARI SUB-DISTRICT, GUNUNGKIDUL REGENCY, DIY PROVINCE

Nicolaus Ario Wicaksana[1,*], Fidelis Saka Sigmaringa Da Costa[1], Ahmad Ardianto[1], Setyo Haryo Utomo[1], Rofi Fadhli[1], Muhammad Rizal Muslim[1]

[1] HMTG GAIA IST AKPRIND, Yogyakarta Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta
[*]*E-mail*: nicolausariowicaksana@gmail.com

ABSTRACT

The geological site of Columnar Joint in Watugajah Village, Gedangsari Sub-District, Gunungkidul Regency, Special Region of Yogyakarta is one of the geological site that has tourism potential and an interesting source of geological education. The Columnar Joint is a microgabbro rock that is part of the Kebo-Butak Formation. The site is a geological phenomenon, that is formed by a shallow intrusion process in the form of sill which is revealed as a result of mining activities. Until now, the mining contract at the geological site is still valid, but its activities has been stopped because it has been rejected by the surrounding community. Because of this, it is necessary to make sustainable conservation efforts through educational and interactive development activities in the form of geotourism. The purpose of this study was to identify the geotourism potential in the area around Watugajah Village with a focus on the geological site of Columnar Joint. The method used in this study began with a literature study, field data collection, followed by analysis according to the focus of the study. In this area, geological site was found in the form of columnar joint with relatively vertical appearance. In addition, there was also a geological structure like a rise fault that was affect to the appearance of the columnar joint. In this area also known to have the potential to enable the development of geotourism area that can be managed independently by surrounding communities.

Keywords: *columnar joint, geotourism, mining, Watugajah, conservation*

ABSTRAK

Situs geologi *Columnar Joint* di Desa Watugajah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu situs geologi yang memiliki potensi wisata dan sumber edukasi ilmu kebumian yang menarik. *Columnar Joint* tersebut merupakan batuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mikrogabbro yang menjadi bagian dari Formasi Kebo-Butak. Situs tersebut merupakan fenomena geologi yang terbentuk dari proses intrusi dangkal dalam bentuk sill yang kemudian tersingkap akibat adanya kegiatan penambangan. Hingga saat ini kontrak penambangan pada situs geologi tersebut masih berlaku, namun aktivitasnya terhenti karena mendapat penolakan dari masyarakat sekitar. Karena hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya konservasi berkelanjutan melalui kegiatan pengembangan yang edukatif dan interaktif berupa geowisata. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi geowista yang ada di daerah sekitar Desa Watugajah dengan fokus pada situs geologi *columnar joint* tersebut. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan studi literatur, pengambilan data lapangan, diikuti analisis sesuai fokus penelitian. Pada wilayah ini ditemukan situs geologi berupa *columnar joint* dengan kenampakan relatif vertikal. Selain itu, dijumpai juga kenampakan struktur berupa sesar naik yang memengaruhi kenampakan dari *columnar joint* tersebut. Pada wilayah ini juga diketahui memiliki potensi yang memungkinkan untuk dapat dilakukan pengembangan area geowisata yang mampu dikelola oleh masyarakat sekitar secara mandiri.

Kata kunci: *columnar* joint, geowisata, penambangan, Watugajah, konservasi

A. PENDAHULUAN

Situs geologi *columnar joint* yang terdapat di Desa Watugajah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu warisan geologi yang memiliki potensi wisata dan sumber edukasi ilmu kebumian yang unik dan menarik.

Columnar joint atau sering disebut kekar tiang ini merupakan salah satu bentukan morfologi yang sangat berkaitan dengan aktifitas vulkanik maupun intrusi, baik intrusi secara dike maupun sill.

Columnar joint pada aktivitas intrusi akan mengalami pendinginan yang membentuk morfologi kolom yang tegak lurus terhadap permukaan atau arah intrusinya. Adapun pengaruh kecepatan laju pendinginan terhadap jumlah kolom pada kekar tiang adalah bentukan dari *columnar joint* yang didominasi bentuk segi lima terbentuk apabila laju pendinginan tinggi. Nilai rata-rata kolom kekar kurang dari enam mengindikasikan belum matangnya sistem pendinginan magma (Hetenyi dkk., 2012).

Singkapan *columnar joint* pada Desa Watugajah tersebut merupakan sisa dari aktivitas penambangan yang dihentikan pada tahun 2008. Akses menuju lokasi saat ini juga menjadi sulit dan rawan terjadinya longsor. Saat ini warga sekitar masih sangat sensitif jika ada banyak investor asing yang selalu menanyakan tentang situs tersebut karena penambangan terdahulu menjadikan trauma tersendiri bagi warga.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi geowisata pada situs geologi di Desa Watugajah berupa *columnar joint* yang terdapat di desa tersebut. Melalui pariwisata diharapkan mampu menjadi alternatif solusi pemanfaatan potensi geologi secara ekonomis.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan keunikan serta adanya ancaman kelestarian dari para investor tambang tersebut, perlu dilakukan upaya konservasi berkelanjutan melalui pengembangan kegiatan yang edukatif dan interaktif berupa geowisata.Geowisata adalah suatu kegiatan wisata alam yang berkelanjutan dengan fokus utama pada ketampakan geologi permukaan bumi (Kusumahbrata dalam Hermawan, 2018).

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pertama adalah studi literatur, meliputi peta topografi, citra satelit, peta RBI, dan peta geologi regional. Kemudian dilakukan pengambilan data primer di lapangan, meliputi pengamatan, pengukuran, pencatatan, dan deskripsi terhadap objek geologi yang ada di daerah penelitian. Kemudian dilakukan analisis sesuai fokus penelitian.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kesampaian Daerah

Situs geologi *columnar joint* secara administratif terletak di Desa Watugajah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi ini dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua maupun lebih dalam waktu ± 90 menit dari pusat Kota Yogyakarta ke arah relatif tenggara. Selain itu, dapat ditempuh dalam waktu ± 30 menit dari pusat Kota Klaten ke arah relatif selatan. Lokasi penelitian terletak pada koordinat UTM Zona 48S 453600–454400 dan 9136300–9136700.

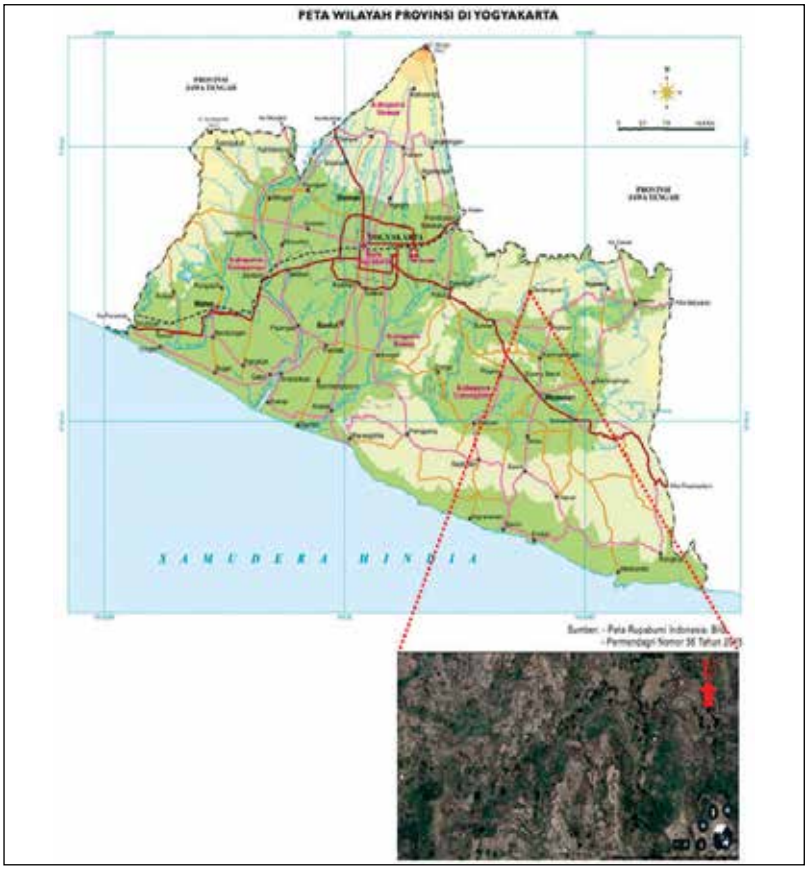
2. Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan peta geologi lembar Surakarta-Giritontro (Surono, Sudarno, & Toha, 1992), secara fisiografis regional daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan. Daerah penelitian termasuk dalam Formasi Kebo-Butak, yang terdiri dari lava andesit, basal, dasit, dan breksi andesit. Lava andesit terdiri dari andesit piroksen, andesit hornblenda.

Lava basalt umumnya terdiri dari basal piroksen. Formasi Kebo-Butak diperkirakan berumur Eosen Tengah–Oligosen Awal. Secara umum batuan yang ada di daerah ini berupa sekuen batuan vulkaniklastik (Surono dkk., 1992)

Pada Formasi Kebo-Butak banyak dijumpai batuan terobosan. Hal ini terkait dengan periode magmatisme yang terjadi di Pegunungan Selatan. Pada Oligosen Akhir–Miosen Awal bersamaan dengan terendapkannya Formasi Kebo-Butak di Pegunungan Selatan terjadi peningkatan kegiatan magmatisme yang ditandai oleh adanya beberapa letusan besar yang menghasilkan intrusi dangkal (Surono, Hartono, & Permanadewi, 2006).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Badan Informasi Geospasial (2015)

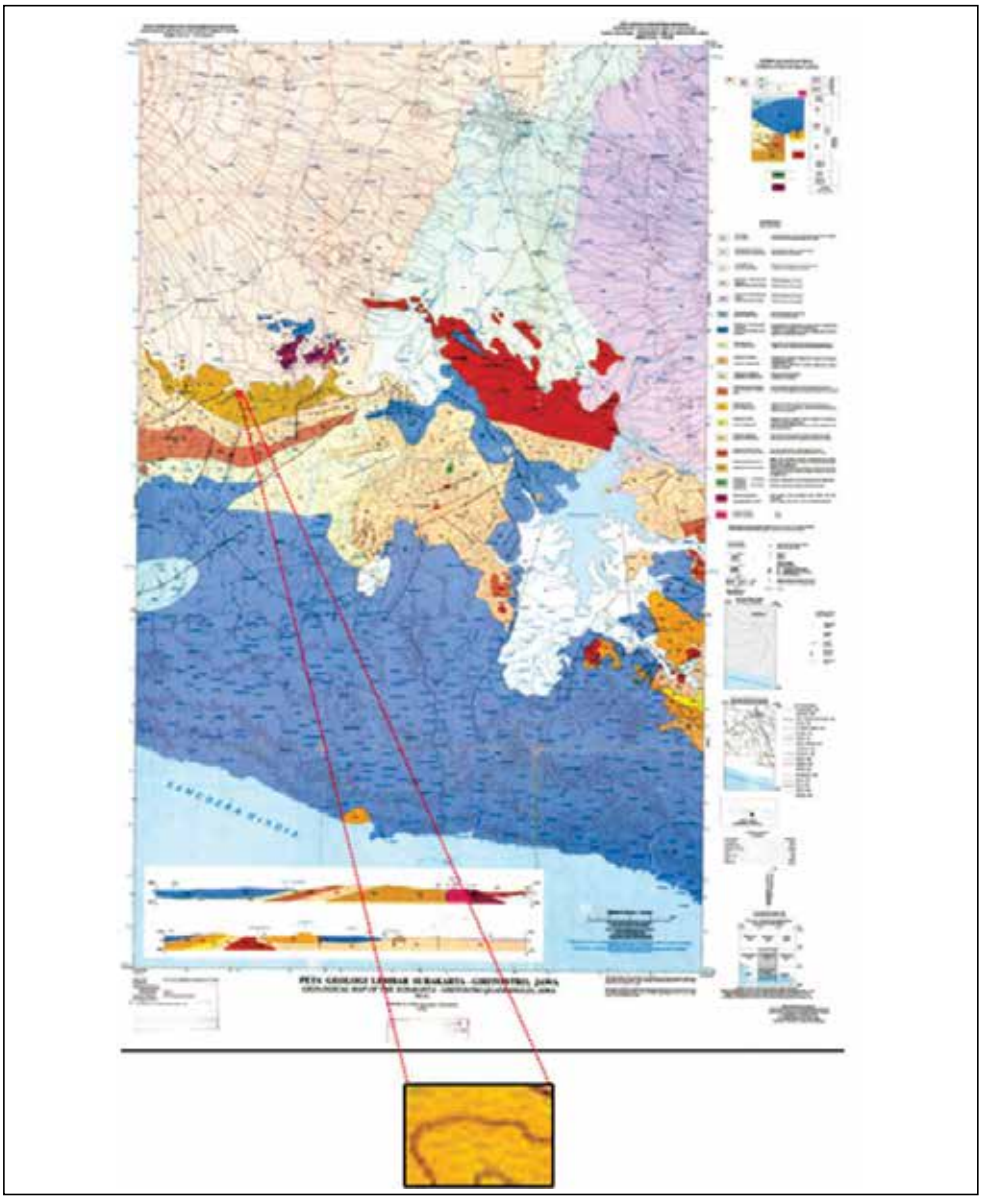
Gambar 1. Lokasi Penelitian Terletak di Desa Watugajah, Gedangsari, Gunungkidul, DIY



Sumber: Google Earth (Tahun Akses?)

Gambar 2. Lokasi penelitian dalam citra google earth (ditandai dengan kotak berwarna merah).

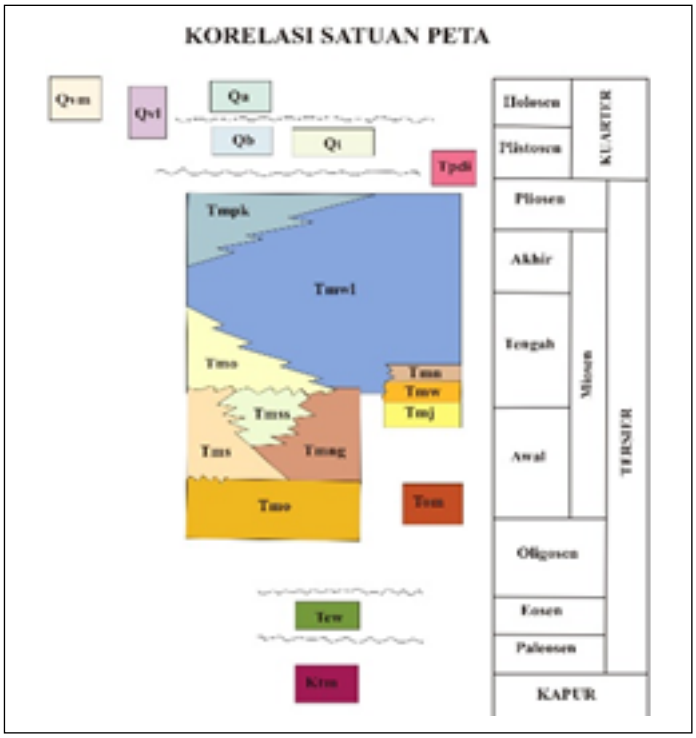
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Ket: Lokasi penelitian ditandai dengan kotak berwarna kuning. Lokasi penelitian masuk ke dalam Formasi Kebo-Butak.
Sumber: Surono dkk. (1992)

Gambar 3. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Ket: Lokasi penelitian masuk ke dalam Formasi Kebo-Butak
Sumber: Surono dkk. (1992)

Gambar 4. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

3. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan studi pustaka terhadap peneliti terdahulu, litologi pada daerah penelitian terdapat 2 tipe batuan, yakni batuan beku dan batuan sedimen. Batuan sedimen terdiri dari perselingan batupasir dengan tuff, sedangkan batuan beku terdiri dari intrusi mikrogabbro dan juga basalt yang hanya dijumpai setempat-setempat (Evi, 2017).

Foto: Penyusun (2019)

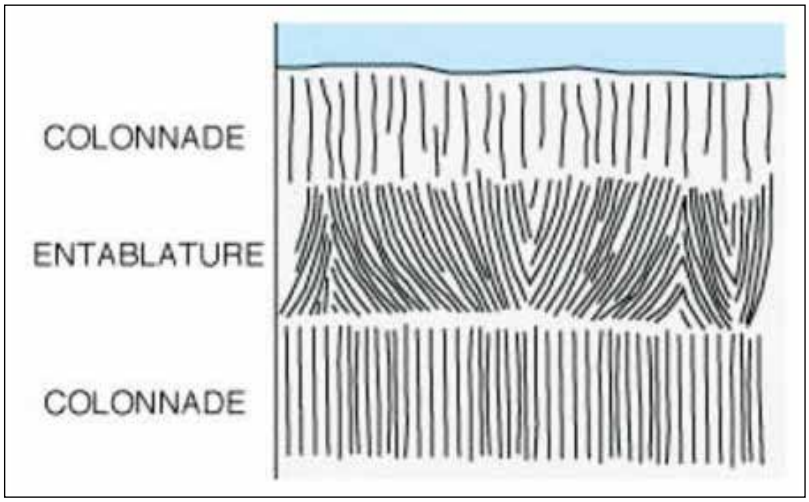
Berdasarkan pengamatan di lapangan, bentukan *columnar joint* tersebut memiliki karakteristik morfologi yang khas berjenis *colonnade* didominasi bentukan segi lima dengan rata-rata lebar kolom 110 cm.

Columnar joint di daerah penelitian memiliki orientasi kemiringan relatif vertikal. Berdasarkan kedudukan N280°E/75°, N95°E/75°, N15°E/76°, dan N40°E/78°. Kemiringan kolom kekar pada lokasi penelitian menunjukkan kisaran nilai 75°–78°. Kedudukan kolom-kolom pada *columnar joint* yang relatif tegak lurus terhadap bidang perlapisan yang memiliki nilai dip sekitar 18° menunjukkan bahwa intrusi berupa sill penelitian terdahulu diperkirakan daerah penelitian merupakan proses intrusi magma secara sill.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 5. Kenampakan litologi yang ada di lokasi penelitian, yakni intrusi mikrogabbro dengan bentukan *collumnar joint*.



Sumber: Spry (1962)

Gambar 6. Bentukan Kekar Tiang Tipe Colonnade dan Entablature pada Suatu Tubuh Lava

4. Kondisi Lingkungan dan Masyarakat Sekitar

Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Gunungkidul dan hasil wawancara bersama perangkat desa setempat, kondisi penduduk di Desa Watugajah mayoritas berpendidikan SMA. Masyarakat di lokasi ini mempunyai pendapatan finansial yang relatif rendah dengan mayoritas mata pencaharian sebagai petani. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pemuda-pemudi di desa ini yang lebih memilih merantau di luar daerah untuk mencari pekerjaan yang lain sehingga

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tidak dapat dihindari bahwa desa ini cenderung kurang berkembang dibandingkan desa-desa yang ada di sekitarnya yang telah memanfaatkan potensi alamnya.

Pengelolaan potensi positif berupa geowisata yang ada di desa tersebut berpotensi mengembangkan perekonomian warga sekitar, mengingat potensi alam di Desa Watugajah yang belum dikelola dengan baik oleh masyarakat sekitar. Hal ini terjadi tentu tidak lain karena juga keterbatasan pengetahuan membuat masyarakat sekitar kurang paham mengenai pengelolaan potensi geologi di desa tersebut selain hanya dikelola sebagai tempat penambangan.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 7. Ketampakan *Columnar Joint* Jenis *Colonnade* dengan Orientasi Relatif Vertikal.

Menurut keterangan masyarakat sekitar, pada awal tahun 2000an–2008, aktivitas penambangan yang dilakukan pada area tersebut sering mengalami masalah pada proses penambangannya. Hal ini membuat masyarakat sekitar area tersebut merasa trauma dengan adanya investor dan perusahaan tambang yang ingin kembali melakukan eksploitasi pada area terdapatnya *columnar joint* tersebut.

Sampai saat ini area tersebut (lokasi dijumpainya *columnar joint*) masih menjadi sengketa antara masyarakat sekitar dengan pihak PT yang masih memiliki kontrak untuk melakukan penambangan pada lokasi tesebut.

5. Potensi Geowisata

Kenampakan *columnar joint* di Desa Watugajah merupakan lokasi bekas penambangan yang sudah ditinggalkan. Berdasarakan data kedudukan kolom-kolom pada *columnar joint* yang relatif tegak lurus terhadap bidang perlapisan yang memiliki nilai dip rata-rata 18°, menunjukkan bahwa intrusi berupa sill. Dari penelitian terdahulu diperkirakan daerah penelitian merupakan proses intrusi magma secara *sill.*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Columnar joint di Desa Watugajah memiliki ketampakan yang indah dari segi dimensi dan bentukannya sehingga menarik dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai area geowisata. Perlu diketahui bahwa tersingkapnya *columnar joint* pada daerah penelitian juga disebabkan oleh adanya kegiatan penambangan yang dulunya dilakukan pada area tersebut.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 8. Ketampakan singkapan *columnar joint* mikrogabbro yang memiliki potensi untuk dijadikan area geowisata.

Selain kenampakan *columnar joint* yang indah dari segi dimensi dan bentukannya, pada bagian sebelah barat terdapat air terjun yang kenampakannya juga bisa dimanfaatkan sebagai spot foto.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 9. Ketampakan air terjun yang berada di dekat singkapan *columnar joint* mikrogabbro yang memiliki potensi untuk dijadikan area geowisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bentukan *columnar joint* yang terbentuk secara alami membuat lokasi ini menjadi suatu lokasi kajian yang menarik, terutama dalam bidang ilmu kebumian, seperti struktur geologi, petrologi, vulkanologi, dan cabang ilmu kebumian lainnya. Lokasi ini dapat dijadikan sebagai laboratorium alam dan media pembelajaran kuliah lapangan, terutama bagi mahasiswa dalam ruang lingkup ilmu kebumian, selain dapat dimanfaatkan sebagai objek geowisata.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 10. Struktur Geologi (Sesar Naik)

Selain untuk dapat menjaga kelestarian terhadap situs geologi tersebut, pengelolaan potensi positif berupa geowisata pada area ini berpotensi dapat mengembangkan perekonomian warga sekitar. Pengambangan area geowisata dengan nama "Geowisata Watugajah" ini diharapkan mampu menjadi solusi bagi permasalahan perekonomian masyarakat sekitar sekaligus kegiatan konservasi alam terhadap warisan geologi berupa situs *columnar joint* mikrogabbro tersebut.

D. KESIMPULAN

Proses konservasi warisan geologi berupa situs *columnar joint* mikrogabbro yang ada di Desa Watugajah masih belum berjalan efektif. Hal ini diakibatkan oleh lahan situs tersebut yang masih menjadi sengketa beberapa pihak dan juga banyaknya investor tambang yang mencoba melakukan penambangan kembali pada situs geologi tersebut. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengembangkan potensi geowisata pada lokasi tersebut. Selain adanya area spot foto yang dapat dikembangkan, lokasi ini dapat menjadi suatu lokasi pembelajaran dalam bidang ilmu kebumian. Pada akhirnya, pengembangan geowisata Selogiri mampu menjadi upaya konservasi berkelanjutan untuk dapat menjaga situs geologi *columnar joint* pada Desa Watugajah tersebut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. SARAN/REKOMENDASI

Berdasarkan kesimpulan tersebut, saran yang direkomendasikan dapat diawali dengan sosialisasi kepada masyarakat dengan bantuan pemerintah setempat dan ahli geologi. Sosialisasi membahas tentang pentingnya menjaga kondisi singkapan *columnar joint* tersebut. Kemudian dapat dilanjutkan dengan sosialisasi rencana pengembangan geowisata yang pada pengelolaannya melibatkan masyarakat sekitar.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapakan terima kasih kepada:

1. Para dosen Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang selalu membimbing dan membagikan ilmunya kepada penyusun.
2. Masyarakat Desa Watugajah yang telah membantu dalam proses pengambilan data selama di lapangan.
3. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memeberi bantuan dalam bentuk apa pun.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Informasi Geospasial. (2015). *Peta rupa bumi Indonesia*. Diakses pada xxx dari *http://www.big.go.id/assets/download/Atlas-Administrasi/16-Peta-Wilayah-Prov-DI-Yogyakarta.pdf*

Bates, R. L., & Jackson, J. A., (Eds.). (1987). *Glossary of geology*, 3rd edition. Virginia: American Geological Institute.

Chen, A., Lu, Y., & Ng, Y. C. Y. (2015). *The principles of geotourism*. Beijing: Springer.

Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Gunungkidul. (2018). *Data kependudukan dan kondisi penduduk di Desa Watugajah. Gunungkidul*. Diakses pada xxx dari http://dukcapil.gunungkidulkab.go.id

Google Earth. (tahun akses). Diakses pada xxx dari https://www.google.co.id/intl/id/earth/

Hermawan, H., & Brahmanto, E. (2018). *GEOWISATA: Perencanaan pariwisata berbasis konservasi*. Jawa Tengah: PT Nasya Expanding Management.

Nainggolan, R. (2016). Informasi geologi lingkungan berbasis partisipasi masyarakat sebagai Kawasan Geowisata Danau Toba di Kabupaten Samosir. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sosial dan Humaniora, 1*(1), 22–28.

Spry, A. H. (1962). The origin of *columnar* jointing, particularly in Basalt Flows. *Journal Geology Society Australia, 8*, 191–216.

Surono. (2008). Stratigrafi dan sedimentasi Formasi Kebo dan Formasi Butak di Pegunungan Selatan Jawa bagian selatan. *Jurnal Geologi Indonesia, 3(*4), 183–193.

Surono. (2009). Litostratigrafi Pegunungan Selatan bagian timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi, 19*(3), 31–43.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Surono., Hartono, U., & Permanadewi, S. (2006). Posisi stratigrafi dan petrogenesis intrusi Pendul Perbukitan Jiwo, Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Geologi, 15*(5), 232–311.

Surono, Sudarno, I., & Toha, B. (1992). *Peta geologi lembar Surakarta-Giritontro, Jawa*, skala 1:100.000. Bandung: Puslitbang Geologi.

Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Kepariwisataan. (2009). Jakarta, Indonesia: Sekretariat Negara. Diakses pada xxx dari https://www.ekowisata.org/

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GEOWISATA SELOGIRI: UPAYA KONSERVASI LANJUTAN WARISAN GEOLOGI BERUPA SITUS GEOLOGI *COLUMNAR JOINT* LAVA ANDESIT DI DESA PARE, KECAMATAN SELOGIRI, KABUPATEN WONOGIRI, PROVINSI JAWA TENGAH

GEOTOURISM OF SELOGIRI: CONTINUOUS CONSERVATION EFFORTS ON GEOLOGICAL HERITAGE IN FORM OF COLUMNAR JOINT ANDESIT LAVA SITE IN PARE, SELOGIRI SUB-DISTRICT, WONOGIRI REGENCY, CENTRAL JAVA PROVINCE

Nicolaus Ario Wicaksana[1*], Yoyok Ragowo S.S.[1], Alfirdaus[1], Bayu Pradana[1], Muhammad Danny Fauzan[1]

[1]MGEI Research Group Institut Sains dan Teknologi AKPRIND, Yogyakarta Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta
[*]*E-mail*: nicolausariowicaksana@gmail.com

ABSTRACT

The geological site of columnar joint in Pare, Selogiri Sub-District, Wonogiri Regency, Central Java Province is one of the geological sites that has been studied by many researchers. The columnar joint in this area is one of geological phenomena that is highly related to volcanic activity. The appearance of this columnar joint is unique in its appearance and formation process. The spread of columnar joints in this area is about 2 km^2. Many of the columnar joint outcrops have been mined although there is already a ban board from Perhutani that has been put in that location. Because of the uniqueness and also a sustainability threat from the mining process that occurs, it is necessary to do continuous conservation through the development of educational and interactive activities in the form of geotourism. The purpose of this study is to study the geotourism potential that exists in this area with a focus on the geological site of columnar joint. The method used in this study began with literature study, field data collection, followed by analysis according to the focus of the study. The geological site found in the form of columnar joint with an almost horizontal appearance. Besides that, it was also found that the appearance of the structure consisted of a fault which affected the direction of the spread of the columnar. In this area, identified some places that are enable to be geotourism and developed as a continuous conservation effort.

Keywords: *columnar joint, geotourism, Selogiri, conservation*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ABSTRAK

Situs geologi *columnar joint* pada Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah, merupakan salah satu situs geologi yang sudah banyak dipelajari oleh para peneliti. *Columnar joint* yang ada di daerah tersebut merupakan salah satu fenomena geologi yang sangat berkaitan dengan aktivitas vulkanik. Ketampakannya memiliki keunikan dari penampilan dan proses pembentukannya. Penyebaran *columnar joint* pada daerah tersebut sekitar 2 km^2. Beberapa singkapannya sudah banyak ditambang, meskipun sudah ada papan larangan dari Perhutani yang dipasang pada lokasi tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya konservasi berkelanjutan melalui pengembangan kegiatan yang edukatif dan interaktif berupa geowisata. Tujuan dari penelitian ini adalah menggali potensi geowisata yang ada di daerah sekitar Desa Pare dengan fokus pada situs geologi *columnar joint* tersebut. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan studi literatur, pengambilan data lapangan, diikuti analisis sesuai fokus penelitian. Situs geologi yang ditemukan berupa *columnar joint* dengan ketampakan yang hampir horizontal. Selain itu, dijumpai juga ketampakan struktur berupa sesar yang memengaruhi penyebaran dari *columnar joint* tersebut. Pada wilayah ini, diidentifikasi tempat-tempat yang memungkinkan untuk dapat dilakukan pengembangan geowisata sebagai upaya konservasi lanjutan.

Kata kunci: *columnar joint,* geowisata, Selogiri, konservasi

A. PENDAHULUAN

Situs geologi *columnar joint* pada Dusun Randubang, Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu situs geologi yang sudah banyak dipelajari oleh para peneliti. Beberapa singkapan *columnar joint* tersebut saat ini sudah banyak ditambang oleh masyarakat, meskipun ada papan larangan dari Perhutani yang dipasang pada lokasi tersebut. Berdasarkan keunikan tersebut serta adanya ancaman kelestarian dari proses penambangan yang terjadi, perlu dilakukan upaya konservasi yang berkelanjutan melalui pengembangan kegiatan yang edukatif dan interaktif berupa geowisata.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggali potensi geowista yang ada di Desa Pare melalui analisis *geosite* dan *geomorphosite* (Pereira & Pereira dalam Kubalíková, 2013) dengan fokus utama pada situs geologi *columnar joint*.

Hasil analisis berdasarkan tujuan penelitian tersebut nantinya dapat menghasilkan informasi dan rekomendasi mengenai pentingnya pengelolaan geowisata Desa Pare sehingga pada proses pengembangannya dapat menjadi upaya konservasi lanjutan pada situs geologi *columnar joint* tersebut.

Pengembangan pariwisata melalui konsep geowisata diharapkan mampu menjadi alternatif solusi pemanfaatan potensi geologi secara ekonomis. Penelitian mengenai definisi, metode, dan proses penilaian terhadap objek geowisata baru dilakukan pada tahun 2001 oleh kelompok *Geomorphosite* dari *International Association of Geomorphologist* (Giusti dalam Kubalíková, 2013).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral RI merumuskan geowisata sebagai pariwisata yang memanfaatkan seluruh aspek geologi dengan ruang lingkup unsur abiotik, seperti bentang alam, batuan, mineral, fosil, tanah, air, dan proses, termasuk di dalamnya sejarah dari warisan geologi tersebut. Warisan geologi yang ada pada daerah penelitian berupa situs geologi *columnar joint.*

Kekar tiang atau sering juga disebut *columnar joint* merupakan salah satu bentukan morfologi yang sangat berkaitan dengan aktivitas vulkanik maupun intrusi. *Columnar joint* adalah kekar yang berbentuk paralel, kolom prismatik pada aliran lava atau kadang pada batuan lain yang terbentuk akibat dari hasil pendinginan (Bates & Jackson, 1987).

Terdapat tiga aspek penting dalam geowisata, yakni geodiversitas, biodiversitas, dan keragaman budaya. Hubungan antara aspek geodiversitas dengan biodiversitas merupakan kunci dari manajemen konservasi pada suatu lingkungan yang dinamis. Sementara aspek keragaman budaya berfungsi sebagai pendukung dalam memaksimalkan potensi suatu kawasan wisata (Bruneau, 2007).

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan tahap studi pustaka melalui pengumpulan data sekunder, meliputi peta RBI, citra satelit, peta geologi regional, dan hasil penelitian terdahulu sebagai dasar sebelum dilakukan pengambilan data primer.

Selanjutnya, tahap pengambilan data primer di lapangan dilakukan dengan survei langsung terhadap kondisi geologi daerah penelitian, yang meliputi pengamatan, pengukuran, pencatatan, dan deskripsi terhadap objek geologi yang ada di daerah penelitian.

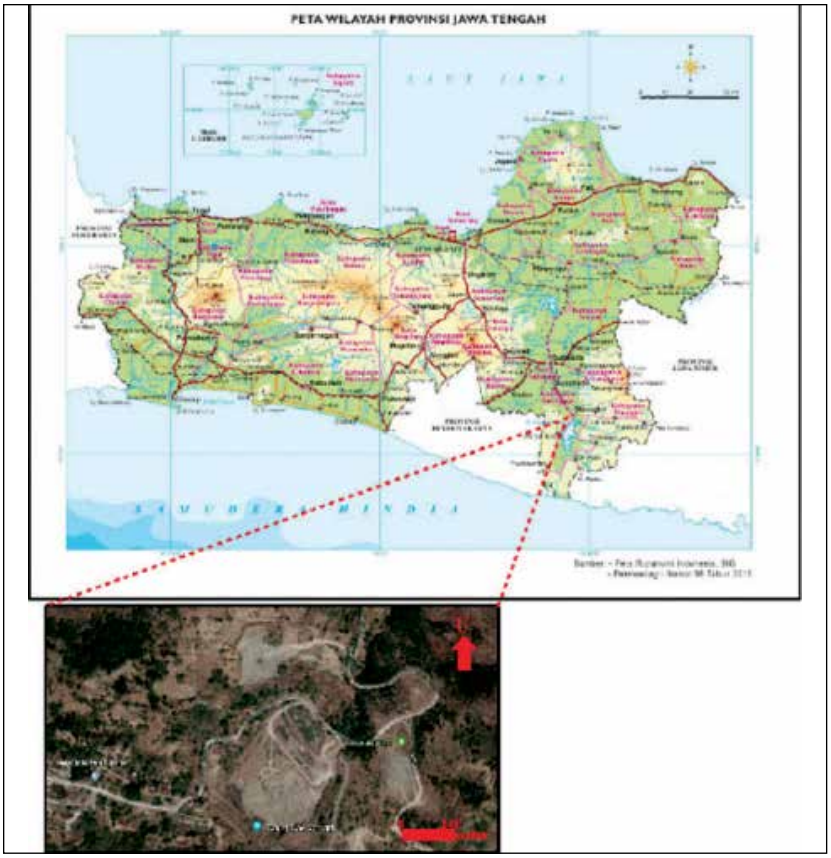
Kemudian dilakukan analisis pada data primer dan sekunder sesuai dengan tujuan dan fokus penelitian. Hasil analisis berdasarkan tujuan dan fokus penelitian tersebut kemudian diolah dalam bentuk *paper* dan poster untuk dapat dipresentasikan dan dipublikasikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kesampaian Daerah

Situs geologi *columnar joint* yang menjadi fokus penelitian, secara administratif terletak pada wilayah Dusun Randubang, Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi ini dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua maupun lebih dalam waktu ± 30 menit, berjarak ± 10 km dari pusat Kabupaten Wonogiri ke arah relatif ke barat daya. Lokasi penelitian terletak pada koordinat UTM 49S 489400–489800 dan 9134100–9134400 mencakup luasan ± 2 km^2.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Badan Informasi Geospasial (2015)

Gambar 1. Lokasi Penelitian Terletak di Dusun Randubang, Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri



Sumber: Google Earth (Tahun Akses)

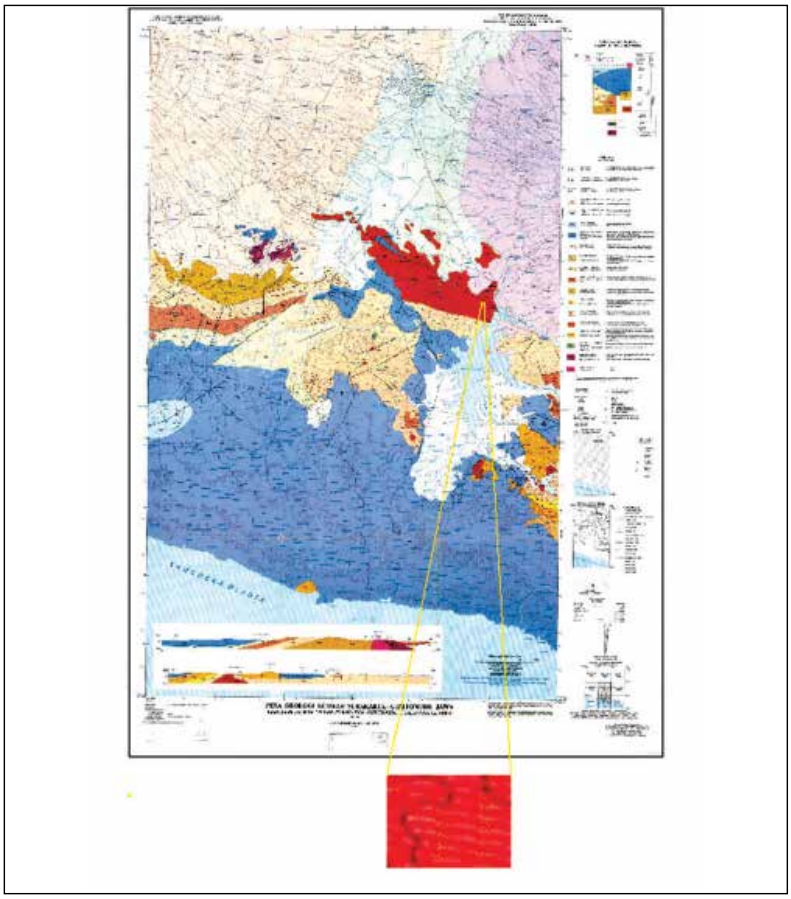
Gambar 2. Lokasi penelitian dalam citra satelit yang mencakup luasan ± 2 km^2 (ditandai dengan kotak berwarna merah).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Kondisi Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan peta geologi lembar Surakarta-Giritontro (Surono, Sudarno, & Toha, 1992), secara fisiografis daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan. Secara regional, daerah penelitian termasuk dalam Formasi Mandalika (Tomm) yang tersusun atas litologi lava andesit, basal, dasit, dan breksi andesit. Lava andesit terdiri dari andesit piroksen, andesit hornblenda. lava basalt umumnya terdiri dari basalt piroksen (Hartono 2011).

Formasi ini diperkirakan berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal (Surono dkk., 1992). Formasi Mandalika secara khusus disusun oleh batuan gunung api jenis lelehan dan fragmental berupa aliran lava dan breksi piroklastika. Litologi yang menyusun formasi ini terkait dengan periode pembangunan suatu gunung api komposit (Hartono, 2011).

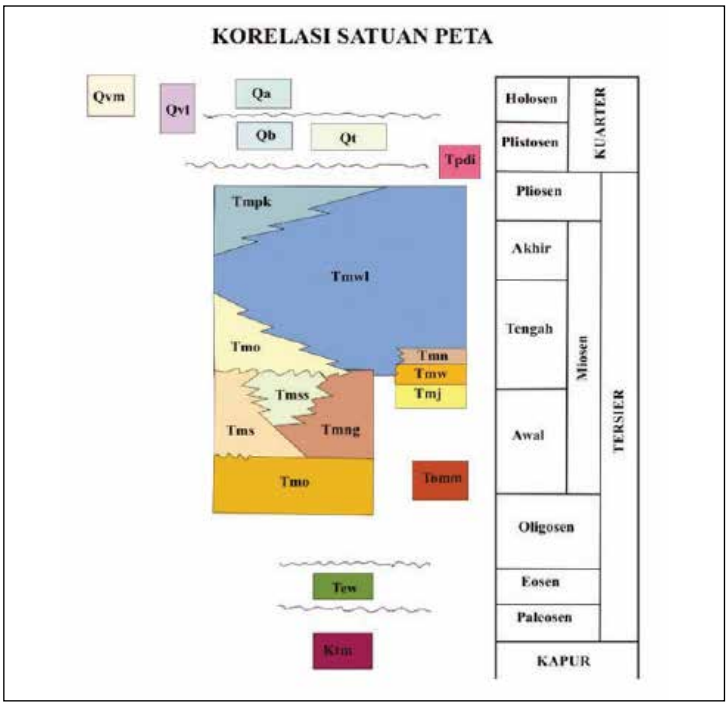


Ket: Lokasi penelitian ditandai dengan kotak berwarna kuning. Lokasi penelitian masuk ke dalam Formasi Mandalika yang diperkirakan berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal.

Sumber: Surono, dkk. (1992)

Gambar 3. Peta Geologi Regional Lembar Surakarta-Giritontro

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Ket: Lokasi penelitian termasuk ke dalam Formasi Mandalika (Tomm).

Sumber: Surono dkk. (1992)

Gambar 4. Stratigrafi Regional Daerah Penelitian

3. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan pengamatan di lapangan, litologi pada daerah penelitian tersusun atas batuan beku andesit dengan bentukan *columnar joint.* Batuan beku andesit dengan bentukan *columnar joint* tersebut secara megaskopis memiliki struktur vesikuler, bertekstur afanitik (ukuran kristal < 0,1 mm) dengan komposisi utama mineral feldspar dan beberapa mineral mafik. Pada beberapa tempat, terdapat urat kalsit dengan arah urat yang relatif acak.

Bentukan *columnar joint* tersebut memiliki karakteristik morfologi yang khas berjenis *colonnade* dengan bentukan segi 3, 4, 5 dan 6 dengan ukuran diameter kolom antara 15 cm–1 m. Dimensi panjang *columnar joint* berkisar antara 4 m–25 m. Tipe *colonnade* memiliki bentuk *columnar joint* yang relatif lurus dan sistematik.

Pembentukan *columnar joint* jenis ini akan tegak lurus dengan permukaan alirannya. Ketika lava meluncur pada suatu masa air, bagian atas dan bawah akan mengalami pendinginan maksimal sehingga akan terbentuk *colonnade* pada bagian atas dan bawah lava (Spry, 1962).

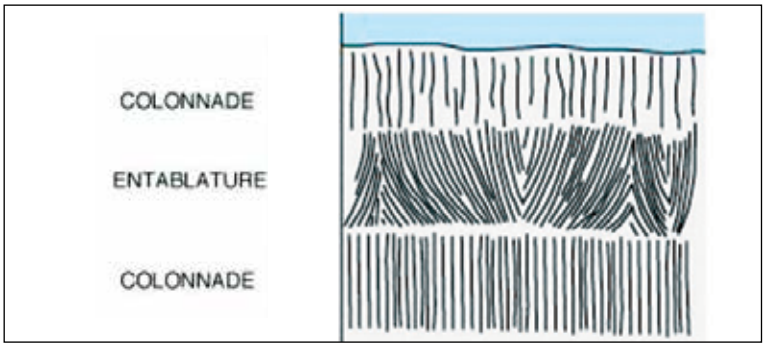
Columnar joint di daerah penelitian memiliki orientasi kemiringan yang tidak vertikal (relatif horizontal) dengan arah yang bervariasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 5. Litologi yang dominan di lokasi penelitian, batuan beku andesit dengan bentukan *columnar joint*.



Sumber: Spry (1962)

Gambar 6. Bentukan *Columnar Joint* Tipe *Colonnade* dan *Entablature* pada Suatu Tubuh Lava



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 7. Ketampakan *Columnar Joint* dengan Jenis *Colonnade* yang Orientasinya Relatif Horizontal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan kajian pustaka dari beberapa penelitian terdahulu, litologi yang membentuk *columnar joint* tersebut merupakan hasil dari periode erupsi lava dengan volume yang cukup besar dengan periode pendinginan yang relatif lama (Hartono dalam Hartono, 2011).

Kemiringan yang beragam dari *columnar joint* di daerah penelitian lebih dikontrol oleh aspek *paleoslope* dengan sedikit kontrol sesar. Berdasarkan arah aliran lava andesit dan *paleoslope*, diperkirakan daerah penelitian merupakan pusat erupsi (*center of eruption*) dari suatu gunung api purba berbentuk *dome* dengan *paleoslope* yang curam. (Pratama & Fahmi, 2015).



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 8. Ketampakan struktur geologi sesar yang mempengaruhi arah kemiringan *columnar joint* pada salah satu bagian bukit.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 9. Ketampakan *columnar joint* yang lokasinya sudah ditambang oleh pihak swasta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

4. Kondisi Lingkungan dan Masyarakat Sekitar

Perlu diketahui bahwa tersingkapnya *columnar joint* pada daerah penelitian juga disebabkan oleh adanya kegiatan penambangan yang dilakukan. Pada beberapa lokasi ditemukannya singkapan *columnar joint*, tanahnya sudah dibeli oleh pihak swasta untuk dikelola sebagai lokasi penambangan batu andesit dengan menggunakan alat-alat berat seperti *excavator*.

Berdasarkan data kependudukan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Wonogiri pada tahun 2018, kondisi penduduk di Dusun Randubang, Desa Pare, Kecamatan Selogiri, mayoritas memiliki tingkat pendidikan tamat SMA. Masyarakat di lokasi ini mempunyai pendapatan finansial yang relatif kecil dengan mata pencaharian yang beragam, namun mayoritas bekerja sebagai penambang batu andesit secara tradisional pada lokasi yang dikelola mandiri oleh masyarakat sekitar.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 10. Ketampakan *columnar joint* yang lokasinya sudah ditambang oleh pihak swasta dengan menggunakan alat berat.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 11. Aktivitas penambangan pada salah satu bagian situs geologi *columnar joint* secara tradisional.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 12. Aktivitas penambangan pada salah satu bagian situs geologi *columnar joint* secara tradisional.

Keterbatasan pengetahuan membuat masyarakat sekitar kurang maksimal dalam mengelola potensi geologi tersebut. Sebagian besar masyarakat hanya mengambil potensi geologi yang ada pada daerah ini sebagai hasil tambang. Proses penambangan yang dilakukan oleh warga pada beberapa bagian situs geologi juga bertentangan dengan papan aturan larangan yang sudah dipasang oleh Perhutani pada lokasi tersebut.

Diketahui bahwa pada lokasi penelitian sudah dipasang papan larangan untuk mengambil batu-batuan. Hal ini sesuai dengan yang aturan yang tertulis pada papan tersebut berdasarkan UU No. 41 Tahun 1999 Pasal 50. Akan tetapi, peringatan yang ada masih sering dilanggar oleh para penambang pada lokasi ini dengan alasan mencari nafkah.



Sumber: Penyusun (2019)

Gambar 13. Papan Larangan dari Perhutani pada Area Situs Geologi *Columnar Joint*

Pengelolaan potensi positif yang ada pada daerah penelitian berupa geowisata dengan nama Geowisata Selogiri sebenarnya sudah dilakukan dalam bentuk wisata spot foto pada dua area bekas tambang yang oleh warga diberi nama Bukit Cinta dan Gunung Gono Wonogiri. Namun, keberadaannya masih sepi pengunjung. Hal ini

Buku ini tidak diperjualbelikan.

juga disebabkan karena masih banyak warga yang lebih memilih untuk menambang *columnar joint* tersebut daripada mengelolanya menjadi tempat wisata.

5. Potensi Geowisata

Pada daerah penelitian terdapat lokasi-lokasi yang memiliki potensi sebagai area geowisata, hal ini didasarkan pada hasil analisis data primer dan sekunder. Analisis pada kawasan Geowisata Selogiri dilakukan dengan mendeskripsikan lokasi detail, nilai analisis kuantifikasi berdasarkan tabel analisis *geosite* dan *geomorphosite* (Kubalíková, 2013), kondisi geologi, produk daya tarik wisata, dan aktivitas yang dapat dilakukan.

a. Lokasi

Situs geologi *columnar joint* lava andesit terletak pada koordinat UTM 49S 489400–489800 dan 9134100–9134400. Secara administratif berada pada Dusun Randubang, Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Lokasi ini dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor roda dua maupun lebih dalam waktu ± 30 menit dari pusat Kabupaten Wonogiri ke arah relatif ke barat daya.

b. Kuantifikasi

Pada tabel 1 menunjukkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 62,5%, nilai edukasi 75%, nilai ekonomi 66,7%, nilai konservasi 50% dan nilai tambahan 57,14%. Secara keseluruhan, situs geologi *columnar joint* lava andesit memiliki tingkat kelayakan sebesar 62,27% untuk dijadikan sebagai tempat geowisata.

c. Kondisi geologi

Kondisi geologi lokasi penelitian berada pada daerah perbukitan vulkanik yang termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan. Litologi pada daerah penelitian tersusun atas lava andesit dengan bentukan *columnar joint* yang merupakan bagian dari Formasi Mandalika (Surono dkk., 1992).

d. Produk daya tarik wisata

Produk daya tarik wisata yang ada pada lokasi penelitian meliputi keindahan alam dari fenomena geologi berupa *columnar joint* dan keindahan pemandangan alam dari puncak setiap bukit.

e. Aktivitas yang dapat dilakukan

Aktivitas yang dapat dilakukan, antara lain mendaki ke puncak setiap bukit, mengambil foto dari puncak setiap bukit, berkemah, maupun sebagai lokasi kunjungan untuk bahan pembelajaran dan penelitian dalam ilmu kebumian.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Parameter Kuantifikasi Nilai Kelayakan Geowisata

Nilai Intrinsik dan Keilmuan		**Skor (Kubalíková, 2013)**	**Skor Situs Geologi *Columnar Joint***
Integritas [A]	Secara keseluruhan lokasi mengalami kerusakan	0	0,5
	Lokasi rusak tapi masih terlihat bentukan abiotiknya	0,5	
	Lokasi tanpa mengalami kerusakan	1	
Keunikan (Jumlah kemiripan lokasi) [B]	Lebih dari 5 lokasi	0	0,5
	2–5 lokasi yang mirip	0,5	
	Hanya 1 lokasi dalam area yang menarik	1	
Keragaman (Jumlah proses geomorfik yang berbeda yang dapat terlihat keberagamannya) [C]	Hanya 1 lokasi yang memilki fitur/ proses yang terlihat	0	0,5
	2–4 fitur/proses yang terlihat	0,5	
	Lebih dari 5 fitur/proses yang terlihat	1	
Pengetahuan ilmiah [D]	Lokasi tidak diketahui	0	1
	Paper ilmiah dalam skala nasional	0,5	
	Lokasi sudah banyak diketahui masyarakat global	1	
Persentase (%)		**-**	**62,5 %**
Nilai Edukasi		**Skor (Kubalíková, 2013)**	**Skor Situs Geologi Columnar Joint**
Keterwakilan dan visibilitas/kejelasan fitur/proses [A]	Keterwakilan rendah/tidak jelas	0	1
	Keterwakilan sedang, khususnya bagi akademis	0,5	
	Keterwakilan tinggi, dapat dikenali bagi masyarakat awam	1	
Penggunaan pedagogis (pengajaran) [B]	Nilai karakter yang rendah dan tanpa penggunaan unsur pedidikan	0	1
	Ada nilai karakter, tetapi dengan penggunaan unsur pendidikan yang terbatas	0,5	
	Nilai karakter yang tinggi dan memiliki potensi tinggi untuk penggunaan pendidikan dan geowisata	1	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keberadaan produk pendidikan [C]	Tidak ada petunjuk informasi	0	0
	Leaflets, peta, halaman web	0,5	
	Ada panel informasi di lokasi tersebut	1	
Penggunaan lokasi saat ini [D] tujuan pendidikan (ekskursi, pendampingan, wisata)	Tidak ada manfaat bagi pendidikan di lokasi tersebut	0	1
	Lokasi merupakan lokasi bagi ekskursi khusus (siswa)	0,5	
	Tempat umum dikunjungi untuk publik	1	
Persentase (%)		-	**75 %**
Nilai Ekonomi		**Skor (Kubalíková, 2013)**	**Skor Situs Geologi Columnar Joint**
Keterjangkauan [A]	Lebih dari 1000 m dari tempat parkir	0	0,5
	Kurang dari 1000 m dari tempat parkir	0,5	
	Lebih dari 1000 m dari pemberhentian transportasi umum	1	
Keterdapatan infrastruktur pengunjung [B]	Lebih dari 10 km dari lokasi telah ada fasilitas wisatawan	0	1
	5–10 km fasilitas wisatawan/turis	0,5	
	Kurang dari 5 km fasilitas wisatawan/ turis	1	
Produk lokal [C]	Tidak terdapat produk lokal yang berhubungan dengan lokasi	0	0,5
	Beberapa produk	0,5	
	Pusat bagi beberapa produk lokal	1	
Persentase (%)		-	66,7 **%**
Nilai Konservasi		**Skor (Kubalíková, 2013)**	**Skor Situs Geologi Columnar Joint**
Ancaman dan risiko terkini [A]	Risiko alam dan lingkungan tinggi	0	0,5
	Risiko yang ada dapat merusak lokasi	0,5	
	Risiko rendah dan hampir tidak ada ancaman	1	
Potensi ancaman dan risiko [B]	Risiko alam dan lingkungan tinggi	0	0
	Sebelumnya terdapat risiko yang dapat merusak lokasi	0,5	
	Risiko rendah atau secara umum tidak ada ancaman	1	

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Status terkini mengenai lokasi [C]	Kerusakan lanjutan di lokasi	0	0,5
	Lokasi mengalami kerusakan, tetapi sekarang manajemen sedang mengukur untuk mencegah kerusakan	0,5	
	Tidak terdapat kerusakan	1	
Perlindungan legislatif [D]	Tidak ada perlindungan legislatif	0	1
	Telah ada proposal untuk perlindungan legislatif	0,5	
	Telah ada perlindungan legislatif (monumen alam, perlindungan alam)	1	
Persentase (%)		-	50 %
Nilai Tambah		**Skor (Kubalíková, 2013)**	**Skor Situs Geologi *Columnar Joint***
Nilai ekologi: kehadiran sejarah/ archeological [A]	Tidak ada unsur budaya	0	0,5
	Ada unsur budaya tetapi tidak berkaitan dengan unsur abiotik	0,5	
	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik	1	
Nilai ekologi [B]	Tidak penting	0	0,5
	Ada pengaruh tetapi tidak terlalu penting	0,5	
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1	
Nilai estetika [C]	1 warna	0	0,25
	2–3 warna	0,25	
	Lebih dari 3 warna	0,5	
Struktur ruang [D]	Hanya 1 pola	0	0,5
	2–3 pola	0,25	
	Lebih dari 3 pola	0,5	
Sudut pandang [E]	Tidak ada	0	0,25
	1–2 pola	0,25	
	Lebih dari 3 pola	0,5	
Persentase (%)		-	**57,14 %**
Persentase rata-rata (%)		-	**62,27%**

Sumber: Penyusun (2019) berdasarkan Pereira & Pereira dalam Kubalíková (2013)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keberadaan situs geologi *columnar joint* pada daerah penelitian tersingkap baik pada beberapa lokasi, antara lain pada spot foto yang oleh warga diberi nama Bukit Cinta dan Gunung Gono Wonogiri.



Foto: Penyusun (2019)

Gambar 14. Ketampakan *columnar joint* pada spot foto Gunung Gono, area bekas tambang yang keberadaannya memiliki potensi geowisata.

Lokasi-lokasi tersebut sering dijadikan sebagai laboratorium alam dan media pembelajaran kuliah lapangan, terutama bagi mahasiswa ilmu kebumian. Selain menjadi lokasi pembelajaran, berdasarkan hasil analisis kuantifikasi nilai kelayakan geowisata, bentukan *columnar joint* pada lokasi penelitian juga menjadi suatu lokasi wisata yang menarik.

Selain dapat melanjutkan proses konservasi yang sudah dilakukan oleh Perhutani, pengembangan yang berkelanjutan pada area Geowisata Selogiri diharapkan mampu menjadi solusi bagi permasalahan perekonomian masyarakat sekitar dan juga kelanjutan konservasi dari warisan geologi yang ada pada lokasi tersebut, yakni situs *columnar joint* lava andesit.

D. KESIMPULAN

Proses konservasi warisan geologi berupa situs *columnar joint* yang ada pada Dusun Randubang, Desa Pare masih belum berjalan efektif. Hal ini diakibatkan oleh masih adanya proses penambangan yang terjadi pada beberapa situs geologi tersebut.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengembangkan geowisata pada lokasi tersebut secara maksimal. Hal ini didasarkan pada potensi geologi yang diketahui dari nilai rata-rata parameter kelayakan sebagai tempat geowisata sebesar 62,27%.

Proses pengembangan geowisata pada daerah penelitian masih harus dilakukan pembenahan dari segi infrastruktur penunjang wisata maupun dari segi pembentukan masyarakat yang sadar akan pentingnya geowisata sebagai upaya konservasi lanjutan warisan geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

E. SARAN

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa saran yang dapat direkomendasikan untuk pengembangan geowisata pada lokasi penelitian agar tercipta tempat wisata yang nyaman, dapat meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar, dan mampu menjadi upaya lanjutan konservasi situs geologi *columnar joint*, antara lain :

1. Sosialisasi kepada masyarakat dengan bantuan pemerintah setempat, Perhutani, dan ahli geologi tentang pentingnya menjaga kondisi singkapan *columnar joint* tersebut.
2. Pengembangan infrastruktur seperti jalan, papan nama, WC umum, dan kantong parkir.
3. Pengembangan masyarakat tentang bagaimana mengelola wisata yang baik.
4. Pengembangan promosi tentang daya tarik geowisata pada situs geologi *columnar joint*.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapakan terima kasih kepada:

1. Para dosen Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang selalu membimbing dan membagikan ilmunya kepada penyusun.
2. Masyarakat Dusun Randubang yang telah membantu dalam proses pengambilan data selama di lapangan.
3. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memberi bantuan dalam bentuk apa pun.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Informasi Geospasial. (2015). *Peta rupa bumi Indonesia*. Diakses pada xxx dari *http://www.big.go.id/assets/download/Atlas-Administrasi/16-Peta-Wilayah-Prov-DI-Yogyakarta.pdf.*

Bates, R. L., & Jackson, J. A. (Eds). (1987). *Glossary of geology, 3rd edition*. Virginia: American Geological Institute.

Bruneau, P. M. C. (2007). *Ecosystem sensitivity and responses to climate change: Understanding the links between geodiversity and biodiversity at the landscape scale*. Petersbrough: Joint Nature Conservatioan Committe.

Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Wonogiri. (2018). *Data kependudukan dan kondisi penduduk di Desa Pare*. Wonogiri: Disdukcapil. Diakses pada xxx dari *http://pare.desa.id/data/kependudukan/*

Google Earth. (Tahun Akses). Diakses pada xxx dari *https://www.google.co.id/intl/id/earth/.*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hartono, G. (2011). Geologi gunung api purba Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah MTG*, *4*(2), 101–112.

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, *2*(2), 80–104.

Pemerintah Indonesia. (2009). Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009 Tentang Kepariwisataan. *Lembaran Negara RI Tahun 2009, No. 11*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Pemerintah Indonesia. (1999). Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 Pasal 50 Tentang Kehutanan. *Lembaran Negara RI Tahun 1999, No. 167*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Pratama, Aditya, & Hakim, Fahmi. (2015). *Karakteristik kekar tiang lava andesit di Daerah Randubang, Wonogiri, Jawa Tengah*. Diakses pada 4 Juni 2019 dari *https://www.academia.edu/*.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). (2007). *Diklat geowisata*. Jakarta: Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia.

Spry, A. (1962). The origin of columnar jointing, particularly in basalt flows. *Aust J Earth Sci*, 8(1), 191–216.

Surono, Sudarno, I., & Toha, B. (1992). *Peta geologi lembar Surakarta-Giritontro, Jawa, skala 1:100.000*. Bandung: Puslitbang Geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ANALISIS POTENSI DESA SEBORO SEBAGAI GEOWISATA DI KAWASAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG

POTENTIAL ANALYSIS OF THE SEBORO VILLAGE AS A GEOWISATA IN THE AREA OF GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG

Isyqi[1*],Mohamad Al'Afif[1], dan Sueno Windu Hutomo[1]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, LIPI, Jalan Karangsambung KM 19
[1,*]*E-mail*:isyqi@karangsambung.lipi.go.id

ABSTRACT

The northern part of Kebumen is known for its diversity of rock types, including in Seboro Village, Sadang Sub-District. The uniqueness of geological and morphological conditions in Seboro Village have the potential to become a geotourism area. The development of geotourism in a place or region is preceded by a geosite or geomorphosite analysis. This study aims to analyze the feasibility of several objects in Seboro Village as geotourism location. The method used in this study consisted of 3 stages, the literature study, field research, and the geosite and geomorphosite analysis based on several parameters, namely the value of scientific approach, educational value, economic value, conservation value, and added value (beauty, culture, geological factors). The feasibility analysis which was conducted to the three objects, namely Watu Kelir, Embung Seboro, and Watu Gupit resulted in the worthiness of 76%, 57,16%, and 34,67%. The development of supporting tourism infrastructure and understanding of the surrounding community about the geotourism benefits is very much needed in order to increase the attraction of tourism in these objects. Promotions with various media also needs to be done so that the geotourism objects in Seboro Village is better known to the wider community.

Keywords: *Seboro, geotourism, geosite-geomorphosite, Watu Kelir, Embung Seboro, Watu Gupit.*

ABSTRAK

Wilayah Kebumen bagian utara telah dikenal akan keragaman jenis batuannya, termasuk di Desa Seboro, Kecamatan Sadang. Keunikan kondisi geologi serta morfologi yang terdapat di Desa seboro membuatnya berpotensi sebagai daerah geowisata. Pengembangan geowisata pada suatu tempat atau daerah didahului dengan suatu analisis *geosite* atau *geomorphosite*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan beberapa objek di Desa Seboro sebagai lokasi geowisata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu tahap studi pustaka, tahap penelitian lapangan, dan tahap analisis *geosite* dan *geomorphosite* berdasar beberapa parameter, yaitu nilai pendekatan ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, serta nilai tambah (keindahan, budaya, faktor geologi). Analisis kelayakan yang dilakukan pada tiga objek, yaitu Watu Kelir, Embung Seboro, dan Watu Gupit, menghasilkan nilai kelayakan secara berurutan 76%, 57,16%, dan 34,67 %. Pengembangan infrastuktur penunjang pariwisata serta pemahaman

Buku ini tidak diperjualbelikan.

masyarakat sekitar tentang manfaat geowisata sangat diperlukan untuk meningkatkan daya tarik wisata di objek tersebut. Promosi dengan berbagai media juga perlu dilakukan agar objek geowisata di Desa Seboro lebih dikenal masyarakat luas.

Kata kunci: *Seboro, geowisata, geosite-geomorphosite, Watu Kelir, Embung Seboro, Watu Gupit.*

A. PENDAHULUAN

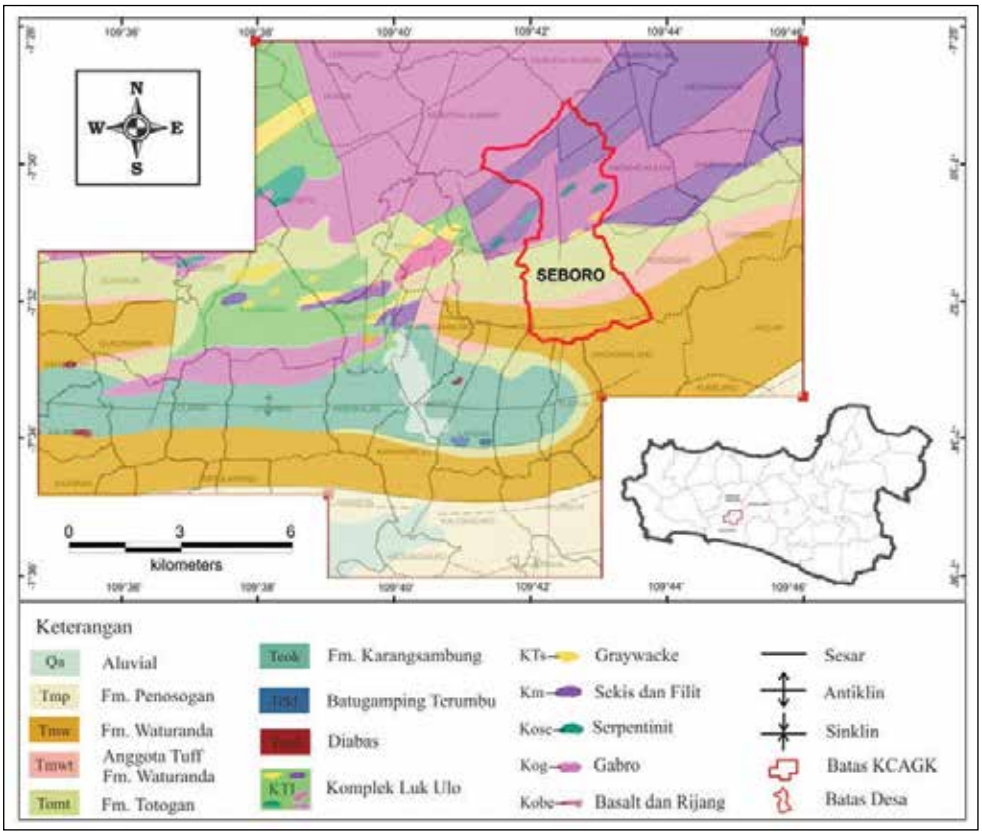
Desa Seboro yang terletak di bagian utara Kabupaten Kebumen memiliki kondisi geologi serta bentang alam yang cukup unik sehingga desa tersebut masuk dalam Kawasan Cagar Alam Geologi (KCAG) Karangsambung serta kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong. Kondisi geologi serta bentang alam yang terdapat di Desa Seboro dapat menjadi modal untuk mengembangkan potensi geowisata di desa tersebut. Geowisata merupakan bentuk kegiatan pariwisata minat khusus yang fokus utamanya pada ketampakan geologis permukaan bumi maupun yang terkandung di dalamnya dalam rangka mendorong pemahaman akan lingkungan hidup, alam dan budaya, lebih lanjut sebagai bentuk apresiasi dan kegiatan konservasi, serta memiliki kepedulian terhadap kelestarian kearifan lokal (Hermawan & Brahmanto, 2017). Meskipun demikian, kondisi geologi hanyalah salah satu parameter penentu suatu daerah sebagai kawasan geowisata. Oleh karena itu, perlu adanya suatu analisis untuk mengukur potensi suatu daerah sebagai kawasan geowisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur potensi Desa Seboro sebagai desa wisata menggunakan analisa *geosite* dan *geomorphosite* (Kubalikova & Kirchner, 2016).

Desa Seboro secara administratif masuk ke dalam Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen. Jarak dari pusat Kabupaten Kebumen sekitar 25 Km, dapat ditempuh selama 50 menit dengan perjalanan darat. Desa Seboro memiliki kondisi geografi berupa lembah dan perbukitan dengan ketinggian antara 150–550 mdpl. Bagian utara merupakan perbukitan batuan pra-tersier atau berumur tua, sedangkan bagian selatan merupakan perbukitan batuan tersier atau muda. Di antara kedua perbukitan tersebut, terdapat lembah yang dialiri sungai Luk Ulo. Secara geologi, Desa Seboro tersusun atas Kompleks Melange Luk Ulo (KMLU), Formasi Waturanda serta anggota tuff Formasi Waturanda seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Menurut Asikin, Handoyo, Busono dkk. (1992), KMLU terdiri dari campuran berbagai bongkah batuan (beku, sedimen, metamorf) dengan masa dasar serpih dan batulempung hitam yang terkoyak-koyak *(pervasively sheared)*. Komponen KMLU secara garis besar meliputi:

1. Batuan metamorfik, merupakan batuan tertua yang dijumpai dan terdiri dari genes, sekis hijau, sekis mika, sekis biru, filit, amphibolit, eklogit, dan marmer. Pengukuran radiometrik K-Ar pada sekis mika menunjukkan umur 117 Ma (Ketner, Modjo, Naeser dkk., 1976; Miyazaki, Sopaheluwakan, Zulkarnain, & Wakita, 1998)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Batuan beku, merupakan seri batuan ofiolit tersingkap di daerah ini, yang terdiri atas batuan peridotit, serpentinit, gabro, diabas, dan basal yang umum membentuk struktur bantal. Basal berstruktur bantal umumnya berasosiasi dengan sedimen laut dalam.
3. Sedimen laut dalam, berupa selang seling rijang dengan lempung merah atau lempung merah gampingan. Batuan sedimen, umumnya berupa perselingan batuan pelitik dengan batupasir, *greywacke*, dan *metagreywacke* yang umumnya membentuk struktur *boudinage*.



Sumber: Modifikasi dari Asikin dkk. (1992)

Gambar 1. Peta Geologi Desa Seboro

Formasi Waturanda tersusun atas batupasir kasar dan breksi dengan fragmen berupa andesit dan basalt serta masa dasar batupasir dan tuf, sedangkan anggota tuf Formasi Waturanda terdiri dari perselingan tuf kaca, tuf kristal, batupasir gampingan, dan napal tufan (Asikin dkk., 1992).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Parameter Kuantifikasi Geowisata (Kubalikova & Kirchner, 2016)

Nilai pendekatan ilmiah dan intrinsic		**Bobot**
Integritas (A)	Lokasi *site* rusak parah	0
	Lokasi *site* rusak tetapi masih dapat terlihat lingkungan abiotiknya	0,5
	Site tanpa kerusakan	1
Keunikan/kekhasan (jumlah *site* yang mirip dengan *site* tersebut) (B)	Lebih dari 5	0
	2–5 *site* yang mirip	0,5
	Hanya 1, yaitu *site* tersebut	1
Keberagaman, jumlah proses-proses geomorfik yang berbeda yang dapat terlihat keberagamannya (C)	Hanya 1 fitur/proses yang terlihat	0
	2–4 fitur/proses terlihat	0,5
	Lebih dari 5 fitur/proses terlihat	1
Apakah *site* pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah? (D)	*Site* tidak diketahui	0
	Pada *paper* ilmiah setingkat nasional	0,5
	Diketahui secara luas oleh masyarakat global	1
Nilai Pendidikan		**Bobot**
Keterwakilan, kejelasan dari proses/fitur yang ada (A)	Keterwakilan/kejelasan rendah alias tidak jelas	0
	Keterwakilan/kejelasan medium, dapat dikenali oleh akademisi	0,5
	Keterwakilan/kejelasan tinggi, dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Penggunaan pedagogi (B)	Nilai karakter yang rendah dan tanpa penggunaan unsur/proses pendidikan	0
	Ada nilai karakter, tetapi penggunaan unsur pendidikan yang terbatas	0,5
	Nilai karakter yang tinggi dan potensi unsur pendidikan yang tinggi, aspek geowisata yang tinggi	1
Apakah telah ada produk pendidikan di *site* tersebut (C)	Tidak ada petunjuk informasi	0
	Ada *leaflets,* peta, laman internet	0,5
	Ada panel informasi di lokasi *site* tersebut	1
Penggunaan nyata atau aktual dari *site* tersebut untuk kepentingan pendidikan (D)	Tidak ada penggunaan untuk pendidikan	0
	Digunakan untuk ekskursi atau *fieldtrip* khusus bagi siswa	0,5
	Tempat umum untuk dikunjungi publik	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai Ekonomi		**Bobot**
Daya akses, (A)	Lebih dari 1 km dari lokasi parkir	0
	Kurang dari 1 km dari lokasi parkir	0,5
	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi publik	1
Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata, (B)	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas pariwisata yang telah ada	0
	5–10 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	0,5
	Kurang dari 5 km dari fasilitas pariwisata yang telah ada	1
Produk lokal terkait (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan situs wisata	0
	Beberapa produk terkait	0,5
	Pusat beberapa produk tertentu	1
Nilai Konservasi		**Bobot**
Risiko nyata atau sudah jelas-jelas ada, seperti misalnya banjir rob untuk *site* di pesisir, (A)	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
	Ada risiko yang dapat mengganggu	0,5
	Risiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Risiko yang masih berpotensial, belum terjadi, (B)	Risiko tinggi, tinggi risiko alami dan buatan	0
	Ada risiko yang dapat mengganggu	0,5
	Risiko sangat rendah bahkan tanpa ada ancaman	1
Status terbaru dari *site* tersebut (C)	Proses perusakan terus terjadi	0
	Site rusak tetapi ada manajemen untuk mencegahnya	0,5
	Tidak ada proses perusakan	1
Perlindungan undang-undang/ perda tentang *site* tersebut (D)	Tidak ada hukum yang melindungi	0
	Baru bersifat pengajuan	0,5
	Sudah ada perda/hukum untuk mengkonservasinya	1
Nilai Tambahan		**Bobot**
Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan *site* tersebut (A)	Tidak ada unsur budaya	0
	Ada unsur budaya namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0,5
	Ada hubungan budaya yang kuat dengan unsur abiotik, misalnya mistis	1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai ekologi (B)	Tidak penting karena kurangnya makhluk hidup	0
	Ada pengaruh tetapi tidak terlalu penting	0,5
	Pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya	1
Nilai Estetika (C): Jumlah Warna (D), Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	1 warna	0
	2–3 warna	0,25
	Lebih dari 3 warna	0,5
	Hanya 1 pola	0
	2 atau 3 Pola yang dapat dibedakan	0,25
	Lebih dari 3 pola	0,5
	Tidak ada	0
	1–2	0,25
	3 dan lebih	0,5
TOTAL		**%**

B. METODE PENELITIAN

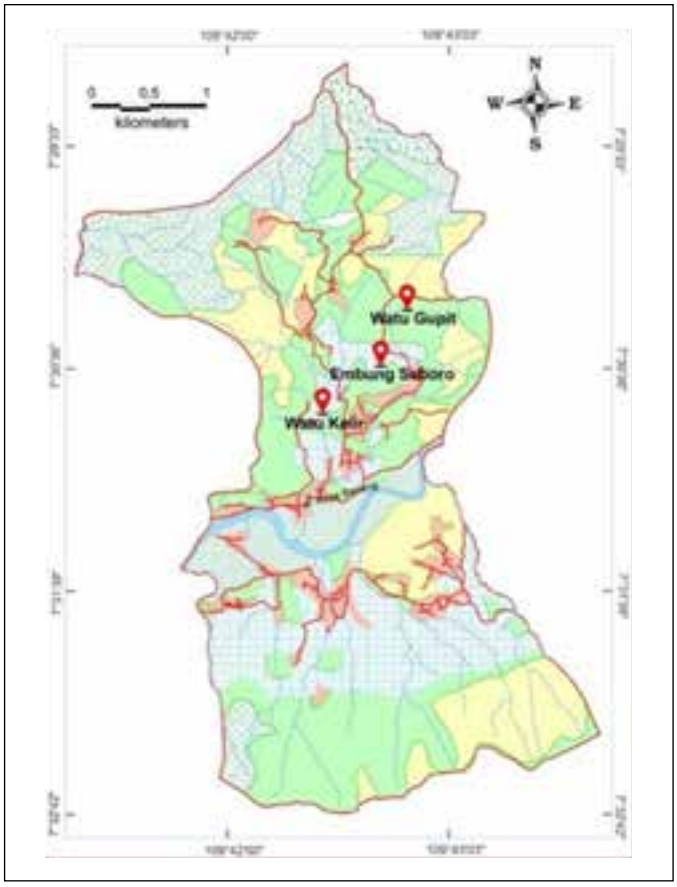
Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap studi literatur, tahap penelitian lapangan, serta tahap analisa potensi geowisata menggunakan parameter milik Kubalikova dan Kirchner (2016).

Tahap pertama, yaitu studi literatur mengenai kondisi geologi daerah penelitian, konsep geowisata, dan konsep analisis potensi geowisata. Pada tahap penelitian lapangan dilakukan pengamatan pada masing-masing objek yang berpotensi sebagai *geosite*, pengeplotan lokasi, serta pengambilan foto lokasi. Tahap ketiga adalah analisis *geosite* dan *geomorphosite* berdasarkan metode kuantifikasi yang terdapat pada Tabel 1 menurut Kubalikova (2016). Parameter yang digunakan, antara lain nilai pendekatan ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, serta nilai tambah (keindahan, budaya, dan faktor geologi).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, terdapat tiga objek di Desa Seboro yang dilakukan analisis kuantifikasi, yaitu Watu Kelir, Embung Seboro, serta Watu Gupit. Lokasi masing-masing objek tersaji pada Gambar 2. Ketiga objek akan dideskripsikan tentang lokasi detail, nilai analisis kuantifikasi berdasarkan tabel analisis *geosite* dan *geomorphosite* (Kubalikova & Kirchner, 2016), tinjauan geologi, dan produk daya tarik wisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Modifikasi dari Bakosurtanal (2001)

Gambar 2. Peta Lokasi *Geosite*

Berikut adalah deskripsi masing-masing objek:

1. Watu Kelir

Objek ini terletak pada koordinat UTM 49S 3575183, 9169384 Dusun Gentan, Desa Seboro, Kecamatan Sadang, Kebumen. Objek ini dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor selama 10 menit dari jalan raya Sadang dilanjutkan dengan treking selama 10 menit melintasi kebun dan sawah.

Analisis kuantifikasi *geosite* dan *geomorphosite* objek Watu Kelir ditunjukkan pada Tabel 2. Watu Kelir memiliki nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 87,5%, nilai edukasi 87,5%, nilai ekonomi 50%, nilai konservasi 100%, dan nilai tambahan 55%. Secara keseluruhan, Watu Kelir memiliki tingkat kelayakan sebesar 76% untuk dijadikan sebagai lokasi geowisata.

Objek Watu Kelir yang berada di tepian Kali Muncar, secara geologi merupakan bagian dari Kompleks Melange Luk Ulo sehingga produk daya tarik wisata utama

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang terdapat di Watu Kelir adalah keberagaman batuannya. Singkapan batuan yang terdapat di Watu Kelir seperti ditunjukkan pada Gambar 3, antara lain adalah:

a. Singkapan batuan sedimen laut dalam berwarna merah yang terdiri dari pelapisan rijang dan batugamping merah.
b. Singkapan batuan beku basalt yang memiliki struktur bantal (*pillow*) atau disebut lava bantal.
c. Singkapan dan bongkah berbagai jenis batuan metamorf, seperti eklogit, sekis glukofan, dan amphibolit.



Gambar 3. Singkapan Lava Bantal, Rijang-Gamping Merah, dan Eklogit di Watu Kelir

Singkapan batuan di atas secara geologi memiliki nilai ilmiah dan edukasi yang tinggi karena sangat jarang dijumpai tiga jenis batuan sekaligus dalam satu tempat. Struktur lava bantal pada batuan basalt juga merupakan bentukan yang sangat khas dan langka sehingga menambah nilai keindahan di objek tersebut. Daya tarik wisata lainnya di Watu Kelir, antara lain adalah adanya aliran Kali Muncar yang cukup tenang dan jernih sehingga aman untuk bermain air. Selain itu, pada musim penghujan, singkapan lava bantal akan berubah menjadi air terjun yang cukup indah. Nama "Watu Kelir" diberikan oleh masyarakat Desa Seboro karena keberadaan singkapan rijang-gamping merah di lokasi tersebut yang dianggap menyerupai "kelir" atau layar tempat memainkan boneka wayang, sedangkan singkapan lava bantal dianggap sebagai "gong" atau alat musik yang biasanya digunakan dalam pagelaran wayang.

Selama ini Watu Kelir telah dikunjungi oleh ribuan pengunjung, terutama akademisi, baik dari dalam negeri maupun dari negara lain. Namun demikian, Watu Kelir masih memiliki kekurangan sebagai lokasi geowisata karena belum tersedianya fasilitas umum, seperti tempat parkir, toilet, tempat sampah, tempat ibadah, dll.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Papan penunjuk jalan menuju lokasi juga masih sangat minim, hanya ada satu di tepi jalan, padahal trek yang harus ditempuh melewati sawah dan perkebunan. Pemahaman masyarakat sekitar terhadap nilai ilmiah objek tersebut juga masih rendah. Pembenahan infrastuktur dan peningkatan pemahaman masyarakat akan nilai ilmiah objek seharusnya dilakukan agar kenyaman pengunjung meningkat. Promosi melalui berbagai media juga perlu digencarkan agar jumlah pengunjung bisa meningkat.

2. Embung Seboro

Objek ini terletak pada koordinat UTM 49S 357999, 9169821, Desa Seboro, Kecamatan Sadang, Kebumen. Objek ini dapat ditempuh dengan menggunakan roda dua ataupun roda empat selama 10 menit dari jalan raya Sadang. Objek Embung Seboro berada di atas bukit Geong, secara geologi merupakan bagian dari Kompleks Melange Luk Ulo. Litologi dominan penyusun objek ini adalah batulempung. Embung Seboro merupakan cekungan buatan yang berfungsi untuk menampung kelebihan air pada saat terjadi hujan. Embung Seboro digunakan untuk mengairi kebun kelengkeng yang terletak di sekitar Embung.

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* Embung Seboro berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 50%, nilai edukasi 50%, nilai ekonomi 83,3%, nilai konservasi 62,5%, dan nilai tambahan 40%. Secara keseluruhan, Embung Seboro memiliki tingkat kelayakan sebesar 57,16% untuk dijadikan sebagai lokasi geowisata.

Embung Seboro selain memiliki fungsi ekologi, juga memiliki beberapa daya tarik wisata. Letaknya yang di atas bukit, membuat pengunjung dapat menikmati hijaunya panorama Desa Seboro dan sekitar. Objek ini juga memiliki nilai ilmiah dan edukasi karena merupakan contoh pentingnya pengaruh dari aspek geomorfik terhadap ekologi di sekitarnya. Nilai ilmiah dan edukasi juga terdapat di puncak bukit Geong karena pengunjung dapat menyaksikan perbedaan perbukitan berumur pra-tersier (tua) dan tersier (muda) yang juga berbeda jenis batuan penyusunnya, seperti pada Gambar 4. Daya tarik wisata lain yang terdapat di Embung Seboro adalah adanya taman bermain untuk anak-anak (Gambar 5a) dengan koleksi beberapa satwa, seperti kelinci, kalkun, dan merpati. Pengunjung juga dapat membawa pulang buah Kelengkeng dari perkebunan Kelengkeng (Gambar 5b) sekitar embung jika berkunjung pada musim panen.

Embung Seboro sudah dilengkapi dengan fasilitas umum, seperti tempat parkir, toilet, tempat istirahat/makan, dan tempat ibadah (musala). Pengunjung, baik dari kalangan akademisi maupun umum sudah berkunjung ke objek ini. Beberapa panel informasi, baik mengenai fungsi embung, budi daya kelengkeng, maupun mengenai perbukitan pra-tersier dan tersier, perlu dibuat untuk menambah daya tarik pengunjung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Instagram @Seloasri

Gambar 4. Panorama Perbukitan Tersier dan Pra-Tersier dari Puncak Bukit Si Geong



Foto: Instagram @Seloasri

Gambar 5. (a) Taman Selo Asri di Embung Seboro **(b)** Perkebunan Kelengkeng di dekat Embung Seboro

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Watu Gupit

Watu Gupit terletak pada koordinat UTM 49S 358193, 9170297, Desa Seboro, Kecamatan Sadang, Kebumen. Objek ini dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor selama 15 menit dari jalan raya Sadang dilanjutkan dengan *tracking* selama 15 menit melintasi kebun dan sawah. Objek Watu Gupit yang berada di kaki bukit Srengseng secara geologi merupakan bagian dari Kompleks Melange Luk Ulo. Objek Watu Gupit tersusun oleh batuan sedimen laut dalam berupa rijang dan gamping merah. Singkapan rijang dan batu gamping merah yang terdapat di Watu Gupit menjadi menarik karena dimensinya yang cukup besar. Selain itu, bidang perlapisan kedua batuan tersebut tidak horizontal, seperti batuan sedimen pada umumnya melainkan cenderung berarah vertikal yang terlihat pada Gambar 6 sehingga memperlihatkan kenampakan yang cukup unik.



Gambar 6. Singkapan Rijang-Batugamping Merah dengan Perlapisan Vertikal di Watu Gupit

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis *geosite* dan *geomorphosite* berupa nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 37,5%, nilai edukasi 25%, nilai ekonomi33,3%, nilai konservasi 62,5%, dan nilai tambahan 15%. Secara keseluruhan, Watu Gupit memiliki tingkat kelayakan sebesar 34,67% untuk dijadikan sebagai lokasi geowisata.

Objek Watu Gupit masih memerlukan banyak pembenahan agar layak menjadi lokasi geowisata. Selain mengandalkan singkapan rijang-gamping merah yang terdapat di lokasi tersebut, perlu ditambahkan fitur lain, seperti spot swafoto, gardu pandang di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Tabel Hasil Analisis Kuantifikasi Kelayakan

Parameter	Watu Kelir	Embung Seboro	Watu Gupit
Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik			
A	1	1	0,5
B	1	0,5	0,5
C	0,5	0,5	0,5
D	1	0	0
(%)	87,5	50	37,5
Nilai Pendidikan			
A	1	1	0,5
B	1	0,5	0,5
C	1	0	0
D	0,5	0,5	0
(%)	87,5	50	25
Nilai Ekonomi			
A	1	1	0
B	0,5	1	1
C	0	0,5	0
(%)	50	83,3	33,3
Nilai Konservasi			
A	1	1	1
B	1	1	1
C	1	0,5	0,5
D	1	0	0
(%)	100	62,5	62,5
Nilai Tambahan			
A	1	0,5	0
B	0,5	1	0
C	0,5	0,25	0,25
D	0,5	0	0,25
E	0,25	0,25	0,25
(%)	55	40	15
TOTAL	**76**	**57,16**	**34,67**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

atas bukit, arena bermain anak, dll. Hutan pinus yang terdapat di bukit Srengseng dan sekitarnya juga bisa dimanfaatkan untuk menambah daya tarik wisata. Infrastruktur dasar, seperti jalan, tempat parkir, toilet, tempat istirahat, dll juga perlu dibangun. Selain itu, panel informasi mengenai batuan rijang dan gamping merah juga perlu ditambahkan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Desa Seboro, Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen memiliki beberapa objek potensial untuk dijadikan wisata berbasis geologi. Pada penelitian ini dilakukan analisis kelayakan pada tiga objek, yaitu Watu Kelir, Embung Seboro, dan Watu Gupit yang mempunyai nilai kelayakan secara berurutan 76%, 57,16%, dan 34,67 %. Dari hasil penelitian, Watu Kelir merupakan objek yang memiliki nilai kelayakan yang paling tinggi. Meskipun demikian, masih harus dilakukan pembenahan terutama pembangunan fasilitas umum di objek tersebut. Pembenahan yang serupa juga perlu dilakukan pada dua objek lainnya.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang setulusnya kepada kelompok sadar wisata (POKDARWIS) "Seboro Selo Asri" yang telah membantu dalam penelitian ini, juga kepada teman-teman peneliti Balai Informasi dan Konservasi Kebumian LIPI sehingga tulisan ini dapat dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa,* skala 1: 100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Bakosurtanal. (2001). *Peta rupa bumi digital Indonesia lembar 1408–134 Karangsambung,* skala 1:25.000. Bogor: Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional.

Hermawan, H., & Brahmanto, E. (2017). *GEOWISATA : Perencanaan pariwisata berbasis konservasi dan edukasi*. Bandung : OSF peprint.

Kubalikova, L., & Kirchner, K. (2016). Geosite and geomorphosite as a tool for geoconservation and geotourism Purposes: A case study from Vrchovina Highland (eastern part of the Czech Republic). *Geoheritage 8*, 5–14.

Ketner, K. B., Modjo, S., Naeser, C. W., Obradovich, J. D., Robinson, K., Suptandar, T., Wikarno. (1976). Pre–eocene tocks of Java, Indonesia. *Journal of Research, United State Geological Survey 14*, 605–614.

Miyazaki, K., Sopaheluwakan, J., Zulkarnain, I., Wakita, K. (1998). Jadeitequartz–glaucophane rock from Karangsambung Central Java, Indonesia and its tectonic implications. *The Island Arc 7*, 223–230.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI *GEODIVERSITY* DAN GEOWISATA PANTAI MENGANTI SEBAGAI SALAH SATU *GEOSITE* DI GEOPARK NASIONAL KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG, JAWA TENGAH

GEODIVERSITY AND GEOTOURISM POTENTIAL OF MENGANTI BEACH AS ONE OF GEOSITE IN KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG NATIONAL GEOPARK, CENTRAL JAVA

Fitriany Amalia Wardhani[1*], Isyqi[1], Chusni Ansori[1], Defry Hastria[1], Eko Puswanto[1], Mohammad Al Afif[1]

[1]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Karangsambung Km. 19 Kec. Karangsambung, Kab. Kebumen 54353
[*]*E-mail*:fitriany.amalia.wardhani@karangsambung.lipi.go.id

ABSTRACT

Menganti Beach is one of the geosites in Karangsambung–Karangbolong National Geopark. The objective of the study is to determine the geodiversity of Menganti Beach geosite as a geotourism object and to increase the potential of geotourism in the Menganti Beach Geosite area. This study uses several methods, namely literature study, field research, geosite and geomorphosite assessment analysis, as well as geotourism development planning in this area. The results of this research show that the existence of this geosite was related to the formation of ancient volcanoes in the Gabon Formation in Late Oligocene–Early Miocene age. In the Menganti Beach Geosite, there is geodiversity in the form of sand beach morphology and coastal sediments on the Menganti Beach, volcanic rock outcrops on the Keteb Widadari Cliff, igneous rock outcrops with columnar joint structures from ancient volcanoes on Tanjung Karangbata, and Menganti Caves which are located in the breccias outcrops. Based on the geosite and geomorphosite assessment analysis, Menganti Beach Geosite is suitable as a geotourism object with the conservation values of 75%, economical values of 83,33%, educational values of 100%, scientific and intrinsic values of 62,5% and added values of 70%. Increasing the potential of geotourism in this area can be done by adding geotrail routes, special geotourism packages, adding facilities for education, and providing additional knowledge about the geological conditions around the geosite area to tour guides so that they can be delivered well to tourists.

Keywords: *geopark, geodiversity, Menganti, beach, geosite.*

ABSTRAK

Pantai Menganti merupakan salah satu *geosite* di kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong yang menjadi objek geowisata pantai bagi wisatawan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis keanekaragaman geologi sebagai objek geowisata serta

Buku ini tidak diperjualbelikan.

meningkatkan potensi geowisata di dalam kawasan Geosite Pantai Menganti. Penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur penelitian terdahulu, penelitian lapangan, analisis penilaian *geosite* dan *geomorphosite*, serta perencanaan pengembangan geowisata di kawasan ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan *geosite* ini berhubungan dengan pembentukan gunung api purba pada Formasi Gabon yang berumur Oligosen Akhir–Miosen Awal. Di dalam *geosite* Pantai Menganti terdapat keanekaragaman geologi berupa morfologi pantai berpasir dan sedimen pantai pada Pantai Menganti, singkapan batuan vulkanik pada Tebing Keteb Widadari, singkapan batuan beku dengan struktur *columnar joint* dari gunung api purba pada Tanjung Karangbata, dan Gua Menganti yang berada pada celah singkapan breksi. Berdasarkan analisis penilaian *geosite* dan *geomorphosite*, *geosite* Pantai Menganti layak dijadikan sebagai objek geowisata dengan total nilai 70,67%. Masing-masing nilai kelayakan, antara lain nilai ekonomi 83,33%, nilai pendidikan 62,5%, nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik 62,5%, nilai konservasi 75%, serta nilai tambah sebesar 70%. Peningkatan potensi geowisata pada kawasan ini dapat dilakukan dengan menambah jalur *geotrail*, paket khusus geowisata, menambah fasilitas untuk edukasi, dan memberikan pengetahuan tambahan mengenai kondisi geologi sekitar kawasan *geosite* kepada pemandu wisata agar dapat disampaikan ke wisatawan dengan baik.

Kata kunci: *geopark, geodiversity, Menganti,* pantai*, geosite*.

A. PENDAHULUAN

Pantai Menganti berada di Desa Karangduwur, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen. Pantai ini merupakan salah satu *geosite* yang berada di dalam Kawasan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong. Daerah ini telah ditetapkan sebagai Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong pada tanggal 29 November 2018. Geopark adalah kawasan yang dilindungi secara nasional dan memiliki sejumlah situs warisan geologi yang penting, langka, atau menarik. Geopark berfokus pada geologi, warisan geologi, dan bentang alam. *Geosite* atau *geoheritage* adalah bagian dari konsep konservasi, pendidikan, dan pembangunan berkelanjutan secara terpadu (Dowling, 2011). Di dalamnya terdapat konsep geowisata yang merupakan bagian dari ekowisata atau wisata alam (Dowling & Newsome, 2005).

Pantai Menganti telah dikenal oleh masyarakat, baik lokal maupun luar Kebumen sebagai wisata alam pantai yang menarik untuk dikunjungi. Selain panorama alamnya yang indah, Pantai Menganti juga memiliki keunikan dari sisi geologi dan bentang alam. Potensi geowisata secara spesifik merupakan aktivitas wisata yang mengangkat aspek panorama dan geologi menjadi daya tarik tersendiri (Dowling, 2011; Kubalíková, 2013).

Ruang lingkup dari geowisata adalah perpaduan antara bentuk lahan atau bentuk singkapan, atraksi, dan proses-proses geologi yang terjadi di sebuah kawasan atau lokasi *geosite*. Sebuah *geosite* dapat berupa bentang alam, sekelompok bentuk lahan, bentuk lahan tunggal, singkapan batuan, lapisan fosil, atau fosil. Fokus utama *geosite* adalah fenomena geologi dan proses geologi yang terjadi di suatu *geosite*. Fenomena yang lain, seperti flora dan fauna khas, bangunan, serta unsur budaya di lingkungan *geosite* setempat dapat dijadikan sebagai nilai tambah dari sebuah *geosite*. Selain itu,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

geowisata pada sebuah *geosite* juga dapat memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai dampak dan pentingnya geologi bagi kehidupan manusia sehari-hari. (Dowling & Newsome, 2005).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis keanekaragaman geologi sebagai objek geowisata serta meningkatkan potensi geowisata di dalam kawasan *geosite* Pantai Menganti.

B. METODE PENELITIAN

Daerah penelitian berada di sepanjang garis Pantai Menganti. Penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur penelitian terdahulu, penelitian lapangan, analisis penilaian *geosite* dan *geomorphosite*, serta perencanaan pengembangan geowisata di kawasan ini. Studi literatur dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi regional dan kondisi geowisata Pantai Menganti secara umum dari peneliti terdahulu. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan di daerah ini membahas mengenai batuan beku yang berada di sekitar Pantai Menganti di dalam Formasi Gabon. Penelitian lapangan dilakukan untuk mengambil data lapangan berupa foto dan sampel batuan serta mengetahui lokasi *stopsite* di dalam kawasan wisata Pantai Menganti. Penilaian kelayakan geowisata Pantai Menganti dilakukan dengan menggunakan penilaian beberapa parameter analisis *geosite* dan *geomorphosite* berdasarkan metode kuantifikasi geowisata *Geosite and Geomorphosite Assessment* (Kubalíková, 2013), sebagaimana tampak pada Tabel 1. Analisis ini meliputi beberapa parameter penilaian, seperti nilai pendekatan ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, dan nilai tambah (keindahan, budaya, faktor geologi) pada daerah tertentu.

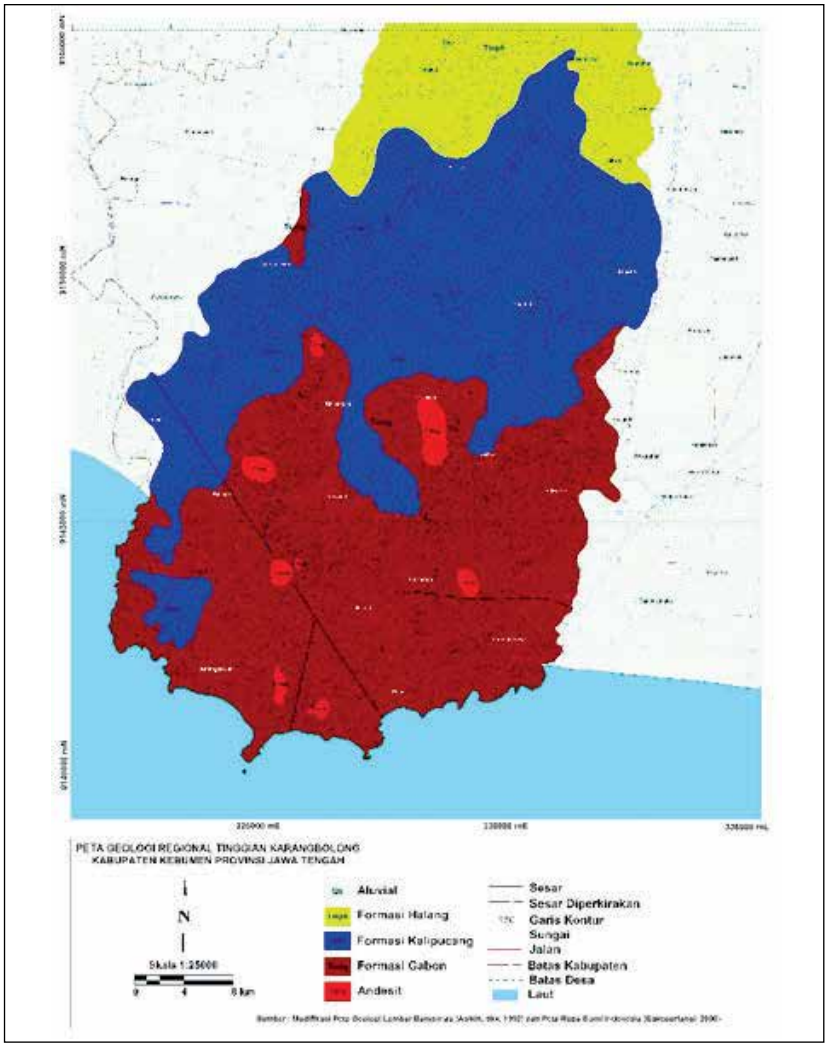
Geologi Regional

Secara geologi, Pantai Menganti termasuk ke dalam Formasi Gabon yang berumur Oligosen–Miosen Awal. Formasi Gabon terdiri dari litologi breksi dengan fragmen andesit dan matriks berupa tuf dan batupasir kasar. Di beberapa tempat terdapat tuf lapilli, lava, dan endapan lahar yang berumur Oligosen–Miosen Awal (Asikin, Handoyo, Prastistho dkk., 1992).

Formasi Gabon diterobos oleh retas andesit di beberapa area. Di atas Formasi Gabon diendapkan Formasi Kalipucang yang berada di sekitar Tinggian Karangbolong. Formasi Kalipucang terdiri dari batugamping terumbu, batugamping klastik, dan di bagian bawah terdapat serpih bitumen yang berumur Miosen Tengah (Asikin dkk., 1992).

Di atas Formasi Kalipucang terdapat Formasi Halang yang terdiri dari perselingan batupasir, batulempung, napal, tuf, sisipan breksi yang berumur Miosen Akhir (Asikin dkk., 1992). Geologi regional di sekitar Pantai Menganti dapat dilihat pada Sumber: Asikin dkk. (1992); Bakosurtanal (2000).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Asikin dkk. (1992); Bakosurtanal (2000)

Gambar 1. Peta Geologi Regional Tinggian Karangbolong

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam *geosite* Pantai Menganti terdapat beberapa *stopsite* geowisata yang menarik untuk dikunjungi. Secara keseluruhan, analisis *geosite* dan *geomorphosite* di daerah ini (Tabel 1. Geosite and Geomorphosite Assessment) menunjukkan bahwa Pantai Menganti memiliki nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik sebesar 62,5%, nilai edukasi 100%, nilai ekonomi 83,33%, nilai konservasi 75%, dan nilai tambah 70%. Dengan rata-rata total nilai kelayakan sebesar 78,17%, Pantai Menganti sangat layak dijadikan sebagai salah satu *geosite* di alam Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. *Geosite and Geomorphosite Assessment*

No	Kriteria	Nilai
1	Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik	
A	Integritas	1
B	Keunikan/kekhasan (jumlah *site* yang mirip dengan *site* tersebut)	0
C	Keberagaman, jumlah proses-proses geomorfik yang berbeda yang dapat terlihat keberagamannya	1
D	Apakah *site* pernah dipublikasikan atau diketahui secara ilmiah?	0,5
	Total (%)	**62,5**
2	Nilai Pendidikan	
A	Keterwakilan, kejelasan dari proses/fitur yang ada	1
B	Penggunaan pedagogi	0,5
C	Apakah telah ada produk pendidikan di *site* tersebut	0,5
D	Penggunaan nyata atau aktual dari *site* tersebut untuk kepentingan pendidikan	0,5
	Total (%)	**62,5**
3	Nilai Ekonomi	
A	Daya akses	0,5
B	Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata	1
C	Produk lokal terkait	1
	Total (%)	**83,33**
4	Nilai Konservasi	
A	Risiko nyata atau sudah jelas-jelas ada, seperti misalnya banjir rob untuk *site* di pesisir	0,5
B	Risiko yang masih berpotensial, belum terjadi	0,5
C	Status terbaru dari *site* tersebut	1
D	Perlindungan undang-undang/perda tentang *site* tersebut	1
	Total (%)	**75**
5	Nilai Tambah	
A	Nilai budaya, agama, sejarah yang terkait dengan *site* tersebut	1
B	Nilai ekologi	1
C	Nilai Estetika	0,5
D	Jumlah Warna	0,5
E	Struktur Ruang dan Pemandangan	0,5
	Total (%)	**70**
	TOTAL NILAI (%)	**70,67**

Sumber : Hidayat, Fauzi1, & Heliani (2017); Kubalíková (2013)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. *Stopsite* Geowisata Pantai Menganti

Berikut beberapa *stopsite* di dalam kawasan geowisata Pantai Menganti.

a. Pantai Menganti

Pantai berupa pantai pasir putih berada di sebelah barat kawasan objek wisata Pantai Menganti. Pantai ini merupakan pantai berpasir dengan endapan pasir putih kasar dan sedimen berukuran kerikil–bongkah yang berasal dari daratan. Kerikil dan bongkah berupa batuan beku andesit dan basalt yang berasal dari batuan beku di Formasi Gabon yang berada di sekitar pantai (Gambar 2. Pantai Menganti).



Gambar 2. Pantai Menganti

b. Tebing Keteb Widadari

Tebing Keteb Widadari berada di sebelah utara Pantai Menganti. Tebing ini adalah singkapan batuan piroklastik yang termasuk di dalam Formasi Gabon. Di dalamnya terdapat fragmen batuan beku andesit dengan matriks berupa tuf. Singkapan ini merupakan produk letusan gunung berapi.

Bentuk endapan batuan piroklastik dapat terlihat pada singkapan ini. Terdapat pelapisan dengan fragmen yang terpilah baik maupun buruk. Singkapan ini dimanfaatkan sebagai objek swafoto dengan tambahan hiasan balon udara di depan singkapan ini (Gambar 3. Tebing Keteb Widadari).

c. Tanjung Karangbata

Di bagian Tanjung Karangbata, terdapat singkapan batuan beku berupa lava basalt yang membentang di sepanjang tanjung. Lava basalt yang termasuk ke dalam Formasi Gabon ini merupakan batuan beku dengan ciri-ciri berwarna hitam, tekstur afanitik,

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Tebing Keteb Widadari



Sumber: Komunitas Honda Mega Pro Kebumen (2012)

Gambar 4. Kekar Kolom di Tanjung Karangbata

dan struktur kekar kolom (*columnar joint*). Di beberapa bagian, singkapan lava basalt menunjukkan struktur vesikuler dan *auto breccia* dengan fragmen dan matriks batuan yang sama, meruncing, ukuran butir 5–20 cm (Ansori, Wardhani, & Isyqi, 2019).

Kekar kolom merupakan struktur batuan beku yang dihasilkan dari pembekuan magma atau lava (Gambar 4). Kekar kolom di singkapan batuan ini merupakan hasil pembekuan dari lava bersifat basa yang membeku di atas permukaan bumi. Lava basalt yang ada di Pantai Menganti ini dapat tebentuk pada zona subduksi (Ansori dkk., 2019).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Keberadaan kekar kolom di singkapan batuan di sepanjang tanjung yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia merupakan daya tarik utama dari geowisata di kawasan Pantai Menganti ini. Tidak hanya wisatwan, daerah ini juga banyak dikunjungi oleh mahasiswa dari berbagai perguruan tinggi untuk mempelajari lebih lanjut tentang batuan di Formasi Gabon ini.

d. Gua Menganti

Gua Menganti ini terletak di dekat Pantai Menganti, sebelah barat daya tepi Pantai Menganti. Gua ini akan terkena air laut saat air laut pasang. Gua ini berada di singkapan batuan breksi di Formasi Gabon (Gambar 5. Gua Menganti).



Sumber: Komunitas Honda Mega Pro Kebumen (2012)

Gambar 5. Gua Menganti

2. Kondisi Wisata Pantai Menganti

Keberadaan *geosite* Pantai Menganti sebagai objek wisata sangat penting bagi warga sekitar dan bagi pemerintah daerah setempat. *Geosite* ini merupakan salah satu dari *geosite* di dalam kawasan GNKK yang banyak dikunjungi oleh wisatawan, terutama pada saat musim liburan. Pada saat musim libur lebaran tahun 2018 lalu, Pantai Menganti telah dikunjungi sekitar 121 ribu wisatawan. (Suaramerdeka.com, 2018).

Selain fenomena geologi yang menarik, kawasan ini juga memiliki objek lain yang dapat dikunjungi dan mendukung pengembangan geowisata di daerah ini. Objek tersebut di antaranya adalah menara mercusuar peninggalan Belanda yang dibangun tahun 1915 yang terletak di sisi selatan bukit (Sumber: Lintas Kebumen (2013)) dan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) (Sumber: Munir (2015)).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Lintas Kebumen (2013)

Gambar 6. Mercusuar Pantai Menganti



Sumber: Munir (2015)

Gambar 7. Tempat Pelelangan Ikan Karangduwur

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Beberapa fasilitas yang sudah banyak tersedia di *geosite* ini, antara lain kendaraan *shuttle* (Gambar 8. Kendaraan Shuttle dan Halte), halte kendaraan, kapal untuk pengunjung, papan nama tempat (Gambar 9. Papan Nama Tempat) kawasan toko suvenir, tempat ibadah, kawasan restoran, objek swafoto, tempat istirahat/*gazebo* (Gambar 10. Gazebo), toilet umum, penunjuk jalan, dan tempat parkir.



Gambar *8.* Kendaraan *Shuttle* dan Halte



Gambar 9. Papan Nama Tempat

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 10. *Gazebo*



Gambar 11. Papan Informasi Edukasi

Di *geosite* ini juga sudah tersedia pemandu wisata yang siap memandu wisatawan jika diperlukan. Namun, pemandu wisata masih bersifat umum, belum terdapat pemandu wisata yang fokus di bidang geowisata. Selain itu, juga terdapat *homestay*/ penginapan bagi pengunjung yang ingin menginap di kawasan ini.

Keberadaan papan informasi ilmiah mengenai kondisi geologi daerah setempat sudah tersedia di dekat pintu masuk Tanjung Karangbata (Gambar 11. Papan Informasi Edukasi), namun keberadaanya masih kurang merata. Kondisi jalan setapak dan jembatan merah penghubung antara *stopsite* satu dengan yang lain sudah tertata dengan baik dan rapi. Berbagai fasilitas sudah tersedia dengan baik, namun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

masih perlu peningkatan terutama di bidang geowisata agar pengembangan *geosite* ini lebih maksimal.

3. Pengembangan Gowisata dan *Geotrail* di Pantai Menganti

Pengembangan geowisata di *geosite* Pantai Menganti dapat dilakukan salah satunya dengan membuat paket geowisata dengan *geotrail* yang fokus pada kegiatan geowisata. Geowisata merupakan wisata minat khusus yang fokus terhadap kondisi geologi dan bentang alam yang ada di *geosite* ini. Paket ini dikhususkan bagi wisatawan minat khusus yang ingin mengetahui tentang proses geologi yang terjadi di daerah ini. Pengunjung maksimal dua puluh orang dengan satu pemandu wisata yang fokus memberikan penjelasan mengenai geologi dan geomorfologi di daerah ini.

Geotrail di *geosite* Pantai Menganti dapat dimulai dari *stopsite* pertama, yaitu Pantai Menganti. Setelah mengunjungi dan melihat morfologi pantai berpasir serta sedimen pada Pantai Menganti, pengunjung paket geowisata ini kemudian mengunjungi



Gambar 12. *Geotrail* Pantai Menganti

Buku ini tidak diperjualbelikan.

lokasi *stopsite* kedua, yaitu Tebing Keteb Widadari. Di tebing ini, pengunjung akan dijelaskan mengenai proses geologi yang terjadi pada singkapan batuan piroklastik di tebing tersebut (Gambar 12).

Selanjutnya, pengunjung dibawa ke *stopsite* ketiga dengan menggunakan kendaraan ke Gua Menganti. *Stopsite* ketiga ini merupakan *stopsite* opsional atau piihan. *Stopsite* ini dikunjungi jika air laut tidak sedang pasang dan pengunjung bisa melihat atau masuk ke dalam gua.

Setelah itu, pengunjung kembali masuk ke kendaraan menuju *stopsite* terakhir yaitu Tanjung Karangbata. Tanjung Karangbata merupakan *stopsite* utama dari paket geowisata ini. Pengunjung dapat melihat bentang alam pantai berbatu dan singkapan lava basat dengan struktur kekar kolom. Pengunjung akan dijelaskan mengenai batuan dan proses terbentuknya gunung api purba di daerah ini. Setelah itu, pengunjung dapat berjalan-jalan di sekitar Tanjung Karangbata, Jembatan Merah, Mercusuar, dan kembali lagi ke pantai untuk beristirahat, makan, dan membeli suvenir di sekitar pantai.

Diharapkan dengan adanya paket geowisata ini pengunjung mendapatkan nilai tambah. Selain menikmati keindahan pantai, pengunjung juga mendapatkan tambahan ilmu pengetahuan tentang geologi dan geomorfologi.

D. KESIMPULAN

Geosite Pantai Menganti merupakan salah satu *geosite* yang berada di dalam Kawasan Geopark GNKK. Secara geologi, daerah ini termasuk ke dalam Formasi Gabon yang berumur Oligosen–Miosen Awal berisi batuan beku dan breksi vulkanik. Berdasarkan penilaian *geosite* dan *geomorphosite*, *geosite* Jatibungkus layak untuk dikembangkan sebagai situs geowisata dengan nilai ekonomi 83,33%, nilai pendidikan 100%, nilai pendekatan ilmiah dan intrisik 62,5%, nilai konservasi 75%, serta nilai tambah sebesar 70%. Keanekaragaman geologi yang terdapat di daerah ini adalah morfologi pantai berpasir dan sedimen pantai pada Pantai Menganti, singkapan batuan vulkanik pada Tebing Keteb Widadari, singkapan batuan beku dengan struktur kekar kolom dari gunung api purba pada Tanjung Karangbata, dan Gua Menganti yang berada pada celah singkapan breksi. Salah satu saran yang dapat diaplikasikan untuk mengembangkan potensi geowisata di *geosite* ini adalah dengan pembuatan jalur *geotrail* yang menghubungkan antar-*stopsite* dan pembuatan paket khusus untuk geowisata. Pengembangan jalur, penambahan paket geowisata, pembuatan *tourism center*, perbaikan fasilitas dan jalan, serta pengembangan manajemen sangat diperlukan bagi *geosite* ini agar nantinya dapat berkembang menjadi lebih baik lagi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dukungan dari pemerintah daerah setempat serta kerjasama dengan pihak pemerintah maupun swasta juga sangat diperlukan guna mengembangkan *geosite* ini sebagai salah satu *geosite* yang menarik di dalam kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong.

E. SARAN

Potensi *geosite* Pantai Menganti sebagai objek geowisata sebenarnya sangat tinggi, namun perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk mengembangkan geowisata di situs ini. Berikut adalah saran pengembangan potensi *geosite* yang diperlukan antara lain:

1. Pengembangan infrastruktur, perbaikan tempat ibadah, penambahan papan informasi berupa papan infografis mengenai kondisi geologi di daerah ini yang tersebar di setiap *stopsite* dan lain-lain.
2. Pembuatan paket wisata dan jalur geotrek untuk wisatawan minat khusus.
3. Pembuatan dan pengembangan pusat kerajinan dan oleh-oleh yang khas Pantai Menganti dan menarik bagi wisatawan.
4. Promosi/*branding* di media sosial maupun di media lain (selebaran, spanduk, *flyer*, dll).
5. Pelatihan mengenai pengetahuan geologi dan geomorfologi bagi pemandu wisata.
6. Perbaikan tata kelola atau manajemen wisata, perbaikan dan penambahan sumber daya manusia yang mendukung keberhasilan *geosite* Pantai Menganti ini.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C., Wardhani, F. A., & Isyqi. (2019). Tipe magmatik batuan beku Formasi Gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, *20*(2), 63. https://doi.org/10.33332/jgsm.v20i2.406.

Asikin, S., Handoyo, A., Prastistho, B., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Banyumas*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Bakosurtanal. (2000). *Peta rupa bumi Indonesia,* skala 1:25000.

Dowling, R. K. (2011). Geotourism's global growth. *Geoheritage*, *3*(1), 1–13. https://doi.org/10.1007/s12371-010-0024-7.

Dowling, R. K., & Newsome, D. (2005). Geotourism. *Geotourism*, 1–260. https://doi.org/10.4324/9780080455334.

Hidayat, H. N., Fauzi1, Z., & Heliani, L. S. (2017). *Analisis geosite dan geomorphosite kawasan karsbiduk-biduk sebagai potensi geowisata indonesia*, (September), 1903–1915. Yogyakarta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Komunitas Honda Mega Pro Kebumen. (2012). Keindahan Pantai Menganti Kebumen. Diakses dari https://komunitashondamegaprokebumen.wordpress.com/2012/01/06/2-keindahan-pantai-menganti-kebumen/

Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, *2*(2), 80–104. https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0005.

Lintas Kebumen. (2013). Diakses pada xxx dari https://twitter.com/lintaskebumen.

Munir, M. S. (2015). Pantai Menganti Kebumen. Diakses pada xxx dari *https://www.flickriver.com/photos/msmunir/sets/72157657021114422/*

Suaramerdeka.com. (2018). Pantai Menganti dikunjungi 121 ribu pelancong. Diakses pada xxx dari *https://www.suaramerdeka.com/smcetak/baca/98731/pantai-menganti-dikunjungi-121-ribu-pelancong*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KAJIAN AWAL PEMANFAATAN LUBANG BEKAS TAMBANG SIRTU SEBAGAI KAWASAN GEOWISATA DI DAERAH SELATAN JAKARTA

PREMINILARY STUDY ON THE UTILIZATION OF SAND AND STONE MINING PITS AS THE GEOTOURISM AREA IN THE SOUTH REGION OF JAKARTA

Suherman Dwi Nuryana[1*], Muhammad Adimas Amri[1], dan Eddy Sugiarto[1]

[1]Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta
[*]*E-mail*: suhermandwi@trisakti.ac.id

ABSTRACT

In the southern region of Jakarta there are sand and stone mining areas which currently leave dozens of ex-mine pit. Until now there is no clear picture from the authorized agency to arrange the utilization. Therefore, this preliminary study is expected to provide an overview of the criteria that can be used in the utilization into a geotourism area. This study aims to identify ex-mine pit sand and andesit with all the complexity of the problem and look for criteria for the feasibility aspects for its utilization into geotourism area. This study was carried out only by evaluating secondary data in the form of published maps and validating with field observations from aspects of morphology, geology, geohydrology, environment and disaster. In the study area, there were 112 holes in the sand excavation, 57 in the Bogor regency, and 55 holes in the Tangerang Regency with a wide range of 0.9 ha to 9.4 ha. From geomorphological observations, there are mines in the hills and some in the riverbank. Sand of ex-mine pit is dry and some are always filled with water so it becomes a lake that is never dry because mining exploits sand in the form of aquifer sand with varying depths of hole and water depth. From the hydrological aspect, there are those who have outlets and some who don't. From the observations of ex-mine pit, there are no miners who carry out reclamation according to good and correct mining rules. Utilization of former excavation holes is relatively not optimal, only one is used as a source of rural clean water. From this study, it can be stated that some sand ex-mine pit can be developed as a geotourism area, meanwhile, if it will be used as a geotourism area, an integrated environmental management and management system needs to be sustainable.

Keywords: *ex-mine pit, geotourism, environmental management*

ABSTRAK

Di wilayah selatan Jakarta terdapat kawasan pertambangan pasir dan batu yang saat ini menyisakan puluhan lubang bekas tambang (LBT) sirtu. Hingga saat ini belum ada gambaran jelas dari instansi yang berwenang untuk menata pemanfaatannya. Oleh karena itu, kajian awal ini diharapkan dapat memberikan gambaran kriteria aspek yang dapat digunakan dalam pemanfaatan LBT menjadi kawasan geowisata. Kajian ini bertujuan mengidentifikasi LBT sirtu dengan segala kekompleksan permasalahan dan mencari kriteria aspek kelayakan pemanfaatannya menjadi kawasan geowisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kajian ini dilakukan hanya dengan mengevaluasi data sekunder berupa peta-peta yang terpublikasi dan memvalidasi dengan pengamatan lapangan dari aspek geomorfologi, geologi, geohidrologi, lingkungan, dan kebencanaan. Pada wilayah kajian didapatkan LBT galian pasir berjumlah 112 lubang, 57 lubang di Kabupaten Bogor dan 55 lubang di Kabupaten Tangerang dengan kisaran luas 0.9 hingga 9.4 ha. Dari pengamatan geomorfologi, ada tambang yang berada di bukit dan ada yang di dataran bantaran sungai. LBT pasir ada yang kering dan ada yang selalu terisi air sehingga menjadi danau yang tidak pernah kering. Dari aspek hidrologi, ada yang mempunyai *outlet* dan ada yang tidak. Dari pengamatan lapangan, tidak ada penambang yang melaksanakan reklamasi sesuai kaidah pertambangan yang baik dan benar. Pemanfaatan bekas lubang galian relatif tidak optimal, hanya satu yang dimanfaatkan sebagai sumber air bersih pedesaan. Dari kajian ini dapat dinyatakan bahwa beberapa LBT pasir dapat dikembangkan sebagai kawasan geowisata dan tidak semua LBT sirtu dapat dijadikan kawasan geowisata. Adapun bila dijadikan kawasan geowisata, perlu penataan dan sistem pengelolaan lingkungan yang terpadu agar dapat berkelanjutan.

Kata kunci: *lubang bekas tambang, geowisata, pengelolaan lingkungan*

A. PENDAHULUAN

Jakarta dan sekitarnya merupakan wilayah dengan pertumbuhan pembangunan infrastruktur yang sangat pesat. Pembangunan infrastruktur ini memerlukan bahan bangunan berupa material pasir dan batu (sirtu), kebutuhan sirtu dicukupi dari daerah selatan Jakarta, meliputi daerah Kabupaten Tangerang dan Bogor. Penambangan pasir di wilayah Kabupaten Tangerang dimulai sejak pembangunan Gelora Bung Karno (GBK) di daerah Senayan, Jakarta Selatan, sedangkan penambangan batu andesit di wilayah Rumpin Bogor mulai intensif sejak tahun 2001. Saat ini di wilayah kajian penelitian terdapat kawasan pertambangan pasir dan batu yang menyisakan puluhan lubang bekas tambang (LBT) sirtu. Hingga saat ini belum ada gambaran jelas dari instansi yang berwenang untuk menata pemanfaatan LBT, sedangkan secara bertahap kawasan bekas tambang ini akan berubah menjadi daerah pemukiman. Oleh karena itu, kajian awal ini diharapkan dapat memberikan gambaran kriteria aspek yang dapat digunakan dalam pemanfaatan LBT, salah satunya menjadi kawasan geowisata. Kajian ini bertujuan mengidentifikasi LBT dengan segala kekompleksan permasalahan dan mencari kriteria aspek kelayakan pemanfaatannya menjadi situs geowisata.

B. METODE PENELITIAN

Wilayah kajian meliputi daerah selatan Jakarta yang masuk ke dalam dua kabupaten, yaitu Kabupaten Tangerang dan Kabupaten Bogor. Pada Kabupaten Tangerang, kecamatan yang termasuk adalah Kecamatan Jatake, Pagedangan, dan Cisauk, sedangkan pada Kabupaten Bogor kecamatan yang termasuk adalah Kecamatan Rumpin.

Kegiatan lapangan kajian ini dilaksanakan pada semester kedua tahun 2018. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan rasionalistik, yaitu pendekatan penelitian yang bersumber pada fakta empiris dan didukung dengan teori-teori

Buku ini tidak diperjualbelikan.

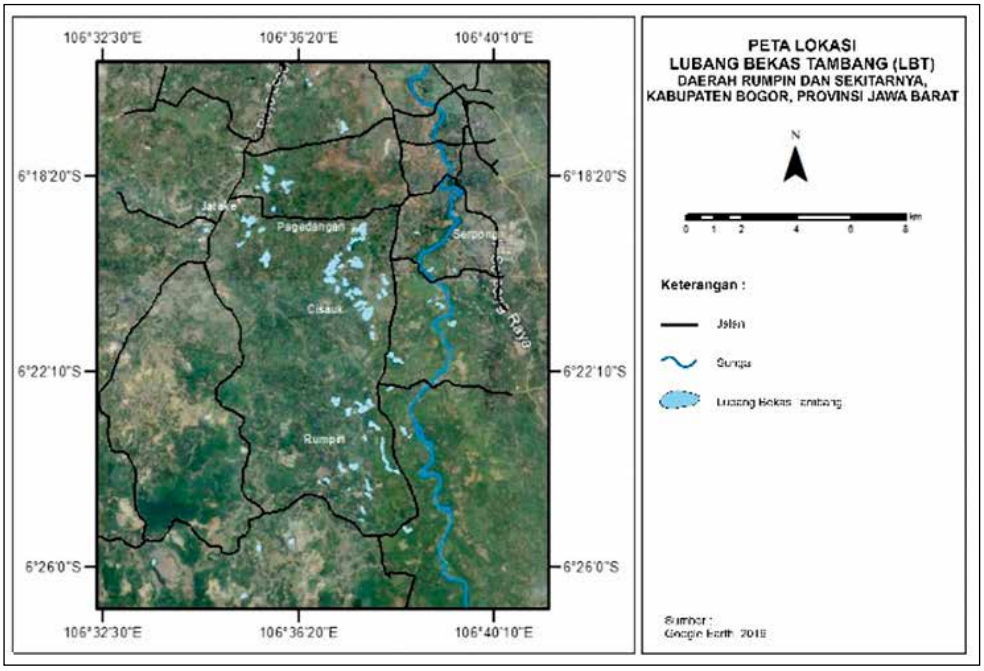
dengan cara mengevaluasi data sekunder berupa peta-peta yang terpublikasi, peta google earth, dan memvalidasi data dengan pengamatan lapangan untuk beberapa lokasi terpilih. Pengamatan dari aspek gemorfologi, geologi, geohidrologi, lingkungan, dan kebencanaan.

Jenis penelitian menggunakan pendekatan penelitian kualitatif deskriptif. Jenis penelitian ini digunakan untuk memahami berbagai permasalahan yang berhubungan dengan karakteristik kondisi LBT sirtu dan menjelaskan pemilihan kegiatan pemanfaatan untuk geowisata. Pada kajian ini tidak melakukan pembahasan kualitas air secara detail.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

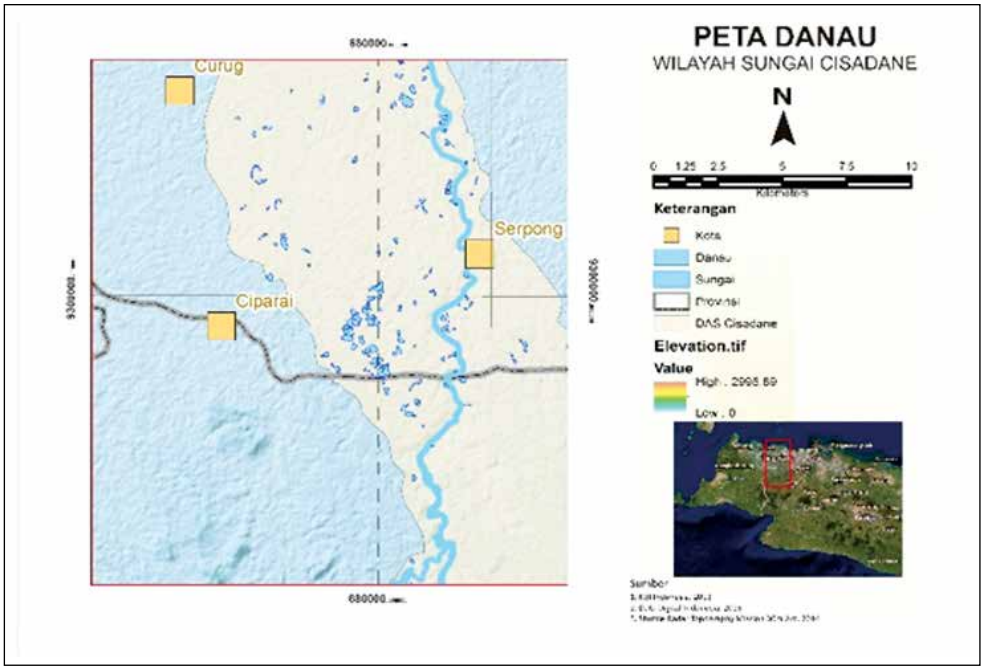
1. Aspek Demensi

Pada wilayah kajian, didapatkan LBT galian pasir berjumlah 112 lubang, 57 lubang di Kabupaten Bogor dan 55 lubang di Kabupaten Tangerang dengan kisaran luas 0.9 hingga 9.4 ha. (Gambar 1 dan Gambar 2). Dari LBT yang ada, luasnya sangat bervariasi. LBT terluas adalah 142,471 ha berada di Kecamatan Cisauk. Keliling LBT perlu diketahui untuk kelayakan pemanfaatan geowisata, LBT dengan keliling kecil tak layak untuk pemanfaatan geowisata, sedangkan keliling yang lebih dari 1 km ada 13 LBT.



Gambar 1. Peta Lubang Bekas Tambang (LBT) di Selatan Jakarta

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 2. Peta Danau Wilayah Sungai Cisadane

2. Aspek Legalitas

Kepemilikan lahan LBT merupakan permasalahan yang paling kompleks. Hal ini disebabkan oleh operasi penambangan yang sangat banyak, ada yang legal dan banyak yang illegal, terutama tambang pasir di wilayah Kabupaten Tangerang. Untuk tambang legal, lahan LBT kemungkinan besar adalah milik perusahaan yang telah dibeli dari masyarakat, dalam hal ini bila penambangan telah selesai, maka lahan bekas tambang harus direklamasi dan diserahkan kepada Pemerintah Daerah (PEMDA) serta boleh diminta pemanfaatanya oleh masyarakat setempat. Bila penambangan sifatnya illegal, lahan tetap milik masyarakat. Perkembangan terakhir beberapa lahan di Cisauk sudah dikuasai oleh pihak Pengembang, berarti kuasa LBT ada di pihak Pengembang. Sampai saat ini, belum ada data rinci tentang kepemilikan lahan LBT tersebut (Dardak & Hermanto, 2005).

3. Aspek Geologi

Berdasarkan material tambang yang dieksploitasi dapat dibagi menjadi tiga, yaitu LBT Pasir-Kerikil yang merupakan endapan Sungai Cisadane Purba atau batu pasir Formasi Genteng, LBT Batu Andesit, dan LBT Tanah Urug.

a. LBT Pasir-Kerikil

Ada yang berasal dari endapan pasir Sungai Cisadane yang saat ini posisinya ada di bantaran sungai, ada juga LBT pasir dari endapan pasir sungai purba yang posisinya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ada jauh dari bantaran Sungai Cisadane saat ini. Umumnya, sistem penambangan pasir adalah dengan teknik sedot karena pasir sudah mengandung air atau sebagai pasir akuifer. LBT pasir berada di daerah Cisoka, Pagedangan, Jatake, Cisauk, Kabupaten Tangerang.

b. LBT Batu

Berupa lubang bekas penambangan batu andesit dengan sistem penambangan terbuka yang sudah menggunakan sistem modern dan umumnya sampai saat ini masih beroperasi. Hanya ada beberapa yang sudah ditinggalkan, di antaranya lokasi penambangan milik PT Jayamix. Kuari batu andesit lokasinya ada di bagian selatan, yaitu di Kecamatan Rumpin. Saat ini penambangan batu sebagian besar masih beroperasi, sedangkan yang sudah berhenti beroperasi hanya di PT Jayamix.

c. LBT Urug

Umumnya pada lahan darat (perbukitan landai) yang berupa endapan volkanik muda, penambangan hanya memotong bukit sehingga jarang menyisakan lubang galian. Lokasi tambang tanah urug umumnya ada di daerah Cicangkal, Rumpin, Kabupaten Bogor.

4. Aspek Hidrogeologi

Berdasarkan ada tidaknya genangan air pada lubang maka, ada LBT yang berair dan ada yang tidak berair. Lubang selalu ada airnya karena tambang pasir umumnya berupa pasir sedot yang berarti mengambil pasir akuifer. Sementara itu, LBT pasir yang tidak berair umumnya diambil dari pasir teras Sungai Cisadane. LBT batu ada yang berair, tetapi bukan karena akuifer, melainkan karena adanya rembesan melalui rekahan atau akumulasi air limpasan. Berdasarkan ada atau tidaknya sirkulasi air, umumnya LBT tidak ada sirkulasi air dan hanya beberapa yang ada *inlet* dan *outlet*, contohnya adalah LBT yang berada di bantaran Sungai Cisadane. Berdasarkan pengamatan lapangan kondisi, air LBT cukup bersih.

5. Aspek Morfologi

Pengamatan geomorfologi pada LBT hasilnya sangat bervariasi dari faktor kelerengannya, ada yang berlereng terjal, bergelombang dan ada yang berlereng landai. Pada umumnya, LBT berlereng terjal merupakan LBT batu andesit dan sebagian LBT pasir di daratan atau jauh dari Sungai Cisadane, LBT berlereng bergelombang sebagian LBT pasir di daratan atau jauh dari Sungai Cisadane, dan LBT berlereng landai ada di Rumpin yang merupakan penambangan pasir dari Cisadane Purba.

6. Aspek Lingkungan

Pada daerah kajian, adanya LBT mempengaruhi vegetasi yang ada, baik vegetasi yang menjadi berkurang maupun hilang. Ada LBT yang berdekatan dengan pemukiman

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan ada yang jauh dengan pemukiman. Ada LBT yang terisi air dan menjadi kolam atau danau, namun ada yang dapat dimanfaatkan dan tidak dapat dimanfaatkan. Sementara itu, sebagian LBT yang tidak terisi air saat ini sudah menjadi tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

7. Aspek Pemanfaatan

Dari pengamatan LBT yang ada, tidak ada penambang yang melaksanakan reklamasi sesuai kaidah pertambangan yang baik dan benar. Pemanfaatan lubang bekas tambang relatif tidak optimal, hanya satu yang dimanfaatkan sebagai sumber air bersih pedesaan (Linda, 2015).

Kriteria LBT yang bisa dikembangkan menjadi destinasi/ geowisata, antara lain:

1) Lahan milik Pemda atau Pengembang,
2) Luas LBT lebih dari 5 ha,
3) Keliling LBT lebih dari 1 km,
4) Dinding LBT tidak curam,
5) LBT selalu berair dan stabil,
6) Memiliki pemandangan yang indah.

Pada wilayah kajian, didapatkan 12 LBT yang mempunyai luasan lebih dari 5 ha. Dari pengamatan geomorfogi ada tambang yang berada di bukit dan ada yang di dataran bantaran sungai. LBT pasir ada yang kering dan ada yang selalu terisi air sehingga menjadi danau yang tidak pernah kering. Hal ini disebabkan oleh penambangan yang mengeksploitasi pasir akuifer dengan kedalaman lubang dan kedalaman air yang bervariasi.

Aspek kualitas airnya ada yang memiliki kualitas normal dan ada berberapa yang memiliki tingkat keasaman tinggi. Dari aspek hidrologi, ada yang mempunyai *outlet* dan ada yang tidak. Dari pengamatan LBT yang ada tidak ada penambang yang melaksanakan reklamasi sesuai kaidah pertambangan yang baik dan benar. Pemanfaatan bekas lubang galian relatif tidak optimal, hanya satu yang dimanfaatkan sebagai sumber air bersih pedesaan.

Dari kajian ini dapat dinyatakan bahwa tidak semua LBT sirtu dapat dijadikan kawasan geowisata. Adapun bila akan dijadikan kawasan geowisata, di antaranya yang bisa dikembangkan menjadi destinasi wisata adalah yang mempunyai luas memadai lebih dari 5 ha, perlu penataan, dan sistem pengelolaan lingkungan yang terpadu agar dapat menjadikan sistem yang berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LBT yang sudah dan mulai dikembangan menjadi tujuan wisata, di antaranya adalah:

a. Waterboom dan Kolam Renang Saiji

Tempat ini berada di Cisauk, lokasi dekat Stasiun Cisauk yang merupakan bekas lubang galian pasir. Lokasinya berada di tengah kawasan pemukiman yang dimanfaatkan sebagai kawasan wisata *waterboom* dan kolam renang yang dibangun pengembang sehingga bukan area publik. (Gambar 3)



Sumber: Kij dalam Travel Promo (2019)

Gambar 3. LBT pasir yang dibangun menjadi kawasan *waterboom* dan kolam renang Saiji di Cisauk Tangerang Selatan

b. Telaga Biru Cisoka

Lokasi yang berada pada koordinat -6.272783°LS, 106.430117°BT di Kecamatan Cisoka, Kabupaten Tangerang ini mulai dirintis menjadi destinasi wisata oleh masyarakat setempat. Kawasan ini merupakan bekas penambangan pasir yang merupakan lapisan batu pasir kerikilan, batu apung, dan merupakan akuifer yang baik. Tambang pasir pada daerah ini merupakan tambang dengan teknik sedot, maka saat penambangan telah selesai beroperasi, area LBT menjadi danau dengan muka air danau yang relatif stabil (Gambar 4).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Telaga Biru Cisoka, Bekas Tambang Pasir Sedot



Sumber: Lim (2019)

Gambar 5. Tebing Koja Kandang Gozila, Kampung Koja, Desa Cikuya, Kecamatan Solear, Kabupaten Tangerang, Banten.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

c. Tebing Koja Kandang Gozilla

Lokasi wisata bekas tambang pasir ini berada di Kecamatan Solear, Kabupaten Tangerang dekat dengan Stasiun Maja, Tangerang. Lokasi ini berada pada koordinat -6.310568°LS, 106.408806°BT. LBT ini merupakan bekas tambang pasir dengan teknik penambangan penggalian (*open pit mining*), tetapi tidak menggunakan teknik penyedotan karena tidak menebus muka air tanah sehingga hasil akhirnya bukan merupakan danau yang dalam. Pada kawasan ini, terdapat tebing yang tegak sehingga aspek keamanan terhadap longsoran perlu diperhatikan (Gambar 5).

d. Telaga Biru Jayamix Rumpin

Lokasi ini berada di kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor. Dengan koordinat -6.453452°LS dan 106.594535°BT merupakan bekas Kuari batuan andesit yang sudah berhenti aktivitas penambangannya dan saat ini terisi air. Tepian danau merupakan tebing batu yang terjal, dari hal estetika tentu ini sangat menarik, tetapi yang perlu diperhatiakan adalah faktor keamanan wisatawan. Air di danau ini tidak pernah kering walaupun bukan merupakan akuifer (Gambar 6).



Sumber: Amalia (2018)

Gambar 6. Danau Bekas Tambang Batu Andesit PT Jayamix di Rumpin, Bogor

D. KESIMPULAN

Pada wilayah kajian, didapatkan LBT berjumlah 112 lubang, 57 lubang di Kabupaten Bogor dan 55 lubang di Kabupaten Tangerang. Adapun kisaran luasan antara 0.16 ha sampai 14.25 ha dan hingga saat ini LBT tersebut memiliki nama.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LBT dibagi dua, yaitu LBT batu andesit di daerah selatan, Gunung Sudamanik, dan LBT Pasir di bagian utara.

LBT Pasir umumnya selalu berair karena bekas tambang pasir sedot yang menambang lapisan pasir yang berfungsi sebagai akuifer. Dari tinjauan lapangan tidak ada yang melakukan kegiatan reklamasi pasca tambang, hanya ada beberapa lokasi yang sudah dan mulai dikembangkan oleh pengembang dan juga oleh masyarakat sebagai destinasi geowisata, yaitu: *Waterboom* Saiji di Cisauk, Telaga Biru di Cisoka, Tebing Koja di Solear, dan Telaga Biru Jayamix di Rumpin.

Beberapa LBT yang mempunyai luasan lebih dari 2 ha dapat dikembangkan menjadi daerah geowisata dengan pengelolaan terpadu. Permasalahan utama LBT untuk dapat dikembangkan menjadi destinasi geowisata adalah faktor legalitas atau kepemilikan lahan.

E. SARAN

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten, juga bagi Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, dalam membuat rencana pengelolaan terhadap LBT yang terlantar supaya lahan yang tidak digunakan tersebut dapat dikembangkan untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat. Apabila LBT tidak dikelola dan menjadi lubang sampah, maka akan memberikan dampak buruk pada kualitas air tanah di daerah tersebut.
2. Untuk hasil yang lebih baik, perlu adanya penjabaran lebih rinci terkait proses dan kriteria dalam membagi area lokasi tambang.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan dalam upaya pemanfaatan LBT di wilayah kajian ini dalam aspek fisik, lingkungan, ekonomi masyarakat, legal, dan sosial budaya.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Dekan Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta, yang memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan lapangan untuk menyusun kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, R. (2018). Exotisme Danau Jayamix Bogor, destinasi baru yang hits cocok mengisi libur lebaran. Diakses dari http://lifestyle-indonesia.com/eksotisme-danau-jayamix bogor-destanasi-baru-yang-hits-cocok-mengisi-libur-lebaran/.

Dardak, & Hermanto, A. (2005.) Pemanfaatan lahan berbasis rencana tata ruang sebagai upaya perwujudan ruang hidup yang nyaman, produktif, dan berkelanjutan. Dalam *Seminar Nasional "Save Our Land" for The Better Environment*, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Idris, M. (2017). Danau Quary, spot foto kekinian di Bogor. Diakses pada xxx dari https://travel.detik.com/dtravelers_stories/u-3414232/danau-quarry-spot-foto-kekinian-di-bogor.

Lim, Lenny. (2019). Tebing Koja alias kendang Godzilla serta spot-spot kecenya. Diakses dari *https://www.len-diary.com/tebing-koja-alias-kandang-godzilla/.*

Ningrum, L. P., & Navastara, A. M. (2015). Pemanfaatan lahan pada lokasi bekas tambang tanah urug di Kecamatan Ngoro, Mojokerto. *Jurnal Teknik ITS, 4*(1).

Travels Promo. (2019). Fun park water boom tiket & ragam wahana. Diakses dari https://travelspromo.com/ htm-wisata/fun-park-water-boom/.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

POTENSI KAWASAN DATARAN TINGGI DIENG SEBAGAI KANDIDAT UNESCO GLOBAL GEOPARK

THE POTENTIAL OF DIENG PLATEAU AS UNESCO GLOBAL GEOPARK CANDIDATE

Ali Azimi1[1*]

[1] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG),
Stasiun Geofisika Banjarnegara, Jawa Tengah, Indonesia
[*]*E-mail:* aliazimikarim@gmail.com

ABSTRACT

Dieng Plateau is administratively located in Central Java Province, where most of the area lies between Banjarnegara and Wonosobo regency. This region has potentials that could fulfill the criteria of a geopark. The concept of a geopark is about developing an area simultaneously and continuously integrating among geological sites, biological sites, and the cultural diversity, which are next to each other and also managed by the principle of conservation toward those three aspects. Some examples of geological sites in Dieng Plateau are Merdada Lake, Candradimuka Crater, etc. From biodiversity aspect, Dieng Plateau has several areas where we can find many kinds of flora and fauna, such as in Tlogo Warna and Pengilon Nature Tourism Park. From cultural diversity aspect, Dieng has temple sites called Arjuna Temple and Dwarawati Temple which are believed to be the oldest Hindu temples on Java island. The method used in this study is literature study and field survey. This study elaborate that with its many potentials, Dieng has the opportunity to become one of the national geopark in Indonesia and might also become one of geopark in UNESCO Global Geopark.

Keywords: *Dieng, geopark, geological site, biological site, cultural site*

ABSTRAK

Kawasan Dataran Tinggi Dieng secara administratif berada dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah, sebagian besar wilayahnya termasuk Kabupaten Banjarnegara dan Wonosobo. Kawasan ini memiliki potensi untuk memenuhi kriteria sebuah *geopark*. Konsep *geopark* itu sendiri berarti pengembangan suatu kawasan secara berkesinambungan yang mengintegrasikan antara potensi keragaman situs geologi, keragaman hayati, dan keragaman budaya yang saling berdekatan serta dikelola dengan prinsip konservasi terhadap ketiga keragaman tersebut. Beberapa contoh situs geologi yang telah dikelola di kawasan Dieng yaitu Telaga Merdada, Kawah Candradimuka, dan lain-lain. Dari segi keragaman hayati, Dieng memiliki beberapa area dengan beragam macam flora dan fauna, seperti di Taman Wisata Alam Tlogo Warna dan Pengilon. Untuk potensi budaya, Dieng memiliki situs kompleks Candi Arjuna dan Candi Dwarawati yang dipercaya sebagai candi Hindu tertua di Pulau Jawa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah studi literatur atau pustaka dan survei lapangan di daerah penelitian. Kajian ini menguraikan bahwa dengan banyaknya potensi yang dimiliki, Dieng berpeluang untuk menjadi salah satu *geopark* nasional, bahkan internasional sebagai UNESCO *Global Geopark*.

Kata kunci: Dieng, *geopark,* geologi, hayati, budaya

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

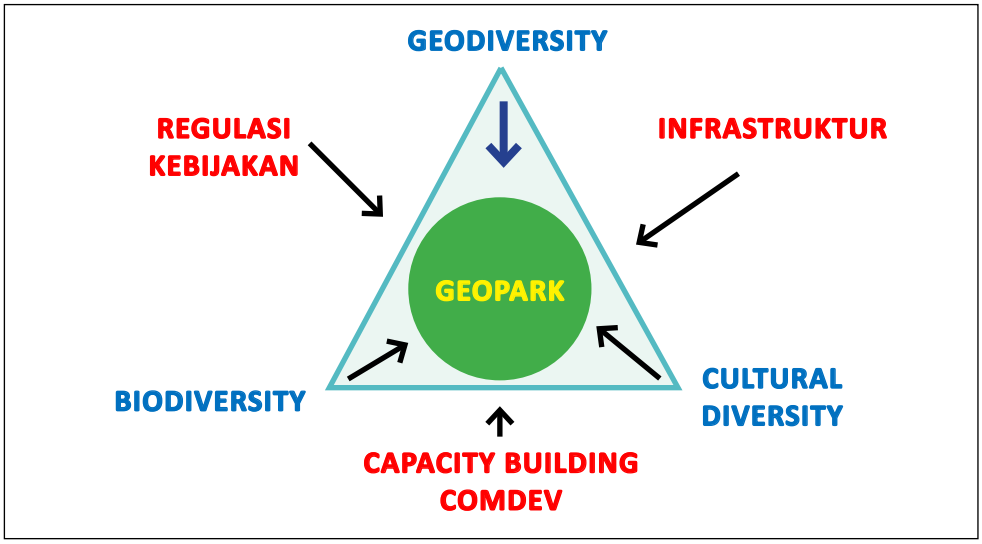
Indonesia terletak di antara pertemuan tiga lempeng utama dunia, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-australia, dan lempeng Pasifik. Kompleksitas sistem pertemuan lempeng tersebut menyebabkan Indonesia sering terjadi bencana alam, seperti gempa bumi, erupsi gunung api, tanah longsor, dll. Kondisi itu juga menyebabkan Indonesia kaya akan bentang alam, seperti gunung api, air terjun, kawah, dan lain-lain. Akibatnya, tanah di sekitar gunung menjadi subur dan yang tak kalah penting adalah potensi pariwisata dan edukasi dari bentang alam tersebut. Salah satu bentuk pelestarian alam yang sedang gencar dilakukan oleh pemerintah saat ini adalah membangun kawasan taman bumi atau lazim disebut dengan *geopark.*

Konsep *geopark* di dunia pertama kali muncul di Eropa yang disampaikan pada pertemuan puncak UNCED *(United Nation Conference on Environment and Development)* tahun 1992 di Rio de Janeiro, Brazil. UNCED menyetujui konsep *geopark* karena semangatnya selaras dengan Agenda 21 Konvensi Bumi yaitu meningkatkan peran sains dalam pengembangan lingkungan untuk masyarakat. Tahap selanjutnya, konsep *geopark* diperkuat lagi pada *World Summit on Sustainable Development* tahun 2002 di Johannesburg, Afrika Selatan. Sejak saat itu, konsep *geopark* diadopsi UNESCO dan dijadikan sebagai metode untuk mempromosikan peningkatan fungsi geosains dalam konservasi alam sekaligus memberdayakan masyarakat di sekitar lokasi warisan geologi ke seluruh dunia. Konferensi internasional *Geopark* pertama 2004 diadakan di Beijing, China; kedua 2006 di Belfast, Irlandia Utara; ketiga 2008 diadakan di Osnaburk, Jerman; keempat 2010 di Langkawi, Malaysia; kelima 2012 dilaksanakan di Unzen, Jepang; keenam 2013 dilaksanakan di Jeju, Korea Selatan; dan ketujuh 2014 dilaksanakan di Kanada; dst.

Geopark merupakan suatu konsep manajemen pengembangan kawasan berkelanjutan yang memadu-serasikan tiga keragaman alam, yaitu keragaman geologi *(geodiversity)*, keragaman hayati *(biodiversisity)* dan keragaman budaya *(cultural diversity).* Geopark bertujuan untuk membangun serta mengembangkan ekonomi kerakyatan yang berbasis pada asas perlindungan (konservasi).

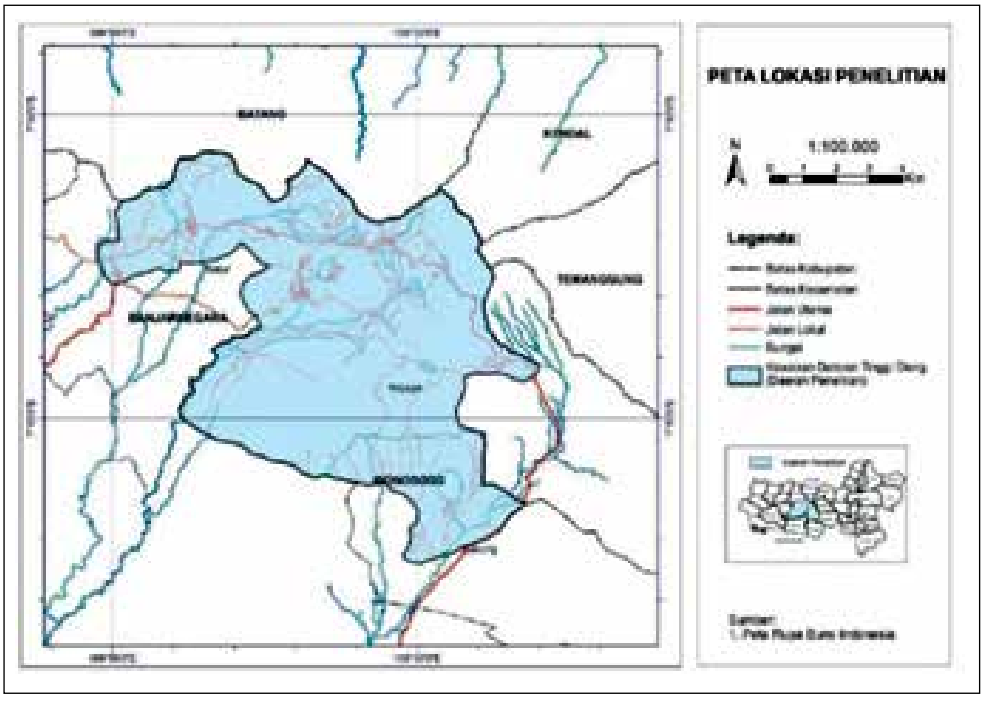
Salah satu tempat yang memiliki potensi menjadi kawasan taman bumi *(geopark)* adalah kawasan Dataran Tinggi Dieng atau juga dikenal dengan nama *Dieng Plateau* yang terletak di Provinsi Jawa Tengah. Kawasan Dataran Tinggi Dieng secara administratif sebagian besar terbagi ke dalam dua wilayah kabupaten yaitu wilayah Kabupaten Banjarnegara dan Kabupaten Wonosobo. Kawasan Dataran Tinggi Dieng memiliki suatu daya tarik tersendiri dengan ketinggian daerahnya yang mencapai ketinggian ± 2000 m di atas permukaan laut (Pardiyanto, 1970). Kawasan ini juga dianugerahi berbagai macam potensi wisata. Hal ini menjadikan kawasan Dataran Tinggi Dieng ditetapkan sebagai Kawasan Strategis Pariwisata Nasional yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisataan Nasional Tahun 2010–2025.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Oktariadi (2014)

Gambar 1. Pilar Pengembangan Konsep *Geopark*



Sumber: Agatra (2018)

Gambar 2. Peta Kawasan Dataran Tinggi Dieng

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berangkat dari hal tersebut, penulis ingin mengetahui potensi yang dimilki oleh kawasan Dataran Tinggi Dieng sehingga dapat menjadikan salah satu situs *geopark* nasional di Indonesia. Penulis juga ingin mencari lebih lanjut terkait hal-hal lain yang perlu ditingkatkan agar ke depannya dapat diajukan sebagai salah satu situs UNESCO *Global Geopark* berskala internasional

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah melalui studi literatur dan pustaka yang dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2019. Penelitian ini juga menggunakan metode survei lapangan dengan terjun langsung melakukan observasi di wilayah penelitian pada bulan Juni 2019.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari segi *geodiversity* dan *biodiversity,* terdapat sekitar 17 tempat situs geologi dan hayati yang tersebar di kawasan Dataran Tinggi Dieng, yaitu Telaga Dringo, Kawah Candradimuka, Sumur Jalatunda, Curug Sirawe, Kawah Sileri, Telaga Swiwi, Telaga Merdada, Kawah Sikidang, Kawah Sikendang, Batu Ratapan Angin, Telaga Pengilon, Telaga Warna, Gunung Pakuwaja, Telaga Cebong, Bukit Sikunir, Curug Sikarim, dan Telaga Menjer. Masing-masing tempat tersebut memilik keunikannya tersendiri, seperti di antaranya:

1. *Geodiversity*

Beberapa kawasan *geodiversity* di Dieng ialah:

a. Kawah Sikidang terletak di Desa Dieng Kulon, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Tempat ini mempunyai ciri khas berupa kepulan asap tebal dari kawah utamanya. Tempat ini merupakan kawah aktif.
b. Kawah Candradimuka terletak di Desa Pekasiran, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Kawah ini merupakan kawah aktif di Dieng. Menurut legenda, kawah ini adalah tempat pembersihan jiwa Gatot Kaca semasa kecil dan di kawasan kawah ini terdapat sumber mata air jernih yang dapat diminum langsung karena telah diuji laboratorium.

2. *Biodiversity*

Beberapa situs *biodiversity* di Dieng ialah:

a. Telaga Dringo terletak di Desa Pekasiran, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Telaga ini mempunyai tampungan air yang cukup jernih dan dimanfaatkan sebagai sumber pengairan lahan pertanian dan perkebunan (Tjugianto, 2007). Di kawasan Telaga ini kita dapat menemui berbagai jenis pohon, seperti Akasia, Bintami, Pinus, dan lain-lain.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Dokumen Pribadi (2019, Juni)

Gambar 3. Kawah Sikidang



Foto: Dokumen Pribadi (2019, Juni)

Gambar 4. Kawah Candradimuka

b. Telaga Warna terletak di Desa Dieng Wetan, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Telaga ini memiliki karakteristik pada warna airnya yang berubah-ubah yang didominasi oleh warna hijau kekuningan akibat kandungan zat sulfur di dalamnya dari aktivitas kawah di dasarnya. Di kawasan telaga ini kita dapat menemui berbagai jenis hewan, seperti itik gunung, burung tekukur, kepodang, dan lain-lain.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Dokumen Pribadi (2019, Juni)

Gambar 5. Telaga Dringo Sumber



Foto: Dokumen Pribadi (2019, Juni)

Gambar 6. Telaga Warna Sumber

3. *Culture Diversity*

Selain dari segi *geodiversity* dan *biodiversity,* Dieng juga memiliki daya tarik dari segi budaya atau *culture diversity* yang tidak kalah menariknya. Beberapa di antaranya kehadiran situs candi-candi Hindu yang ada di Dieng, yaitu kompleks Candi Arjuna dan Candi Dwarawati.

Kompleks Candi Arjuna berada di Desa Dieng Kulon, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Candi yang dipercaya sebagai candi Hindu tertua di Pulau Jawa ini diperkirakan dibangun pada abad ke-8 hingga awal abad ke-9. Di samping itu, candi ini menjadi menarik karena dibangun pada elevasi tertinggi di Indonesia yakni kurang lebih 2.000 meter.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pesona lain yang dimiliki Dieng dan menjadi magnet yang dapat menarik banyak wisatawan tiap tahunnya adalah acara tahunan *Dieng Culture Festival.* Salah satu acara dari rangkaian festival tersebut yaitu pemotongan rambut gimbal yang dilaksanakan di area komplek Candi Arjuna. Selain itu, juga disuguhkan berbagai atraksi kebudayaan, sepeti pertunjukan tarian Lengger Topeng, pementasan tarian Kuda Lumping yang diiringi oleh instrumen musik tradisional gamelan jawa.

Setelah meninjau ke beberapa lokasi di kawasan Dataran Tinggi Dieng, sudah layak sepertinya apabila Dieng diajukan untuk menjadi *geopark* nasional. Namun, memang ada beberapa hal yang masih perlu dibenahi, seperti akses jalan ke beberapa lokasi tempat wisata yang harus segera diperbaiki karena aksesibilitas adalah salah satu faktor paling utama dalam penilaian sebuah *geopark.* Dari segi sarana dan prasarana



Foto: Dokumen Pribadi (2019, Juni)

Gambar 7. Komplek Candi Arjuna



Foto: Dokumen Pribadi (2018, Agustus)

Gambar 8. Prosesi Pemotongan Rambut Gimbal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

juga perlu ditingkatkan lagi agar ke depannya kawasan dataran tinggi menjadi lebih tertata dan lebih bagus. Selain itu, kendala yang tidak kalah pentingnya yaitu perlu adanya musyawarah antara pemerintah daerah antara Kabupaten Banjarnegara dan Wonsosobo. Musyawarh dilakukan untuk membahas kepengurusan kawasan Dataran Tinggi Dieng agar ke depannya tercapai kesepakatan bersama yang baik bagi kedua belah pihak.

D. KESIMPULAN

Kawasan Dataran Tinggi memiliki potensi yang sangat besar untuk dijadikan sebuah *geopark*. Ditinjau dari keberadaan situs geologi, hayati, dan budaya yang ada, sudah saatnya semua pihak bekerja sama untuk menjadikan kawasan ini sebagai kawasan *geopark* nasional. Dibarengi dengan perbaikan dan peningkatan aksesibilitas dan fasilitas di kawasan ini, sangat mungkin jika di kemudian hari kawasan Dataran Tinggi Dieng juga bisa bergabung ke dalam UNESCO Global *Geopark*.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan penulis kekuatan untuk menyelesaikan tulisan ini, juga kepada Rasulullah SAW yang telah membawa cahaya ke dunia ini. Terima kasih juga kepada keluarga penulis, serta kepada instansi tempat penulis bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

Agatra, G. (2018). *Identifikasi potensi geoheritage sites kawasan Dataran Tinggi Dieng berdasarkan aspek keragaman geologi sebagai salah satu syarat geopark nasional di Indonesia* (Skripsi). Universitas Diponegoro, Jawa Tengah

Oktariadi, O. (2014). *Penyelidik bumi utama: Geopark dan tata ruang, pertemuan Eselon II BKPRN*. Jakarta: Badan Geologi Kementrian ESDM.

Pardiyanto, L. (1970). *The geology of the Dieng Area, Central Java*. Bandung, Indonesia: Minister of Mines Geological Survey of Indonesia.

Tjugianto, L. A. (2007). *Dieng Plateu: Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah, Indonesia*. Yogyakarta: Jentera Intermedia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KEUNIKAN MORFOLOGI MONADNOCK GRANIT INDAH: POTENSI GEOWISATA LAMPUNG

THE UNIQUENESS OF GRANIT INDAH MONADNOCK MORPHOLOGY: GEOTOURISM POTENTIAL OF LAMPUNG

Rahmi Mulyasari[1*], Sugeng Purwo Saputro[2], dan Hari Wiki Utama[3]

[1]Fakultas Teknik, Universitas Lampung
[2]Balai Informasi dan Konservasi Kebumian, LIPI, Karangsambung-Kebumen
[3]Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi
[*]*E-mail*: rahmi.mulyasari@eng.unila.ac.id

ABSTRACT

Lampung has a lot of tourism potentials that are very promising to be developed and exposed to the eyes of the world, one of which is Granit Indah. Granit Indah was once a tourist attraction, but since 2009 began to be neglected. The loss of investors has made Granite Indah back into a chunk of worthless rock among the lush rubber plantations. Granit Indah can evolve into a natural tourist destination as well as an educational tourism site (geotourism). Therefore, research is needed to elevate the unique potential of this geotourism. The research method uses a field survey with a geomorphological approach and geosite and geomorphological assessments. The results of the field survey show that Granite Indah includes a unique morphology of Monadnock (an isolated mountain range composed of resistant rocks and surrounded by a fairly wide plain). Geosite and geomorphological assessment is carried out with several parameters, namely scientific value, educational value, economic value, conservation value, and added value. The results of the geosite and geomorphological assessment analysis of Granit Indah are as follows, the value of the scientific and intrinsic approach (75%), value of education (66.67%), economic value (33.33%), conservation value (66.67%), and value added (45%). Overall, Granite Indah has a feasibility level of 57.33% as a geotourism object. This tourism potential can reduce the utilization of geological resources that tend to be exploitative and able to make a positive contribution to Lampung tourism.

Keywords: *geotourism, Granit Indah, Lampung, monadnock*

ABSTRAK

Lampung memiliki banyak potensi wisata yang sangat menjanjikan untuk dikembangkan dan diekspos ke mata dunia, salah satunya yaitu Granit Indah. Granit Indah pernah ramai menjadi tempat wisata, namun sejak tahun 2009 mulai terbengkalai. Hilangnya investor membuat Granit Indah kembali menjadi bongkahan batuan yang tidak bernilai di antara rimbunnya perkebunan karet. Granit Indah dapat berevolusi menjadi tempat wisata alam sekaligus tempat wisata edukasi (geowisata). Oleh karena itu, perlu penelitian untuk mengangkat keunikan potensi geowisata ini. Metode penelitian menggunakan survei lapangan dengan pendekatan geomorfologi dan penilaian geosite serta geomorfologi. Hasil survei lapangan menunjukkan Granit Indah termasuk morfologi unik *monadnock* (sebuah pegunungan terisolasi yang tersusun atas batuan resistan dan dikelilingi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

oleh dataran yang cukup luas). Penilaian *geosite* dan geomorfologi dilakukan dengan beberapa parameter, yaitu nilai ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, dan nilai tambah. Hasil analisis penilaian *geosite* dan geomorfologi Granit Indah sebagai berikut, nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik (75%), nilai pendidikan (66,67%), nilai ekonomis (33,33%), nilai konservasi (66,67%), dan nilai tambah (45%). Secara keseluruhan, Granit Indah memiliki tingkat kelayakan 57,33% sebagai objek geowisata. Potensi wisata ini dapat mengurangi pemanfaatan sumber daya geologi yang cenderung eksploitatif dan mampu memberikan kontribusi positif bagi pariwisata Lampung.

Kata kunci: geowisata, Granit Indah, Lampung, *monadnock*.

A. PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan daerah yang memiliki garis pantai terpanjang di Pulau Sumatera. Provinsi yang dikenal sebagai pintu gerbang Sumatera ini memiliki potensi wisata yang menjanjikan untuk dikembangkan dan diekspos ke mata dunia.

Tidak hanya pantai, Lampung juga memiliki beragam potensi keunikan geologi yang menjanjikan untuk dikelola menjadi geowisata unggulan daerah. Salah satu potensi geowisata Lampung yang prospektif untuk dikembangkan, tetapi luput dari perhatian publik adalah Granit Indah. Keunikan tumpukan batuan yang biasa dikenal dengan Gunung Batu/Batu Tumpang dikelilingi oleh daratan yang luas (morfologi *monadnock*) menjadi daya tarik tersendiri bagi objek wisata ini.

Daya tarik wisata ini pernah menjadi tujuan wisata andalan Lampung Selatan, tetapi perlahan mulai terbengkalai semenjak investor utamanya meninggal dunia. Saat ini, Granit Indah kembali ke fungsi awalnya sebagai bongkahan batuan di antara perkebunan karet milik PTPN VII Persero. Granit Indah dapat berevolusi menjadi tempat wisata alam sekaligus tempat wisata edukasi (geowisata). Oleh karena itu, perlu penelitian untuk mengangkat keunikan potensi geowisata ini.

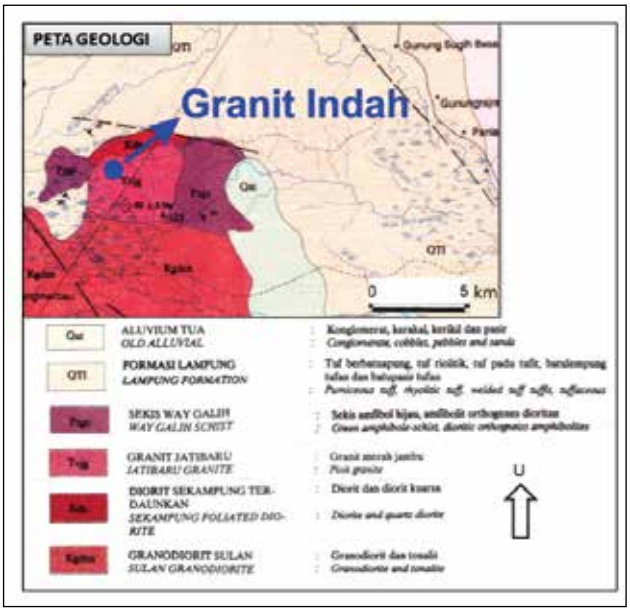
Geowisata (*geotourism*) merupakan suatu istilah baru yang dibuat untuk aktivitas wisata yang dilakukan berbasis utama aspek-aspek geologi (Brahmantyo, 2013). Kusumahbrata dalam Hidayat (2002) mendefinisikan geowisata merupakan suatu kegiatan wisata alam yang berfokus pada kenampakan geologis permukaan bumi dalam rangka mendorong pemahaman akan lingkungan hidup dan budaya, apresiasi dan konservasi, serta kearifan lokal. Secara lebih sederhana, geowisata diartikan sebagai kegiatan wisata dengan mengunjungi daya tarik yang memiliki keunikan dari sisi geologi serta melibatkan pengalaman yang berbeda sebelum dan setelah berwisata.

Keberadaan Granit Indah dan potensi geowisata yang dimilikinya patut untuk diangkat kembali menjadi salah satu geowisata unggulan Lampung Selatan. Penelitian ini membahas potensi geowisata Granit Indah menggunakan survei lapangan dengan pendekatan geomorfologi dan penilaian *geosite* serta geomorfologi menggunakan parameter Kubalikova (2013).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geologi Regional

Granit Indah berdasarkan peta geologi termasuk ke dalam lembar Tanjung Karang (Gambar 1). Peta geologi lembar ini berdasarkan pembagian fisiografi dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi, yaitu dataran bergelombang di bagian timur–timur laut, pegunungan terjal di bagian tengah–barat daya, serta daerah pantai berbukit–datar (Kisman & Sutisna, 2006). Granit Indah termasuk fisiografi peralihan antara pegunungan terjal bagian tengah–barat daya dan daerah pantai berbukit–datar. Hal ini disebabkan lokasi Granit Indah yang berada di tengah kedua fisiografi tersebut.



Sumber: Mangga, Amiruddin, Suwarti dkk. (1993)

Gambar 1. Peta Geologi Lembar Tanjung Karang (titik biru merupakan lokasi Granit Indah)

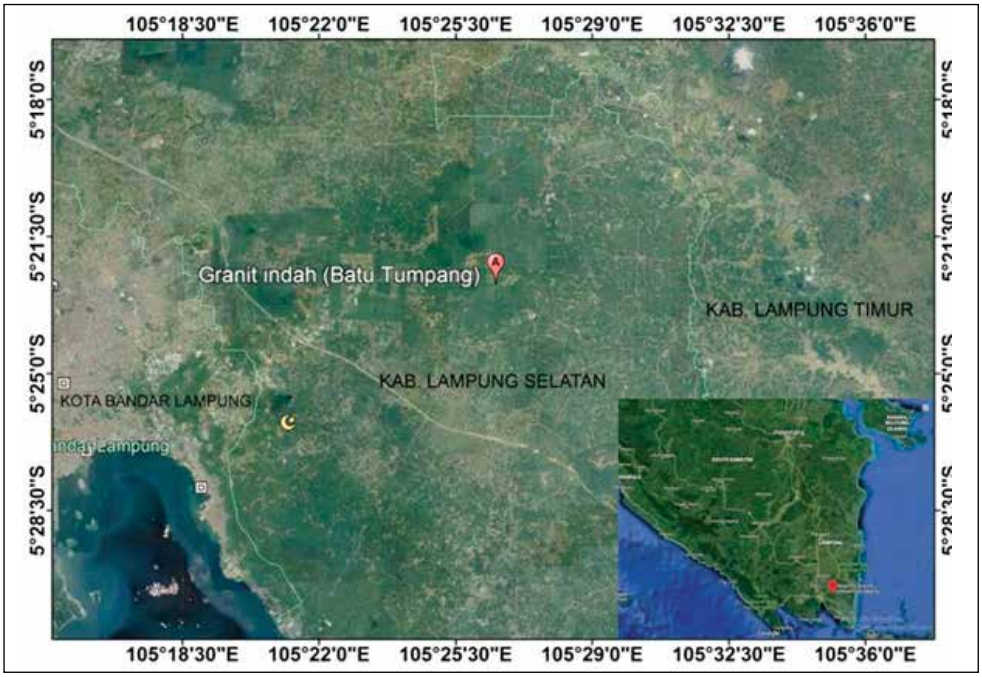
Batuan penyusun Granit Indah berdasarkan peta geologi lembar Tanjung Karang merupakan batuan dari Formasi Granit Jatibaru (Tejg). Monzogranit dan granit menjadi penyusun dari formasi tersebut. Monzogranit dan granit tersebut merupakan batuan plutonik, dapat terlihat dari ukuran fenokrisnya yang cukup besar (*medium grained*). Batuan dari Formasi Granit Jatibaru ini secara stratigrafi menerobos batuan yang lebih tua, dalam hal ini mengintrusi sekis dari Kompleks Gunung Kasih (Pzg [s, k]) yang berumur Permo–Karbon (Cameron, Clarke, Aldiss dkk., 1980) dan Granodiorit Sulan (Kgdsn) yang berumur 113–111 jtl (juta tahun yang lalu) (Katili, 1973; Mangga dkk., 1994). Batuan dari Formasi Granit Jatibaru tersebut memiliki umur sekitar Eosen, tepatnya antara 56–3 jtl (Mangga dkk., 1994). Lingkungan tektonik Granit Indah termasuk ke dalam busur magmatik (*magmatic-arc*), dapat diketahui dari lokasi di sekitarnya yang didominasi oleh batuan plutonik berumur

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tersier (Mangga dkk., 1994). Pembentukan dan munculnya Formasi Granit Jatibaru (lokasi Granit Indah) disebabkan oleh proses subduksi di timur Sumatra yang perlahan mundur ke belakang (*roll-back*).

B. METODE PENELITIAN

Daerah penelitian berlokasi di Desa Purwodadi Dalam, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan dengan koordinat 5°22'20"LS dan 105°26'31"BT (Gambar 2). Penelitian dilakukan pada bulan Maret–April 2018.



Sumber: Google Earth (2019)

Gambar 2. Peta Daerah Penelitian.

Penelitian ini menggunakan tiga tahapan penelitian. Tahap pertama adalah studi pustaka mengenai kondisi geologi di daerah penelitian, konsep geowisata dalam suatu *geosite*, serta analisis geomorfologi. Pada tahapan ini juga dilakukan pengumpulan data sekunder dari peta geologi regional Lembar Tanjung Karang (Mangga dkk., 1994) yang bersumber dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi sebagai peta dasar untuk mengumpulkan data primer melalui survei lapangan. Tahapan kedua adalah survei lapangan dengan pendekatan geomorfologi untuk mengamati dan mendeskripsikan objek geologi pada daerah penelitian. Tahapan ketiga adalah penilaian kuantitatif berdasarkan parameter Kubalikova (2013), yaitu nilai ilmiah, nilai pendidikan, nilai ekonomi, nilai konservasi, dan nilai tambah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Granit Indah terletak di Desa Purwodadi Dalam, Tanjung Bintang, Lampung Selatan. Perjalanan menuju daya tarik wisata Granit Indah dapat ditempuh dari kampus Universitas Lampung (UNILA) dengan waktu tempuh kurang lebih satu jam dan jarak tempuh 35 km menggunakan kendaraan roda empat. Perjalanan menuju lokasi daya tarik wisata ini melewati perkampungan warga dan jajaran pohon karet PTPN VII. Jika berangkat di pagi hari, tak jarang dijumpai para penderes (penyadap) karet yang sedang mengumpulkan getah dari satu pohon ke pohon lain. Hal tersebut dapat menjadi pemandangan yang menarik bagi wisatawan. Selain itu, bongkahan-bongkahan granit yang tersebar di antara pepohonan karet yang rimbun dapat dijumpai selama perjalanan menuju daya tarik wisata ini. Batu granit yang tersebar di Granit Indah ini memiliki ukuran dengan kisaran diameter satu meter persegi. Gunung Batu/Batu Tumpang merupakan lokasi yang paling menarik dan dapat dikatakan sebagai puncak dari Granit Indah, di mana terdapat batuan-batuan raksasa yang saling bertumpukan.

Dari atas tumpukan bebatuan tersebut, akan terlihat pemandangan yang menarik yaitu hamparan perkebunan karet yang luas seperti permadani hijau yang mengalasi gunung batu. Apabila berkunjung pada sore hari, keindahan tempat ini semakin lengkap dengan keberadaan matahari terbenam di kala senja menjelang. Daya tarik wisata ini sangat cocok untuk dijadikan sebagai tempat wisata geologi dan juga dapat menjadi tempat bagi para fotografer untuk melakukan *hunting* foto karena keindahannya yang sepadan dengan namanya yaitu Granit Indah.

1. Geologi dan Geomorfologi

a. Geologi

Secara geologi, kemunculan granit tersebut merupakan bagian dari suatu tubuh batuan beku yang besar yang biasa disebut dengan batolit. Proses pembekuan granit terjadi di dalam atau biasa dikenal dengan istilah plutonik. Proses pembekuan yang jauh di bawah permukaan bumi memungkinkan pembentukan kristal pada mineral tersebut menjadi sempurna atau biasa dikenal dengan bertekstur holokristalin. Warna granit yang ditemui di daerah ini berwarna abu-abu terang, berstruktur masif, berkristal kasar, mengandung mineral k-feldspar, kuarsa, dan biotit dalam jumlah yang sedikit. Jika merujuk pada proses pembekuannya yang terjadi jauh di bawah permukaan bumi, kemunculan granit tersebut ke permukaan bumi (yang sekarang berada di Gunung Batu, puncak dari Granit Indah) dapat menjadi hal yang menarik dan menjadi pertanyaan tersendiri bagi para wisatawan. Hal ini dapat dijelaskan menurut ilmu geologi sebagai proses pengangkatan yang dipengaruhi oleh gaya endogen. Selama proses pengangkatan ke permukaan bumi, granit juga mengalami pematahan dan peretakan. Ketika muncul ke permukaan bumi, granit dipengaruhi oleh gaya eksogen (gaya dari luar bumi) yang menyebabkan terjadinya proses erosi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

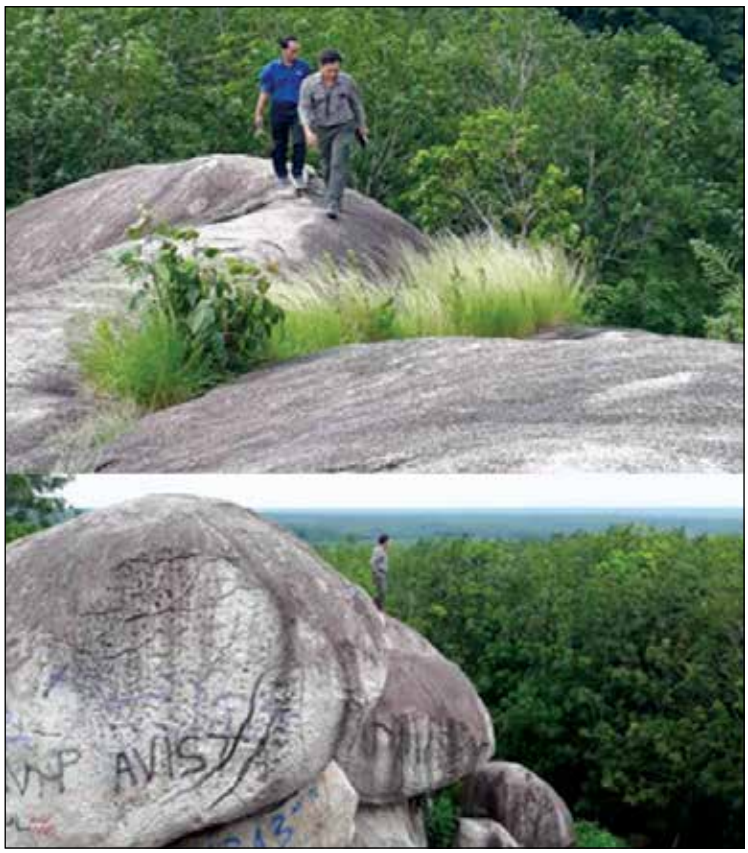
dan pengikisan selama ratusan hingga ribuan tahun sehingga granit yang dijumpai sekarang terlihat seperti bongkahan (Mulyasari, 2018).

b. Geomorfologi

Van Zuidam dalam Yushardi, Kurnianto, & Apriyanto (2017) menyebutkan geomorfologi adalah studi bentuk lahan dan proses-proses yang memengaruhi pembentukannya dan menyelidiki hubungan antara bentuk dan proses dalam tatanan keruangannya. Dalam perkembangannya, geomorfologi diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan.

Granit Indah menurut kajian geomorfologi termasuk ke dalam bentuk lahan denudasional. Bentuk lahan asal denudasional adalah suatu bentuk lahan yang terjadi karena proses-proses pelapukan erosi, gerak masa batuan, dan proses pengendapan.

Granit Indah termasuk pada bentuk lahan perbukitan sisa terpisah (*inselberg*). Jika bentuknya relatif memanjang dengan kemiringan lereng curam maka disebut *monadnock* (Yushardi dkk., 2017).



Sumber: Wibowo, 2018

Gambar 3. Morfologi Monadnock Granit Indah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Jenis morfologi Granit Indah sebagai morfologi *monadnock* yaitu bentukan geologi yang menarik, sebuah pegunungan terisolasi yang tersusun atas batuan yang resisten (tahan terhadap pelapukan) yang dikelilingi oleh dataran (Fowler-Billings, 1949) (Gambar 3).

2. Analisis Tingkat Kelayakan Geowisata

Penilaian analisis tingkat kelayakan objek geowisata dilakukan menggunakan analisis kuantitatif dengan parameter penilaian Kubalikova (2013) (Tabel 1). Hasil analisis penilaian *geosite* dan geomorfologi Granit Indah pada beberapa parameter sebagai berikut, nilai pendekatan ilmiah dan intrinsik (75%), nilai pendidikan (66,67%), nilai ekonomis (33,33%), nilai konservasi (66,67%), dan nilai tambah (45%). Secara keseluruhan Granit Indah memiliki tingkat kelayakan 57,33% sebagai objek geowisata.

3. Potensi Wisata Granit Indah

Granit Indah yang berlokasi di Lampung Selatan memiliki keunikan tersendiri dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai objek geowisata. Potensi positif tersebut, antara lain:

a. Lokasi Granit Indah yang berada di perkebunan karet dan dekat dengan perkampungan penduduk menjadikan objek wisata ini menjadi objek wisata yang menarik dan mendatangkan pengalaman yang berbeda untuk dikunjungi.
b. Keunikan bentukan morfologi *monadnock* pada objek wisata ini menjadi hal yang menarik bagi wisatawan untuk mempelajari keilmuan geologi maupun untuk fotografi.

Selain potensi positif, Granit Indah juga memiliki potensi negatif, antara lain:

a. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga objek wisata, hal ini terlihat dari coretan-coretan pada bebatuan.
b. Fasilitas pendukung objek geowisata yang belum memadai.

Beberapa solusi yang penulis tawarkan untuk mengatasi potensi negatif adalah:

a. Membuat peraturan dan manajemen objek geowisata
b. Menambah fasilitas objek wisata yang dapat menarik pengunjung serta menambah papan penjelasan geologi pada objek wisata

4. Geowisata Granit Indah

Granit Indah termasuk dalam *Local Geological Heritage*, yaitu warisan geologi hanya terdapat di dua lokasi di suatu kabupaten atau kota di Indonesia dan di kabupaten/kota lainnya banyak tersebar (Oktariadi & Suhendar, 2014).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Parameter Kuantifikasi Geowisata

Nilai Pendekatan Ilmiah dan Intrinsik		**Nilai**
Integritas (A)	Situs rusak, tetapi lingkungan abiotik masih terlihat	0.5
Keunikan/kekhasan (Jumlah situs yang mirip dengan situs tersebut) (B)	Hanya 1 situs di lokasi tersebut	1
Keanekaragaman, jumlah bentuk yang berbeda dan proses geologi yang dapat terlihat (C)	2 sampai 4 bentuk/ proses yang terlihat	0.5
Apakah situs pernah dipublikasikan secara ilmiah (D)	Diketahui secara luas oleh masyarakat	1
Total (%)		**75%**
Nilai Pendidikan		**Nilai**
Representatif, Kejelasan bentuk/ proses yang ada (A)	Kejelasan bentuk dan proses yang tinggi dapat dikenali oleh masyarakat luas	1
Apakah ada produk pendidikan pada situs (B)	Tidak ada produk pendidikan/ informasi	0
Penggunaan dari situs untuk kepentingan pendidikan (C)	Tempat umum untuk dikunjungi masyarakat	1
Total (%)		**66.67%**
Nilai Ekonomis		**Nilai**
Aksesibilitas (A)	Lebih dari 1 km dari pemberhentian transportasi umum	1
Kehadiran infrastruktur penunjang pariwisata (B)	Lebih dari 10 km dari lokasi fasilitas wisata yang telah ada	0
Produk Lokal Masyarakat (C)	Tidak ada produk lokal yang terkait dengan situs	0
Total (%)		**33.33%**
Nilai Konservasi		**Nilai**
Potensi ancaman dan resiko yang belum terjadi (B)	Resiko rendah dan tidak ada ancaman	1
Status terbaru dari situs (C)	Tidak ada proses perusakan	1
Perlindungan undang-undang/ perda tentang situs (D)	Tidak ada hukum yang melindungi	0
Total (%)		66.67%

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Nilai Tambah		Nilai
Nilai budaya, agama,sejarah yang terkait dengan situs (A)	Ada unsur budaya namun tidak terlalu berkaitan dengan unsur abiotik	0.5
Nilai Ekologi (B)	Ada pengaruh tapi tidak terlalu penting	0.5
Nilai Estetika (C)	1 warna	0
Jumlah Warna (D)	Lebih dari 3 warna	1
Struktur Ruang dan Pemandangan (E)	2 atau 3 Pola yang dapat dibedakan	0.25
Total (%)		**45%**
RATA-RATA		**57.33%**

Sumber: Kubalikova (2013)

Granit Indah merupakan salah satu daya tarik wisata di Lampung yang dapat dikembangkan menjadi geowisata. Karakteristik geologi yang khas dimiliki Granit Indah ini diharapkan mampu memberikan kontribusi positif bagi pariwisata Lampung. Meskipun dalam upaya pengembangannya dibutuhkan usaha yang keras dari berbagai pihak, daya tarik wisata ini memiliki nilai jual bagi para penggemar geowisata.

D. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian menemukan keunikan geomorfologi *monadnock* menjadi daya tarik tersendiri bagi objek geowisata ini. Penilaian kelayakan parameter geowisata menunjukkan bahwa Granit Indah memiliki nilai kelayakan untuk dikembangkan sebagai kawasan geowisata. Potensi wisata ini dapat mengurangi pemanfaatan sumber daya geologi yang cenderung eksploitatif dan mampu memberikan kontribusi positif bagi pariwisata Lampung.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pak Budi Brahmantyo (alm.) yang menemani perjalanan geowisata ke Granit Indah.

DAFTAR PUSTAKA

Brahmantyo, B. (2013). Geotourism in Indonesian perpectives. Dalam *Proceeding HAGI-AIGI Joint Convention*, Medan.

Cameron, N. R., Clarke, M. C. G., Aldiss, D. T., Aspden, J. A., & Djunuddin, A. (1980). The geology evolution of northern Sumatra. *Proc. Indonesian Petrol. Assoc.*, *9*, 149–188.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hidayat, N. (2002). *Analisis pengelolaan kawasan eksokarst Gunung Kidul sebagai kawasan geowisata*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Fowler-Billings, K. (1949). Geology of the monadnock quadrangle, NH planning and development commission. Diakses pada xxx dari http://monadnocktrails.com/MonadnockGeology.php.

Google Earth. (2019). Diakses pada 8 Agustus 2019 dari https://www.google.co.id/intl/id/ earth/.

Katili, J. A. (1973). Geochronology of West Indonesia and its implications on plate tectonic. *Tectonophysics, 106*, 97–122.

Kisman & Sutisna, D. T. (2006). Inventarisasi dan evaluasi mineral logam di daerah Kab. Lampung Timur dan Kab. Lampung Selatan, Provinsi Lampung. *Proc. Pemaparan Hasil-hasil Kegiatan Lapangan dan Non-Lapangan*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi.

Kubalikova, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism 02/2013*, 80–103.

Mangga, A. S., Amiruddin, Suwarti, T., Gafoer, S., & Sidarto. (1994). *Peta geologi lembar Tanjung Karang, Sumatra*, skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Mulyasari, R. (2018). Morfologi monadnock Granit Indah-daya tarik Geowisata Lampung. *Warta Pariwisata Oktober 2018, 16*(3), 32–34, ISSN 1410-7112.

Oktariadi O. & Suhendar R. (2014). *Keragaman geologi Indonesia warisan geologi Sumatra*. Bandung: Badan Geologi.

Yushardi, Kurnianto, F. A., & Apriyanto, B. (2017). *Bahan ajar geomorfologi umum*. Jember: Universitas Jember.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PERAN MAS MBAK DUTA GEOPARK DALAM STRATEGI PROMOSI GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG KEBUMEN

THE ROLE OF MAS MBAK DUTA GEOPARK IN PROMOTIONAL STRATEGIES GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG KEBUMEN

Eko Budi Wibowo[1*]

[1]Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang
[*]*E-mail*: ekobudiwibowo48@gmail.com

ABSTRACT

Mas Mbak Duta Geopark is the term for Tourism Ambassador of Kebumen Regency who focuses on Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen tourism. Ambassador is a form of figure and human resources that has a role as a tourism marketing media which is expected to be able to promote the tourism potential of Geopark Karangsambung-Karangbolong, Kebumen as well as a liaison between Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata, Kebumen Regency, the private sector, and the wider community who are prospective tourists in Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. To achieve this goal, one of the important things is a promotion strategy that affects the interest to tourist visits. This study focuses on the role of Duta Geopark in the promotion strategy of Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. The research method used is qualitative. Data retrieval is done through observation, interviews with related parties, and added secondary data support. The results of this study were analyzed and conclusions were drawn from the study. The results showed that the role of Mas Mba Duta Geopark was to form a network through the Paguyuban Mas Mba Duta Wisata Kebumen, following the work program of Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen, following the Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen tourism activity, promoting on social media and as an information provider Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Keywords: *Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, Mas Mba Duta Geopark, promotion strategy, tourism.*

ABSTRAK

Mas Mbak Duta Geopark adalah sebutan bagi Duta Wisata Kabupaten Kebumen yang berfokus pada pariwisata Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Duta merupakan bentuk figur dan sumber daya manusia yang memiliki peran sebagai media pemasaran pariwisata yang diharapkan dapat mempromosikan potensi wisata Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen serta menjadi penghubung antara Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen, pihak swasta, dan masyarakat luas yang merupakan calon wisatawan di Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Untuk mencapai tujuan tersebut, salah satu hal yang penting adalah strategi promosi yang berpengaruh pada ketertarikan hingga kunjungan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

wisatawan. Penelitian ini berfokus pada peran Duta Geopark dalam strategi promosi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif. Pengambilan data dilakukan melalui observasi, wawancara dengan pihak terkait, dan ditambah dukungan data sekunder. Hasil dari penelitian ini dianalisis untuk kemudian ditarik kesimpulan atas penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peran Mas Mbak Duta Geopark adalah membentuk jaringan melalui Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen, mengikuti program kerja Dinas Kepemudaan, Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen, mengikuti kegiatan kepariwisataan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, melakukan promosi di sosial media dan sebagai penyedia informasi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Kata kunci: Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, Mas Mbak Duta Geopark, pariwisata, strategi promosi.

A. PENDAHULUAN

Pariwisata saat ini menjadi suatu kebutuhan sekunder yang akan dipenuhi apabila kebutuhan primer telah tercukupi. Pariwisata pada dasarnya merupakan bagian penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, meliputi kegiatan sosial antarmanusia dan ekonomi. Pariwisata menjadi sektor penting dalam pendapatan asli daerah dengan jumlah yang potensial dan berimplikasi pada kesejahteraan masyarakat. Adanya rancangan untuk menjadikan sektor pariwisata sebagai penghasil pendapatan asli daerah terbesar juga didukung dengan banyaknya potensi pariwisata di daerah yang dapat dikembangkan.

Kebumen merupakan kabupaten yang memiliki potensi wisata yang cukup banyak dan bervariasi, mulai dari wisata alam, wisata sejarah sampai wisata budaya. Kabupaten Kebumen secara administratif terdiri dari 26 kecamatan dengan luas wilayah sebesar 128.111,50 hektar atau 1.281,115 km² dengan kondisi beberapa wilayah merupakan daerah pantai dan perbukitan, sedangkan sebagian besar merupakan dataran rendah (Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen). Hal ini membuat Kabupaten Kebumen memiliki wisata alam yang melimpah. Kabupaten Kebumen mempunyai semboyan "Kebumen Beriman" yang merupakan singkatan dari Bersih, Indah, Aman, dan Nyaman. Serta *brand* pariwisata "*Yuh Plesir Kebumen*"yang berarti ajakan untuk berlibur di Kabupaten Kebumen (Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen).

Dengan banyaknya daerah wisata di Indonesia, bahkan di sekitar Kabupaten Kebumen menjadikan strategi promosi hal yang penting. Strategi promosi dilakukan oleh hampir seluruh kota-kota besar maupun daerah di negara ini dan merupakan salah satu upaya yang dilakukan guna menarik wisatawan untuk berkunjung ke daerah tersebut. Selain juga pembenahan kondisi pariwisata yang terus dilakukan. Menurut Parkerson & Saunders (2004, 243) bahwa beberapa kota melakukan promosi agar dapat meningkatkan daya tarik mereka dalam hal pariwisata maupun bisnis. Tidak

Buku ini tidak diperjualbelikan.

seperti barang atau jasa yang didasari oleh kekuatan pasar, promosi suatu kota didasarkan pada kebutuhan guna meningkatkan perekonomian dalam negeri serta menarik minat wisatawan dan investor (Kotler dkk., 2004, 13).

Sektor pariwisata juga membantu perbaikan citra daerah serta mempunyai implikasi dengan investasi pada daerah tersebut. Menurut Nel & Binns (2000, 191) bahwa tujuan utama dalam mempromosikan suatu kota adalah untuk membangun citra dari kota tersebut sekaligus menggantikan citra negatif yang telah ada. Diperlukan promosi yang efektif guna mendapat kunjungan wisatawan dan perbaikan citra serta investasi untuk sebuah daerah. Menurut Evans dan Berman (1992) yang dikutip oleh Simamora (2003, 285), "Promosi adalah segala bentuk komunikasi yang digunakan untuk menginformasikan (*to inform*), membujuk (*to persuade*), atau mengingatkan orang-orang tentang produk yang dihasilkan organisasi, individu maupun rumah tangga". Promosi merupakan salah satu cara perusahaan melakukan komunikasi melalui pesan-pesan yang didesain untuk menstimulasi terjadinya kesadaran (*awareness*), ketertarikan (*interest*), dan berakhir dengan tindakan pembelian (*purchase*) yang dilakukan oleh pelanggan terhadap produk atau jasa perusahaan.

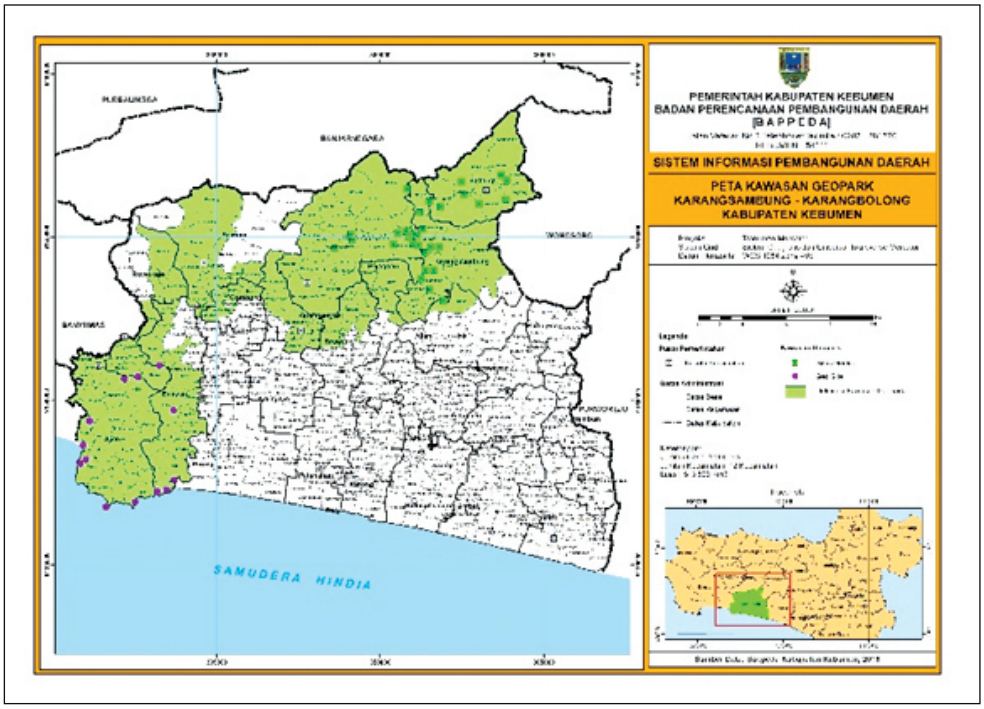
Sektor pariwisata memerlukan promosi yang masif serta pelibatan semua pihak agar tujuan yang ingin dicapai terwujud. Promosi dapat dilakukan pemerintah juga masyarakat, khususnya pemuda yang dapat direpresentasikan oleh duta wisata. Duta wisata adalah ikon atau figur pariwisata dan kebudayaan yang terpilih setelah melewati serangkaian proses seleksi yang dikemas dalam bentuk pemilihan yang diikuti oleh generasi muda atau remaja (Satriawan, 2013, 39). Duta wisata dapat dijadikan perpanjangan tangan pemerintah dalam upaya memperkenalkan potensi pariwisata daerah dengan tujuan dapat meningkatkan kunjungan wisatawan.

1. Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen

Geopark Karangsambung-Karangbolong berada di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Geopark Karangsambung-Karangbolong meliputi kawasan seluas 543,599 km^2 yang mencakup 12 kecamatan dengan 117 desa. Terdapat 41 (empat puluh satu) situs geologi yang menjadi situs utama di dalam kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong. Situs tersebut dilengkapi oleh delapan situs biologi dan sepuluh situs budaya. Geopark Karangsambung-Karangbolong secara geografis mewakili bagian utara dan selatan daerah Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah (*Website* Geopark Kebumen).

Secara keseluruhan kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong akan terbagi menjadi tiga segmen, yaitu kawasan Karangsambung (kawasan Cagar Alam geologi Karangsambung di bagian utara), kawasan Sempor (bagian tengah) dan kawasan Pesisir Ayah yang merupakan kawasan karst dan vulkanik tua (bagian sqqelatan).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Website Geopark Kebumen

Gambar 1. Peta Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen

2. Mas Mbak Duta Geopark

Mas Mbak Duta Geopark adalah sebutan bagi Duta Wisata Kabupaten Kebumen yang berfokus pada promosi pariwisata Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Menurut Kotler (2008), seorang duta wisata sangat berpengaruh karena mereka memiliki kredibilitas yang didukung dengan faktor keahlian dan dapat dipercaya. Duta merupakan bentuk figur dan sumber daya manusia yang berperan sebagai media pemasaran pariwisata. Dalam hal ini, duta diharapkan dapat mempromosikan potensi wisata Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen . Selain itu, juga menjadi penghubung antara Dinas Kepemudaan, Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen, pihak swasta, dan masyarakat luas yang merupakan calon wisatawan di Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

B. METODE PENELITIAN

1. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif yaitu penelitian berlandaskan filsafat positivisme yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alamiah. Peneliti bertindak sebagai instrumen kunci. Teknik pengumpulan dilakukan dengan trianggulasi. Analisis datanya bersifat induktif/kualitatif dan hasil penelitiannya lebih menekan makna daripada generalisasi (Sugiyono, 2013).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah strategi promosi yang dilakukan oleh Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen dalam komunikasi *online* dan kegiatan secara langsung dengan masyarakat.

3. Jenis dan Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Data Primer, yaitu data yang diperoleh melalui narasumber dengan melakukan tanya jawab secara langsung dan dipandu melalui pertanyaan-pertanyaan yang disiapkan sebelumnya.
b. Data Sekunder, yaitu data yang diperoleh melalui beberapa sumber infomasi yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan, antara lain dokumen dan arsip rekam kegiatan promosi Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen serta jurnal dan literatur ilmiah yang relevan dengan fokus penelitian.

4. *Sample* Penelitian

Peneliti menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu dalam menetapkan informan. Dengan memilih orang-orang atau kelompok terbaik untuk dipelajari atau dalam hal ini memberikan informasi yang akurat.

Kelompok yang dipertimbangkan secara cermat (intuisi) dan kelompok terbaik (yang dinilai akan memberikan informasi yang cukup) untuk dipilih menjadi sumber data penelitian (Sugiyono, 2008). Dalam penelitian ini, maka peneliti menggunakan *key informan*. Informan Kunci (*key informan*) berjumlah dua orang yaitu promosi Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen 2018–2019 atas nama:

a. Khamim Al Ahkof
b. Esti Sulistianingsih

Wawancara dilakukan peneliti terhadap informan kunci mengenai peran Mas Mbak Duta Geopark dalam strategi promosi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kebumen. Lokasi ini dipilih karena peneliti dan informan kunci (*key informan*) berasal dan bertempat tinggal di Kabupaten Kebumen. Untuk waktu penelitian dilakukan dalam bulan Juli sampai dengan bulan Agustus.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

6. Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan beberapa teknik dalam pengumpulan data, antara lain:

a. Teknik Observasi

Teknik observasi yaitu teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti didasarkan atas pengamatan secara langsung untuk memperoleh keyakinan tentang keabsahan data.

b. Wawancara Mendalam (Indepth Interview)

Wawancara mendalam secara umum merupakan proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab bertatap muka antara pewawancara dengan infroman. Menurut Sugiyono (2013, 231), wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu.

c. Penelitian Kepustakaan

Kepustakaan ini merupakan cara pengumpulan data yang dilakukan dengan klarifikasi bahan-bahan tertulis berhubungan dengan perumusan masalah penelitian, seperti buku-buku, artikel koran, majalah, dan media lainnya.

d. Dokumentasi

Menurut Sugiyono (2013, 240), dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seorang. Dokumen yang berbentuk tulisan, misalnya catatan harian, sejarah kehidupan (*life histories*), ceritera, biografi, peraturan, kebijakan. Dokumen yang berbentuk gambar, misalnya foto, gambar hidup, sketsa, dan lain-lain.

7. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, peneliti mengikuti langkah-langkah seperti yang dianjurkan oleh Miles & Huberman dalam Sugiono (2008), yaitu (1) reduksi data, (2) *display* data, dan (3) pengambilan kesimpulan dan verifikasi.

a. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan melalui interviu, observasi, dan analisis dokumen terhadap informan. Peneliti mengumpulkan data-data terkait dengan penelitian dan harus sesuai dengan pedoman wawancara yang sudah dirancang agar tidak terlalu luas dalam mencakup data.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

b. Reduksi Data

Merangkum data, memfokuskan pada hal-hal yang penting agar memberikan gambaran yang lebih jelas dan mempermudah peneliti untuk melakukan pengumpulan data selanjutnya.

c. Penyajian data

Bisa dilakukan dalam bentuk uraian singkat, bagan, hubungan antarkategori untuk memudahkan dan memahami apa yang terjadi. Bentuk penyajian data kualitatifnya adalah:

1) Teks naratif berbentuk catatan lapangan.
2) Menggabungkan informasi yang tersusun dalam suatu bentuk yang padu dan mudah diraih sehingga memudahkan untuk melihat apa yang sedang terjadi, apakah kesimpulan sudah tepat atau sebaliknya melakukan analisis kembali.

d. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan menemukan makna data yang telah disajikan. Dari data-data yang telah terkumpul selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan dan kemudian kesimpulan tersebut diverifikasi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemerintah Kabupaten Kebumen memiliki target menjadikan geopark nasional Karangsambung-Karangbolong dapat dinaikkan statusnya menjadi geopark global yang diakui UNESCO dalam dua tahun ke depan yaitu pada tahun 2021. Dengan target tersebut, diperlukan strategi promosi yang tepat agar jangkauan dari Geopark Karangsambung-Karangbolong tidak hanya wisatawan lokal maupun dalam negeri, tetapi juga dapat menjangkau wisatawan asing/luar negeri.

Berdasarkan data yang diperoleh, secara strategi, promosi yang dilakukan oleh Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen terbagi dalam komunikasi *online* dan kegiatan secara langsung dengan masyarakat.

1. Komunikasi *Online*

Melakukan promosi di sosial media dan sebagai penyedia informasi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Memanfaatkan media sosial atau jejaring sosial Instagram, Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen melakukan promosi dengan fitur *story* dan *post* serta berdiskusi melalui *direct message*. Dari Instagram dapat dilihat melalui tiga akun, yaitu:

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama akun	Pengikut
1.	@masmbakkebumen	26.700
2.	@ahkof_	1.340
3.	@estisulis0222	1.836

Berdasarkan hasil wawancara dengan Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, adanya komunikasi *online* merupakan salah satu cara dan strategi untuk menyampaikan informasi tentang geopark. Hal ini karena dapat berkomunikasi dan berinteraksi secara *online* melalui fitur yang ada di Instagram, seperti komentar, suka, *repost*, *story*, dan *direct message*.

Interaksi Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen dengan pengguna media sosial Instagram, yaitu menanyakan tentang detail lokasi wisata, penginapan, kegiatan, dan juga biaya. Mas Mbak Duta Geopark juga dapat berfungsi sebagai penghubung antara wisatawan dengan tempat pariwisata yang masuk dalam Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen yang akan melakukan reservasi untuk kunjungan wisata maupun penginapan dalam skala besar.

Selanjutnya, untuk strategi promosi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen guna menambah jangkauan wisatawan digunakan fitur tandai dalam kiriman Instagram. Dalam kiriman yang masih relevan, akan ditandai juga pihak terkait, seperti geopark nasional hingga geopark dunia sehingga pengunjung akun Instagram geopark nasional lainnya maupun geopark dunia dapat melihat juga informasi dan kegiatan geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Dari interaksi tersebut, harapan Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen bahwa penggunaan media sosial Instagram sangat bermanfaat bagi mereka. Komunikasi *online* juga dirasa cukup efektif memberikan informasi dan sebagai bentuk persuasif atau ajakan untuk berwisata di geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

2. Kegiatan secara langsung dengan masyarakat

Secara kegiatan dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu:

a. Membentuk jaringan melalui Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen

Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen secara struktural organisasi tergabung dalam Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen. Hal tersebut dimanfaatkan dengan melibatkan semua anggota organisasi untuk ikut melakukan promosi wisata Geopark Karangsambung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dalam beberapa kesempatan, Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen hadir dalam pemilihan Duta Wisata daerah lain sebagai tamu undangan. Namun, susunan acara yang padat dan alokasikan waktu yang singkat mengakibatkan promosi wisata geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen sangat kurang. Padahal kesempatan itu bisa dimanfaatkan untuk menarik wisatawan dari daerah lain.

Sebagian besar Duta Wisata Kabupaten Kebumen merupakan pelajar dan mahasiswa. Dengan demikian, promosi wisata Kebumen secara umum dan promosi geopark Karangsambung-Karangbolong dapat dilakukan melalui pertemuan antar sekolah maupun kegiatan mahasiswa.

b. Mengikuti program kerja Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen serta dinas terkait dalam Pemerintah Kabupaten Kebumen

Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen terlibat dalam kegiatan dan program kerja Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen selama masa jabatan 2018–2019. Bentuk partisapasi berupa penyambutan kunjungan wisata, program dan *camp* yang diikuti oleh universitas maupun organisasi yang berasal dari seluruh Indonesia maupun luar negeri. Selain itu, Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen juga berfungsi sebagai informan untuk wisatawan yang bertanya mengenai wisata Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen ikut dalam kegiatan Aksi Sapta Pesona yang diselenggarakan oleh Disporapar Provinsi Jawa Tengah bekerja sama dengan Disporapariwisata Kab. Kebumen. Aksi Sapta Pesona tersebut diharapkan dapat menciptakan masyarakat yang peduli dengan wisata yang aktif dan terlibat langsung dalam mewujudkan destinasi pariwisata yang mencerminkan nilai-nilai Sapta Pesona, yakni aman, tertib, bersih, sejuk, indah, ramah, dan kenangan.

Selanjutnya, *Focus Group Discussion* sosialisasi dan optimalisasi Geopark Karangsambung-Karangbolong Kementerian Pariwisata RI, Pemkab Kebumen, dan Universitas Indraprasta PGRI (Unindra) Jakarta dalam rangka pembuatan rancangan masterplan pembangunan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Kegiatan yang diikuti menunjukkan bahwa Mas Mbak Duta Geopark tidak hanya berfungsi sebagai elemen promosi, namun juga sebagai bagian pembangunan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, meliputi infrastrukur serta sumber daya manusia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

c. Mengikuti kegiatan kepariwisataan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen

Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen ikut dalam kegiatan yang berkaitan dengan Geopark Karangsambung-Karangbolong secara khusus, seperti *Kebumen Geo Night Carnival 2019*. *Kebumen Geo Night Carnival* diadakan untuk mempromosikan adanya Geopark Karangsambung-Karangbolong dengan mengangkat tema program unggulan, kesenian Kebumen, dan produk unggulan Kebumen.

Dalam beberapa kesempatan, Mas Mbak Duta Geopark juga hadir dalam acara di stasiun televisi lokal yaitu Ratih TV. Berperan sebagai narasumber bersama para camat serta Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) di daerah Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Mas Mbak Duta Geopark menjelaskan tentang *geopark* maupun peran serta berbagai elemen, seperti pemerintah, masyarakat, dan sebagai duta untuk membangun Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Selanjutnya, Mas Mbak Duta Geopark terlibat dalam pelatihan Kelompok Sadar Wisata (Pokdarwis) di daerah Geopark, seperti pelatihan pariwisata dan penguatan salah satu budaya lokal yang berpotensi yaitu Jaringkes. Jaringkes merupakan pertunjukan wayang yang diiringi dengan musik rebana serta merupakan karya masyarakat setempat dan menggunakan cerita lokal Kabupaten Kebumen.

Kegiatan yang berkaitan dengan Geopark Karangsambung-Karangbolong dilaksanakan di dalam maupun di luar Kabupaten Kebumen. Namun, Mas Mbak Duta Geopark mengalami kendala kehadiran dalam beberapa kesempatan. Misalnya, tidak ada surat dispensasi dari Pemerintah Kabupaten Kebumen sehingga Mas Mbak Duta Geopark tidak mendapatkan izin mengikuti kegitan Geopark Karangsambung-Karangbolong pada hari kerja.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan penyajian data dan analisis data yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dikemukakan kesimpulan, antara lain:

1. Bahwa penggunaan media sosial Instagram sebagai salah satu strategi promosi yang digunakan oleh Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen belum dimanfaatkan secara maksimal dalam menyampaikan konten promosi. Isi konten yang kurang menarik, penggunaan fitur yang kurang dimanfaatkan dalam bentuk foto ataupun video sehingga penggunaan media sosial Instagram yang merupakan bentuk komunikasi *online* belum tersampaikan secara maksimal kepada sesama pengguna media sosial instagram dan konten promosi penyebarannya menjadi tidak efektif.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Jaringan melalui Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen belum efektif karena jangkauan calon wisatawan masih sekitar lokal Kabupaten Kebumen, sedangkan untuk luar daerah masih rendah. Keikutsertaan kegiatan di luar daerah yang terbatas serta kendala teknis acara masih menjadi kendala.
3. Peran Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen dalam mempromosikan pariwisata secara langsung dengan masyarakat telah dijalankan melalui program-program Dinas Kepemudaan, Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen dan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen yang kemudian dimanfaatkan sebagai promosi untuk memberikan informasi-informasi kepariwisataan *geopark* ke masyarakat. Namun, dilihat dari lapangan, peran Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen kurang maksimal dalam interaksi langsung dengan masyarakat karena keterbatasan teknis acara maupun pribadi dari Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.
4. Dalam mengikuti kegiatan kepariwisataan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen telah optimal dengan keikutsertaan serta promosi di berbagai kegiatan. Namun, untuk beberapa kegiatan terkendala perizinan kerja Mas Mbak Duta Geopark.

E. SARAN/REKOMENDASI

Sesuai dengan hasil penelitian dan kesimpulan yang dikemukakan, maka peneliti memberikan saran, sebagai berikut:

1. Diharapkan kepada Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen agar meningkatkan isi konten promosi dan interaksi di media sosial Instagram. Misalnya, memberikan konten-konten mengenai objek wisata secara jelas agar kunjungan wisatawan bertambah dan tujuan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen dapat tercapai. Pemangku kegiatan pariwisata, pemerintah, pihak swasta, dan media di Kabupaten Kebumen agar lebih mendukung kegiatan promosi yang dilakukan Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen, seperti anggaran program kerja dan fasilitasi kesempatan tampil dalam media di Kabupaten Kebumen.
2. Diperlukan keterlibatan yang lebih dari Mas Mbak Duta Geopark untuk promosi, utamanya menggaet calon wisatawan luar daerah.
3. Perlu diadakan penelitian selanjutnya mengenai strategi promosi Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih terhadap semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti:

1. Universitas Negeri Semarang
2. Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen
3. Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen
4. Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong
5. Paguyuban Mas dan Mbak Duta Wisata Kabupaten Kebumen
6. Mas Mbak Duta Geopark Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Semoga penelitian ini berguna dan dapat dijadikan bahan rujukan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, C. (2017). Geosite identification in Karangbolong High to support the developement of Karangsambung-Karangbolong Geopark. Dalam *Global Colloquium on Geo Sciences and Engineering, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 118 (2018) 012014, IOP Publishing.

Dinas Kepemudaan dan Olahraga dan Pariwisata Kabupaten Kebumen. (2019). *Potensi Wisata Kabupaten Kebumen*. Diakses pada xxx dari: http://www.pariwisatakebumen.com/p/potensi-wisata.html

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong. (2018). *Profil Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong*. Diakses pada xxx dari: https://geopark.kebumenkab.go.id/index.php/web/post/profil-geopark-nasional-karangsambung-karangbolong

Kotler, P. (2008). *Dasar-Dasar pemasaran*. Jakarta: Erlangga.

Kotler, P., Israel D Nebenzahl., Vladimir L., Seppo R., David G., Rita C., … David, Aaker. (2004). Opinion pieces: Where is place branding heading?. *Journal of Place Branding*, 1(1), 12–13.

Nel, E., & Binns, T. (2002). Place marketing, tourism promotion, and community based local economic development in post-apartheid South Africa: The case of still bay-the bay of sleeping beauty. *Urban Affairs Review, 38*, 188–191.

Parkerson, B., & Saunders, J. (2004). City branding: Can goods and services branding models be used to brand cities?. *Place Branding, 1*, 243–244.

Pemerintah Daerah Kabupaten Kebumen. (2015). *Geografis Kabupaten Kebumen*. Diakses pada xxx dari https://www.kebumenkab.go.id/index.php/public/page/index/23.

Satriawan. (2013). *Hakikat pemilihan duta wisata*. Surakarta: Cendana Offset.

Simamora, B. (2003). *Memenangkan pasar dengan pemasaran efektif dan profitable*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Sugiyono. (2008). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

MENEMUKENALI KETERKAITAN KERAGAMAN GEOLOGI TERHADAP KERAGAMAN BUDAYA UNTUK PENGEMBANGAN GEOPARK KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG: SEBUAH KONSEP ANALISIS

EXPLORING AND IDENTIFICATION THE RELATIONSHIP BETWEEN GEOLOGICAL AND CULTURAL DIVERSITY FOR THE DEVELOPMENT OF KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG GEOPARK: AN ANALYSIS CONCEPT

Chusni Ansori [1*]

[1] Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung–LIPI,
Jl. Karangsambung Km-19, Kebumen 54353
[*]*E-mail*: ransorich.63@gmail.com, chus001@lipi.go.id

ABSTRACT

Karangsambung-Karangbolong National Geopark was established at the end of 2018, due to the high-value of geological, biological, and cultural diversity. Research on the relationship between geological and cultural diversity needs to be done towards UNESCO's Global Geopark. Geological condition of Kebumen Regency is very diverse, both in morphology, lithology, geological history, mineral resources, and geohydrology. Kebumen's topography is a series of structural mountains in the north, alluvial plains in the middle, karst topography and coastal plain in the south. Kebumen stratigraphy includes of Luk Ulo melange complex rocks, Karangsambung Formation, Totogan Formation, Waturanda and Gabon Formation, Penosogan and Kalipucang Formations, Halang and Peniron Formations, Alluvial deposits, and beaches. Rock variation represents 6 (six) periods of geological history since the early formation of the island of Java in the Cretaceous–Paleocene Era (117–55 Mya). The deep sea sedimentation at Eocene–Oligocen era (55–25 Mya), followed by periods of OAF volcanic formation in Oligocene–Early Miocene (25–16 Mya). The period of carbonate formation in the Middle Miocene (16–10 Mya) and the period of Halang volcano formation in the Late Pliocene–Miocene (10–2 Mya). Whereas the last period was coastal and alluvials deposits in the Pliocene–Holocene era (<2 Mya). Mineral resources include metal minerals, non-metallic minerals and rocks. Geohydrologically there are three groundwater basin, namely Kroya basin, Banyumudal basin, and Kebumen-Purworejo basin. There are areas without groundwater basins, in the north part of Kebumen Regency and Karangbolong hight in the south. Culture is a result of the struggle against the influence of nature and times to overcome various obstacles and difficulties in their lives and livelihoods. Humans who live on earth will interact with nature to produce cultural diversity. The diversity of natural conditions will produce cultural diversity. Cultural diversity can be in the form of tangible or intangible cultural objects. Methods of linkage analysis of geological and cultural diversity includes an inventory of the geological diversity (lithology, morphology, mineral resources, geohydrology, risk disaster), an inventory the types and locations of existing culture, spatial

Buku ini tidak diperjualbelikan.

distribution analysis of cultural diversity with geological diversity and weighting process to assess the level of relevance .

Keywords: *Kebumen, Geopark, geological diversity, cultural diversity, identify, concept*

ABSTRAK

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong telah ditetapkan pada akhir tahun 2018 karena adanya keragaman geologi, biologi, dan budaya yang bernilai tinggi. Penelitian keterkaitan antara keragaman geologi dengan keragaman budaya perlu dilakukan untuk menunjang pengembangan ke arah Geopark Global UNESCO. Kondisi Geologi Kab. Kebumen sangat beragam, baik dari sisi morfologi, litologi, sejarah geologi, sumber daya mineral, serta geohidrologinya. Topografi Kebumen berupa rangkaian perbukitan-pegunungan struktural di bagian utara, dataran aluvial di bagian tengah, topografi karst, dan dataran pantai di bagian selatan. Stratigrafi Kebumen mencakup kelompok batuan komplek mélange Luk Ulo, Formasi Karangsambung, Formasi Totogan, Formasi Waturanda dan Gabon, Formasi Penosogan dan Kalipucang, Formasi Halang dan Peniron, Endapan Aluvial dan pantai. Rekaman batuan yang ditemukan mewakili enam periode sejarah geologi sejak masa awal pembentukan Pulau Jawa pada kala Kapur–Paleosen (117–55 jtl). Periode sedimentasi pelongsoran laut dalam pada kala Eosen–Oligosen (55–25 jtl) yang diikuti oleh periode pembentukan gunung api OAF pada Oligosen–Miosen Awal (25–16 jtl). Periode pembentukan paparan karbonat pada kala Miosen Tengah (16–10 jtl) dan periode pembentukan Gunung Api Halang pada Miosen Akhir–Pliosen (10–2 jtl), sedangkan periode terakhir berupa pembentukan endapan pantai dan aluvial pada zaman Pliosen–Holosen (< 2 jtl). Sumber daya mineralnya mencakup mineral logam, mineral nonlogam, dan batuan. Secara geohidrologi terdapat tiga CAT, yaitu CAT Kroya, CAT Banyumudal, dan CAT Kebumen-Purworejo. Kawasan non-CAT terdapat di bagian utara dan Tinggian Karangbolong di bagian selatan. Kebudayaan merupakan buah budi manusia sebagai hasil perjuangan terhadap pengaruh alam dan zaman untuk mengatasi berbagai rintangan dan kesukaran di dalam hidup dan penghidupannya. Manusia yang hidup di atas bumi akan berinteraksi dengan alam sehingga menghasilkan keragaman budaya. Keragaman kondisi alam akan menghasilkan keragaman budaya. Keragaman budaya dapat berupa budaya berwujud benda (*tangible*) maupun tak benda (*intangible*). Konsep analisis keterkaitan keragaman geologis dengan budaya, meliputi inventarisasi keragaman geologi (litologi, topografi, geohidrologi, mineral, kebencanaan), inventarisasi jenis dan lokasi budaya yang ada, analisis spatial sebaran keragaman budaya dengan keragaman geologi, dan proses pembobotan untuk menilai tingkat keterkaitannya.

Kata Kunci: Kebumen, geopark, keragaman geologi, keragaman budaya, menemukenali, konsep

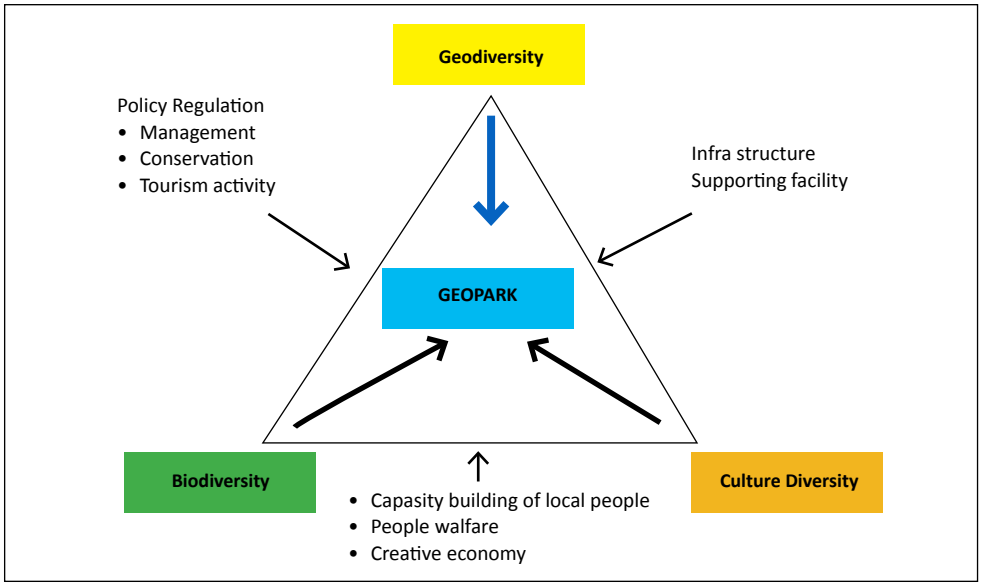
A. PENDAHULUAN

Kabupaten Kebumen telah mempunyai Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong (GNKK) yang mencakup kawasan seluas 543.599 km^2 pada 12 kecamatan dan 117 desa dengan morfologi yang bervariasi, mulai dari perbukitan, lembah, pedataran, sampai pantai. GNKK ditetapkan pada bulan November 2018 dan direncakan akan diajukan menjadi Geopark Global UNESCO pada tahun 2021. *Geopark* merupakan konsep pembangunan berkelanjutan pada sebuah wilayah geografi tunggal atau gabungan yang memiliki situs warisan geologi dan bentang alam yang bernilai, terkait dengan aspek warisan geologi, keragaman geologi, keragaman

Buku ini tidak diperjualbelikan.

hayati, dan keragaman budaya. *Geopark* dikelola untuk keperluan konservasi, edukasi, dan pembangunan ekonomi masyarakat secara berkelanjutan. Pengembangan ekonomi masyarakat pada kawasan *geopark* dilakukan melalui kegiatan geowisata yang berbasis pada warisan geologi. *Geopark* memerlukan keterlibatan aktif masyarakat dan pemerintah daerah sehingga dapat digunakan untuk menumbuhkan pemahaman dan kepedulian masyarakat terhadap bumi dan lingkungan.

Keragaman geologi (*geodiversity*) adalah gambaran keunikan komponen geologi, seperti mineral, batuan, fosil, struktur geologi, dan bentang alam yang menjadi kekayaan hakiki suatu daerah. Keberadaan kekayaan itu serta penyebaran dan keadaannya dapat mewakili gambaran proses evolusi geologi daerah tersebut. *Biodiversity* adalah keanekaragaman di antara mahluk hidup dari semua sumber, termasuk daratan, lautan, dan ekosistem akuatik lain serta kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragaman. *Culture diversity* adalah budaya masa lalu maupun masa kini, baik yang bersifat *tangible* maupun *intangible*. Sebelum suatu kawasan ditetapkan sebagai *geopark* maka harus dilakukan inventarisasi dan identifikasi yang membuktikan adanya keragaman geologi, biologi, dan budaya. Keragaman geologi yang ada pada suatu kawasan dapat ditetapkan menjadi warisan geologi (*geoheritage*) jika memiliki nilai lebih sebagai suatu warisan karena menjadi rekaman yang pernah atau sedang terjadi di bumi. Warisan geologi haruslah mempunyai nilai ilmiah tinggi, langka, unik, dan indah sehingga dapat digunakan untuk penelitian dan pendidikan kebumian. Warisan geologi terkait dengan keragaman geologi, biologi, dan budaya. Tingkatan *geopark* mencakup lokal, nasional, dan global. *Geopark* lokal



Sumber: Ansori (2018)

Gambar 1. *Geopark* tersusun dari tiga pilar utama berupa keragaman geologi, biologi, dan budaya untuk keperluan konservasi, edukasi, dan pengembangan ekonomi lokal

Buku ini tidak diperjualbelikan.

cukup ditetapkan oleh pemerintah daerah jika terdapat warisan geologi. *Geopark* nasional ditetapkan oleh Komite Nasional Geopark Indonesia, sedangkan *geopark* global ditetapkan oleh UNESCO.

Kebijakan pengembangan *geopark* harus mengintegrasikan aspek perlindungan, pendidikan, dan pembangunan berkelanjutan dengan konsep manajemen pembangunan kawasan secara berkelanjutan yang memadu-serasikan tiga keragaman alam, yaitu *geodiversity, biodiversity*, dan *cultural diversity*. Sinergi antara keragaman geologi, biologi, dan budaya harus ditonjolkan sebagai bagian yang tak terpisahkan dalam pengelolaan *geopark* dengan tujuan utama untuk melakukan konservasi, edukasi, dan peningkatan ekonomi lokal melalui kegiatan geowisata. Keragaman geologi, biologi, dan budaya bukanlah merupakan sesuatu yang berdiri sendiri, namun mempunyai hubungan dan keterkaitan. Tulisan ini dimaksudkan untuk mendapatkan konsep tentang cara menemukenali keterkaitan antara keragaman geologi dengan pembentukan budaya pada kawasan GNKK. Untuk itu, perlu dilakukan analisis variabel geologi dan budaya sehingga bisa didapatkan konsep untuk menganalisis hubungan antarvariabel serta rumusan besarnya pengaruh variabel geologi terhadap budaya.

B. METODE PENELITIAN

Kajian pustaka perlu dilakukan untuk mendapatkan variabel geologi yang dapat memengaruhi kondisi budaya. Kajian pustaka harus bisa mendapatkan pemahaman tentang budaya, proses pembentukan budaya, dan bentuk-bentuk budaya. Di samping itu, dilakukan inventarisasi variabel geologi yang kemungkinan bisa berpengaruh terhadap pembentukan budaya. Setelah masing-masing variabel dipahami, dilakukan penyusunan hipotesis dan merancang metode analisis.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut UNESCO (2006), *geopark* adalah kawasan lindung dengan elemen geologi yang luar biasa—termasuk nilai-nilai arkeologi, ekologi, dan budaya—di mana masyarakat lokal diundang untuk berpartisipasi dalam melindungi dan meningkatkan fungsi warisan alam. Elemen-elemen utama, termasuk keanekaragaman geologi, keanekaragaman hayati, dan keanekaragaman budaya dengan tujuan akhir melindungi keanekaragaman bumi (*geodiversity*), pelestarian lingkungan, dan pendidikan ilmu bumi yang lebih luas. *Global Geopark Network (GGN)* mendefinisikan *geopark* sebagai daerah dengan batas yang jelas yang memungkinkan pembangunan lokal berkelanjutan, baik pada aspek sosial, ekonomi, budaya, maupun lingkungan. Konsep pengembangan kawasan dilakukan dengan mengelola "*multi stake holder*" yang mampu memberikan dampak regional secara signifikan untuk konservasi, pendidikan, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat di kawasan sekitarnya berdasarkan aktivitas pariwisata hijau berkelanjutan (*green tourism*).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kawasan *geopark* harus memiliki sejumlah situs warisan geologi penting yang memiliki daya tarik keindahan dan kelangkaan yang dapat dikembangkan sebagai bagian dari konsep integrasi konservasi, pendidikan, dan pembangunan ekonomi lokal. Secara singkat, *geopark* adalah bentuk pemanfaatan ruang kawasan lindung untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Pengetahuan dan pemahaman masyarakat tentang pengetahuan sangat penting untuk mencapai implementasi kebijakan di kawasan konservasi atau konservasi yang efektif. Oleh karena itu, di samping konservasi dan pengembangan ekonomi lokal, pendidikan juga merupakan salah satu elemen dasar yang harus dimiliki *geopark*. Tujuan pendirian *geopark* adalah untuk mengeksplorasi, mengembangkan, dan merayakan hubungan antara warisan geologis dan semua aspek kawasan lindung, budaya, dan warisan tak benda. Karena itu, di sebuah *geopark* tidak hanya terdapat warisan geologis, tetapi juga warisan budaya, arkeologi, dan keanekaragaman hayati. *Geopark* adalah konsep pembangunan daerah berkelanjutan yang mengintegrasikan semua komponen alami untuk konservasi, pendidikan, dan pertumbuhan nilai ekonomi lokal (Samodra, 2016). Adanya aktivitas pariwisata dalam kegiatan geowisata di suatu *geopark* yang dijalankan oleh masyarakat adalah komponen penting dalam keberhasilan pengelolaan *geopark*. Kunci keberhasilan pengembangan dan pengelolaan *geopark* ada pada peran dan partisipasi masyarakat lokal yang aktif dan paham akan pengertian *geopark* itu sendiri.

Stanley dalam Brilha & Jose (2009) menyebutkan bahwa keanekaragaman geologi mencakup keanekaragaman lingkungan geologi, fenomena, dan proses aktif yang membentuk bentang alam, batuan, mineral, fosil, tanah, dan endapan lain yang menyediakan kerangka kerja bagi kehidupan di bumi. Brilha & Jose (2009) menyebutkan bahwa geologi adalah aspek penting dalam proyek perencanaan karena geologi adalah bagian dari semua sistem alam. Dalam penggunaan ruang, area geologis harus memperhatikan pentingnya situs geologi, kegunaannya, dan pemeliharaannya. Oleh karena itu, dalam perencanaan tata ruang, aspek geologi merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dan perlu dilindungi.

Gray (2004) mendefinisikan keragaman geologi sebagai rentang keragaman (dari aspek keistimewaan dan tampilan) dari geologi (batuan, mineral, dan fosil); geomorfologi (bentang alam dan proses fisik); dan pembentukan tanah.Keragaman ini meliputi kumpulan, hubungan, sifat atau karakter yang dimiliki, interpretasi dan sistem dari fitur-fitur tersebut.Secara sederhana, keragaman geologi mencakup semua material, struktur, dan proses yang menyusun atau membentuk bumi. Material yang dimaksud, meliputi mineral, batuan, fosil, tanah, dan air; sedangkan struktur, antara lain berupa perlipatan, sesar dan bentang alam serta hubungan antarunit batuan, sedangkan proses meliputi aktivitas tektonik, sedimentasi, pembentukan tanah (pelapukan), aktivitas gunung api, dan lain-lain. Keragaman geologi perlu dikonservasi karena keragaman geologi sangat penting dan berharga ditinjau dari berbagai kepentingan. Kedua, saat ini keragaman geologi sedang terancam oleh berbagai macam aktivitas manusia sehingga ukuran dari sebuah masyarakat yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

beradab dan maju adalah jika masyarakat tersebut mau melindungi dan melestarikan unsur-unsur dari planet ini yang berharga dan terancam.

Menurut Gray (2005), keragaman Geologi bisa memiliki berbagai nilai yang dapat dikelompokkan dalam berbagai kriteria sebagai berikut. Nilai Keberadaan, nilai yang berhubungan dengan keberadaan sumber daya alam tersebut tanpa melihat nilai pemanfaatannya. Nilai Kebudayaan, termasuk di dalamnya cerita rakyat, arkeologi atau sejarah yang berhubungan dengan pembentukan batuan atau lanskap, spiritual, dan sensasi/imaginasi. Nilai Estetika berupa lanskap yang memiliki daya tarik untuk melakukan berbagai aktivitas geowisata, inspirasi untuk melukis, fotografi. Nilai Ekonomi, meliputi sumber daya alam yang memberikan aspek manfaat, seperti sebagai sumber energi, mineral industri, mineral logam, batu mulia, bahan konstruksi. Nilai Fungsi, meliputi fungsinya sebagai wadah terdapatnya sumber air, minyak, dan gas; sumber mineral vital untuk kesehatan; tempat penyimpanan sampah radioaktif; sebagai penyaring air, tanah; mencegah banjir; sebagai bagian dari ekosistem lingkungan. Nilai Ilmiah, merupakan tempat untuk melakukan penelitian, pendidikan, dan pelatihan ilmu kebumian, sejarah planet, proses perubahan iklim, maupun kehidupan manusia.

Berdasarkan Peraturan Presiden No. 9 (2019) tentang Pengelolaan dan Pemanfaatan Warisan Geologi menjadi *Geopark*, disebutkan bahwa keragaman geologi (*geodiversity*) adalah gambaran keunikan komponen geologi. Komponen itu di antaranya mineral, batuan, fosil, struktur geologi, dan bentang alam yang menjadi kekayaan hakiki suatu daerah. Keberadaan keragaman ini beserta kekayaan penyebaran dan keadaannya dapat mewakili gambaran proses evolusi geologi daerah tersebut. Warisan geologi *(geoheritage)* adalah keragaman geologi yang memiliki nilai lebih karena menjadi rekaman yang pernah atau sedang terjadi di humi. Oleh karena nilai ilmiahnya tinggi, langka, unik, dan indah maka dapat digunakan untuk penelitian dan pendidikan kebumian. Situs Geologi (*Geosite*) adalah warisan geologi dalam *geopark* dengan ciri khas tertentu, baik individual maupun multiobjek, dan merupakan bagian tidak terpisahkan dari sebuah cerita evolusi pembentukan suatu daerah.

Geologi Kebumen mencerminkan adanya keragaman geologi yang rumit yang mencakup batuan-batuan tua di Karangsambung dalam kompleks Melange Luk Ulo. Batuan hasil pelongsoran laut dalam yang membentuk Formasi Karangsambung dan Totogan. Batuan hasil aktivitas vulkanik purba yang terwakili oleh Formasi Waturanda dan Formasi Gabon. Selanjutnya, pembentukan endapan paparan benua berupa batu gamping Formasi Penosogan dan Formasi Kalipucang diikuti oleh aktivitas vulkanik berupa Formasi Halang yang sifatnya lebih asam. Terakhir, proses tektonik dan erosi yang menghasilkan endapan alluvial dan pantai (Gambar 1).

Berdasarkan sejarah geologinya, kawasan GNKK terbagi dalam enam periode sejarah geologi yang dapat digunakan sebagai kerangka acuan penyusunan *geosite* sesuai dengan arti pentingnya. Urutan periodisasi sejarah geologi tersebut adalah:

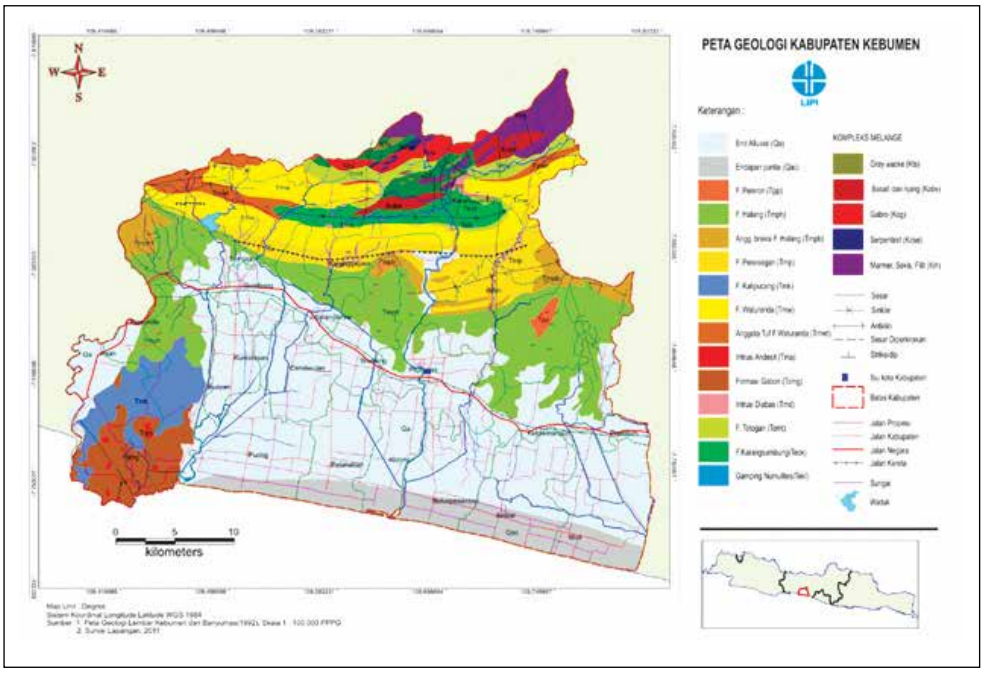
Buku ini tidak diperjualbelikan.

a. Masa Awal Pembentukan Pulau Jawa/Pra-Tersier (117–55 jtyl),
b. Masa Sedimentasi Longsoran Laut Dalam (55–25 jtyl)
c. Masa Gunung Api Purba OAF (25–16 jtyl)
d. Masa Pembentukan Paparan Karbonat (16–10 jtyl)
e. Masa Gunung Api Purba Halang (10–2 jtyl)
f. Masa Pembentukan endapan aluvial dan pantai (< 2 jtyl).

Adanya enam periode sejarah bumi ini menjadikan GNKK sebagai *geopark* yang komplit dan sangat cocok untuk pengembangan pendidikan, sebagaimana nama Kebumen yang identik dengan edukasi kebumian.

1. Keragaman Budaya

Dalam pengertian sehari-hari, kebanyakan orang menyatakan bahwa kebudayaan adalah kata benda atau bahkan benda itu sendiri. Hanya saja, bukan benda yang tak bernilai, melainkan benda yang bernilai keindahan. Oleh karena itulah, kebudayaan sering dianggap sama dengan suatu barang seni, misalnya patung, musik, tari-tarian, lukisan, atau pertunjukan teater. Paling tidak, itu adalah persepsi di masa lalu karena lambannya perubahan sehingga kestatisan itu memengaruhi persepsi manusia. Kini, kebudayaan berada dalam situasi yang berubah, bahkan berubah sangat cepat. Oleh karena itu, pengertian orang tentang kebudayaan berubah yang semula statis menjadi dinamis.



Sumber: Asikin, Handono, Busono dkk. (1992)

Gambar 2. Peta Geologi Kabupaten Kebumen

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kebudayaan juga dipahami sebagai kata kerja, sebagai kegiatan manusia yang aktif, sebagai manifestasi kehendak manusia yang selalu mengambil prakarsa. Pengertian ketiga adalah pemahaman kebudayaan sebagai suatu strategi yaitu suatu proses perjalanan hidup manusia dari satu tahap ke tahap yang lain menuju ke masa depan. Dengan demikian, kebudayaan adalah suatu proses yang berdasarkan suatu rencana karena manusia adalah makhluk perencana masa depan, sementara makhluk lain tidak pernah mempunyai rencana. Dalam pengertian ini, kebudayaan mengandung tahap-tahap yang mencerminkan perkembangan kemanusiaan. Kebudayaan adalah suatu proses, bukan saja proses yang berlangsung dalam suatu periode hidup manusia, melainkan proses yang terjadi dalam kehidupan manusia yang sambung-menyambung. Kebudayaan adalah suatu cara hidup yang benar dan terhormat sehingga hidup manusia harus didasari pada suatu iman yaitu iman kepada kebenaran.

Hidup berkebudayaan dilaksanakan dalam bentuk kegiatan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara melalui suatu kontrak sosial atau perjanjian bersama. Dalam kontrak sosial tersebut, setiap individu rela memberikan sebagian dari kebebasannya untuk bisa diatur oleh suatu otoritas politik yaitu negara. Di lain pihak, otoritas negara harus menjamin pemenuhan hak-hak asasi manusia, seperti beragama, berpendapat, berkeyakinan, bekerja untuk mencari nafkah, membentuk keluarga dan rumah tangga, dan memperoleh keadilan yang luas. Namun dalam hidup bernegara, setiap warga negara memikul sejumlah kewajiban yang ditetapkan oleh negara berdasarkan kesepakatan bersama, seperti membayar pajak, mengikuti aturan-aturan hukum, dan mempertahankan negara.

Kebudayaan masyarakat Indonesia sangat beragam, diperkirakan terdapat lebih dari 200 ragam budaya masyarakat di Indonesia. Keberagaman ini menjadikan bangsa Indonesia tidak mempunyai budaya tunggal yang menjadi milik seluruh masyarakat Indonesia dan menjadi identitas. Tampaknya keragaman itulah kebudayaan bangsa Indonesia, kebudayaan nasional Indonesia. Keberagaman budaya suku bangsa Indonesia merupakan suatu kenyataan dan menjadi kekayaan Negara Kesatuan Republik Indonesia ini. Oleh karena itu, perlu dipraktekkan dan diupayakan sedemikian rupa agar kebudayaan itu bisa menjadi sumber kehidupan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Banyak yang telah mendefinikan kebudayaan dengan rentang yang sangat bervariasi. Beberapa pengertian budaya yang dirangkai oleh Supartono (1972) terdapat beberapa pendapat, antara lain**.**

Ki Hajar Dewantara (1889–1959): Kebudayaan berarti buah budi, hasil perjuangan manusia terhadap dua pengaruh kuat yakni zaman dan alam. Keduanya merupakan bukti kejayaan hidup manusia untuk mengatasi rintangan dan kesukaran hidup. Tujuannya, mencapai keselamatan dan kebahagiaan yang pada lahirnya bersifat tertib dan damai.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Koentjaraningrat (1923–1999): Kebudayaan berarti keseluruhan gagasan dan karya manusia yang harus dibiasakan dengan belajar beserta keseluruhan dari hasil budi pekertinya.

Rafael Raga Maran: Kebudayaan adalah cara khas manusia beradaptasi dengan **lingkungannya** yakni cara manusia membangun alam guna memenuhi keinginan-keinginan serta tujuan hidupnya yang dilihat sebagai proses humanisasi.

Van Peursen (1976): Kebudayaan merupakan gejala manusiawi dari kegiatan berfikir (mitos, ideologi, dan ilmu), komunikasi (sistem masyarakat), kerja (ilmu alam dan teknologi), dan kegiatan-kegiatan lain yang lebih sederhana. Dalam teori kebudayaan, van Peursen (1976) menyatakan bahwa kebudayaan terdiri dari tiga dimensi, yaitu mitis, ontologis, dan fungsional. Dalam dimensi mitis, relasi manusia dengan lingkungannya bersifat terbuka. Pada dimensi ontologis, relasi manusia dengan lingkungannya bersifat tertutup. Pada dimensi fungsional, relasi manusia dengan lingkungan bersifat partisipatif.

Dimensi mitis ditandai oleh manusia yang merasa dirinya dikelilingi oleh gaya tak terlihat di sekitarnya. Dimensi mitis disebut juga pandangan ekosentris di mana manusia berintegrasi dengan alam dan dikendalikan oleh alam.

Dimensi ontologis ditandai oleh manusia yang tidak lagi hidup dalam kekuasaan mitis, namun bebas untuk memeriksa apapun. Dimensi ontologis disebut juga pandangan antroposentris, di mana manusia bersifat asertif dan mengendalikan alam.

Kondisi pikiran yang tidak lagi terkesan dengan sekitarnya, tidak lagi mengambil jarak dengan objek, namun ia ingin membentuk hubungan terhadap segala hal dalam lingkungannya. Dimensi ini diidentifikasi sebagai kebudayaan modern.

2. Hipotesis

Berdasarkan studi pustaka peneliti-peneliti terdahulu, dasar teori, dan pengamatan di lapangan, dapat diambil beberapa hipotesis, yaitu:

a. Kondisi geologi Kebumen yang dihasilkan oleh proses tektonika rumit akan menghasilkan keragaman geologi dalam bentuk morfologi, litologi/stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, mineral, hidrologi, dan kebencanaan yang bervariasi.
b. Kebudayaan merupakan hasil olah budi dan akal manusia dalam mengadaptasi kondisi fisik alam dan perubahan zaman. Hasilnya, berupa keragaman budaya berwujud (artefak, benda, bangunan) dan kebudayaan tidak berwujud (ide dan aktivitas kehidupan).
c. Kondisi geologi yang beragam akan memengaruhi proses pembentukan budaya dalam wujud *mentifact, sosiofact*, *dan artefact* di Kabupaten Kebumen.
d. Hubungan dan besarnya pengaruh kondisi geologi terhadap pembentukan budaya dapat didekati dengan menganalisis pola sebaran budaya pada masing-masing parameter geologi serta melakukan pembobotan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

e. Diketahuinya keterkaitan antara parameter geologi dengan wujud budaya yang terbentuk dapat dimanfaatkan untuk pengembangan dan pengelolan Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong.

2. Konsep Analisis

Alur konsep untuk menganalisis keterkaitan antara kondisi geologi terhadap pembentukan budaya adalah dengan melakukan inventarisasi wujud budaya yang muncul. Selanjutnya, dilakukan analisis secara spatial pada sebaran masing-masing jenis budaya yang dijumpai. Analisis sebaran jenis budaya dilakukan pada masing-masing variabel geologi berupa litologi, topografi, geohidrologi, mineral, dan potensi ancaman bencana geologi. Analisis keterkaitan masing-masing variabel geologi tersebut dilakukan melalui proses pembobotan dan skoring.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dan analisis di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Kebumen mempunyai kondisi geologi yang bervariasi, baik dari segi litologi, morfologi, geohidrologi, sumber daya mineral, maupun ancaman kebencanaan. Kebudayaan sebagai hasil olah budi manusia pada rentang waktu lama untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dalam menyikapi kondisi alam akan menghasilkan budaya berwujud (*tangible*) maupun budaya tidak berwujud (*intangible*). Kebudayaan berwujud bisa

Tabel 1. Tabel perhitungan pembobotan analisa keterkaitan keragaman geologi terhadap keragaman budaya

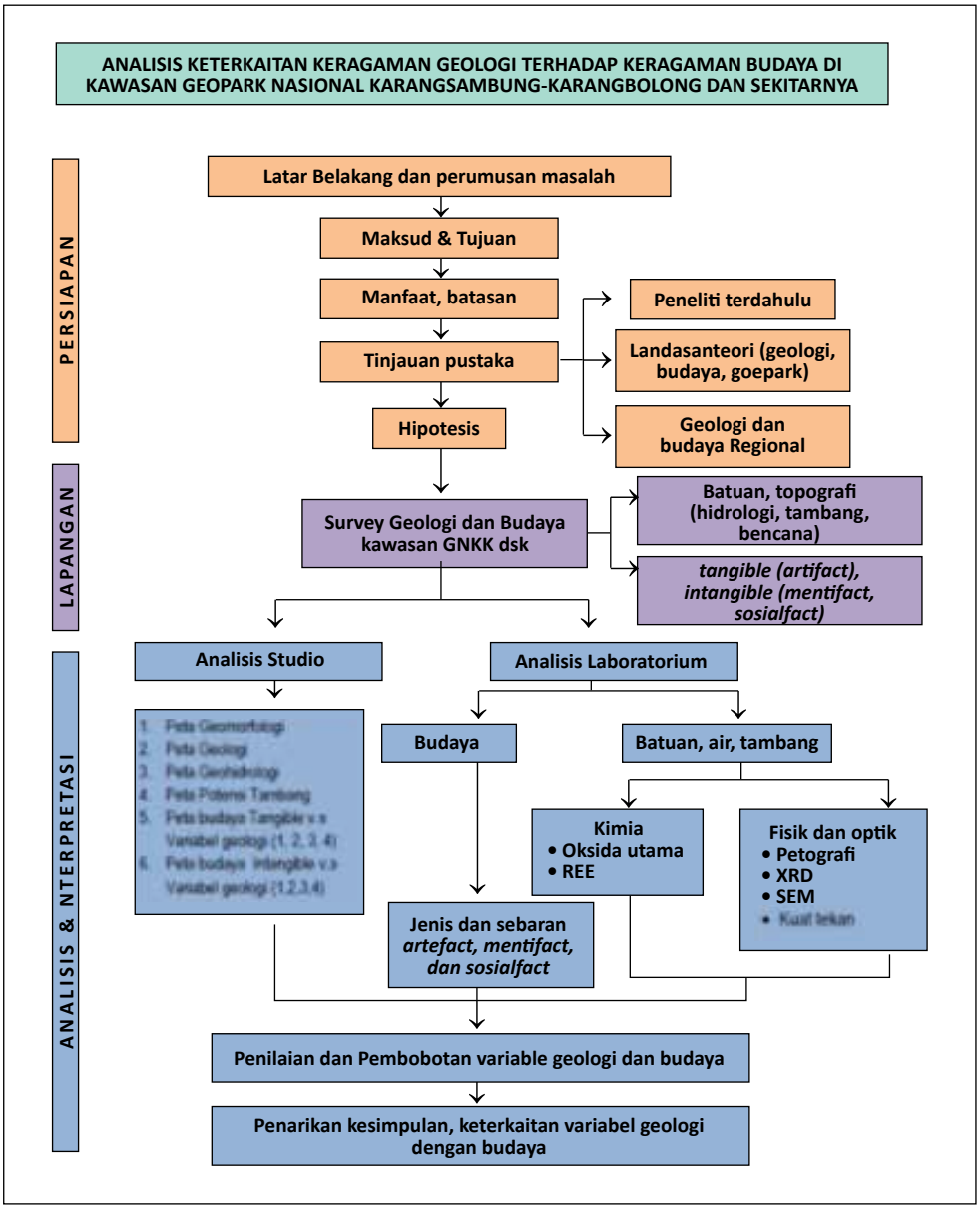
Variabel Keragaman Budaya		Variabel Keragaman Geogoli					Keterangan
		Litologi	Topografi	Hidrologi	Tambang	Kebencanaan	
	Bobot	3	3	2	1	1	
Artefact	Benda	9	9	6	3	3	Asumsi dengan nilai keterkaitan tinggi, nilai = 180 Score: 145–180, tinggi 80–44, sedang <80 rendah
	Bangunan	9	9	6	3	3	
Mentifact	Pandangan Hidup	9	9	6	3	3	
Sosiofact	Bahasa	9	9	6	3	3	
	Tarian	9	9	6	3	3	
	Ritual	9	9	6	3	3	
	Sistem Nlai	9	9	6	3	3	
	Sistem ekonomi	9	9	6	3	3	

Keterangan:
Bobot:

1. Keterkaitan rendah, sebaran tidak menunjukkan pola keterkaitan.
2. Keterkaitan sedang, terdapat pola sebaran budaya, namun tidak khas berkorelasi dengan variabel geologi.
3. Keterkaitannya tinggi, sebaran budaya menunjukkan kekhasan pola pada masing-masing variabel geologi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berupa benda maupun bangunan (*artifact*), sedangkan budaya tidak berwujud dapat berupa *mentifact* (sifat, karakter, pandangan hidup manusia) dan *sosialfact* (tarian, nyanyian, ritual, sistem ekonomi, sistem sosial, sistem politik). Keterkaitan antara keragaman budaya dengan keragaman geologi dapat ditelusuri dengan pemetaan dan analisis masing-masing variabel geologi dan budaya yang digambarkan dalam peta sebaran serta dilakukan pembobotan dan skoring.



Gambar 3. Diagram alir pola pemikiran analisis keterkaitan kondisi geologi terhadap pembentukan budaya

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 4. Artefact budaya yang dijumpai pada situs Batu Kalbut pada zaman Hindu (a), punden berundak pada situs lurah karsa zaman megalitikum (b), dan situs benteng Van der Wijk zaman Belanda (c), budaya tidak berujud berupa tarian cepetan yang mencerminkan pemberontakan budaya di Karanggayam (d).

DAFTAR PUSTAKA

Ansori C., (2018). Geosite identification in Karangbolong High to support the development of Karangsambung-Karangbolong Geopark candidate, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 118*(1), 012014.

Asikin S., Handono, A., Busono, H., & Gafoer, S. (1992). *Peta geologi lembar Kebumen, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Brilha, & Jose. (2009). Geological heritage and geoconservation. Dalam Portugal Carvalho & Rodrigues (Eds.), New challenges with geotourism, *Proceedings of the VIII European Geoparks Conference*: Idanha-a-Nova, 31–35, ISBN: 978-972-8285-52-4.

Gray, M. (2004). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: John Wiley.

Peraturan Presiden No 9. (2019). *Pengelolaan dan pemanfaatan warisan geologi menjadi geopark.*

Supartono, W. (1987). *Ilmu budaya dasar: buku pegangan untuk mahasiswa*. Jakarta: Pandega Widya Caraka.

Samodra, H. (2016). Pedoman membangun dan mengembangkan geopark. *Buku Panduan Penyuluhan Badan Geologi*. Bandung. ISBN978-602-9105-68-1.

UNESCO. (2006). *Global geopark network*. Paris: UNESCO.

Van Peursen. (1976). *Strategi kebudayaan*. Yogyakarta dan Jakarta: Kanisius dan Gunung Mulia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BRAND ATTRIBUTES DALAM GEOPARK NASIONAL KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG KEBUMEN

BRAND ATTRIBUTES IN KARANGSAMBUNG-KARANGBOLONG NATIONAL GEOPARK KEBUMEN

Tri Juniati Andayani[1*] dan Dwi Novi Purnami[2]

[1]Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
[2]Teknisi Litkayasa Pelaksana Mahir BIKK LIPI, Karangsambung, Kebumen, Indonesia
[*]*E-mail*: kulanikitri@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the importance of marketing situation through branding as an effort to develop Karangsambung-Karangbolong National Geopark tourism in Indonesia. The focus of the research is Karangsambung-Karangbolong National Geopark tourist attraction located in Kebumen, Central Java, as a new tourist area in Indonesia. Establishing a geological park as a tourist area requires various efforts, one of which is by making a brand. The purpose of brand formation is to build and maintain favorable characteristics as a description of a company/product/service that is thought by consumers. Brands can be seen from several angles, one of which is through the attributes of the brand. This study will look at the marketing situation through the brand, especially the attributes that exist in the brand. This study uses a qualitative paradigm with a case study approach. The results showed that the Karangsambung-Karangbolong Kebumen National Geopark brand based on inherent attributes, includes product design, brand packaging, company name, good name, and logo. However, there were a number of things that need to be improved so that they were better known and developed in accordance with the objectives.

Keywords: *branding, branding attributes, geopark, tourism*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pentingnya situasi pemasaran melalui *branding* sebagai upaya pengembangan wisata Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen di Indonesia. Fokus penelitian adalah objek wisata Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong yang terletak di Kebumen, Jawa Tengah sebagai kawasan wisata baru di Indonesia. Membentuk taman geologi sebagai kawasan wisata diperlukan berbagai upaya, salah satunya dengan membuat merek. Tujuan pembentukan merek adalah membangun dan mempertahakan ciri khas yang menguntungkan sebagai gambaran sebuah perusahaan/produk/jasa yang dipikirkan oleh konsumen. Merek dapat dilihat dari beberapa sudut, salah satunya melalui atribut dari merek tersebut. Penelitian ini akan melihat situasi pemasaran melalui merek, khususnya atribut yang ada dalam merek tersebut. Penelitian ini menggunakan paradigma kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa merek Geopark Nasional Karangsambung-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Karangbolong Kebumen berdasarkan atribut yang melekat, meliputi desain produk, pengemasan merek, nama perusahaan, nama baik, dan logo. Namun, ada beberapa hal yang perlu diperbaiki agar lebih dikenal dan berkembang sesuai dengan tujuan.

Kata Kunci: *branding*, *brand attributes*, *geopark*, pariwisata

A. PENDAHULUAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis situasi pemasaran melalui *brand attributes* dalam Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen merupakan wilayah warisan geologis yang dapat digunakan sebagai pembangunan ekonomi berkelanjutan untuk kepentingan masyarakat setempat yang berlokasi di Kebumen, Jawa Tengah.

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen terdiri dari 12 kecamatan, 117 desa, dan 41 situs geologi. Luas wilayah lokasi ini adalah 543,599 km^2 yang terbagi menjadi tiga kawasan, yaitu Karangsambung, Sempor, dan Tinggian Karangbolong. Kawasan Karangsambung merupakan kawasan cagar alam geologi yang berada di bagian utara, sedangkan bagian tengah adalah kawasan Sempor dan Pesisir Ayah berada di bagian selatan.

Segmen utara *geopark* yang merupakan cagar alam geologi terletak 19 km sebelah utara Kebumen merupakan laboratorium alam terbaik (Ansori, 2016, 7). Terdapat berbagai macam jenis bebatuan karena merupakan tempat pertemuan antara lempeng Benua Eurasia dan Samudra Hindia Ausralia. Keanekaragaman bebatuan di Karangsambung menjadi daya tarik tersendiri untuk berbagai kepentingan, seperti kepentingan ilmiah, pendidikan, wisata, dan ekonomi. Ansori (2016) dalam buku berjudul "Panduan Geowisata: Menelusuri Jejak Dinamika Bumi pada Rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai selatan Jawa" mengungkapkan bahwa terwujudnya kawasan konservasi di Karangsambung untuk berbagai kepentingan tersebut akan diatur secara menyeluruh dalam satu tata kelola sehingga terwujud kawasan secara berkelanjutan dengan baik. Sesuai dengan UNESCO (2004) dalam *Guidelines and Criteria for National Geoparks Seeking UNESCO's Assistance to join the Global Geoparks Network* (GGN), definisi *geopark* adalah kawasan yang mempunyai keunikan geologi sebagai nilai arkeologi, ekologi, dan budaya dengan melibatkan penduduk setempat untuk melindungi dan mengembangkan fungsi warisan alam. Dalam pengelolaan kawasan secara bekelanjutan ini, baik di bidang pendidikan, penelitian, maupun pengembangan ekonomi lokal (*geotourism* dan *geoproduct*) membutuhkan berbagai upaya dan kerja sama berbagai pihak. Salah satu upaya dalam pengembangan sebuah wisata adalah dengan membentuk merek.

Merek atau *brand* merupakan salah satu strategi dalam mempromosikan sebuah produk, baik barang maupun jasa. Selain itu, *brand* adalah alat untuk membedakan satu produk barang/jasa dengan produk barang/jasa lainnya. Seperti yang disampaikan oleh Belch & Belch (2018) dalam buku berjudul *Advertising and Promotion: An*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Integrated Marketing Communications Perspective, definisi *branding* yaitu, *"Branding is about building and maintaining a favorable identity and image of the company and/or its products or services in the mind of the consumer"*. Belch & Belch (2018) menggambarkan *branding* seperti membangun dan mempertahankan ciri khas yang menguntungkan sebagai gambaran sebuah perusahaan/produk/jasa yang dipikirkan oleh konsumen. *Branding* dibentuk untuk membangun, memperkenalkan, mengembangkan suatu perusahaan/produk/jasa kepada konsumen. Melalui *branding*, konsumen akan lebih mudah mengenali suatu perusahaan/produk/jasa yang ditawarkan kepada mereka. *Brand* merupakan keseluruhan yang sifatnya memberikan identitas.

Definisi *brand* lain disampaikan oleh Kotler & Armstrong dalam Priansa (2017), *"Brand is a name, term, sign, symbol, or design, or a combination of these, that identifies the maker or seller of a product or service. Branding helps buyers in many ways. Brand names help consumers identify products that might benefit them. Brand also say something about product quality and consistency".*

Dijelaskan bahwa merek merupakan nama, istilah, tanda simbol, atau desain, atau sebuah kombinasi dari itu semua, yang bertujuan membuat beberapa ciri khas dari produk atau jasa yang dihasilkan oleh pembuatnya. Pembuatan merek ini dapat membantu konsumen dalam bertindak. Selain itu, nama merek juga membantu konsumen mengidentifikasi produk yang mereka butuhkan. Merek juga bisa menggambarkan kualitas dan konsistensi produk. Hal ini diperjelas oleh Belch & Belch (2018), yaitu *brand* merupakan identitas sebuah merek yang terdiri dari nama, logo, simbol, desain, pengemasan, dan nama baik sehingga setiap perusahaan atau organisasi membuat *brand* atau merek untuk menunjukkan identitasnya, termasuk Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen merupakan sebuah merek yang dibentuk dalam rangka memberi nama sebuah tempat wisata berupa taman geologi di wilayah Karangsambung, Kebumen, Jawa Tengah. Berbagai macam paket wisata ditawarkan, mulai dari pantai, sungai, *geosite*, *biosite*, dan *culturalsite*. Wisata alam berupa taman geologi banyak ditawarkan oleh pihak lain, baik dalam negeri maupun luar negeri. Persaingan kegiatan yang semakin kompetitif memicu Pemerintah Kabupaten Kebumen untuk membuat Geopark Nasional Karangsambung-Karangabolong Kebumen sebagai merek yang kuat. Merek yang kuat akan memudahkan kegiatan ini memasuki pasar dan mampu bersaing dengan kegiatan serupa di kancah internasional. Selain itu, merek juga mampu membedakan dengan produk pesaing, menambah nilai produk, dan meningkatkan citra dari sebuah produk. *Brand* dikatakan sukses jika memiliki tiga kriteria, yakni *promises, positioning*, dan *performance* (Fill & Turnbull, 2016).

Merek atau *brand* juga mempunyai dua atribut yaitu intrinsik dan ekstrinsik (Fill & Turnbull, 2016). Kotler & Armstrong dalam Priansa (2017) menjelaskan bahwa tingkatan arti sebuah merek berkaitan tentang atribut, manfaat, nilai, budaya,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kepribadian, dan pemakai. Priansa (2017) mengungkapkan bahwa sebuah merek mengingatkan tentang atribut-atribut tertentu. Atribut-atribut tersebut dijelaskan menjadi manfaat fungsional dan emosional. Merek juga menunjukkan tentang nilai dari pembuatnya, melambangkan budaya tertentu, menggambarkan identitas, dan melukiskan jenis konsumen yang menggunakan produk tersebut. Jadi, merek adalah keseluruhan atribut, baik yang berwujud maupun tidak berwujud yang sifatnya memberikan identitas bagi perusahaan, produk, atau layanan.

Latar belakang ini menuntun penulis untuk menganalisis situasi pemasaran pada *brand* Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen. *Brand attributes* akan digunakan untuk menjawab situasi tersebut. Apa saja atribut-atribut yang melekat pada *brand* Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen yang memengaruhi situasi pemasaran akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan paradigma kualitatif, mengingat di dalamnya tidak melakukan pengujian hipotesis, tidak menggeneralisasi, studi tehadap kasus tunggal. Penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif karena melakukan penggambaran secara umum tentang situasi atau proses yang diteliti (Idrus, 2009).

Penelitian ini merupakan sebuah studi kasus, yaitu teknik penelitian di mana peneliti mempelajari, menerangkan, atau menginterpretasikan kasus dalam konteksnya secara natural tanpa adanya intervensi dari pihak luar (K. Yin dalam Mulawarman & Rosilawati, 2014). Sutedi dalam Muhlisian (2013) menjelaskan bahwa "Studi kasus termasuk dalam penelitian yang dilakukan terfokus pada suatu kasus tertentu untuk diamati dan dianalisis secara cermat sampai tuntas. Di sini perlu dilakukan analisis secara tajam terhadap berbagai faktor yang terkait dengan kasus tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh kesimpulan yang akurat".

Teknik pengumpulan data adalah cara peneliti mengumpulkan data. Data bisa didapatkan melalui teknik wawancara, dokumentasi, dan observasi. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dokumentasi. Dokumentasi merupakan alat yang sering digunakan dalam berbagai pengumpulan data. Suatu pengumpulan data, tempat informasi diperoleh dari catatan atau data yang diperoleh dari pihak lain. Kriyantono (2014) menjelaskan bahwa dokumentasi meliputi kumpulan data berupa monumen, artefak, foto, *tape*, disket, CD, *hardisk, flashdisk*, dan sebagainya. Dalam penelitian ini penulis memperhatikan, memahami, dan menganalisis dengan saksama melalui media internet dan media sosial yang digunakan yaitu web dan Instagram.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Merek memiliki dua atribut utama yaitu intrinsik dan ekstrinsik (Fill & Turnbull, 2016). Dalam buku berjudul *Marketing Communications*, Fill & Turnbull (2016) menjelaskan bahwa atribut intrinsik mengacu pada karakteristik fungsional produk, sepeti bentuk, kinerja, dan kapasitas, sedangkan atribut ekstrinsik mengacu pada elemen-elemen yang tidak ada dalam atribut intrinsik, seperti nama merek, komunikasi pemasaran, pengemasan, warna, harga, dan logo. Jika salah satu atribut intrinsik diubah, secara otomatis akan mengubah jenis produk. Atribut-atribut sebuah merek atau *brand attributes* adalah unsur yang merupakan sifat-sifat produk dan menjamin produk tersebut mampu memberikan kebutuhan dan keinginan konsumen. Untuk menganalisis situasi pemasaran *brand attributes* dalam Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen, akan dilihat dari atribut intrinsik/berwujud/*tangible* dan ekstrinsik/tidak berwujud/*intangible*.

1. Atribut Intrinsik/Berwujud (*Tangible Attributes*) Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen (GNKK)

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen (GNKK) dibentuk dalam rangka membangun dan mempertahankan ciri khas yang melekat dalam produk ini. Produsen sangat bergantung pada elemen visual dalam periklanan, desain, dan pengemasan (Solomon, 2015). Untuk melihat atribut berwujud dari merek GNKK yang mengarah ke fungsional produk, seperti bentuk, kinerja, dan kapasitas dapat dilihat melalui dua hal yaitu desain produk dan pengemasan merek.

a. *Desain produk*

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen didesain sesuai dengan kebutuhan pasar saat ini. Perkembangan zaman yang semakin canggih dibarengi dengan arus globalisasi yang berjalan dengan cepat menyebabkan berbagai pihak kalang kabut menyesuaikan perubahan. Tidak terkecuali dunia pariwisata, melalui bidang pariwisata perekonomian suatu daerah dapat meningkat. Tantangan tersebut mendorong suatu daerah berbondong-bondong mengemas wilayah mereka menjadi suatu produk yang dapat diperjualbelikan sehingga dapat memberikan keuntungan, khususnya bagi masyarakat sekitar dan publik pada umumnya. Salah satunya Kabupaten Kebumen yang mendesain produk wisata berupa taman geologi yang bernama "Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen".

Wisata wilayah ini menawarkan berbagai produk keindahan alam berupa *geosite*, *biosite*, dan *culturalsite*. GNKK menyajikan keindahan alam berupa pantai, gua, dan sungai. Masing-masing lokasi wisata dikelola dan didesain sesuai dengan konsep kekinian saat ini. Banyak terdapat tempat foto-foto agar dapat menarik wisatawan. Melalui spot-spot foto tersebut diharapkan dapat menarik

Buku ini tidak diperjualbelikan.

para pengunjung. Berdasarkan yang peneliti amati melalui akun instagram @geoparkkarangsambung dan www.geopark.karangsambung.go.id masih banyak lokasi-lokasi yang belum dipublikasikan melalui akun ini. Namun, penamaan akun @geoparkkarangsambung dan www.geopark.karangsambung.go.id sudah menggambarkan produk-produk wisata yang ditawarkan. Tata kelola dan desain yang baik disusun menggunakan strategi pemasaran yaitu merek mengingatkan tentang atribut tertentu (Priansa, 2017). Ketika konsumen mendengar Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen, secara tidak langsung mereka akan mengingat wisata alam. Konsumen akan berpikir bahwa GNKK merupakan tempat wisata kebumian menyajikan pemandangan alam.

b. Pengemasan Merek

Pengemasan sebuah merek harus diperhatikan. Merek yang dikemas dengan menarik akan menuntun konsumen untuk memutuskan membeli atau meninggalkan produk tersebut. *Brand* merupakan identitas sebuah merek, terdiri dari nama, logo, simbol, desain, pengemasan, dan nama baik (Belch & Belch, 2018). Jadi, pengemasan merek tidak dapat dipisahkan dari atribut berwujud sebuah *brand*. Konsumen dalam memutuskan untuk menggunakan sebuah produk akan melihat penyusunan merek tersebut. Dalam Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen, sebelum konsumen memutuskan mengunjungi lokasi ini, konsumen akan mencari tahu terlebih dahulu inti tentang GNKK.

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen dikemas cukup menarik melalui web dan Instagram meskipun ada beberapa kekurangan yang harus segera diperbaiki. Tempat wisata ini menawarkan berbagai macam lokasi wisata alam yang dapat menambah pengetahuan, terutama tentang ilmu kebumian. Melalui akun Instagram @geoparkkarangsambung, Pemerintah Kabupaten Kebumen berusaha memberikan informasi terkait kegiatan yang dilakukan di wilayah tersebut. Akun Instagram yang sudah dibuat sejak Oktober 2018 ini memiliki 888 pengikut dan 64 unggahan gambar. Tidak memiliki jargon khusus dalam melakukan unggahan setiap foto. Untuk ukuran *geopark* berskala nasional, akun ini masih sangat sedikit pengikutnya. Dalam unggahan-unggahan tersebut juga kurang ada interaksi dengan publik sehingga tidak terwujud komunikasi dua arah yang dapat membangun taman nasional menjadi lebih baik.

Web yang disajikan masih kurang lengkap. Beberapa kali peneliti mencoba mengakses informasi tentang visi dan misi selalu gagal untuk diunduh. Selain itu, penawaran paket wisata masih sangat kurang. Tidak menyajikan informasi terkait transportasi, penginapan, tiket masuk, dan beberapa kebutuhan lain yang diperlukan oleh seorang wisatawan. Pengemasan merek ini sebaiknya dilakukan sejak awal berdirinya GNKK sehingga ketika konsumen mendengar GNKK, atribut berwujud pengemasan merek langsung terlintas di benak konsumen

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yakni Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen terdiri dari berbagai paket wisata yang ditawarkan. Konsumen akan mempertimbangkan untuk datang ke kawasan tersebut sehingga pembangunan berkelanjutan yang dicita-citakan dapat terwujud.

2. Atribut Ekstrinsik/Tidak Berwujud (*Intangible Attributes*) Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen (GNKK)

Atribut tidak berwujud yang melekat dalam GNKK ada tiga, yaitu nama perusahaan, nama baik, dan logo. Produsen mengomunikasikan makna melalui warna, ukuran, dan gaya produk (Solomon, 2015). Atribut-atribut tersebut dapat memengaruhi konsumen dalam pengambilan keputusan. Mereka akan datang ke kawasan GNKK.

a. Nama Perusahaan

Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen merupakan taman geologi berskala nasional yang dikelola oleh Pemerintah Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah berada di bawah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kabupaten Kebumen. Dengan mendompleng nama Kebumen, Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong akan memiliki nama di hati para konsumen, khususnya wilayah Kebumen. Konsumen akan lebih percaya untuk datang ke lokasi wisata tersebut karena dikelola langsung oleh pemerintah kabupaten setempat.

b. Nama Baik

Nama baik pengelola merupakan salah satu hal yang akan dipertimbangkan konsumen dalam memutuskan pengambilan keputusan. GNKK secara tidak langsung memiliki nama baik yang dapat dipertanggungjawabkan. Berdasarkan informasi yang peneliti himpun dari geopark.kebumenkab.go.id, GNKK merupakan kawasan taman geologi yang dikelola oleh Komite Nasional Geopark Indonesia dan Pemerintah Kabupaten Kebumen. Keduanya memiliki nama baik yang meyakinkan, baik tingkat nasional maupun internasional. Nama baik ini merupakan atribut tidak berwujud dari merek Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen yang dapat memengaruhi konsumen.

c. Logo

Logo secara tidak langsung akan memengaruhi konsumen dalam mengambil keputusan. Melihat logo Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen, dalam benak konsumen akan menafsirkan sebuah logo dari berbagai sudut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Komite Promosi, Budaya, dan Pengembangan Daya Tarik Wisata BPGNKK Kebumen (2019)

Gambar 1. Logo *Geopark* Karangsambung-Karangbolong

Web geopark.kebumenkab.go.id sudah menjelaskan dengan detail tentang makna warna dan gambar yang ada dalam lambang. Namun, pemilihan huruf tidak dijelaskan dalam web tesebut. Huruf penting dijelaskan untuk mengetahui maksud dan tujuan yang tersirat dari Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen. Melalui pemilihan huruf dapat diketahui tentang ketegasan, efisiensi, modernitas, fleksibel, santai, kaku, dan lain sebagainya.

Analisis situasi pemasaran melalui atribut tidak berwujud berupa logo yakni merek Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen akan memiliki *positioning* di pikiran konsumen. Logo merupakan salah satu kunci kosumen dalam menetapkan pilihan (Fill & Turnbull, 2016). Pemilihan penulisan, pemilihan warna, penggunaan simbol akan memudahkan kosumen dalam menganalisis makna yang disampaikan sebuah merek.

D. KESIMPULAN

Dari hasil analisis pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Situasi pemasaran *brand* Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen (GNKK) dapat dilihat melalui dua atribut yaitu atribut berwujud dan atribut tidak berwujud. Atribut berwujud yang memperlihatkan situasi pemasaran Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen yaitu desain produk dan pengemasaan merek, sedangkan atribut tidak berwujud yang memengaruhi situasi pemasaran yaitu nama perusahaan yang membawanya, nama baik perusahaan, dan logo. Kedua atribut tersebut saling melengkapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dan dapat memengaruhi konsumen dalam mengambil keputusan. Konsumen dalam menetapkan pilihan akan menggunakan atribut tidak berwujud untuk membantu mereka membedakan dengan merek lainnya dan dalam kategori tertentu hampir tidak mungkin mereka mengambil keputusan hanya berdasarkan atribut berwujud.

2. Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen mendesain produk dengan memperhatikan kebutuhan konsumen dan disesuaikan dengan perkembangan zaman.
3. Pemerintah Kabupaten Kebumen telah mengemas merek GNKK dengan cukup menarik. Sebagian informasi sudah tersaji melalui web dan akun Instagram. Ada beberapa hal yang perlu diperbaiki dan ditambahkan sehingga akan lebih menarik wisatawan lokal dan internasional.
4. Pengelolaan GNKK di bawah pemerintah kabupaten dan kerja sama dengan organisasi lain terkait merupakan salah satu langkah positif. Melalui organisasi-organisasi tersebut, nama baik GNKK dapat dipertanggungjawabkan.
5. GNKK sudah memiliki logo yang cukup menarik. Perlu ditambahkan penjelasan tentang pemilihan jenis huruf pada halaman web sehingga masyarakat akan lebih memahami makna tersirat dalam simbol tersebut.

E. SARAN/REKOMENDASI

Perlu melakukan *branding* Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen melalui sosial media dengan lebih menarik lagi. Libatkan publik dalam unggahan-unggahan, seperti memberi kuis, perlombaan, dan lain sebagainya sehingga pengikutnya banyak dan informasi terkait lokasi ini dapat diketahui masyarakat. Dalam web pelu mencantumkan visi dan misi secara langsung sehingga pengguna tidak perlu melakukan unduh setelah masuk ke web geopark.kebumenkab.go.id. Perlu menggunakan jargon khusus dan unggah konten dengan memperhatikan kebutuhan-kebutuhan konsumen dan masyarakat. Dapat menggunakan tagar-tagar yang sedang kekinian dan menggunakan tagar khusus yang dibuat oleh Geopark Nasional Karangsambung-Karangbolong Kebumen.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori, Chusni. (2016). *Panduan geowisata: Menelusuri jejak dinamika bumi pada rangkaian Pegunungan Serayu dan Pantai Selatan Jawa*. Jakarta: LIPI.

Belch, George E., & Belch, Michael A. (2018). *Advertising and promotion: An integrated marketing communications perspective*. New York: McGraww-Hill Education.

Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kebumen. (2018). Logo geopark. Diakses pada xxx dari https://geopark.kebumenkab.go.id/index.php/web/post/logo-geopark.

Fill, C., & Turnbull, S. (2016). *Marketing communications: Discovery, creation, and conversations*. UK: Pearson.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Idrus, Muhammad. (2009). *Metode penelitian ilmu sosial*. Jakarta: Erlangga.

Komite Promosi, Budaya, dan Pengembangan Daya Tarik Wisata BPGNKK Kebumen. (2019). Karangsambung Karangbolong. Diakses pada xxx dari https://www.instagram.com/geoparkkarangsambung/.

Kriyantono, Rachmat. (2014). *Teknik praktis riset komunikasi* (Disertasi Contoh Riset Media, Public Relations, Advertising, Komunikasi Organisasi, Komunikasi Pemasaran). Jakarta: Kencana Pranada Media Group.

Priansa, Donni Juni. (2017). *Komunikasi pemasaran terpadu*. Bandung: Pustaka Setia.

Solomon, Michael R. (2015). *Consumer behavior: Buying, having, being*. UK: Pearson.

Muhlisian, Asep Achmad. (2013). *Analisis kesalahan terjemahan Bahasa Jepang yang terdapat dalam karya ilmiah S2*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Mulawarman, K., & Rosilawati, Y. (2014). Komunikasi organisasi pada Dinas Perijinan Kota Yogyakarta untuk meningkatkan pelayanan. *Jurnal Makna, 5*(1), 2014, hlm 31-41. Diakses pada xxx dari http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/makna/article/view/2105/1598.

UNESCO. (2004). *Guidelines and criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DIGITALISASI MEDIA INTERPRETASI NONPERSONAL DI JALUR GEOWISATA SESAR PALU-KORO SULAWESI TENGAH

DIGITALIZATION OF NONPERSONAL INTERPRETATION MEDIA IN GEOTOURISM AREA OF PALU-KORO FAULT SULAWESI TENGAH

Reza Permadi[1*], Indra Baligau[2], dan M. Rizky[3]

[1]Geotour Indonesia
[2]Tim Ekspedisi Palu-Koro
[3]Universitas Tadulako
[*]*E-mail:* permadism@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to digitize nonpersonal interpretation media to provide knowledge and education for public and tourists easily. The theme that applied to digital interpretation media is the Geohistorical of the Palu-Koro Fault using the Interpretation Board and QR Code. This study uses qualitative and quantitative methods. The results of the study indicate that digitizing of nonpersonal media can simplify and provide new knowledge or education to the public and tourists regarding the Palu-Koro Fault. New knowledge gained by the public and tourists from this media is the detailed location of Palu-Koro Fault zone, the history of earthquake which resulted by the Palu-Koro Fault and how to mitigate disasters. In addition, this media also helps an agency to carry out promotions as well.

Keywords:

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendigitalisasi media interpretasi nonpersonal guna memberikan pengetahuan dan edukasi bagi masyarakat dan wisatawan dengan mudah. Tema yang diterapkan pada media interpretasi digital yaitu geologi sejarah Sesar Palu-Koro, bukti geologi pascabencana 28 September 2018 dengan menggunakan papan interpretasi dan *QR Code*. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan metode kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi media nonpersonal dapat mempermudah, menyederhanakan, dan memberikan pengetahuan baru atau edukasi kebumian kepada masyarakat dan wisatawan mengenai Sesar Palu-Koro. Pengetahuan baru yang didapatkan masyarakat dan wisatawan dari media ini adalah lokasi detail jalur Sesar Palu-Koro, sejarah gempa bumi yang dihasilkan Sesar Palu-Koro hingga bagaimana cara mitigasi bencana. Selain itu, media ini pun membantu suatu instansi untuk melakukan promosi secara baik.

Kata Kunci:

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Sesar Palu-Koro memanjang mulai dari perairan Laut Sulawesi (Selat Makassar) sampai Pantai Utara Teluk Bone dengan dimensi panjang kurang lebih 250 km di darat. Secara geologi, sistem dari Sesar Palu-Koro merupakan suatu sistem kesatuan dari sesar geser *sinistral* atau disebut dengan sesar geser mengiri. Pada segmen dari Palu-Kulawi, Sesar Palu-Koro telah banyak dipublikasikan. Sesar ini memiliki beberapa segmen yang berubah arah dari utara N350°E, N345°E, dan N337°E yang akan dijabarkan rinci mulai dari sisi utara ke selatan secara berurut pada bab di bawah. Berdasarkan hasil disertasi Daryono (2016), interpretasi geowisata adalah suatu aktivitas pendidikan yang bertujuan menyingkap berbagai makna dan hubungan melalui objek-objek geologi menarik (asli), pengalaman langsung, dan gambar/ ilustrasi, jadi tidak semata-mata menyampaikan fakta/informasi (Tilden, 1977). Ketika seseorang tertarik mengunjungi suatu kawasan geowisata, interpretasi sangat berperan penting untuk membuat wisatawan terkesan dan tidak merasa membuang waktunya percuma untuk datang ke tempat tersebut.

Teknik interpretasi alam bersifat mendidik yang bertujuan mengungkapkan arti dan hubungan melalui penggunaan objek asli dan pengalaman tangan pertama serta dengan media ilutrasi lebih dari sekadar mengomunikasikan informasi aktual. Hal penting dalam interpretasi adalah proses komunikasi untuk mengungkapkan makna alam dan budaya dengan cara memahami dan mendidik.

Dalam hal ini, pemandu geowisata harus mempunyai pengetahuan kebumian yang akan menjadi informasi bagi wisatawan. Pemandu juga harus mempunyai keterampilan mengolah informasi yang akan diinterpretasikan sehingga wisatawan dapat memperoleh pengetahuan dan makna baru.

Geowisata (*Geotourism*) berasal dari kata "geo" yang artinya bumi dan "*tourism*" yang artinya wisata. Geowisata adalah pariwisata yang memanfaatkan seluruh aspek geologi dengan ruang lingkup bentang alam, batuan, mineral, fosil, dan proses, termasuk di dalamnya sejarah geologi.

Geowisata juga merupakan suatu jenis pariwisata berkelanjutan dan bersifat konservasi berkaitan dengan jenis-jenis sumber daya alam suatu wilayah dalam rangka mengembangkan wawasan dan pemahaman proses fenomena yang terjadi di alam.

Kondisi geologi pada permukaan bumi berbeda-beda dengan ciri khasnya masing-masing. Rangkaian bentang alam yang indah dan unik terbentuk dari proses geologi yang menghasilkan bentukan. Misalnya, gunung api aktif dan tidak aktif, perbukitan, danau tektonik, danau vulkanik, pantai karang, bentuk tekstur, beragam struktur batuan, dan gua kars dengan ornamen kalsit, seperti stalakmit dan stalaktit. Selain itu, berbagai macam jenis unsur lain yang sangat bagus apabila dijadikan sebagai pariwisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pascabencana 28 September 2018, *Geotour* Indonesia bersama Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah mengembangkan jalur Sesar Palu-Koro menjadi kawasan geowisata atau wisata edukasi. Kawasan geowisata Sesar Palu-Koro berada di Kota Palu, sebagian Kabupaten Donggala, dan sebagian Kabupaten Sigi. Daya tarik geowisata yang terdapat di kawasan ini pascabencana 28 September 2018 beberapa di antaranya mata air panas bora, lokasi likuifaksi, lokasi retakan permukaan, dll. Pascabencana 28 September 2018 banyak masyarakat serta relawan yang merangkap menjadi turis tertarik untuk mengetahui Sesar Palu-Koro.

Saat ini, kemajuan teknologi internet telah membuka banyak peluang untuk edukasi mandiri. Oleh karena itu, penggunaan media untuk sektor geowisata menjadi isu yang penting untuk diteliti dan dikembangkan. Pada saat ini, mayoritas wisatawan yang berkunjung ke tempat wisata hanya untuk berfoto dan menikmati keindahan alam sekitar. Namun, geowisata menawarkan pengalaman yang berbeda karena adanya interpretasi dari pemandu geowisata.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa responden, disebutkan bahwa jalur Sesar Palu-Koro memiliki fungsi edukasi kebumian melalui geowisata. Saat ini, geowisata Sesar Palu-Koro telah diterapkan pada program paket geowisata yang ditujukan kepada pelajar. Program paket geowisata tersebut, meliputi edukasi mengenai Sesar Palu-Koro, sejarah gempa bumi dan tsunami yang pernah terjadi, paleoseismologi, dll.

B. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di jalur Sesar Palu-Koro yang melewati Kota Palu, Kabupaten Donggala, dan Kabupaten Sigi. Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dari pemetaan potensi situs warisan geologi. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kualitatif. Metode penelitian dalam penelitian ini lebih banyak menggunakan penelitian kualitatif, sedangkan penelitian kuantitatif digunakan sebagai metode pendukung. Pengumpulan data menggunakan data primer (wawancara, kuesioner dan observasi) serta data sekunder (studi literatur dan dokumen pengelola). Populasi yang digunakan, yaitu tempat, pelaku, dan aktivitas.

Pada penelitian ini, sampel pertanyaan ditujukan kepada masyarakat, wisatawan, aktivitas masyarakat dan wisatawan, serta Sesar Palu-Koro itu sendiri. Sampel wisatawan ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan jumlah yang dihasilkan 100 responden. Instrumen penelitian menggunakan pedoman wawancara, kuesioner, dan catatan observasi. Teknik analisis data yang digunakan merujuk pada teori perencanaan interpretasi Peart/Woods [6], yaitu Why: menganalisis tujuan dari perencanaan interpretasi, What: menganalisis sumber daya interpretasi, Who: menganalisis sasaran/target interpretasi, dan How/When/Where: membuat program interpretasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesar Palu-Koro adalah suatu sistem sesar yang terdiri dari beberapa segmen. Pascabencana 28 September 2018, terdapat objek daya tarik geowisata yang berada di atas segmen-segmen tersebut dan bisa menarik kunjungan wisatawan minat khusus. Berikut adalah segmen-segmen sesar pada sistem/zona sesar Palu-Koro (Daryono, 2016).

a. Segmen Palu (119.742°E,0.644°S–119.899°E,1.229°S)

   Segmen ini dicirikan morfologi *triangular facet*, tekuk lereng, mata air panas, dan gawir sesar yang memanjang lebih dari 66 km dengan arah N350°E.

b. Segmen Gumbassa (119.932°E,1.071°S–119.958°E,1.23°S)

   Segmen ini dicirikan oleh mata air panas dan ekspresi morfologi *triangular facet* yang memanjang 20 km dan berarah N350°E.

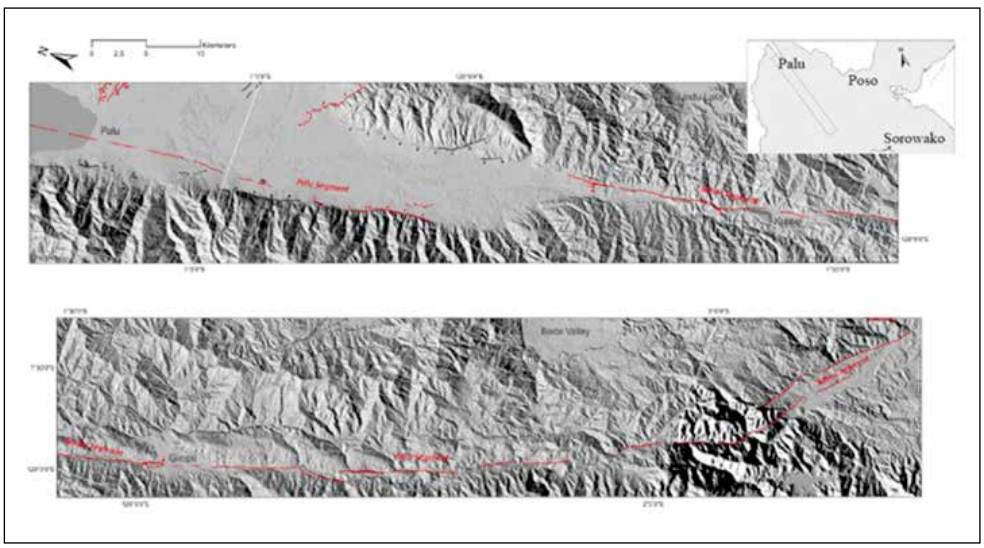
c. Segmen Saluki (119.938°E,1.224°S–120.043°E,1.614°S)

   Segmen sesar ini dicirikan oleh morfologi gawir sesar, tekuk lereng, lembah sungai sempit, struktur antiklin, dan pergeseran sungai yang memanjang 40 km.

d. Segmen Moa (120.05°E,1.664°S–120.192°E,2.04°S)

   Segmen sesar ini dicirikan oleh mata air panas dan lembah sungai sempit yang menerus dengan panjang 47 km dan berarah N337°E.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa responden, jalur Sesar Palu-Koro dapat dijadikan program edukasi kebumian dengan konsep wisata edukasi yang harus diterapkan oleh seluruh pemangku kepentingan di Sulawesi Tengah. Sampai saat ini,



Sumber: Daryono (2016)

Gambar 1. Segmen Sesar Palu-Koro dari Citra LIDAR

Buku ini tidak diperjualbelikan.

program geowisata dapat dinikmati melalui paket geowisata yang di dalamnya sudah terdapat interpretasi personal melalui seorang interpreter.

Tujuan dari wisata edukasi kebumian melalui paket geowisata ini di antaranya untuk meningkatkan pendapatan bagi pemerintah daerah dan memberikan nilai tambah pengetahuan bagi wisatawan yang sedang berekreasi. Akan tetapi, nilai tambah pengetahuan ini belum dapat disampaikan kepada wisatawan umum/ reguler karena media penyampai informasi dan edukasi yang terdapat di jalur Sesar Palu-Koro belum memadai.

Oleh sebab itu, Pemerintah Dinas Pariwisata Provinsi Sulawesi Tengah mengharapkan dan mendukung penuh perencanaan media interpretasi nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro. Perencanaan media interpretasi nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro ini diharapkan dapat memberikan informasi dan edukasi sehingga wisatawan umum atau regular dapat mengetahui dan memahami maksud dari program interpretasi yang disampaikan.

Potensi daya tarik geowisata di jalur Sesar Palu-Koro pascabencana 28 September 2018, yaitu bukti gempa bumi, bukti likuifaksi, bukti tsunami, mata air panas, dan beberapa jenis flora dan fauna. Jalur Sesar Palu-Koro memiliki tiga klaster geowisata, yaitu klaster Pesisir Donggala, Lembah Palu, dan Pegunungan Sigi.

Potensi daya tarik lainnya yaitu sejarah Sesar Palu-Koro dan kegempaannya. Sejarah Sesar Palu-Koro bermula dari jejak gempa bumi, tsunami pada tahun 1907, 1909, 1927, 1968, 2012 yang dapat dilihat secara fisik di lokasi. Terdapat penilaian untuk potensi daya tarik geowisata di jalur Sesar Palu-Koro berdasarkan tim ahli yang melakukan survei, disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 terdapat penilaian mengenai keunikan, keindahan, kelangkaan, aksesibilitas, sensitivitas, seasonalitas, dan fungsi sosial terhadap potensi daya tarik geowisata Sesar Palu-Koro. Oleh sebab itu, potensi daya tarik geowisata

Tabel 1. Penilaian Potensi Daya Tarik Geowisata Sesar Palu-Koro

No.	Potensi	Situs Geologi	Kenampakkan Fisik
1	Keunikan	5	4
2	Keindahan	3	2
3	Kelangkaan	5	4
4	Aksesibilitas	3	2
5	Sensitivitas	4	2
6	Seasonalitas	3	3
7	Fungsi Sosial	5	4
	SKOR	**28**	**21**

Sumber: Data Penelitian.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

situs geologi menjadi sumber daya interpretasi atau tema utama yang akan digunakan pada perencanaan media interpretasi nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro. Sasaran interpretasi dalam penelitian ini adalah masyarakat dan wisatawan yang berkunjung ke jalur Sesar Palu-Koro. Adapun karakteristik wisatawan yang berkunjung ke jalur Sesar Palu-Koro terdapat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Karakteristik Wisatawan

No	Karakteristik Wisatawan	Mayoritas Responden	
		Pilihan	Presentase Tertinggi
1	Asal Daerah	Kota Palu	73%
2	Usia	18–30 tahun	79%
3	Jenis Kelamin	Pria	65%
4	Pekerjaan	Swasta	84%
5	Latar belakang	Non-geologi	90%
6	Sumber informasi	Internet	88%
7	Pola kunjungan	Kelompok	76%
8	Aktivitas	Melihat langsung Sesar Palu-Koro	100%

Sumber: Data Penelitian.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagian besar wisatawan berasal dari Kota Palu dengan persentase sebesar 73%. Mereka yang berkunjung adalah yang memiliki latar belakang non-geologi sebesar 90% dan mereka mengetahui informasi jalur Sesar Palu-Koro melalui internet sebesar 88%. Selain karakteristik wisatawan, terdapat preferensi wisatawan terhadap media interpretasi nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro.

Preferensi wisatawan pada penelitian ini adalah pilihan yang diinginkan wisatawan terhadap media interpretasi digital nonpersonal untuk diterapkan di jalur Sesar Palu-Koro. Pada penelitian ini, responden diharuskan memilih jenis media apa yang baik menurut mereka, seperti papan interpretasi konvensional atau digital. Pilihan wisatawan terhadap papan interpretasi dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan rekomendasi media pada perencanaan media interpretasi nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro.

Dari hasil di atas, wisatawan dominan memilih papan informasi digital karena tidak membutuhkan dimensi yang luas, biaya pembuatannya pasti lebih murah, bisa diakses kapan saja, harus dipasang di tempat yang memiliki akses internet, dan praktis. Media interpretasi digital nonpersonal diletakkan pada tempat yang memiliki nilai sejarah ataupun pada tempat yang strategis. Penentuan dan pencatatan titik lokasi media interpretasi digital nonpersonal menggunakan citra satelit.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 3. Perbedaan Jenis Papan Interpretasi

No	Pilihan	Papan Konvensional	Papan Digital
1	Dimensi	Membutuhkan tempat luas	Membutuhkan tempat yang kecil
2	Biaya Pembuatan	5–10 Juta	1–5 Juta
3	Aksesibilitas	Harus ke lokasi	Bisa diakses kapan saja
4	Infrastruktur	Tidak membutuhkan internet	Membutuhkan internet
5	Cara Kerja	Tidak praktis	Praktis
SKOR	**9%**	**91%**	

1. Papan Interpretasi Digital

Pada perencanaan dan penerapan media interpretasi digital nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro, penulis bermaksud menambahkan media yang digunakan untuk menyampaikan informasi dan edukasi kepada wisatawan. Salah satu media tersebut yakni papan interpretasi digital yang berisikan informasi dan edukasi mengenai sejarah Sesar Palu-Koro. Papan interpreatsi digital itu sudah dan akan diletakkan di beberapa tempat strategis yang banyak dilalui wisatawan. Penyampaian nilai edukasi dan informasi dengan media interpretasi digital nonpersonal berupa papan interpretasi



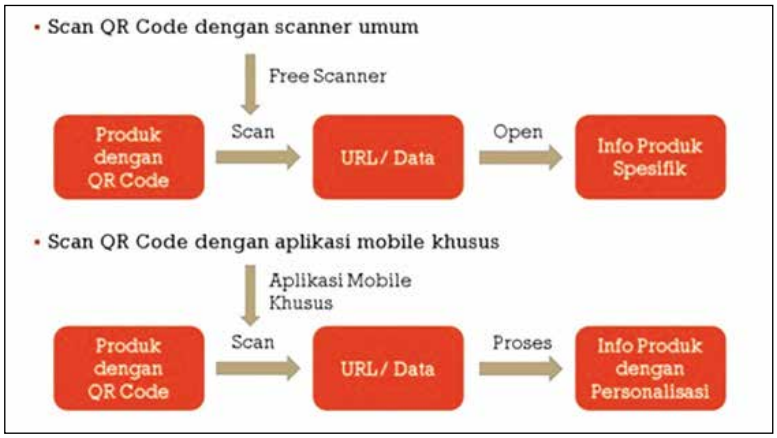
Gambar 2. Papan interpretasi digital yang sudah dipasang di jalur Sesar Palu-Koro tepat di atas retakan permukaan gempa bumi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

digital ini dilakukan setiap saat karena papan interpretasi ini bersifat permanen dan sebagai pengganti interpretasi personal yang menyampaikan informasi dan edukasi pada waktu tertentu. Berikut penerapan papan interpretasi di jalur Sesar Palu-Koro.

2. Qr Code

QR *code* (*Quick Response Code*) adalah barcode dua dimensi yang dapat menyimpan data. QR *code* dapat berisi konten yang umum, seperti URL ke sebuah halaman web atau unduhan file. QR *code* sejenis ini dapat di-*scan* dengan QR-*scanner* apapun. Namun demikian, terdapat QR *code* yang dikhususkan untuk di-*scan* menggunakan aplikasi tertentu. Jika QR *code* jenis ini di-*scan* menggunakan sembarang QR-*scanner*, akan menghasilkan pesan yang tidak dimengerti.



Gambar 3. Cara Kerja QR *Code*

Di bawah ini adalah QR *code* yang dipasang di papan interpretasi digital di jalur Sesar Palu-Koro.



Gambar 4. QR *Code* di Jalur Sesar Palu-Koro

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Tujuan perencanaan dan pemasangan media interpretasi digital nonpersonal di jalur Sesar Palu-Koro yaitu memberikan pengetahuan baru atau edukasi kebumian kepada wisatawan. Potensi daya tarik geowisata yang dapat menjadi sumber daya interpretasi yaitu sejarah geologi Sesar Palu-Koro dan penampakan fisik jalur Sesar Palu-Koro. Pilihan media interpretasi digital nonpersonal adalah yang disukai dan diinginkan wisatawan untuk diterapkan di jalur Sesar Palu-Koro. Hal tersebut menjadi bahan pertimbangan penulis untuk memberikan rekomendasi media pada perencanaan media interpretasi nonpersonal.

E. SARAN/REKOMENDASI

Perlu banyak dipasang beberapa papan lainnya di beberapa situs geologi di sepanjang jalur Sesar Palu-Koro dan butuh pengelola yang menjaga hal tersebut.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tim Ekspedisi Palu-Koro dan Ikatan Ahli Geologi Indonesia yang sudah mendukung kegiatan riset di jalur Sesar Palu-Koro sejak tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

Abendanon, E. C. (1917). *Expedition de la celebes centrale-Voyages geologiques et geographiques a travers la celebes centrale (1909–1910)*. Librairie et Imprimerie ci-devant E. J. Brill, Leyde.

Bellier, O., Sebrier, M., Beaudouin, T., Villeneuve, M., Braucher, R., Bourles, D., … Pratomo, I. (2001). High slip rate for a low seismicity along the Palu-Koro active fault in Central Sulawesi (Indonesia). *Terra Nova, 13*, 463–470.

Daryono, M. R. (2016). *Paleoseismologi tropis Indonesia (Dengan studi kasus di Sesar Sumatera, Sesar Palukoro-Matano, dan Sesar Lembang)* (Laporan Disertasi ITB).

Jażdżewska, I., & Jagnuszewska, A. (2017). Tourism-themed internet portals–Are new media creating a new tourist? A case study of polish students. *Bulletin of Geography, Socio–economic Series, 35*, Iss. 35, (2017): 35-44. DOI: 10.1515/bog-2017-0003.

HIMAKOFA. (2017). Pentingnya interpretasi yang berwawasan. Diakses pada xxx dari http://himakova.lk.ipb.ac.id/

Tilden, F. (1977). (revised Edition) *Interpreting our heritage.* Chapel Hill: The University of North Carolina Press.

Wardiyanto, & Baiquni, M. (2011). Perencanaan dan pengembangan pariwisata. Bandung: Alfabeta.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KARAKTERISASI RAGAM GEOLOGI DI DAERAH BUKIT JAMUR SEBAGAI SARANA EDUKASI WISATAWAN

CHARACTERIZATION OF GEOLOGICAL VARIETIES IN BUKIT JAMUR AREA AS MEDIUM OF TOURISTS EDUCATION

Amalia Hidayati[1], Winda Nur Afni[2], dan Andika Dwi Pradityo[3]

Laboratorium Geofisika UIN Malang, Jl. Gajayana No. 50, Lowokwaru, Malang.
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
*E-mail: amalia.ah.1516@gmail.com

ABSTRACT

Bukit Jamur is the one of natural tourist destinations located in Bungah Village, Bungah Sub-District, Gresik Regency, East Java. Bukit Jamur is located on a former limestone quarry. The unique shape of the rock that resembles a fungus is caused by wind and rain, which erode mine waste rock. In that area, there are approximately forty rocks shaped like mushrooms on a land of around three hectares. Rock form that resembles a mushroom becomes an interesting place to visit. Besides being interesting as a tourist destination, Bukit Jamur is also interesting to study its geological diversity (geodiversity). Bukit Jamur is rich in geological diversity. It can be seen from the morphology of the hill. The top of Bukit Jamur is composed of rocks which are harder than the rocks at the bottom, so that the rocks at the top are difficult to erode. This makes the shape of the hill resembles a mushroom bud. However, this research needs to be done in more detail to get more detailed information. This research was conducted with the study of geological literature and field research, then data analysis was carried out, so that the geological character of the Bukit Jamur area was known. The Bukit Jamur rock consists of two parts, namely carbonatan sandstone at the bottom and reef limestone (bafflestone) at the top. Furthermore, information about the geological character will be presented to tourists in Bukit Jamur as a step to provide knowledge for tourists.

Keywords: *Bukit Jamur, geodiversity, tourist education*

ABSTRAK

Bukit Jamur merupakan salah satu destinasi wisata alam yang terletak di Desa Kaliwot, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Bukit Jamur terletak di atas sebuah bekas tambang batu kapur. Bentuk unik batuan yang menyerupai jamur disebabkan oleh angin dan hujan yang mengikis batuan sisa tambang. Di daerah tersebut, terdapat kurang lebih empat puluh batuan berbentuk seperti jamur di atas lahan sekitar 3 ha. Bentuk batuan yang unik menyerupai jamur menjadi tempat yang menarik untuk dikunjungi. Selain menarik untuk dijadikan tempat wisata, Bukit Jamur juga menarik untuk diteliti keberagaman geologinya (*geodiversity*). Bukit Jamur kaya akan keberagaman geologi, dapat terlihat dari morfologi bukit tersebut. Bagian atas Bukit Jamur tersusun atas batuan yang lebih keras daripada batuan di bagian bawah sehingga batuan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang di bagian atas sulit untuk terkikis. Hal tersebut menjadikan bentuk bukit menyerupai kuncup jamur. Namun, penelitian ini perlu dilakukan lebih rinci untuk mendapatkan informasi yang lebih detail. Penelitian ini dilakukan dengan metode studi pustaka geologi dan penelitian lapangan, kemudian dilakukan analisis data sehingga diketahui karakter geologi di daerah Bukit Jamur. Batuan penyusun Bukit Jamur terdiri dari dua bagian yaitu batu pasir karbonatan berada di bagian bawah dan batu gamping terumbu (*bafflestone*) berada di bagian atas. Selanjutnya, informasi mengenai karakter geologi tersebut akan dipaparkan kepada para wisatawan di Bukit Jamur sebagai langkah memberikan pengetahuan bagi wisatawan.

Kata Kunci: Bukit Jamur, *geodiversity*, edukasi wisatawan

A. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng besar yang saling bertumbukan. Dalam kurun waktu ratusan juta tahun, telah terjadi proses geologi yang dinamis dan kompleks sehingga terbentuk keragaman geologi (*geodiversity*) berupa mineral, batuan, fosil, struktur, dan bentang alam. Banyak tempat berupa situs geologi di Indonesia yang dapat dikembangkan untuk wisata karena keragaman geologinya (*geodiversity*) yang unik. Salah satu situs geologi tersebut adalah Bukit Jamur. Bukit Jamur merupakan tempat bekas tambang kapur yang terletak di Desa Kaliwot, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Bukit Jamur kaya akan keberagaman geologi dapat terlihat dari morfologi bukit tersebut. Bagian atas bukit tersusun atas batuan yang lebih keras daripada batuan di bagian bawah.

Kawasan Bukit Jamur merupakan salah satu tempat yang menarik untuk diteliti. Hal ini karena keragaman geologinya (*geodiversity*) yang sangat menarik. Hal tersebut dapat dilihat dari berbagai macam fosil organisme pembentuk *reef* yang kemudian menjadi batu gamping terumbu. Batu gamping terumbu yang berdinding tebal berada pada bagian atas dan bagian bawahnya berupa batu pasir karbonatan. Penampilan susunan jenis batuan yang unik ini berbentuk seperti jamur.

Kalsium karbonatan (kapur) terbentuk karena proses sedimentasi sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang terangkat dari dasar laut ke permukaan. Hal ini disebabkan oleh adanya pergerakan lempeng bumi yang saling bertabrakan dan menghasilkan gaya tektonik yang mendorong sebagian lempeng ke atas. Proses sedimentasi ini berlangsung selama jutaan tahun melibatkan faktor fisika, kimia, dan biologi. Setelah proses yang disebabkan oleh gaya tektonik, peristiwa selanjutnya adalah pelarutan batuan karbonat oleh asam lemah. Larutan tersebut akan melarutkan batuan gamping sehingga terbentuk celah. Celah yang dihasilkan oleh pelarutan tersebut semakin besar dari waktu ke waktu hingga menyebabkan rongga pada batuan (Grimes, 2001).

Kawasan Bukit Jamur telah dibuka sebagai tempat wisata mulai tahun 2014. Seiring berjalannya waktu, ketenaran Bukit Jamur tergeser oleh tempat wisata lain yang lebih menarik. Akibatnya, tahun 2018 Bukit Jamur ditutup dan kembali dibuka aktivitas pertambangan. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

1. Bagaimana karekteristik batuan penyusun Bukit Jamur?
2. Bagaimana kondisi potensi geowisata pada Bukit Jamur?
3. Bagaimana strategi untuk mengembangkan potensi geowisata pada Bukit Jamur?

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik ragam geologi dan kondisi wilayah di Bukit Jamur. Hal ini dilakukan sebagai langkah awal pengembangan Bukit Jamur menjadi geowisata yang mampu memberikan pengetahuan bagi wisatawan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode studi literatur dan dilanjutkan dengan penelitian lapangan atau survei yang dilaksanakan pada hari Rabu tanggal 26 Juni 2019. Penelitian dilakukan di daerah bekas pertambangan kapur yang terletak di Desa Kaliwot, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan dengan cara pengamatan terhadap situs geologi, jenis batu kapur, dan morfologi penyusun batuan. Selanjutnya, dilaksanakan analisis mengenai hasil dari survei lapangan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lokasi Daerah Penelitian

Bukit Jamur terletak di lahan bekas pertambangan kapur yang berada di Desa Kaliwot, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Lokasi Bukit Jamur terletak pada koordinat 7°2'33.55"S dan 112°34'00,11"E. Lokasi tersebut dapat dijangkau kurang lebih tiga jam dari kota Surabaya dengan rute menuju kota Gresik melalui Jalur Pantura.



Gambar 1. Lokasi Penelitian dalam Citra Google Earth (ditandai dengan point merah)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

2. Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi daerah Bukit Jamur didasarkan oleh aspek morfometri dengan menggunakan perhitungan sudut lereng. Kemiringan di sekitar lokasi penelitian bervariasi dari <10°–>40°. Sudut lereng yang bervariasi ini dibagi empat satuan morfologi, yaitu satuan lereng landai (< 10°), lereng agak curam (> 10° – >20°), lereng curam (> 20° – < 40°), dan lereng sangat curam (> 40°). Untuk lokasi penelitian akan dilaksanakan pada kelas lereng curam (> 20°–< 40°). Namun, proses pertambangan yang terjadi membuat kondisi lahan tersebut terus mengalami degradasi sehingga morfologi di lahan tersebut semakin lama semakin landai atau datar (Wijaya & Widodo, 2015).

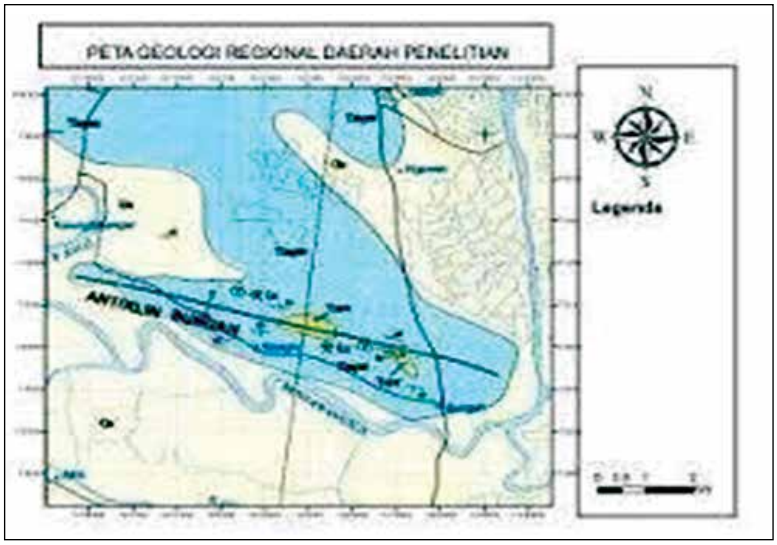
Batuan yang berada di Bukit Jamur merupakan susunan dari beberapa batuan yang menyerupai bentuk jamur. Secara garis besar, batuan ini terbagi menjadi dua macam. Batuan yang terletak di bagian atas mempunyai tekstur yang lebih keras dibandingkan bagian bawah. Bagian bawah lebih mudah terkikis oleh angin dan air sehingga menghasilkan sebuah tiang tegak seperti batang jamur pada bagian bawah batu. Kemudian, menghasilkan bentuk seperti kuncup jamur pada bagian atas batu. Berawal dari bentuk yang menyerupai jamur, masyarakat mengenalnya dengan Bukit Jamur.

3. Geologi Daerah Penelitian

Bukit Jamur terbentuk secara alami karena terkikis oleh angin dan air. Namun, pada awalnya Bukit Jamur ini berada di lokasi bekas penambangan bahan galian yang telah ditinggalkan dan terbentuk secara alami. Keadaan geologi regional daerah penelitian berdasarkan Peta Geologi Lembar Surabaya yang dibuat oleh Supandjono, Hasan, Satria dkk. dalam jurnal (Wijaya & Widodo, 2015), daerah penelitian tersusun atas beberapa formasi batuan. Urutan formasi batuan diawali dari yang tua hingga ke muda, yaitu Formasi Tawun, Formasi Watukoceng, Formasi Sonde, dan Formasi Madura.

1. Formasi Tawun: bagian atas tersusun dari napal pasiran bersisipan batu gamping dan batu pasir gampingan, sedangkan bagian bawah tersusun atas batu lempung gampingan berbintal gampingan (*calcareous nodules*).
2. Formasi Watukoceng: bagian atas tersusun dari selang-seling napal pasiran dengan batu gamping. Bagian bawah tersusun dari batu pasir kuarsa bersisipan batu gamping orbitoid dan batu pasir berlapis tipis. Secara tempat, terdapat lapisan batu gamping kalkarenit.
3. Formasi Sonde: tersusun dari napal tufan yang berwarna putih kekuningan, mengandung diatome, dan ditempati oleh bintal gampingan (*calcareous nodules*).
4. Formasi Madura: bagian atas tersusun dari batu gamping terumbu yang berwarna putih, pejal, dan memiliki rongga yang halus. Secara tempat, formasi batuan ini foram besar dan pecahan ganggang, sedangkan tanahnya berwarna kecokelatan atau kehitaman. Kemudian, bagian bawah tersusun dari batu gamping kapuran yang sangat ringan, agak keras berwarna putih kekuningan, dan pejal. Secara

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Supandjono dkk. (1992)

Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

tempat, formasi batuan ini mengandung moluska, foram besar, dan pecahan ganggang.

Bukit Jamur sendiri merupakan bagian dari Formasi Watukoceng yang tersusun dari selang-seling napal pasiran dengan batu gamping. Struktur geologi yang berkembang berupa lipatan antara satu batuan dengan batuan lainnya. Lokasi penelitian ini merupakan bagian dari suatu puncak antiklin yang disebut sebagai Antiklin Bungah. Antiklin adalah struktur geologi yang berupa lipatan lapisan batuan sedimen atau batuan metamorfosis yang cembung ke atas. Oleh karena itu, Antiklin Bungah merupakah lipatan lapisan batuan yang cembung ke atas di daerah Bungah.

4. Stratigrafi Batuan

Stratigrafi wilayah Bukit Jamur tersusun atas dua bagaian, yaitu batu pasir karbonatan dan batu gamping terumbu. Batu pasir karbonatan berada di bagian bawah dan batu gamping terumbu (*bafflestone*) berada di bagian atas. Batu pasir karbonatan mempunyai ciri-ciri, seperti memiliki warna kuning kecokelatan yang tersusun dari material-material berukuran pasir halus, bersortasi baik, mempunyai kemas yang tertutup, berstruktur masif, dan bersifat karbonat. Sementara itu, batu gamping terumbu (bafflestone) memiliki ciri, seperti terikat oleh sedimen berdinding tebal yang berupa karang dan berbentuk parallel sehingga hanya sedimen halus yang dapat melewatinya. Hal ini mengakibatkan komposisi *bafflestone* selain karang fosil akan terisi pasir alami dan lumpur (Dunham, 1962).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 3. Bagian bawah merupakan singkapan batu pasir karbonatan dan bagian atas merupakan batu gamping terumbu (*bafflestone*)



Gambar 4. Singkapan *bafflestone* yang lebih didominasi karang fosil

Ketinggian batuan yang berada di sini sangat bervariasi, mulai dari 1 m hingga 6 m. Bukit Jamur termasuk ke dalam *landform* grup karst yaitu hummock. Hummock ini adalah jenis struktur sedimen yang ditemukan di batuan pasir. Hummock ini biasanya ditemukan pada laut dangkal, sedangkan karakteristik dari hummock ini adalah berbentuk melingkar dengan tinggi rata-rata, yaitu 1–5 meter dengan laminasi yang lengkungannya ke atas, sudutnya rendah, dan persimpangannya melengkung.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

5. Potensi Geowisata

Bukit Jamur telah menjadi geowisata sejak tahun 2014. Namun, seiring berjalannya waktu, ketenaran Bukit Jamur tergeser oleh tempat wisata lain yang lebih menarik. Selain itu, pada tahun 2015 pengelola kurang melakukan pengembangan geowisata sehingga pada tahun berikutnya Bukit Jamur jarang dikunjungi wisatawan. Pada tahun 2018, wilayah sekitar Bukit Jamur dibuka lagi aktivitas pertambangan sehingga geowisata Bukit Jamur ditutup. Saat ini geowisata Bukit Jamur hanya dibuka pada hari Minggu dan musim hujan saja. Pada masa-masa tersebut aktivitas pertambangan diliburkan.



Gambar 5. Salah satu akses menuju Bukit Jamur yang dijadikan tempat masuknya kendaraan alat berat pertambangan

Bukit Jamur memiliki tampilan yang indah, menarik, dan unik. Oleh karena itu, potensi kawasan ini perlu digali dan dikembangkan lagi karena pengembangan geowisata memiliki banyak keuntungan, baik untuk warga setempat maupun masyarakat lainnya.

Dalam mengembangkan kawasan ini menjadi geowisata akan ada beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Kawasan tersebut harus memiliki bentang alam yang indah, unik, dan langka.
2. Kawasan tersebut harus tersusun oleh berbagai jenis batuan unik, langka, dan khas.
3. Kawasan tersebut memiliki kars kelas I yang memiliki jaringan gua dengan berbagai ornamen klasit yang indah, unik, dan langka.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Contoh papan informasi yang akan dibuat di sekitar daerah Bukit Jamur

Bukit Jamur telah memiliki semua kriteria tersebut. Bukit jamur memiliki bentang alam yang sangat indah yaitu berada di tengah-tengah hamparan yang luas dengan keanekaragaman hayatinya. Selanjutnya, bukit jamur tersusun dari bahan-bahan yang unik sehingga membuat bentuknya unik. Kemudian, Bukit Jamur ini memiliki satu jenis karst yaitu hummock.

Mengingat lokasi Bukit Jamur yang sangat luas, adanya aktivitas pertambangan tidaklah menjadi ancaman yang berarti. Ini disebabkan karena aktivitas pertambangan terletak di daerah yang kurang lebih 1,5 kilometer dari Bukit Jamur. Jalur akses dapat dibuatkan dua jalur, jalur satu untuk panambangan dan jalur yang lain untuk jalur wisata. Hal ini dinilai efektif untuk membuat wilayah Bukit Jamur dapat menjadi kawasan geowisata tanpa mengganggu aktivitas pertambangan di sana. Banyak langkah yang dapat dilakukan untuk mengembalikan kepopuleran Bukit Jamur sebagai geowisata, salah satunya dengan menyediakan sarana edukasi bagi wisatawan. Upaya untuk mewujudkan kawasan Bukit Jamur menjadi daerah geowisata yang menyediakan sarana edukasi adalah dengan cara menyediakan papan informasi. Papan informasi memberikan penjelasan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan Bukit Jamur, mulai dari proses terbentuknya Bukit Jamur, umur batuan penyusun Bukit Jamur, material-material pembentuk Bukit Jamur. Dengan adanya papan informasi tersebut diharapkan dapat menambah pengetahuan wisatawan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan studi literatur yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik batuan penyusun Bukit Jamur adalah batuan pasir karbonatan di bagian bawah dan batu gamping terumbu (*bafflestone*) pada bagian atas.
2. Aktivitas pertambangan yang ada di wilayah sekitar geowisata Bukit Jamur sebenarnya tidak menjadi penghambat untuk membuka kembali potensi geowisata Bukit Jamur. Luasnya lahan dan keunikan batuan adalah sebuah dukungan untuk membuka kembali Bukit Jamur.
3. Upaya memberikan papan informasi mengenai Bukit Jamur merupakan sarana untuk memberikan pengetahuan kepada wisatawan. Hal tersebut dapat menjadi daya tarik tersendiri dan merupakan salah satu strategi pengembangan geowisata.

E. SARAN

Saran ditujukan kepada aparat pemerintahan Desa Bungah yang diharapkan mampu mengelola Bukit Jamur dengan lebih bijak lagi, mengingat potensi geowisata memiliki banyak keuntungan, baik pada hal materi maupun pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

Bahri, A. S., Rochman, Juan P. G. N., Khoiridah, S., & Iswahyudy, A. (2015). Estimasi cadangan batu gamping di Desa Melirang, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik dengan metode resistivitas 2-Dimensi. *Jurnal Geosaintek 01/01*. Jurusan Geofisika ITS.

Dunham, R. J. (1962). *Classification of carbonate rock according to depositional textures*, AAPG: Memoir No.1.

Grimes, K. G. (2001). *Karst feature of Christmas Island (Indan Ocean)*. Helicctite: Carton South.

Kusumahbrata, Y. (2010). *Konversi geologi dan geowisata: Alternatif pengembangan potensi sumber daya geologi secara berkesinambungan*. Bandung: Musium Geologi.

Supandjono, B. J., Hasan, K., Satria, D., & Sukardi. (1992). *Peta geologi lembar Surabaya dan Sapulu, Jaw*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Wijaya, I. P. K., & Widodo, A. (2015). Potensi geowisata Bukit Jamur Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. *Surabaya Jurnal Geosaintek 01/01*. Jurusan Geofisika ITS.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IDENTIFIKASI POTENSI ENERGI PANAS BUMI GUNUNG API DAERAH PADUSAN PACET, MOJOKERTO, JAWA TIMUR DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI GEOWISATA

IDENTIFICATION OF POTENTIAL VOLCANO GEOTHERMAL ENERGY AT PADUSAN PACET, MOJOKERTO, EAST JAVA AND ITS UTILIZATION AS A GEOTOURISM

Yoyok Ragowo Siswomiharjo. S[1*], Agung Candra Setiawan[1], Dessensa[1], Tiara Ambar Sari[1] , Alfina Trisnawati[1]

[1]Geological Engineering, Faculty of Mineral Technology,
AKPRIND Institute of Science & Technology
Jl. Kalisahak 28, Komplek Balapan Yogyakarta 55222
[*]Email: yoyokraider502@gmail.com

ABSTRACT

One promising alternative energy to develop is geothermal energy, but not all manifestations of geothermal energy on the surface have the potential to be developed as sustainable energy. At present, geothermal potential is developed into a tourist area, such as the one in Padusan Pacet, Mojokerto, East Java. The existing geothermal manifestations are in the form of hot springs that appear in three research locations. Based on this, the emergence of hot springs is controlled by the geological structure resulting from the formation of lava and tectonic with the lineage analysis that has an orientation to the southeast–northwest orientation (SE–NW) and forms a radial flow pattern as well as an alignment with the Arjuna-Welirang volcanic crater system. The results of geochemical analysis using the geothermometer and Tennary diagrams method, namely the surface temperature at these three locations ranges from 52^{0}C–54^{0}C with pH ranging from 6.50–6.85 (neutral), the characteristic of fluid is bicarbonate (HCO_3) and immature in the pheripheral zone. The temperature of the reservoir is 135^{0}C–139^{0}C. Based on SWOT Analysis, in addition to presenting geological conditions that are useful for education, the research area has regional potential, which is economic development for society in the surrounding area and in the world of tourism.

Keywords: *geothermal manifestation, geoturism, Padusan-Pacet-Mojokerto*

ABSTRAK

Salah satu energi alternatif yang menjanjikan untuk dikembangkan adalah energi panas bumi. Namun, tidak semua manifestasi energi panas bumi di permukaan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai energi berkelanjutan. Saat ini, potensi panas bumi dikembangkan menjadi kawasan wisata, seperti yang ada di Padusan Pacet, Mojokerto, Jawa Timur. Manifestasi panas bumi yang ada berupa mata air panas yang muncul di tiga lokasi penelitian. Berdasarkan hal ini, kemunculan mata air panas dikontrol oleh struktur geologi dari hasil pembentukan lava dan tektonik dengan analisis liniasi kelurusan yang memiliki orientasi arah tenggara-barat laut (TG-

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BL) dan membentuk pola aliran radial serta satu kelurusan dengan sistem kawah gunung api Arjuna-Welirang. Hasil analisis geokimia menggunakan metode geothermometer dan diagram Tennary, yaitu suhu permukaan pada tiga lokasi ini berkisar antara 52^{0}C–54^{0}C dengan pH berkisar antara 6,50–6,85 (netral), karakteristik fluida berjenis bikarbonat (HCO_3) dan *immature* pada zona *pheripheral*. Suhu reservoir berkisar antara 135^{0}C–139^{0}C. Berdasarkan analisis SWOT, selain menghadirkan kondisi geologi yang berguna untuk pendidikan, wilayah penelitian memiliki potensi regional yaitu pengembangan ekonomi untuk masyarakat sekitar dan dunia pariwisata.

Kata kunci: manifestasi panas bumi, geowisata, Padusan-Pacet-Mojokerto

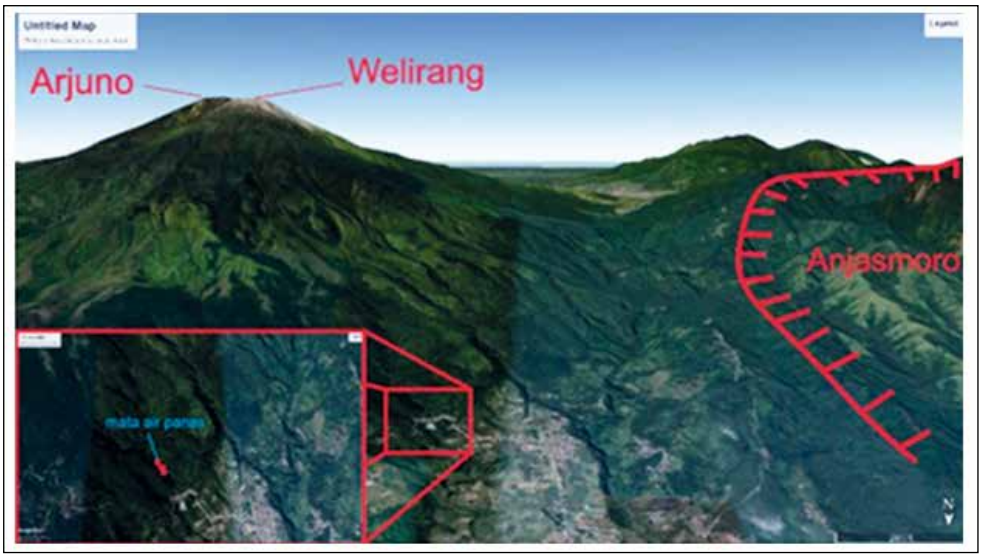
A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan satu-satunya negara kepulauan yang memiliki banyak sumber daya alam, mulai dari darat hingga ke laut. Salah satu sumber daya alam yang menjadi perhatian dan fokus sekarang adalah energi panas bumi. Secara umum, sumber daya ini dieksploitasi di Indonesia untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi. Hal ini didukung oleh banyaknya manifestasi panas bumi di berbagai daerah karena Indonesia berada di area *ring of fire*. Ada sekitar 120 gunungapi aktif yang menyebar dari Sabang sampai Marauke. Banyaknya gunung api aktif menjadikan Indonesia sebagai negara dengan jumlah gunung api aktif terbanyak. Indonesia juga menjadi salah satu negara yang mempunyai potensi energi panas bumi terbesar di dunia.

Energi panas bumi secara umum berkaitan dan muncul di daerah vulkanik dengan manifestasi permukaan, seperti mata air panas, fumarol, kolam lumpur, *geyser*, dan jenis manifestasi lainnya. Manifestasi permukaan diperkirakan terjadi karena perambatan panas dari bawah permukaan atau karena fluida (uap dan air panas) panas bumi mengalir ke permukaan. Sumber daya panas bumi di Indonesia digunakan sebagai sumber pembangkit listrik, namun tidak semua sumber panas bumi memenuhi persyaratan untuk dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik. Pemanfaatan alternatif sumber daya panas bumi lainnya yaitu dapat dijadikan sebagai area geowisata, seperti pemandian air panas yang berlokasi di wilayah Padusan, Pacet, Kabupaten Mojekerto, Provinsi Jawa Timur. Terletak di koordinat UTM (668000:9151000) hingga (6675000:9142000) atau meliputi area penelitian seluas 7x9 km atau 64 km^2 di kompleks gunung api Arjuno Welirang. Gunung Api Arjuno Welirang terletak di tenggara daerah penelitian. Kompleks Gunung Api Arjuno Welirang (KGAW) merupakan bagian dari rangkaian gunung api aktif berumur Kuarter di Pulau Jawa yang berada di Jawa Timur. Keberadaan gunung api ini berasosiasi dengan prospek sistem panas bumi. Arjuno Welirang juga merupakan salah satu dari sekitar 50 gunung api aktif di Pulau Jawa berumur Kuarter. Gunungapi ini berhubungan dengan sistem subduksi. Secara fisiografi, KGAW termasuk ke dalam sabuk vulkanik Kuarter Zona Solo yang terletak antara Zona Pegunungan Serayu Utara-Kendeng dan Pegunungan Selatan menurut Van Bemmelen, 1949. Pengamatan melalui penginderaan jauh dengan citra *digital elevation model* (DEM)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang menunjukkan daerah penelitian dikontrol oleh struktur-struktur tektonik maupun vulkanik. Fenomena ini sangat menarik untuk diketahui lebih detail, khususnya kemunculan manifestasi panas bumi karena keberadaan sistem panas bumi berhubungan dengan gunung api aktif Kuarter dan kontrol struktur geologi. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi dan kajian mengenai pemanfaatannya, khususnya sebagai geowisata.



Gambar 1. Lokasi potensi panas bumi pada komplek Gunungapi Arjuno-Welirang, daerah Padusan Pacet, Mojokerto, Jawa Timur (Modikasi Google *Earth*)

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sistem panas bumi yang terdiri dari temperature reservoir, jenis fluida, konseptual, dan daerah kemunculannya. Selain itu, menganalisis pemanfaatan dan pengembangannya, khususnya sebagai area geowisata. Hal ini karena sektor geowisata saat ini sangat bermanfaat untuk mendukung peningkatan ekonomi. Keindahan situs panas bumi adalah sebuah keunikan. Untuk itu, dibutuhkan perlakuan khusus agar objek wisata ini menjadi bagian dari pusat pembelajaran public dan menjadi lapangan penelitian untuk keperluan pendidikan.

B. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di wilayah Padusan, Pacet, Kabupaten Mojekerto, Provinsi Jawa Timur. Terletak di koordinat UTM (668000:9151000) hingga (6675000:9142000) atau meliputi area penelitian seluas 7x9 km atau 64 km^2 di kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang. Gunung Api Arjuno-Welirang terletak di tenggara daerah penelitian. Metode penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan data sekunder dan data primer berdasarkan survei eksplorasi geologi, seperti data litologi, suhu, pH, dan kondisi geologi daerah penelitian. Penelitian ini menggunakan metode analisis FFD (fault fracture density) berdasarkan data DEM (digital elevation model). Selanjutnya, diproses menggunakan software Global Mapper 18 dan ArcGIS 10.3

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dengan peta skala 1:25.000 interval 12.5. Peta tersebut mencakup kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang untuk menentukan struktur geologinya. Hasilnya, dikombinasi dengan data lapangan untuk menentukan struktur vulkanik dan tektonik. Lalu, dilakukan pengolahan data geokimia dan analisis SWOT. Analisis SWOT adalah analisis untuk mengetahui potensi geowisata dan perkembangannya. Sementara data geokimia diolah menggunakan metode geothermometer dan diagram Tennary Na-K-Mg dan SO4-HCO3-Cl. Penelitian ini juga menggunakan metode studi literatur yaitu mengumpulkan data dari penelitian sebelumnya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

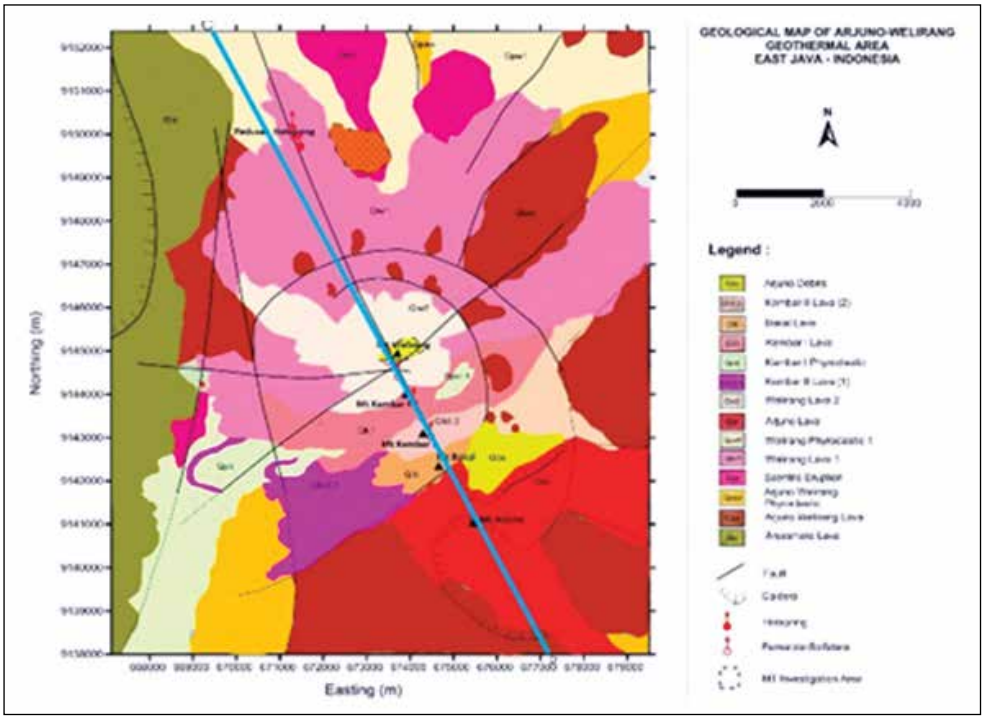
1. Geologi

Survei eksplorasi dilakukan di daerah tersebut pada awal Juli 2018, dimulai dengan studi literatur lapangan panas bumi Arjuno-Welirang (AW). Kondisi geologi daerah harus terlebih dahulu dicari untuk memperluas survei, terutama untuk eksplorasi daerah tersebut. Daerah panas bumi Gunung Api Arjuno-Welirang telah terpetakan sebelumnya oleh tim Survei Geologi dan Geokimia (PSDG) pada tahun 2010. Peneliti melakukan survei lapangan berdasarkan data tersebut untuk mengetahui kondisi geologi di lapangan. Secara geologi regional vulkanisme, Kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang (KGAW) diindikasikan dengan kehadiran batuan beku, batuan piroklastik, dan batuan vulkanik klastik yang berumur Kuarter hasil dari aktivitas vulkanisme. Kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang berada pada tatanan tektonik jalur magmatik Jawa bagian selatan dengan susunan berupa batuan vulkanik Kuarter. Pembentukan erupsi samping yang diiringi dengan erupsi besar mengeluarkan material vulkanik Arjuno-Welirang tua sehingga membentuk produk Arjuno-Welirang tua, terlihat dengan tampaknya bentukan *ring fracture* berupa zona amblesan (Hadi, Kusnadi, & Rezky, 2010). Berdasarkan peta (Gambar 2), produk vulkanik baru dari Welirang dan Arjuno muda, Gunung Kembar I–II, dan Gunung Bakal juga dipengaruhi oleh sesar mendatar di permukaan (Sesar Dekstral Padusan) yang berarah barat laut–tenggara sebagai antitetik dari Sesar Sinistral Welirang yang berarah barat daya–timur laut. Struktur geologi Kompleks Gunung Api Arjuno Welirang (KGAW) memiliki arah kelurusan pola struktur, yaitu arah utara–selatan, barat laut–tenggara, barat daya–timur laut, dan barat–timur. Selain itu, terbentuk beberapa stuktur vulkanik, seperti *ring fracture* dan zona amblasan (Hadi dkk., 2010).

Berdasarkan data lapangan, mata air panas yang muncul di bagian utara Gunung Api Arjuno-Welirang terdapat di tiga lokasi sepanjang Sungai Pacet. Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya sumber daya energi panas bumi di bawah area tersebut. Kondisi air mengandung sulfur tinggi dan adanya endapan travertin. Mata air panas muncul pada litologi lava andesit-basaltis, produk Gunung Api Arjuno-Welirang yang termasuk pada Formasi Welirang. Batuan lava ini menunjukkan struktur batuan *sheeting joint* dan *columnar joint* membentuk sesar-sesar turun yang manifestasinya

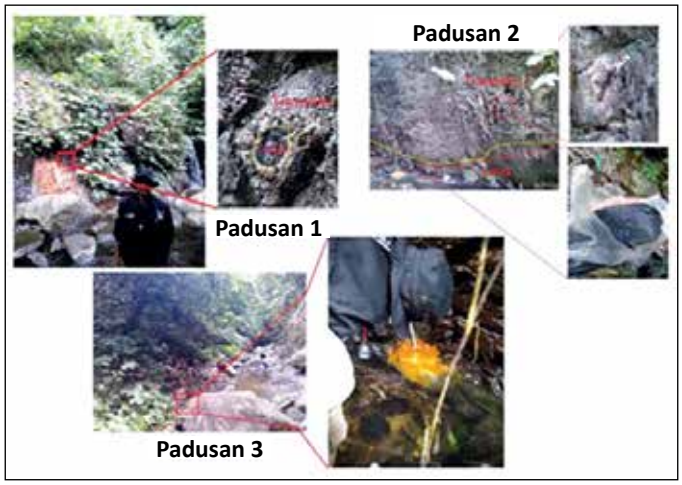
Buku ini tidak diperjualbelikan.

berupa air terjun. Hal ini terjadi akibat proses pembekuan lava aktivitas vulkanik sehingga membentuk struktur geologi sesar-sesar turun. Manifestasi panas bumi di daerah penelitian muncul pada daerah proksimal gunung api aktif Arjuno-Welirang.



Sumber: Tim Survei Geologi dan Geokimia (PSDG) (2010)

Gambar 2. Peta Geologi Daerah Panas Bumi Kompleks Gunungapi Arjuno-Welirang



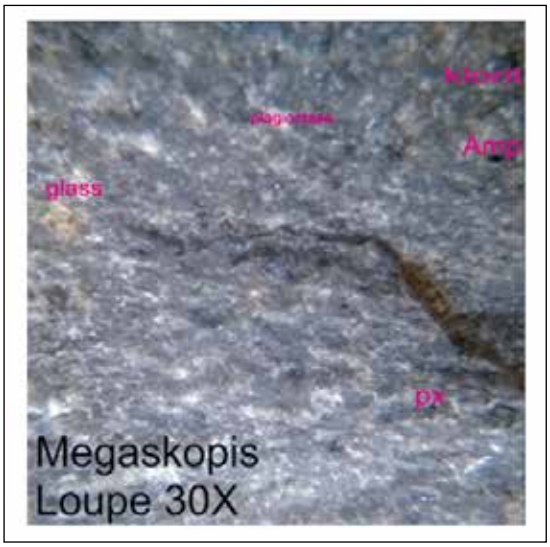
Gambar 3. Lokasi Manifestasi Mata Air Panas Padusan Pacet dan Lokasi Pengambilan Data Lapangan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan analisis petrologi secara megaskopis, batuan lava andesit-basaltik memiliki struktur setting joint dan columnar joint. Batuan itu bertekstur subhedral, inequegranural, porfiroafanitik, hipokristalin dengan komposisi plagioklas 60%, piroksen 10%, hornblende 20%, klorit 2%, dan kaca 7%. Warnanya abu-abu kehitaman dengan klorit kehijauan, sedangkan endapan travertine berkomposisi



Gambar 4. Endapan travertin yang berada di atas lava yang mengeluarkan mata air panas pada lapangan pengamatan mata air panas Padusan 1



Gambar 4. Endapan travertin yang berada di atas lava yang mengeluarkan mata air panas pada lapangan pengamatan mata air panas Padusan 1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Hasil Pengambilan Data Lapangan

Lokasi	Koordinat (UTM)		Suhu	pH
	X	Y		
Padusan 1	9143757	669131	52	6,50
Padusan 2	9143733	669145	52	6,65
Padusan 3	9149859	671004	54	6,85

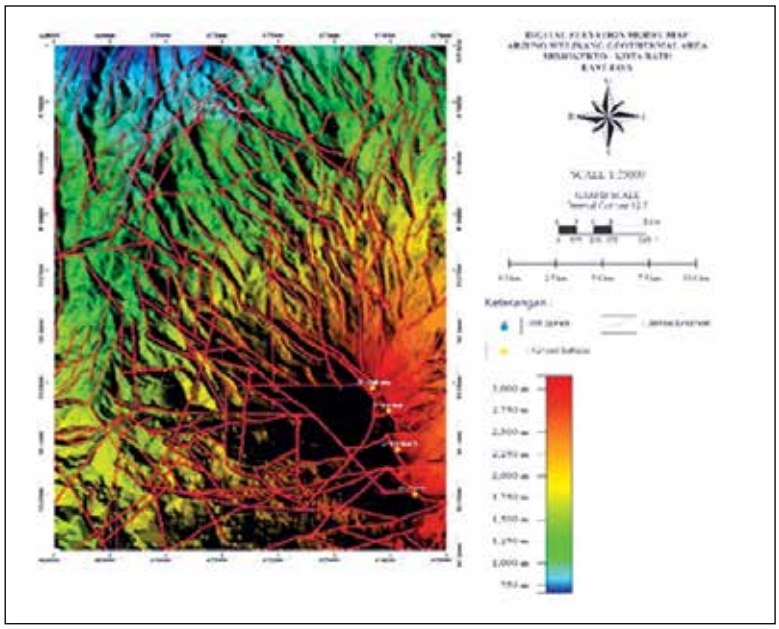
kalsit (CaCO3) 80% dan lumpur 20%. Travertin ini terbentuk karena pelarutan Ca plagioclas yang kontak dengan water table (air tanah) dan mereaksikan sulfur. Akibatnya, ketampakan endapan berwarna kuning di lapangan yaitu sulfur hasil kontak fluida (air hydrothermal atau gas) dengan air tanah. Secara konsep geothermal maka manifestasi mata air panas pada daerah penelitian berjenis air bikarbonat dengan suhu rendah adalah sistem magmatik aktif vulkanik. Hal ini dibuktikan dengan analisis DEM.

Sistem panas bumi yang terjadi di daerah Padusan Pacet yaitu sistem panas bumi yang terkait dengan gunung berapi Kuarter yang umumnya terletak di busur vulkanik dengan relief tinggi (terjal), sumber panas berasal dari magma. Sistem ini muncul dalam bentuk sistem air panas dengan pH netral atau jauh dari sumbernya. Fluida reservoir bergerak ke atas dengan manifestasi dalam bentuk mata air bikarbonat yang terbentuk dari kondensasi gas dengan air tanah. Sementara reservoir dan batuan pemanas berada jauh di bawah permukaan. Pada zona outflow, fluida (air dan gas) keluar melalui rekahan-rekahan dan kontak dengan batuan samping yang kaya akan unsur-unsur logam dan air tanah. Akibatnya, sulfur terbawa dan membentuk endapan di permukaan. Hal ini didukung oleh data suhu air panas 52°–54° C yang termasuk ke dalam suhu rendah dan pH yang berkisar 6.50–6.85 (netral). Secara struktural, daerah penelitian dibuktikan melalui DEM.

2. Analisis FFD *(fault fracture density)* data DEM

Berdasarkan data analisis DEM dengan hasil interpolasi peta kontur, terlihat tekstur permukaan daerah penelitian yang terjal. Pola struktur geologinya berarah barat laut-tenggara dan utara-selatan serta pola aliran radial yang menunjukkan asosiasi dengan gunung berapi aktif. Berdasarkan data DEM dan data survei lapangan, struktur terbentuk akibat aktivitas vulkanik dan tektonik berupa sesar mendatar kiri yang berarah barat laut–tenggara dan berasosiasi dengan kawah Gunung Api Arjuno-Welirang. Struktur-struktur inilah yang menyebabkan kemunculan air panas pada daerah penelitian.

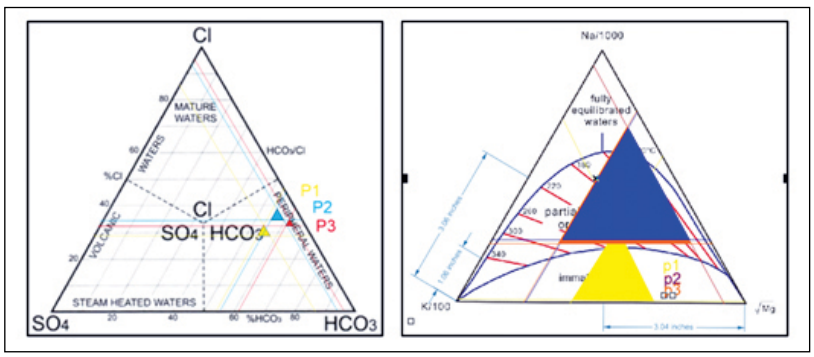
Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 6. Peta DEM dan Analisis FFD

3. Geokimia

Berdasarkan analisis geokimia menggunakan diagram Tennary SO_4-Cl-HCO_3, hasil yang diperoleh adalah Padusan 1 SO_4 18,78%, CL 29,50%, HOC_3 55,38%; sedangkan Padusan 2 SO_4 7,72%, CL 34,94%, HOC_3 57,33%; dan Padusan 3 SO_4 5,40%, CL 32,09%, HOC_3 62,51%. Hasil *plotting* pada diagram Tennary SO4-Cl-HCO3, yaitu jenis air bikarbonat dengan sistem air peripheral. Berdasarkan hasil geokimia diagram Tennary Na-Mg-K, hasil yang diperoleh adalah Padusan 1 Na 0,78%, Mg 69,42%, K 29,80%; sedangkan Padusan 2 Na 20,17%, Mg 74,32%, K 5,51%; dan Padusan 3 Na 19,52%, Mg 75,15%, K 5,33% sehingga mendapatkan hasil *plotting* merupakan kedalaman *immature-mature*. Suhu reservoir berdasarkan analisis geothermometer diperoleh hasil yaitu berkisar antara 135°C–139°C.

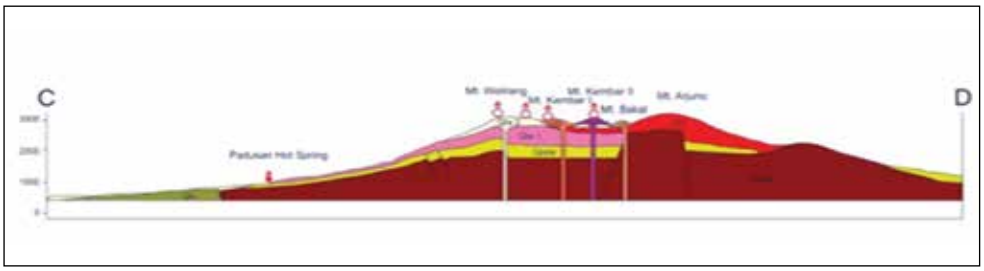


Gambar 7 (Kiri). Diagram Tennary SO_4-Cl-HCO_3

Gambar 8 (Kanan). Diagram Tennary Na-Mg-K

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Berdasarkan data geologi, analisis FFD (DEM) dan geokimia, mata air panas yang keluar melalui sesar akibat proses vulkanik dan tektonik, kemudian diinterpretasikan dan dicocokkan dengan penampang model konseptual.



Sumber: Tim Survei Geologi dan Geokimia PSDG (2010)

Gambar 9. Penampang Konseptual Daerah Panas Bumi Kompleks Gunungapi Arjuno-Welirang

Hasil korelasi data geokimia dan survei geologi menunjukkan bahwa jenis air bikarbonat muncul pada zona *outflow* dengan sistem peripheral. Artinya, adanya asimilasi fluida dengan batuan samping atau water table keluar melalui struktur-struktur geologi. Hal ini dibuktikan dengan analisis FFD data DEM. Data geokimia kematangan air menunjukkan *mature-immature*. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa reservoir dan batuan pemanas masih jauh di bawah permukaan atau manifestasi panas bumi daerah penelitian jauh dari sumbernya (reservoir) yang terbukti di lapangan adanya endapan travertin. Secara konseptual, geokimia air panas bikarbonat dapat dibentuk oleh interaksi air klorida dengan air tanah atau air bikarbonat selama aliran lateral. Air panas ini mungkin berada di area batas (batas) sistem panas bumi bersuhu tinggi. Komposisi ion dari air panas didominasi oleh ion klorida dan bikarbonat dalam jumlah yang bervariasi dan memiliki pH 6–8. Konten ion utama adalah HCO3. Pada permukaan, jenis air panas ini ditandai dengan adanya endapan karbonat atau travertin dan endapan sulfur. Berdasarkan hasil analisis geokimia, suhu reservoir menengah rendah dan jenis air panas, bikarbonat, tidak cocok bila digunakan sebagai pembangkit listrik. Hal ini karena butuh biaya besar untuk membuat kenaikan suhu. Selain itu, pembangkit listrik yang dikembangkan di Indonesia adalah tipe air panas sulfat dan klorida yang memiliki suhu reservoir tinggi. Kemudian, berdasarkan kondisi geologi yang terletak di Kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang yang merupakan gunung berapi aktif dan memiliki patahan sesar aktif, akan menimbulkan risiko tinggi jika dijadikan pembangkit listrik. Maka, manifestasi panas bumi di Padusan Pacet perlu kajian lebih lanjut mengenai risiko apabila dijadikan pembangkit listrik, tetapi yang jelas membutuhkan biaya besar atau lebih dari biasanya. Manifestasi panas bumi daerah penilitian akan lebih efektif bila digunakan dan dikembangkan sebagai tempat wisata atau geowisata dan tempat pembelajaran panas bumi. Didukung pula oleh lokasi yang terletak di tengah Kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dapat menambah nilai geowisata dengan keindahan alamnya. Maka, perlu analisis SWOT untuk menganalisis geowisata yang ada berdasarkan data kuantitatif.

Berdasarkan analisis SWOT, daerah penelitian memiliki potensi yang lebih kuat yaitu pengembangan ekonomi regional untuk masyarakat sekitar. Kelemahannya hanyalah tentang sarana dan prasarana di kawasan wisata. Daerah penelitian memiliki lebih banyak peluang untuk dikembangkan oleh pemerintah. Beberapa ancaman dapat diatasi dengan penanggulangan yang tepat.

Tabel 2. Analisis SWOT

STRENGTH (S)	a) Sebagai tempat pemandian air panas untuk wisatawan asing atau lokal b) Air panas di daerah penelitian efektif dalam meningkatkan sirkulasi darah dan kesehatan c) Meningkatkan potensi ekonomi masyarakat sekitar d) Memiliki keindahan alam yang bagus, dapat dikembangkan beberapa tempat wisata alam
WEAKNESS (W)	a) Perlunya sarana dan prasarana pendukung, seperti jalan, tempat parkir, dan kolam air panas b) Rute yang ditempuh agak sulit c) Tempat pemandian cukup kecil dan tidak dapat menampung lebih dari 50 orang d) Tidak terlalu dikenal orang e) Kamar mandi terbatas f) Tidak ada transportasi umum yang menuju lokasi
OPPORTUNITIES (O)	a) Dapat meningkatkan lapangan kerja dan meningkatkan pendapatan bagi pemerintah b) Ke depannya tempat tersebut bisa menjadi tempat favorit untuk mengunjungi daerah tersebut
THREATS (T)	a) Di beberapa titik diyakini rentan terhadap tanah longsor b) Di musim hujan dan hujan lebat dapat menyebabkan banjir dan penurunan suhu mata air.

D. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Manifestasi geothermal di daerah penelitian muncul di tiga lokasi, dengan jenis manifestasi adalah mata air panas yang muncul akibat struktur geologi.
2. Kondisi geologi di daerah penelitian, meliputi litologi tepat, kemunculan mata air panas pada litologi lava andesit-basalitik Formasi Welirang yang termasuk ke dalam Kompleks Gunung Api Arjuno-Welirang (KGPA) dan adanya endapan travertin dan sulfur.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

3. Berdasarkan data geokimia, jenis fluida di daerah penelitian adalah bikarbonat dengan zona pheripheral dan tingkat kematangan *mature-immature* yang diinterpretasikan jauh dari sumber dan suhu permukaan 52°C–54°C serta suhu reservoir 135°C–139°C dan pH 6,50–6,85 (netral).
4. Hasil analisis FFD *Digital Elevation Model* menunjukkan struktur geologi di daerah Padusan berarah barat daya–tenggara.
5. Hasil korelasi data geokimia dan survei geologi berupa jenis air bikarbonat yang muncul pada zona outflow dengan sistem peripheral. Hal ini memunculkan adanya asimilasi fluida dengan batuan samping atau water table yang keluar melalui struktur-struktur geologi. Data geokimia kematangan air menunjukkan *mature-immature,* dapat diinterpretasikan bahwa reservoir dan batuan pemanas masih jauh di bawah permukaan atau manifestasi panas bumi daerah penilitian jauh dari sumbernya (reservoir) yang terbukti di lapangan dengan adanya endapan travertin.
6. Berdasarkan analisis SWOT, daerah penelitian memiliki potensi yang lebih kuat untuk pengembangan ekonomi regional bagi masyarakat sekitar. Kelemahannya hanyalah pada sarana dan prasarana sehingga pemerintah harus lebih mengembangkan geowisata air panas pada daerah penilitian.

E. SARAN/REKOMENDASI

Diperlukan kajian dan penelitian lebih lanjut berupa eksplorasi geologi detail dengan peta skala besar misalnya 1:12.500 dengan luas area 4 km^2 untuk mendetailkan struktur geologi dan kondisi geologi daerah penilitian serta perlunya survei geofisika sehingga dapat mengevaluasi potensi daerah penilitian jika dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Kemudian, perlunya kajian lebih lanjut mengenai potensi-potensi geowisata pada daerah penilitian berupa potensi ekonomis, geografi, dan kebencanaan sehingga daerah penilitian dapat dikembangkan dengan baik.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada panitia Seminar Nasional Ilmu Kebumian-Geodiversity 2019 karena telah memberi kami kesempatan untuk mempublikasikan penelitian kami dan kami mengucapkan terima kasih kepada Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi "GAIA" serta Jurusan Teknik Geologi IST AKPRIND Yogyakarta yang telah mendukung kami dalam menyelesaikan penelitian ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

Hadi, M. N., Kusnadi, D., Rezky, Y. (2010). *Penyelidikan terpadu geologi dan geokimia daerah panas bumi Arjuno-Welirang, Kabupaten Mojokerto dan Malang, Provinsi Jawa Timur*. Pusat Sumber Daya Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 405–412.

Santosa, S., & Suwarti, T. (1992). *Peta geologi lembar Malang, Jawa Timur*, skala 1:100.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Sumotarto, U. (2018). Geothermal energy potential of Arjuno and Welirang Volcanoes Area, East Java, Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Research*, *8*, 614–624.

Sunaryo. (2012). Identification of Arjuno-Welirang volcano-geothermal energy zone by means of density and susceptibility contrast parameters. *International Jurnal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS, 12*, 9–20.

Tim Survey Geology dan Geokimia PSDG. (2010). *Geological map Arjuno-Welirang geothermal area Mojokerto-Malang-Pasuruan East Java*. Bandung: Badan Geologi.

van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia Volume 1A*. The Hague, Netherlands: Government Printing Office. 732.

Wardana, A., O'Sullivan, J., & O'Sullivan, M. (2016), Natural state and future production modelling of Arjuno-Welirang geothermal field, Indonesia. Dalam *Proceedings* 38th *New Zealand Geothermal Workshop Auckland*, New Zealand, 23–25 November 2016.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PENGEMBANGAN EKOWISATA PANTAI KARANGBOLONG SEBAGAI KAWASAN *GEOPARK*

ECOTOURISM DEVELOPMENT OF KARANGBOLONG BEACH AS GEOPARK AREA

Choirul Rahmat[1], Widya Ani Al Aqso[2]*, Saharani Nabila[3]

[1]Departemen Geografi, Universitas Negeri Semarang
[2]Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Madrasah Aliyah Negeri 4 Kebumen
[3]Ilmu Pengetahuan Sosial, SMAN 1 Karanganyar
[*]*E-mail*: aqso127@gmail.com

ABSTRACT

Nature tourism is the utilization of natural resource or natural panorama attractions for tourism activities. Kebumen Regency now is known as an area that has a wide range of tourism, both natural tourism, artificial tourism, and cultural tourism. One of which is in Buayan Sub-District. The purpose of this study is to identify the tourism potential of Karangbolong Beach to realize Buayan Sub-District as an ecotourism area. The method used in this study, namely observation, descriptive analysis, and SWOT analysis. Priority strategy and alternative tourism development including competency development, facility development, community involvement, increased collaboration, increasing environmental understanding, increasing the role of institutions, enhancing the concept of natural tourism, developing educational tourism, and managing waste and cleanliness. The results of this study noted that the object and attraction of Buayan Sub-District have their own potential and attractiveness. This can be seen from the availability of adequate facilities and infrastructure in tourist attractions, such as parking, toilets, and trash bins that can add comfort to visitors. This aims to support the potential of existing attractions and create tourism activities that interact and responsible with nature or often called ecotourism.

Keywords:

ABSTRAK

Wisata alam merupakan pemanfaatan sumber daya alam atau daya tarik panorama alam untuk kegiatan wisata. Saat ini, Kabupaten Kebumen dikenal dengan daerah yang mempunyai banyak ragam wisata, baik wisata alam, wisata buatan, maupun wisata budaya, salah satunya di Kecamatan Buayan. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengidentifikasi potensi wisata Pantai Karangbolong untuk mewujudkan Kecamatan Buayan sebagai daerah ekowisata. Metode yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu observasi, analisis deskriptif, dan analisis SWOT. Strategi prioritas dan alternatif pengembangan wisata, meliputi pengembangan kompentensi, pengembangan fasilitas, keterlibatan masyarakat, peningkatan kerja sama, peningkatan pemahaman lingkungan, peningkatan peran lembaga, peningkatan konsep pariwisata alam, pengembangan wisata edukasi, dan pengelolaan sampah serta kebersihan. Hasil penelitian ini diketahui bahwa objek dan daya tarik wisata di Kecamatan Buayan mempunyai potensi dan daya tarik tersendiri. Hal ini dapat dilihat

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dari tersedianya sarana dan prasarana yang memadai di tempat wisata, seperti parkir, toilet, dan tempat sampah yang mampu menambah kenyamanan bagi pengunjung. bertujuan mendukung potensi objek wisata yang sudah ada dan menciptakan kegiatan wisata yang berinteraksi serta bertanggung jawab dengan alam atau sering disebut ekowisata.

Kata Kunci:

A. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 95.161 km dengan keanekaragaman sumber daya yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai penyedia sumber daya dan jasa, seperti perikanan dan pariwisata (Kusumastanto, 2003). Daerah wisata alam akan menarik wisatawan lokal dan luar sebagai salah satu sumber pendapatan daerah. Objek dan daya tarik wisata umumnya terdiri dari sumber daya hayati dan nonhayati. Salah satu potensi sumber daya di kawasan pesisir yang dapat dijadikan objek dan daya tarik wisata dan *geopark* adalah Pantai Karangbolong di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Akan tetapi, masih belum banyak penelitian dan data tentang potensi sumber daya alam Pantai Karangbolong. Untuk itu, dibutuhkan informasi mengenai pengelolaan yang dilakukan secara spesifik dan berkesinambungan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif dan menggunakan metode analisis SWOT. Analisis kualitatif deskriptif dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang realitas objek penelitian yaitu pantai Karangbolong.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis potensi pengembangan ekowisata Pantai Karangbolong, Kabupaten Kebumen dengan metode SWOT, meliputi kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*), dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Hasil analisis pengembangan ekowisata dengan menggunakan metode SWOT menunjukkan bahwa faktor internal (IFE) dan faktor eksternal (EFE) bernilai positif. Selain itu, faktor eksternal lebih berpeluang dibandingkan faktor internal sehingga pengembangan ekowisata Pantai Karangbolong Kebumen memiliki kekuatan dan peluang untuk dikembangkan menjadi ekowisata. Upaya pencapaian keberhasilan dalam pengembangan ekowisata Pantai Karangbolong, Kabupaten Kebumen dapat dilakukan secara optimal dengan meningkatkan faktor kekuatan dan memperbaiki faktor kelemahan menjadi energi positif. Ancaman yang datang dari luar harus diantisipasi dengan meningkatkan kecintaan terhadap budaya lokal. Untuk menghalau potensi kerusakan lingkungan harus dibuat regulasi yang jelas terhadap pelaku industri kepariwisataan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 1. Faktor Internal dan Ekternal dalam Pengembangan Ekowisata Pantai Karangbolong.

Faktor Pengembang Ekowisata
Faktor Internal (IFE)
1. Kekuatan (*strength*) a. Lokasi yang strategis b. Objek wisata yang menarik c. Masyarakat yang ramah d. Adat istiadat yang masih melekat 2. Kelemahan (*weakness*) a. Budaya daerah yang mulai luntur b. Informasi, komunikasi, dan promosi yang lemah
Faktor Eksternal
1. Peluang (*opportunity*) a. Meningkatkan pariwisata Kabupaten Kebumen b. Menambah perekonomian masyarakat c. Terangkatnya adat istiadat yang mulai terkikis budaya barat
2. Ancaman (*threat*) a. Terkikisnya budaya daerah tersebut karena masuknya budaya barat b. Pengembangan ekowisata dapat merusak kelestarian lingkungan



Gambar 1. Sarana Prasarana yang Memadai



Gambar 2. Budaya Kuda Lumping



Gambar 3. Kondisi Gua Contoh Saat Ini



Gambar 4. Suasana Sore Hari di Pantai Karangbolong

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. KESIMPULAN

Dari hasil analisis, dapat diambil kesimpulan mengenai studi yang dilakukan yaitu:

1. Dari sisi karakteristiknya, Pantai Karangbolong merupakan pantai yang potensial bila dilihat dari kondisi alamnya.
2. Pengelolaan Pantai Karangbolong belum dilakukan secara maksimal, khususnya dalam hal sarana dan prasarana. Hal ini dilihat dari sedikitnya gazebo di pinggiran pantai sehingga pengunjung terpaksa duduk di warung-warung.
3. Pemasaran yang dilakukan pemerintah kurang maksimal. Masih banyak masyarakat yang belum mendengar informasi mengenai Pantai Karangbolong dari media apapun.

E. SARAN/REKOMENDASI (OPSIONAL)

Berdasarkan kesimpulan yang telah didapat, maka dapat diberikan rekomendasi terkait pengembangan, pengelolaan, dan pemasaran Pantai Karangbolong. Rekomendasi tersebut antara lain:

1. Perlunya melakukan pembenahan sarana prasarana di Pantai Karangbolong, khususnya terkait gazebo.
2. Perlu dilakukan publikasi dengan pemasangan baliho di sepanjang jalan dan juga dapat dilakukan dengan menyebarkan selebaran mengenai Pantai Karangbolong.
3. Kerja sama pemerintah, masyarakat, dan swasta dalam pengelolaan Pantai Karangbolong memang diperlukan. Namun, sebagai objek wisata yang dikelola oleh pemerintah seharusnya pemerintah yang harus mengatur segala rencana dalam pengelolaan di pantai Karangbolong. Dinas Pariwisata Pemerinta Daerah Kebumen disarankan membuat aturan yang jelas untuk menjaga lingkungan Pantai Karangbolong sehingga pengelolaan ekowisata berkelanjutan dapat terwujud.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kepada Tuhan Yang Maha Esa, orang tua, warga Pantai Karangbolong, guru, teman, sahabat, dan pihak lain yang telah membantu dalam menyelesaikan *paper* ini.

DAFTAR PUSTAKA

Iswandi, U. (2015). Analisis potensi pengembangan Ekowisata pantai mandeh kabupaten Pesisir selatan. *Jurnal Spasial: Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi, 4*(2), 131003.

Data dan Metadata. (2013). Diakses pada xxx dari http:/www.sinergantara.or.id/platform-sinergi/data-dan-metadata/

Widayat, Puji Wahyu. (2018). *Potensi dan pengembangan obyek wisata Pantai Menganti di Desa Karangduwur Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen*. Universitas Negeri Yogyakarta. Bapedda.kebumenkab.go.id.051118-1

Buku ini tidak diperjualbelikan.

SOROTAN PENTING HASIL EKSPLORASI FLORA DI GEOPARK KALDERA TOBA, SUMATERA UTARA

A NOTEWORTHY FLORA EXPLORATION RESULT IN TOBA CALDERA GEOPARK, NORTH SUMATRA

I Putu Gede P. Damayanto[1*], Kusuma Rahmawati[1], Septiani D. Arimukti[1], Deden Girmansyah[1], dan Laberina K. Ibo[1]

[1]Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI),
Jl. Raya Jakarta-Bogor km 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat, Indonesia. 16911.
[*]*E-mail*: parlida.damayanto.tab@gmail.com

ABSTRACT

An exploration of flora in the Toba Caldera Geopark (TCG) was conducted by Biology-LIPI Research Center to reveal information on the diversity of flora there. The aim of this study is to provide information regarding the existence of flora diversity in the TCG area. The study was conducted in March 2018 around the TCG area. Plant material was collected by field data collection method. Plant specimens were collected and identified using a reference specimen of BO and related references. The identification results were analyzed and important notes related to the flora of the TCG area were described in a descriptive-narrative. There are 332 species and 89 families of plant found in the TCG area. Conservation efforts can be carried out on several endemic species of TCG areas that have the potential utilization as ornamental plants, including Impatiens sidikalangensis, Nepenthes tobaica, Bulbophyllum longivagans, and Oxystophyllum hagerupii. Invasive plants in the TCG area are Tithonia diversifolia, Clidemia hirta, and Piper aduncum. Potential plants in the TCG area include Arenga pinnata as a palm wine, Aleurites moluccanus as an oil and activated charcoal, Saurauia vulcani as a herbal tea, Indigofera tinctoria as a natural coloring ulos fabric, Zanthoxylum acanthopodium as a spice, and Styrax spp. as a mixture of incense and a source of essential oils.

Keywords: *species diversity, endemic, invasive, plant, potency*

ABSTRAK

Eksplorasi flora di kawasan Geopark Kaldera Toba (GKT) telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Biologi-LIPI untuk mengungkap informasi keanekaragaman flora di sana. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi terkait keberadaan keanekaragaman flora di kawasan GKT. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2018 di sekitar kawasan GKT. Pengumpulan material tumbuhan dilakukan dengan metode pengumpulan data lapangan. Spesimen tumbuhan dikumpulkan, lalu diidentifikasi menggunakan spesimen acuan BO dan referensi terkait. Hasil identifikasi kemudian dianalisis dan catatan penting terkait flora kawasan GKT dijabarkan secara deskriptif-naratif. Terdapat 332 jenis dan 89 suku tumbuhan yang ditemukan di kawasan GKT. Upaya konservasi dapat dilakukan pada beberapa jenis endemik kawasan GKT yang memiliki potensi pemanfaatan sebagai tanaman hias, antara lain *Impatiens sidikalangensis*, *Nepenthes*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tobaica, Bulbophyllum longivagans, dan *Oxystophyllum hagerupii*. Tumbuhan invasif kawasan GKT adalah *Tithonia diversifolia*, *Clidemia hirta*, dan *Piper aduncum*. Tumbuhan berpotensi di kawasan GKT, antara lain *Arenga pinnata* sebagai tuak, *Aleurites moluccanus* sebagai minyak dan arang aktif, *Saurauia vulcani* sebagai teh herbal, *Indigofera tinctoria* sebagai pewarna alami kain ulos, *Zanthoxylum acanthopodium* sebagai bumbu masakan, dan *Styrax* spp. sebagai campuran dupa dan sumber minyak atsiri.

Kata Kunci: kanekaragaman jenis, endemik, invasif, tumbuhan, potensi

A. PENDAHULUAN

Geopark Kaldera Toba (GKT) merupakan taman bumi yang diakui secara nasional (Direktorat Jendral Pengembangan Destinasi Pariwisata, 2012). Secara administratif, kawasan GKT terletak di Sumatera Utara dan melingkupi tujuh kabupaten, yaitu Samosir, Toba Samosir, Simalungun, Karo, Dairi, Humbang Hasundutan, dan Tapanuli Utara.

Salah satu daya tarik kawasan GKT adalah keberadaan Danau Toba yang merupakan danau kaldera terbesar di dunia (BPIW, 2017) dengan Pulau Samosir di tengahnya. Luas permukaan air Danau Toba adalah 1.127,7818 km^2, sementara luas daratan kawasan GKT adalah 2.450,5744 km^2 dan luas Pulau Samosir yaitu 647.1418 km^2 (TCG, 2018). Danau Toba terletak pada ketinggian 904 mdpl dengan kedalaman terdalam sekitar 505 m (BPIW, 2017).

Kawasan GKT dibagi ke dalam 16 *geosite*, yaitu (1) Tongging-Sipisopiso, (2) Silalahi-Sabungan, (3) Haranggaol, (4) Sibaganding-Parapat, (5) Taman Eden, (6) Balige-Liang Sipage-Meat, (7) Situmurun-Blok Uluan, (8) Hutaginjang, (9) Muara-Sibandang, (10) Sipinsur-Bakti Raja, (11) Bakkara-Tipang, (12) Tele-Pangururan, (13) Pusuk Buhit, (14) Hutatinggi-Sidihoni, (15) Simanindo-Batu Hoda, dan (16) Ambarita-Tuktuk-Tomok (TCG, 2018). *Geosite* tersebut memiliki keunikan masing-masing.

Berbagai penelitian dalam upaya pengembangan kawasan GKT di beberapa *geosite* telah banyak dilakukan, salah satunya terkait dengan pengembangan potensi pariwisata (*geotourism*) dan budaya (*culture diversity*) sekitar kawasan GKT (Fatimah, 2016; Zainal, Sagala, & Armayanti, 2016; Ginting, Rahman, & Sembiring, 2017; Silaen, 2017; Sinaga, 2017; Ginting & Sasmita, 2018). Sementara itu, penelitian keanekaragaman (*biodiversity*) flora di GKT belum banyak dilakukan. Padahal, unsur penting suatu *geopark* tidak hanya dari unsur *geotourism* dan *culture diversity*, tetapi *biodiversity* juga sangat penting. Salah satu unsur *biodiversity* yang penting adalah keberadaan flora di kawasan GKT. Hasil penelitian keanekaragaman flora dapat digunakan sebagai data atau informasi dasar untuk pengelolaan dan upaya konservasi di kawasan GKT di masa datang. Untuk itu, pengumpulan data keanekaragaman biota di kawasan GKT perlu dilakukan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dalam rangka pengumpulan data biota, Pusat Penelitian Biologi-LIPI pada tahun 2018 telah melakukan kegiatan eksplorasi biota di beberapa *geosite* di kawasan GKT. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengungkap keanekaragaman biota di kawasan GKT, terutama keberadaan flora. Melalui tulisan ini, beberapa catatan penting terkait hasil eksplorasi keanekaragaman flora di kawasan GKT dijabarkan.

B. METODE PENELITIAN

Kegiatan eksplorasi flora dilaksanakan selama 20 hari pada bulan Maret 2018. Penelitian dilaksanakan pada hutan sekitar kawasan GKT yang meliputi beberapa *geosite*. Kegiatan eksplorasi flora di sekitar *geosite* Silalahi-Sabungan, Tongging-Sipisopiso, dan Haranggaol dilakukan pada Hutan Pintu Angin atau Hutan Panjang (sepanjang jalan Merek-Sidikalang) (1.579–1.807 mdpl); hutan sekitar PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Lae Renun, Desa Silalahi, Kecamatan Silahisabungan (1.580–1.689 mdpl); sekitar Aek Popo, Kecamatan Merek (1.462 mdpl); Hutan Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon (1.231–1.322 mdpl); sepanjang jalan sekitar Simarjarunjung, Kecamatan Purba (1.479 mdpl); dan hutan sekitar Gunung Singgalang, Desa Nanggaraja, Kecamatan Silimakuta (Saribu Dolok) (1.438 mdpl).

Kegiatan eksplorasi flora di sekitar *geosite* Sibaganding-Parapat dan Taman Eden dilakukan di Kecamatan Lumban Julu, yaitu di Taman Eden 100 (1.272–1.607 mdpl); Jangga Dolok (1.120–1.149 mdpl); dan di Kecamatan Pintu Pohan Meranti yaitu hutan PT Inalum (1.127 mdpl). Sementara itu, kegiatan eksplorasi flora di sekitar *geosite* Tele-Pangururan, Simanindo-Batu Hoda, dan Ambarita-Tuktuk-Tomok dilakukan di Simanindo dan Tele (948 mdpl).

Untuk melihat keanekaragaman flora kawasan GKT, dilakukan pengumpulan contoh material tumbuhan dengan metode pengumpulan data lapangan dari Rugayah, Widjaja, & Praptiwi (2004). Tumbuhan fertil yaitu tumbuhan berbunga atau berbuah atau berspora, dikoleksi sebagai spesimen herbarium. Khusus untuk bambu, material steril tetap dikoleksi mengikuti metode McClure (1945) karena bambu jarang berbunga (Janzen, 1976).

Material tumbuhan diberi nomor koleksi dan data penunjang dicatat seperti lokasi, koordinat GPS, ketinggian tempat, nama daerah, manfaat (jika ada), habitat, tanggal koleksi, dan karakter morfologi yang akan hilang saat dikeringkan. Material tumbuhan diselipkan dalam koran dan dibasahi dengan alkohol 75% lalu dikemas untuk selanjutnya dikirim dan disimpan di Herbarium Bogoriense (BO). Material tumbuhan diproses mengikuti acuan Djarwaningsih, Sunarti, & Kramadibrata (2002).

Spesimen diidentifikasi menggunakan spesimen acuan BO dan referensi terkait. Hasil identifikasi kemudian dianalisis dan catatan penting terkait flora GKT dijabarkan secara deskriptif-naratif.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah berhasil diperoleh sebanyak 514 nomor koleksi tumbuhan tinggi dari kegiatan eksplorasi flora di kawasan GKT dan sekitarnya. Dari hasil identifikasi, setidaknya terdapat 332 jenis dan 89 suku tumbuhan tinggi yang berhasil dikenali dari seluruh koleksi yang ada. Suku dengan jumlah jenis tertinggi adalah Rubiaceae (30 jenis) diikuti oleh Lauraceae (20 jenis) dan Compositae (16 jenis). Sementara itu, 20 suku lainnya hanya terdiri dari satu hingga dua jenis. Adapun 34 suku dengan jumlah terbanyak tersaji dalam Gambar 1.

Suku Rubiaceae dan Lauraceae sepertinya merupakan tumbuhan utama di wilayah pegunungan di Sumatera Utara atau mungkin di Sumatera secara umum. Suku Lauraceae dan Rubiaceae termasuk dua terbanyak yang ditemukan di Gunung Talamau, Sumatera Barat dan Gunung Sibuatan, Sumatera Utara (Normasiwi, Mutaqien, & Noviady dkk., 2015). Suku Lauraceae juga merupakan salah satu suku dengan jumlah jenis terbanyak yang ditemukan di Gunung Pesagi, Lampung (Efendi, Lailaty, Nudin dkk., 2016).

Terdapat beberapa sorotan penting yang dapat dijabarkan dari hasil kegiatan eksplorasi flora di kawasan GKT ini. Beberapa di antaranya terkait dengan keberadaan jenis-jenis tumbuhan krusial yang perlu upaya konservasi, jenis-jenis tumbuhan invasif, dan jenis-jenis tumbuhan berpotensi yang dapat mendukung pengembangan pariwisata dan perekonomian di kawasan GKT dan sekitarnya.

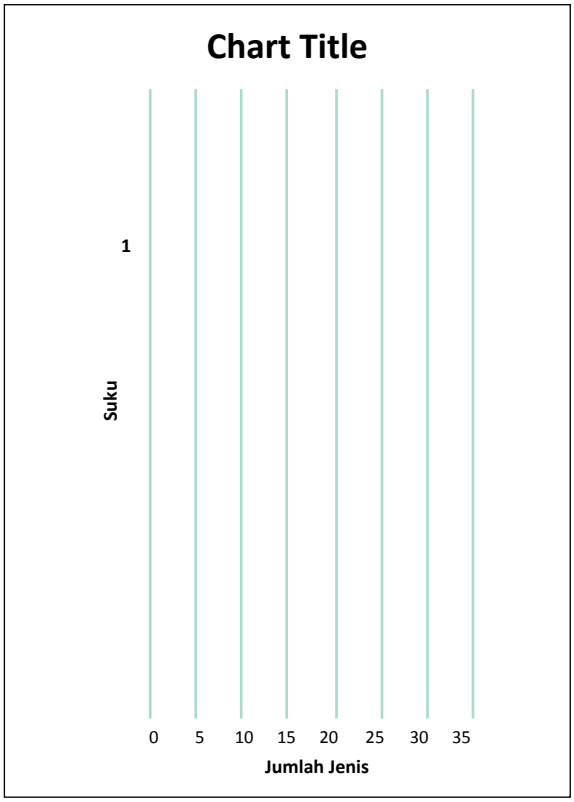
1. Konservasi Flora Endemik GKT

Upaya konservasi flora di kawasan GKT perlu segera dilakukan mengingat adanya laporan terkait kerusakan lingkungan di kawasan Danau Toba akhir-akhir ini (Utomo, 2013; Fauzia, 2018). Selain menjaga flora dari kepunahan, upaya konservasi secara *in-situ* di sekitar GKT juga memiliki dampak positif bagi ekosistem Danau Toba. Kelestarian ekosistem Danau Toba, seperti hutan dan daerah resapan air, pada kenyataannya ikut berperan menentukan eksistensi dan kelestarian Danau Toba itu sendiri. Kelestarian Danau Toba sangat penting karena airnya merupakan sumber kehidupan masyarakat dan biota sekitar.

Penentuan jenis-jenis tumbuhan untuk dikonservasi dilakukan berdasarkan pada tingkat endemisitas yaitu organisme yang memiliki sebaran terbatas pada wilayah geografis tertentu (KBBID, 2019) dan memiliki potensi pemanfaatan sehingga dapat mendukung pengembangan kawasan GKT.

Berdasarkan hasil eksplorasi flora ini, beberapa jenis flora endemik kawasan GKT (hanya dijumpai di kawasan GKT) dan memiliki potensi pemanfaatan adalah dari jenis pacar air *Impatiens sidikalangensis* Grey-Wilson (Balsaminaceae), kantong semar *Nepenthes tobaica* Danser (Nepenthaceae), serta dari jenis-jenis anggrek (Orchidaceae), seperti *Bulbophyllum longivagans* Carr dan *Oxystophyllum hagerupii*

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Gambar 1. Tiga Puluh Empat Suku Dengan Jumlah Jenis Terbanyak, Hasil Koleksi Flora Kawasan *Geopark* Kaldera Toba

(J.J.Sm.) M.A.Clem. Semua jenis tumbuhan tersebut berpotensi sebagai tanaman hias. Sayangnya, sebagian masyarakat sekitar kawasan GKT menganggap bahwa tumbuhan kantong semar tersebut merupakan tumbuhan pengganggu karena tumbuh terhampar dekat pemukiman.

Grey-Wilson (1989) pertama kali menjumpai *I. sidikalangensis* (Gambar 2) di wilayah Lae Pondom dan antara jalan Merek-Sidikalang, Sumatera Utara. Sementara dalam penelitian ini, *I. sidikalangensis* juga ditemukan di sekitar hutan sepanjang Jalan Merek-Sidikalang. Jenis *I. sidikalangensis* berpotensi dijadikan tanaman hias karena memiliki tampilan bunga yang menarik dengan warna bunga putih atau merah muda pucat dengan aksen warna ungu pada petal dorsalnya (Utami, 2006).

Kantong semar *N. tobaica* (Gambar 3) ditemukan pertama kali di wilayah sekitar Danau Toba (Danser, 1928), tepatnya di sepanjang pinggir Jalan Parapat, Sumatera Utara (Shivas, 1984; Russell, 1985). Dalam penelitian ini, *N. tobaica* ditemukan di Taman Eden 100. Salmon & Maulder (1999) melaporkan bahwa *N. tobaica* dijumpai tumbuh subur pada tanah liat dan tanah vulkanik.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: I Putu Gede P. Damayanto

Gambar 2. Bunga *Impatiens sidikalangensis*



Foto: Yasper M. Mambrasar

Gambar 3. Kantong *Nepenthes tobaica*

Anggrek *B. longivagans* pertama kali dilaporkan dijumpai di sepanjang hutan pada Jalan Merek–Sidikalang (Comber, 2001). Sementara itu, anggrek *O. hagerupii*, status jenis berdasarkan Clements (2003), awalnya hanya ditemukan di dekat Danau Toba (tanpa lokasi spesifik) (Comber, 2001). Dalam penelitian ini, kedua jenis tersebut kini dijumpai di Taman Eden 100. Tidak mengejutkan bahwa jenis ini dijumpai di Taman Eden 100 karena upaya konservasi beberapa jenis anggrek kawasan GKT telah giat dilakukan secara *in-situ* dan *ex-situ* di Taman Eden 100 oleh pemerhati anggrek di Sumatera Utara (Telaumbanua, 2011).

Keberadaan jenis endemik di Sumatera (sebagian merupakan spesifik hanya ada di GKT) sebenarnya telah dilaporkan oleh Mambrasar, Damayanto, & Atikah (2019). Berdasarkan daftar jenis yang telah disusun Mambrasar dkk. (2019), setidaknya ditemukan kembali sebanyak 28 jenis flora endemik Sumatera. Sebagian besar adalah suku-suku seperti Orchidaceae, Ericaceae, dan Nepenthaceae. Daftar jenis flora endemik dari Mambrasar dkk. (2019) tersebut dapat dijadikan acuan dalam upaya konservasi flora kawasan GKT. Kendati demikian, terdapat jenis flora yang dilaporkan membutuhkan lingkungan tumbuh yang spesifik sehingga perlu upaya lebih keras dalam konservasi *ex-situ* jenis tersebut. Sebagai contoh adalah jenis Rhododendron jasminiflorum Hook. ssp. heusseri (J.J.Sm.) Argent (Ericaceae) yang ditemukan di Pulau Samosir. Jenis tersebut diduga membutuhkan unsur belerang agar dapat tumbuh dengan baik (Mambrasar & Damayanto, 2018).

2. Tumbuhan Invasif GKT

Peraturan Menteri LHK tentang jenis invasif (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2016) menyatakan bahwa jenis invasif adalah organisme yang bukan bagian dari ekosistem alami, merusak ekosistem dan lingkungan, serta memberikan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dampak negatif terhadap eksistensi keanekaragaman hayati dan kesehatan manusia. Jenis invasif dilaporkan bisa sangat berbahaya bagi ekosistem dan biasanya berlangsung terus menerus (Sunaryo & Girmansyah, 2015).

Tumbuhan invasif biasanya merupakan jenis introduksi dari wilayah lain. Beberapa tumbuhan invasif memiliki kemampuan untuk menutupi area yang cukup luas, membelit tumbuhan lain (Sunaryo, Uji, & Tihurua, 2012), dan juga mungkin melepaskan zat alelopati (misalnya pada bambu) yang menghambat pertumbuhan jenis asli (Adkins, Shrestha, Shabbir dkk, 2014; Sankaran, Sajeev, & Suresh, 2014; Tjitrosoedirdjo, Mawardi, & Tjitrosoedirdjo, 2016). Tumbuhan invasif dapat menutupi area yang sangat luas karena tumbuhan ini dapat menghambat bibit jenis asli tumbuh. Tumbuhan invasif yang mampu membelit tumbuhan lain dapat membunuh tumbuhan yang dibelitnya.

Dalam penelitian ini, tumbuhan *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Compositae) (Gambar 4) dijumpai di Kecamatan Simanindo, Pulau Samosir (02°40.093'LU, 098°41.242'BT) pada ketinggian 960 mdpl. Sejauh yang diketahui, jenis *T. diversifolia* (paitan) dilaporkan merupakan tumbuhan invasif di wilayah Sumatera dan Jawa (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016) sehingga tidak mengherankan bila jenis ini dapat dijumpai di kawasan GKT. Jenis *T. diversifolia* dilaporkan berasal dari Meksiko. Tjitrosoedirdjo dkk., (2016) menyatakan bahwa *T. diversifolia* diintroduksi ke Jawa sebelum tahun 1900 yang ditanam sebagai tanaman hias, tanaman pagar, serta pencegah erosi dan tanah longsor. Mekanisme penyebaran jenis ini hingga ke Sumatera masih belum dapat diketahui.



Foto: Septiani D. Arimukti

Gambar 4. Bunga *Tithonia diversifolia*



Foto: I Putu Gede P. Damayanto

Gambar 5. Daun *Clidemia hirta*

Clidemia hirta (L.) D. Don (Melastomataceae) (Gambar 5) dalam penelitian ini dijumpai di Hutan Sibaganding (02°43.361'LU, 098°53.488'BT) di daerah Simalungun pada ketinggian 1.296 mdpl. Jenis *C. hirta* (akar kala) juga dilaporkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menginvasi wilayah budi daya tanaman karet (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016) dan Taman Hutan Kenali di Jambi (Susanti, Suraida, & Febriana, 2013).

Di Jawa, jenis ini dilaporkan invasif di Taman Nasional (TN) Gunung Gede-Pangrango (Sunaryo & Tihurua, 2010), TN Gunung Halimun-Salak (Sunaryo dkk., 2012), TN Ujung Kulon (Sunaryo, Tihurua, & Robiah, 2015), dan Hutan Wornojiwo, Kebun Raya Cibodas (Mutaqien, Tresnanovia, & Zuhri, 2011). Jenis ini juga dilaporkan menjadi invasif di Sulawesi (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016). Jenis *C. hirta* dilaporkan berasal dari Amerika Selatan dan merupakan salah satu dari 100 jenis tumbuhan invasif paling merusak di dunia (Lowe, Browne, Boudjelas dkk., 2000).

Piper aduncum L. (Piperaceae) (Gambar 6) dalam penelitian ini dijumpai di Kecamatan Simanindo (02º40.093'LU 098º41.242'BT) pada ketinggian 960 mdpl di Pulau Samosir. Jenis *P. aduncum* (sirihan atau sirih hutan) juga dilaporkan ditemukan di TN Bukit Barisan sekitar jalan tembusan Krui menuju Liwa (Master, 2015), Lampung, Padang, Bukit Lawang, dan Gunung Leuser (Hartemink, 2010).



Foto: Deden Girmansyah

Gambar 6. Daun dan Bunga *Piper aduncum*

Jenis *P. aduncum* sebenarnya dilaporkan menjadi invasif di seluruh wilayah Indonesia dan dapat dijumpai pada wilayah hutan yang terbuka (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016). Di Kalimantan, jenis ini ditemukan di TN Tanjung Puting (Sunaryo & Girmansyah, 2015). Di Jawa, jenis ini dilaporkan invasif di hutan Wornojiwo, Kebun Raya Cibodas (Mutaqien dkk., 2011), TN Ujung Kulon (Sunaryo *et al.*, 2015), dan TN Gunung Halimun-Salak (Sunaryo dkk., 2012). Jenis ini menyebar dengan bantuan kelelawar di Jawa dari Kebun Raya Bogor yang diintroduksi tahun 1860 (Mutaqien dkk., 2011). Jenis ini berasal dari Amerika Selatan.

Jenis tumbuhan lain yang mungkin saja menjadi invasif di kawasan GKT, seperti *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. (alang-alang), *Lantana camara* L. (tahi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ayam), *Melastoma malabathricum* L. (kluruk), *Mimosa pudica* L. (putri malu), *Momordica charantia* L. (peria), *Muntingia calabura* L. (kersen), dan *Passiflora foetida* L. (ceplukan). Sayangnya dalam penelitian ini, jenis-jenis tersebut tidak dikoleksi sebagai spesimen herbarium sehingga tidak dapat dipastikan keberadaanya di kawasan GKT. Kendati demikian, jenis-jenis tersebut dilaporkan menjadi invasif di seluruh Indonesia (Tjitrosoedirdjo dkk., 2016).

Secara spesifik, informasi mengenai eradikasi jenis-jenis invasif tersebut tidak banyak tersedia. Namun, secara umum mungkin berlaku cara eradikasi, seperti dengan cara mencabut tanaman secara keseluruhan, memotong tanaman sebelum masa berbunga hingga beberapa kali, penyemprotan dengan herbisida selektif (GISD, 2015), dan menyebarkan serangga atau kumbang sebagai agen khusus pemakan tumbuhan invasif (Davis & Krauss, 1967). Hartemink (2010) menyatakan bahwa eradikasi jenis-jenis invasif harus mempertimbangkan adaptasi tumbuhan tersebut dan dampaknya terhadap mata pencaharian masyarakat karena beberapa jenis mungkin saja dimanfaatkan oleh masyarakat setempat.

3. Tumbuhan Berpotensi GKT

Terdapat beberapa tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat di kawasan GKT yang dapat dikembangkan untuk menunjang kegiatan pariwisata dan perekonomian di kawasan GKT. Salah satunya adalah *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. (Arecaceae) (aren) atau dikenal dengan nama *pakko* di Desa Jangga Dolok atau tuak di Desa Martoba. Aren diambil niranya untuk dimanfaatkan sebagai bahan minuman fermentasi bernama tuak yang dijual rata-rata dengan harga Rp3.000/gelas.

Hal yang menarik dari proses fermentasi tuak ini adalah penggunaan kulit "kayu raru" untuk mempercepat proses fermentasi, menghilangkan rasa manis pada nira, dan mengawetkan tuak. Jenis kayu raru yang digunakan dilaporkan bermacam-macam, namun biasanya berasal dari jenis-jenis Dipterocarpaceae, seperti *Shorea faguetiana* F. Heim, *S. maxwelliana* King, *Cotylelobium melanoxylon* (Hook.f.) Pierre, dan *Vatica songa* Slooten ex K. Heyne, serta dari suku Clusiaceae yaitu *Garcinia* sp. (Pasaribu, 2009). Keunikan dari proses pembuatan tuak ini dapat menjadi daya jual dalam promosi pariwisata, terutama bidang kuliner di kawasan GKT.

Tanaman kemiri (Gambar 7) atau gembiri (sebutan masyarakat Kabupaten Samosir) [*Aleurites moluccanus* Willd. (Euphorbiaceae)] merupakan komoditas perkebunan terbesar kedua setelah kopi di Kabupaten Samosir. Produksi kemiri di Kabupaten Samosir mencapai 271,99 ton dengan luas lahan 285,40 ha pada tahun 2016 (BPSKS, 2017). Kemiri tersebut biasanya ditanam di kebun dan pekarangan rumah. Kemiri telah ditanam sejak beberapa generasi terdahulu dan biasanya dijual ke tengkulak dalam bentuk biji kering. Produk olahan kemiri berpotensi dikembangkan sebagai oleh-oleh khas kawasan GKT, misalnya sebagai arang aktif cangkang kemiri (Lempang, Syafii, & Pari, 2012) atau minyak kemiri (Djenar dan Lintang, 2012).

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Septiani D. Arimukti

Gambar 7. Perawakan *Aleurites moluccanus*



Sumber: Skotnikova (2018)

Gambar 8. Daun, Bunga, dan Buah *Saurauia vulcani*

Potensi tumbuhan sebagai obat di kawasan GKT sudah diinventarisasi. Informasi yang diperoleh bahwa setidaknya tercatat 28 jenis tumbuhan obat di Desa Jangga Dolok dan 15 jenis di Desa Halado, Kabupaten Toba Samosir serta 20 jenis di Desa Aek Natonang, Kabupaten Samosir (Sadili dkk., 2018). Ibo & Arimukti (2019) mencatat bahwa setidaknya 52 jenis tumbuhan telah dimanfaatkan oleh masyarakat di Desa Martoba, Kabupaten Samosir sebagai bahan obat tradisional.

Jenis tumbuhan yang paling banyak digunakan sebagai obat di kawasan GKT adalah *pirdot* (Gambar 8) atau *Saurauia vulcani* Korth. (Actinidiaceae). Masyarakat Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir mengenal jenis ini dengan nama *indut* atau *iddot*. Selain *pirdot*, tumbuhan *sigoliadang* (*Erigeron sumatrensis* Retz., Compositae) juga dilaporkan banyak digunakan oleh masyarakat di Desa Martoba (Ibo & Arimukti, 2019).

Akar *pirdot* dilaporkan dimanfaatkan sebagai obat memperlancar ASI (air susu ibu) pascapersalinan (Ibo & Arimukti, 2019). Sementara itu, ekstrak daun *pirdot* dilaporkan berpotensi sebagai antihiperglikemia atau setara dengan efek obat antidiabetes *metformin* (Hutahaean, Tanjung, Sari dkk., 2018). Senyawa yang terkandung dalam daun *pirdot* dilaporkan merupakan senyawa flavonoid golongan isoflavone yaitu genistein (Robertus, 2016). Genistein dilaporkan mampu menurunkan tingkat inflamasi pada mencit (Wulandari, 2018).

Daun *pirdot* dilaporkan telah dikembangkan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Balitbang LHK) Aek Nauli sebagai teh celup herbal. Untuk itu, *pirdot* sangat berpotensi dikembangkan dan diproduksi massal sebagai teh herbal khas kawasan GKT.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Andriamanohera (2018)

Gambar 9. Daun dan Bunga *Indigofera tinctoria*

Inventarisasi potensi tumbuhan sebagai pewarna alami kain ulos, kain khas kawasan GKT, telah dilakukan. Jenis tumbuhan di kawasan GKT yang berpotensi digunakan sebagai pewarna alami kain tenun ulos adalah *Indigofera tinctoria* L. (Leguminosae) atau masyarakat Pulau Samosir mengenalnya sebagai *salaon* (Gambar 9).

Daun *I. tinctoria* dilaporkan telah lama digunakan sebagai pewarna biru (nila) alami kain tenun di daerah Gianyar, Bali (Sutara, 2009). Muzayyinah (2012) menyatakan bahwa warna nila yang terkandung dalam daun *I. tinctoria* merupakan turunan dari enol berupa indoxyl glukosida yang dikenal sebagai indikan (indoxyl-β-D-glucoside). Warna nila atau biru ini dilaporkan bersifat tidak mudah pudar (Kusumawati, Riyadi, & Rianingsih, 2016). Untuk itu, *I. tinctoria* sangat berpotensi dijadikan pewarna biru alami kain tenun. Sayangnya, penenun ulos di kawasan GKT kini sudah jarang menggunakan pewarna alami. Sebagian besar penenun ulos kini menggunakan pewarna sintetis karena lebih praktis walaupun harga tenun ulos dengan pewarna sintetis jauh lebih murah dibanding dengan pewarna alami.

Pemerintah perlu menggiatkan penggunaan pewarna alami kain tenun ulos karena diketahui bahwa ulos dengan pewarna alami berharga lebih mahal. Di samping itu, tumbuhan *I. tinctoria* juga relatif mudah ditemukan di kawasan GKT, terutama Pulau Samosir. Proses pewarnaan kain tenun ulos dengan pewarna alami juga dapat dijadikan atraksi objek wisata khas di kawasan GKT.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tumbuhan lain yang berpotensi di kawasan GKT adalah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) yang termasuk anggota suku Rutaceae atau jeruk-jerukan (Gambar 10). Andaliman memiliki beberapa nama lokal, antara lain *andaliman* (Batak Toba), *tuba* (Batak Simalungun), *itir-itir* (Batak Karo), atau *sinyar-nyar* (Batak Angkola) (Nurlaeni dan Junaedi, 2018).

Raja dan Hartana (2017) menyatakan bahwa di Indonesia, andaliman saat ini hanya terdapat di daerah pegunungan Sumatera Utara yaitu di Kabupaten Simalungun, Toba Samosir, Dairi, dan Tapanuli Utara pada ketinggian 1.500 mdpl dan suhu 15–18°C. Saat ini, masyarakat menanam andaliman sebagai tanaman selingan di kebun atau merawat andaliman yang tumbuh liar di dekat hutan. Pengembangan budi daya dan perbanyakan andaliman sudah dimulai oleh beberapa anggota masyarakat di sekitar kawasan GKT dan peneliti LIPI di Kebun Raya Daerah di Pulau Samosir. Salah satu masyarakat yang mengembangkan andaliman adalah Bapak Sirait yang telah melakukan perbanyakan andaliman di Taman Eden 100, Kabupaten Toba Samosir.



Foto: Deden Girmansyah

Gambar 10. Bunga *Zanthoxylum acanthopodium*

Secara tradisional, buah andaliman digunakan masyarakat suku Batak sebagai "merica" yang berfungsi sebagai bahan penyedap masakan. Rasa "pedas" khas dari buah andaliman mampu memberikan cita rasa berbeda dibanding dengan merica pada umumnya. Saat ini, masyarakat telah mengembangkan kreasi masakan olahan modern dengan memanfaatkan buah andaliman sebagai bumbu pelengkap, seperti *pizza* dan sambal andaliman yang sekarang marak dijual di Kabupaten Toba Samosir dan Simalungun. Makanan ini menjadi tren baru yang dapat menciptakan ketertarikan masyarakat luas pada andaliman yang pada akhirnya dapat meningkatkan pariwisata di kawasan GKT.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain sebagai bumbu pelengkap masakan, andaliman juga digunakan sebagai bahan pestisida, antioksidan, antimikroba, dan minyak atsiri. Menurut Ashbur & Khairunnisyah (2018), andaliman mengandung minyak atsiri yang dapat digunakan secara luas pada parfum, kosmetik, perasa, pengawet makanan dan minuman, serta pada produk pembersih rumah tangga. Dengan perkembangan teknologi saat ini, prospek pemanfaatan andaliman semakin luas, bahkan untuk keperluan ekspor. Mengingat manfaat dan prospek tersebut, andaliman merupakan salah satu tumbuhan berpotensi di kawasan GKT untuk dikembangkan lebih luas lagi. Upaya ini dapat dilakukan dengan mengembangkan teknik budi daya andaliman agar dapat diproduksi dalam jumlah yang besar.

Tumbuhan berpotensi lainnya di kawasan GKT adalah kemenyan. Ada dua jenis kemenyan yang berhasil diidentifikasi dari kawasan GKT, yaitu *Styrax benzoin* Dryand. (Gambar 11) dan *S. paralleloneurum* Perkins (Styracaceae). Kemenyan merupakan salah satu pohon yang ditemukan dalam jumlah melimpah di kawasan hutan yang berada di Desa Sibaganding, Kecamatan Girsang Sipangan Bolon dan di kawasan Hutan Pintu Angin atau Hutan Panjang (sepanjang Jalan Merek-Sidikalang). Secara umum, kemenyan tumbuh pada elevasi yang beragam (60–2.100 mdpl) dan pada tanah berpasir maupun berlempung di hutan alam (Heyne, 1987).

Kemenyan merupakan salah satu pohon yang dimanfaatkan getah atau resinnya. Getah kemenyan digunakan secara tradisional sebagai campuran dupa dalam kegiatan spiritual dan secara modern digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik (Kuspradini, Rosamah, Sukaton dkk., 2016). Senyawa kimia utama yang terkandung dalam getah kemenyan adalah minyak atsiri berupa asam sinamat dan asam benzoat (Harahap & Marpaung, 2018). Selain memiliki nilai ekonomi yang tinggi, kemenyan juga dipercaya mempunyai daya tarik dari segi kultural. Menurut Jayusman (2014), kemenyan menjadi tolak ukur seberapa tinggi kedudukan atau derajat sosial seseorang dalam masyarakat Batak. Semakin luas kebun kemenyan yang dimiliki oleh seseorang, maka semakin tinggi pula derajatnya di mata masyarakat.

Data Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara (BPSPSU, 2017) menyatakan bahwa terdapat enam kabupaten yang menjadi daerah produksi kemenyan di Sumatera Utara, yaitu Tapanuli Utara, Toba Samosir, Tapanuli Tengah, Dairi, Humbang Hasundutan, dan Pakpak Bharat. Pada tahun 2016, Tapanuli Utara merupakan kabupaten dengan produksi kemenyan terbesar yaitu 3.685 ton (73%) dari total produksi Provinsi Sumatera Utara (BPSPSU, 2017).

Masyarakat di daerah Tapanuli dan Dairi sebenarnya telah membudidayakan kemenyan ini secara luas (Jayusman, 2014). Berdasarkan informasi dari masyarakat sekitar Sibaganding, kemenyan juga telah dikembangkan dalam bentuk persemaian oleh Balitbang LHK Aek Nauli dengan mengambil bibit jenis ini dari hutan-hutan di Desa Sibaganding.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Melihat banyaknya potensi yang dimiliki oleh kemenyan dan melimpahnya kemenyan di kawasan GKT, pemanfaatan dan pengembangan produk dan tanaman kemenyan untuk menunjang sektor pariwisata dan perekonomian di kawasan GKT adalah sebuah keniscayaan.



Foto: Kusuma Rahmawati

Gambar 11. Batang *Styrax benzoin*

D. KESIMPULAN

Terdapat 332 jenis dan 89 suku tumbuhan yang ditemukan di kawasan GKT. Upaya konservasi dapat dilakukan pada beberapa jenis endemik kawasan GKT yang memiliki potensi pemanfaatan sebagai tanaman hias, antara lain *Impatiens sidikalangensis*, *Nepenthes tobaica*, *Bulbophyllum longivagans*, dan *Oxystophyllum hagerupii*. Tumbuhan invasif kawasan GKT adalah *Tithonia diversifolia, Clidemia hirta,* dan *Piper aduncum*. Tumbuhan berpotensi di kawasan GKT, antara lain *Arenga pinnata* sebagai tuak, *Aleurites moluccanus* sebagai minyak dan arang aktif, *Saurauia vulcani* sebagai teh herbal, *Indigofera tinctoria* sebagai pewarna alamai kain ulos, *Zanthoxylum acanthopodium* sebagai bumbu masakan, dan *Styrax* spp. sebagai campuran dupa dan sumber minyak atsiri.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Pemerintah Provinsi Sumatera Utara dan semua jajaran di bawahnya atas izin dan kemudahan yang diberikan dalam kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada masyarakat sekitar kawasan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

GKT atas bantuan mereka selama kegiatan eksplorasi flora ini. Terima kasih kepada A. Sadili, E. Mirmanto, T. Djarwaningsih, N. Utami, I. Larashati, K. S. Yulita, Y. S. Fitriana, A. Haryadi, D. Sahroni, D. Rosalina, M. Syarifudin, S. Jakalelana, U. Hapid, Y. M. Mambrasar atas bantuan mereka selama kegiatan eksplorasi. Terima kasih kepada Y. M. Mambrasar atas foto yang disediakan.

DAFTAR PUSTAKA

Adkins, S., Shrestha, S., Shabbir, A., & Shrestha, B. B. (2014). The biology and management of *Parthenium* weed: an invasive weed now affecting the native and agro-ecosystems of Nepal. Dalam *Proceedings of the International Conference on Invasive Alien Species Management*, 23–29.

Andriamanohera, A. (2018). *Indigofera tinctoria L.* Diakses pada xxx dari: https://www.gbif.org/occurrence/1802731782.

Ashbur, Y., & Khairunnisyah. (2018). Pemanfaatan andaliman (*Xanthoxyllum acanthopodium* DC) sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. *Jurnal Kultivasi, 17*(1), 537−54.

BPIW (Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah). (2017). *Inkubasi Kawasan Danau Toba*. Diakses pada xxx dari: http:// bpiw.pu.go.id/product/download_attachments?file=Dokumen%20Profil%20Pengembangan%20Kawasan%20Strategis%20-%20Resume%20Kawasan%20Danau%20Toba.pdf.

BPSKS (Badan Pusat Statistik Kabupaten Samosir). (2017). *Kabupaten Samosir dalam angka 2017.* Kabupaten Samosir: BPS Kabupaten Samosir.

BPSPSU (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara). (2017). *Luas tanaman dan produksi kemenyan tanaman perkebunan rakyat menurut kabupaten, 2016.* Diakses pada xxx dari https://sumut.bps.go.id/statictable/2017/10/12/685/luas-tanaman-dan-produksi-kemenyan-tanaman-perkebunan-rakyat-menurut-kabupaten-kota-2016.html.

Clements, M. A. (2003). Molecular phylogenetic systematics in the Dendrobiinae (Orchidaceae), with emphasis on *Dendrobium* section Pedilonum. *Telopea*, *10*(1), 247−98.

Comber, J. B. (2001). *Orchids of Sumatra.* England: Royal Botanic Gardens, Kew.

Danser, B. H. (1928). The nepenthaceae of the Netherlands indies. *Bulletin du Jardin Botanique*, *3*(9), 382–384.

Davis, C. J., & Krauss, N. L. H. (1967). Recent introductions for biological control in Hawaii-XII. *Proc. Haw. Ent. Soc.*, *19*(3), 375–380.

Direktorat Jendral Pengembangan Destinasi Pariwisata. (2012). *SK DJPDP (Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengembangan Destinasi Pariwisata) Nomor: 20/KEP/D.PDP/III/2012 tentang penetapan Geopark Toba sebagai Geopark Nasional Indonesia*.

Djarwaningsih, T., Sunarti, S., & Kramadibrata, K. (2002). *Panduan pengolahan dan pengelolaan material herbarium serta pengendalian hama terpadu di Herbarium Bogoriense*. Bogor: Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

Djenar, N. S., & Lintang, N. (2012). Esterifikasi minyak kemiri sunan (*Aleurites trisperma*) dalam pembuatan biodiesel. *Bionatura, Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, *14*(3), 215–221.

Efendi, M., Lailaty, I. Q., Nudin, Rustandi, U., & Samsudin, A.D. (2016). Komposisi dan keanekaragaman flora di Gunung Pesagi, Sumatera. Dalam *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.,* 2, 198–207.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Fatimah, S. (2016). *Partisipasi masyarkat dalam pembangunan sektor pariwisata Geopark Kaldera Toba (studi tentang rendahnya partisipasi masyarakat dalam pembangunan sektor pariwisata Geopark Kaldera Toba di Desa Sianjur Mula Mula, Kecamatan Sianjur Mula Mula, Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara)* (Skripsi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Fauzia, M. (2018). *Luhut: Hasil audit bank dunia, kerusakan Danau Toba parah*. Diakses pada xxx dari https://ekonomi.kompas.com/read/2018/11/20/063000126/luhut--hasil-audit-bank-dunia-kerusakan-danau-toba-parah.

Ginting, N., & Sasmita, A. (2018). Developing tourism facilities based on geotourism in Silalahi Village, Geopark Toba Caldera. Dalam *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, *126*, 1–10.

Ginting, N., Rahman, N.V., & Sembiring, G. (2017). Tourism development based on Geopark in Bakkara Caldera Toba, Indonesia. Dalam *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 180, 1–9.

GISD (Global Invasive Species Database). (2015). *Species profile: Austroeupatorium inulifolium.* Diakses pada xxx dari http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1445.

Grey-Wilson, C. (1989). A revision of Sumatran impatiens: studies in Balsaminaceae: VIII. *Kew Bulletin, 44*(1), 67−106.

Harahap, F. S., & Marpaung, H. (2018). Perbandingan kadar asam sinamat dan asam benzoat dalam kemenyan (*Styrax benzoin*) kondisi I, III, dan V yang diperoleh dari daerah Tapanuli Utara dengan metode kromatografi gas. *Eksakta, Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA 3*(1), 42−47.

Hartemink, A. E. (2010). The invasive shrub *Piper aduncum* in Papua New Guinea: a review. *J. Trop. For. Sci., 22*(2), 202–213.

Heyne, K. (1987). *Tumbuhan berguna Indonesia jilid III, diterjemahkan oleh Badan Litbang Kehutanan*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.

Hutahaean, S., Tanjung, M., Sari, D. P., & Ningsih, V.E. (2018). Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects of pirdot (*Saurauia vulcani* Korth.) leaves extract in mice. Dalam *Proceeding IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 130, 1–7.

Ibo, L. K., & Arimukti, S.D. (2019). Studi etnobotani pada masyarakat sub-etnis Batak Toba di Desa Martoba, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir, Sumatera Utara. Dalam *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, 5, 234–241.

Janzen, D. H. (1976). Why bamboos wait so long to flower. *Ann. Review Ecol. Syst.*, *7*(1), 347–391.

Jayusman. (2014). *Mengenal pohon kemenyan (Styrax spp.) jenis dengan spektrum pemanfaatan luas yang belum dioptimalkan.* Bogor: IPB Press.

KBBID (Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring). (2019). *Endemik*. Diakses pada xxx dari https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/Endemik.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. (2016). *PERMEN LHK RI (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia) Nomor P.94/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2016 tentang jenis invasif.*

Kuspradini, H., Rosamah, E., Sukaton, E., Arung, E. T., & Kusuma, I. W. (2016). *Pengenalan jenis getah: gum-lateks-resin.* Samarinda: Mulawarman University Press.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Kusumawati, F., Riyadi, P. H., & Rianingsih, L. (2016). Applications indigo (*Indigofera tinctoria* L.) as natural dyeing in milkfish [*Chanos chanos* (Forsskal, 1775)] skin tanning process. *Aquatic Procedia*, *7*, 92–99.

Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. (2012). Sifat dan mutu arang aktif tempurung kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *30*(2), 100–113.

Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & Poorter, M. D. (2000). *100 of the world's worst invasive alien species, a selection from the global invasive species database.* New Zealand: Holland Printing Ltd.

Mambrasar, Y. M., & Damayanto, I. P. G. P. (2018). *Rhododendron jasminiflorum* Hook. subsp. *heusseri* (J.J.SM.) Argent. from Samosir Island, North Sumatra, Indonesia. *Journal American Rhododendron Society*, *72*(4), 214–217.

Mambrasar, Y. M., Damayanto, I. P. G. P., & Atikah, T. D. (2019). Rediscovery Sumatran endemic flora: towards the establishment of data of biodiversity loss. Dalam *Proceeding Internaonal Symposium on Bioremediaon and Revegetation Technologies* (in press).

Master, J. (2015). Jenis-jenis tumbuhan asing invasif pada koridor jalan yang melintasi Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi VI, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung*, 762–771.

McClure, F. A. (1945). *Suggestions on how to collect bamboos.* Washington DC: Division of Latin American Agriculture, Office of Foreign Agricultural Relations.

Mutaqien, Z., Tresnanovia, V. M., & Zuhri, M. (2011). Penyebaran tumbuhan asing di hutan Wornojiwo Kebun Raya Cibodas, Cianjur, Jawa Barat. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Konservasi Tumbuhan Tropika*, 550–558.

Muzayyinah. (2012). Jejak evolusi dan spesifikasi marga *Indigofera*. *Bioedukasi*, *5*(2), 1–12.

Normasiwi, S., Mutaqien, Z., Noviady, I., Susanto, E., & Ashari, A. J. (2015). Eksplorasi flora di kawasan hutan lindung Gunung Talamau, Sumatera Barat dan hutan lindung Gunung Sibuatan, Sumatera Utara untuk pengayaan koleksi Kebun Raya Cibodas. Dalam *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, 1, 501–508.

Nurlaeni, Y., & Junaedi, D.I. (2018). Pemanfaatan andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. *Jurnal Bioma, 14*(2), 79−88.

Pasaribu, G. T. (2009). *Zat Ekstraktif kayu raru dan pengaruhnya terhadap penurun kadar gula darah secara in vitro* (Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor).

Raja, R. N. L., & Hartana, A. (2017). Variasi morfologi andaliman (*Zantoxylum acanthopodium* DC) di Sumatra Utara. *Floribunda*, *5*(7), 258−266.

Robertus, S. (2016). *Isolasi dan karakterisasi senyawa flavonoid kandungan daun pirdot (Saurauia vulcani Korth)* (Skripsi, Universitas Negeri Medan, Medan).

Rugayah, Widjaja, E. A., & Praptiwi (Eds.). (2004). *Pedoman pengumpulan data keanekaragaman flora*. Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

Russell, G. (1985). Sumatran expedition January 1985. *Carnivorous Plant Newsletter*, *14*(4), 97–101.

Sadili, A., Girmansyah, D., Mirmanto, E., Haryono, Ashari, H., Larashati, … Hapid, U. (2018). *Laporan perjalanan ke Kawasan Danau Toba Sumatera Utara 15 sd 29 Maret 2018.* Bogor: Pusat Penelitian Biologi-LIPI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Salmon, B., & Maulder, R. (1999). Notes on *Nepenthes* from northern Sumatra. *Carnivorous Plant Newsletter, 28*(1), 14–8.

Sankaran, K. V., Sajeev, T. V., & Suresh, T. A. (2014). Invasive plants threats to forests in the humid tropics: a case study from Kerala State, India. Dalam *Proceedings of the International Conference on Invasive Alien Species Management*, 7–17.

Shivas, R. G. (1984). The Lake Toba *Nepenthes*. *Carnivorous Plant Newsletter, 13*(1), 15–6.

Silaen, C. Y. H. (2017). Community involvement on Caldera Toba Geopark development case study: Pusuk Buhit area, Samosir Regency. *E-Journal Tourism 4*(2), 110–128.

Sinaga, G. C. (2017). *Kontribusi kawasan Geopark Kaldera Toba sebagai destinasi wisata unggulan nasional bagi masyarakat Kota Balige* (Tesis). Universitas Negeri Medan, Medan.

Skotnikova, M. (2018). *Saurauia vulcani Korth. (Family Actinidiaceae)*. Diakses pada xxx dari http://www.plantarium.ru/page/image/id/567987.html.

Sunaryo & Girmansyah, D. (2015). Identifikasi tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. Dalam *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*., *1*(5), 1034–1039.

Sunaryo & Tihurua, E. F. (2010). Catatan jenis-jenis tumbuhan asing dan invasif di taman Nasional Gunung Gede-Pangrango, Jawa Barat. *Berita Biologi*, *10*(2), 265–267.

Sunaryo, Uji, T., & Tihurua, E. F. (2012). Komposisi jenis dan potensi ancaman tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat. *Berita Biologi*, *11*(2), 231–239.

Sunaryo, Uji, T., Tihurua, E. F., & Robiah, Y. (2015). Kajian ekologi jenis flora invasif dan asing invasif di Taman Nasional Ujung Kulon, Banten. Dalam *Prosiding Expose dan Seminar Pembangunan Kebun Raya Daerah*, 549–559.

Susanti T., Suraida, & Febriana, H. (2013). Keanekaragaman tumbuhan invasif di kawasan Taman Hutan Kenali Kota Jambi. Dalam *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 433–440.

Sutara, P. K. (2009). Jenis tumbuhan sebagai pewarna alam pada beberapa perusahan tenun di Gianyar. *Bumi Lestari Journal of Environment*, *9*(2), 217–223.

TCG (Toba Caldera Geopark). (2018). *Toba Caldera Geopark.* Diakses pada xxx dari http://www.tobacalderageopark.com.

Telaumbanua, R. N. (2011). *Wild orchids in Toba, pesona 100 anggrek hutan di Toba Samosir*. Medan: CV. Solagratio Medan.

Tjitrosoedirdjo, S. S., Mawardi, I., & Tjitrosoedirdjo, S. (2016). *75 important invasive plant species in Indonesia*. Bogor: Seameo Biotrop.

Utami, N. (2006). *Impatiens* spp. (Balsaminaceae) endemik di Sumatera dan potensinya sebagai tanaman hias. *Biodiversitas, 7*(2), 135−8.

Utomo, Y.W. (Ed.). (2013). Danau Toba terancam, vegetasi hutan tinggal 12 persen. *Kompas.com*. Diakses pada xxx dari https://sains.kompas.com/read/2013/11/11/1438434/Danau.Toba.Terancam.Vegetasi.Hutan.Tinggal.12.Persen.

Wulandari, R. R. C. L. (2018). Pengaruh pemberian genistein terhadap penurunan kadar TNF alpha pada zalir peritoneal mencit model endometriosis. *Embrio, Jurnal Kebidanan*, *10*(1), 1–12.

Zainal, A., Sagala, G. H., & Armayanti, N. (2016). Analisis partisipasi masyarakat dalam peningkatan daya saing pariwisata di kawasan Geopark Danau Toba. *Jurnal Akuntansi dan Bisnis 16*(1), 1–9.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

KEANEKARAGAMAN SUKU ERICACEAE DI GEOPARK KALDERA TOBA

THE DIVERSITY OF ERICACEAE FAMILY IN TOBA CALDERA GEOPARK

Y. Michael Mambrasar[1*], Tika D. Atikah[1], Joeni Setijo Rahajoe[1], Endang Kintamani[1], Laode Alhmd[1], dan Siti Sundari[1]

[1]Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi–LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46
Cibinong 16911,
[*]*E-mail*: michaelmambrasar.lipi@gmail.com

ABSTRACT

The family of Ericaceae in Toba Caldera Geopark is represented by four genera, namely Diplycosia Blume, Gaultheria L, Rhododendron L. and Vaccinium L. The species inventory of Ericaceae family in Toba Caldera Geopark was conducted by collecting the specimen in the field and herbarium study in Herbarium Bogoriense (BO). The seven species are recognized consisting of 1 species of Diplycosia, 1 of Gaultheria, 3 of Rhododendron, and 2 of Vaccinium. Four species are endemic to the region of Toba Caldera Geopark while 1 species is endemic for Samosir island. The expansion of development and increased human activity in the area has threatened the natural habitat of the Ericaceae species. Conservation needs to be done to save the endemic species of Ericaceae in the conservation from extinction.

Keywords: *Caldera Toba Geopark, conservation, endemic, Ericaceae*

ABSTRAK

Suku Ericaceae di Geopark Kaldera Toba diwakili oleh empat marga, yaitu *Diplycosia* Blume, *Gaultheria* L, *Rhododendron* L., dan *Vaccinium* L. Inventarisasi jenis-jenis Ericaceae di Geopark Kaldera Toba telah dilakukan berdasarkan koleksi di lapangan dan studi herbarium di Herbarium Bogoriense (BO). Ditemukan tujuh jenis, terdiri dari satu jenis *Diplycosia*, satu jenis *Gaultheria*, tiga jenis *Rhododendron*, dan dua jenis *Vaccinium*. Empat jenis diketahui endemik kawasan Geopark Kaldera Toba dan satu jenis endemik Pulau Samosir. Perluasan pembangunan dan peningkatan aktivitas manusia di Geopark Kaldera Toba telah mengancam habitat alami jenis-jenis Ericaceae. Konservasi perlu dilakukan untuk menyelamatkan jenis-jenis Ericaceae endemik Geopark Kaldera Toba dari kepunahan.

Kata kunci: Geopark Kaldera Toba, konservasi, endemik, Ericaceae

Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. PENDAHULUAN

Suku Ericaceae dikenal sebagai salah satu suku penting di kawasan Malesia karena termasuk bagian dari tumbuhan pegunungan yang menggambarkan keadaan dataran tinggi kawasan Malesia. Suku ini memiliki tingkat endemisitas yang tinggi dengan pusat keanekaragamannya berada di Papua dan Kalimantan. Ericaceae telah dikenal dengan baik di dunia karena beberapa marga pada suku ini telah dijadikan sebagai tanaman hias (*Rhododendron*) dan juga sebagai penghasil buah untuk dikonsumsi (*Vaccinium*). Di kawasan Malesia, suku ini dikenal dengan baik melalui hasil revisi yang dilakukan oleh Herman Sleumer pada tahun 1960 (van Steenis, 1960).

Kawasan sekitar Danau Toba dikenal kaya akan keanekaragaman flora, terutama dari suku Orchidaceae (Comber, 2001). Telaumbanua (2011) mencatat lebih dari 100 jenis anggrek ditemukan di sekitar kawasan Danau Toba. Terletak di ketinggian kurang lebih 1000 mdpl menjadikan kawasan Danau Toba sebagai habitat yang baik bagi flora pegunungan dari suku Ericaceae. Beberapa di antaranya diketahui endemik di kawasan ini. Sleumer (1960) melaporkan bahwa terdapat kurang lebih 10 jenis tumbuhan dari suku Ericaceae yang tersebar di sekitar kawasan ini. Salah satunya yaitu *Rhododendron jasminiflorum* ssp. *heusseri* yang baru dilaporkan lagi keberadaannya setelah lebih dari 50 tahun dideskripsi (Mambrasar & Damayanto, 2017).

Laju deforestasi dan perubahan fungsi lahan di sekitar kawasan ini terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari menjamurnya pembangunan spot-spot pariwisata di sekitar kawasan Danau Toba. Purba, Nanggara, Ratriyono dkk. (2014) menyebutkan bahwa empat penyebab tidak langsung dari deforestasi dan degradasi hutan di Indonesia adalah (a) Perencanaan tata ruang yang tidak efektif, (b) masalah-masalah terkait dengan tenurial, (c) pengelolaan hutan yang tidak efisien dan efektif, dan (d) penegakan hukum yang lemah serta maraknya korupsi di sektor kehutanan dan lahan. Pembangunan yang tidak memperhatikan AMDAL akan mengancam keberadaan flora/fauna dan juga ekosistemnya. Keberadaan jenis-jenis endemik yang sangat rentan terhadap perubahan tata guna lahan saat ini perlu untuk diselamatkan. Sebagai langkah awal, perlu dilakukan eksplorasi untuk mendapatkan data jenis dan sebarannya di kawasan Danau Toba. Diharapkan data sebaran dapat membantu pembuat kebijakan dalam mengambil keputusan yang tepat dalam upaya melindungi flora endemik di kawasan Danau Toba. Selain itu, data awal akan menjadi informasi yang penting dalam kebijakan konservasi *ex-situ* bagi jenis-jenis dari suku Ericaceae, endemik kawasan Danau Toba yang habitatnya terancam rusak.

B. METODE PENELITIAN

Informasi tentang keanekaragaman suku Ericaceae di kawasan Danau Toba diperoleh melalui studi herbarium dan eksplorasi di lapangan. Studi herbarium telah dilakukan dengan menggunakan spesimen di Herbarium Bogoriense (BO) Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong, Jawa Barat. Eksplorasi juga telah dilakukan di sekitar kawasan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geopark Kaldera Toba pada bulan Maret 2018 menggunakan metode *purposive random sampling* (Rugayah, Retnowati, Windadri dkk., 2004). Penggunaan nama marga dan nama ilmiah mengacu pada hasil revisi terakhir untuk suku Ericaceae yang dilakukan oleh Sleumer (1960) dan juga hasil revisi marga *Rhododendron* submarga *Vireya* oleh Argent (2015).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan eksplorasi di kawasan Danau Toba secara keseluruhan berhasil mengoleksi lima spesies, satu subspesies, dan satu varietas yang termasuk ke dalam suku Ericaceae, yaitu dua spesies dan satu subspesies dari marga *Rhododendron*, satu verietas dari marga *Gaultheria*, satu spesies dari marga *Diplycosia*, dan dua spesies dari marga *Vaccinium* (Tabel 1).

Berikut kunci identifikasi suku Ericaceae di kawasan Danau Toba (Modifikasi dari Sleumer, 1966 dan Kertonegoro, 2014).

1a. Bakal buah inferior ..... *Vaccinium*
1b. Bakal buah superior ……..... 2
2a. Buah capsul ..... *Rhododendron*
2b. Buah beri 3
3a. Batang dan daun berbulu ..... *Diplycosia*
3b. Batang dan daun gundul ..... *Gaultheria*

Tabel 1. Spesies dari Suku Ericaceae yang Tersebar di Kawasan Danau Toba

No	Nama	Sebaran
1.	*Diplycosia glauciflora* Sleumer	Endemik Kawasan Toba
2.	*Gaultheria leucocarpa* var. *hirta* Valeton ex J.J.Sm.	Endemik Kawasan Toba
3.	*Rhododendron jasminiflorum* ssp. *heusseri* (J.J.Sm.) Argent	Endemik Pulau Samosir
4.	*Rhododendron sessilifolium* J.J.Sm.	Endemik Kawasan Toba
5.	*Rhododenron vinicolor* Sleumer	Endemik Kawasan Toba
6.	*Vaccinium bancanum* (Bl.) Miq.	Sumatera, Lingga, Bilitong, Anambas, Borneo
7.	*Vaccinium varingiaefolium* Miq.	Sumatera, Malay Peninsula, Java. Bali

Kawasan Danau Toba merupakan kawasan yang terdiri atas perairan (danau) dan daratan sekitarnya (P. Samosir dan daratan yang mengelilinginya), berada pada ketinggian 903 mdpl–2000 mdpl. Kawasan daratan pada umumnya didominasi oleh hutan sekunder dan padang rumput, sedangkan hutan primer ditemukan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

di gunung-gunung yang berada di sekitar kawasan Danau Toba. Sleumer (1966) menyebutkan bahwa terdapat enam marga dari suku Ericaceae yang tersebar di Sumatera, yaitu *Diplycosia, Gaultheria, Monotropastrum, Pyrola, Rhododendron*, dan *Vaccinium*. Dari enam marga yang diketahui, hanya empat marga (terdiri dari tujuh spesies) yang ditemukan pada penelitian di kawasan Danau Toba kali ini, yaitu *Diplycosia, Gaultheria, Rhododendron*, dan *Vaccinium*. Empat marga tersebut terdiri dari lima spesies, satu subspesies, dan satu varietas. Selain itu, lima jenis yang ditemukan merupakan flora endemik kawasan Danau Toba. Jenis-jenis yang ditemukan di kawasan Danau Toba tumbuh pada daerah hutan pegunungan berlumut, bukit bersulfur, dan hutan gambut pegunungan.

Marga *Diplycosia* di kawasan Danau Toba diwakili oleh *Diplycosia glauciflora* Sleumer. Jenis ini merupakan jenis endemik yang sebarannya terbatas hanya di sekitar kawasan Danau Toba. Ditemukan di hutan gambut pegunungan di Kecamatan Tele, jenis ini tumbuh berasosiasi dengan paku dan beberapa jenis tumbuhan dari suku Poaceae. Diketahui bahwa terdapat sembilan jenis *Diplycosia* yang tersebar di Sumatera dan dua di antaranya adalah endemik Sumatera (Sleumer, 1966).

Gaultheria leucocarpa var. *hirta* Valeton ex J.J.Sm. mewakili marga *Gaultheria* yang ditemukan di kawasan Danau Toba. Habitatnya sama seperti *Diplycosia glauciflora*, yaitu hutan gambut pegunungan dan ditemukan di Desa Tele. Jumlah jenis dari marga *Gaultheria* di Sumatera, yaitu delapan jenis dan empat jenis di antaranya merupakan endemik Sumatera.

Marga *Rhododendron* yang ditemukan di kawasan Danau Toba sebanyak dua spesies dan satu subspesies. *Rhododendron jasminiflorum* Hook. ssp. *heusseri* (J.J.Sm.) Argent hanya ditemukan di pulau Samosir yaitu di sekitar sumber panas. Habitat dari jenis ini tumbuh pada bukit dengan kandungan sulfur yang cukup tinggi. Dari pengamatan sementara di lapangan, diketahui populasi jenis ini di habitatnya masih banyak. *Rhododendron sessilifolium* J.J.Sm. dan *Rhododendron vinicolor* Sleumer hanya ditemukan di sekitar kawasan hutan Taman Eden. Habitat dari kedua jenis ini tumbuh pada hutan pegunungan yang didominasi oleh tumbuhan paku dan lumut. Diperkirakan populasi kedua jenis ini di alam semakin sedikit. Hal ini dibuktikan dengan hanya ditemukan di sekitar hutan Taman Eden dengan populasi masing-masing dua individu. Ketiga jenis yang ditemukan merupakan flora endemik kawasan Danau Toba. Argent (2015) mencatat bahwa terdapat 26 jenis dari marga *Rhododendron* tersebar di dataran tinggi Sumatera Utara.

Marga *Vaccinium* di kawasan Danau Toba diwakili oleh dua jenis yaitu *Vaccinium bancanum* var. *bancanum* Miq. dan *Vaccinium varingiaefolium* var. *varingiaefolium* Miq. Sebaran dua jenis ini cukup luas, meliputi Jawa, Semenanjung Malesia, Bali, dan Kalimantan. Dua jenis ini ditemukan di habitat yang sama dengan *Rhododendron jasminiflorum* Hook. ssp. *heusseri* yaitu di Pulau Samosir.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Jumlah jenis pada suku Ericaceae di sekitar kawasan Danau Toba menunjukkan bahwa kawasan ini masih menjadi habitat yang baik bagi flora pegunungan. Tidak menutup kemungkinan jenis-jenis endemik dari suku lain, seperti Orchidaceae, Nepenthaceae, Gesneriaceae, dan lain-lain masih dapat ditemukan di kawasan ini. Sayangnya, perubahan fungsi lahan di sekitar kawasan Danau Toba meningkat setiap tahunnya mengancam habitat alami dari jenis endemik kawasan Danau Toba. Salah satu jenis endemik yang perlu diselamatkan habitatnya adalah *Rhododendron jasminiflorum* ssp. *heusseri.* Studi literatur dan juga pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa jenis ini mempunyai habitat yang sangat spesifik, yaitu hanya tumbuh di sekitar sumber air panas di Kampung Pintu Batu, Desa Kianate, Kec. Pangururan, Kab. Samosir. Sayangnya, habitatnya saat ini mengalami ancaman rusak akibat pembangunan jalan dan juga perubahan fungsi lahan. Telah dilakukan upaya konservasi *ex-situ* terhadap jenis ini dengan cara menanamnya di Kebun Raya Cibodas dan juga Kebun Raya Samosir. Akan tetapi, semua usaha yang dilakukan tidak membuahkan hasil. Diperkirakan jenis ini mempunyai habitat spesifik di kawasan dengan kandungan sulfur dan belerang tinggi sehingga akan susah untuk hidup ketika dipindahkan ke lokasi lain (Sleumer, 1960; Argent, 2006, 2015)



Ket: A. Diplycosia glauciflora Sleumer; B. Gaultheria leucocarpa var. hirta Valeton ex J.J.Sm.; C. Rhododendron sessilifolium J.J.Sm.; D. Rhododenron vinicolor Sleumer; E&F. Rhododendron jasminiflorum ssp. heusseri (J.J.Sm.) Argent.

Foto: I Putu Gede P. Damayanto (D.) & Yasper Michael Mambrasar (A, B, C, F).

Gambar 1. Jenis Flora Endemik di Kawasan Danau Toba

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Yasper Michael Mambrasar

Gambar 2. G, H & I. *Rhododendron jasminiflorum* ssp. *heusseri* (J.J.Sm.) Argent; J. *Vaccinium varingiaefolium* Miq.; K. *Vaccinium bancanum* (Bl.) Miq.

D. KESIMPULAN

Tujuh jenis dari suku Ericaceae ditemukan di kawasan Geopark Kaldera Toba, baik di pulau Samosir maupun kawasan sekitar Danau Toba. Habitatnya terancam rusak akibat pembangunan yang meningkat setiap tahun. Untuk itu, perlu dilakukan penanganan agar habitat dari Ericaceae, yang sebagian besar jenisnya endemik di kawasan Geopark Toba terlindungi.

E. SARAN

Habitat *Rhododendron jasminiflorum* ssp. *heusseri* yang ditemukan di sekitar kamp. Pintu Batu, Desa Kianate, Kec. Pangururan, Kab. Samosir berpotensi dikembangkan menjadi taman wisata alam. Jumlah populasi *R. jasminiflorum* ssp. *heusseri* yang masih banyak dan menghasilkan bunga sepanjang tahun menjadikan kawasan ini tampak seperti taman bunga alami. Diharapkan dengan dijadikan taman wisata alam akan melindungi habitat dan juga akan menjadi sumber pendapatan bagi warga sekitar taman ini.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Herbarium Bogoriense Pusat Penelitian Biologi-LIPI yang telah memfasilitasi penelitian ini dan kepada KSK Biodiversity Loss, Bid. Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI yang telah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

mendanai eksplorasi di lapangan. KSK Toba Pusat Penelitian Biologi-LIPI yang telah menfasilitasi penulis untuk mempresentasikan penelitian ini pada seminar Nasional Geodiversity 2019. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Deby Arifiani yang telah memberikan masukan dan koreksi pada naskah ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Heru dan Yayah selaku teknisi lapang Herbarium Bogoriense yang membantu selama di lapangan dan juga proses identifikasi spesimen. I Putu Gede Parlida Damayanto untuk spesimen dan foto yang baik dari lapangan, penulis mengucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Argent, G. (2006). *Rhododendrons* of subgenus *Vireya*. 1st edition. Edinburgh, London: Royal Botanic Garden Edinburgh/The Royal Horticultural Society.

Argent, G. (2015). *Rhododendrons* of Subgenus *Vireya* 2nd Ed. Pp.1–454. Edinburgh, London: Royal Botanic Garden Edinburgh/ The Royal Horticultural Society.

Jhons, R J., Edwards, P. J., Utteridge, T. M. A., & Hopkins H. C. F. (2006). *A guide to the Alpine and Subalpine flora of Mount Jaya.* London: Royal Botanic Garden Kew.

Kertonegoro, A. (2014). Ericaceae of Latimojong range, South Sulawesi. *Floribunda Journal 4*(8), 191–194.

Mambrasar Y. M., & Damayanto I. P. G. P. (2017). *Rhododendron jasminiflorum* Hook. subsp. *heusseri* (J.J.SM.) Argent. from Samosir Island, North Sumatra, Indonesia. *Journal American Rhododendron Society 72*(4), 214–217.

Purba, C. P. P., Nanggara, S. G., Ratriyono, M., Apriani, I., Rosalina, L., Sari, N. A., dan Meridian, A. H. (2014). *Potret keadaan hutan Indonesia: Periode 2009–2013*. Bogor: Forest Watch Indonesia.

Rugayah, Retnowati, A., Windadri, F. I., dan H. A. (2004) Pengumpulan data taksonomi. Dalam Rugayah, E. A. Widjaja, dan Praptiwi (Eds.), *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora.* Bogor: Pusat Penelitian Biologi.

Sleumer, H. (1960). Florae Malesianae precursores XXIII the genus *Rhododendron* in Malaysia. *Reinwardtia 5*(2): 45−231.

Sleumer, H. (1966). Ericaceae. Dalam Steenis CGGJ van (Ed.), *Flora Malesiana* Ser. I, Vol. 6, 469– 914, Nordhoff, Groningen.

Stevens, P. F. (1971). A classification of the Ericaceae: subfamilies and tribes. *Bot.J. Linn. Soc., 64*, 1–53.

Telaumbanua, R. N. (2011). *Wild orchids in Toba, Pesona 100 anggrek hutan di Toba Samosir*. Medan: CV. Solagratio Medan. 176.

van Steenis, C. G. G. J. (1960). *Flora Malesiana* Ser. I, Vol. 6, Nordhoff, Groningen.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PERAN GEOINFORMASI DALAM MENDUKUNG GEOKONSERVASI DI GEOPARK: STUDI KASUS GUNUNG SEWU UNESCO GLOBAL GEOPARK

THE ROLES OF GEOINFORMATION IN SUPPORTING GEOCONSERVATION AT GEOPARK: CASE STUDY OF GUNUNG SEWU UNESCO GLOBAL GEOPARK

Hilary Reinhart[1*], Farah Aida Kulsum[2]

[1]Magister Pengelolaan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Uniersitas Gadjah Mada
[2]Program Studi Ilmu Pariwisata, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada
[*]*E-mail*: hilary.reinhart@mail.ugm.ac.id

ABSTRACT

Through its uniqueness and geological values, Karst of Gunung Sewu attracts numerous attentions, either from national or global scale. Among the prestigious recognition, Karst of Gunung Sewu had been successfully accepted as part of the Global Geopark Network by 2015. Thus, government was obliged to apply Geopark Guideline, including conservation, education, and local economic development. Those three terms can be manifested through the development of geotourism with geoinformation as one of the crucial aspects. This paper aims to examine why geoinformation is crucial and how far the geoinformation are practiced and implemented at Gunung Sewu UNESCO Global Geopark. The study was conducted using qualitative method at three geosites: Jomblang Cave, Kalisuci Cave, and Pindul Cave. To obtain the role of information, questionnaires were spread to the visitor. The results show Pindul Cave has the most informed visitors with 71% of its visitors are satisfied with the information entailed with Kalisuci (69%) and Jomblang (23%). Provision of geoinformation is positively related with the awareness and the appreciation of visitors where most of the visitor agree they felt more encouraged in conserving the nature after the visit. Most of the information is obtained from tour guides. Nevertheless, lacks of geoinformation are encountered due to the poor media and indifferences from the management. Visitors are expecting more media and more elaboration delivered.

Keywords: *geoinformation, geotourism, geopark, Gunung Sewu*

ABSTRAK

Kawasan Karst Gunung Sewu telah menarik berbagai perhatian, baik secara nasional maupun internasional, karena keunikan dan nilai geologisnya. Di antara berbagai pengakuan-pengakuan bergengsi tersebut adalah diterimanya kawasan ini sebagai bagian dari Jaringan Global Geopark pada tahun 2015. Hal tersebut menegaskan bahwa pemerintah harus menegakkan pilar-pilar *geopark*, yakni konservasi, edukasi, dan pengembangan ekonomi lokal. Ketiga hal tersebut dapat dilakukan beriringan dengan pengembangan *geoturisme* dengan geoinformasi sebagai salah satu aspek krusial di dalamnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis mengapa geoinformasi menjadi krusial dan sejauh apa aspek geoinformasi diimplementasikan di Gunung Sewu UNESCO Global

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Geopark. Kajian ini dilakukan dengan metode kualitatif pada tiga *geosites*, yakni Gua Jomblang, Gua Kalisuci, dan Gua Pindul. Untuk mendapatkan bagaimana pentingnya geoinformasi pada pegunjung, dilakukan wawancara dengan kuesioner. Hasil kuesioner menunjukkan perbedaan penyediaan geoinformasi untuk setiap geosite. Gua Pindul menjadi geosite dengan jumlah pengunjung yang mendapatkan informasi kebumian tertinggi yaitu sebanyak 71%. Selanjutnya, diikuti dengan Gua Kalisuci (69%) dan Gua Jomblang (23%). Geoinformasi merupakan aspek esensial, mengingat perannya untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pengunjung untuk mengkonservasi fitur-fitur geologis di sekitar mereka. Geoinformasi juga memiliki relasi positif dengan meningkatnya kesadaran akan geokonservasi. Sebagian besar geoinformasi diperoleh dari pemandu wisata. Meskipun demikian, masih ditemui kekurangan media untuk penyampaian geoinformasi karena keacuhan pengelola.

Kata Kunci: *geoinformasi, geoturisme, geopark,* Gunung Sewu

A. PENDAHULUAN

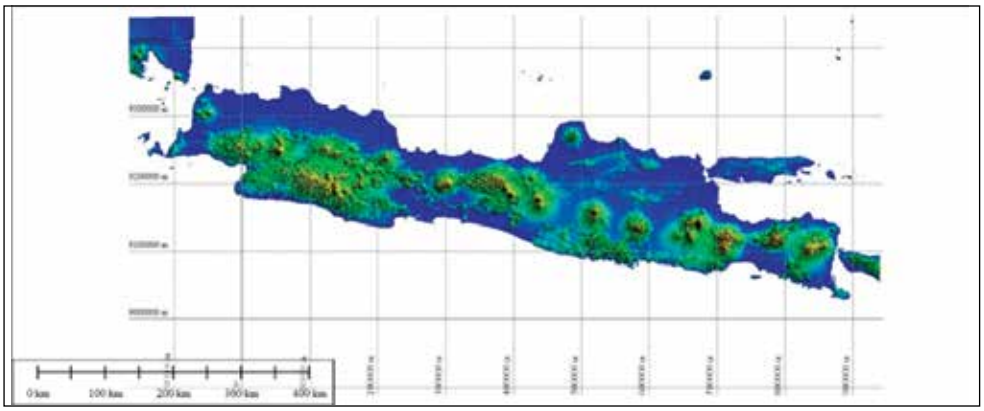
Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan dan keragaman geologi yang sangat tinggi. Letaknya yang berada di pertemuan lempeng-lempeng benua dan samudra serta lokasinya yang berada di daerah tropis menjadikan kawasan ini memiliki keunikan geologis dan geomorfologis tersendiri. Salah satu kawasan yang memiliki keunikan dan mencuri perhatian dunia internasional pada umumnya adalah kawasan Karst Gunung Sewu.

Keunikan geologi dan ekosistem kawasan ini sudah tercatat secara sistematis dalam karya naturalis Jerman, Junghuhn (1854). Setelahnya, kawasan ini menjadi objek penelitian yang menarik perhatian berbagai peneliti, seperti Lehmann (1936) hingga Balazs (1968). Para peneliti tersebut menemukan karakteristik yang berbeda yaitu terdapat kerucut atau kubah-kubah karst. Selain menarik secara geologi (Ruban, 2018), keunikan kawasan ini juga terletak pada kekayaan budaya hingga faktor manusia yang ada di dalamnya (Uhlig, 1980). Seiring berjalannya waktu, ragam keunikan tersebut bertransformasi menjadi berbagai nilai signifikan yang pada akhirnya mendorong kawasan ini menjadi salah satu *geopark* (Haryono & Suratman, 2010).

Kawasan Karst Gunung Sewu sudah mendapat pengakuan sejak ditetapkannya sebagai cagar alam geologi pada tahun 2004 dan masuknya kawasan ini ke dalam warisan dunia. Artinya, rekognisi yang didapat jauh sebelum kawasan ini menjadi geopark nasional pada tahun 2013 dan geopark global di tahun 2015. Dari sisi peraturan, kawasan ini diakui sebagai salah satu Kawasan bentang alam Karst sesuai dengan Permen ESDM Nomor 3045/2014 Tentang Penetapan KBAK Gunung Sewu.

Geopark sendiri merupaan suatu kawasan yang memiliki nilai keunikan sebagai suatu warisan geologi (UNESCO, 2006). Status *geopark* yang disandang oleh Karst Gunung Sewu menjadikan kawasan ini berdiri di atas tiga pilar utama, yakni pendidikan, konservasi, dan pemberdayaan masyarakat. Salah satu sektor teknis yang dapat merangkum ketiga pilar tersebut adalah pariwisata.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Reinhart (2017)

Gambar 1. Lokasi Gunung Sewu UNESCO Global Geopark

Dalam konteks *geopark*, pariwisata yang ditampilkan berbeda dengan pariwisata pada umumnya karena pariwisata dalam konteks ini tersentrasi pada geodiversitas dan keunikan geologi. Pariwisata jenis ini dikenal dengan istilah pariwisata geologi atau geowisata (Chen, Lu, & Ng, 2015) dan muncul sebagai antitesis dari wisata massal yang memiliki dampak negatif terhadap kondisi lingkungan sekitar (David, Lonati-Szilagyi, & Baros, 2006; Ehsan, Leman, & Begum, 2013). Geowisata setidaknya terdiri atas empat komponen, yakni nilai estetis, nilai kultural, nilai ilmiah, dan nilai rekresional.

Sebagai antitesis dari pariwisata massal, geowisata hadir untuk menggantikan eksploitasi suatu destinasi geologis menjadi upaya konservasi atau geokonservasi (Gray, 2005; Newsome, Dowling, & Leung, 2012). Upaya konservasi tersebut utamanya menyasar keberlanjutan dan keberlangsungan elemen-elemen geologi, seperti tanah, batuan, dan geomorfologis serta dinamika yang ada di dalamnya, termasuk ekosistem (Sharples, 2002). Dalam operasionalnya, konsep *geoturisme*, geopark, dan geokonservasi pada dasarnya saling terkait (Ólafsdóttir & Dowling, 2012; Dong, Song, Chen dkk., 2014). Geokonservasi menjadi sangat krusial bilamana keunikan geologi yang dimaksud berada pada kawasan dengan tingkat kerentanan tinggi, seperti di kawasan karst. Pariwisata dapat menjadi salah satu ancaman untuk kawasan karst (Forti, 2015), terlebih untuk lingkungan bawah permukaan atau gua-gua yang ada (Gillieson, 2011). Untuk itu, diperlukan manajemen yang tepat dan disiplin untuk menjamin geokonservasi dijalankan dengan baik.

Ketiga pilar *geopark* saling terkait satu dengan yang lainnya. Geokonservasi dapat dicapai bilamana muncul kesadaran di masyarakat mengenai pentingnya nilai geologi yang ada di kawasan itu (Azman, Halim, Liu, dkk., 2010; Oertel, Fach, & Fuchs, 2011). Hal tersebut dapat dicapai melalui edukasi berupa interaksi langsung, sosialisasi, maupun penggunaan media-media interaktif (Nurlinda, Hori, Ambaraji, dkk., 2011). Edukasi tersebut dijalankan di atas ketersediaan geoinformasi yang memadai.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana geoinformasi menjadi salah satu elemen krusial di *geopark* dan keterkaitan antara geokonservasi, geowisata, dan geoinformasi di dalamnya. Selain itu, dalam kasus Karst Gunung Sewu, penelitian ini melihat bagaimana penerapan geoinformasi dalam operasionalisasi *geopark* pada *geosite-geosite* terpilih.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan menggunakan metode survei serta *desk study*. Survei dilakukan untuk menangkap fenomena yang ada di lapangan, sementara *desk study* digunakan untuk menganalisis konsep dan abstraksi yang menjadi topik penelitian. Survei dilakukan dengan menyebar kuesioner pada tiga *geosite* yang telah ditentukan. Pemilihan kuesioner dilakukan dengan metode *random sampling*, sementara pemilihan lokasi *geosite* dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Pertimbangan dalam *purposive sampling* adalah kerentanan lingkungan pada *geosite* tersebut dan nilai geologi yang terkandung. Berdasarkan pertimbangan tersebut, sampel *geosite* yang diambil adalah tiga *geosite* gua, yakni Gua Pindul, Gua Kalisuci, dan Gua Jomblang. Pemilihan sampel gua dilakukan karena gua merupakan fenomena unik dan sangat spesifik berada di kawasan karst (Ford & Williams, 2007).



Foto: Dokumentasi (2017)

Gambar 2. Mulut Gua Geosite Kalisuci

Pertanyaan yang diajukan ke pengujung, antara lain adalah pemahaman mengenai *geopark*, ketercukupan informasi yang ada di *geosite*, sumber geoinformasi di *geosite*, hingga apresiasi dan munculnya dorongan untuk melestarikan alam. Tujuan dari pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah untuk mendapatkan gambaran umum kondisi pengunjung yang ada dan kualitas geoinformasi yang diterima.

Data yang didapat kemudian dianalisis dengan statistik untuk menangkap kecenderungan dan tren yang ada. Penyajian data dilakukan dengan menggunakan grafik serta data tabular. Dari hasil tersebut, diskusi kemudian dilakukan dengan membenturkan data temuan di lapangan dan abstraksi yang diperoleh dari *desk study*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

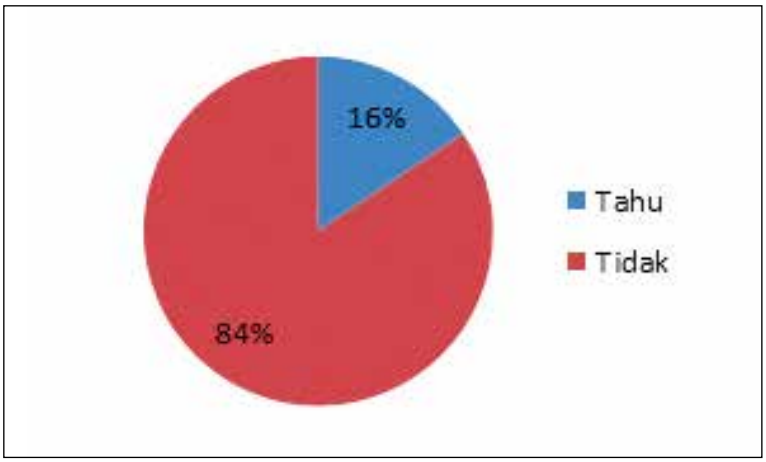
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Berdasarkan hasil kuesioner yang disebar di beberapa *geosite*, mayoritas pengunjung masih belum mengetahui fakta bahwa kawasan Karst Gunung Sewu adalah geopark yang masuk ke dalam jaringan global geopark. Untuk detail dan jumlah lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pengetahuan pengunjung mengenai status geopark

Geosite	Mengetahui bahwa Kawasan Karst Gunung Sewu merupakan *geopark*	
	Tahu	Tidak
Gua Jomblang	10%	87%
Gua Kalisuci	15%	84%
Gua Pindul	18%	80%



Sumber: Analisis (2019)

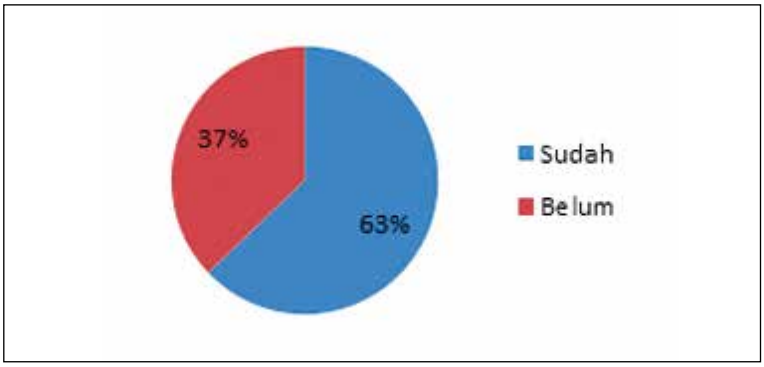
Gambar 3. Persentase pengunjung yang mengetahui bahwa Kawasan Karst Gunung Sewu telah menjadi Geopark.

Untuk ketersediaan informasi ilmiah, masih ada 37% dari total responden di tiga *geosite* masih belum mendapatkan informasi ilmiah, sementara 63% lainnya menyatakan telah mendapatkan informasi ilmiah mengenai *geosite* yang dikunjungi. Dari ketiga *geosite* tersebut, Gua Jomblang menjadi *geosite* dengan jumlah pengunjung yang mendapatkan informasi ilmiah paling sedikit dengan hanya 23% dari jumlah pengunjung. Jumlah pengunjung yang telah mendapatkan informasi ilmiah dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 2. Persentase pengunjung yang mendapatkan informasi ilmiah untuk setiap *geosite*

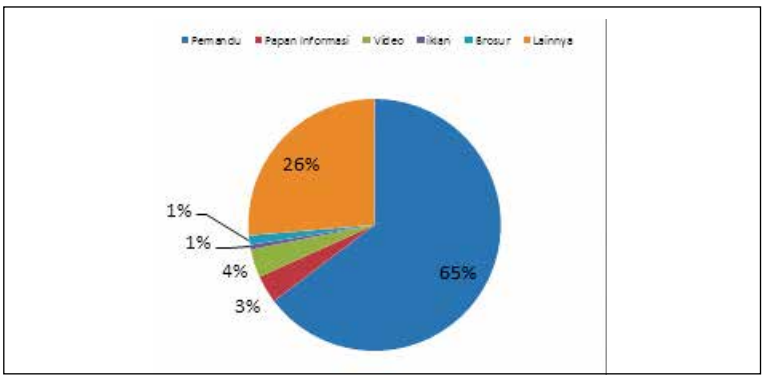
Geosite	Sudah mendapatkan informasi ilmiah pada geosite yang dikunjungi	
	Sudah	Belum
Gua Jomblang	23%	73%
Gua Kalisuci	69%	30%
Gua Pindul	71%	27%



Sumber: Analisis (2019)

Gambar 4. Persentase pengunjung yang telah mendapatkan informasi ilmiah

Dari 63% jumlah pengunjung yang telah mendapatkan penjelasan ilmiah, setiap pengunjung memperoleh penjelasan ilmiah tersebut dari sumber yang berbeda-beda. Salah satu temuan yang patut menjadi perhatian adalah sebagian besar pengunjung mendapatkan informasi tersebut dari pemandu, sedangkan sumber lainnya termasuk brosur, video, dan papan petunjuk. Jumlah dan persentase sumber informasi dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.



Sumber: Analisis (2019)

Gambar 5. Sumber Informasi Ilmiah pada *Geosite*

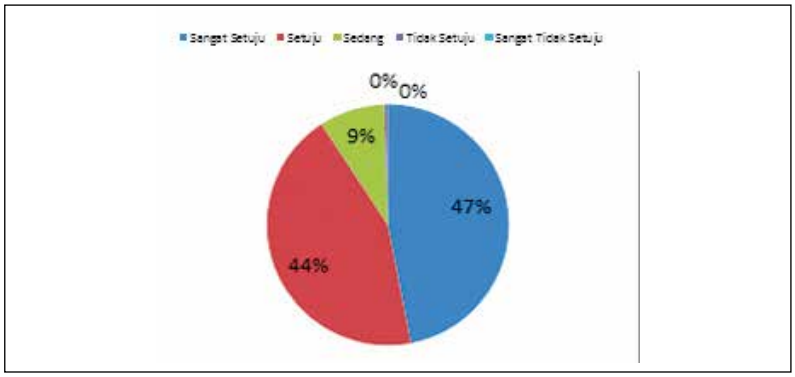
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebagai salah satu tujuan utama dari geowisata, edukasi menjadi perhatian utama. Salah satu hasil mendasar dari edukasi yang berada di setiap *geosite* adalah munculnya kesadaran untuk melestarikan alam atau dalam konteks *geopark*, mempreservasi setiap proses dan keunikan geologi. Dari responden yang diteliti, sebagian besar merasakan dorongan lebih untuk melestarikan alam setelah berkunjung ke *geosite*. Data lengkapnya dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 3. Persentase pengunjung yang mendapatkan informasi ilmiah untuk setiap *geosite*

Geosite	Dorongan untuk melestarikan alam				
	SS	S	Sd	TS	STS
Gua Jomblang	47%	50%	3%	0%	0%
Gua Kalisuci	41%	58%	0%	1%	0%
Gua Pindul	53%	23%	23%	0%	0%

Ket: SS: Sangat Setuju, S: Setuju, Sd: Sedang, TS: Tidak Setuju, STS: Sangat Tidak Setuju



Sumber: Analisis (2019)

Gambar 6. Persentase pengunjung yang merasakan dorongan untuk melestarikan alam

2. Pembahasan

a. Pemandu dan Geoinformasi

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa sebagian besar pengunjung telah mendapatkan informasi ilmiah dari pemandu wisata gua. Hal itu juga berkorelasi positif dengan adanya dorongan lebih untuk melestarikan alam setelah mengunjungi setiap *geosite* yang ada. Salah satu hal yang perlu menjadi pembahasan adalah sumber informasi ilmiah bagi para pengunjung.

Sebagian besar pengunjung memperoleh informasi ilmiah dari pemandu karena interaksi yang intensif antara pemandu dan pengunjung, terutama di gua. Selain itu, di bawah pemandu terdapat papan petunjuk dan video, namun

Buku ini tidak diperjualbelikan.

persentasenya jauh sekali di bawah pemandu. Hal tersebut menunjukkan krusialnya peran pemandu untuk menyediakan informasi kebumian ilmiah untuk mengedukasi para pengunjung. Selain faktor tersebut, infrastruktur petunjuk ilmiah yang ada di setiap *geosite* dapat dikatakan kurang representatif. Faktor-faktornya, antara lain ukuran terlalu kecil, tata letak tidak informatif dan informasi terlalu umum, peletakkannya kurang strategis dan bukan merupakan titik kumpul kegiatan pengarahan dari pemandu. Faktor terakhir perlu menjadi perhatian karena hasil pengumpulan data di lapangan menunjukkan betapa krusialnya peran pemandu. Jadi, untuk mendukung dan membantu para pemandu mengedukasi, papan petunjuk, infografik, dan segala media belajar perlu diintegrasikan dengan para pemandu.



Foto: Dokumentasi (2019)

Gambar 7. Papan Geoinformasi di *Geosite* Gua Kalisuci

Gua Jomblang memiliki persentase terkecil untuk pengunjung yang telah menerima informasi ilmiah. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah model kegiatan wisata yang memiliki intensitas interaksi pemandu yang minim. Gua ini memiliki pintu masuk (*entrance*) gua berbentuk *collapsed doline* besar dan harus dituruni menggunakan bantuan *Single Rope Technique*. Wisatawan harus menggunakan tali untuk turun dengan dikerek oleh tenaga manusia. Setelahnya, pengunjung akan dibawa menuju Gua Grubuk sebagai atraksi utama (Reinhart, 2017). Kegiatan tersebut minim interpretasi dan edukasi karena risiko yang besar sehingga pemandu lebih banyak fokus ke aspek keselamatan. Selain itu, jumlah pengunjung dan pemandu seringkali tidak berimbang dan banyak pengunjung Gua Jomblang berasal dari luar negeri sehingga perlu keterampilan bahasa asing. Untuk menyikapi hal tersebut, diperlukan pembagian tugas yang jelas antara pemandu sebagai *safety officer* dan pemandu sebagai interpreter yang menyampaikan informasi-informasi ilmiah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sementara itu, untuk Gua Kalisuci dan Gua Pindul bentuk kegiatan wisatanya adalah penelusuran sungai bawah tanah menggunakan ban. Oleh sebab itu, interaksi antara pemandu dan pengunjung menjadi tinggi. Melalui bentuk kegiatan yang demikian, pemandu dapat merangkap dua fungsi sekaligus yakni sebagai *safety officer* dan interpreter.



Sumber: Dokumentasi (2017)

Gambar 8. Wisata di Geosite Gua Pindul

b. Geoinformasi dan Geokonservasi

Munculnya kesadaran untuk konservasi dan preservasi alam dapat muncul dari pemahaman langsung dan tidak langsung. Pemahaman langsung berasal dari pengalaman dan interaksi langsung antara pengunjung dengan segala fenomena yang ada di suatu *geosite*, sedangkan pemahaman tidak langsung berasal dari proses apresiasi, interpretasi, dan kognisi-rekognisi terhadap fenomena yang ada. Peran geoinformasi lebih ditekankan pada tataran pemahaman tidak langsung yaitu pengunjung perlu diberikan pengetahuan mengenai proses yang ada dan bagaimana proses tersebut mengontrol segala atraksi dan keunikan yang mereka jumpai di tataran pemahaman langsung. Dengan adanya kedua hal tersebut, maka kesadaran untuk mempreservasi alam dan keunikan geologis akan semakin lengkap dan mantap.

Geoinformasi juga menjadi kewajiban dalam proses penilaian *geopark*. Setidaknya terdapat enam jenis informasi yang perlu ada di dalam *geopark* dan dipasang di *geosite-geosite*, yakni perlindungan *geoheritage*, geologi regional, publikasi terkait relasi antara geologi-kebudayaan-alam dari *geopark*, perilaku ramah lingkungan, sejarah alam, dan elemen historis (UNESCO, 2016).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Selain menyasar pengunjung, geoinformasi dan edukasi juga harus dapat menyentuh masyarakat yang ada di sekitar *geosite*. Komunitas tempatan sendiri merupakan garda depan dari kegiatan geokonservasi dan harus menjadi elemen utama dalam pengelolaan *geopark* (Azman dkk., 2010; Buta, Holland, & Kapanidou, 2014). Penyediaan geoinformasi dan edukasi untuk komunitas tempatan dapat dilakukan dengan sosialisasi dan penyediaan papan informasi di tempat-tempat umum di desa/dusun tempat *geosite* tersebut berada. Keterlibatan pemerintah desa/dusun dan tokoh masyarakat juga diperlukan untuk mendorong dan memperkuat kesadaran masyarakat mengenai geokonservasi.

D. KESIMPULAN

Dari hasil studi lapangan terhadap para pegunjung dan hasil analisis, dapat diketahui bahwa geoinformasi merupakan elemen krusial di dalam pengelolaan *geopark* dan berkaitan dengan peningkatan kesadaran untuk melestarikan alam sebagai fondasi dari geokonservasi. Informasi dapat bertransformasi menjadi kesadaran melalui proses langsung berupa apresiasi terhadap keindahan dan proses kognisi berupa penalaran terhadap pengetahuan dan informasi yang disampaikan. Meskipun demikian, masih banyak pengunjung yang belum mendapatkan akses terhadap geoinformasi yang memadai di *geosite-geosite* yang terdapat di Gunung Sewu UNESCO Global Geopark.

E. SARAN/REKOMENDASI

Diperlukan pembaharuan berbagai media geoinformasi agar lebih menarik, seperti penggunaan peta interaktif atau teknologi *virtual reality/augmented reality*. Pemandu dan media-media geoinformasi harus dapat terintegrasi dalam kegiatan pariwisata di setiap *geosite*. Selain itu, perlu lebih banyak kampanye mengenai status kawasan Karst Gunung Sewu sebagai anggota Jaringan Geopark Global untuk menambah rasa kepemilikan dan meningkatkan upaya-upaya pelestarian warisan geologi.

DAFTAR PUSTAKA

Azman, N., Halim, S. A., Liu, O. P., Saidin, S., & Komoo, I. (2010). Public education in heritage conservation for Geopark Community. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 7*(C), 504–511.

Balazs, D., (1968). *Karst regions in Indonesia*: *Karszt-Es Barlangkutatas, Volume V.* Budapest, Globus nyomda, 61.

Buta, N., Holland, S., & Kapanidou, K. (2014). Local communities and protected areas: The mediating role of place attachment for pro-environmental civic engagement. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 5–6, 1–10.

Chen, A., Lu, Y., Ng, Y. (2015). *The principles of geotourism*. Springer: Beijing

David, L., Lontai-Szilagyi, Z., Baros, Z. (2010). The impact of tourism and sport activities. Dalam Szabo, Josef, David, Lorant, dan Loczy, Denes (Eds.), *Anthropogenic Geomorphology: Guide to Man-Made Landforms*. Springer.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dong, H., Song, Y., Chen, T., Zhao, J., Yu, L. (2014). Geoconservation and geotourism in Luochuan Loess National Geopark, China. *Quaternary International* 334–335, 40–51.

Ehsan, S., Leman, M. S., Begum, R. A. (2013). Geotourism: A tool for sustainable development of geoheritage resources. *Advanced Materials Research* 622–623, 1711–1715.

Ford D., & Williams P. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. England: British library.

Forti, P. (2015). *The scientific and socio-economic importance of karst and caves and their vulnerability*. Brief for GSDR 2015.

Gillieson, D. S. (2011) Management of caves. Dalam van Beynen (Ed.), *Karst Management*, 141–159. Springer.

Gray, M. (2005). Geodiversity and geoconservation: What, why, and how?. *The George Wright Forum: Geodiversity & Geoconservation 22*(3).

Haryono, E., & Suratman. (2010). Significant features of Gunung Sewu Karst as geopark site. Dalam *4th International UNESCO Conference on Geopark*, April 12–15, 2010, Langkawi.

Junghuhn, F. (1845). *Topographische und naturwissenschaftliche Reisen durch Java*. Magdeburg: Rotterdam.

Lehmann, H. (1936). *Morphologiche studien auf Java*. Gogr, Abh, 3, Stutgart.

Newsome, D., Dowling, R., & Leung, F. (2012). The nature and management of geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives* 2–3, 19–27.

Nurlinda, R., Nori, D., Ambaraji, H., Mansyur, F. I., & Joni, A. (2011). Use of interpretative media (poster and film) as education materials for tourism development of Gua Putih in Gunung Walat International Education Forest. Dalam E. Haryono, T. N. Adji, Suratman (Eds.). Dalam *Proceeding Asian Trans-Disciplinary Karst Conference* 366–373.

Oertel, M., Fach, S., Fuchs, S. (2011). Education as tool to raise awareness and vice versa, example of Gunungkidul, Java. Dalam E. Haryono, T. N. Adji, Suratman (Eds.). Dalam *Proceeding Asian Trans-Disciplinary Karst Conference* 357–365.

Ólafsdóttir, R., & Dowling, R. (2012). Geotourism and geoparks—A tool for geoconservation and rural development in vulnerable environments: A case study from Iceland. *Geoheritage*. Springer.

Ruban, D. A. (2018). Karst as important resource for geopark-based tourism: current state and biases. *Resources* 7(82); doi:10.3390/resources7040082.

Reinhart, H. (2017). *Kajian kerusakan lingkungan gua akibat kegiatan pengembangan pariwisata di Gunung Sewu Unesco Global Geopark: Kasus pada Geosite Gua Ngingrong, Kalisuci, Jomblang (Semanu), Cokro (Ponjong), dan Pindul (Karangmojo)* (Tesis). Universitas Gadjah Mada.

Sharples, C. (2002). *Concepts and principles of geoconservation*. Published electronically on the Tasmanian Parks & Wildlife Service website.

Uhlig, H. (1980). Man and tropical karst in Southeast Asia. *GeoJournal*, *4*(1) 31–44.

UNESCO. (2006). *Global geoparks network guideline.* Division of Ecological and Earth Sciences. Paris: UNESCO

UNESCO. (2016). *UGG Document Evaluation*. UNESCO.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PROSIDING

Geodiversity

SEMINAR NASIONAL ILMU KEBUMIAN 2019

"RISET ILMU KEBUMIAN UNTUK PENGEMBANGAN GEOPARK NASIONAL"

Seminar Nasional Ilmu Kebumian yang diselenggarakan Balai Informasi dan Konservasi Kebumian (BIKK) LIPI bertujuan untuk menghimpun hasil penelitian terkait potensi, kebaruan informasi, penggunaan metode baru, serta pengembangan pendidikan dan penelitian dalam bidang ilmu kebumian ke arah pembangunan nasional. Seminar ini mengangkat tema "Riset Ilmu Kebumian untuk Pengembangan Geopark Nasional". Tema tersebut dipilih dengan alasan untuk memberikan perhatian bagi pemangku kepentingan, terutama pemerintah daerah dan pemerintah pusat, untuk memberikan perhatian lebih bagi pengembangan geopark di Tanah Air.

Karya tulis ilmiah yang telah didiskusikan dalam seminar ini memiliki beberapa artikel dengan tema yang berkaitan dengan bidang geologi, yaitu 1) Petrologi dan Sumber Daya Mineral, 2) Lingkungan, Kebencanaan, dan Sistem Informasi Geografis, 3) Geodinamika (Tektonik, Paleontologi, Sedimentologi-Stratigrafi), dan 4) Geowisata (Pendidikan Geologi, *Geodiversity, Biodiversity, Culture)*.

Semoga buku prosiding ini dapat bermanfaat bagi peneliti/akademisi, mahasiswa, dosen, dan terutama bagi pemerintah agar dapat mengoptimalkan setiap daerah memiliki tempat wisata untuk dapat menambah penghasilan daerah dan meningkatkan perekonomian masyarakat di sekitar tempat wisata.

Selamat membaca!

Buku ini tidak diperjualbelikan.

LIPI

Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI Lt. 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta Selatan 12710
Telp.: (021) 573 3465 | Whatsapp 0811 8612 369
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id | penerbit.lipi.go.id

DOI 10.14203/press.353

ISBN 978-602-496-202-9