

CHAPTER 9

AI KEBENCANAAN DAN KEWILAYAHAN

Agustan

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

ABSTRAK

Indonesia terletak di daerah khatulistiwa, jalur pertemuan beberapa lempeng tektonik, dan dilalui jalur gunung api dunia. Kondisi ini membuat Indonesia menjadi daerah rawan bencana alam berupa gempa, tsunami, letusan gunung api, dan bencana turunan dari kondisi hidrometeorologi, seperti banjir, longsor, kekeringan, dan kebakaran lahan. Wilayah daratannya seluas 1,9 juta kilometer persegi didiami oleh populasi dengan laju pertumbuhan 1,49% per tahun dan diproyeksikan berjumlah 285 juta jiwa pada 2025. Pertumbuhan ekonomi dan hasil pembangunan memproyeksikan bahwa 65% dari populasi ini berdiam di wilayah perkotaan dan beberapa di antaranya rawan bencana. Selain itu, infrastruktur dibangun mengikuti populasi dan pusat kegiatan yang kadang terletak di zona rawan bencana sehingga terdapat potensi kerusakan jika terjadi bencana. Terkait dengan bencana, upaya yang dilakukan berupa mitigasi dan adaptasi. Fenomena bencana hidrometeorologi sudah dapat dimodelkan berdasarkan data dan teknologi utamanya kecerdasan artifisial yang saat ini terus berkembang. Selain itu, untuk pengembangan wilayah dan tata ruang, model spasial dinamis dikembangkan berbasis sistem cerdas.

Saat ini, Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Wilayah mengkaji satu purwarupa, yaitu Sistem Informasi Simulasi Spasial Dinamik Tata Guna Lahan (SIMULAN). Sistem ini dikembangkan untuk memahami perubahan lahan secara spasial, dinamika perkembangan wilayah dan perkotaan secara *real time*, dan memodelkan kemungkinan perubahan lahan. Saat ini, SIMULAN fokus pada wilayah pesisir dan menghasilkan model simulasi dalam perubahan lahan terkait dengan mitigasi bencana tsunami. Dalam hal ini, diikaji dua skenario, yaitu skenario perubahan lahan pada kondisi normal (sesuai dengan arahan dokumen rencana tata ruang) dan skenario dengan adanya potensi bahaya tsunami. Wilayah yang dipilih adalah kawasan Kuta Selatan (Kabupaten Badung, Bali). Selain itu, SIMULAN juga diarahkan untuk dapat memahami dan menilai kerusakan lingkungan yang disebabkan alih fungsi lahan dan bencana alam dengan memanfaatkan data pengindraan jauh dan sistem informasi geografis yang diolah menjadi sebuah model prediksi perubahan guna lahan spasial berbasis *cellular automata*. Pengembangan teknologi ini diharapkan menjadi salah satu dasar dalam pengambilan keputusan oleh para pemangku kebijakan yang terkait dengan penataan ruang dan perencanaan pembangunan wilayah dengan menganalisis tren perubahan lahan dengan berbagai skenario yang dikembangkan serta dampak perubahan lahan (seperti lingkungan dan ekonomi) pada level lokal, regional, dan nasional.

Kata kunci: simulasi, kebencanaan, alih fungsi lahan, wilayah, kecerdasan artifisial

Agustan

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, e-mail: agustan@ieee.org

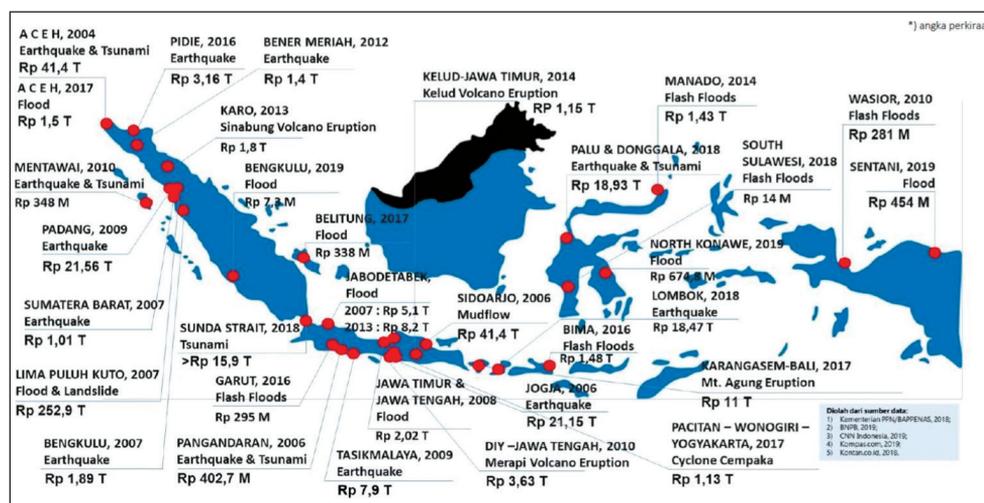
@2023 Kolaborasi Riset dan Inovasi Industri Kecerdasan Artifisial (KORIKA) & Penerbit BRIN Agustan, "AI Kebencanaan dan Kewilayahan," in *Prosiding Use Cases Artificial Intelligence Indonesia: Embracing Collaboration for Research and Industrial Innovation in Artificial Intelligence*, B. R. Trilaksana, H. Riza, A. Jarin, N. D. S. Darmayanti, and S. Liawatimena, Eds. Jakarta: Penerbit BRIN, Februari 2023, ch. 9, pp. 99-106, doi: 10.55981/brin.668.c544

ISBN: 978-623-8052-49-3, E-ISBN: 978-623-8052-50-9

A. PENDAHULUAN

Secara geografis, wilayah Indonesia merupakan daerah rawan bencana alam, seperti gempa, tsunami, letusan gunung api dan bencana turunan dari kondisi hidrometeorologi seperti banjir, longsor, kekeringan dan kebakaran lahan. Seringnya terjadi bencana tentu menyebabkan korban jiwa dan kerugian ekonomi yang cukup signifikan. Berdasarkan data Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, kerugian ekonomi akibat bencana alam dari tahun 2004–2019 mencapai 235,26 triliun. Sebagai contoh, gempa di Yogyakarta yang berkekuatan 6,3 SR pada 2006 menelan korban tiga kali lebih banyak daripada gempa Padang pada 2009 yang notabene lebih kuat (7,6 SR). Hal ini disebabkan oleh bangunan dan sapuan air. Bencana yang terjadi dari tahun 2004–2010 memakan korban 178.000 jiwa dengan estimasi kerugian 105 triliun.

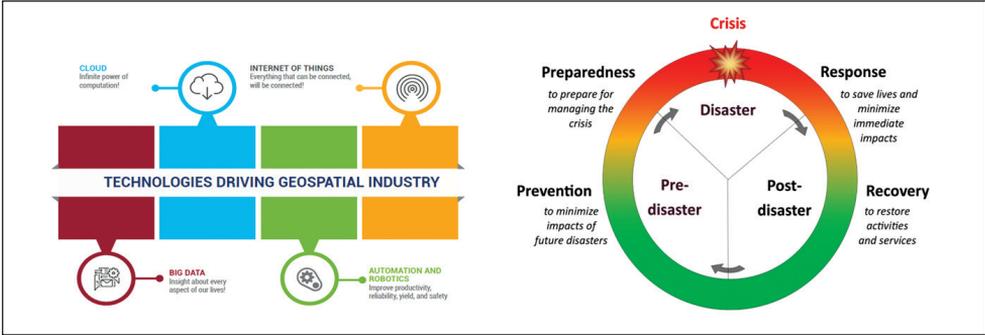
Berdasarkan dampak dan kerugian yang terjadi, perlu pembangunan berkelanjutan berbasis risiko. Penting untuk dapat melakukan pengusutan pertimbangan risiko bencana terhadap kegiatan infrastruktur vital dalam sebuah wilayah.



Gambar 1. Ilustrasi Sebaran Bencana dan Estimasi Kerugian Ekonomi [1]

B. TEKNOLOGI 4.0 UNTUK KEBENCANAAN

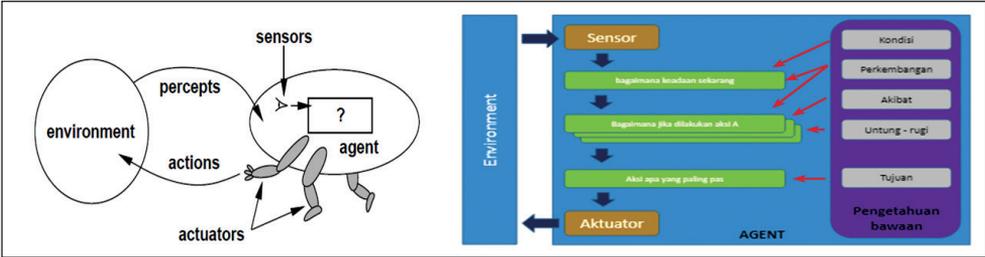
Peran teknologi kebencanaan harus dapat diterapkan pada tiga tahap utama kejadian bencana, yaitu sebelum, sesaat, dan sesudah kejadian bencana. Sebelum kejadian bencana, terdapat dua komponen yang harus diantisipasi, yaitu mitigasi (*mitigation*) dan kesiapsiagaan (*preparedness*). Pada saat kejadian bencana, komponen aksi tanggap darurat merupakan hal yang utama untuk operasi penanggulangan, pertolongan, dan penyelamatan (*response*). Setelah kejadian bencana, terdapat dua komponen utama, yaitu pemulihan (*recovery*) dan pencegahan (*prevention*). Kecerdasan artifisial diharapkan mampu berkontribusi pada tahap sebelum kejadian (mitigasi) dan pada saat terjadi bencana (*emergency response*).



Gambar 2. Teknologi 4.0 untuk Kebencanaan [2][3]

1. Kecerdasan Artifisial dan Kebencanaan

Untuk dapat memaksimalkan mitigasi dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana, diperlukan sebuah sistem mandiri yang dapat melakukan pembelajaran berdasarkan eksisting data (*self-training*). Konsep dasar penerapan kecerdasan artifisial adalah pengumpulan data berdasarkan agen tertentu. Agen adalah segala sesuatu yang dapat “menangkap” lingkungan via sensor, kemudian melakukan tindakan ke lingkungan tersebut via aktuator. Untuk setiap urutan persepsi yang ada, agen harus memilih tindakan yang diharapkan dapat memaksimalkan ukuran kinerjanya dengan mengacu pada bukti yang diberikan (dari sensor) dan pengetahuan bawaan. Potensi aplikasi yang dikembangkan dengan metode kecerdasan artifisial, misalnya aplikasi karhutla, aplikasi tsunami, estimasi luas panen, dan zonasi perkembangan kota.

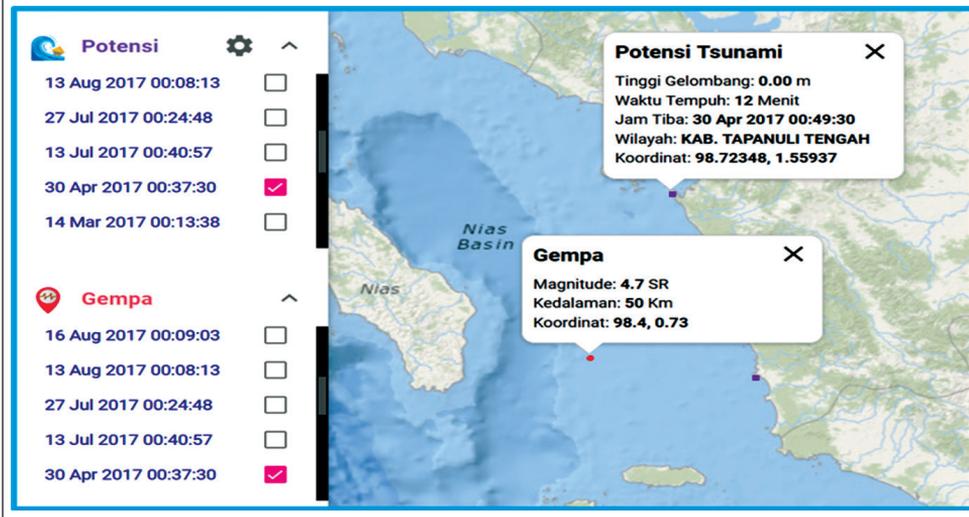
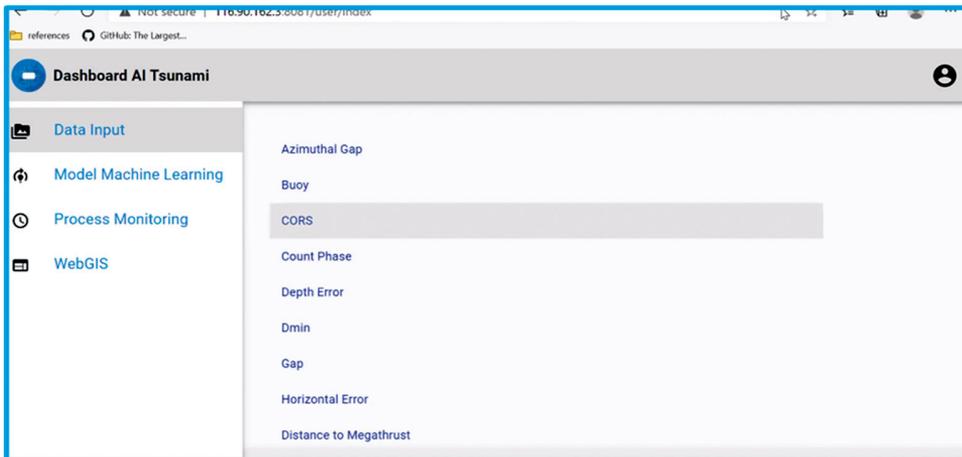
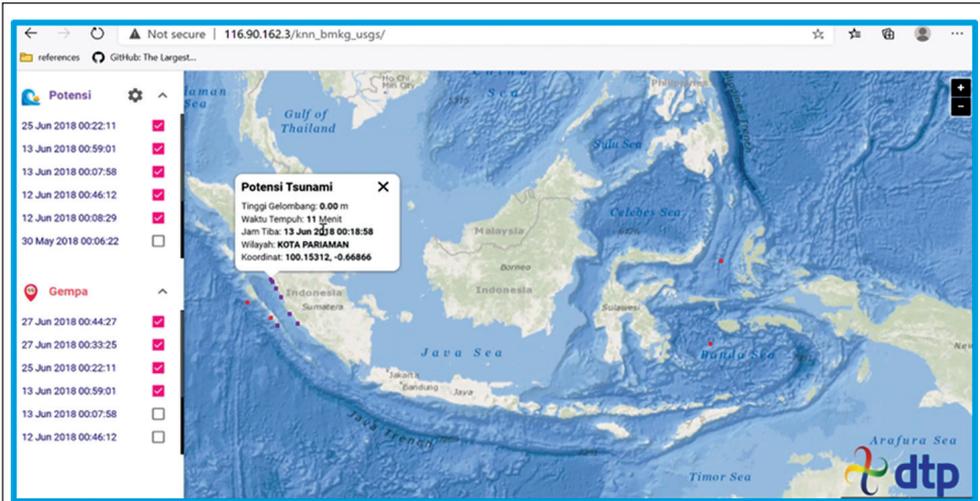


Gambar 3. Prinsip kerja sistem kecerdasan artifisial untuk diterapkan pada sektor kebencanaan [4]

B. DESKRIPSI USE CASE

1. Aplikasi Kecerdasan Artifisial Permodelan Tsunami

Kecerdasan buatan telah banyak digunakan terakit dengan pengelolaan air. Sebagai contoh, perangkat lunak kecerdasan buatan (AI) dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengukur berbagai jenis bakteri *cyanobacteria* atau ganggang biru-hijau yang dapat mengancam kebersihan air. Hal ini bisa dilakukan dengan data satelit dan penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk menentukan dinamika spasial-temporal area hijau dan kawasan kedap air. Data satelit juga dapat digunakan sebagai inputan untuk sistem permodelan tsunami.



Gambar 4. Aplikasi AI Pemodelan Tsunami [5]

Sistem tersebut dikembangkan menggunakan *machine learning* dan dapat melakukan prediksi tsunami jika terjadi gempa bumi dengan skala tertentu pada wilayah tertentu. Sistem ini juga dapat memprediksi waktu tempuh, lokasi tertentu di sepanjang pantai, dan perkiraan tinggi gelombang (*run-up*) pada saat mencapai daratan. Hal ini karena sistem dilengkapi dengan *hyperparameter input* dengan menggunakan data simulasi, sensor Buoy, CBT, dan parameter lainnya.

2. Sistem Simulasi Perubahan Guna Lahan (SIMULAN)

Metodologi pada simulasi perubahan guna lahan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode berbasis spasial temporal menggunakan data raster dengan unit analisis piksel. Ukuran piksel yang digunakan pada proses simulasi, yakni 10 x 10 m. Pada simulasi perubahan guna lahan ini, faktor pendorong yang digunakan, yaitu faktor fisik (jarak ke pusat kota, jarak ke hutan mangrove, dan sebagainya), ekonomi (akomodasi pariwisata, pusat pariwisata, perdagangan dan jasa, dan sebagainya), faktor sosial dan sarana prasarana, serta faktor ketetanggaan. Penghitungan nilai pengaruh (bobot) variabel menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP). Metode AHP digunakan untuk memperoleh nilai pengaruh tiap variabel pendorong terhadap perkembangan perubahan penggunaan lahan dengan memprediksi perubahan penggunaan lahan akibat pengaruh bencana tsunami di kawasan Kuta Selatan.

Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut.

a. Analisis Guna Lahan

Analisis ini bertujuan mengidentifikasi penggunaan lahan eksisting yang menjadi input awal dalam membangun model perubahan guna lahan. Dalam kasus ini, digunakan guna lahan tahun 2017 yang merupakan hasil pengolahan citra satelit yang divalidasi dengan data survei lapangan. Klasifikasi penggunaan lahan ditetapkan pada tahap ini. Dalam kasus kawasan Kuta Selatan, digunakan 10 kelas guna lahan dengan 3 guna lahan di antaranya yang akan dimodelkan perubahan gunanya.

b. Membangun Model Perubahan Guna Lahan

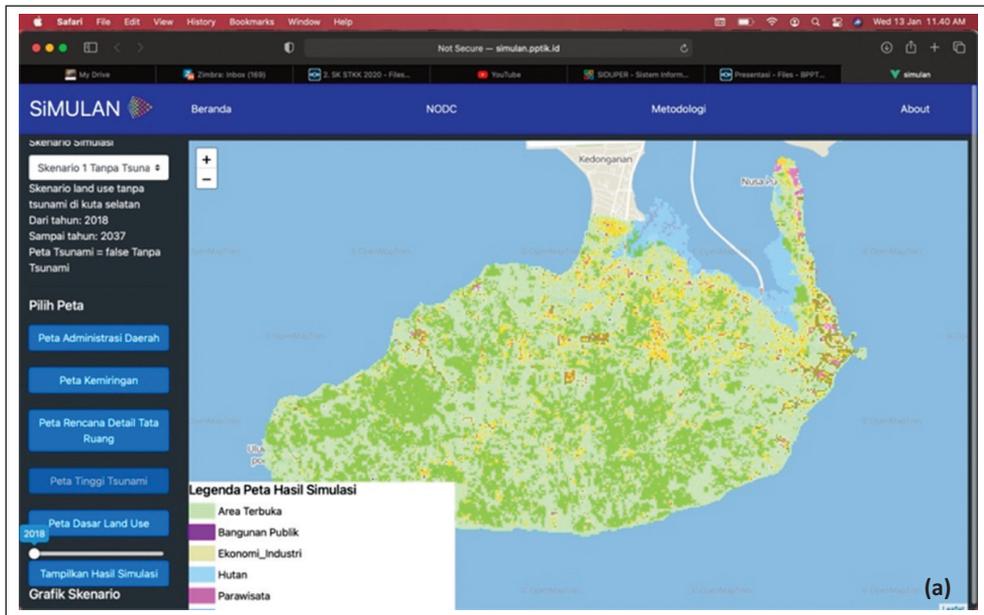
Simulasi perubahan guna lahan ini menggunakan konsep *cellular automata* (CA). CA merupakan sistem otomatisasi yang memproses informasi dengan program yang ada di dalamnya yang terbentuk dari unsur *cell*, *state set*, *neighbourhood*, *transition rules*, dan *time-step*. Aplikasi CA diperkenalkan pada pemodelan geografis [6] dan mulai berkembang penerapannya ke pemodelan bentuk kota [7], perkembangan fisik perkotaan [8], perencanaan *land use* [9], dan perencanaan wilayah dan kota [10]. Setiap *cell* pada CA akan bergantung pada keadaan sel awal dalam lingkungan (ketetanggaan) berdasarkan aturan transisi yang dibuat oleh peneliti atau pemangku kebijakan. Penyusunan peta simulasi perubahan guna lahan dilakukan dengan mengidentifikasi penggunaan lahan eksisting dan rasio pertumbuhan penggunaan lahan. Setelah itu, dilakukan pembuatan peta

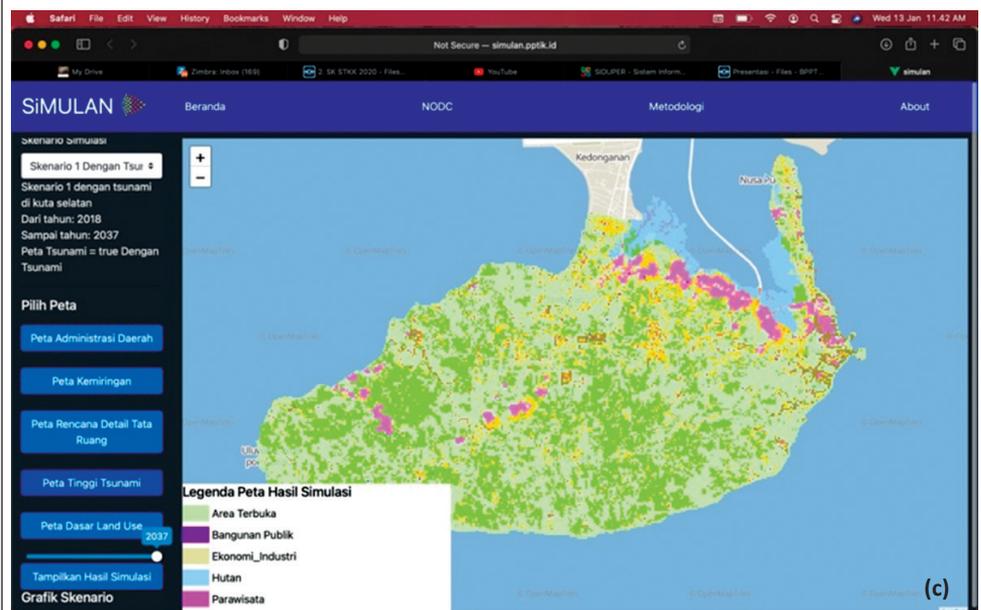
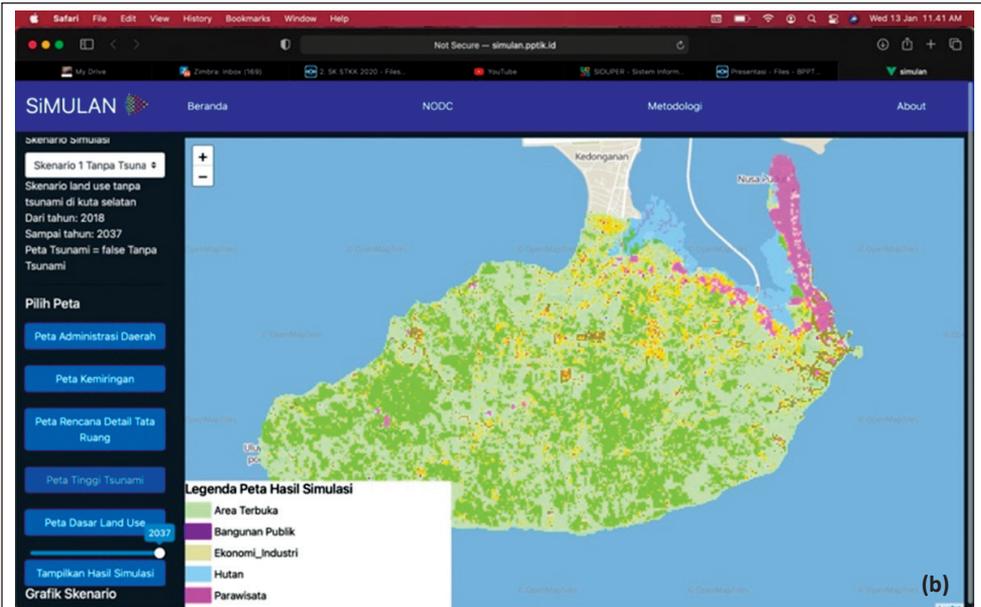
potensi perkembangan perubahan guna lahan serta menentukan *neighbourhood filter* dan *constraint variable*. Aturan transisi akan dapat menentukan bagaimana suatu simulasi perubahan penggunaan lahan berjalan. Simulasi perubahan guna lahan ini menggunakan perangkat LanduseSim [11]. LanduseSim merupakan aplikasi berbasis sel/raster yang dapat membantu perencana kota untuk memahami dinamika pola ruang dengan cara yang lebih mudah, terutama membantu mensimulasikan dinamika pola ruang meliputi pembentukan dan pemekaran kota di masa yang akan datang atas dasar faktor-faktor yang memengaruhinya.

Prototipe simulasi perubahan guna lahan di daerah Kuta, Badung, Provinsi Bali, dengan dua skenario sebagai berikut.

- Skenario normal (dengan asumsi keadaan normal saat ini tanpa adanya bencana);
- Skenario dengan adanya tsunami.

Tiga gambar berikut merupakan contoh tangkapan layar aplikasi SIMULAN menggunakan data real kondisi tahun 2018, simulasi kondisi tahun 2037 dengan skenario tanpa tsunami, dan simulasi kondisi tahun 2037 dengan skenario terjadi tsunami.





Gambar 5(a). mengilustrasikan kondisi tutupan dan peruntukan lahan secara nyata pada tahun 2018. Kemudian, dengan menggunakan model perkembangan kota dan wilayah, dapat disimulasikan perubahan fungsi lahan pada tahun 2037 dengan asumsi kondisi normal yang dilustrasikan pada Gambar 5(b). Apabila potensi bahaya tsunami diperhitungkan dalam tata ruang, simulasi perubahan fungsi lahan pada tahun 2037 dapat dilihat pada Gambar 5(c).

Gambar 5. Sistem Simulasi Perubahan Guna Lahan [12]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deputi Bidang Koordinasi Pengembangan Wilayah dan Tata Ruang, paparan dalam FGD Kajian Kebutuhan Pascabencana (JITUPASNA), 5 Mei 2021.
- [2] Geospatial Media and Communications, “Global Geospatial Industry Outlook 2017.” [Online]. Available: <https://geospatialmedia.net/pdf/Industry-Outlook-report-2017.pdf>
- [3] G. L. Cozannet, dkk., “Space-based earth observations for disaster risk management,” *Surv Geophys*, vol. 41, pp. 1209–1235, Maret 2020, doi:10.1007/s10712-020-09586-5.
- [4] S. Yulianto, “Artificial intelligence from dummy,” Paparan pada acara Ngobrol Santai Reguler Wawasan Hidup (Ngosreg Wahid) PTPSW, 12 Februari 2020.
- [5] W. Kongko, “Penanganan kebencanaan menggunakan kecerdasan artifisial (PEKA) tsunami,” Paparan pada Diskusi Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial untuk Ketahanan Kebencanaan dan Ketahanan Pangan, Asdep Ketahanan Kebencanaan & Pemanfaatan Teknologi, Kemenko Bidang Perekonomian RI, 10 Februari 2021.
- [6] W. R. Tobler, “Cellular geography”, dalam *Philosophy in Geography*, S. Gale dan G. Olsson, Eds. Dordrecht, Netherlands: D. Reidel, 1979, pp. 379–386.
- [7] M. Batty, H. Couclelis, dan M. Eichen, “Urban systems as cellular automata,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 24, pp. 159-164, April 1997, doi: 10.1068/b240159.
- [8] K. C. Clarke, S. Hoppen, S., dan L. Gaydos., “A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area,” *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 24, pp. 247–261, Februari 1997, doi:10.1068/b240247.
- [9] X. Li dan A. G. O. Yeh, “Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS,” *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 14 pp. 131–152, Agustus 2010.
- [10] G. Engelen, S. Geertman, P. Smits, dan C. Wessels, “Dynamic GIS and strategic physical planning support: a practical application,” dalam *Geographical Information and Planning*. Berlin, Jerman: Springer, 1999, pp. 87–111.
- [11] N. A. Pratomoatmojo, “LanduseSim algorithm: Land use change modelling by means of cellular automata and geographic information system,” dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 202, No. 1, p. 012020, November 2018, IOP Publishing.
- [12] BPPT, “Sistem informasi simulasi spatial dinamik tata guna lahan (Simulan).” [Online]. Available: <http://simulan.bppt.go.id/>