

PENGEMBANGAN TEKNIK *DIGITAL WATERMARKING* PADA CITRA MEDIS DENGAN FITUR PEMULIHAN GAMBAR

MOHAMMAD THAREEQ IZZULHAQ



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Teknik *Digital Watermarking* pada Citra Medis dengan Fitur Pemulihan Gambar” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Mohammad Thareeq Izzulhaq
G64180041

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MOHAMMAD THAREEQ IZZULHAQ. Pengembangan Teknik *Digital Watermarking* pada Citra Medis dengan Fitur Pemulihan Gambar. Dibimbing oleh SHELVE NIDYA NEYMAN.

Kemajuan teknologi telah mempercepat pemanfaatan gambar digital di berbagai bidang. Namun, kemudahan dalam mendistribusikan gambar digital turut meningkatkan risiko terhadap berbagai serangan, seperti pencurian kekayaan intelektual dan manipulasi data. Salah satu solusi untuk menjaga keaslian dan kepemilikan gambar digital adalah melalui teknik *watermarking*. Penelitian ini mengembangkan metode *digital watermarking* dengan fitur pemulihan gambar yang diterapkan pada citra medis. Metode yang diusulkan bertujuan untuk memverifikasi integritas data sekaligus memulihkan bagian gambar yang mengalami kerusakan. Implementasi menggunakan algoritma berbasis Least Significant Bit (LSB) dan Arnold's Map menunjukkan hasil yang baik, dengan nilai Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) di atas 44 dB dan nilai Structural Similarity Index (SSIM) di atas 0,92. Tingkat deteksi *watermark* mencapai 100%. Selain itu, pengujian juga membuktikan kemampuan algoritma dalam memulihkan gambar setelah mengalami berbagai jenis serangan, yang ditunjukkan melalui peningkatan nilai PSNR dan SSIM setelah proses pemulihan.

Kata Kunci: citra medis, *digital watermarking*, gambar digital, pemulihan gambar.

ABSTRACT

MOHAMMAD THAREEQ IZZULHAQ. Development of Digital Watermarking Technique on Medical Images with Image Recovery Feature. Supervised by SHELVE NIDYA NEYMAN.

Technological advancements have significantly accelerated the adoption of digital imaging across various domains. Nevertheless, the ease with which digital images can be distributed has concurrently heightened the risk of malicious activities, including intellectual property theft and data tampering. Digital watermarking has emerged as a viable technique to safeguard the authenticity and ownership of digital images. This study proposes a fragile digital watermarking method equipped with an image recovery feature, specifically designed for application in medical imaging. The proposed approach aims to ensure data integrity verification while enabling the restoration of tampered image regions. The method employs a combination of Least Significant Bit (LSB) embedding and Arnold's Transform, yielding promising results. Experimental evaluations demonstrate that the method achieves Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) values exceeding 44 dB and Structural Similarity Index Measure (SSIM) values greater than 0.92. Moreover, the watermark detection rate consistently reached 100%. The robustness of the recovery mechanism was further validated through various attack scenarios, as evidenced by improvements in both PSNR and SSIM metrics following the restoration process.

Keywords: *digital images, digital watermarking, image recovery, medical images.*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENGEMBANGAN TEKNIK *DIGITAL WATERMARKING* PADA CITRA MEDIS DENGAN FITUR PEMULIHAN GAMBAR

MOHAMMAD THAREEQ IZZULHAQ

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Endang Purnama Giri S.Kom., M.Kom.
2. Firman Ardiansyah S.Kom., M.Si.



Judul Skripsi : Pengembangan Teknik *Digital Watermarking* pada Citra Medis
dengan Fitur Pemulihan Gambar

Nama : Mohammad Thareeq Izzulhaq

NIM : G64180041

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.

19810809 200812 1 002

Tanggal Ujian:

Kamis, 8 Mei 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2022 sampai bulan September 2022 ini ialah pengembangan teknik digital *watermark* untuk menghasilkan perlindungan yang lebih baik pada gambar digital dengan judul "Pengembangan Teknik *Digital Watermarking* pada Citra Medis dengan Fitur Pemulihan Gambar".

Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada pembimbing, Dr. Shelve Nidya Neyman, S.Kom, M.Si. yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran serta banyak memberi saran selama masa kuliah, penyiapan penelitian hingga penyempurnaan karya ilmiah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan masukan berharga dalam topik penelitian ini. Juga penghargaan dan terima kasih kepada seluruh para dosen khususnya di jurusan Ilmu Komputer IPB serta rekan-rekan mahasiswa yang telah memberi dukungan dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan masa studi ini. Tak lupa, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-sebesarnya dengan iringan doa kepada abi, umi, adik-adikku yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Mohammad Thareeq Izzulhaq

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Gambar Digital dan Citra Medis	3
2.2 <i>Watermarking</i>	4
2.3 <i>Chaos Map</i>	5
2.4 Teknik <i>Least Significant Bit (LSB)</i>	5
2.5 Metrik Gambar	6
III METODE	7
3.1 Tahapan Penelitian	7
3.2 Metode Penyisipan <i>Watermark</i>	7
3.3 Metode Ekstraksi Watermark	9
3.4 Implementasi pemrograman	11
3.5 Metode Pengujian	11
3.6 Lingkungan Pengembangan	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Hasil penyisipan <i>watermark</i>	13
4.2 Pengujian Gambar Sinar-X Dada	17
4.3 Pengujian Gambar Sinar-X Siku 1	18
4.4 Pengujian Gambar Sinar-X Siku 2	19
4.5 Pengujian Gambar Sinar-X Telapak Tangan 1	20
4.6 Pengujian Gambar Sinar-X Telapak Tangan 2	21
4.7 Analisis Keseluruhan Tabel	22
4.8 Hasil proses pemulihan	23
4.9 Pengembangan selanjutnya	24
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
RIWAYAT HIDUP	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Jumlah sub-blok dan waktu penyisipan dan ekstraksi	15
2	Hasil uji PSNR dan SSIM pada penyisipan <i>watermark</i>	15
3	Pengujian Gambar Sinar-X Dada	18
4	Pengujian Gambar Sinar-X Siku 1	19
5	Pengujian Gambar Sinar-X Siku 2	20
6	Pengujian Gambar Sinar-X Telapak Tangan 1	21
7	Pengujian Gambar Sinar-X Telapak Tangan 2	22

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi pembuatan sub-blok	7
2	Ilustrasi pembagian MSB dan LSB	7
3	Ilustrasi pengacakan dengan arnold map	8
4	Tahapan penyisipan <i>watermark</i>	8
5	Tahapan ekstraksi <i>watermark</i> dan pemulihan gambar	10
6	Hasil sebelum dan sesudah disisipkan <i>watermark</i>	13
7	Grafik Waktu Penyisipan dan Ekstraksi	15
8	Ilustrasi gambar sebelum, setelah dilakukan serangan dan hasil pemulihan gambar	16
9	Ilustrasi pemulihan gambar	23