

**IMPLEMENTASI HOUGH TRANSFORM DAN DOUGMAN'S
RUBBER SHEET PADA IRIS BIOMETRIC SEBAGAI WATERMARK
BERBASIS WAVELET DAN SINGULAR VALUE
DECOMPOSITION**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada Jurusan Teknik Informatika*



Oleh :

ZULFATRA
NIM : 09111002015

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI HOUGH TRANSFORM DAN DOUGMAN'S RUBBER SHEET PADA IRIS BIOMETRIC SEBAGAI WATERMARK BERBASIS WAVELET DAN SINGULAR VALUE DECOMPOSITION

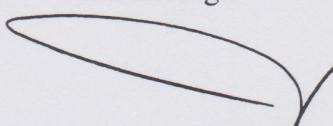
Oleh :

ZULFATRA

NIM : 09111002015

Inderalaya, Maret 2016

Pembimbing I



Drs. Megah Mulya, M.T
NIP. 19660220 200604 1 001

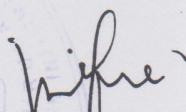
Pembimbing II,



Alfarissi, M.Comp.Sc
NIP. 19851215 201404 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Rifkie Primartha, M.T
NIP. 19770601 2009121 004

TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Jumat tanggal 18 Maret 2016 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Zulfatra
NIM : 09111002015
Judul : Implementasi Hough Transform dan Dougman's Rubber Sheet pada Iris Biometric sebagai Watermark berbasis Wavelet dan Singular Value Decomposition

1. Ketua

Drs. Megah Mulya, M.T
NIP. 19660220 200604 1 001

2. Sekretaris

Alfarissi, M.Comp.Sc
NIP. 19851215 201404 1 001

3. Pengaji I

Drs. Saparudin, M.T., Ph.D
NIP. 19690412 199502 1 001

4. Pengaji II

Danny Metthew Saputra, M.Sc
NIP

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Rifkie Primartha, M.T
NIP. 19770601 200912 004

MOTTO

“Bacalah dengan (meyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan,”

(QS: Al- ‘Alaq(96):1)

“Ya Allah aku berlindung kepadamu dari kelemahan, rasa malas, sifat pengecut,
menyia-yiakan usia, dan sifat kikir.”

(HR. Muslim)

“My Power are ordinary. Only my application brings me success.”

(Isaac Newton)

“We cannot solve our problem with the same thinking we used dan we created
them.”

(Albert Einstein)

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

- Ayah dan Ibu
- Kakak dan Adikku (Frischa dan Anugrah)
- Dosen-dosen pengajarku di Fasilkom Unsri
- Sahabat-sahabat pembimbingku di Fasilkom
Unsri
- Almamater

ABSTRACT

The research of digital image watermarking mostly focused robustness and quality of the watermarked image is generated, in other words, still little attention to the uniqueness of the watermark used as iris biometric. The use of iris as watermark to improve the security of the digital image data generated from the development of digital image watermarking software. The input image is iris image as many as 20 images and utilizes grayscale image as the host image. First, the implementation of the Hough Transform and Daugman's Rubber Sheet on iris biometrics as a watermark to localize location of the iris in the eye image and normalizing iris. Furthermore Discrete Cosine Transform to extract discrete cosine value (DC) of normalized iris template and converted to binary generate watermark in the form 200×8 of binary bits. Watermark is then inserted into singular value of the host image each wavelet transform coefficients by the method of Discrete Wavelet Transform (DWT) and Singular Value Decomposition (SVD). After testing the robustness to several attacks on the watermarked image, the resulting level of robustness watermark can be categorized as very good, because the watermark detection and extraction succeeded in returning, as well as verification of the threshold value of 0-0.5 using Normalized Euclidean Distance to find out the owner of the watermark information. The result of the application of SVD and DWT together provide quality of watermarked image is excellent on all the experimental data that PSNR of 46 dB.

Keywords: Digital Image Watermarking, Iris Biometric, Hough Transform, Dougman's Rubber Sheet, Singular Value Decomposition, Discrete Wavelet Transform, Normalized Euclidean Distance.

ABSTRAKSI

Penelitian *digital image watermarking* kebanyakan memfokuskan ketahanan dan kualitas citra ber-watermark yang dihasilkan, dengan kata lain masih sedikit yang memperhatikan keunikan *watermark* yang digunakan seperti *iris biometric*. Penggunaan iris sebagai *watermark* untuk meningkatkan keamanan data citra digital yang dihasilkan dari pengembangan perangkat lunak *digital image watermarking*. Citra masukan berupa citra iris mata sebanyak 20 citra dan memanfaatkan citra *grayscale* sebagai citra *host*. Pertama, implementasi *Hough Transform* dan *Dougman's Rubber Sheet* pada *iris biometric* sebagai *watermark* untuk melokalisasi letak iris pada citra mata dan menormalisasi bentuk iris. Selanjutnya *Discrete Cosine Transfrom* untuk mengekstrak nilai *discrete cosine* (DC) dari *template* iris ter-normalisasi dan dikonversi ke *binary* menghasilkan *watermark* dalam bentuk 200×8 bits *binary*. *Watermark* kemudian disisipkan ke dalam nilai singular citra *host* setiap koefisien transformasi *wavelet* dengan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD). Setelah dilakukan pengujian ketahanan terhadap beberapa serangan pada citra ber-watermark, tingkat ketahanan *watermark* yang dihasilkan dapat dikategorikan sangat baik, karena *watermark* berhasil di deteksi dan ekstraksi kembali, serta dilakukan verifikasi pada nilai *threshold* 0-0.5 menggunakan *Normalized Euclidean Distance* untuk mengetahui informasi pemilik *watermark*. Hasil penerepan SVD dan DWT secara bersama memberikan kualitas citra ber-watermark sangat baik pada semua data eksperimen yaitu nilai PSNR sebesar 46 dB.

Kata Kunci: *Digital Image Watermarking, Iris Biometric, Hough Transform, Dougman's Rubber Sheet, Singular Value Decomposition, Discrete Wavelet Transform, Normalized Euclidean Distance*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "**Implementasi Hough Transform dan Dougman's Rubber Sheet pada Iris Biometric sebagai Watermark berbasis Wavelet dan Singular Value Decomposition**". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan ingkar sarjana pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbigan, kerja sama, dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk selanjutnya penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, yaitu :

1. Ayahku Saiful Anwar dan Ibuku Meli Dewi Rita yang senantiasa dalam memberikan kesabaran terus memberikan doa, nasihat tentang kehidupan, dan dukungan yang begitu besar bagi penulis selama masa-masa perantauan penulis dalam menempuh pendidikan;
2. Kakakku Frischa Youlanda dan Adikku Anugrah Dafiansyah yang senantiasa memberikan motivasi bagi penulis saat berhadapan dengan kesulitan;
3. Keluarga besar di Muara Enim yang turut memberikan doa dan dukungan kepada penulis;
4. Bapak Dr. Darmawijoyo, M.Si, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya;
5. Bapak Rifkie Primartha, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya;
6. Bapak Drs. Megah Mulya, M.T. dan Bapak Alfarissi, M.Comp.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbigan, ilmu pengetahuan, dukungan, kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini;
7. Bapak Drs. Saparudin, M.T., Ph.D. dan Bapak Danny Mathew Saputra, M.Sc. selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini;
8. Ibu Anggina Primanita, M.IT. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbigan dan saran kepada penulis selama kegiatan akademik;
9. Bapak Abdiansah, M.Cs. yang telah banyak memberikan bimbigan, pelatihan, ide dan ilmu pengetahuan, dan dukungan kepada penulis selama kegiatan akademik;
10. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama kegiatan akademik berlangsung;
11. Seluruh Karyawan/i Fasilkom Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam urusan administrasi selama kegiatan akademik;

12. Sahabat-sahabatku terutama Reza, Wondo, Yories yang dengan sabar berbagi segala hal di kala ku dalam perantauan, Kak Dika, Kak Roy, Kak Fajar, Kak Alfan, Kak Faisal, Kak Reza, Kak Malian, Mba Winda, Dian, Adit, Lacuba, Dini, Roni, Bimo, Arief, Mau, Jojo, Ertog, Rian, Gusti, Tri, Lita, Mimi, Indah, Kahfi, Ridwan, Juju yang turut menyumbangkan ide, kerja sama, maupun solusi masalah yang dihadapi penulis selama penyusunan tugas akhir, serta seluruh teman-teman AF11KA yang telah banyak memberikan dukungan dan kerja sama selama kegiatan akademik;
13. Teman-teman seperjuangan dari IF 2011 dan AIR Lab yang telah memberikan motivasi, kerja sama, dan bantuan selama proses kegiatan akademik berlangsung;
14. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan dan penyempurnaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Inderalaya, Maret 2016
Penyusun,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4. Manfaat Penelitian.....	I-4
1.5. Batasan Masalah.....	I-5
1.6. Metodologi Penelitian	I-5
1.6.1. Unit Peneltian	I-5
1.6.2. Metode Pengumpulan Data.....	I-5
1.6.2.1.Jenis Data	I-5
1.6.2.2.Sumber Data.....	I-6
1.6.2.3.Teknik Pengumpulan Data.....	I-6
1.6.3. Metode Pengembangan Perangkat Lunak	I-6
1.7.Sistematika Penulisan.....	I-9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Penelitian Terdahulu	II-1
2.2. Citra Digital	II-3
2.2.1.Format File Citra Digital	II-4
2.3. <i>Iris Biometric</i>	II-5
2.4. Implementasi Teknologi <i>Iris Biometric</i>	II-7
2.4.1. Deteksi Tepi Canny	II-8
2.4.2. Deteksi Iris Mata <i>Hough Transform</i>	II-12
2.4.3. Normalisasi Iris <i>Dougman Rubber Sheet</i>	II-12
2.4.4. Konversi Template Iris ke 1D DC Value dengan.... DCT	II-14
2.4.5. Konversi <i>DC Coefficients</i> ke <i>Binary</i> dengan CRC ..	II-14
2.5. <i>Digital Image Watermarking</i>	II-15
2.5.1. <i>Watermarking</i> menggunakan DWT-SVD	II-17
2.5.2. Verifikasi <i>Iris Biometric Watermark</i>	II-21
2.5.3. Pengujian Ketahanan <i>Watermark</i>	II-22
2.5.4. Pengukuran Kualitas Hasil <i>Watermarking</i>	II-25
dengan PSNR	
2.6. Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	II-26
BAB III METODELOGI PENELITIAN	III-1

3.1. Analisis Masalah.....	III-1
3.2. Analisis Implementasi <i>Iris Biometric</i> sebagai <i>Watermark</i>	III-3
3.3. Analisis Proses <i>Watermarking</i> Berbasis <i>Discrete Wavelet Transform</i> dan <i>Singular Value Decomposition</i>	III-8
3.3.1. Penyisipan <i>Watermark</i>	III-8
3.3.2. Ekstraksi <i>Watermark</i>	III-11
3.3.3. Verifikasi <i>Iris Biometric Watermark</i> dan Kualitas Citra ber-Watemark	III-12
3.4. Analisis Perangkat Lunak	III-13
3.4.1. Deskripsi Umum Perangkat Lunak	III-13
3.4.2. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	III-14
3.5. Perancangan Perangkat Lunak.....	III-14
3.5.1. Pemodelan <i>Use Case</i>	III-15
3.5.1.1. Definisi Aktor.....	III-16
3.5.1.2. Definisi <i>Use Case</i>	III-16
3.5.1.3. Skenario <i>Use Case</i>	III-17
3.5.1.4. Kelas Analisis.....	III-24
3.5.1.5. Diagram Sekuensial.....	III-28
3.5.1.6. Kelas Diagram Keseluruhan.....	III-46
3.6. Perancangan Data	III-47
3.7. Perancangan Antarmuka	III-48
 BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	IV-1
4.1. Implementasi.....	IV-1
4.1.1. Lingkungan Pengembangan	IV-1
4.1.2. <i>Library</i> dan <i>Tools</i>	IV-2
4.1.3. Batasan Implementasi.....	IV-2
4.1.4. Implementasi Kelas	IV-2
4.1.5. Implementasi Antarmuka	IV-5
4.2. Pengujian Perangkat Lunak	IV-10
4.2.1. Tujuan Pengujian.....	IV-10
4.2.2. Lingkungan Pengujian.....	IV-11
4.2.3. Skenario dan Metode Pengujian.....	IV-11
4.2.3.1.Pengujian Fungsionalitas dan	IV-11
Non-Fungsionalitas	
4.2.4. Hasil Pengujian.....	IV-12
4.2.4.1.Hasil Pengujian Fungsionalitas dan	IV-12
Non-Fungsionalitas	
4.2.5. Kesimpulan Hasil Pengujian	IV-22
4.3. Eksperimen	IV-22
4.3.1. Rencana Eksperimen	IV-22
4.3.1.1.Deskripsi <i>Dataset</i>	IV-22
4.3.1.2.Eksperimen Verifikasi <i>Iris Biometric Watermark</i>	IV-23
4.3.1.3.Eksperimen Ketahanan Citra	IV-23

ber-Watermark	
4.3.1.4. Eksperimen Kualitas Citra ber-Watermark ..	IV-23
4.3.2. Hasil dan Analisis Eksperimen.....	IV-24
4.3.3. Hasil dan Analisis Eksperimen Verifikasi <i>Iris</i>	IV-24
<i>Biometric Watermark</i>	
4.3.4. Hasil dan Analisis Eksperimen Ketahanan	IV-25
Citra ber-Watermark	
4.3.5. Hasil dan Analisis Eksperimen Kualitas	IV-28
Citra ber-Watermark	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-1

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

	Halaman
III-1. Tabel Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	III-14
III-2. Tabel Kebutuhan Non Fungsional Perangkat Lunak	III-14
III-3. Definisi Aktor	III-16
III-4 Definisi <i>Use Case</i>	III-16
III-5. Karakteristik Data Citra Iris Mata	III-47
III-6. Karakteristik Data Citra <i>Host</i>	III-47
III-7 Struktur Data <i>Watermark</i>	III-48
III-8. Halaman Utama	III-49
III-9. Komponen Gambar III-32	III-51
III-9. Komponen Gambar III-33	III-52
III-9. Komponen Gambar III-34	III-54
IV-1. Daftar Fisik Implementasi Kelas	IV-5
IV-2. Daftar Fisik Implementasi Watermark	IV-5
IV-3. Hasil Pengujian Skenario <i>Use Case</i>	IV-12
IV-4. Hasil Eksperimen Verifikasi Iris Biometric	IV-24
IV-5. Hasil Eksperimen Ketahanan Citra ber- <i>Watermark</i>	IV-25
IV-6. Hasil Eksperimen Kualitas Citra ber- <i>Watermark</i>	IV-29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
II-1. Gambar Ilustrasi Elemen Matriks pada Citra Digital.....	II-4
II-2. Gambar Citra Mata.....	II-5
II-3. Gambar Ekstraksi (a) dan Normalisasi (b) Iris	II-7
II-4. Gambar <i>Dougman's Rubber Sheet Model</i>	II-13
II-5. Gambar Penyisipan Watermark	II-15
II-6. Gambar Ekstraksi Watermark	II-16
II-7. Gambar Penyisipan <i>Iris Biometric Watermark</i>	II-18
II-8. Gambar Ekstraksi Watermark dan Verifikasi Watermark	II-19
II-9. Gambar Fase RUP.....	II-28
III-1. Skema Umum Perancangan Perancangan Perangkat Lunak	III-2
III-2. Skema Proses Implementasi <i>Iris Biometric</i> sebagai Watermark.	III-3
III-3. Penyisipan <i>Iris Biometric Watermark</i>	III-8
III-4. Ekstraksi Watermark dan Verifikasi <i>Iris Biometric Watermark</i> .	III-11
III-5. Diagram <i>Use Case</i>	III-15
III-6. Diagram Kelas Analisis <i>Use Case</i> Buat <i>Iris Biometric</i>	III-25
<i>Watermark</i>	
III-7. Diagram Kelas Analisis <i>Use Case</i> Penyisipan Watermark	III-26
III-8. Diagram Kelas Analisis <i>Use Case</i> Ekstraksi Watermark	III-27
III-9. Diagram Kelas Analisis <i>Use Case</i>	III-27
III-10. Diagram Kelas Analisis <i>Use Case</i> Lihat Hasil PSNR	III-28
III-11. Diagram Sekuensial UC-01	III-29
III-12. Sub Diagram Sekuensial UC-01 Load Image.....	III-30
III-13. Sub Diagram Sekuensial UC-01 Iris Normalization.....	III-30
III-14. Sub Diagram Sekuensial UC-01 Iris Detection	III-31
III-15. Sub Diagram Sekuensial UC-01 Iris Extraction	III-32
III-16. Diagram Sekuensial UC-02	III-33
III-17. Sub Diagram Sekuensial	III-34
UC-02 Open Watermark	
III-18. Sub Diagram Sekuensial UC-02 Embed Watermark.....	III-35
III-19. Sub Diagram Sekuensial UC-02 Forward HaarTransform.....	III-36
HostImage	
III-20. Sub Diagram Sekuensial UC-02 Method embedWatermark	III-37
III-21. Sub Diagram Sekuensial UC-2 Invers HaarTransform	III-38
WatermarkedImage	
III-22. Sub Diagram Sekuensial UC-2 Invers HaarTransform	III-39
KeyImage	
III-23. Diagram Sekuensial UC-03	III-40
III-24. Sub Diagram Sekuensial UC-03 Extract Watermark	III-41
III-25. Sub Diagram Sekuensial UC-03 ApplyHaarTrasform	III-42
Watermarked Image	
III-26. Sub Diagram Sekuensial UC-03 ApplyHaarTransform	III-43
Key Image	

III-27. Diagram Sekuensial UC-04	III-44
III-28. Diagram Sekuensial UC-05	III-45
III-29. Kelas Diagram Keseluruhan	III-46
III-30. Contoh Data Watermark	III-48
III-31. Halaman Utama	III-49
III-32. Halaman Utama: Buat Iris Biometric Watermark	III-50
III-33. Halaman Utama: Penyisipan Watermark.....	III-52
III-34. Halaman Utama: Ekstraksi Watermark, Hasil Korelasi dan Deteksi Watermark, dan Hasil PSNR	III-53
III-35. Halaman Watermark	III-55
IV-1. Halaman Utama	IV-6
IV-2. Halaman Utama: Implementasi Iris Biometric Watermark	IV-7
IV-3. Halaman Utama: Embeding Watermark.....	IV-8
IV-4. Halaman Utama: Extraction Watermark & Verification.....	IV-9
IV-5. halaman Watermark.....	IV-10
IV-6. Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak pada saat Ekperimen Ketahanan Watermark (Penambahan <i>Gaussian noise</i> 10%)	IV-27
IV-7. Watermark view Result Extraction.....	IV-27
IV-8. Watermark View of Iris Database	IV-28
IV-9. Pesan Verifikasi.....	IV-28
IV-10. Tampilan Antarmuka menunjukkan Hasil PSNR.....	IV-30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemudahan untuk menghasilkan salinan data citra digital secara ilegal dan melakukan penyebaran data citra digital melalui *internet* secara gratis terjadi karena dalam menyalin citra telah tersedia alat dengan teknologi canggih yang mampu menduplikasi dan memodifikasi citra digital tersebut. Selain itu, kemudahan penyebaran citra digital melalui *internet* memiliki sisi negatif terutama bagi pemilik asli citra digital tersebut. Jika tidak ada perlindungan atas hak cipta pada citra tersebut, maka citra digital yang bernilai komersial atau bahkan data citra digital gratis, akan sangat mudah diakui kepemilikannya oleh pihak lainnya.

Digital watermarking adalah salah satu teknik perlindungan hak cipta, dimana informasi hak cipta digital/*watermark* akan disisipkan ke dalam data yang akan dilindungi (Munir, 2006). Penelitian mengenai *digital image watermarking* dalam *transform domain* telah banyak dilakukan oleh peneliti antara lain: Metode *Fourier Transform* (Tsui dan Zhang, 2008), *Singular Value Decomposition* (Majumder *et al.*, 2009), *Discrete Wavelet Transform* dan *Singular Value Decomposition* (Lai dan Tsai, 2010), dan Penelitian Dubolia *et al.* (2011) membandingkan metode *Discrete Wavelet Transform* dan *Discrete Cosine Transform*. Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukan bahwa teknik *watermarking* terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan *digital image watermarking* seperti *robustness*, *imperceptibility*, serta hasil pengujian juga mengilustrasikan bahwa pendekatan yang diusulkan terus menunjukkan

peningkatan ketahanan dari berbagai serangan *image-processing*. Salah satu unsur yang jarang dilakukan yaitu kebutuhan untuk meningkatkan keunikan dari *watermark* yang digunakan sebagai pengenal kepemilikan citra tersebut.

Penggunaan *iris biometric* adalah salah satu solusi untuk menjawab kebutuhan untuk meningkatkan keunikan pada *watermark*, karena keunikan *biometric* dan kemudahan dalam mengekstraksi *biometric*. Penelitian *digital image watermarking* dengan menggunakan *iris biometric* sebagai *watermark* telah dilakukan oleh Majumder *et al.* (2013). Pada penggunaan *iris biometric* sebagai *watermark*, proses segmentasi dan normalisasi citra iris menggunakan *minimum bounded isothetic rectangle* (MBIR) *format* untuk melokalisasi letak iris dan mendapatkan bentuk citra iris ter-normalisasi. Permasalahannya teknik tersebut sulit untuk di implementasikan karena sedikitnya referensi yang tersedia. Karena permasalahan tersebut penelitian ini menggunakan metode *Hough transform* dan *Dougman rubber sheet* sebagai salah satu tahapan dalam mengimplementasikan *iris biometric* sebagai *watermark*. Penerapan metode *watermarking* secara *hybrid transform domain* yang menggabungkan kedua metode yang *robust* yaitu *discrete wavelet transform* (DWT) dan *singular value decomposition* (SVD) merupakan teknik *watermarking* dengan tingkat ketahanan terbaik (Lai dan Tsai, 2010). Hal ini karena properti multiresolusi dari DWT meningkatkan *imperceptibility*, sedangkan SVD membantu dalam meningkatkan ketahanan atau *robustness scheme* (Mallat, 1989 dan Zhu *et al.*, 2006).

Berdasarkan uraian diatas maka dalam penelitian ini akan menggunakan *iris biometric* sebagai *watermark* dan metode *discrete wavelet transform* (DWT) dan *singular value decomposition* (SVD) sebagai teknik *watermarking*. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini dapat digunakan untuk keperluan melindungi hak cipta data citra digital yang memanfaatkan citra *grayscale* sebagai *data set* untuk penelitian pada bidang *image processing* seperti data *biometric* antara lain wajah, sidik jari, iris mata, dan geometri tangan, tulisan tangan, dan tanda tangan.

1.2. Rumusan Masalah

Citra digital hasil *watermarking* umumnya memfokuskan untuk meningkatkan kebutuhan untuk tahan terhadap serangan dan kualitas citra yang dihasilkan, jarang mempersoalkan keunikan informasi hak cipta/*watermark* yang digunakan. Penggunaan informasi hak cipta/*watermark* yang masih berupa *watermark* tradisional sangat rentan akan replikasi karena merupakan sesuatu yang bisa diduplikasi atau ditiru seseorang. Oleh karena itu, permasalahan pada penelitian ini bagaimana pengaruh penggunaan *iris biometric* sebagai *watermark* berdasarkan pada identitas yang benar-benar pengguna miliki dan penerapan metode *discrete wavelet transform* (DWT) dan *singular value decomposition* (SVD) sebagai teknik *digital image watermarking* terhadap ketahanan dan kualitas citra yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan keamanan hak cipta citra digital.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan perangkat lunak *digital image watermarking* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition* dengan mengimplementasikan *iris biometric* sebagai *watermark* yang bertujuan meningkatkan keamanan data citra digital yang memanfaatkan citra *grayscale* untuk keperluan data penelitian,
2. Mengukur kualitas citra ber-watermark (*watermarked image*) dengan menggunakan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR), dan
3. Melakukan verifikasi *iris biometric watermark* baik setelah atau sebelum pengujian serangan *image processing* pada citra ber-watermark.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat lunak *digital image watermarking* yang memungkinkan *user* melakukan penyisipan dan ekstraksi *watermark*, serta dapat melakukan otentifikasi kepemilikan hak cipta terhadap citra digital tersebut.
2. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk keperluan melindungi hak cipta *database* citra penelitian pada bidang *image processing* dan data *biometric* yang memanfaatkan citra *grayscale* sebagai *data set* penelitian.

1.5. Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Citra iris mata diambil dari basis data CASIA (*Chinese Academy of Sciences Institute of Automation*) versi 1 dengan jenis *file bitmap* (BMP) yang berukuran 320×280 piksel,
2. Data citra iris mata yang dimiliki sebanyak 20 citra mata = 20 orang \times 1 citra mata kiri yang hanya digunakan,
3. Citra *host* yang akan disisipi *watermark* yaitu citra *grayscale* berukuran 512×512 dengan jenis *file bitmap* (BMP), dan
4. Pengujian serangan terhadap citra ber-*watermark* dilakukan pada *standard attack* seperti *cropping*, serangan geometris (rotasi citra, penskalaan ulang citra), filtering, kompresi, dan penambahan *noise* dengan menggunakan *tool photoshop*.

1.6. Metodologi Penelitian

1.6.1. Unit Penelitian

Penelitian diadakan di Laboratorium Pengolahan Citra Digital Lantai 3 Gedung A Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya Indralaya.

1.6.2. Metode Pengumpulan Data

1.6.2.1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut berupa citra iris mata dengan jenis *file bitmap* (BMP) yang digunakan

sebanyak 20 citra mata = $20 \text{ orang} \times 1 \text{ citra mata kiri}$. Dan citra digital yang akan di *watermarking* dengan jenis *file bitmap* (BMP).

1.6.2.2. Sumber Data

Citra iris mata diambil dari basisdata CASIA (*Chinese Academy of Sciences Institute of Automation*) versi 1 yang dapat diakses pada <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=1>. Sedangkan untuk citra digital yang akan di *watermarking* diambil dari ImageProcessingPlace.com merupakan standar citra pengujian yang dapat diakses pada http://www.imageprocessingplace.com/root_files_V3/image_databases.htm.

1.6.2.3. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian ini dikumpulkan dengan cara mengunduh citra yang telah tersedia di *internet*, kemudian dipilih beberapa sampel sesuai kebutuhan penelitian.

1.6.3. Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak ini adalah metode *Rational Unified Process* (RUP) yang merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang populer dan merupakan sebuah kerangka proses iteratif yang dapat menggunakan bahasa pemodelan UML (*Unified Modeling Language*). Berikut adalah fase-fase RUP:

1. Fase Insepsi

Hal-hal yang akan dilakukan pada fase insepsi yaitu membuat *business modeling* dan *requirement*:

- *Business Modeling*:

1. Memahami cara mengimplementasikan *iris biometric* untuk digunakan sebagai *watermark*;
2. Memahami metode *digital image watermarking* dan membuat skema dari proses kerja *digital image watermarking* yang meliputi penyisipan dan ekstraksi *watermark*, dan verifikasi *iris biometric watermark*;
3. Menentukan kebutuhan perangkat lunak dan keras yang akan digunakan sebagai penunjang; dan
4. Menggambarkan diagram *use case* tahap awal dan skenario dari perangkat lunak *digital image watermarking*.

- *Requirement:*

Mengidentifikasi tugas utama yang dapat dilakukan perangkat lunak *digital image watermarking* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition*, seperti: mengimplementasikan *iris biometric* sebagai *watermark*, proses penyisipan dan ekstraksi *watermark*, dan verifikasi *iris biometric watermark*.

2. Fase Elaborasi

Pada tahap ini hal-hal yang akan dilakukan yaitu:

1. Melakukan analisis dan perancangan perangkat lunak *digital image watermarking* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition*; dan

2. Membuat *use case* secara detail yang merupakan perbaikan dari fase insepsi.

Menggambarkan model kelas analisis, kelas diagram, dan *sequence diagram* dari perangkat lunak *digital image watermarking* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition*.

3. Fase Konstruksi

Pada tahap ini hal-hal yang akan dilakukan yaitu:

1. Memastikan kelengkapan dan kesesuaian antara diagram *use case*, model kelas analisis, kelas diagram, *sequence diagram*; dan
2. Membuat kode program yang sesuai dengan fungsi-fungsi yang telah digambarkan pada fase sebelumnya.

Melakukan pengujian pada perangkat lunak dan perbaikan berdasarkan hasil analisis pengujian. Pengujian hanya dilakukan sebatas pengujian kode program, apakah ada *error syntax* atau *error logic*, sedangkan pengujian tentang kehandalan perangkat lunak akan dilakukan pada fase transisi.

4. Fase Transisi

Pada fase ini transisi ini dilakukan pengujian perangkat lunak secara keseluruhan dengan metode pengujian perangkat lunak *black box* (pengujian fungsionalitas dan non-fungsionalitas). Serta dilakukan eksperimen meliputi dua hal yaitu menguji ketahanan dan mengukur kualitas citra hasil *watermarking* juga dilakukan pada fase ini.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir yang digunakan pada penelitian ini:

1. **Bab I Pendahuluan**, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.
2. **Bab II Tinjauan Pustaka** berisi penjelasan dasar teori dan materi yang terkait dengan penggeraan penelitian ini.
3. **Bab III Analisis dan Perancangan**, berisi analisis dan deskripsi perancangan terkait implementasi *hough transform* dan *dougman rubber sheet* pada *iris biometric* sebagai *watermark* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition* yang dibuat pada penelitian ini.
4. **Bab IV Implementasi dan Pengujian**, berisi penjelasan implementasi *hough transform* dan *dougman rubber sheet* pada *iris biometric* sebagai *watermark* berbasis *wavelet* dan *singular value decomposition* serta hasil pengujian fungsionalitas dan non-fungsionalitas, dan hasil dan analisis eksperimen ketahanan dan kualitas citra ber-*watermark*.
5. **Bab V Kesimpulan dan Saran**, berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, G. 2010. Dekomposisi Nilai Singular dan Aplikasinya. Makalah Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Yogyakarta, 27 november 2010.
- Chinese Academy of Sciences – Institute of Automation. 2003. Database of 756 Greyscale Eye Images Version 1.0., (<http://www.sinobiometrics.com>, diakses pada 1 Januari 2010).
- Daugman, J. 1994. Biometric personal identification system based on iris analysis. United States Patent, Patent Number: 5:291-560.
- Dubollia, R., Singh, R., Bhadaria, S.S., and R. Gupta. 2011. Digital Image Watermarking by Using Dicrete Wavelet Transform and Discrete Cosine Transform and Comparison Based on PSNR. Conference Publications of Communication Systems and Networks Technologies (CSNT), Katra, Jammu, 3-5 Juni, 2011.
- Fadliansyah. 2007. Computer Vision dan Pengolahan Citra. Penerbit Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Gilani, S.A.M., A. N. Skodras. 2000. DLT-Based Digital Image Watermarking. University of Patras.
- Gonzales, R.C., and Woods, R. E. 2002. Digital Image Processing 2-nd Edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hendrawan, dan S. Meliani. 2003. Robust and Non Blind Watermarking pada Citra Dijital dengan Teknik Spread Spectrum. Institut Teknologi Bandung.
- Kalita, R., Majumder, S., and M.A. Hussain. 2010. Multidimensional Multimetric Novel and Simple Techniques for Iris Recognition System. Int. J. Recent Trends Eng 3(3):161–166.
- Kruchten, P. 2004. The Rational Unified Process: An Introduction (3rd). Addison-Wesley Professional, USA.
- Kutter, M., and A. P. Fabien. 1999. A Fair Benchmark for Image Watermarking Systems. The International Society for Optical Engineering.
- Lai, C.C., and C.C. Tsai. 2010. Digital Image Watermarking Using Discrete Wavelet Transform and Singular Value Decomposition. Journal of Instrumentation and Measurement, IEEE Trasactions 59(11):3060-3063.
- Liu, R., and T. Tan. 2002. A SVD-based Watermarking Scheme for Protecting Rightful Ownership. IEEE Trans. Multimedia 4(1):21–128.
- Lumini, A., and D. Maio. 2001. Approach to Digital Image Watermark. Watermark Lab, Università di Bologna.
- Majumder, S., Jilenkumari, K., and S. Kumar. 2012. Singular Value Decomposition and Wavelet-based Iris Biometric Watermarking. IET Biometrics 2(1):21-27.
- Majumder, S., Das, T.S., Mankar, V.H., and S.K. Sarkar. 2009. SVD and Error Control Coding based Digital Image Watermarking. Int. Conf. on Advances in Computing, Control and Telecommunication Technologies. Trivendrum, India, 28-29 Desember, 2009.

- Mallat, S. 1989. A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representatif. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell* 11:674–693.
- Maini, R. 1999. Study of Comparison of Various Image Edge Detection Techniques. *Internasional Journal of Image Processing* 3:1-10.
- Masek, L. 2003. Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification. Bachelor thesis for School of Computer Science and Software Engineering, The University of Western Australia. Not Published.
- Munir, R. 2006. Diktat Kuliah IF5054 Kriptografi. Institut Teknologi Bandung.
- Muron, A. dan Pospinil, J. 2000. The Huma Iris Structure an Its Usages. *Physica* Vol. 39:87-95.
- Nugroho, Eko. 2009. Sistem Identifikasi Masa Depan. Penerbit Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Putra, D. 2010. Pengolahan Citra Digital (Edisi 1). Penerbit Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Saikia, M., Majumder, S., Das, T.S., Hussain, Md.A., and S.K Sarkar. 2010. Coded fingerprinting based watermarking to resist collusion attacks and trace colluders. *Proc. Int. Conf. in Advances in Computer Engineering (ACE-2010)*, 120–124.
- Sklar, B. 1998. Digital communications: fundamentals and applications. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Tsui, T.K., Zhan, X.P, and D. Androutsos. 2008. Color Image Watermarking Using Multidimensional Fourier Transforms. *IEEE Transactions Forensic and Security* 3(1): 16-28.
- Terzija, N. 2006. Robust Digital Image Watermarking Algorithms for Copyright Protection. Universität Duisburg-Essen, Serbia.
- Van der Veen, M., Lemma, A.N., Bruekers, F., Aprea, J., and T. Kalker. 2002. Security Issues in Digital Audio Watermarking. Philip Research Laboratories/Philip Digital System Laboratories, Netehrland.
- Wicker, S.B. 1995. Error control systems for digital communication and storage. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Yusof, Y. and O.O. Khalifa. 2007. Digital Watemarking for Digital Images Using Wavelet Transform. Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Telecommunications.
- Zhu, X., Zhao, J., and H. Xu. 2006. A Digital Watermarking Algorithm and Implementation based on Improved SVD Watermarking-attacks and Counter measures. *Proc. 18th IEEE Computer Society Int. Conf. Pattern Recognition*