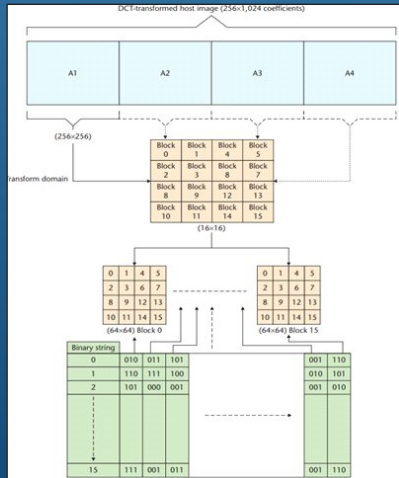




**BRIN**  
BADAN RISET  
DAN INOVASI NASIONAL

# TEKNOLOGI *WATERMARKING* UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN SIBER DI INDONESIA

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
BIDANG KEPAKARAN KEAMANAN SIBER  
(*CYBER SECURITY*)



OLEH:  
**DIDI ROSIYADI**

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

**TEKNOLOGI WATERMAKING UNTUK  
MENDUKUNG KEAMANAN SIBER  
DI INDONESIA**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**TEKNOLOGI WATERMARKING  
UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN SIBER  
DI INDONESIA**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET  
BIDANG KEAMANAN SIBER  
(*CYBER SECURITY*)**

OLEH:  
**DIDI ROSIYADI**

Reviewer:  
Prof. Hilman F. Pardede, S.T., M.Eng.  
Prof. Dr. Ana Hadiana  
Prof. Edy Tri Baskoro, M.Sc., Ph.D.

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Teknologi *Watermarking* untuk Mendukung Keamanan Siber di Indonesia/Didi Rosiyadi-  
Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

ix + 90 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-94-2 (*e-book*)

1. Teknik Informatika  
3. Gambar Digital




2. Keamanan Siber  
4. Teknologi *Watermarking*

004

*Copy editor* : Anton Winarko  
*Proofreader* : Rahma Hilma Taslima  
Penata Isi : Rahma Hilma Taslima  
Desainer Sampul : Rahma Hilma Taslima

Edisi pertama : Juli 2024



Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi  
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,  
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340  
Whatsapp: +62 811-1064-6770  
*E-mail*: penerbit@brin.go.id  
*Website*: penerbit.brin.go.id  
 PenerbitBRIN  
 @Penerbit\_BRIN  
 @penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS .....	1
PRAKATA PENGUKUHAN .....	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI <i>WATERMARKING</i> .....	13
A. Sejarah <i>Watermarking</i> .....	13
B. Riset <i>Digital Watermarking</i> .....	14
C. <i>Robust Digital Image Watermarking</i> .....	16
III. SIMULASI <i>ROBUST DIGITAL WATERMARKING</i> .....	35
IV. PELUANG, DAMPAK DAN TANTANGAN RISET KEAMANAN SIBER DI INDONESIA .....	45
V. KESIMPULAN .....	49
VI. PENUTUP .....	53
UCAPAN TERIMA KASIH .....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	59
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	79

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses-Proses <i>Watermarking</i> .....	20
Gambar 2.2	Proses <i>Mapping</i> Inisialisasi .....	28
Gambar 2.3	<i>Pseudocode</i> Inisiasi Populasi .....	29
Gambar 2.4	<i>Pseudocode</i> Evaluasi .....	30
Gambar 2.5	<i>Pseudocode Roulette-Wheel</i> .....	31
Gambar 2.6	<i>Pseudocode Tahap Crossover</i> .....	33
Gambar 2.7	<i>Pseudocode Tahap Mutasi</i> .....	34
Gambar 3.1	Hasil Proses <i>Watermarking</i> .....	35
Gambar 3.2	Histori Konvergensi.....	37
Gambar 3.3	Gambar Ter-watermark dengan Serangan <i>Cropping on Right-half with Replacement</i> Sampai dengan <i>Rotation 25</i> .....	39
Gambar 3.4	<i>Watermark</i> Terekstraksi dengan Serangan <i>Cropping on Right-half with Replacement</i> Sampai dengan <i>Rotation 25 Attack</i> .....	40
Gambar 3.5	Sembilan Belas Serangan .....	41



Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai <i>Correlation Coefficient</i> pada Masing-Masing Area ..	42
Tabel 3.2 Level Klasifikasi Resistansi.....	43

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## BIODATA RINGKAS



Didi Rosiyadi, lahir di Jember pada 14 April 1975, adalah anak kedua dari Bapak Kapten Art. (Purn) Endi Soeherman dan Ibu Epon Suryani. Menikah dengan Tety Haryani dan dikaruniai 3 (tiga) orang anak, yaitu Sersan Taruna AAU Ilham Rizky Rahadyan, Filia Tsabita Rahadyan, dan Idran Rizky Rahadyan.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 2/M Tahun 2023 tanggal 9 Januari 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai tanggal 25 Januari 2023.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 170/I/HK/2024 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor riset, yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan sekolah dasar di SDN Sadang II (Purwakarta-Jawa Barat) tahun 1987, sekolah menengah pertama di SMPN 2 Purwakarta (Jawa Barat) tahun 1990, sekolah menengah atas di SMAN 3 Tasikmalaya (Jawa Barat) tahun 1993. Memperoleh gelar Sarjana Komputer dari STMIK Bandung tahun 1997, kemudian menempuh pascasarjana S-2 Ilmu Komputer dari Universitas Gadjah Mada, lulus tahun 2003; dan pascasarjana

S-3 bidang Ilmu Komputer dari National Taiwan University of Science and Technology (NTUST), lulus tahun 2013.

Mengikuti beberapa kegiatan ilmiah yang terkait dengan bidang kompetensinya, yaitu pembicara pada *workshop* di bidang *e-tourism* dan *e-learning* tahun 2007 dan 2008 di Islamic University of Technology (IUT) Bangladesh, Winter School Information Retrieval di Padua University, Italia tahun 2013; Program Riset di CERN, Swiss bidang Software Engineering, tahun 2014; presenter The Indonesian-American Kavli Frontiers of Science symposium di Ambon, Indonesia tahun 2017; presenter Forum Asean IVO di bidang keamanan siber di Brunei Darussalam pada tahun 2017; Staff Mobility program bidang informatika di Zagreb University, Croatia tahun 2019; inisiasi riset bidang ilmu komputer di King Mongkut University of Technology Thonburi (KMUTT), Thailand tahun 2019; program riset bidang *watermarking* di NTUST tahun 2013, 2015, 2018, dan 2022.

Jabatan fungsional peneliti di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tahun 2005–2020 dan bergabung menjadi periset BRIN sejak tahun 2021 sampai saat ini. Pernah memperoleh penugasan sebagai Koordinator Kelompok Penelitian Keamanan Data di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tahun 2019–2021, Plt. Kepala Pusat Riset Informatika BRIN, Oktober 2021–Februari 2022 dan Plt. Direktur Pengukuran dan Indikator Riset, Teknologi dan Inovasi, BRIN, Maret–Desember 2022.

Menghasilkan 88 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku (4 bagian buku internasional, 1 buku nasional), jurnal (6 KTI pada

jurnal terindeks global dan 29 KTI pada jurnal nasional), dan prosiding (26 *paper* pada prosiding internasional, 15 *paper* pada prosiding nasional), serta 5 hak cipta dan 2 paten terdaftar. Sebanyak 52 KTI ditulis dalam bahasa Inggris.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing *postdoctoral* di BRIN tahun 2023; pembimbing mahasiswa S-2 pada Universitas Nusa Mandiri (UNM) dan Unikom tahun 2016–2021; pembimbing D-3 dan S-1 di STMIK Bandung dan STMIK CIC Cirebon tahun 1998–2001; asisten dosen di STMIK Bandung pada tahun 1996–1997, dosen pada beberapa universitas bidang informatika dan komputer, yaitu di Universitas Bina Sarana Informatika (UBSI), Universitas Nusa Mandiri (UNM), Universitas Komputer Indonesia (Unikom), Universitas Padjadjaran (UNPAD), Universitas Veteran Negeri Jakarta (UPN Jakarta), Universitas Sebelas Maret (UNS), dan Universitas Sriwijaya (Unsri).

Aktif dalam berbagai organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai Ketua Asosiasi Pendidikan Tinggi Informatika dan Komputer Prov. DKI Jakarta (APTIKOM) (2021–sekarang) dan menjadi anggota di Himpunan Peneliti Indonesia/Persatuan Periset Indonesia (HIMPENINDO/PPI) (2015–sekarang).

Berpartisipasi dalam beberapa kegiatan Internasional, yaitu sebagai *reviewer* *Jurnal Internasional Multimedia Tools and Applications (MTAP)*, *Journal of Information Security and Applications*, *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, *International Journal of Adhoc and Ubiquitous Computing (IJAHUC)*, *IEEE MultiMedia*; *chief editor*, editor dan *reviewer* beberapa jurnal nasional seperti *Jurnal Inkom LIPI*, *Jurnal Siosioteknologi ITB*, *jurnal Pilar Nusa Mandiri*, *Jurnal*

*Informatika* UBSI, *Indo-JC* Telkom University, *Journal of Information Technology and Computer Science*, dan sebagainya. *Chairman*, *scientific committee*, dan *reviewer* pada konferensi internasional diantaranya IC3INA, ICRAMET, NISS 2022, ICE3IS, ICAISD, dan lain-lain.

Memperoleh penghargaan dan *grant* dari berbagai institusi dalam dan luar negeri, yaitu masuk pada 108+ Innovator Indonesia pada tahun 2016; Islamic Development Bank (IDB) pada tahun 2017 dan 2018; Ministry of Education (MOE) Taiwan pada tahun 2015; Program Riset Pro Kemenristekdikti pada tahun 2013, 2014, 2016, dan 2018; Grant LIPI pada tahun 2019; Asean Ivo pada tahun 2017; National Science Foundation (NSF) pada tahun 2017; European Grant pada tahun 2013 dan 2019; serta Program Pendanaan Pembicara Ilmiah Utama Internasional BRIN pada tahun 2022.

## PRAKATA PENGUKUHAN

*Bismillahirrahmanirrahim.*

*Assalaamu'alaikum warahmatullahi wabarakaatuh.*

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia, dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 17 Juli 2024, menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“TEKNOLOGI WATERMARKING UNTUK MENDUKUNG KEAMANAN SIBER DI INDONESIA”

Pada orasi ini akan disampaikan *state of the art* tentang perkembangan, peluang, dan tantangan penelitian keamanan siber berkaitan dengan teknologi *watermarking*. Penemuan-penemuan tersebut dapat berkontribusi dalam meningkatkan kekuatan (*robustness*) suatu data gambar digital dengan menggunakan kombinasi metode *discrete cosine transform* (DCT) dan *singular values decomposition* (SVD) dengan



dilanjutkan penggunaan salah satu algoritma *metaheuristic* yaitu algoritma genetik (*genetic algorithm*).

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang penggunaan teknologi *watermarking* dalam memaksimalkan kekuatan suatu data gambar digital. Dengan demikian, langkah dan strategi serta mitigasi yang akurat dapat dihasilkan sehingga kebijakan-kebijakan sektoral di Indonesia juga menjadi tepat sasaran dalam mengantisipasi dampak makin masif dan makin bervariasinya tindakan kriminal di dunia siber sebagai ancaman serius pada data-data penting pribadi, lembaga ataupun institusi di Indonesia.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi informasi merupakan suatu hal utama dalam menunjang semua aktivitas yang dilakukan oleh perorangan, masyarakat, dan organisasi atau lembaga. Dalam penerapan teknologi Informasi tersebut tentunya akan digunakan internet sebagai media transmisi data dari suatu perangkat teknologi informasi ke perangkat lainnya. Data yang ditransmisikan beragam, yaitu data pemerintahan berbasis elektronik (*e-government*) (Rosiyadi et al., 2007), data kesehatan berbasis elektronik (*e-health*), dan data penting lainnya. Data merupakan bahan mentah dari informasi yang dipersamakan sebagai kelompok teratur simbol-simbol yang mewakili kualitas, tindakan, benda dan sebagainya, sedangkan informasi adalah data yang telah diolah menjadi bentuk yang berguna bagi penerimanya dan nyata, berupa nilai yang dapat dipahami di dalam keputusan sekarang ataupun masa depan (Rosiyadi, 2017)

Pada proses transmisi data menggunakan internet haruslah diperhatikan mengenai pengamanannya dari berbagai tindak kriminal di dunia siber (*cybercrime*), yakni pencurian data, pengopian ilegal, data *phishing*, pemalsuan data, akses ilegal, dan tindakan kriminal siber lainnya. Oleh karena itu, data pemerintahan berbasis elektronik (*e-government*) (Rosiyadi, et al., 2012), data kesehatan berbasis elektronik (*e-health*), dan data digital lainnya harus dilindungi dari berbagai ancaman dan serangan siber sehingga privasi, autentikasi, dan hak cipta datanya terjaga. Sebagai salah satu solusi dalam melindungi data penting *e-government* dan *e-health* dari tindak kriminal di

dunia siber tersebut, pada orasi ini disampaikan peran teknologi *watermarking* dalam menunjang keamanan siber di Indonesia melalui penelitian yang dilakukan.

Penelitian Rosiyadi, et al. (2012) memberikan kontribusi dalam melindungi hak cipta (*copyright*) dokumen *e-government* dari beragam serangan siber dengan menggunakan kombinasi metode *discrete cosine transform* (DCT) dan metode *singular value decomposition* (SVD) dengan optimisasi menggunakan algoritma genetik (*genetic algorithm*) dalam menghasilkan algoritma yang lebih kuat (*robust*). Melalui Horng et al. (2013), penelitian tersebut ditingkatkan performanya dengan menambahkan metode *blind* yang lebih mudah dalam penerapannya di dunia nyata karena tidak memerlukan gambar dokumen *e-government* asli dalam proses ekstraksi. Kelanjutan dari penelitian-penelitian ini adalah studi Horng et al. (2014), yang meningkatkan sensitivitas algoritma yang sudah ada dengan menggunakan metode penyamaran pencahayaan (*luminance masking*) yang merupakan bagian dari model sistem visual manusia (*human visual system*). Kemudian penelitian Nuryani & Rosiyadi (2007), Rosiyadi et al. (2007), dan Rosiyadi et al. (2008) menjadi dasar dalam pemilihan studi kasus *e-government* yang merupakan data yang rentan terhadap serangan di dunia siber.

Berkaitan dengan data penting lain yang harus dilindungi, yaitu data kesehatan berbasis elektronik (*e-health*), penelitian Fauzi et al. (2018) dan Handito et al. (2018), memberikan kontribusi dalam autentikasi data kesehatan dengan menanamkan tanda air (*watermark*) berbasis kombinasi metode DCT dan *discrete wavelet transform* (DWT) dengan

optimasinya menggunakan algoritma genetik dan *particle swarm optimization* (PSO). Selanjutnya pada masa Covid-19, riset tersebut berkontribusi dalam autentikasi infografis yang akan menjadi acuan masyarakat dalam memahami secara baik informasi tentang Covid-19. Riset itu menggunakan kombinasi metode DCT-SVD dengan memanfaatkan *blockchain* (Sidiq et al., 2022). Pada *e-health* ini terdapat tantangan dalam verifikasi autentikasi dan integritas data penting pada gambar digital medis. Berkaitan hal ini, dilakukan riset menggunakan teknologi *watermarking* yang mengombinasikan teknik *fast curvelet transform* (FCT) dan SVD untuk mengatasi masalah autentikasi dan verifikasi integritas gambar medis pada aplikasi *e-health* (Hassan et al., 2019).

Selain itu, seiring maraknya penggunaan teknologi informasi, yang kemungkinan akan berdampak pada makin banyak dan bervariasinya serangan di dunia siber, dalam menghasilkan suatu metode *watermarking* yang lebih kuat dan mengimbangi masifnya tindak kriminal tersebut, dilakukanlah penelitian *watermarking* yang dikombinasikan dengan berbagai teknologi yang berkembang, seperti enkripsi, *blockchain*, dan kecerdasan artifisial. Hal ini tentulah menjadi tantangan bagi para peneliti keamanan siber untuk masa mendatang.

Penelitian *digital watermarking* yang dikombinasikan dengan *blockchain* dan metode lainnya tersebut sudah dimulai dengan penelitian Basuki et al. (2021). Penelitian mengenai *digital image watermarking* berbasis *blockchain* memungkinkan penanaman *watermark* yang dapat dilacak dan transparan untuk menjaga keaslian atau bukti kepemilikan dari suatu data digital (*digital data*). Meskipun demikian, buku besar publik *blockchain* tidak

cocok untuk aplikasi yang berkaitan privasi seperti untuk catatan kesehatan pribadi atau transaksi gambar digital. Oleh karena itu, digunakan *fully homomorphic encryption* (FHE) untuk menjaga privasi pengguna selama penanaman *watermark* dengan tetap mempertahankan ketertelusuran *watermark* menggunakan *smart contract blockchain*. Setelah dievaluasi, kelayakan FHE menggunakan *watermarking* berbasis SVD. Kemudian penelitian ini dilanjutkan oleh Basuki, Setiawan, & Rosiyadi (2022), yaitu dengan melakukan efisiensi metode enkripsi FHE-Brakerski Fan Vercauteren (BFV) yang memungkinkan untuk melakukan komputasi aritmetika melalui data terenkripsi dalam menjaga privasi data pada domain komputasi yang tidak tepercaya. Namun, komputasi FHE berbasis BFV membutuhkan memori yang besar sehingga tidak sesuai untuk komputasi gambar beresolusi tinggi seperti *watermarking*. Oleh karena itu, diusulkan pendekatan dekomposisi vektor berdasarkan produk Hadamard yang memungkinkan untuk dapat menghemat memori pada gambar berukuran besar. Metode ini menggunakan *watermarking* berbasis SVD.

Sebagai gambaran teknis, dari penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan skema *robust digital watermarking* bahwa skema ini merupakan kombinasi antara metode DCT dan SVD kemudian dioptimasi dengan *genetic algorithm* (GA). Langkah-langkah utamanya adalah menerapkan DCT ke gambar *host* dan gunakan metode *scale filling curve* (SFC) zig-zag pada koefisien DCT. Koefisien DCT secara zig-zag dipetakan menjadi empat area dengan frekuensi yang berbeda dalam bentuk persegi panjang. Kemudian, diterapkan operasi SVD ke setiap area, dan gambar *host* akan dimodifikasi oleh *the left singular vector* (LSV) serta *singular value* (SV) dari tanda air

(*watermark*) yang ditransformasikan DCT untuk meng-embed-kan *watermark*. LSV dan nilai SV digunakan sebagai parameter kontrol untuk menghindari masalah *false positive*. Setiap area dioptimalkan nilai *scaling factor* (SF)-nya menggunakan GA dengan nilai rata-rata SV *watermark*. SF disimulasikan oleh kromosom dan digunakan beberapa operator pengoptimalan GA. Setelah memetakan kembali setiap koefisien DCT yang dimodifikasi kembali ke posisi semula, inversi DCT yang diusulkan menghasilkan *watermarked image* (gambar yang diberi *watermark*). Simulasi menunjukkan bahwa kualitas gambar dapat ditingkatkan dengan DCT-SVD dan GA yang *robust* terhadap beberapa jenis serangan. Pengukuran kualitas gambar orisinal (*imperceptibility quality*) dapat dilihat dari nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR) dan kualitas *watermark* dicerminkan dengan pencapaian nilai *normalize correlation coefficient* (NCC).

Selain dari publikasi yang dihasilkan dan menjadi alternatif solusi untuk keamanan siber, juga dihasilkan invensi berupa paten (Lestriandoko & Rosiyadi, 2016). Invensi ini berhubungan dengan metode untuk melindungi gambar digital terhadap perubahan-perubahan ilegal, khususnya metode untuk menanamkan tanda-tangan digital ke dalam gambar digital dengan memanfaatkan modifikasi *histogram* dan *virtual border* untuk autentikasi.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI *WATERMARKING*

Dengan makin maraknya kejadian kriminal siber di Indonesia, diperlukan solusi untuk menanggulangi permasalahan ini. Salah satunya adalah melalui riset berkaitan dengan keamanan siber berbasis penandaan air secara digital (*digital watermarking*).

### A. Sejarah *Watermarking*

*Watermarking* muncul pada sekitar abad ke-13 di suatu pabrik kertas di Fabriano, Italia. Proses *watermarking* yang dilakukan saat itu adalah membuat kertas yang dibubuhi *watermark* dengan cara menekan bentuk cetakan gambar atau tulisan pada kertas yang baru setengah jadi. Selanjutnya, kertas tersebut dikeringkan maka terbentuklah suatu kertas yang ber-*watermark*. Kertas ini biasa digunakan sastrawan atau seniman untuk menulis karya mereka dan kertas yang sudah dibubuhi *watermark* tersebut sekaligus dijadikan identifikasi bahwa karya seni di atasnya adalah milik mereka (Kobayashi, 1997).

Ide *watermarking* pada data digital (sehingga disebut *digital watermarking*) dikembangkan di Jepang pada tahun 1990 dan di Swiss tahun 1993. *Digital watermarking* makin berkembang seiring dengan makin meluasnya penggunaan internet. *Digital watermarking* adalah suatu proses menyisipkan atau menanamkan data atau *watermark* ke dalam suatu *host data*. Data *digital watermarking* berupa teks, gambar, audio dan video. *Digital watermarking* mempunyai dua proses utama,



yaitu proses *embedding* dan proses ekstraksi (Petitcolas et al., 1999).

## **B. Riset *Digital Watermarking***

Dalam mendukung keamanan siber di Indonesia, dilakukan riset berkaitan *digital watermarking* sebagai alternatif pemecahan masalah terhadap tindakan kriminal di dunia siber untuk data penting atau krusial seperti pada institusi pemerintahan, kesehatan, perbankan, kepolisian, militer, kependudukan, perbankan dan institusi lainnya. Berkaitan dengan keamanan siber pada pemerintahan maka melalui Rosiyadi, et al. (2012) dilakukan perlindungan terhadap hak cipta dokumen *e-government* melalui penggunaan skema *digital image watermarking* berbasis kombinasi SVD dan DCT dan dioptimasi dengan algoritma genetik. Dengan adanya algoritma ini, performa dan resistansi dokumen *e-government* yang ditransmisikan melalui *internet* relatif dapat lebih meningkat dalam menghadapi berbagai serangan siber. Selanjutnya, untuk lebih memudahkan penerapan algoritma pada dokumen *e-government* di dunia nyata, Horng et al. (2013) menambahkan skema *blind* yang tidak memerlukan gambar *host* dalam proses ekstraksi. Kemudian pada Horng et al. (2014) diterapkan suatu metode penyamaran dokumen *e-government* agar tidak dapat dikenali oleh para penyerang dengan menggunakan model penyamaran pencahayaan yang merupakan bagian dari sistem visual manusia. Metode ini nantinya diimplementasikan dalam meningkatkan sensitivitas dari data yang akan dilindungi.

Peran teknologi *watermarking* juga digunakan pada bidang kesehatan berupa perlindungan infografis Covid-19 berbasis

*blockchain* dengan kombinasi DCT-SVD *watermarking* (Sidiq et al. 2022). Infografis merupakan media yang paling disukai karena dapat menyampaikan informasi yang kompleks secara sederhana, tetapi mudah dipahami oleh masyarakat. Infografis tersebut dapat mengajarkan masyarakat tentang pengetahuan umum terkait Covid-19 hingga detail teknis, seperti cara memakai masker yang benar. Namun, fenomena tersebut menyebabkan beredarnya infografis Covid-19 secara besar-besaran ke publik. Sejumlah agensi dan media telah mengeluarkan versi infografik Covid-19 yang berbeda-beda. Meskipun ini mungkin pertanda baik, hal ini memiliki potensi ancaman dalam menjamin keakuratan dan kebenaran infografis. Selain itu, masyarakat masih tidak menyadari kredibilitas sumber informasi, apakah berita itu benar atau tidak. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan riset dalam menjamin validitas dan autentikasi infografis tersebut. Dari riset ini didefinisikan tiga kemungkinan tindakan yang dapat diambil oleh pemerintah sebagai berikut menyediakan sistem autentikasi tepercaya untuk menangani registrasi infografis, menyediakan sistem autentikasi intrinsik menggunakan *watermarking*, dan menyediakan layanan untuk memverifikasi validitas infografis.

Pada bidang kesehatan ini, dilakukan riset juga oleh Fauzi et al. (2018) mengenai perlindungan citra medis menggunakan DWT-DCT berbasis *particle swarm optimization* (PSO) dan perlindungan citra medis menggunakan DWT-DCT berbasis GA (Handito et al., 2018). Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dalam citra medis, yaitu autentifikasi kepemilikan dan keaslian citra digital. Sementara itu, citra digital sendiri rentan terhadap manipulasi yang terjadi. Selain itu, kepemilikan dari citra digital seorang pasien sendiri dapat tertukar, baik secara sengaja

maupun tidak sengaja. Permasalahan tersebut dapat merugikan bagi seorang pasien. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu melindungi kepemilikan citra medis dan perlindungan rekam medis yang tangguh. Sistem itu sendiri menggunakan teknik *watermarking* untuk melindungi citra digital dengan menyisipkan informasi di dalamnya. Penerapan teknologi watermarking menggunakan kombinasi teknik *fast curvelet transform* (FCT) dan SVD untuk mengatasi masalah autentikasi dan verifikasi integritas gambar medis pada aplikasi *e-health*. Selanjutnya, hasil riset menunjukkan bahwa tingkat *robustness*, *imperceptibility*, dan keamanan yang diperoleh cukup tinggi untuk gambar medis (Hassan et al., 2019).

### C. Robust Digital Image Watermarking

Kontribusi utama dari penelitian *robust digital watermarking* adalah penggunaan metode DCT-SVD dan GA. DCT merupakan suatu teknik yang mengubah sinyal ke dalam komponen frekuensi dasar (Watson, 1994; Yuliani & Rosiyadi, 2015). Transformasi DCT 2D untuk mengonversi signal  $f(x, y)$  ke dalam domain frekuensi dinyatakan pada persamaan (2.1).

$$c(r, s) = \alpha(r) \cdot \alpha(s) \sum_{x,y=0}^{N-1} \left\{ f(x, y) \cdot \cos \cos \left[ \frac{(2x+1)\pi r}{2N} \right] \cdot \cos \cos \left[ \frac{(2y+1)\pi s}{2N} \right] \right\}. \quad (2.1)$$

Kemudian, inversi DCT pada persamaan (2.2).

$$f(x, y) = \sum_{x,y=0}^{N-1} \Sigma \left\{ \alpha(r) \cdot \alpha(s) \cdot c(r, s) \cdot \cos \cos \left[ \frac{(2x + 1)r\pi}{2N} \right] \cdot \cos \cos \left[ \frac{(2y + 1)s\pi}{2N} \right] \right\}. \quad (2.2)$$

Pada aljabar linear, SVD adalah faktorisasi penting dalam matriks yang kompleks dan ini dapat diterapkan pada banyak aplikasi dalam signal processing dan statistik (Horng et al., 2014; Lu et al., 2007). Ruang barisnya adalah  $r$ -dimensional (inside  $\mathbf{R}^n$ ) dan ruang kolomnya juga  $r$ -dimensional (inside  $\mathbf{R}^m$ ). Pada penelitian ini dipilih basis *orthonormal* khusus  $\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_r$  untuk ruang baris dan  $\mathbf{u}_1, \dots, \mathbf{u}_r$  untuk ruang kolom. Pada basis keduanya, masing masing  $A\mathbf{v}_1$  adalah ke arah  $\mathbf{u}_1$ . Apabila menggunakan  $S^{-1}AS$ , kita akan mendiagonalisasi matriks  $A$  menggunakan SVD melalui persamaan. (2.3) sampai (2.5).

$$A\mathbf{v}_i = \sigma_i \mathbf{u}_i, \quad (2.3)$$

$$AV = U \Sigma, \quad (2.4)$$

atau

$$A = U \Sigma V^T. \quad (2.5)$$

Di sini,  $U$  dan  $V$  adalah *unitary (orthogonal)*,  $\Sigma$  adalah SV  $A$ . Sementara itu,  $\Sigma = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$ .  $m$  adalah urutan matriks  $A$  sehingga  $A = U_1 \cdot \lambda_1 \cdot V_1 + \dots + U_m \cdot \lambda_m \cdot V_m$

Selanjutnya, studi ini berbasis algoritma genetik, yaitu suatu teknik optimasi yang menyimulasikan fenomena evolusi alami (Handito et al, 2018; Rosiyadi et al., 2012). Ada empat tahapan

utama algoritma genetik, yaitu inisialisasi (*initialization*), evaluasi (*evaluation*), seleksi (*selection*), dan rekombinasi (*recombination*).

Tahapan inisialisasi mencakup pembuatan dan inisiasi populasi kromosom. Tahapan evaluasi adalah untuk mengevaluasi *fitness value* masing-masing kromosom dalam populasi. Tahap seleksi adalah menyeleksi kromosom induk untuk operasi genetik, seperti mutasi dan *crossover*. Program GA diulang untuk membuat sepasang kromosom pada reproduksi dalam tahap seleksi. Kemudian, tahap rekombinasi digunakan untuk menghasilkan (*generate*) *offspring* dari kromosom-kromosom tersebut.

Selanjutnya, diterapkan DCT ke gambar *host* dan digunakan metode *scale filling curve* (SFC) *zigzag* pada koefisien DCT. Koefisien DCT secara *zig-zag* dipetakan menjadi empat area dengan frekuensi yang berbeda dalam bentuk persegi panjang. SFC adalah pemindaian berkelanjutan yang melintasi setiap piksel gambar tepat satu kali (Feng et al., 2006). Setelah pemindaian, dihasilkan urutan piksel yang diproses seperti yang diperlukan oleh aplikasi tertentu untuk mendapatkan gambar yang dibutuhkan.

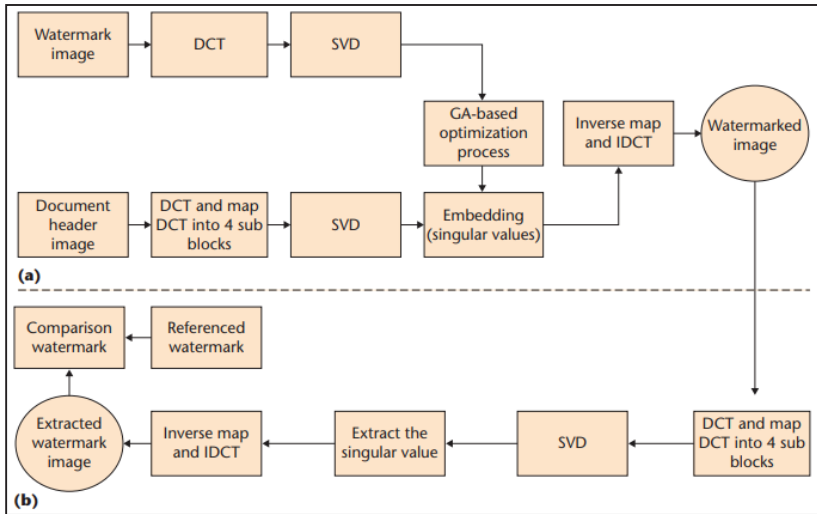
Ada beberapa tipe SFC, seperti *raster*, *zigzag*, *hilbert*, *moore*, dan sebagainya; khususnya untuk kurva *zigzag*. Kurva *zigzag* melintasi dan memindai gambar pada diagonal utama terdekat dan biasanya digunakan dalam area kompresi data.

Digunakan skema *watermarking* DCT-SVD berbasis GA untuk menemukan optimisasi *scaling factor* dari gambar *watermark* untuk data gambar digital berupa gambar dokumen *e-government* menggunakan segi empat (Sverdllov et al., 2004).

Kemudian dipetakan koefisien DCT ke bentuk persegi panjang (Horng, et al., 2013; Rosiyadi, et al., 2012).

Kelebihan dari teknik kombinasi DCT-SVD adalah ia resistan terhadap berbagai serangan dan dapat meningkatkan performa (*performance*), keamanan (*security*), dan kekokohan (*robustness*) gambar dokumen (Rosiyadi et al., 2012; Sverdllov et al., 2004). SVD digunakan karena mempunyai beberapa kelebihan. Pertama, SV gambar mempunyai stabilitas yang bagus, yang artinya ada sedikit gangguan pada gambar tidak akan memengaruhi SV secara signifikan. Kedua, ukuran matriks transformasi sistem SVD bersifat dinamis dan yang terpenting ukuran matriks transformasi ini dapat diterapkan dalam bentuk persegi ataupun persegi panjang. Ketiga, SV mempunyai properti intrinsik gambar aljabar (Chang et al., 2005; Prasetyo, Rosiyadi, & Setiawan, 2019).

Selanjutnya, dilakukan proses optimasi dengan menggunakan GA untuk menemukan optimasi SF gambar *watermark* pada teknik DCT-SVD. Pada riset terdahulu, belum ada yang menggunakan metode ini. Kinerja GA bersifat empiris dan biasanya memerlukan verifikasi statistik. Diagram blok dari teknik yang diusulkan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Keterangan: (a) *Watermark Embedding* dan (b) *Watermark Extraction*

**Gambar 2.1** Proses-Proses *Watermarking*

### 1. Proses *Watermark Embedding*

Proses menanamkan watermark (*watermark embedding*) merupakan proses pertama dari *digital watermarking*. Tahapan proses ini adalah sebagai berikut.

- 1) Terapkan DCT pada seluruh piksel gambar host  $I$ .

$$I_d = dct(I), \tag{2.6}$$

dengan  $I_d$  adalah DCT-transformed gambar *host*  $I$  dan berisi baris  $r$  dan kolom  $c$ .

- 2) Pindai koefisien DCT dalam empat area berurutan secara zig-zag, yaitu A1, A2, A3, dan A4:

$$t = \text{zigzag}(I_d). \quad (2.7)$$

- a) Cari  $l_h$  yang merupakan panjang gambar *host* yang sudah ditransformasi dengan DCT,

$$l_h = r \times c. \quad (2.8)$$

- b) Cari  $l$  yang merupakan panjang gambar *host* yang sudah ditransformasi DCT pada masing masing area,

$$l_{\square} = l/4. \quad (2.9)$$

- c)  $I_d^j$  adalah suatu *array* disimpan pada semua koefisien DCT dari DCT-transformed gambar *host* pada setiap area.

$$I_d^j = \text{convert\_two}(t(l(j-1)+1:(j \times l))). \quad (2.10)$$

Dalam hal ini,  $t$  dihasilkan dari persamaan (2.7), *convert\_two* adalah sebuah fungsi dikonversi dari *array* satu dimensi  $t$  ke dalam *array* dua dimensi dengan ukuran  $r \times \frac{c}{4}$ , dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 3) Terapkan operasi SVD pada  $I_d^j I_d^{jT}$  untuk semua area.

$$I_d^j = U_d^j S_d^j V_d^{jT}, \quad (2.11)$$

dengan  $U_d^j S_d^j V_d^{jT} = \text{svd}(I_d^j)$  dan  $j=1, 2, 3, 4$ .



- 4) Terapkan operasi SVD pada  $dct(W)$  untuk menghasilkan DCT-transformed gambar *watermark*.

$$W_d = U_{w_d} S_{w_d} V_{w_d}^T, \quad (2.12)$$

dengan  $U_{w_d} S_{w_d} V_{w_d}^T = svd(dct(W))$ . Selanjutnya, langkah-langkah berikut adalah untuk menyisipkan *watermark* pada setiap area.

- 5) Kalikan *parameter control* gambar *watermark*,

$$I_{w_d} = U_{w_d} S_{w_d}. \quad (2.13)$$

- 6) Modifikasi SV DCT *transformed* gambar *host* pada setiap area dengan kontrol parameter DCT-transformed gambar *watermark*,  $j=1, 2, 3, 4$ :

$$S_d^j = \alpha_j I_{w_d} + S_d^j. \quad (2.14)$$

- 7) Untuk setiap area, pertimbangkan nilai optimal *scaling factor*  $\alpha$  menggunakan GA dengan *mean SV watermark*:

$$\alpha = OptimizationGA(Avg\lambda_w, li, ui), \quad (2.15)$$

dengan  $Avg\lambda_w = mean(\lambda_w)$  adalah rata-rata *singular values*  $S_{w_d}$ ,  $li$  adalah *minimum scaling factor*, dan  $ui$  adalah *maximum scaling factor*.

- 8) Hasilkan *modified DCT coefficients* di tiap area,  $j = 1, 2, 3, 4$ :

$$I'_d{}^j = U_d^j S_d{}^{j,j} V_d{}^{jT}. \quad (2.16)$$

- 9) Modifikasi koefisien kembali pada posisi orisinalnya.

$$IM_d^j = \text{dezigzag}(I'_d{}^j), \quad (2.17)$$

dengan *dezigzag* adalah operasi inversi *zigzag* dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 10) Terapkan IDCT pada  $IM_d^j$ ,  $j=1, 2, 3, 4$ , yang dihitung pada persamaan (2.17) untuk menghasilkan *watermarked image*.

## 2. Proses *Watermark Extraction*

Setelah dilakukan proses menanamkan *watermark*, dilanjutkan proses ekstraksi *watermark* dengan tahapan sebagai berikut.

- 1) Terapkan DCT pada *watermarked image*:

$$I'_d = \text{dct}(I'), \quad (2.18)$$

dengan  $I'_d$  berisi baris  $r'$  dan kolom  $c'$ .

- 2) Pindai koefisien DCT pada 4 area A1, A2, A3, dan A4 dalam *zigzag manner*,

$$t = \text{zigzag}(I'_d). \quad (2.19)$$

- a) Hitung  $l'_h$  yang merupakan Panjang DCT-transformed host image,

$$l'_h = r' \times c'. \quad (2.20)$$

- b) Hitung  $l'$  yang merupakan DCT-transformed host image pada masing-masing area,

$$l' = \frac{(l'_h)}{4}. \quad (2.21)$$

- c) Hitung  $I_d^{ij}$  yang merupakan suatu array untuk menyimpan semua koefisien DCT pada DCT-transformed gambar host dalam setiap area,

$$I_d^{ij} = t(l'(j-1) + 1: (j \times l')), \quad (2.22)$$

dengan  $t$  dihasilkan dari persamaan (2.19) dan *convert\_two* adalah suatu fungsi untuk mengonversi array satu dimensi  $t$  ke dalam suatu array dua dimensi dengan

ukuran  $r' \times \frac{c'}{4}$ , dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 3) Terapkan operasi SVD pada  $I_d^{ij}$  untuk setiap area,

$$I_d^{ij} = U_d^{ij} S_d^{ij} V_d^{ijT} \quad (2.23)$$

dengan  $U_d^{ij} S_d^{ij} V_d^{ijT} = \text{svd}(I_d^{ij})$  dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 4) Kurangi *the possibly distorted watermarked image* dalam setiap area dengan *the original transformed areas*,

$$I_d^{*j} = I_d^{ij} - I_d^j. \quad (2.24)$$

$I_d^j$  dihasilkan dari persamaan (2.11), sedangkan  $I_d^{*j}$  dihasilkan dari persamaan (2.23), dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 5) Hasilkan komponen *principal* terdistorsi untuk setiap area berdasarkan referensi Rosiyadi et al. (2012).

$$I_{w_d}^j = \frac{1}{\alpha_j} (U^T I_d^{*j} V). \quad (2.25)$$

$I_d^{*j}$  dihasilkan dari persamaan (2.24). Sementara itu,  $U^T$  dan  $V$  adalah *the left and right singular vectors* berbasis pada  $UU^T = U^T U = I_M$  dan  $VV^T = V^T V = I_N$ . Matriks *invers*  $U$  dan  $V$  adalah sama dengan matriks *transpose*-nya, seperti  $U^T = U^{-1}$  dan  $V^T = V^{-1}$ , dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 6) Buatlah koefisien DCT untuk 4-visual *watermarks*.

$$W_d^{*j} = I_{w_d}^j V_{w_d}^{jT}, \quad (2.26)$$

dengan  $I_{w_d}^j$  dihasilkan dari persamaan (2.25), sedangkan  $V_{w_d}^{jT} = V_{w_d}^T$  dihasilkan dari persamaan (2.12), dan  $j = 1, 2, 3, 4$ .

- 7) Terapkan IDCT untuk 4-visual *watermark*  $W_d^{*j}$ ,  $j = 1, 2, 3, 4$ .

### 3. Proses Optimisasi menggunakan GA

Mengacu pada Aslantas (2007), Horng et al. (2013), dan Rosiyadi et al. (2012); untuk menemukan *scaling factor*  $\alpha$  menggunakan GA dijelaskan pada persamaan (2.15).

#### a. Fungsi *Optimization GA*

Fungsi *optimization GA* dibuat untuk menemukan *scaling factor*  $\alpha$  berbasis *mean singular values*  $S_{w_d}$ ,  $li$ , dan  $ui$ , dengan  $li$  adalah *minimum scaling factor* dan  $ui$  adalah *maximum scaling factor*. Nilai interval bawah dan atas *scaling factor* untuk area 1 sampai 4 adalah -0.99 dan -0.01, 0.01 dan 0.99, 0.01 dan 0.99, serta 0.01 dan 0.99 secara berurutan<sup>1</sup>.

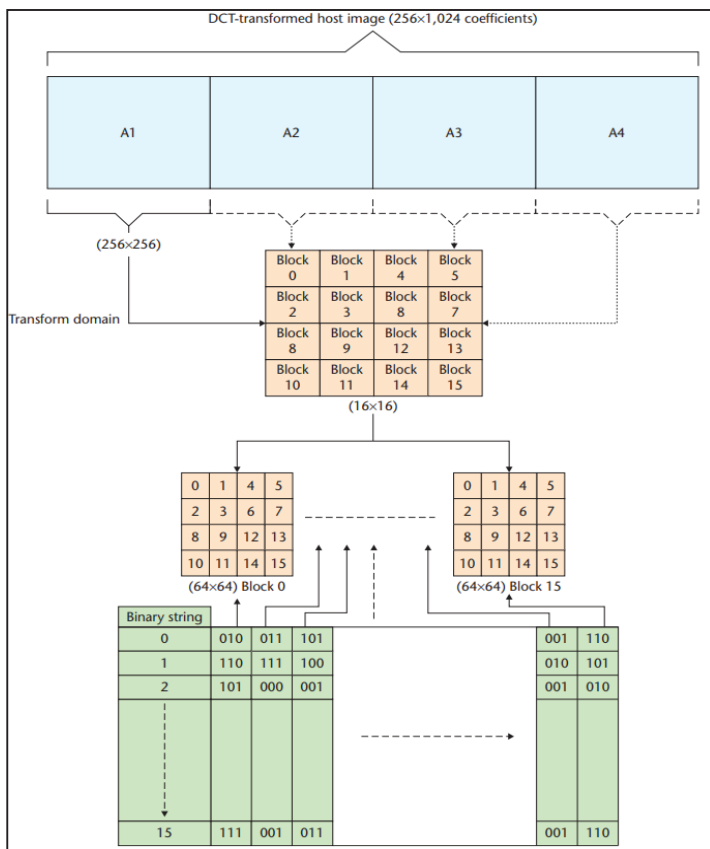
#### b. Inisialisasi

Proses inisialisasi adalah untuk membuat populasi kromosom dan untuk menginisiasi vector secara acak untuk kromosom dalam setiap blok. Gambar 2.2 mengilustrasikan proses *mapping inisialisasi* berdasarkan kromosom.

Berdasarkan Gambar 2.2, ada tiga tahapan utama sebagai berikut.

- 1) DCT-transformed gambar host berisi koefisien  $256 \times 1024$  yang dibagi ke dalam empat area persegi panjang A1, A2, A3, dan A4 dan masing-masing mempunyai koefisien 65.536 ( $256 \times 256$ ). Semua area akan didekomposisi kedalam 16 blok dan masing masing mempunyai koefisien 2D 4096 ( $64 \times 64$ ).

<sup>1</sup> Nilai-nilai interval ini dalam desimal. Alih-alih menggunakan tanda koma, di sini digunakan tanda titik sebagai pemisah desimal karena menyesuaikan dengan sintaksnya dalam pemrograman.



**Gambar 2.2** Proses *Mapping* Inisialisasi

- 2) Hitung nilai blok absolut dan urutkan dalam urutan yang meningkat dalam blok yang sesuai (satu dimensi). Hasil ini merupakan relasi gambar *host* antara dua koefisien (blok dan koefisien *string* biner) pada blok yang bersesuaian

untuk proses penyisipan *watermark* (Rosiyadi et al., 2012; Wang, 2004).

- 3) Petakan nilai koefisien dalam blok yang sesuai untuk *string binary* GA, yaitu masing-masing blok direpresentasikan melalui tiga bit karena mempunyai 16 bit sehingga total bit adalah 48 bit. Selanjutnya, secara random, 3 bit dalam masing-masing blok menghasilkan nilai acak kecuali nilai 000. Hasil yang didapatkan ada 8 nilai, yaitu 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, dan 111. Hasil pertama adalah 000 (atau 0 dalam format desimal) untuk mengindikasikan bahwa *watermark* tidak di-embed. Pada hasil kedua, didapatkan beberapa nilai dari 001 s.d. 111 (atau 1 sampai 7 dalam format desimal) dengan maksud bahwa *watermark* ditanamkan.

Populasi berisi NcPop kromosom dan masing-masing kromosom mempunyai sejumlah gen NumGen dan dihasilkan secara acak di awal. *Pseudo-code* untuk tahap inisiasi pada fungsi populasi ditampilkan pada Gambar 2.3.

```
Function Population
Input: NcPop, NumGen //NcPop is the number of chromosomes in the population
                //NumGen is the number of genes in a chromosome

Output: Population
{ //Generate NcPop chromosomes, each chromosome consists of NumGen genes and
  //each gene is a sequence of binary numbers.
  Population ← fix(2*rang(NcPop, NumGen)) // A set of chromosomes is randomly
                                          //generated for Population and it
                                          //consists of NcPop by NumGen. }
```

(a)

**Gambar 2.3** *Pseudocode* Inisiasi Populasi

### c. Evaluasi

Tahap evaluasi adalah tahap untuk mengevaluasi *fitness* semua kromosom dalam populasi. Nilai *fitness*  $f_i$  dapat dihitung melalui persamaan (2.27).

$$f_i = \frac{(\text{Chromosome}(i) \times \text{Avg}\lambda_w)^2}{1 - \text{Chromosome}(i)}, \quad (2.27)$$

dengan *Chromosome* ( $i$ ) adalah kromosom ke- $i$  dari populasi, sedangkan *Avg* $\lambda_w$  adalah rata-rata SV  $S_{w_d}$  dari *watermark*. Gambar 2.4 menampilkan *pseudo-codenya*.

```
Function fitness //To compute the fitness value  $f_i$  of Chromosome( $i$ )
Input: Chromosome( $i$ ), Avg  $\lambda_w$  //Chromosome( $i$ ) is the population's  $i$ th chromosome
//which consists of NcPop by NumGen
// Avg  $\lambda_w$  is the average of the watermark's SVs
Output: fitness value
{fitness ← (Chromosome( $i$ ) * Avg  $\lambda_w$ )^2 + (1/1 - Chromosome( $i$ )))}
(b)
```

**Gambar 2.4** Pseudocode Evaluasi

Setelah itu, metode *roulette-wheel* digunakan untuk *generate offspring*. Nilai *fitness* tertinggi generasi *parent* menghasilkan satu atau lebih *offspring*. Definisi metode *roulette-wheel* dapat mengacu algoritma genetik Bridge (2012) dan persamaannya dapat ditampilkan sebagai persamaan (2.28) berikut.



$$p_i = \begin{cases} i & \text{if } \frac{\sum_{j=1}^i f_j}{\sum_{j=1}^N f_j} > RN; \\ 1 & \text{Otherwise.} \end{cases} \quad (2.28)$$

$N$  adalah jumlah kromosom dalam populasi, dan  $f_j$  adalah *fitness value* kromosom  $j$  dalam populasi. Berbasis persamaan (2.28), dipilih kromosom  $I$  ke kromosom  $NcPop$  untuk *offspring*. Gambar 2.5 menampilkan *pseudo-code*-nya.

```

Function  $P_i$  //To select a chromosome's index for the roulette-wheel method
Input:  $NcPop, f_i$  // $NcPop$  is the number of chromosomes in the population
      //  $f_i$  is the fitness value of chromosome  $i$ 
Output:  $P_i$  //Index of selected chromosomes
{ TotalFitness  $\leftarrow$  sum( $f_i$ ),  $i$  is ranged from 1 to  $NcPop$ 
  CumulativeFitness  $\leftarrow$  0
  RN  $\leftarrow$  rand
   $i \leftarrow$  1
   $P_i \leftarrow$  1
  for while  $i \leq NcPop$  do
    CumulativeFitness  $\leftarrow$  CumulativeFitness +  $f_i$ 
    if (CumulativeFitness/TotalFitness) > RN do
       $P_i \leftarrow i$ 
    End if
     $i \leftarrow i + 1$ 
  end do)

```

Figure 4. The pseudocode for the roulette-wheel method.

Gambar 2.5 Pseudocode Roulette-Wheel

#### d. Operator-operator genetik

Digunakan dua operator genetik, yaitu *crossover* dan *mutation*.

##### 1) Crossover

Tahapan *crossover* adalah tahapan untuk memasang dua kromosom dalam memproduksi generasi selanjutnya. Contoh, asumsinya ada dua kromosom  $bs_0$  dan  $bs_0'$  sebagaimana berikut.

$$bs_0 = 010|100001011111010110101$$
$$bs_0' = 010|110010111100101101100$$

Misal *crossover point* dipilih secara *random* pada gen ketiga. Kemudian ditukar bagian kedua pada kedua kromosom setelah gen ketiga. *Offspring* baru  $bs_1$  dan  $bs_1'$  di-generate sebagai berikut.

$$bs_1 = 110|110010111100101101100$$
$$bs_1' = 110|100001011111010110101$$

*Pseudo-code* fungsi *crossover* ditampilkan pada Gambar 2.6.

```
Function crossover
Input: ParentA, ParentB, NumGen //ParentA is a chromosome of size l by NumGen
      //ParentB is a chromosome of size l by NumGen
      //NumGen is the number of genes

Output: Offspring
//Mate two chromosomes to produce next generation
TP ← 1 + fix(rand * (NumGen - 1)) //Select randomly the crossover point
Offspring(1, :) ← [ParentA(1:TP) ParentB(TP + 1:NumGen) //Swap the send parts of
Offspring(2, :) ← [ParentB(1:TP) ParentA(TP + 1:NumGen) //chromosomes
//An offspring is a new chromosome of size l by NumGen, generated from crossover.]
```

Figure 5. The pseudocode for the crossover step.

Gambar 2.6 Pseudocode Tahap Crossover

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## 2) Mutasi

Tahap mutasi adalah untuk mempermudah konvergensi tinggi pada *local optima* melalui sampling secara *random* sejumlah gen. Ubah satu atau lebih gen dengan probabilitas mutasi. *Pseudo-code* fungsi mutasi ditampilkan pada Gambar 2.7.

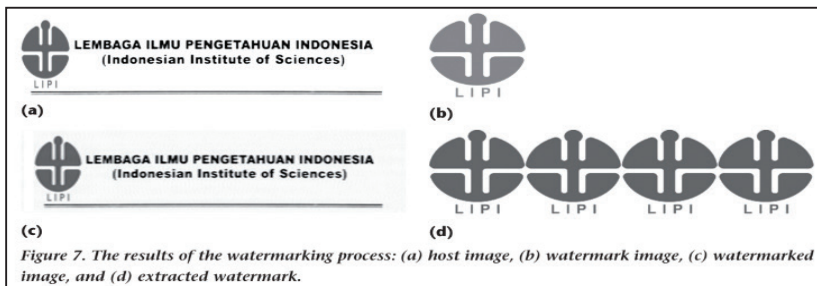
```
Function Mutchrom
Input: Chromosome, NumGen, Pmutation //NumGen is the number of genes
                                           //Pmutation is the probability of mutation
Output: Mutchrom //the chromosome result of mutation
{Mutchrom = Chromosome
  for i ← 1 do
    RN ← rand //Get random number
    for j ← 1 to NumGen do
      if (RN < Pmutation) then
        if Chromosome(i) (j) = 0 then Mutchrom(i) (j) = 1
        else Mutchrom(i) (j) = 0
        end if
      end if
    end do
  end do
}
```

Figure 6. The pseudocode for the mutation step.

**Gambar 2.7** Pseudocode Tahap Mutasi

### III. SIMULASI *ROBUST DIGITAL WATERMARKING*

Gambar dokumen *e-government* digunakan dalam eksperimen ini. Gambar orisinal adalah gambar kop dokumen *e-government*, sedangkan gambar *watermark* adalah logo LIPI. Keduanya ditampilkan pada Gambar 3.1(a dan b) dan ukurannya adalah  $256 \times 1024$  dan  $256 \times 256$ . Untuk *tuning* (Hassan et al., 2019) parameter berisi ukuran populasi, *crossover rate*, *mutation rate* dan ukuran generasi dengan nilai 30, 0.8, 0.01, 50.



Keterangan: (a) Gambar *Host*, (b) Gambar *Watermark*, (c) Gambar Ter-*watermark*, dan (d) Ekstraksi *Watermark*

#### **Gambar 3.1** Hasil Proses *Watermarking*

Hasil proses *watermarking* ditampilkan pada Gambar 3.1 (c dan d). Pada gambar tersebut *watermark* di-embed pada gambar *host* untuk menghasilkan gambar ter-*watermark*. Setelah itu, gambar ter-*watermark* diekstrak untuk menghasilkan *extracted watermark*. Dalam proses *watermarking*, solusi final untuk optimasi SF masing-masing area 1 s.d. 4 adalah -0.99, 0.01, 0.01, dan 0.01. Selanjutnya, mengacu pada persamaan (2.27),

histori konvergensi proses optimasi SF untuk masing-masing area ditampilkan pada Gambar 3.2. Dalam Gambar 3.2, ukuran generasi dalam rentang 1 s.d. 50; untuk suatu jumlah generasi spesifik, ada nilai *fitness* korespondensi. Nilai *fitness* terbaik dapat ditemukan pada jumlah generasi terakhir untuk area 1 sampai 4, yang nilainya adalah 0.9734, 1.0109, 1.0109, 1.0109.

Pada simulasi ini digunakan *peak signal to noise area* (PSNR) untuk mengukur *imperceptibility* gambar orisinal dan *normalize correlation coefficient* (NCC) untuk mengukur Tingkat kekuatan (*robustness*) dari suatu *watermark*. PSNR pada persamaan (3.1) digunakan untuk mengukur kualitas *watermarked image*.

$$PSNR = 10 \cdot \left( \frac{255^2}{MSE} \right). \quad (3.1)$$

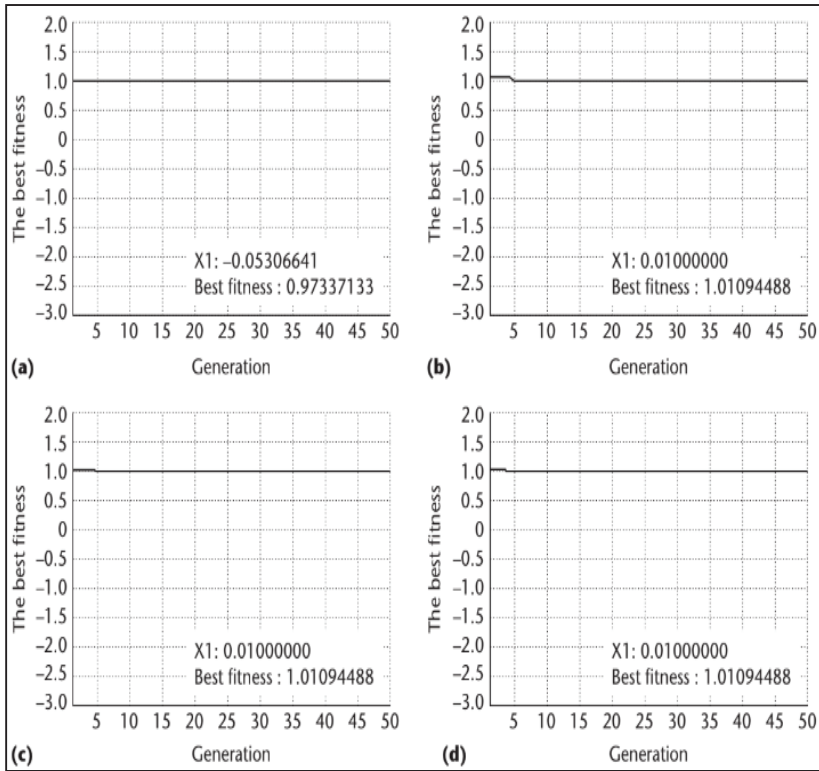
Kemudian, untuk mengukur nilai *objective function*, digunakan *minimum square error* (MSE) pada persamaan (3.1).

$$MSE = \frac{1}{MN \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (I(x,y) - J(x,y))^2}; \quad (3.2)$$

dengan  $I(x,y)$  dan  $J(x,y)$  merepresentasikan *gray-values* gambar *host* dan gambar *ter-watermark* dan masing-masing ukuran  $M \times N$ . Untuk verifikasi eksistensi *watermark*, digunakan *correlation coefficient* antara *watermark* orisinal dan *watermark* terekstraksi sebagaimana persamaan (3.3) berikut

$$\infty(V, W) = \frac{\sum_{j=1}^k (V_{(j)} - V_{mean,k}) \cdot (W_{(j)} - W_{mean,k})}{\sum_{j=1}^k \sqrt{((V_{(j)} - V_{mean,k}) \cdot (W_{(j)} - W_{mean,k}))^2}}; \quad (3.3)$$

dengan  $V$  adalah *watermark* orisinal,  $W$  adalah *watermark* terekstraksi,  $V_{mean}$  adalah rata-rata *watermark* orisinal,  $W_{mean}$  adalah rata-rata *watermark* terkestraksi dan  $k$  adalah (M, N). Berkaitan dengan PSNR, MSE, dan NCC; histori konvergensi dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Histori Konvergensi

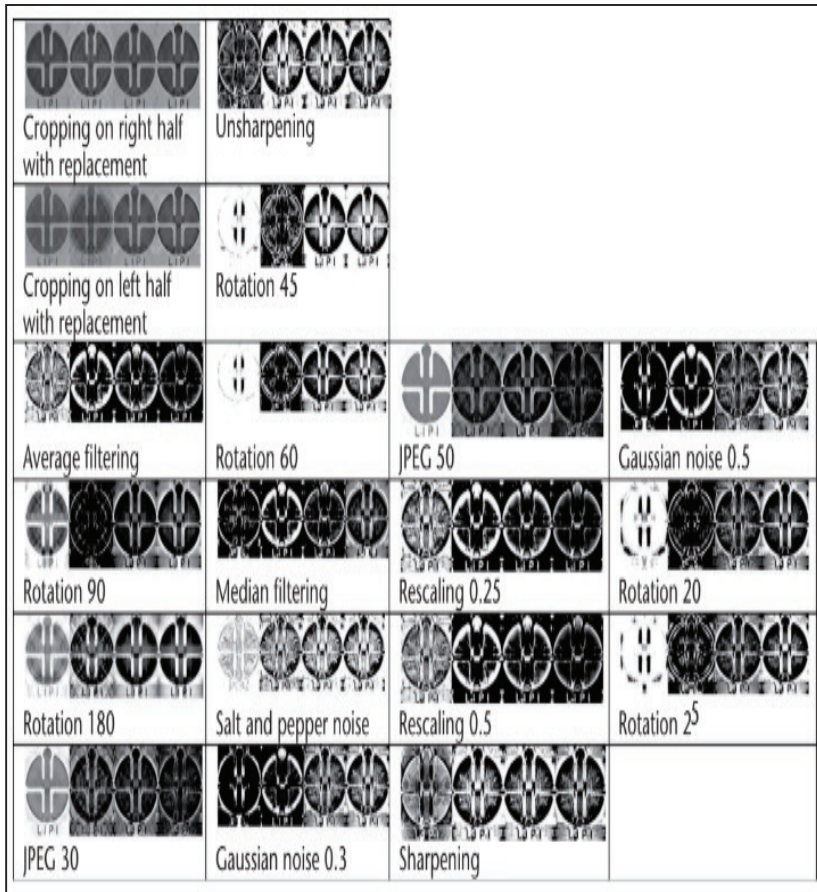
Untuk melihat tingkat *imperceptibility* dan *robustness* digunakan suatu varietas serangan (Basuki et al., 2021; Rosiyadi & Muttaqien, 2013; Rosiyadi et al., 2020). Gambar orisinal (*original*

*image*) yang telah diberi tanda air (*watermark*) dan gambar tanda air (*watermark*) terekstraksi ditampilkan dalam Gambar 3.3 dan Gambar 3.4. Dalam Gambar 3.3, ada 19 serangan dari mulai *cropping on right-half with replacement* sampai dengan *rotation 25*. Meskipun ada 19 serangan, hasil eksperimen pada Gambar 3.2, Gambar 3.3, dan Gambar 3.4 serta Tabel 3.1 menampilkan kualitas *watermark* terekstraksi relatif bagus, yaitu resistan masing-masing area dan *robustness* untuk *watermark* tertanam adalah bagus juga. Selanjutnya, dalam Gambar 3.5 ditampilkan nilai *correlation coefficient* dan nilai PSNR dari 19 serangan.

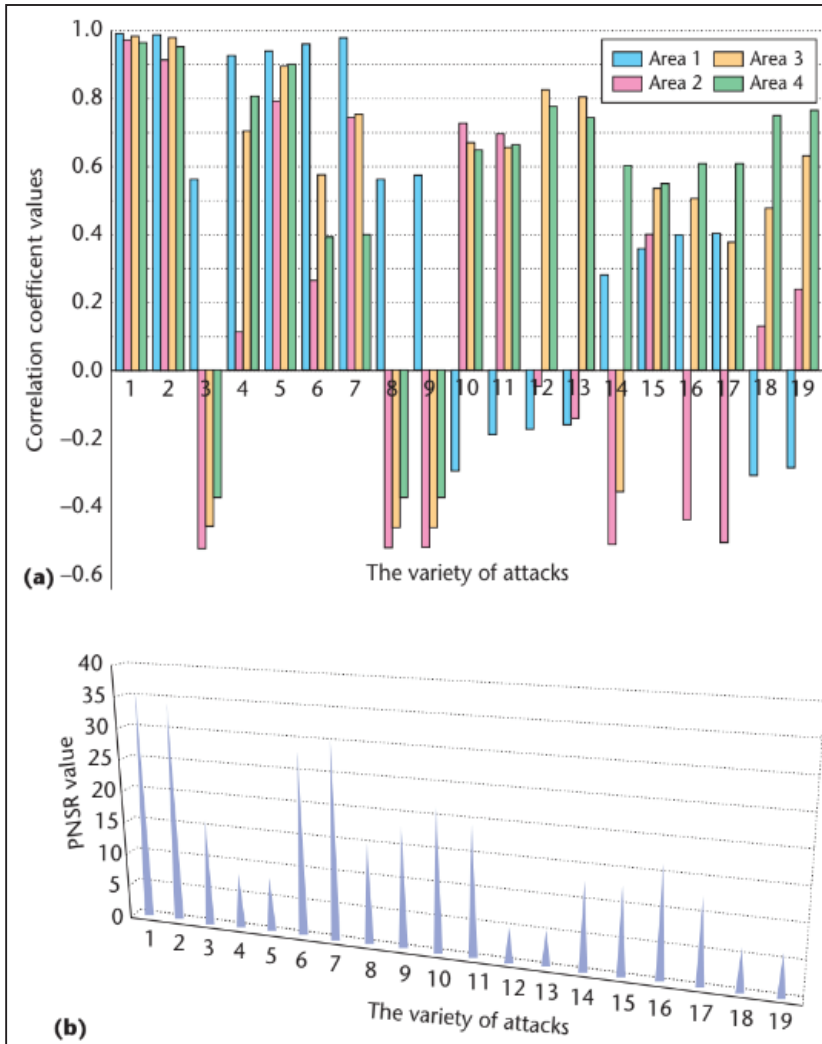
<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Cropping on right half with replacement</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Unsharpening</p>		
<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Cropping on left half with replacement</p>	<p>Rotation 45</p>		
<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Average filtering</p>	<p>Rotation 60</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>JPEG 50</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Gaussian noise 0.5</p>
<p>Rotation 90</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Median filtering</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Rescaling 0.25</p>	<p>Rotation 20</p>
<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Rotation 180</p>	<p>Salt and pepper noise</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Rescaling 0.5</p>	<p>Rotation 25</p>
<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>JPEG 30</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Gaussian noise 0.3</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (Indonesian Institute of Sciences)</p> <p>Sharpening</p>	

**Gambar 3.3** Gambar Ter-watermark dengan Serangan *Cropping on Right-half with Replacement* Sampai dengan *Rotation 25*





**Gambar 3.4** Watermark Terekstraksi dengan Serangan *Cropping on Right-half with Replacement* Sampai dengan *Rotation 25* Attack



Keterangan: (a) Nilai *Correlation Coefficient* dan (b) Nilai PSNR

**Gambar 3.5** Sembilan Belas Serangan

Pada Tabel 3.1 ditampilkan Nilai *correlation coefficient* pada masing-masing area. Berdasarkan Tabel 3.1 dan Gambar 3.5a, dapat diklasifikasikan level resistensi *watermark* tertanam masing masing area. Hasil riset ini merupakan riset baru, dengan kata lain, tidak ada yang melakukan sebelumnya. Hal ini agak sulit untuk membandingkan hasil penelitian ini dengan hasil eksperimen lainnya. Bagaimanapun, dilakukan perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian sejenis yang sudah dilakukan oleh (Sverdlov, Dexter, & Eskicioglu, 2004).

**Tabel 3.1** Nilai *Correlation Coefficient* pada Masing-Masing Area

Attack	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Peak signal to noise ratio value
Cropping on right half with replacement	<b>0.9882</b>	0.9704	0.9785	0.9593	36.6554
Cropping on left half with replacement	<b>0.9836</b>	0.9090	0.9759	0.9477	36.4068
Average filtering	<b>0.5577</b>	-0.5232	-0.4584	-0.3715	17.0517
Rotation 90	<b>0.9213</b>	0.1129	0.6989	0.8048	9.2147
Rotation 180	<b>0.9350</b>	0.7903	0.8902	0.8972	8.6417
JPEG 30	<b>0.9543</b>	0.2619	0.5706	0.3900	29.1894
JPEG 50	<b>0.9753</b>	0.7403	0.7501	0.3966	31.6584
Rescaling 0.25	<b>0.5586</b>	-0.5214	-0.4602	-0.3730	16.6467
Rescaling 0.50	<b>0.5721</b>	-0.5163	-0.4596	-0.3725	19.9781
Sharpening	-0.2943	<b>0.7218</b>	0.6694	0.6472	22.9903
Resharpening	-0.1884	<b>0.6929</b>	0.6534	0.6622	21.2727
Rotation 45	-0.1728	-0.0463	<b>0.8245</b>	0.7752	5.9866
Rotation 60	-0.1630	-0.1422	<b>0.8013</b>	0.7416	6.1536
Median filtering	0.2769	-0.5117	-0.3564	<b>0.6004</b>	13.9449
Salt and pepper noise	0.3561	0.3978	0.5332	<b>0.5496</b>	13.2875
Gaussian noise 0.3	0.3960	-0.4375	0.5039	<b>0.6072</b>	17.6107
Gaussian noise 0.5	0.4023	-0.5026	0.3773	<b>0.6049</b>	14.2658
Rotation 20	-0.3107	0.1287	0.4766	<b>0.7475</b>	6.8345
Rotation 25	-0.2850	0.2354	0.6310	<b>0.7607</b>	6.4717

\* The bold numbers indicate the best in all comparisons.

Tabel 3.2 menampilkan level klarifikasi resistansi yang berisi daftar perbandingan. Dalam studi ini, lebih banyak serangan digunakan dibandingkan riset yang dilakukan pada Sverdlov et al. (2004) dan tingkat rehabilitas serta resistansi pada hasil penelitian ini lebih banyak dikonfirmasi selain dari jenis serangan yang bervariasi. Sebagai contoh serangan rotasi,

digunakan sudut rotasi yang berbeda, yaitu 20°, 25°, 45°, 60°, 90°, dan 180°. Hasil di area 1 resistan pada rotasi 90° dan 180°; area 3 resistan pada rotasi 45° dan 60°; serta area 4 resistan pada rotasi 20° dan 25°. Kontra dengan yang dilakukan pada Sverdlov et al. (2004), hanya serangan rotasi yang digunakan tanpa ada spesifik sudutnya.

**Tabel 3.2** Level Klasifikasi Resistansi

*Table 2. Resistance to watermark-embedding attacks.*

Area	Resistance to attack	
	Sverdlov, Dexter, and Eskicioglu approach <sup>3</sup>	Proposed approach
1	Gaussian blur Gaussian noise Pixelation JPEG compression JPEG2000 compression Sharpening Rescaling	Cropping on right half with replacement Cropping on left half with replacement Average filtering Rotation 90 Rotation 180 JPEG 30 JPEG 50 Rescaling 0.25 Rescaling 0.50
2	Cropping Contract adjustment Histogram equalization Gamma correction	Sharpening Unsharpening
3	–	Rotation 45 Rotation 60
4	Rotation	Median filtering Salt and pepper noise Gaussian noise 0.3 Gaussian noise 0.5 Rotation 20 Rotation 25

Hal yang sama terjadi dengan jenis serangan lainnya seperti JPEG, *rescaling* dan lainnya. Masing-masing area dalam studi ini resistan untuk beberapa jenis serangan, sedangkan pada studi Sverdlov et al. (2004), area 3 tidak resistan pada semua serangan. Oleh karena itu, hasil eksperimen penelitian ini lebih lengkap dibandingkan pada riset Sverdlov et al (2004).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

#### IV. PELUANG, DAMPAK DAN TANTANGAN RISET KEAMANAN SIBER DI INDONESIA

Dengan makin cepatnya perkembangan teknologi informasi dan makin banyaknya pengguna teknologi informasi, tentunya akan dibarengi dengan makin bervariasi dan makin masifnya tindakan kriminal di dunia siber. Hal ini merupakan peluang dan tantangan bagi para periset dalam topik keamanan siber khususnya bidang *digital watermarking*.

Peluang bagi periset adalah dapat menerapkan hasil penelitiannya untuk memberikan suatu solusi terhadap permasalahan yang ada sehingga dapat berdampak secara nyata bagi semua kalangan, baik masyarakat, pemerintah, maupun yang lainnya. Hal ini seperti terlihat pada penelitian *digital watermarking* yang sudah dilakukan berkaitan dengan pengamanan data pemerintahan berbasis elektronik (Horng et al., 2013, 2014; Rosiyadi et al., 2012), yaitu dari penelitian ini dihasilkan metode *watermarking* yang dapat melindungi data digital pemerintahan sehingga autentikasi dan hak ciptanya dapat terjaga. Tentunya ini akan menjadikan pemerintahan aman dari serangan siber yang menjadikan stabilitas nasional lebih baik lagi.

Selanjutnya, melalui penelitian *digital watermarking* pada data digital kesehatan (Fauzi et al., 2018; Handito et al., 2018) dilakukan perlindungan data *rontgen* pasien menggunakan kombinasi metode DCT-DWT dengan GA dan PSO. Dengan adanya penelitian ini menjadikan privasi data pasien terjaga. Kemudian pada masa pandemi, dilakukan suatu penelitian

(Sidiq et al., 2022) dalam menjaga autentikasi infografis covid 19. Dengan validitas dan autentikasi yang terjaga dengan baik, masyarakat dapat menjadikan infografis ini menjadi acuan pengetahuan umum terkait Covid-19 hingga detail teknis seperti cara memakai masker yang benar, mengetahui gejala Covid-19 dan lain-lain. Selain itu, hasil riset memberikan masukan kepada pemerintah dalam pengambilan keputusannya meliputi penyediaan sistem autentikasi tepercaya untuk menangani registrasi infografis Covid-19, penyediaan sistem autentikasi intrinsik menggunakan *watermarking*, dan penyediaan layanan untuk memverifikasi validitas infografis Covid-19.

Tantangan bagi para peneliti bidang keamanan siber adalah menghasilkan suatu metode, skema, sistem, algoritma yang lebih *robust*, *adaptive*, *fidelity* dan dapat menyeimbangi serangan yang makin bervariasi serta makin banyaknya tindakan kriminal yang dilakukan oleh para penyerang (*attacker*), peretas (*cracker*, *hacker*), penyusup (*intruder*), dan pelaku tindakan kriminal lainnya. Berkaitan dengan hal itu, penelitian *digital watermarking* dapat dikombinasikan dengan berbagai teknologi yang berkembang seperti *blockchain* dan kecerdasan artifisial yang saat ini sudah mulai menjadi bagian dalam kehidupan masyarakat.

Penelitian tersebut sudah dimulai, di antaranya adalah Basuki et al. (2021), mengenai *digital image watermarking* berbasis *blockchain* yang memungkinkan penanaman *watermark* yang dapat dilacak dan transparan untuk menjaga keaslian atau bukti kepemilikan dari suatu data digital; dilanjutkan pada studi Basuki, Setiawan, & Rosiyadi (2022) yang melakukan efisiensi metode enkripsi FHE-Brakerski Fan Vercauteren (BFV), yang

memungkinkan untuk melakukan komputasi aritmetika melalui data terenkripsi dalam menjaga privasi data pada domain komputasi yang tidak tepercaya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

## V. KESIMPULAN

Dalam proses transmisi data digital melalui internet, seperti data *e-government*, data *e-health* dan data penting lainnya haruslah diperhatikan mengenai pengamanannya dari berbagai tindak kriminal di dunia siber (*cybercrime*), di antaranya pencurian data, pengopion ilegal, *data phising*, pemalsuan data, akses ilegal oleh para penyerang (*attacker*), peretas (*cracker, hacker*), penyusup (*intruder*) dan pelaku tindakan kriminal lainnya. Oleh karena itu, telah dilakukan penelitian perlindungan kuat (*robust*) autentikasi dan hak cipta untuk data *e-government* (Rosiyadi et al., 2012) berbasis kombinasi metode SVD-DCT dan GA pada Horng et al. (2013) menambahkan metode *blind*, serta pada Horng et al. (2014) melengkapi dengan metode penyamaran pencahayaan (*luminance masking*) yang merupakan bagian dari model sistem visual manusia (*human visual system*). Penelitian tentang *e-government* tersebut ditunjang juga dengan penelitian yang sudah dilakukan lainnya (Nuryani & Rosiyadi, 2007; Rosiyadi et al., 2007, 2011).

Kontribusi selanjutnya adalah penelitian pada perlindungan data digital kesehatan (*e-health*) melalui Fauzi et al. (2018) dan Handito et al. (2018) yang memberikan kontribusi dalam autentikasi data kesehatan dengan menanamkan tanda air (*watermark*) berbasis kombinasi metode DCT dan DWT yang optimasinya menggunakan algoritma genetik dan *particle swarm optimization* (PSO). Selanjutnya, pada masa Covid-19, berkontribusi dalam autentikasi infografis yang akan menjadi acuan masyarakat dalam memahami secara baik informasi

tentang Covid-19. Riset ini menggunakan kombinasi metode DCT-SVD dengan memanfaatkan *blockchain* (Sidiq et al., 2022). Pengukuran kualitas gambar orisinal (*imperceptibility quality*) dapat dilihat dari nilai *peak signal to noise ratio* (PSNR) dan kualitas *watermark* dicerminkan dengan pencapaian nilai *normalize correlation coefficient* (NCC). Selain itu, untuk mengatasi masalah autentikasi dan verifikasi integritas gambar medis pada aplikasi *e-health* dilakukan riset menggunakan teknologi *watermarking* dengan menggunakan kombinasi teknik *fast curvelet transform* (FCT) dan SVD (Hassan et al., 2019).

Selain itu, dilakukan penelitian *digital watermarking* untuk perlindungan data digital yang dikombinasikan dengan teknologi saat ini, yakni *blockchain*, enkripsi, dan metode lainnya, meliputi Basuki et al. (2020, 2021); Basuki, Setiawan, & Rosiyadi (2022); Basuki, Setiawan, Rosiyadi, et al. (2022); Lestriandoko & Rosiyadi (2014, 2016); serta Prasetyo et al. (2018).

Penelitian *digital watermarking* ini menggunakan skema *watermarking* yang merupakan kombinasi metode DCT dan SVD menggunakan parameter kontrol, dan kemudian SF dapat dipilih secara efisien dari proses optimasi berbasis GA. Performa skema *watermarking* yang diusulkan lebih baik dibanding dengan skema sebelumnya (Sverdlov et al., 2004) karena lebih banyak jenis serangan yang digunakan serta tingkat keandalan (*reliability*) dan resistansi (*resistance*) hasil riset dapat lebih dikonfirmasi. Di samping itu, serangannya juga bervariasi; kualitas *watermark* terekstraksi relatif baik dan resistansi dan

*robustness* (kekuatan) dari *watermark* yang tertanam juga bahkan lebih baik.

Di samping publikasi yang telah disebutkan, dari penelitian *digital watermarking* yang sudah dilakukan dihasilkan invensi berupa paten terdaftar (Lestriandoko & Rosiyadi, 2016). Invensi ini berkaitan dengan suatu metode autentikasi gambar digital dengan mengeksploitasi teknik modifikasi histogram untuk *watermarking* dan teknik penyimpanan informasi di *virtual border*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## VI. PENUTUP

Indonesia merupakan negara yang mempunyai sumber data begitu besar, baik data penduduk, data sumber daya alam, data pemerintah, dan data lainnya. Data adalah aset berharga dan penting serta merupakan kunci utama dalam pembangunan suatu negara. Oleh karena itu, data harus dilindungi dan diamankan dari para penyerang (*attacker*), peretas (*cracker, hacker*), penyusup (*intruder*) dan pelaku tindak kriminal lainnya di dunia siber.

*Digital watermarking* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam melindungi data digital dengan menanamkan *watermark* ke dalam gambar orisinalnya kemudian dilakukan proses ekstraksi. Berkaitan dengan hal itu, sudah dilakukan penelitian *robust digital watermarking* untuk menjaga privasi, autentikasi, dan hak cipta (*copyright*) data *e-government* (Horng, et al., 2013, 2014; Rosiyadi, et al., 2012); data *e-health* (Fauzi et al., 2018; Handito et al., 2018; Sidiq et al., 2022) dan data lainnya (Basuki et al., 2020; Basuki, Setiawan, & Rosiyadi, 2021; Basuki, Setiawan, Rosiyadi, et al., 2022), serta paten terdaftar (Lestriandoko & Rosiyadi, 2016).

Saran untuk penelitian lanjutan bahwa dengan makin cepatnya perkembangan teknologi informasi dan makin banyaknya pengguna teknologi informasi maka tentunya akan dibarengi dengan makin bervariasi dan makin masifnya tindakan kriminal di dunia siber, hal ini merupakan tantangan ke depan bagi para peneliti bidang keamanan siber, khususnya peneliti topik *digital watermarking* untuk menghasilkan suatu metode, skema, sistem, algoritma yang lebih *robust, adaptive,*

dan *agile* yang mengombinasikan bidang *digital watermarking* dengan berbagai teknologi yang sedang berkembang, seperti *blockchain*, kecerdasan artifisial, dan teknologi lainnya sehingga kepercayaan masyarakat terhadap perlindungan data dan privasi data di Indonesia akan meningkat.

Kemudian kegiatan penelitian dan pengembangan riset keamanan siber khususnya pada perlindungan data digital dapat berjalan secara berkesinambungan, terintegrasi serta berkontribusi dalam pengamanan data krusial, data penting, data rahasia pada setiap bidang, seperti militer, kepolisian, perbankan, kesehatan, kependudukan, dan pemerintahan. Dengan perlindungan dan pengamanan data digital ini, masyarakat akan merasa tenang dan stabilitas Indonesia akan terjaga dengan baik.

Selanjutnya, untuk memaksimalkan pemanfaatan hasil penelitian untuk menjaga stabilitas nasional melalui perlindungan data digital perlu dilakukan eksplorasi penelitian dan pengembangan topik riset keamanan siber ini dengan membangun sinergi di lintas sektor terkait, sinergi kebijakan nasional, dan regulasi sehingga hasil eksplorasi penelitian dapat dihilirisasi atau dikomersialisasikan menjadi produk keamanan siber yang lebih berkualitas, bermutu, dan memiliki efikasi yang lebih baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya ingin menyampaikan puji syukur kehadirat Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya dan atas izin-Nya, saya dapat menyampaikan orasi ini.

Terima kasih saya sampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Ir. H. Joko Widodo atas penetapan diri saya menjadi Peneliti Ahli Utama dalam menjalani karier sebagai Peneliti.

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Prof. Dr. Laksana Tri Handoko; Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian M.Sc, DESD, ASEAN Eng.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Tim Penilai Naskah Orasi: Prof. Dr. Hilman F Pardede, Prof. Dr. Ana Hadiana, dan Prof. Dr. Edy Try Baskoro; Sekretaris Utama BRIN, Ibu Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; Kepala Organisasi Riset Elektronika dan Informatika BRIN, Dr. Eng. Budi Prawara; Kepala BOSDM BRIN, Ibu Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si.; serta Kepala PRKAKS Dr. Anto Satriyo Nugroho sehingga naskah orasi ini layak disampaikan pada sidang pengukuhan ini.

Terima kasih kepada bapak/ibu di Kelompok Riset Keamanan Siber dan Peneliti, Perekraya Sub Kelompok Riset Preservasi Data dan Informasi yang selalu mendukung dan bersama dalam riset. Penulis juga tak lupa mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan sivitas PRKAKS BRIN yang telah memberikan



dukungan kepada saya dalam mengembangkan penelitian selama ini. Terima kasih kepada teman-teman alumni SDN Sadangsari Purwakarta, alumni SMPN 2 Purwakarta, alumni SMAN 3 Tasikmalaya, alumni STMIK Bandung, alumni Magister Ilmu Komputer Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta, alumni National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) Taiwan yang tetap memotivasi, bersilaturahmi, dan berkolaborasi.

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua yang telah mendidik saya selama ini, Ibu Epon Suryani dan Bpk Kaptan Art. (Purn.) Endi Soeherman; juga kepada Ibu Sri Widyowati dan Bpk Letkol Inf. (Purn.) Suhadi mertua saya; kepada kakak kandung saya, Aa Asep Dasuki Suratman dan istri Teteh Kiki; adik kandung saya, Syariful Mubarak, Ph.D dan istri Fathi; para adik ipar, Kombes Polisi Dedi Murti Haryadi dan istrinya Dina; serta Lettu Destri Prasetyoandi dan istrinya Lulu yang senantiasa mendukung perjalanan hidup saya. Terima kasih kepada para keponakan tercinta: Hani, Munaya, Idik, Bari, Viola, Della, Sella, dan Kenzi. Terima kasih kepada Prof. Moch Wahyudi dan keluarga besar Universitas Bina Sarana Informatika dan keluarga besar Asosiasi Pendidikan Tinggi Informatika dan Komputer (APTIKOM). Terima kasih saya ucapkan kepada guru-guru SD, SMP, SMA, dan para dosen S-1, S-2 dan S-3 saya, terutama kepada para pembimbing, Bapak Selamat Santoso, M.T., pembimbing S-1; Prof. Sri Hartati, pembimbing S-2; dan Prof. Shi Jinn Horng, pembimbing S-3. Ucapan terima kasih teruntuk istri saya, Tety Haryani dan anak saya Sersan Taruna AAU Ilham Rizky Rahadyan, Filia Tsabita

Rahadyan, dan Ildan Rizky Rahadyan yang sangat saya sayangi dan selalu saya banggakan.

Terakhir, terima kasih saya sampaikan kepada panitia penyelenggara Orasi Pengukuhan Profesor Riset dan seluruh undangan karena acara ini dapat terselenggara dengan baik, lancar penuh hikmat. Dan dengan mengucapkan alhamdulillah, saya akhiri orasi ilmiah ini. Terima kasih atas perhatian para hadirin semua dan mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam menyampaikan orasi ilmiah ini.

*Wa billaahittaufiq wal hidaayah.*

*Wassalaamualaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh.*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aslantas, V. (2007). An SVD based digital image watermarking using genetic algorithm. Dalam *Proc. IEEE 9th Int'l Symposium Signal Processing and Its Applications* (1–4). IEEE.
- Basuki, A., **Rosiyadi, D.**, & Setiawan, I. (2020). Preserving network privacy on fine-grain path-tracking using P4-based SDN. Dalam *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*. IEEE.
- Basuki, A., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2021). Preserving privacy for blockchain-driven image watermarking using fully homomorphic encryption. Dalam *International conference on computer, control, informatics and its applications (IC3INA)*.
- Basuki, A., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2022). Improving efficiency on BFV-based encrypted watermarking using Hadamard product decomposition. *International Conference on Networking, Information Systems and Security*, (1–6). IEEE.
- Basuki, A., Setiawan, I., **Rosiyadi, D.**, Ramdhani, T., & Susanto, H. (2022). Accelerating encrypted watermarking using wavelet transform and CKKS homomorphic encryption. *International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications* (311–315).
- Bridge, D. (2012). *The course handout of Roulette-wheel method*. University of College Cork.
- Chang, C., Tsai, P., & Lin, C. (2005). SVD-based digital image watermarking scheme pattern. *Pattern Recognition Letters*, 26(10), 1577–1586.

- Fauzi, Z., Adiwijaya, & **Rosiyadi, D.** (2018). Robust watermarking untuk perlindungan data pasien pada gambar medis digital dengan metode hybrid DCT-DWT dan metode PSO. *eProceedings of Engineering*, 5(2).
- Feng, G.-R., Jiang, L.-G., He, C., & Xue, Y. (2006). Chaotic spread spectrum watermark of optimal space-filling curves. *Chaos, Solitons & Fractals*, 27(3), 580–587.
- Handito, K., Adiwijaya, & **Rosiyadi, D.** (2018). Perlindungan rekam medis berbasis robust water-marking pada gambar medis digital menggunakan metode DWT-DCT dan optimasi dengan GA. *eProceedings of Engineering*, 5(1).
- Hassan, B., Ahmed, R., Li, B., & Hassan, O. (2019). An imperceptible medical image watermarking framework for automated diagnosis of retinal pathologies in an eHealth arrangement. *IEEE Access*, 7, 69758–69775.
- Hong, S., **Rosiyadi, D.**, Fan, P., Wang, X., & Khan, M. (2014). An adaptive watermarking scheme for e-government document images. *Multimedia tools and applications*, 72(3), 3085–3103.
- Hong, S., **Rosiyadi, D.**, Li, T., Terano, T., Guo, M., & Khan, M. K. (2013). A blind image copyright protection scheme for e-government. *J. Visual Communication and Image Representation* 24(7), 1099–1105.
- Kobayashi, M. (1997). *Digital watermarking, historical roots*. IBM Research.
- Lestriandoko, N., & **Rosiyadi, D.** (2014). Reversible image watermarking based on histogram modification and virtual border. *IEEE International Conference on Telecommunication System, Services, And Application (TSSA)*. IEEE.

- Lestriandoko, N., & **Rosiyadi, D.** (2016). *Metoda watermarking untuk melindungi gambar digital* (Paten Indonesia No. Permohonan P00201601902). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
- Lu, Z.-M., Zheng, H.-Y., & Huang, J.-W. (2007). A digital watermarking scheme based on DCT and SVD. Dalam *The 3rd Int'l Con. International Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP 2007)* (Vol. 1, 241–244). IEEE.
- Nuryani, & **Rosiyadi, D.** (2007). Pengukuran kesiapan penerapan e-government di Indonesia. Dalam *Prosiding Teknoin, UII*.
- Petitcolas, F., Anderson, R., & Kuhn, M. (1999). Information hiding-a survey. *Proceedings of the IEEE*, 87(7), (1062–1078).
- Prasetyo, H., & **Rosiyadi, D.** (2021). Converting (n, n)-multiple secret sharing into more friendly appearance using chinese remainder theorem and boolean operations. Dalam *International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*. IEEE.
- Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, & Horng, S. (2018). Modified generalized random grids-based progressive secret sharing with lossless ability for binary image. Dalam *International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*. IEEE.
- Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, & Setiawan, I. (2019). A new variation of singular value decomposition. Dalam *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*. IEEE.
- Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, Harjito, B., & Setiawan, I. (2019). Bit plane slicing-based progressive visual secret sharing for grayscale and color images. Dalam *Bit plane slicing-bInternational Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*. IEEE.
- Rosiyadi, D.** (2017). *Analisis dan perancangan sistem informasi*. Penerbit Megatama.

- Rosiyadi, D., & Muttaqien, F.** (2013). A robust watermarking scheme against various attacks based on DCT in five different positions of the host image area. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 36(3).
- Rosiyadi, D., Basuki, A., Ramdhani, T., Susanto, H., & Siregar, Y.** (2023). Approximation-based homomorphic encryption for secure and efficient blockchain-driven watermarking service. *International Journal of Electrical & Computer Engineering*, 13(4), 4388–4400.
- Rosiyadi, D., Horng, S., & Lestriandoko, N.** (2015). A resistant digital image watermarking scheme based on masking model. Dalam *Proceedings of The 49th Annual International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)*. IEEE.
- Rosiyadi, D., Horng, S., Fan, P., Wang, X., Khan, M. K., & Pan, Y.** (2012). Copyright protection for e-government document images. *IEEE MultiMedia*, 19(3), 62–73.
- Rosiyadi, D., Lestriandoko, N., & Fryantoni, D.** (2014). A strong sensitivity of digital image watermarking scheme for noise disturbance. Dalam *Proceedings of The IEEE International Conference of TIME-E* (7–9). IEEE.
- Rosiyadi, D., Nuryani, N., & Waskita, D.** (2007). The framework of e-government based on open source in Indonesia. Dalam *3rd International Conferences on E-Government*. Academic Conferences Limited.
- Rosiyadi, D., Prasetyo, H., Horng, S., & Basuki, A.** (2020). Security attack on secret sharing based watermarking using fractional fourier transform and singular value decomposition. *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*. IEEE.
- Rosiyadi, D., Suryana, N., & Nuryani.** (2008). Pembangunan portal e-government Indonesia egov.web.id. Dalam *Prosiding IPT LIPI*.

- Rosiyadi, D.**, Suryana, N., Masthuroh, N., & Suhud, R. (2011). Pembangunan aplikasi egovernment berbasis open source-sistem informasi peneliti. Dalam *Prosiding Semnas PPS Universitas Parahyangan*.
- Setiawan, I., Basuki, I. A., & **Rosiyadi, D.** (2021). Optimized hybrid DCT-SVD computation over extremely large images. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(2).
- Setiawan, I., Dahlan, R., Basuki, A., Susanto, H., & **Rosiyadi, D.** (2022). Trade-off between image quality and computational complexity: Image resizing perspective. *Jurnal Teknik Elektro*, 14(1).
- Sidiq, F. M., Basuki, I. A., **Rosiyadi, D.**, Setiawan, I., Siregar, Y. H., & Sriyadi. (2022). Secure protection for Covid-19 infographic using blockchain and discrete cosine transform-singular value decomposition (DCT-SVD) watermarking. *Jurnal INFOTEL*, 14(2).
- Sidiq, M., Wibowo, F., Wibowo, M., Basuki, A., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2021). Secret and trustable communication channel over blockchain public ledger. Dalam *IEEE International Conference on Communication, Networks and Satelate (COMNETSAT)*. IEEE.
- Sverdlov, A., Dexter, S., & Eskicioglu, A. (2004). Secure DCT-SVD domain image watermarking: embedding data in all frequencies. Dalam *MM&Sec '04: Proceedings of the 2004 workshop on Multimedia and security*.
- Wang, L. P. (2004). *Genetic watermark embedding based on wavelet*. National Cheng Kung University.
- Watson, A. (1994). Image compression using the discrete cosine transform. *Mathematic Journal*, 4(1), 81–88.



Yuliani, A., & **Rosiyadi, D.** (2015). A watermarking scheme based on DCT using HVS characteristic. Dalam *International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications*. IEEE.

Yuliani, A., & **Rosiyadi, D.** (2016). Copyright protection for color images based on transform domain and luminance component. Dalam *International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*. IEEE.

## DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

### Buku Internasional

1. Susanto, H., Mohiddin, F., Fang-Yie, L., Sanip, M. S., Susanto, A. K. S., Setiana, D., **Rosiyadi, D.**, Ibrahim, F., Insani, A., & Khusni, U. (2022). Business process reengineering of digital learning ecosystems: Green strategy for recovery and sustainability. Dalam *Handbook of research on green, circular, and digital economies as tools for recovery and sustainability* (123–141). IGI Global.
2. Mohiddin, F., Jumat, M. K., Susanto, H., Ibrahim, F., Setiana, D., **Rosiyadi, D.**, & Susanto, A. K. S. (2022). Implication of knowledge management systems adoptions: Higher education institutions context. In *Digitalisation and Organisation Design* (178–201). Routledge.
3. Susanto, H., Ibrahim, F., **Rosiyadi, D.**, Setiana, D., Susanto, A. K. S., Kusuma, N., & Setiawan, I. (2022). Securing financial inclusiveness adoption of blockchain FinTech compliance. Dalam *FinTech development for financial inclusiveness* (168–196). IGI Global.
4. Susanto, H., Yie, L. F., **Rosiyadi, D.**, Basuki, A. I., & Setiana, D. (2021). Data security for connected governments and organisations: Managing automation and artificial intelligence. Dalam *Web 2.0 and cloud technologies for implementing connected government* (229–251). IGI Global.

## Buku Nasional

5. **Rosiyadi, D.** (2017). *Analisis dan perancangan sistem informasi*. Penerbit Megatama.

## Jurnal Internasional

6. **Rosiyadi, D.**, Basuki, A. I., Ramdhani, T. I., Susanto, H., & Siregar, Y. H. (2023). Approximation-based homomorphic encryption for secure and efficient blockchain-driven watermarking service. *Int. J. Electr. Comput. Eng.(IJECE)*, 13(4), 4388.
7. Annisa, R., **Rosiyadi, D.**, & Rianasa, D. (2020). Improve poin algorithm for K-Means clustering to increase software defect prediction. *International Journal of IJAIN*.
8. **Rosiyadi, D.**, Prasetyo, H., Horng, S. J., Setiawan, I., & Basuki, A. I. (2020). Performing image confusion and diffusion using two dimensional triangle functional chaotic maps. *International Journal of IJAIN*.
9. Horng, S. J., **Rosiyadi, D.**, Fan, P., Wang, X., & Khan, M. K. (2014). An adaptive watermarking scheme for e-government document images. *Multimedia tools and applications*, 72(3), 3085–3103.
10. Horng, S. J., **Rosiyadi, D.**, Li, T., Takao, T., Guo, M., & Khan, M. K. (2013). A blind image copyright protection scheme for e-government. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 24(7), 1099–1105.
11. **Rosiyadi, D.**, Horng, S. J., Fan, P., Wang, X., Khan, M. K., & Pan, Y. (2012). Copyright protection for e-government document images. *IEEE MultiMedia*, 19(03), 62–73.

## Jurnal Nasional

12. Setiawan, I., Dahlan, R., Basuki, A. I., Susanto, H., & **Rosiyadi, D.** (2022). Trade-off between image quality and computational complexity: Image resizing perspective. *Jurnal Teknik Elektro*, 14(1), 24–28.
13. Sidiq, M. F., Basuki, A. I., **Rosiyadi, D.**, Setiawan, I., Siregar, Y. H., & Sriyadi, S. (2022). Secure protection for Covid-19 infographic using blockchain and discrete cosine transform-singular value decomposition (DCT-SVD) watermarking. *Jurnal Infotel*, 14(2), 93–100.
14. Saputro, E., & **Rosiyadi, D.** (2022). Penerapan metode random over-under sampling pada algoritma klasifikasi penentuan penyakit diabetes. *Bianglala Informatika*, 10(1), 42–47.
15. Syahrani, M., Triwibowo, B. J., Setiawan, Y. A., Arviantino, F. N., & **Rosiyadi, D.** (2022). Ranging indeks berita larangan mudik pada portal media onlinedengan metode TF-IDF dan cosine similarity menggunakan machine learning. *Jurnal Manajemen Informatika dan Sistem Informasi*, 5(1), 30–38.
16. Setiawan, I., Basuki, A. I., & **Rosiyadi, D.** (2021). Optimized hybrid DCT-SVD computation over extremely large images. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(2), 56–61.
17. Sugiyarto, I., Irawan, R., & **Rosiyadi, D.** (2021). Pengelompokan dampak gempa bumi dan kerusakan pada wilayah berpotensi gempa di Provinsi Sumatra Barat: Indonesia. *Journal of Students 'Research in Computer Science*, 2(2), 211–222.

18. Juninisvianty, T., Saputri, D. U. E., Khasanah, N., Riyanto, E. A., Dwi, F. L., Seimahaira, S., Salim, A., & **Rosiyadi, D.** (2020). E-learning for kids education about corona virus pada SDN 01 Duren Tiga. *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, 6(2), 250–260.
19. Sidiq, M. F., Basuki, A., & **Rosiyadi, D.** (2020). MiTE: Program penyunting topologi jaringan untuk pembelajaran SDN. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(5), 970–977.
20. Harianto, H., & **Rosiyadi, D.** (2020). Komparasi algoritma C4. 5, Naïve Bayes dan K-nearest neighbor sebagai sistem pendukung keputusan menaikkan jumlah peserta didik. *J. Inform*, 7(1), 55–61.
21. Pattiasina, T., & **Rosiyadi, D.** (2020). Comparison of data mining classification algorithm for predicting the performance of high school students. *Jurnal Techno Nusa Mandiri*, 17(1), 22–30.
22. Saputra, S. A., **Rosiyadi, D.**, Gata, W., & Husain, S. M. (2019). Sentiment analysis analysis of e-wallet sentiments on Google Play using the naive bayes algorithm based on particle swarm optimization. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(3), 377–382.
23. Utama, H. S., **Rosiyadi, D.**, Aridarma, D., & Prakoso, B. S. (2019). Sentimen analisis kebijakan ganjil genap di tol Bekasi menggunakan algoritma Naive Bayes dengan optimalisasi information gain. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 15(2), 247–254.
24. Prakoso, B. S., **Rosiyadi, D.**, Aridarma, D., Utama, H. S., Fauzi, F., & Qhomar, M. A. N. (2019). Optimalisasi klasifikasi berita menggunakan feature information gain untuk algoritma Naive Bayes terhubung random forest. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 15(2), 211–218.

25. Utama, H. S., **Rosiyadi, D.**, Prakoso, B. S., & Ariadarma, D. (2019). Analisis sentimen sistem ganjil genap di tol Bekasi menggunakan algoritma support vector machine. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(2), 243–250.
26. Prakoso, B. S., **Rosiyadi, D.**, Utama, H. S., & Aridarma, D. (2019). Klasifikasi berita menggunakan algoritma Naive Bayes classifier dengan seleksi fitur dan boosting. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 3(2), 227–232.
27. Saputra, I., & **Rosiyadi, D.** (2019). Perbandingan kinerja algoritma K-nearest neighbor, Naïve Bayes classifier dan support vector machine dalam klasifikasi tingkah laku bully pada aplikasi Whatsapp. *Faktor Exacta*, 12(2), 101–111.
28. Ruhjana, N., & **Rosiyadi, D.** (2019). Klasifikasi komentar Instagram untuk identifikasi keluhan pelanggan jasa pengiriman barang dengan teknik smote. *Faktor Exacta*, 12(4), 280–290.
29. Rusdian, D., & **Rosiyadi, D.** (2019). Analisa sentimen terhadap tokoh publik menggunakan metode Naïve Bayes classifier dan support vector machine. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 4(2), 230–235.
30. Fauzi, Z., Adiwijaya, A., & **Rosiyadi, D.** (2018). Robust watermarking untuk perlindungan data pasien pada citra medis digital dengan metode hybrid DCT-DWT dan metode PSO. *eProceedings of Engineering*, 5(2).
31. Mulyanto, Y., & **Rosiyadi, D.** (2018). Perancangan arsitektur enterprise untuk mendukung proses bisnis menggunakan TOGAF Architecture development method (ADM) di STMIK Dharma Negara. *Jurnal Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknologi Informasi*, 4(2), 34–47.

32. Handito, K. W., Adiwijaya, A., & **Rosiyadi, D.** (2018). Perlindungan rekam medis berbasis robust watermarking pada citra medis digital menggunakan metode DWT-DCT dan optimasi dengan GA. *eProceedings of Engineering*, 5(1).
33. Sutiyono, S., & **Rosiyadi, D.** (2017). Analisis dan perancangan data warehouse sebagai alat untuk monitoring jalannya proses bisnis. *Jurnal Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknologi Informasi*, 3(2).
34. Cucu, C., & **Rosiyadi, D.** (2017). Pemodelan arsitektur enterprise untuk mendukung layanan pendidikan di SD Lab. Percontohan UPI Bandung. *Jurnal Tata Kelola dan Kerangka Kerja Teknologi Informasi*, 3(2).
35. Priyono, F., Kanti, S., Dzulfiqar, I., Amirulloh, I., Alvi, A., & **Rosiyadi, D.** (2016). Analisis sentimen media sosial opini ujian nasional berbasis komputer menggunakan metoda Naive Bayes. *Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 1(2).
36. Adnyana, I. K. W., Putra, Y. H., & **Rosiyadi, D.** (2016). Pengembangan layanan sistem informasi dengan enterprise architecture planning (Studi kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung). *INKOM Journal*, 9(2), 73–80.
37. **Rosiyadi, D.**, & Muttaqien, F. H. (2013). A robust watermarking scheme against various attacks based on DCT in five different positions of the host image area. *Jurnal Teknologi Indonesia (JTI)*, 36(3).
38. Gustiawan, E.S, Herdiansyah, C., & **Rosiyadi, D.** (2012). Pengujian sistem informasi produksi perikanan laut menggunakan metoda alpha. *Jurnal Teknik Informasi dan Komunikasi (JURTIK)*, 1(2), 13–15.

39. Suryana, N., & **Rosiyadi, D.** (2012). The reduction method of ISO Image for open source operating system based on Linux. *INKOM Journal of Informatics, Control Systems, and Computers*, 6(2), 63–68.
40. **Rosiyadi, D.** (2005). System interface design of software development. *Journal of Electrical Engineering and Information Technology*.

### **Prosiding Internasional**

41. Zhao, K., Niyogisubizo, J., Xiao, L., Pan, Y., Wei, D., **Rosiyadi, D.**, & Wei, Y. (2023). A novel deep learning approach featuring graph-based algorithm for cell segmentation and tracking. Dalam *2023 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)* (1752–1757). IEEE.
42. Sidiq, M. F., Basuki, A. I., Haris, A. I., Ferianda, R. A., Yasin, M. H. S. D., Ulfa, H., Salim, T. I., Yuniatoro, R. M. T., & **Rosiyadi, D.** (2023, Desember). Network flow-based dataset generator based on openflow SDN. Dalam *2023 International Conference on Information Technology and Computing (ICITCOM)* (285–290). IEEE.
43. Sidiq, M. F., Basuki, A. I., Ramdhani, T. I., Setiawan, I., Haris, A. I., **Rosiyadi, D.**, Susanto, H., & Salim, T. I. (2023, November). BC-MTD: Blockchain-driven moving target defense for secure vehicle access. Dalam *2023 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (300–306). IEEE.
44. Basuki, A., Setiawan, I., **Rosiyadi, D.**, Ramdhani, T. I., & Susanto, H. (2022, November). Accelerating encrypted watermarking using wavelet transform and CKKS homomorphic encryption. Dalam *Proceedings of the 2022 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications* (311–315).



45. Basuki, A. I., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2022, Maret). Improving efficiency on BFV-based encrypted watermarking using Hadamard product decomposition. Dalam *2022 5th International Conference on Networking, Information Systems and Security: Envisage Intelligent Systems in 5g//6G-based Interconnected Digital Worlds (NISS)* (1–6). IEEE.
46. Basuki, A., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2021, Oktober). Preserving privacy for blockchain-driven image watermarking using fully homomorphic encryption. Dalam *Proceedings of the 2021 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications (IC3INA)* (151–155).
47. Sidiq, M. F., Wibowo, F. M., Wibowo, M., Basuki, A. I., Setiawan, I., & **Rosiyadi, D.** (2021, Juli). Secret and trustable communication channel over blockchain public ledger. Dalam *2021 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)* (371–376). IEEE.
48. Prasetyo, H., & **Rosiyadi, D.** (2021, Juni). Converting (n, n)-multiple secret sharing into more friendly appearance using chinese remainder theorem and boolean operations. Dalam *2021 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)* (1–6). IEEE.
49. Basuki, A. I., **Rosiyadi, D.**, & Setiawan, I. (2020, November). Preserving network privacy on fine-grain path-tracking using P4-based SDN. Dalam *2020 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (129–134). IEEE.

50. **Rosiyadi, D.**, Prasetyo, H., Horng, S. J., & Basuki, A. I. (2020, November). Security attack on secret sharing based watermarking using fractional fourier transform and singular value decomposition. Dalam *2020 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)* (343–347). IEEE.
51. Susanto, H., Leu, F. Y., **Rosiyadi, D.**, & Chen, C. K. (2019). Revealing storage and speed transmission emerging technology of big data. Dalam *Advanced Information Networking and Applications: Proceedings of the 33rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2019)* 33 (571–583). Springer International Publishing.
52. Wibowo, F. M., Sidiq, M. F., Akbar, I. A., Basuki, A. I., & **Rosiyadi, D.** (2019, Desember). Collaborative whitelist packet filtering driven by smart contract forum. Dalam *2019 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (205–210). IEEE.
53. Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, & Setiawan, I. (2019, Desember). A new variation of singular value decomposition. Dalam *2019 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)* (1–2). IEEE.
54. Basuki, A. I., & **Rosiyadi, D.** (2019, Oktober). Joint transaction-image steganography for high capacity covert communication. Dalam *2019 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)* (41–46). IEEE.
55. Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, Harjito, B., & Setiawan, I. (2019, Oktober). Bit plane slicing-based progressive visual secret sharing for grayscale and color images. Dalam *2019 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)* (1–5). IEEE.

56. Prasetyo, H., **Rosiyadi, D.**, & Horng, S. J. (2018, November). Modified generalized random grids-based progressive secret sharing with lossless ability for binary image. Dalam *2018 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)* (181–186). IEEE.
57. Prakasa, E., **Rosiyadi, D.**, Ni'mah, D. F. I., Khoiruddin, A. A., Lestriandoko, N. H., Suryana, N., & Fajrina, N. (2017, Oktober). Automatic region-of-interest selection for corn seed grading. Dalam *2017 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)* (23–28). IEEE.
58. Yuliani, A. R., & **Rosiyadi, D.** (2016, Oktober). Copyright protection for color images based on transform domain and luminance component. Dalam *2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)* (1–4). IEEE.
59. Yuliani, A. R., & **Rosiyadi, D.** (2015, Oktober). A watermarking scheme based on DCT using HVS characteristic. Dalam *2015 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)* (165–168). IEEE.
60. **Rosiyadi, D.**, Horng, S. J., & Lestriandoko, N. H. (2015, September). A resistant digital image watermarking scheme based on masking model. Dalam *2015 International carnahan conference on security technology (ICCST)* (1–4). IEEE.
61. Lestriandoko, N. H., & **Rosiyadi, D.** (2014, October). Reversible image watermarking based on histogram modification and virtual border. In *2014 8th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA)* (1–4). IEEE.

62. **Rosiyadi, D.**, Lestriandoko, N. H., & Fryantoni, D. (2014, Agustus). A strong sensitivity of digital image watermarking scheme for noise disturbance. Dalam *2014 2nd International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (7-9)*. IEEE.
63. Nuryani, Saleh, M. B., & **Rosiyadi, D.** (2008). Developing e-learning using Claroline. Dalam *Proceedings of Asia Pasific Conference on Art, Science, Engineering and Technology*. Secretariat of MASDALI/ICSS-Research Center for Informatic Intitute of Sciences.
64. **Rosiyadi, D.**, Kusnendar, J, Alatas, S. A., & Suryana, N. (2008). Geographical information system of history places and tourism in Bintan Island. Dalam *Proceedings of Development of E-Tourism Technologies in Islamic Countries*.
65. **Rosiyadi, D.**, Nuryani, & Waskita, D. (2007). The development of e-government framework based on open source in Indonesia. Dalam *Proceedings of 3rd International Conferences on E-Government*. University of Quebec.
66. **Rosiyadi, D.**, Anantaprama, R., & Nuryani. (2007). Design of training and education application using network of web based training. Dalam *Proceeding of 3rd Information and Communication Technology Seminar (ICTS)*. Institute of Technology Sepuluh November (ITS).

### **Prosiding Nasional**

67. Suryana, N., & **Rosiyadi, D.** (2012). Metode mempercepat waktu boot sistem operasi Linux berbasis systemd. Dalam *Prosiding Semnas Ilmu Pengetahuan Teknik*. Puslit PPET, IPT-LIPI.

68. **Rosiyadi, D.**, Suryana, N., Masthuroh, N., & Suhud, R. (2011). Pembangunan aplikasi e-government berbasis open source-sistem informasi peneliti. Dalam *Prosiding Semnas PPS*. Universitas Parahyangan.
69. **Rosiyadi, D.**, Suryana, N., & Nuryani. (2008). Pembangunan portal e-government Indonesia egov.web.id. Dalam *Prosiding IPT*. LIPI.
70. **Rosiyadi, D.**, Suhud, R., & Nuryani. (2008). Analisis sistem informasi TP2I LIPI. Dalam *Prosiding Semnas Teknologi 4*. Universitas Teknologi Yogyakarta.
71. Yuwana, S. & **Rosiyadi, D.** (2008) Analisa penerapan single identity number di Indonesia dan Korea Selatan. Dalam *Prosiding Seminar Nasional SRITI*. STMIK- AKAKOM.
72. **Rosiyadi, D.**, Suhud, R., & Cahyana, A. (2008). Perancangan sistem informasi TP2I LIPI. Dalam *Prosiding Konferensi Nasional Sistem dan Informatika (KNS&I)*. STIKOM Bali.
73. **Rosiyadi, D.**, Suryana, N., Cahyana, A., & Nuryani. E-government dimension. (2007). Dalam *Prosiding SNATI 2007*. Universitas Islam Indonesia.
74. Romdhoni, M. R., & **Rosiyadi, D.** (2007). Aplikasi profiling customer berbasis CRM untuk ecommerce dengan pendekatan berorientasi object pada perusahaan obuku.com. Dalam *Prosiding Semnas OSS ke 2*. Pusat Penelitian Informatika-LIPI.
75. Nuryani, & **Rosiyadi, D.** (2007). Pengukuran kesiapan penerapan e-government di Indonesia. Dalam *Prosiding Teknoin*. Universitas Islam Indonesia.
76. **Rosiyadi, D.**, & Suryana, N. (2006). Measuring system design quality. Dalam *Proceedings Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Universitas Islam Indonesia.

77. **Rosiyadi, D.,** & Anantaprana, R. (2006). Strategies of socialization and implementation of open source software. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Strategi Pemasyarakatan Open Source Software di Indonesia*. Pusat Penelitian Informatika LIPI.
78. **Rosiyadi, D.** (2005). Flowmap sebagai alat pemodelan dalam analisis dan desain system informasi. Dalam *Prosiding VI 2005*. Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana.
79. **Rosiyadi, D.** (2005). Analisis dan perancangan sistem komputerisasi pengumpulan dan penyerahan zakat, infaq dan shodaqoh pada BAZIS Kabupaten Tasikmalaya. Dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005*. Universitas Islam Indonesia.
80. **Rosiyadi, D.,** & Raja, P. (2005). E&M Commerce Application. Dalam *Proceeding Seminar Nasional Teknologi*. Universitas Teknologi Yogyakarta.
81. **Rosiyadi, D.** (2005). MARS cryptography algorithm. Dalam *Electronic Proceeding*. Kementerian ESDM.

## **Paten dan Hak Cipta**

82. Basuki, A. I., Setiawan, I., **Rosiyadi, D.,** Yasin, M. H. S. D., & Ulfa, H. (2023). *NetFIG: Penghasil dataset graf interaksi berbasis network flow* (Hak Cipta No. EC002023132248). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
83. Susanto, H., Setiawan, I., Basuki, A. I., Hidayat, R., Khusni, U., **Rosiyadi, D.,** Ferianda, R. A., Ramdhani, T. I., Yudiantoro, R. M. T., Riyanto, B., Haris, A. I., Setiana, D., & Shafa, A. K. (2023). *Sistem novelty berbasis unauthorized detection untuk kesiapan keamanan informasi* (SiNobu), (Hak Cipta No. EC002023123718). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

84. Basuki, A. I., Susanto, H., Ramdhani, T. I., **Rosiyadi, D.**, Setiawan, I., & Tegarsuan, L. (2023). *Sistem dan metode akses kendaraan berbasis blockchain dan firewall tiga lapis* (Paten Indonesia No. Permohonan P00202303362). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
85. Basuki, A. I., Setiawan, I., **Rosiyadi, D.**, Sidiq, M. F. (2022). *P4NE: Visual editor untuk jaringan P4 SDN* (Hak Cipta No. EC002022107199). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
86. Prastikowati, P. I., & **Rosiyadi, D.** (2018). *Aplikasi pendeteksi gangguan autisme* (Hak Cipta No. EC00201846036). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
87. Ermawati, E., & **Rosiyadi, D.** (2018). *Aplikasi kelayakan penerima bantuan pangan non tunai* (Hak Cipta No. EC00201851873). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.
88. Lestriandoko, N. H., & **Rosiyadi, D.** (2016). *Metoda watermarking untuk melindungi gambar digital* (Paten Indonesia No. Permohonan P00201601902). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### A. Biodata Singkat

Nama	: Dr. Didi Rosiyadi, M.Kom.
Tempat, Tanggal Lahir	: Jember, 14-04-1975
Anak ke	: 2 dari 3 bersaudara
Jenis Kelamin	: Pria
Nama Ayah Kandung	: Endi Soeherman
Nama Ibu Kandung	: Epon Suryani
Nama Istri	: Tety Haryani
Jumlah Anak	: 3 orang
Nama Anak	: Ilham Rizky Rahadyan Filia Tsabita Rahadyan Idlan Rizky Rahadyan
Nama Instansi	: Pusat Riset Kecerdasan Artifisial dan Keamanan Siber, Organisasi Riset Elektronika dan Informatika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Judul Orasi	: Teknologi <i>Watermarking</i> untuk Mendukung Keamanan Siber di Indonesia
Kepakaran	: Keamanan Siber ( <i>cyber security</i> )
No. SK Pangkat Terakhir	: Keppres No. 13/K Tahun 2023, tanggal 13 Juni 2023
No. SK Peneliti Ahli Utama	: Keppres No. 2/M Tahun 2023, tanggal 9 Januari 2023



## B. Pendidikan Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah/ PT	Kota dan Negara	Tahun Lulus
1	SD	SDN Sadang 2	Purwakarta, Jawa Barat	1987
2	SMP	SMPN 2 Purwakarta	Purwakarta, Jawa Barat	1990
3	SMA	SMAN 3 Tasikmalaya	Tasikmalaya, Jawa Barat	1993
4	S-1	STMIK Bandung	Bandung, Jawa Barat	1997
5	S-2	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	2003
6	S-3	National Taiwan University of Science and Technology	Taipei, Taiwan	2013

## C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pendidikan	Lamanya	Tahun	Tempat
1.	Diklat Jabatan Fungsional Peneliti Tingkat Lanjutan	1 minggu	2015	Pusbindiklat Peneliti LIPI Cibinong
2.	Workshop Penulisan Buku ISBN	1 hari	2012	STMIK AMIK Bandung
3.	Workshop ICT Budgeting	2 hari	2007	Warta E-Gov Indonesia
4.	Workshop Indonesia Network For Technology Industry Matching	1 hari	2006	BPPT

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Pendidikan	Lamanya	Tahun	Tempat
5.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama	3 minggu	2006	Pusdiklat Graha Insan Cita, Depok
6.	Pelatihan Reviewer Angkatan II	8 hari	2019	Jakarta
7.	Java Programming Language Course	5 hari	2005	Sidola Bandung
8.	Workshop Teknik Penulisan Ilmiah Populer Hasil Penelitian IPTEK di Media Massa	2 hari	2005	UPT BIT LIPI
9.	Pelatihan Drafting Paten Tingkat Dasar	2 hari	2005	Pusat Inovasi LIPI
10.	Pendidikan dan Pelatihan Prajabatan Golongan III	13 hari	2005	BOK, LIPI
11.	Orientasi CPNS LIPI	5 hari	2005	BOK, LIPI
12.	Lokakarya Kurikulum PT berbasis Kompetensi	2 hari	2003	Kopertis Wil. IV Jabar & Banten
13.	Pelatihan Pengenalan ISO 9000	1 hari	1999	Pusat Pelatihan LBM

#### D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan	Nama Instansi	Tahun
1.	Plt. Direktur Pengukuran dan Indikator Riset, Teknologi dan Inovasi	DKRI, BRIN	Maret–Nov 2022
2.	Plt. Kepala Pusat Riset Informatika	IPT, BRIN	Okt 2021–Feb 2022

No.	Jabatan	Nama Instansi	Tahun
3.	Ketua Kelompok Penelitian Keamanan Data	PP Informatika, LIPI	2019–2021

### E. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Utama	09-01-2023
2.	Peneliti Ahli Madya	01-12-2018
3.	Peneliti Ahli Muda	01-08-2007

### F. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	<i>Keynote speaker</i> Annual International Workshop on Big Data and Information Security, NTUST, Taiwan	BRIN	2022
2.	Program Inisiasi Kolaborasi Riset KMUTT Thailand	LIPI	2019
3.	Staff Mobility Program, Zagreb University, Croatia	LIPI	2019
4.	Visiting Research to NTUST, Taiwan	LIPI, MOE Taiwan	2018
5.	Presenter on ASEAN IVO Forum, Brunei Darussalam	ASEAN IVO, LIPI	2017
6.	Kavli Frontier Fellow, Ambon, Indonesia	National Academic Science, US dan LIPI	2017
7.	Visiting Research, CITI, NTUST, Taiwan	LIPI dan Kemenristekdikti	2016
8.	Postdoctoral Program, NTUST, Taiwan	LIPI dan MOE Taiwan	2015

Buku ini tidak diperjualbelikan.

<b>No.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Pemberi Tugas</b>	<b>Tahun</b>
9.	The Visiting Research on ALICE O2 Upgrade at CERN, Geneva, Switzerland	LIPI, CERN	2014
10.	The ALICE ITS upgrade and O2 Asian Workshop 2014, Krabi, Thailand	LIPI	2014
11.	Research Stay Program, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)	LIPI	2013
12.	PROMISE Winter School, University of Padua, Italy	NTUST, LIPI	2013
13.	Summer School, Bali, Indonesia	LIPI	2012
14.	PhD program, National Taiwan University of Science and Technology (NTUST)	LIPI	2008– 2013
15.	International Seminar, Islamic University of Technology, Bangladesh	LIPI	2007, 2008

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## G. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota/Negara)	Tahun
1.	International Conference on Networking, Information Systems & Security (NISS 2022)	<i>Steering committee</i>	Daring, Indonesia, Maroko	2022
2.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	BRIN	2021
3.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	BRIN	2021
4.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	LIPI	2020

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota/Negara)	Tahun
5.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	LIPI	2019
6.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	<i>Chair</i>	LIPI	2018
7.	International Electronics Symposiums (IES)	TPC	PENS ITS	2017
8.	International Conference on Science in Information Technology	TPC	Univ. Ahmad Dahlan	2017
9.	International Conference on Science in Information Technology	<i>Steering committee</i>	LIPI	2017

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota/Negara)	Tahun
10.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	LIPI	2017
11.	The International Conference on Data and Information Science (ICoDIS)	TPC	Telkom University	2017
12.	International Electronics Symposiums (IES)	<i>Steering committee</i>	PENS ITS	2016
13.	International Conference on Science in Information Technology	<i>Steering committee</i>	Univ Ahmad Dahlan	2016
14.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	<i>Steering committee</i>	LIPI	2016
15.	International Electronics Symposiums (IES)	<i>Scientific committee</i>	PENS, ITS	2015

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota/Negara)	Tahun
16.	The International Conference on Science in Information Technology	<i>Scientific committee</i>	Univ. Ahmad Dahlan	2015
17.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	LIPI	2014
18.	ASEAN Conference on Science and Technology 2014 – 9th ASEAN Science and Technology Week (ASTW-9)	Editor dan <i>reviewer</i>	LIPI	2014
19.	International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Application	TPC	LIPI	2013

Buku ini tidak diperjualbelikan.



## H. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Multimedia Tools and Application (MTAP)	Springer	Mitra bestari	2016–2022
2.	Jurnal INKOM	LIPI	<i>Editor in chief</i>	2014–2015
3.	Jurnal Sositeknologi	ITB	Mitra bestari	2017–2022
4.	Journal of Information Technology and Computer Science (JITeCS)	Universitas Brawijaya	Mitra bestari	2018–2021
5.	Journal of Internet Technology	Springer	Mitra bestari	2021
6.	Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi	LIPI	Mitra bestari	2019–2020
7.	Indonesia Journal on Computing	Universitas Telkom	Mitra bestari	2019–2020
8.	Jurnal Informatika	Universitas BSI	Mitra bestari	2020–sekarang
9.	Jurnal Pilar	Universitas Nusa Mandiri	Mitra bestari	2022

## I. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	4
2.	Penulis Bersama Penulis Lainnya	84
	Total	88

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	36
2.	Bahasa Inggris	52
3.	Bahasa Lainnya	-
	Total	88

## J. Pembinaan Kader Ilmiah

### *Postdoctoral*

No.	Nama	Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1.	Hadi Susanto	Universitas Telkom	Pembimbing	2023–2024

### **Mahasiswa S-2**

No.	Nama	Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1.	Desy Dwi Jayanti	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2021
2.	Annida Purnawati	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2021
3.	Badariatul Lailiah	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2021

No.	Nama	Universitas	Peran/Tugas	Tahun
4	Reko Subandi	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2020
5	Nirat	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2020
6	Deni Rusdiaman	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2019
7	Bobby Suryo Prakoso	S-2 Ilmu Komputer Universitas Nusa Mandiri	Pembimbing	2019

### Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Heru Susanto	Pusat Penelitian Informatika LIPI	Pembimbing Peneliti Madya	2019
2.	Akbari Indra Basuki	Pusat Penelitian Informatika LIPI	Pembimbing Peneliti Muda	2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## Mahasiwa S-1

No.	Nama	Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1.	Muhammad Farid Zulhimmam	Universitas Airlangga	Pembimbing	2023
2.	Arya Bima Prastowo	Universitas Airlangga	Pembimbing	2023
3.	Minsi Lestari	Universitas Al Ghifari	Pembimbing	2021
4.	Muhammad Luki	UPN Vetran Jawa Timur	Pembimbing	2021
5.	Arief Alfareza	Universitas Pendidikan Indonesia	Pembimbing	2017
6.	Kurniawan W Handito	Universitas Telkom	Pembimbing	2018
7.	Zulfikar Fauzi	Universitas Telkom	Pembimbing	2018

## K. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Ketua	Asosiasi Pendidikan Tinggi Informatika dan Komputer (APTIKOM) Prov. DKI Jakarta	2021–sekarang
2.	Anggota	The institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)	2017–2018, 2013–2014
3.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO)	2018–2021
4.	Anggota	Perhimpunan Periset Indonesia (PPI)	2022–sekarang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## L. Tanda Penghargaan

No.	Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Penghargaan 108+ Inovasi Indonesia	Business Innovation Center	2016
2.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2015
3.	Penghargaan Peringkat Ketiga pada Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjutan (Gel. V)	Pusdiklat Peneliti LIPI	2015

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Manusia modern sangat bergantung pada penggunaan teknologi informasi dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi informasi ini tidak terlepas dari aksesibilitas internet yang memudahkan, meringkas, dan mempercepat tahapan dalam kegiatan riset, komunikasi, dan aktivitas lainnya. Walaupun demikian, kemudahan transfer data dalam internet ini diiringi risiko dan sisi negatifnya, yaitu *cybercrime* seperti peretasan data, pencurian data, *phising*, dan pengopian ilegal. Data-data digital tentulah harus dilindungi dari berbagai ancaman dan serangan siber sehingga privasi, autentikasi, dan hak cipta datanya terjaga. Salah satu solusi yang ditawarkan dalam buku ini adalah teknologi *watermarking* dalam menunjang keamanan siber di Indonesia. Penggunaan teknologi ini sudah diaplikasikan pada bidang pemerintahan (*e-government*) dan kesehatan (*e-health*).

Bahasan dalam orasi ilmiah ini merupakan kontribusi saintifik dalam perkembangan teknologi keamanan siber yang pada masa sekarang seolah-olah menjadi kebutuhan primer manusia modern. Dalam buku ini dipaparkan perkembangan teknologi *watermarking*, prosesnya, optimasi, simulasi, hingga metode yang dipatenkan untuk melindungi gambar digital terhadap perubahan-perubahan ilegal, khususnya metode untuk menanamkan tanda-tangan digital ke dalam gambar digital. Perjalanan panjang riset penulis mengenai teknologi *watermarking* yang dipaparkan dalam buku ini dapat menjadi referensi bagi periset dan akademisi yang tertarik dalam mengeksplorasi topik riset keamanan siber dan membangun sinergi di lintas sektor terkait, sinergi kebijakan nasional, dan regulasi.

BRIN Publishing  
*The Legacy of Knowledge*

Diterbitkan oleh:  
Penerbit BRIN, anggota Ikapi  
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,  
Jln. M.H. Thamrin No. 8,  
Kota Jakarta Pusat 10340  
E-mail: [penerbit@brin.go.id](mailto:penerbit@brin.go.id)  
Website: [penerbit.brin.go.id](http://penerbit.brin.go.id)

DOI: 10.55981/brin-others.1260



ISBN 978-623-8372-94-2



9 786238 372942

Buku ini tidak diperjualbelikan.