

**IMPLEMENTASI WATERMARKING CITRA DIGITAL
MENGUNAKAN METODE *DISRETE WAVELET*
TRANSFORMATION DAN SISTEM *CHAOS* PADA PENGACAKAN
*LEAST SIGNIFICANT BIT***



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun oleh:
Satriaman Toras Doni Simanjuntak
24010310120003**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2016

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satriaman Toras Doni Simanjuntak
NIM : 24010310120003
Jurusan : S-1 Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi *Watermarking* Citra Digital Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transformation* dan Sistem *Chaos* Pada Pengacakan *Least Significant Bit*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, dalam tugas akhir/skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.



HALAMAN PENGESAHAN

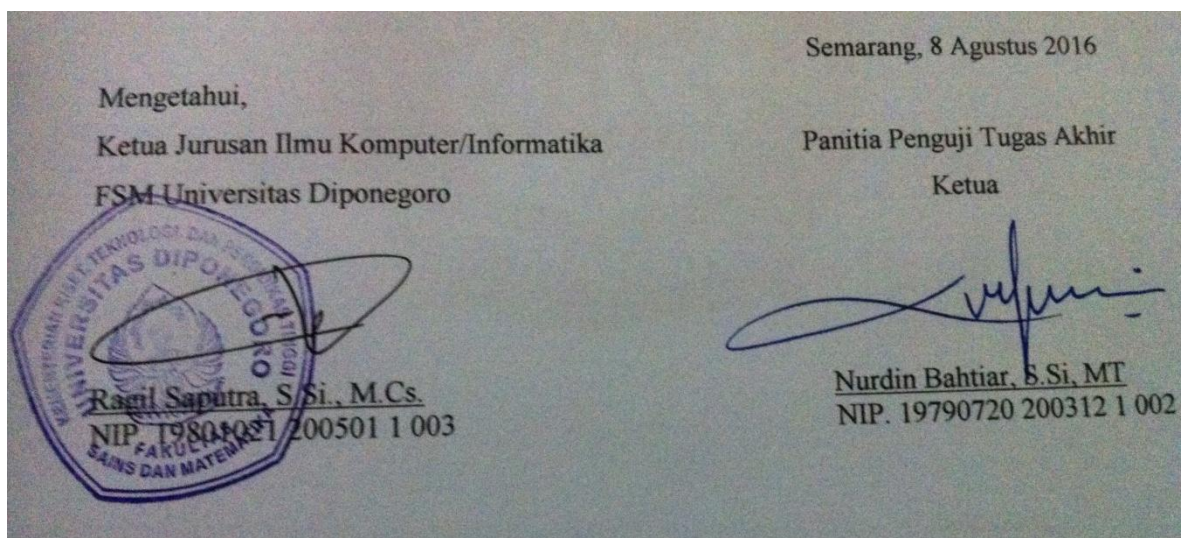
Judul : Implementasi *Watermarking* Citra Digital Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transformation* dan Sistem *Chaos* Pada Pengacakan *Least Significant Bit*

Nama : Satriaman Toras Doni Simanjuntak

NIM : 24010310120003

Jurusan : S-1 Teknik Informatika

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 8 Agustus 2016 dan dinyatakan lulus pada tanggal 8 Agustus 2016.



HALAMAN PENGESAHAN

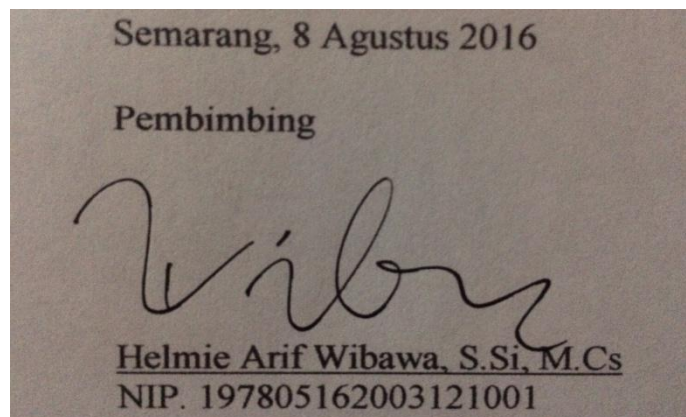
Judul : Implementasi *Watermarking* Citra Digital Menggunakan Metode *Discrete Wavelet Transformation* dan Sistem *Chaos* Pada Pengacakan *Least Significant Bit*

Nama : Satriaman Toras Doni Simanjuntak

NIM : 24010310120003

Jurusan : S-1 Teknik Informatika

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 8 Agustus 2016.



ABSTRAK

Bitmap adalah sebuah citra digital yang mudah dan cepat dalam pembuatannya karena berupa sekumpulan titik atau pixel yang memiliki warna tertentu sehingga ringan untuk dikirimkan melalui media mobile atau internet. Masalah yang terjadi adalah citra bitmap sering dikirimkan tanpa keamanan khusus sehingga rentan akan gangguan atau penyadapan. Dibutuhkan suatu metode untuk mengatasi masalah tersebut. Pada Tugas Akhir ini dibahas tentang pembuatan aplikasi desktop yang dapat melakukan penyisipan dengan *watermarking* bitmap pada media penampung citra *host* bitmap karena ukurannya yang besar dan jarang digunakan. Metode *watermarking* yang digunakan adalah *Discrete Wavelet Transformation* (DWT) untuk mentransformasi citra *host* dari domain *spatial* ke dalam domain *frequency* pada ruang warna RGB ditambah dengan metode *Logistic Map* sebagai indeks pengacakan pada saat penyisipan. Metode penyisipan yang digunakan adalah metode *Least Significant Bit* (LSB). Proses *watermarking* menunjukkan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) berkisar antara 38 *decibel* (dB) sampai dengan 40 *decibel* (dB). Sementara proses ekstraksi menghasilkan citra *watermark* yang kemudian akan dibandingkan dengan citra *watermark* awal. Perbandingan nilai *Normalized Crosscorrelation* (NC) berkisar antara 0,8 sampai 1,00. Penyisipan dapat mengalami kegagalan apabila ukuran citra *watermark* yang disisipkan tidak $\frac{1}{4}$ dari citra *host*.

Kata kunci: *Bitmap, Watermarking, Discrete Wavelet Transformation, RGB, Logistic Map, Least Significant Bit, PSNR, NC.*

ABSTRACT

Bitmap is a digital image which can be made easily and quickly because it is a collection of dots or pixels that have a particular color so that it is easy to be sent through mobile or internet. The problem that occurs is that a bitmap image often sent without a specific security so it is vulnerable for any interferences or interceptions. A method is needed to resolve this issue. This final project aims to develop a desktop application to be able to perform an embedding by bitmap watermarking on a bitmap *host* image media because of its large size and because it is rarely used. A method that is used to do the watermarking is the Discrete Wavelet Transformation (DWT) to transform the *host* image from the spatial-domain into a frequency-domain in the RGB color space, added with the Logistic Map method as an indeks of randomization at the time of embedding. The insertion method which was used is the Least Significant Bit (LSB). The results of the watermarking process showed that the Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ranged from 38 decibels (dB) up to 40 decibels (dB). The extraction process produces an image watermarked which will be compared with the initial watermarked image. Normalized Crosscorellation (NC) ratio ranged from 0.8 to 1.00. The embedding may fail if the size of the embedded watermarked image is not $\frac{1}{4}$ of the *host* image.

Keywords: Bitmap, Watermarking, Discrete Wavelet Transform, RGB, Logistic Map, Least Significant Bit, PSNR, NC.

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir yang berjudul “Implementasi *watermarking* citra digital dengan kombinasi Metode *Discrete Wavelet Transformation* (DWT) dan *Logistic Map*” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan laporan ini tentulah banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa hormat dan terimakasih kepada :

1. Ragil Saputra, S.Si, M.Cs. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM Universitas Diponegoro.
2. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM Universitas Diponegoro sekaligus selaku dosen Pembimbing.
3. Semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi ataupun dalam penyajiannya karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Semarang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Citra Digital.....	5
2.2. <i>Watermarking</i>	5
2.3. <i>Discrete Wavelet Transformation (DWT)</i>	7
2.4. <i>Logistic Map</i>	9
2.5. Metode <i>Least Significant Bit (LSB)</i>	9
2.6. <i>Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)</i>	10
2.7. <i>Normalized Crosscorellation (NC)</i>	11
2.8. <i>Unified Process</i>	12
2.9. <i>Unfied Modelling Language</i>	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. Proses Penyisipan (<i>Embedding</i>)	22
3.1.1. Citra Asli (<i>Host</i>), Citra Sisip (<i>Watermark</i>) dan Citra Terwatermark	23
3.1.2. Proses DWT Pada Penyisipan	24
3.1.3. Pembangkitan <i>Logistic Map</i> Pada Proses Penyisipan	25
3.1.4. Menyisipkan Citra <i>Watermark</i>	26
3.1.5. Proses IDWT	28
3.2. Proses Ekstraksi.....	30
3.2.1. Proses DWT Ekstraksi	30
3.2.2. Pembangkitan <i>Logistic Map</i> Pada Proses Ekstraksi.....	32
3.2.3. Proses Ekstrak	32
BAB IV PEMBAHASAN, PERANCANGAN DAN ANALISA.....	34
4.1. Fase Inception	34
4.1.1. Deskripsi Aplikasi	34
4.1.2. Kebutuhan Fungsional	35
4.1.3. Kebutuhan Non Fungsional.....	35
4.1.4. Model Use Case	35
4.2. Fase Elaboration.....	40
4.2.1. Desain Model	40
4.2.1.1. <i>Class Diagram</i>	40
4.2.1.2. <i>Sequence Diagram</i>	41
4.2.2. Menyusun Perancangan Antarmuka	44
4.2.3. Menyusun Rencana Pengujian	48
4.2.4.1. Rencana Pengujian Fungsional.....	48
4.2.4.2. Rencana Pengujian Parameter	48
4.3. Fase Construction.....	48
4.3.1. Implementasi Sistem	49

4.3.2. Implementasi Class	49
4.3.3. Implementasi Antarmuka	49
4.4. Fase Transition.....	53
4.4.1. Lingkungan Pengujian	54
4.4.2. Pengujian Fungsional Sistem	54
4.4.3. Pengujian Parameter Sistem.....	55
4.4.4. Analisis Hasil Pengujian	62
BAB V PENUTUP	64
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
Lampiran 1. Deskripsi Kasus dan Hasil Uji	66

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Proses Penyisipan <i>Watermark</i>	6
Gambar 2.2. Proses Verifikasi <i>Watermark</i>	6
Gambar 2.3. DWT Level Dua	8
Gambar 2.4 Susunan <i>bit</i> pada sebuah <i>byte</i>	10
Gambar 2.5. Hubungan Fase dengan <i>Workflow</i> dalam <i>Unified Process</i> (Arlow & Neustadt, 2002)	13
Gambar 2.6. Contoh <i>Dependency</i>	16
Gambar 2.7. Contoh <i>Association</i>	17
Gambar 2.8. Contoh <i>Generalization</i>	17
Gambar 3.1. Flowchart Proses Penyisipan (<i>Embedding</i>)	23
Gambar 3.2. Citra <i>host</i> (a) Citra <i>Watermark</i> (b) Citra <i>Terwatermark</i> (c)	23
Gambar 3.3. Citra <i>host</i> (a) dekomposisi dua level (b dan c) didapat LL2 (c)	24
Gambar 3.4. Perubahan urutan awal menjadi urutan baru	26
Gambar 3.5 Ilustrasi Letak Penyisipan pada Channel Warna	27
Gambar 3.6. Contoh potongan pixel Citra.....	28
Gambar 3.7. Hasil Proses Transformasi Perataan dan Pengurangan.....	29
Gambar 3.8. Proses Rekonstruksi Citra Hasil Dekomposisi	29
Gambar 3.9. Proses Penyisipan Menghasilkan Citra <i>Terwaterwark</i>	29
Gambar 3.10. Flowchart Proses Ekstraksi.....	30
Gambar 3.11. Citra <i>Terwatermark</i> dengan DWT 2 level	31
Gambar 3.12. Proses Ekstraksi menghasilkan citra <i>watermark</i> hasil ekstraksi.....	32
Gambar 3.13. Proses Ekstraksi Menghasilkan Citra <i>waterwark</i>	33
Gambar 4. 1 <i>Use Case Diagram</i>	37
Gambar 4. 2 <i>Class Diagram</i>	41
Gambar 4. 3 <i>Sequence Input Data</i>	41
Gambar 4. 4 <i>Sequence Proses Embedding</i>	42
Gambar 4. 5 <i>Sequence Proses Ekstraksi</i>	42
Gambar 4. 6 <i>Sequence PSNR</i>	43

Gambar 4.7 <i>Sequence</i> NC.....	43
Gambar 4. 8 Perancangan Antarmuka Splash	44
Gambar 4. 9 Perancangan Antarmuka Welcome.....	44
Gambar 4. 10 Perancangan Antarmuka <i>Watermark</i>	45
Gambar 4. 11 Perancangan Antarmuka Extract	45
Gambar 4. 12 Perancangan Antarmuka NC	46
Gambar 4. 13 Perancangan Antarmuka Langkah <i>Watermark</i>	46
Gambar 4. 14 Perancangan Antarmuka Langkah <i>Extract</i>	47
Gambar 4. 15 Perancangan Antarmuka Langkah NC	47
Gambar 4. 16 Implementasi Antarmuka Splash.....	50
Gambar 4. 17 Implementasi Antarmuka Welcome	50
Gambar 4. 18 Implementasi Antarmuka <i>Watermark</i>	51
Gambar 4. 19 Implementasi Antarmuka <i>Extract</i>	51
Gambar 4. 20 Implementasi Antarmuka NC	52
Gambar 4. 21 Implementasi Antarmuka Langkah <i>Watermark</i>	52
Gambar 4. 22 Implementasi Antarmuka Langkah <i>Extract</i>	53
Gambar 4. 23 Implementasi Antarmuka Langkah NC	53

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Nilai PSNR.....	11
Tabel 2.2. Notasi <i>Use Case Diagram</i>	18
Tabel 2.3. Simbol <i>Activity Diagram</i>	19
Tabel 2.4 Simbol <i>Class Diagram</i>	20
Tabel 2.5 Simbol <i>Stereotype</i>	20
Tabel 2.6 Simbol <i>Sequence Diagram</i>	21
Tabel 3.1 Perhitungan logistic map.....	26
Tabel 4. 1 Daftar Aktor	36
Tabel 4. 2 Daftar Use Case	36
Tabel 4. 3 <i>Use case</i> input data	37
Tabel 4. 4 Use case proses embedding.....	38
Tabel 4. 5 Use case proses ekstraksi	38
Tabel 4. 6 Penilaian PSNR.....	39
Tabel 4. 7 Penilaian NC	39
Tabel 4. 8 Rencana pengujian fungsional	48
Tabel 4. 9 Implementasi Class	49
Tabel 4. 10 Hasil dan Evaluasi Pengujian Menggunakan Parameter Tes Ukuran Piksel Citra dan Waktu Proses	56
Tabel 4.11 Hasil dan Evaluasi Pengujian Terhadap Serangan berupa Rotasi, Penambahan Noise dan Cropping	59
Tabel L.1. Tabel Pengujian Input Data	66
Tabel L.2. Tabel Pengujian Proses <i>Embedding</i>	66
Tabel L.3. Tabel Pengujian Proses Ekstrak	67
Tabel L.4. Tabel Pengujian Penilaian PSNR	68
Tabel L.5. Tabel Pengujian Penilaian NC.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup serta sistematika penulisan penelitian tugas akhir mengenai implementasi *watermarking* citra digital dengan kombinasi Metode *Discrete Wavelet Transformation* (DWT) dan Sistem Chaos (*Logistic Map*) pada Pengacakan *Least Significant Bit* (LSB).

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang telekomunikasi menjadikan pertukaran informasi menjadi sangat mudah dan cepat. Hal ini terjadi karena setiap informasi yang dipertukarkan telah dikemas kedalam bentuk digital seperti citra sehingga dapat dengan mudah dipertukarkan melalui berbagai macam transmisi yang telah tersedia di era digital saat ini. Oleh karena itu keamanan informasi yang dipertukarkan turut menjadi hal yang sangat penting untuk dijaga, agar informasi tersebut hanya dapat diakses oleh orang yang berhak.

Seiring dengan perkembangan teknologi tersebut, ancaman- ancaman terhadap informasi seperti modifikasi dan duplikasi citra menyebabkan dibutuhkan adanya keamanan. Informasi yang digunakan dalam transaksi online memiliki nilai yang sangat vital, sehingga memerlukan penanganan yang serius dalam pengamanan informasinya. Pengamanan informasi tersebut sangat dibutuhkan untuk menjaga privasi (*confidentiality*) informasi, otentikasi (*authentication*) dan keutuhan atau integritas (*integrity*).

Hal tersebut di atas mendorong diperlukannya suatu teknologi yang dapat menangani keamanan sebuah informasi dalam bentuk citra digital yang nantinya digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu model teknologi tersebut adalah dengan *digital watermarking*. Dengan diterapkannya *digital watermarking* maka keamanan citra digital akan terlindungi dengan cara menyisipkan citra sisip (*watermark*) ke dalam sebuah citra asli (*host*) untuk meyakinkan identitas citra asli dengan citra *watermark* yang tidak dapat dilihat oleh kasat mata. Metode yang digunakan adalah *Discrete Wavelet Transformation* (DWT).

Metode DWT adalah teknik *watermarking* dalam domain transformasi yang memiliki lebih banyak keuntungan dan kinerja yang lebih baik daripada teknik yang bekerja dalam domain spasial. *Watermarking* dalam *Discrete Wavelet Transform* (DWT) ini dipilih karena beberapa alasan seperti distorsi yang disebabkan oleh wavelet domain dalam perbandingan kompresi tinggi tidak terlalu mengganggu dibandingkan domain lain dalam bit rate yang sama, DWT merupakan yang paling dekat terhadap HVS (*Human Visual System*). (Fathony Alfatwa, 2007)

Aplikasi *watermarking* dengan metode DWT pada penelitian ini menggunakan metode penyisipan *Least Significant Bit* (LSB). Metode LSB adalah Metode Steganografi yang menyisipkan pesan rahasia dengan cara mengubah *bit* paling kanan dari media penyimpanan pesan dengan *bit* pesan rahasia tersebut. Sehingga perbedaan antara media penyimpanan yang sudah disisipkan pesan dan yang belum tersisipkan tidak terlalu terlihat atau kasat mata.

Pengembangan aplikasi dengan metode DWT dengan penyisipan menggunakan metode LSB sebelumnya telah diteliti oleh (Prawirawan, et al., 2015). Aplikasi tersebut menggunakan metode DWT dengan penyisipan LSB pada citra digital dengan menyisipkan teks. Dalam penelitian tersebut metode DWT hanya dilakukan satu level dengan pengujian pada teks menggunakan PSNR.

Dalam hal ini, metode yang digunakan peneliti untuk citra *host* yaitu DWT 2 level dengan menyisipkan citra *watermark* serta ditambah dengan *Logistic Map* (Sistem *Chaos*) pada penyisipan LSB agar penyisipannya dilakukan secara acak. Diharapkan aplikasi ini dapat menjadi alternatif dalam pengamanan informasi berupa citra digital dengan cepat dan menghasilkan citra yang bagus pada proses ekstraksinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi yaitu bagaimana membuat suatu aplikasi *watermarking* menggunakan metode *Discrete Wavelet Transformation* dengan penerapan sistem *Chaos* pada penyisipan *Least Significant Bit*.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah menghasilkan suatu aplikasi *watermarking* citra digital dengan sistem Chaos yang digunakan untuk mengacak posisi penyisipan.

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat membantu pengamanan informasi dalam bentuk citra sehingga citra terjaga kerahasiaan, keutuhan dan keasliannya.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam pembuatan aplikasi *watermarking* dan sistem Chaos penyisipan adalah sebagai berikut:

1. Input berupa citra diam dengan input citra *host* RGB dan citra watermark *grayscale*
2. Input berupa citra berformat BMP (*.bmp).
3. Level transformasi Wavelet yang digunakan level 2.
4. Untuk mengetahui perbandingan kualitas citra asli dan citra terwatermark dengan menghitung nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).
5. Untuk mengetahui perbandingan kualitas citra watermark dan citra watermark hasil ekstraksi dengan menghitung nilai *Normalized Crosscorrelation* (NC).
6. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C#.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup serta sistematika penulisan penelitian tugas akhir mengenai implementasi *watermarking* citra digital menggunakan metode *Discrete Wavelet Transformation* dan sistem *Chaos* pada pengacakan *Least Significant Bit*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini. Teori yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini meliputi pengertian citra digital, *Discrete Wavelet Transformation*, *Logistic Map (Chaos)*, *Least Significant Bit*, *peak*

signal to noise ratio (PSNR), proses pengembangan perangkat lunak, permodelan fungsional dan pengujian perangkat lunak.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang analisis masalah dan rancangan penyelesaiannya. Bab ini berisi antara lain rancangan perhitungan dan solusi permasalahan, gambaran arsitektur aplikasi, rancangan alur program dalam bentuk *flowchart* serta rancangan antar muka.

BAB IV PEMBAHASAN, PERANCANGAN DAN ANALISA

Bab ini menguraikan implementasi algoritma dan antarmuka yang telah dirancang serta langkah-langkah pengujiannya. Bab ini juga membahas tentang analisis hasil dari penelitian tugas akhir ini.

BAB V PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini dan saran-saran dari penulis untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian serupa.