

**RESTORASI CITRA SIDIK JARI MENGGUNAKAN  
ALGORITMA TRANSFORMASI *WAVELET* DISKRIT DAN  
WIENER *FILTER***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH :**

**ASTI YULIA SARI**

**09011281320032**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**RESTORASI CITRA SIDIK JARI MENGGUNAKAN  
ALGORITMA TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT DAN  
WIENER FILTER**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

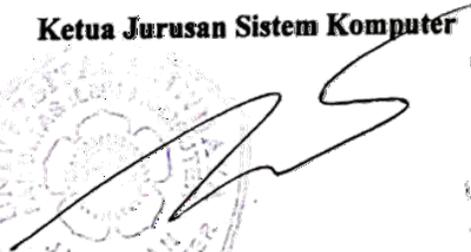
Oleh :

**ASTI YULIA SARI**  
**09011281320032**

**Inderalaya,            September 2019**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rossi', written over a faint circular official stamp of the Department of Computer Systems.

**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 197806112010121004**

**Pembimbing Tugas Akhir**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Erwin', written in a cursive style.

**Dr. Erwin, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 197101291994121001**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 09 Juli 2019

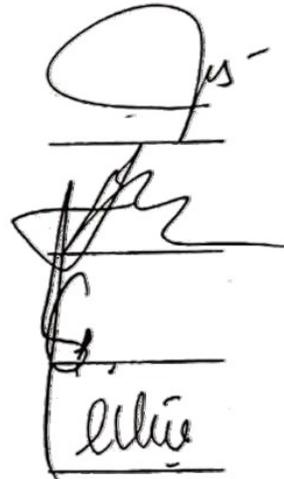
**Tim Penguji :**

1. Ketua : Kemahyanto Exaudi, S.Kom.,M.T

2. Sekretaris : Dr. Erwin,S.Si.,M.Si

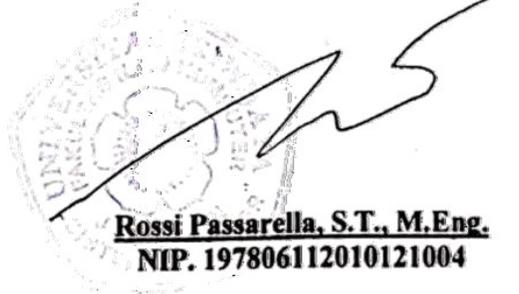
3. Anggota I : Sutarno,M.T

4. Anggota II : Sri Desy Siswanti, M.T



Handwritten signatures of the examiners, corresponding to the list of names on the left. The signatures are written in black ink on a white background.

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



Signature and stamp of Rossi Passarella, S.T., M.Eng. NIP. 197806112010121004. The stamp is circular and contains the text 'UNIVERSITAS ANGKASA' and 'FACULTY OF ENGINEERING'.

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asti Yulia Sari

NIM : 09011281320032

Judul : Restorasi Citra Sidik Jari Menggunakan Algoritma  
Transformasi *Wavelet* Diskrit Dan Wiener *Filter*

Hasil Pengecekan

*Software iThenticate* : 7 %

*Turnitin*

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, September 2019

Yang menyatakan,



Asti Yulia Sari

NIM 09011281320032

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### *Kutipan :*

انْتَشُرُوا قِيلَ وَإِذَا لَكُمْ اللَّهُ يَفْسَحِ فَأَفْسَحُوا الْمَجَالِسِ فِي تَفَسَّحُوا لَكُمْ قِيلَ إِذَا آمَنُوا الَّذِينَ أَيُّهَا يَا  
خَبِيرٌ تَعْمَلُونَ بِمَا وَاللَّهِ ۖ دَرَجَاتِ الْعِلْمِ أَوْتُوا وَالَّذِينَ مِنْكُمْ آمَنُوا الَّذِينَ اللَّهُ يَرْفَعِ فَاَنْتَشُرُوا

Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: “Berlapang-lapanglah dalam majlis”, maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(Surat Al-Mujadilah ayat 11)

“Barangsiapa belajar sesuatu semata-mata karena Allah, mencari ilmu yang ada bersama-Nya, maka dia akan menang. Dan barangsiapa yang belajar sesuatu karena selain Allah, maka dia tidak akan mencapai tujuannya, juga pengetahuan yang diperolehnya tidak akan membawanya lebih dekat kepada Allah.” – (Hasan al-Basri)

“Balas dendam terbaik adalah menjadikan dirimu lebih baik.” – (Ali Bin Abi Thalib)

### *Kupersembahkan karyaku untuk:*

*Ibuku dan Bapakku Jercinta ; Tujem dan Dwi Wahyudi Sejati.*

*Saudari Jersayang ; Mareta “Fta” Muji Hastiti*

*My Someone Special : fdi S.*

*Sahabat-Sahabat ku yang Selalu Memberi Motivasi “Abel’s”.*

*Keluarga seperjuangan Sistem Komputer 2013.*

*Almamaterku.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Restorasi Citra Sidik Jari Menggunakan Algoritma Transformasi Wavelet Diskrit Dan Wiener Filter”. Laporan ini disusun setelah melaksanakan tugas akhir yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya (UNSRI).

Pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak mungkin berhasil tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain berupa do'a, petunjuk, bimbingan, nasihat, semangat, dan fasilitas-fasilitas yang disediakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Karena hal-hal tersebut, penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Allah SWT yang selalu melindungi, memberi segalanya kepada penulis berupa, kesehatan, orang tua, kesempatan, rezeki, pembimbing, teman dan memberi kesempatan untuk menyelesaikan studi sehingga mendapatkan gelar Strata 1 di Universitas Sriwijaya.
2. Ayah dan Ibu yang sangat aku sayangi, yang tidak pernah berhenti memberikan penulis doa restu serta bantuan secara moral dan material kepada Penulis.
3. Adik penulis Mareta Eta Titik, lelaki tersayang yang selalu mendukungku Edi Sukrisno, keluarga besar “Rawi” : tante Endah, uwak Bo, tante&om Tri, bulek Lami. Yang selalu memberi doa dan dukungan sampai penulis menyelesaikan studi di Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Erwin, S.Si.,M.Si. selaku pembimbing tugas akhir, serta Bapak Sutarno,M.T dan Ibu Sri Desy Siswanti, M.T selaku anggota penguji pada sidang tugas akhir.
5. Bapak Jaidan Jauhari,S.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Unsri.

6. Bapak Rossi Passarella, S.T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Unsri.
7. Bapak Sutarno, M.T selaku Sekretaris Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Unsri.
8. Bapak Sutarno, M.T selaku Pembimbing Akademik, yang telah membimbing penulis dari semester satu hingga terselesainya tugas akhir ini dengan baik.
9. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Ilmu Komputer UNSRI atas segala bantuannya.
10. Sahabat penulis, geng Abelku : Diah Purnamasari, Devi Purnama, Selfia Jannati, Desy Marita, Ayu Purnama Sari, Mardiah, Nica Hartuti, Raihanil Jannah, dan Dian Oktavian. Yang selalu memberikan dukungan dan bersama-sama saat belajar, mengerjakan tugas, menemani penulis saat bahagia dan sedih, menemani penulis saat ingin berpergian ke suatu tempat yang belum pernah penulis kunjungi sebelumnya, dan selalu setia mendengar keluh kesah, disaat penulis ingin berbagi cerita.
11. Teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer 2013.
12. Seluruh teman-teman dan sahabat yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, yang selalu memberikan semangat, dukungan dan bantuan kepada penulis yang sangat bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penulis harapkan agar penulis dapat segera memperbaikinya sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan bagi pembaca sekalian, khususnya mahasiswa / mahasiswi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Indralaya, September 2019

Penulis

**RESTORASI CITRA SIDIK JARI MENGGUNAKAN ALGORITMA  
TRANSFORMASI *WAVELET* DISKRIT DAN WIENER *FILTER***

Oleh

**Asti Yulia Sari**

**09011281320032**

**ABSTRAK**

Citra sidik jari merupakan salah satu bagian dari kajian biometrik yang biasanya digunakan untuk mendapatkan identitas dari seseorang karena karakteristik perbedaan fisiologisnya. Dalam pengambilan data citra sidik jari dengan alat sering kali ditemukan adanya *noise* yang membuat citra sidik jari mengalami kerusakan, menyebabkan degradasi citra. Sehingga diperlukan metode untuk menghilangkan *noise* pada citra sidik jari tersebut. Transformasi *wavelet* diskrit digunakan untuk membagi citra menjadi beberapa bagian frekuensi yang berbeda pada sinyal citra sehingga tiap komponen tersebut dapat dipelajari dengan skala resolusi yang berbeda. Dengan *filter low* dan *high* maka citra akan diolah dengan waktu pengolahan data yang cepat serta penstabilan informasi dari data citra asli. Selain itu dalam pengurangan *noise* pada citra sidik jari, Wiener *filter* diterapkan dengan menggunakan kernel *filter* 3x3 yang merestorasi citra dengan mengurangi sensitivitas *noise* pada filter inversi untuk meminimalkan kesalahan kuadrat rata-rata antara citra ideal dengan citra yang terestorasi. Parameter hasil pengujian akhir dengan PSNR mendapatkan hasil rata-rata 54 desibel (dB) pada citra sidik jari.

**RESTORASI CITRA SIDIK JARI MENGGUNAKAN ALGORITMA  
TRANSFORMASI *WAVELET* DISKRIT DAN WIENER *FILTER***

**By**

**Asti Yulia Sari**

**09011281320032**

**ABSTRACT**

Fingerprint image is one region of the biometric study that is usually used to get an identity from someone because its different physiological characteristic. Fingerprints image captured by the image acquisition device are often corrupted by noise, image degradation occurs. Methods are needed to reduce noise from fingerprint image. Discrete wavelet transform (DWT) is used to divided image to be several part of different frequency in image signal so that each component can be studied at different resolution scales. By low and high filters then the image will be processed with fast data processing time and stabilizing information from original image data. Furthermore, for reduction noise from fingerprint image, Wiener filter is applied by using 3x3 kernel filter that is restore noise with reducing noise sensitivity in inversion filter to minimize mean square error between ideal image and restored image. The final results with PSNR getting average results in 54 decibel (dB) from fingerprint image.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan Bukan Plagiat.....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Abstract .....	vii
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiii
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.4 Metodologi Penulisan .....	4
1.5 Sistematika Pembahasan.....	5
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Citra Digital .....	7
2.2.1 Citra <i>Grayscale</i> .....	7
2.3 Sidik Jari .....	8
2.4 <i>Noise</i> .....	10
2.2.2 <i>Gaussian Noise</i> .....	10
2.2.3 <i>Salt&amp;Pepper Noise</i> .....	10
2.2.4 <i>Speckle Noise</i> .....	11
2.5 Restorasi Citra .....	11
2.5.1 Transformasi Wavelet Diskrit .....	11
2.5.2 Wiener Filter .....	13
2.6 PSNR .....	14
 <b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Pendahuluan .....	15
3.2 Studi Pustaka .....	15
3.3 Perancangan Sistem .....	16
3.4 Akuisisi Data.....	17

3.5	Pengujian Data.....	17
3.6	Proses Restorasi .....	17
3.6.1	Transformasi Wavelet Diskrit.....	18
3.6.2	Wiener Filter.....	18
3.6.2	PSNR .....	21
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISA</b>		
4.1	Umum.....	23
4.2	Lingkungan Implementasi.....	23
4.3	Dataset Citra Sidik Jari.....	23
4.4	Implementasi Algoritma Program.....	26
4.5	Hasil Uji Coba Restorasi Citra Sidik Jari.....	28
4.5.1	Hasil Uji Coba Citra Dengan Berbagai <i>Noise</i> .....	28
4.5.2	Hasil Uji Coba Citra Dengan Transformasi Wavelet Diskrit .....	36
4.5.3	Hasil Uji Coba Citra Dengan Wiener Filter .....	42
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra <i>Grayscale</i> Dan Representasi Biner Matriksnya .....	8
Gambar 2.1 Jenis Sidik Jari Berdasarkan <i>Singular Point</i> .....	10
Gambar 2.3 Proses Dekomposisi <i>Wavelet</i> Pada Citra .....	12
Gambar 3.1 Bagan Alur Dalam Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Diagram Blok Restorasi Citra Sidik Jari.....	17
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Metode Transformasi <i>Wavelet</i> Diskrit Dan Wiener <i>Filter</i> ...	20
Gambar 4.1 Tampilan Awal GUI Restorasi Citra.....	26
Gambar 4.2 Tampilan GUI Pada Input Gambar Dan Pemberian <i>Noise</i> .....	27
Gambar 4.3 Tampilan GUI Pada Proses DWT Haar L1 .....	27
Gambar 4.4 Tampilan GUI Akhir Dengan Proses Wiener Filter.....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dataset Citra Sidik Jari .....	24
Tabel 4.2 Hasil Uji Coba Citra Dengan Berbagai <i>Noise</i> .....	29
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Citra Dengan DWT .....	36
Tabel 4.4 Hasil Restorasi Citra Sidik Jari .....	42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem dari biometrik pada dasarnya merupakan suatu sistem dalam pengenalan pola difungsikan dengan mendapatkan data biometrik dari suatu individu, ekstraksi sekumpulan fitur dari data yang diperoleh maupun evaluasi fitur tersebut dengan sekumpulan pola dalam *database*. [1][2][3] Sebuah sistem biometrik mengacu kepada teknologi yang meneliti kearah pengenalan diri, contohnya seperti mengenai bagian tubuh tertentu serta sampai mengenai keterkaitannya dengan perilaku manusia. [3] Penerapan contoh dari teknologi biometrik tersebut antara lain sidik jari. Dalam dunia forensik misalnya, untuk mengidentifikasi penyelidikan kejahatan dan tindak kriminal. [1][3] Sidik jari digunakan untuk mengidentifikasi identitas pribadi dari seseorang. [4] Citra sidik jari secara alami merupakan bagian dari tubuh manusia yang memiliki keunikan dan ciri khas tersendiri. Dimana tidak ada satupun manusia yang memiliki bentuk dan pola alur sidik jari yang sama persis. Sehingga kemungkinan untuk menyamakan sidik jari antara dua orang atau lebih akan susah, meskipun kembar identik sekalipun. [5]

Pada hakikatnya suatu citra tidak lepas dari adanya masalah, salah satunya adalah *noise*. [1] Citra sidik jari bisa saja berisi *noise* selama proses akuisisi dan transmisinya. *Noise* yang terdapat pada sebuah citra biasanya tidak diinginkan dan muncul pada saat suatu citra tersebut di proses. [6][3] Pengurangan *noise* pada citra sidik jari akan sangat berarti untuk proses pengolahan citra agar didapatkan kualitas dan hasil citra bagus yang diinginkan. [3] Jika dilihat pada citra sidik jari *grayscale* yang akan diuji, dapat dilihat bahwa sidik jari tersebut mengalami degradasi (kerusakan) akibat

dari proses akuisisinya yaitu citra sedikit blur dan mengalami tekanan berlebihan sehingga akan berdampak pada proses pengolahan citra itu sendiri. Maka dari itu diperlukan perbaikan atau restorasi pada citra sidik jari tersebut agar citra dapat terepresentasi dengan baik. [7] Metode transformasi *wavelet* diskrit yang digunakan merupakan metode dalam proses citra yang cukup bagus untuk memperbaiki degradasi. Hal ini dilihat dari mudahnya metode tersebut menyesuaikan banyak komponen sinyal dalam citra maupun hasil rekonstruksi untuk kualitas citra yang tinggi. Metode ini menggunakan filter *low* dan *high* pada penerapannya dimana citra yang diolah di dekomposisi menjadi empat sub bagian pokok yaitu LL, LH, HL, dan HH. [8][9][10] Komponen LH, HL, dan HH merupakan bagian frekuensi tinggi sedangkan LL merupakan bagian frekuensi rendah. [10] Didalam LL banyak mengandung informasi dari citra yang diolah oleh karena itu yang akan diambil untuk proses citra selanjutnya adalah citra LL. [8] Metode Wiener *filter* merupakan metode yang dicetuskan oleh Norbert Wiener pada tahun 1942. [7] Metode ini dapat diterapkan untuk merestorasi atau memperbaiki degradasi atau *noise* yang muncul pada citra. [9][11]

Pada penelitian [10][12][13] ditunjukkan bahwa penggunaan transformasi *wavelet* diskrit dalam pengolahan citra tergradasi dapat menghasilkan citra keluaran baru yang lebih bagus. Dalam penelitian [14] terjadi adanya kombinasi metode antara Wiener *filter* dan transformasi *wavelet* diskrit yang dinilai dapat menghilangkan beragam jenis *noise* pada citra. Sedangkan penelitian [15] mendapatkan nilai PSNR 73.1627 dalam melakukan perbaikan citra dari *noise* dengan teknik Wiener *filter*.

Pada penelitian tugas akhir ini penulis akan lebih berfokus kepada perbaikan atau restorasi citra yang tergradasi akibat proses akuisisinya. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah transformasi *wavelet* diskrit dan Wiener *filter*. Hasil keluaran dari metode diatas akan diukur menggunakan parameter pengukuran dengan *Peak Signal Noise to Ratio* (PSNR). Penggunaan

parameter pengukuran PSNR sebagai keluaran sistem dilakukan sebagai metode dari perbandingan citra awal dan citra akhir.

## 1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian dalam tugas akhir ini yaitu dibatasi pada :

1. Citra dataset sidik jari *grayscale* yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berekstensi '.png'. Citra tersebut berukuran 512x512 diambil dari dataset sidik jari milik NIST (NIST *Special Database 4 Gray Scale Images of FIGS*). Citra dipilih dari folder sd04 yang terdiri dari 7 folder figs (masing-masing folder berisi 500 citra) dan yang akan dipakai dalam penelitian hanya 40 citra sidik jari saja. Diambil secara acak dari folder tersebut.
2. Untuk sidik jari yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan sidik jari dengan degradasi yang diakibatkan dari proses sidik jari citra pada saat akuisisi/ pada saat pengambilannya.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian merupakan metode pendekatan dengan transformasi *wavelet* diskrit dan *Wiener filter*.
4. Masukan untuk sistem yang digunakan dalam pengolahan citra adalah dataset citra *grayscale*. Sedangkan untuk keluaran sistem merupakan hasil dari perhitungan PSNR.
5. Semua proses pemrograman dan pengolahan data penelitian dilakukan dengan menggunakan *software*.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan hasil keluaran citra sidik jari yang akan direstorasi dari *noise*.

2. Menganalisis kesesuaian metode yang diusulkan dalam penelitian.
3. Menemukan hasil keluaran sistem dengan parameter pengukuran PSNR yang bisa menjadi referensi untuk kesimpulan akhir.

Manfaat yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui metode yang sesuai untuk mengurangi degradasi dan beberapa *noise* tambahan yang ada pada citra sidik jari.
2. Sebagai referensi untuk menambah penelitian ilmiah dalam bidang pengolahan citra.

#### **1.4 Metodologi Penulisan**

Pada bagian metodologi penulisan terdapat empat tahap yaitu sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mengenai kajian literatur ilmiah yang didasari dari penelitian terdahulu seperti *paper* dan buku yang sudah dipublikasikan.

2. Metode Penelitian

Membahas metode atau teknik yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir. Metode ini meliputi beberapa tahap yaitu penambahan *noise* ke dalam citra awal, kemudian tahap selanjutnya melakukan transformasi *wavelet* diskrit untuk mengurangi redundansi citra. Terakhir pengujian citra dengan *filtering* sebagai langkah untuk menghilangkan *noise* yang ditimbulkan oleh citra yang ber*noise*, teknik yang diusulkan adalah Wiener *filter*.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

Membahas mengenai analisa data dari proses hasil masukan maupun keluaran yang telah diujikan pada penelitian tugas akhir. Hasil keluaran dari proses ini merupakan perhitungan PSNR dari citra.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan dari hasil pengujian metode transformasi *wavelet* diskrit dan Wiener *filter* yang dilakukan dan memberikan saran untuk keberhasilan metode tersebut di masa depan.

### 1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika yang akan dibahas pada tugas akhir ini terbagi menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut :

#### **BAB I            PENDAHULUAN**

Berisi mengenai latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi mengenai metode dan dasar teori yang digunakan yaitu citra digital, citra *grayscale*, sidik jari, *noise*, dan metode transformasi *wavelet* diskrit serta Wiener *filter*.

#### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Membahas tentang metode perancangan kerangka kerja sistem pengolahan citra. Metode yang digunakan adalah transformasi *wavelet* diskrit dan Wiener *filter*.

#### **BAB IV          HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi mengenai pengujian dan analisa dari algoritma transformasi *wavelet* diskrit dan Wiener *filter* yang dipakai.

#### **BAB V            KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini terdapat kesimpulan setelah pengerjaan tugas akhir ini selesai secara keseluruhan dan saran yang dilakukan untuk pengerjaan ke depannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Kanagalakshmi and E. Chandra, "PERFORMANCE EVALUATION OF FILTERS IN NOISE REMOVAL OF," pp. 117–121, 2011.
- [2] A. K. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar, "An Introduction to Biometric Recognition," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 4–20, 2004.
- [3] A. Azura, A. Hamid, M. Shafry, M. Rahim, and A. S. A. T. Saba, "Analysis of Proposed Noise Detection & Removal Technique in Degraded Fingerprint Images," *3D Res.*, pp. 2–8, 2015.
- [4] T. Klir, "Fingerprint Image Enhancement with easy to use algorithms," pp. 6–9, 2015.
- [5] R. Rajin and R. Ajithkumar, "Comparative Study on Various Fingerprint Image Enhancement Techniques," vol. 4, no. Ii, pp. 1502–1508, 2015.
- [6] S. Usha, "Performance Analysis of Fingerprint Denoising Using Stationary Wavelet Transform," no. October, pp. 48–54, 2015.
- [7] *Practical image and video processing using matlab* ®. .
- [8] S. K. D. R, K. B. Raja, R. K. Chhotaray, and S. Pattanaik, "DWT Based Fingerprint Recognition using Non Minutiae Features," vol. 8, no. 2, 2011.
- [9] M. M. Siddeq, "Using Discrete Wavelet Transform and Wiener filter for Image De-nosing By," vol. 2, pp. 1–11.
- [10] M. Yinping and H. Yongxing, "Adaptive Threshold Based on Wavelet Transform Fingerprint Image Denoising," pp. 3–6, 2012.
- [11] M. Khfagy, Y. Abdelsatar, and O. Reyad, "An Integrated Smoothing Method for Fingerprint Recognition Enhancement," vol. 2, 2016.
- [12] V. Kakkar, A. Sharma, T. K. Mangalam, and P. Kar, "Electronics and Telecommunications FINGERPRINT IMAGE ENHANCEMENT USING WAVELET TRANSFORM AND GABOR FILTERING Electronics and Telecommunications," vol. 52, no. 4, pp. 17–25, 2011.
- [13] N. Jacob and A. Martin, "Image Denoising In The Wavelet Domain Using

- Wiener Filtering,” pp. 1–21, 2004.
- [14] L. Ke, W. Yuan, and Y. Xiao, “An Improved Wiener Filtering Method in Wavelet Domain,” pp. 1527–1531, 2008.
- [15] R. Devi and P. Sujatha, “Enhancement of fingerprint image using wiener filter,” vol. 7, pp. 206–212, 2018.
- [16] M. Bhat, “Digital Image Processing,” vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2014.
- [17] T. M. Khan, D. G. Bailey, S. Member, A. Mohammad, U. Khan, and Y. Kong, “Efficient Hardware Implementation For Fingerprint Image Enhancement Using Anisotropic Gaussian Filter,” vol. 14, no. 8, 2017.
- [18] P. S. Meenakshi and M. Sundaresan, “Comparative Study on Wavelet-Based Denoising Techniques for Removing Speckles Noise from Partial Fingerprint Images,” pp. 3913–3916, 2016.
- [19] G. Sulong, “An Automatic Fingerprint Classification Technique based on Global Features,” no. August, 2016.
- [20] R. Verma, “A Comparative Study of Various Types of Image Noise and Efficient Noise Removal Techniques,” vol. 3, no. 10, pp. 617–622, 2013.
- [21] K. Han, W. Ru, and R. Ma, “A New Method Based on Image Restoration for Defocused Fingerprint Image,” no. Csma, pp. 247–252, 2017.
- [22] A. C. Ñ, J. Condell, K. Curran, and P. M. Kevitt, “Digital image steganography : Survey and analysis of current methods,” *Signal Processing*, vol. 90, no. 3, pp. 727–752, 2010.
- [23] <https://www.nist.gov/srd/nist-special-database-4>