

**IDENTIFIKASI CITRA SIDIK JARI TERDISTORSI MENGGUNAKAN  
METODE *FILTERING* DAN *OVERLAPPING WINDOW*  
BERBASIS *WAVELET***

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada :  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negei Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Komputer (S. Kom)**

**Oleh :  
BAGAS ADI MAKAYASA  
NIM. 11650003**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IDENTIFIKASI CITRA SIDIK JARI TERDISTORSI MENGGUNAKAN  
METODE *FILTERING* DAN *OVERLAPPING WINDOW*  
BERBASIS *WAVELET***

**SKRIPSI**

**Oleh :**

Nama : Bagas Adi Makayasa  
NIM : 11650003  
Jurusan : Teknik Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah Disetujui, 4 Mei 2015

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Cahyo Crysdiان**

**NIP. 19740424 200901 1 008**

**Dr. M. Amin Hariyadi, MT**

**NIP. 197670118 200501 1 001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdiان**

**NIP. 19740424 200901 1 008**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI CITRA SIDIK JARI TERDISTORSI MENGGUNAKAN  
METODE *FILTERING* DAN *OVERLAPPING WINDOW*  
BERBASIS *WAVELET***

**SKRPSI**

Oleh :

**BAGAS ADI MAKAYASA**

**NIM. 11650003**

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)

Tanggal, 9 Juli 2013

Susunan Dewan Penguji :		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: <u>Ririen Kusumawati, M.Kom</u> 19720309 200501 2 002	( )
2. Ketua Penguji	: <u>Linda Salma Angreani, M.T</u> 19770803 200912 2 005	( )
3. Sekretaris	: <u>Dr. Cahyo Crysdian</u> 19740424 200901 1 008	( )
4. Anggota Penguji	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> 19780625 200801 2 006	( )

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

Dr. Cahyo Crysdian  
NIP. 19740424 200901 1 008

**HALAMAN PERNYATAAN  
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Bagas Adi Makayasa  
NIM : 11650003  
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Penelitian : Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi  
Menggunakan Metode *Filtering* dan *Overlapping  
Window* Berbasis *Wavelet*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 4 Mei 2015  
Yang Membuat Pernyataan,

Bagas Adi Makayasa  
NIM. 11650003

HALAMAN MOTTO

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبِينَ (٥٥) هَلْ جَزَاءُ الْإِحْسَانِ إِلَّا الْإِحْسَانُ (٥٦)

*“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang engkau dustakan?”*

*Tidak ada balasan untuk kebaikan selain kebaikan (pula)”*

[QS. Ar-Rahman (94) : 59-60]

*Tombo ati iku limo sak wernane:*

*Kaping sepisan maos Al-Qur-an sak maknane, Kaping pindo sholat wengi lakonono, Kaping telu wongkang sholeh kumpulono, Kaping papat kudu weteng ingkang luwe, Kaping limane dzikir wengi ingkang suwe.*

*Salah sawijine sopo biso ngelakoni, InsyaALLAH gusti ALLAH ngijabahi.*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Segala puji bagi ALLAH SWT tuhan semesta alam,  
Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada  
Bagina Nabi Muhammad SAW.*

*Empat tahun penantian berlalu sudah, kupersembahkan hasil  
karya terbaik untuk keluarga di rumah:*

*Bapak dan Ibuk Tercinta*

**Siradjul Anam dan Mustri**

*Para guru-guru keagamaan*

**Bp. Hari Abdullah, Ust. Mohammad Maimun Fuadi, Bp. Budi Wibowo**

*Terimakasih atas kesempatan dan bimbingan selama di  
Mushola Shohihul Muttaqien Dinoyo.*

*Adik yang paling kubanggakan*

**Bagas Antariksa**

*Ku haturkan terima kasih, yang tidak bosan memotivaiku  
untuk terus berpikir dan bekerja lebih bijak.*

*Serta seluruh keluarga besar.*

**Kakek Marwi, Nenek Neng Tin, Kakek Mustaji, Nenek Suyatmi**

*Semoga rahmat Allah SWT senantiasa membimbing mereka  
ke jalan yang lurus.*

*Amin...*

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karuniaNya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode *Filtering dan Overlapping Window Berbasis Wavelet*” dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW suri tauladan yang baik bagi umatnya, nabi sang pemberi syafaat.

Studi kasus dalam penelitian ini tentang identifikas citra sidik jari terdistorsi kategori terpotong sebagian, metode yang digunakan adalah Filtering dan Overlapping Window. Keunggulan Filtering adalah kemampuannya mereduksi noise sedangkan untuk Overlapping Window terdapat pada sistem komputasi yang sangat efektif dengan mendeteksi setiap elemen dari citra satu per satu mulai dari awal hingga akhir (tidak satu bagianpun dilewatkan). Kombinasi Filtering dan Overlapping Window dirasa mampu mengatasi kondisi teknis dari citra terdistorsi yang secara umum bentuknya minim dan kualitasnya kurang baik.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang dimiliki, tanpa keterlibatan dan sumbangsih dari berbagai pihak, sangat sulit menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis mengucapkan terimakasih dari hati yang paling dalam kepada Bapak Dr. Cahyo Crysdiان, selaku ketua jurusan dan dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk menggemleng, mengarahkan, memberi masukan, terutama kepercayaan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi;

Bapak Dr. M. Amin Hariyadi, M.T, selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan waktunya demi melancarkan proses penyelesaian skripsi ini; Ibu Ririen Kusumawati, M. Kom, selaku dosen wali; Seluruh dosen Teknik Informatika UIN Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengalaman dan wawasan sebagai pedoman dan bekal bagi penulis; Teman-teman Computer Vision Anshor Ahsanul; Hudan Dardiri; Taufiqurrahman; Ulfatul Mufida; Lailatul Lutfiyah; Rini Maya; dan teman-teman angkatan 2011 yang semoga cepat menyusul lulus, terimakasih atas bantuan, masukan, contekan dan kerjasama selama menempuh studi; Salam olahraga untuk teman-teman futsal, Nurul Huda Mahendra; Muhammad Mirza; Yaumal Ikhsan; Muhammad Juniar; Indra Zul; Ahmad Zuliyanto; Ahmad Ikhwan; Wildan Pramanda, Alfiawan Syafii, Alfian Aulia dll; Teman dan keluarga di Mushola Shohihul Muttaqien Dinoyo. Masrokhul Huda; Diyanal Aripin; Mas Saipul; Mas Anam; Ain Rofiq; Sandi Koswara; Bp. Sujud; Bp. Nur; Bp. Heri; Bp. Syafii; Bp. Hamdani; Bp. Kikek; Ibu Musawi; Ibu Tien; Bp. Balok; Bp. Kusnadi; Bp. Gempol; Bp. Gunawan; Bp. Shodiq; Adik Abi, Alvin; Anggit; Rozan; Wawa; Hafid; Gibran; Zidan;

Sebagai penutup, penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan. Harapan penulis, semoga karya ini bermanfaat sebagai khasanah ilmu, Amin.

Malang, 4 Mei 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penelitian.....	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Sidik Jari .....	9
2.2 Filtering.....	11
2.2.1 <i>High Pass Filter</i> .....	13
2.2.2 <i>Roberts Filter</i> .....	14
2.2.3 <i>Sobel Filter</i> .....	16
2.3 <i>Brute Force</i> .....	18
2.3.1 <i>Windowing</i> .....	20
2.3.2 Non Overlapping Window dan Overlapping Window .....	20
2.4 Wavelet Daubechies.....	24
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI.....	27
3.1 Desain Sistem.....	28
3.1.1 Akuisisi Citra Sidik Jari .....	29
3.1.2 Preprocessing Citra Sidik Jari.....	30
3.1.3 Filtering.....	34
3.1.4 Windowing.....	42
3.1.5 Overlapping Window .....	44
3.1.6 Ekstraksi Wavelet dan Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi.....	49
3.1.7 Desain GUI (Graphical User Interface) .....	53
3.2 Platform yang Digunakan .....	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	58
4.1 Langkah-Langkah Uji Coba.....	58
4.2 Hasil Uji Coba.....	59

4.3 Pembahasan.....	71
4.4 Integrasi Filtering, Overlapping Window dengan Al-Qur'an.....	80
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>83</b>
5.1 Kesimpulan .....	83
5.2 Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	85
LAMPIRAN 1 Dataset 1 (Citra Sidik Jari Kualitas Rendah) .....	88
LAMPIRAN 2 Dataset 2 (Citra Sidik Jari Kualitas Tinggi).....	89



## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Bentuk Dasar Sidik Jari (a) Arch, (b) Loop, (c) Whorl.....</i>	9
<i>Gambar 2.2 Klasifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi (a) Kering, (b) Kotor,(c) Berminyak, (d) Rotasi, (e)Terpotong Sebagian.....</i>	10
<i>Gambar 2. 3 Contoh Sidik Jari Temuan Kasus Kejahatan.....</i>	11
<i>Gambar 2. 4 Skema Perhitungan Matriks Konvolusi .....</i>	13
<i>Gambar 2. 5 Matriks High Pass Filter .....</i>	13
<i>Gambar 2. 6 Perhitungan High Pass Filter .....</i>	14
<i>Gambar 2. 7 Proses Deteksi Tepi Citra.....</i>	15
<i>Gambar 2. 8 Matriks Konvolusi Roberts .....</i>	15
<i>Gambar 2. 9 Matriks Sobel Filtering.....</i>	17
<i>Gambar 2.10 Simulasi Pergerakan Brute Force.....</i>	19
<i>Gambar 2.11 Simulasi Windowing .....</i>	20
<i>Gambar 2 12 (a) Gambar Utama (b) GambarPotongan.....</i>	21
<i>Gambar 2 13 Simulasi Non Overlapping Window dengan Matriks .....</i>	21
<i>Gambar 2 14 Simulasi Overalpping dengan Matriks .....</i>	22
<i>Gambar 2 15 Dekomposisi Citra .....</i>	24
<i>Gambar 3.1 Diagram Sistem .....</i>	28
<i>Gambar 3.2 Citra Sidik Jari 256 X 256 piksel.....</i>	29
<i>Gambar 3.3 Citra Referensi.....</i>	30
<i>Gambar 3.4 Sidik Jari Uji Terdistorsi Sebagian .....</i>	31
<i>Gambar 3.5 Citra Blackwhite Sidik Jari.....</i>	31

<i>Gambar 3.6 Matriks Red</i> .....	32
<i>Gambar 3.7 Matriks Green</i> .....	32
<i>Gambar 3.8 Matriks Blue</i> .....	32
<i>Gambar 3.9 Matriks Grayscale</i> .....	33
<i>Gambar 3.10 Matriks Blackwhite</i> .....	33
<i>Gambar 3.11 Flowchart Filtering</i> .....	34
<i>Gambar 3.12 Matriks Citra Blackwhite 8X8</i> .....	36
<i>Gambar 3.13 Matriks Modifikasi High Pass Filter</i> .....	36
<i>Gambar 3.14 Matriks Citra Setelah Ditambahkan Elemen Nol</i> .....	37
<i>Gambar 3.15 Matriks Target</i> .....	37
<i>Gambar 3.16 Matriks Hasil Filtering</i> .....	38
<i>Gambar 3.17 Pergerakan Filtering</i> .....	38
<i>Gambar 3.18 Source Code Filtering</i> .....	39
<i>Gambar 3.19 Flowchart Windowing</i> .....	43
<i>Gambar 3.20 Matriks Citra Referensi</i> .....	42
<i>Gambar 3.21 Flowchart Overlapping Window</i> .....	45
<i>Gambar 3.22 Matriks Citra Referensi</i> .....	46
<i>Gambar 3.23 Matriks Citra Uji</i> .....	46
<i>Gambar 3.24 Source Code Overlapping Window</i> .....	48
<i>Gambar 3.25 Source Code Wavelet Citra Uji</i> .....	49
<i>Gambar 3.26 Source Code Wavelet Citra Referensi</i> .....	50
<i>Gambar 3.27 Source Code Menghitung Error Value</i> .....	51
<i>Gambar 3.28 Desain GUI Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi</i> .....	53

*Gambar 3.29 GUI Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi.....56*

*Gambar 4.1 Hasil Proses Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi.....60*



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tampilan Citra dengan Beberapa macam Filterign .....	40
Tabel 3.2 Uji Performa Overalpping Window dan Wavelet.....	52
Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan High Pass Filter .....	61
Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan Roberts Filtering.....	63
Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan Sobel Filtering .....	65
Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Tanpa Filtering.....	67
Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Tanpa Filtering.....	69
Tabel 4.5 Kesesuaian Data Uji 5 Teratas dengan High Pass Filter .....	71
Tabel 4.6 Kesesuaian Data Uji 5 Teratas dengan Roberts Filtering .....	72
Tabel 4.7 Kesesuaian Data Uji 5 Teratas dengan Sobel Filtering .....	73
Tabel 4.8 Kesesuaian Data Uji 5 Teratas Tanpa Filtering .....	74
Tabel 4.9 Akurasi Hasil Identifikasi Dataset 1 .....	77
Tabel 4.10 Akurasi Hasil Identifikasi Dataset 2 .....	77
Tabel 4.11 Analisa Perbandingan Kualitas Filter .....	79

## ABSTRAK

Makaysa, Bagas Adi 2015. **Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode *Filtering* dan *Overlapping Window* Berbasis *Wavelet***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Dr. Cahyo Crys dian (II) Dr. M. Amin Hariyadi, MT

Kata Kunci : *Citra Sidik Jari Terdistorsi, Filtering, Overlapping Window, Wavelet*

Sidik jari sebagai salah satu alat bukti alat forensik yang digunakan untuk mengenali ciri-ciri khusus seseorang sampai saat ini masih digunakan dan diakui bersama akan keabsahannya. Dalam kasus kejahatan sidik jari berperan penting dalam mengungkap banyak tindakan kriminal, karena keunggulannya dalam menyelesaikan kasus berbasis ilmiah dibandingkan metode konvensional seperti interogasi, keterangan saksi atau simulasi. Namun dalam prakteknya, seorang ahli dalam melakukan identifikasi sidik jari kasus kejahatan sering mengalami kesulitan baik dari factor internal seperti kemampuan tenaga ahli maupun factor eksternal seperti bentuk sidik jari yang tidak sempurna (terdistorsi). Terdapat beberapa macam kategori sidik jari terdistorsi yaitu kotor, berminyak, terpotong sebagian, rotasi, kering dll.

Penelitian ini berusaha memberikan terobosan permasalahan sidik jari terdistorsi dalam kasus kejahatan lewat pengolahan citra digital menggunakan metode *Filtering*, *Overlapping Window* dan *Wavelet* untuk kategori sidik jari terpotong sebagian. Adapun keunggulan metode *Filtering* yaitu untuk mengatasi citra berderau (noise), *Overlapping Window* untuk memaksimalkan proses komputasi lewat kemampuannya menelusuri setiap elemen citra dengan bahan yang minim, sedangkan *Wavelet* digunakan untuk ekstraksi fitur dari suatu citra.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi menggunakan kombinasi High Pass Filter, *Overlapping Window* dan *Wavelet* mendapatkan hasil identifikasi dengan tingkat akurasi terbaik pada output 1 teratas yaitu sebesar 32% (citra kualitas rendah) dan 90% (untuk citra kualitas tinggi).



## ABSTRACT

Makayasa, Bagas Adi. 2015. **Identification Distorted Fingerprint Image Using Filtering and Overlapping Window Based on Wavelet**. Thesis. Informatics Department of Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang.

Adviser : (I) Dr. Cahyo Crysdiandian (II) Dr. M. Amin Hariyadi, MT

Keywords : *Distorted Fingerprint Image, Filtering, Overlapping Window, Wavelet*

Fingerprint as one of forensic object that used to identify human unique behavior is still used until today and admitted globally. In a cr case, fingerprint also has an important function on finishing any kind of crimes because of scientific solution better than conventional methods like interrogation, witness explanation or simulation. But this theory is not as easy as the fact, a specialist man do their job often get problems such as specialit's skill or fingerprint condition which is distorted. There are some kinds of distorted fingerprint: oiled fingerprint, rotated fingerprint, cut half fingerprint and etc.

The research try to give problem alternative solution on distorted fingerprint probem using Image Processing technique. We used Filtering, Overlapping Window and Wavelet for half cut fingerprint category. Filtering had used for noised image, Overlapping Window can do computation maximally by detecting all of part of image from the first element until the last, while Wavelet do extraction features to the image.

The Identifying Result shows that filtering technique using High Pass Filter, Overlapping Window and Wavelet got the best identification result for the first output that were 32% (fingerprint image with low quality) and 90% (fingerprint image with high quality).

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Peran sidik jari sebagai salah satu senjata ampuh yang digunakan oleh pihak kepolisian dalam mengungkap berbagai tindak kejahatan sampai saat ini masih belum tergantikan. Seperti kita ketahui, sidik jari sudah sejak lama digunakan untuk mengenali ciri-ciri khusus seseorang. Dimana ciri-ciri tersebut hanya dimiliki oleh individu dan tidak ada seorang pun yang memiliki kesamaan secara persis dengan orang lain. Keunikan alamiah ini dikuatkan dalam ilmu Daktiloskopi (sidik jari) bahwa sekali terbentuk maka akan tetap utuh selamanya, tidak akan berubah oleh apapun kecuali apabila terjadi kerusakan pada jari tangan seperti kebakaran (Beatrice, 2009).

Mahabesar Allah dengan segala ciptaannya, seperti firmanNYA yang tercantum dalam Al-Qur'an

وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ  
الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا .

Artinya :

*“Dan sungguh, Kami telah memuliakan anak cucu Adam dan Kami angkat mereka di darat dan di laut. Dan kami berik mereka rezeki dari yang baik-baik dan Kami melebihkan mereka di atas banyak makhluk yang kami ciptakan dengan kelebihan yang sempurna.” (Q.S Al-Isro ayat 70).*

Dari ayat tersebut sidik jari manusia bisa dikategorikan sebagai salah satu ciptaan Allah yang lebih yang diberikan kepada manusia dan tidak untuk makhluk lain. Keanekaragaman yang besar dari hal yang kecil, sungguh kekuasaan dan kebesaran yang tiada tertandingi.

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat sebanyak 342084 tindak pidana di Indonesia terjadi sepanjang tahun 2013 lalu dengan rata-rata 277361 kasus terjadi sejak tahun 2000 sampai tahun 2013. Banyak kasus kriminal yang berhasil diungkap oleh Kepolisian dengan bantuan sidik jari. Tidak seperti metode interogasi, keterangan saksi, atau simulasi. Hasil penyidikan sidik jari sulit dibantah, karena proses analisis seorang ahli merujuk langsung pada ilmu ilmiah yang telah disepakati bersama akan keabsahannya. Jumlah prestasi yang berhasil ditorehkan kepolisian ternyata tidak semudah teorinya, dalam satu kasus selalu muncul banyak kendala yang dihadapi seperti lamanya proses pengambilan sidik jari, bentuk sidik jari yang tidak utuh (terdistorsi), lamanya waktu pencocokan sidik jari satu dengan yang lain dll. Setyowarman 2011 menyatakan bahwa terdapat dua hambatan yang sering dihadapi penyidik yaitu Hambatan dari Luar dan Hambatan dari Dalam. Beberapa contoh Hambatan dari Luar adalah jejak yang ditinggalkan di tempat kejadian menunjukkan bentuk yang tidak sempurna, hampir semuanya memiliki kekaburan atau noda, tidak sedikit sidik jari tertinggal merupakan sidik jari orang yang mungkin tidak bersangkutan sama sekali. Sedangkan Hambatan dari Dalam bisa dalam bentuk perbedaan pendapat para ahli, kurangnya bekal pengetahuan serta keterampilan yang dimiliki petugas.

Berbeda dengan pengenalan sidik jari utuh melawan sidik jari utuh seperti yang digunakan pada absensi fingerprint. Yang sering menjadi perhatian pada proses identifikasi sidik jari suatu kasus kejahatan adalah bentuk sidik jari yang tidak karuan, baik secara size (ukuran) maupun secara orientasi (arah). Entah itu terpotong sebagian, kering, berminyak, terotasi, rusak atau bentuknya tidak beraturan. Sehingga dibutuhkan ketelitian ekstra untuk mengungkap siapa pemilik yang bersangkutan. Hal inilah yang mendasari peneliti untuk membangun sebuah aplikasi pengenalan sidik jari guna membantu mengatasi permasalahan tersebut dengan studi kasus terdistorsi sebagian. Dimana sidik jari temuan kondisinya terpotong sebagian. Didukung oleh data statistik BPS dengan sekian ribu tindak pidana tiap tahunnya, kasus sidik jari terdistorsi sangat berpeluang masuk ke dalam daftar

bahan diskusi yang harus diselesaikan untuk meningkatkan kualitas kinerja Kepolisian Republik Indonesia. Bagi seorang ahli tentu akan terbantu apabila terdapat alat pendeteksi otomatis yang bisa mempermudah proses penyidikan. Dan Pengolahan citra sudah lama dimanfaatkan untuk mengeksplorasi seputar objek gambar digital, salah satunya adalah pengolahan citra untuk pengenalan sidik jari.

Terdapat banyak penelitian terkait sidik jari, seperti yang dilakukan oleh Nelvi (2013) tentang pembuatan Aplikasi Citra Sidik Jari Rotasi Menggunakan Metode Analytical Geometry dan Wavelet Haar menghasilkan akurasi rata-rata 50%. Performa Euclidean Distance dalam identifikasi membutuhkan waktu yang lama. Perbaikan dari penelitian tersebut dilanjutkan oleh Satrio (2014) untuk mengatasi lamanya proses identifikasi menggunakan strategi Content Based Image Retrieval citra sidik jari yang dikombinasikan dengan Wavelet Daubechies dan diagram NOHIS-tree. Proses pengenalan citranya lebih cepat namun didapatkan tingkat akurasi yang masih tergolong rendah yaitu 62.5%. Penelitian dilanjutkan oleh Taufiq (2015) dengan judul Peningkatan Akurasi Deteksi Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Diagram Voronoi dan Wavelet Daubechies hasil akurasinya disimpulkan ke dalam 3 bagian dengan masing-masing 84, 754% untuk 6 besar output teratas, 81,25% untuk 3 besar teratas dan 64, 583% untuk 1 teratas. Ketiga peneliti menambahkan bahwa salah satu factor penyebab rendahnya hasil akurasi dipengaruhi oleh citra yang mengandung noise.

Performa Wavelet pada tiga penelitian tersebut sangat baik dalam proses ekstraksi fitur dan untuk mendekomposisi nilai-nilai pixel dari suatu citra namun masih terdapat kekurangan dari segi akurasi. Rendahnya nilai akurasi bisa disebabkan oleh bentuk citra sidik jari uji dan sidik jari referensi masih banyak mengandung derau (noise). Noise umumnya disebabkan oleh gangguan fisi (optic) pada alat akuisisi maupun pengaruh variasi intensitas suatu piksel yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dengan dengan piksel-piksel tetangganya sehingga nampak tersambung antara satu guratan dengan

guratan yang lain. Noise ini dapat menurunkan kualitas citra karena hilangnya informasi detail dari suatu citra (Sukhwinder, 2014). Untuk mengatasi derau peneliti menggunakan metode Filtering (penyaringan).

Teknik Filtering pada penelitian ini dipakai untuk mendapatkan tampilan citra yang tampak lebih jelas agar lebih mudah dianalisa. Kanpriya 2014 dalam paper penelitiannya menyatakan bahwa kualitas citra sidik jari dan sensor sidik jari mempunyai pengaruh besar terhadap sistem pencocokan sidik jari. Ini alasan umum kenapa *image enhancement technique* dipakai untuk meningkatkan kualitas citra dan untuk memperbaiki performa sistem pencocokan yang ada. Skenario filtering adalah dengan menekan frekuensi tinggi pada citra seperti pada penghalusan citra (smoothing) atau menekan frekuensi rendah citra seperti pada penajaman citra (sharpening). Hasil dari pemfilteran ditentukan oleh elemen matriks kernel yang dapat menghasilkan efek yang berbeda-beda terhadap citra input. Akan dikombinasikan beberapa kernel matriks seperti High Pass Filter, Roberts Filtering dan Sobel Filtering untuk dilihat matriks mana yang memiliki performa yang baik. Keunggulan Roberts dan Sobel Filtering adalah pada kemampuannya dalam hal pendektesian tepi, dari beberapa percobaan yang dilakukan peneliti. Kedua teknik filter ini menghasilkan bentuk citra yang lebih baik dibanding High Pass Filter untuk bentuk citra sidik jari yang terdapat gumpalan hitam. High Pass Filter sendiri bekerja secara tegas dengan menghilangkan frekuensi rendah dan mempertahankan frekuensi tinggi.

Masalah berikutnya terletak pada sidik uji terdistorsi sebagian yang ukurannya minim dan bentuknya yang tidak sempurna, untuk mengatasi masalah ini digunakan teknik Overlapping Window guna memaksimalkan bahan yang seadanya dengan kemampuan pengolahan yang maksimal. (Pandu, 2012). Window pada konteks grafika komputer merupakan area terseleksi yang membatasi pengambilan sejumlah data yang hanya terdapat di dalamnya saja. Dalam penelitian ini Window akan digerakkan secara

overlapp mengungkap teori pendukung yang terdapat pada metode Brute Force.

Pembahasan tentang penggunaan metode Brute Force, yang sudah dikenal untuk mengatasi permasalahan akurasi yaitu terdapat pada kemampuannya melakukan proses pengenalan satu per satu bagian dari suatu citra. Di dalam Brute Force terdapat dua teknik pengembangan yaitu Overlapping Window (Window tumpang tindih) dan Non Overlapping Window (Window yang tidak tumpang tindih). Kelebihan Overlapping Window adalah sistem kerjanya yang berurutan selangkah demi selangkah sampai keseluruhan bagian terlewati sedangkan pada Non Overlapping Window masih terdapat beberapa beberapa titik yang tidak tereksekusi secara optimal, wilayah yang tidak dieksesui inilah yang dapat menurunkan akurasi dan menjadi salah satu kendala yang sering ditemui dalam proses pencocokan suatu citra.

Langkah awal alur kerja sistem yang akan dibuat, diawali dengan melakukan pemfilteran pada citra uji maupun citra referensi. Citra uji dipakai untuk menentukan besarnya ukuran Window dengan cara cropping citra sidik jari di bagian yang masih bagus untuk mendapatkan nilai baris (x) dan kolom (y). Window tersebut diproses secara Overlapping terhadap citra referensi yang sudah melewati proses filtering, penjelasannya sebagai berikut. Citra utuh akan dipotong sesuai ukuran x dan y misalkan 3 X 3, Window pertama dimulai dari koordinat (1, 3) sampai koordinat (3,1), Window kedua akan menumpang tindih Window pertama dengan memotong citra dari koordinat (1, 2) sampai koordinat (3, 2), kemudian Window ketiga akan menumpang tindih Window kedua dengan memotong citra dari koordinat (1, 3) sampai koordinat (3, 3) begitu seterusnya hingga bagian akhir koordinat citra. Hipotesanya sebagai berikut, semakin kecil ukuran citra crop semakin banyak pula Barisan Window yang dihasilkan dan otomatis waktu komputasinya akan semakin lama juga. Namun semakin besar citra yang digunakan hasil yang didapatkan akan semakin baik karena pola atau guratan sidik jari akan

semakin terlihat jelas sehingga lebih mudah dibedakan anatara satu citra dengan citra lainnya.

Barisan Window dan Citra Crop, masing-masing diekstraksi menggunakan Wavelet Daubechies untuk diambil nilai fiturnya yaitu Nilai Aproksimasi, Nilai Vertikal, Nilai Horizontal, dan Nilai Diagonal. Window yang mempunyai selisih nilai fitur terendah dengan hasil ekstraksi citra crop dikatakan sebagai output yang paling mendekati benar dari citra referensi yang diujikan. Diharapkan dengan kombinasi Filtering, Overlapping Window dan Wavelet akan bisa mendapatkan hasil pencocokan yang baik

## **1.2 IDENTIFIKASI MASALAH**

- a. Apakah metode Filtering dan Overlapping Window bisa digunakan untuk identifikasi sidik jari terdistorsi?
- b. Seberapa baik performa metode Filtering dan Overlapping Window dalam proses identifikasi citra sidik jari terdistorsi?

## **1.3 BATASAN MASALAH**

- a. Citra yang digunakan berupa gambar sidik jari dalam format gambar '.jpg', '.tif', '.bmp', '.png', dan '.gif'. yang telah melalui proses cropping terlebih dahulu.
- b. Alat Scanner yang digunakan dalam identifikasi harus sama (merk dan spesifikasi) antara sidik jari terdistorsi dan sidik jari utuh.
- c. Citra Query yang digunakan adalah citra sidik jari terdistorsi (Terpotong sebagian) yang diambil dari hasil crop sidik jari utuh.
- d. Metode Filtering yang digunakan High Pass Filter, Roberts Filtering dan Sobel Filtering

#### **1.4 TUJUAN PENELITIAN**

- a. Untuk mengetahui apakah metode Filtering dan Overlapping Window bisa digunakan untuk identifikasi citra sidik jari terdistorsi.
- b. Untuk mengetahui performa metode Filtering dan Overlapping Window pada identifikasi citra sidik jari terdistorsi.

#### **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memacu motivasi penelitian mengenai sidik jari khususnya dan pengolahan citra pada umumnya. Untuk terus dilanjutkan, diperbaiki dan bisa dijadikan salah satu alternative alat uji sidik jari.

#### **1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN**

Penulisan skripsi ini tersusun atas lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan, membahas tentang Latar Belakang penelitian, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metodologi dan Sistematika Penyusunan tugas akhir.

##### **BAB II STUDI PUSTAKA**

Studi pustaka berisikan beberapa teori yang mendasari dalam penyusunan tugas akhir ini. Adapun yang dibahas dalam bab ini adalah dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan tentang Sidik Jari, Overlapping Window, Filtering dan wavelet.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Menganalisa kebutuhan sistem untuk membuat aplikasi meliputi spesifikasi platform software yang digunakan dan langkah-langkah



pembuatan Aplikasi Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode Roberts Filtering dan Overlapping Window Berbasis Wavelet.

#### **BAB IV EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN**

Menjelaskan tentang langkah-langkah pengujian Aplikasi Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode Roberts Filtering dan Overlapping Window Berbasis Wavelet.

#### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan hasil akhir penelitian, pembahasan tentang kinerja dan performa sistem termasuk keunggulan dan kekurangannya serta saran untuk pengembangan sistem ke depannya.

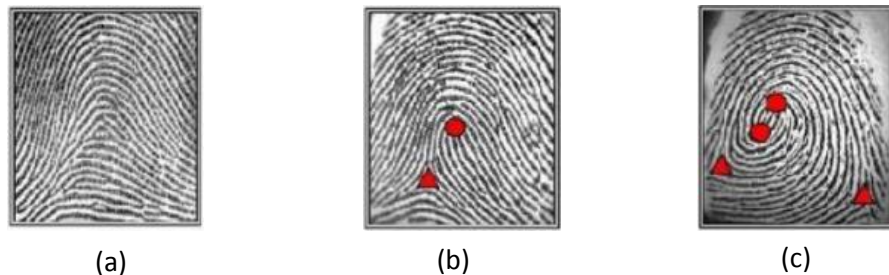


## BAB II STUDI PUSTAKA

### 2.1 SIDIK JARI

Sidik jari adalah kulit pada telapak tangan dan kaki yang tertutup garis timbul kecil yang disebut rabung gesekan (Friction ridges). Sidik jari akan terbentuk dengan sempurna setelah janin berusia 13 minggu sejak dalam kandungan. Satu guratan sidik jari biasanya tersusun antara 500-100 garis. Sedangkan satu jari tersusun dari ratusan hingga ribuan garis. Uniknya, sidik jari tidak semata-mata tersusun dari kulit luar, tetapi juga didorong oleh tumbuhnya tonjolan daging yang berada di bawah kulit. Hal ini membuktikan bahwa guratan sidik jari terkait erat dengan unsur genetika. Oleh karena itu, hampir setiap guratan sidik jari setiap orang berbeda-beda. Bahkan, bayi kembar dalam satu kandungan pun tidak akan mempunyai sidik jari yang sama (Richo, 2013).

Sidik jari terdiri dari dua pola yaitu ridge (bukit) dan valley (lembah) dimana ridge adalah yang berwarna hitam dan lembah yang berwarna putih. Secara umum, bentuk guratan sidik jari hanya ada tiga yaitu busur (arch), sangkutan (loop), dan lingkaran (whorl), ketiganya dibedakan oleh core dan delta. Selanjutnya dari ketiga bentuk pokok tersebut, hanya sebatas varian dan kombinasi bentuk dasarnya (Nivedita, 2013). Gambar 2.1, contoh bentuk dasar sidik jari.



Sumber: Kumar, 2014

Gambar 2.1 Bentuk Dasar Sidik Jari (a) Arch, (b) Loop, (c) Whorl

Sidik jari Arch berbentuk garis datar bergelombang dengan variasi anak cabang dan ukurang yang tidak menentu. Pola sidik jari loop dengan guratan kulit membentuk lengkungan loop. Sidik jari whorl mempunyai guratan menyerupai sepiral, bulls eye, atau double loop. Dari keunikan dan keunggulannya, sidik jari memegang peran vital dalam penyelesaian kasus pidana. Kepolisian melakukan kegiatan penyidikan untuk menemukan hasil reproduksi tapak-tapak jari yang menempel di benda-benda sekitar Tempat Kejadian Perkara (TKP) suatu kasus kriminal.

Secara ilmiah sidik jari diproduksi oleh kulit friksi yaitu telapak tangan dan tapak kaki yang membentuk suatu pola. Kelenjar keringat pada kulit menghasilkan keringat dan sebum. Ketika kulit menyentuh suatu permukaan akan meninggalkan suatu kesan berminyak (sidik jari). Sidik jari tersebut dapat dilihat dengan menebarkan suatu bedak dan akan membekas selama bertahun-tahun apabila tidak dibersihkan. Sehingga sidik jari sangat membantu dalam pemecahan sebuah kasus. (Setyowarman, 2011)

Namun secara praktek, proses identifikasi kepemilikan sidik jari tidak semudah teorinya. Ada banyak kendala seperti, penemuan bentuk sidik jari yang tidak utuh (terdistorsi) pada saat penyidikan. Bahan baku yang kurang sempurna ini sedikit banyak menghambat pemecahan baik dari waktu dan akurasi. Taufiq (2014) dalam peneltitiannya menjelaskan sidik jari terdistorsi menjadi lima kategori, seperti pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 :



*Sumber: Taufiq, 2014*

Gambar 2.2 Klasifikasi Sidik Jari :(a) Kering, (b) Kotor,(c) Berminyak, (d) Rotasi, (e)Terpotong Sebagian



Sumber: Cao, 2013

Gambar 2.3 Contoh Sidik Jari Temuan Kasus Kejahatan

Dilihat dengan mata telanjang saja sidik jari terdistorsi bentuknya sudah tidak beraturan, dengan adanya aplikasi pengenalan sidik jari terdistorsi diharapkan dapat memberi sumbangsih terhadap pengembangan keilmuan Computer Science

## 2.2 FILTERING

Filtering adalah suatu proses dimana diambil sebagian sinyal dari frekuensi tertentu, dan membuang sinyal pada frekuensi lain. Filtering pada citra menggunakan prinsip yang sama didasarkan pada teknik konvolusi. Keluaran dari sebuah sistem linier dapat diperoleh dari operasi konvolusi antara respon implus sistem sinyal masukan. Operasi konvolusi dilakukan dengan menggeser kernel konvolusi per piksel, menghitung piksel keluaran  $f(i, j)$ , lalu menyimpan matriks baru. Konvolusi sangat berguna untuk melakukan operasi panapisan (filtering). Pada pengolahan citra digital, konvolusi dilakukan secara dua dimensi pada sebuah citra seperti ditunjukkan oleh persamaan pada Rumus 2.1 :

$$f(x, y) = g(x, y) * h(x, y) \text{ atau } \sum_{a=-\infty}^{\infty} \sum_{b=-\infty}^{\infty} g(a, b) * h(x - a, y - b)$$

Rumus 2.1 Persamaan Konvolusi Dua Dimensi

dimana  $h(x, y)$  adalah citra asli,  $g(x, y)$  adalah matriks konvolusi dan  $f(x, y)$  adalah citra hasil konvolusi (Novita, 2010). Teori konvolusi ini mengungkap sistem perhitungan operasi vektor dalam satu cabang ilmu matematika yaitu perkalian *dot product* (perkalian titik). Rumus 2.2 contoh produk scalar dua vector:

$$A = [A_1, A_2, \dots, A_n] \text{ dan } B = [B_1, B_2, \dots, B_n]$$

Yang didefinisikan sebagai

$$A \cdot B = \sum_{i=1}^n A_i B_i = A_1 B_1 + A_2 B_2 + \dots + A_n B_n$$

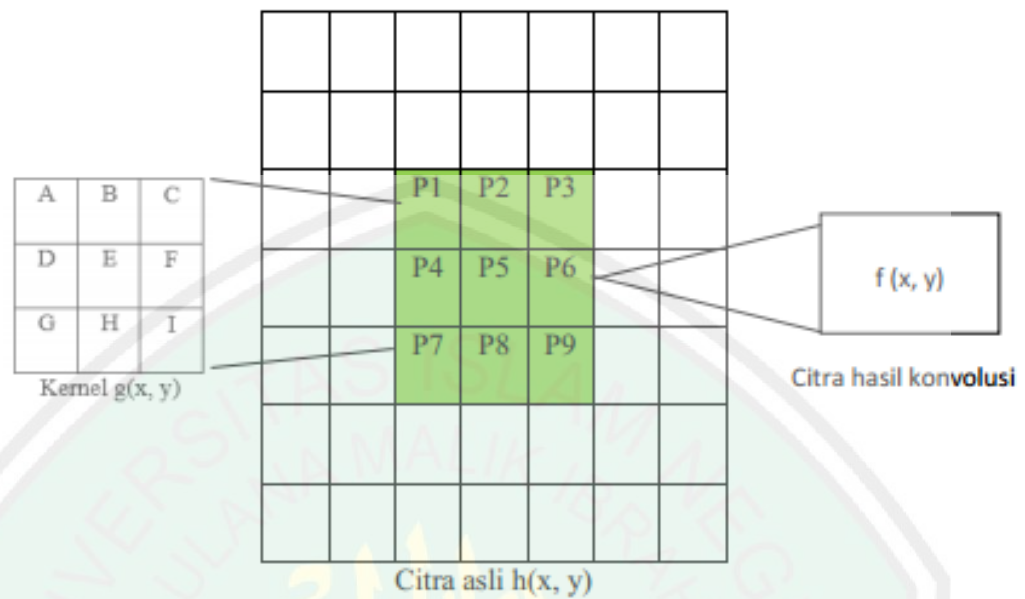
Sumber: <http://www.wikipedia.org>

#### Rumus 2.2 Persamaan Konvolusi Dua Dimensi

Dimana  $\sum$  melambangkan summation notation dan  $n$  adalah dimensi ruang vector. Misalnya, dalam ruang tiga dimensi. Produk skalar vector-vector  $[1, 3, -5]$  dan  $[4, -2, -1]$  adalah :

$$\begin{aligned} [1, 3, -5] \cdot [4, -2, -1] &= (1)(4) + (3)(-2) + (-5)(-1) \\ &= 4 - 6 + 5 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Model operasi matematika tersebut diadopsi teknik pengolahan citra yang kemudian disebut dengan teknik Filtering (penyaringan) untuk perbaikan kualitas citra (rekonstruksi) dan mereduksi noise. Masing-masing kernel punya kemampuan masing-masing dalam melakukan filtering, semua tergantung pada susunan matriksnya. Semuanya punya satu misi yang sama yaitu apakah suatu angka matriks perlu dipertahankan atau tidak dan itu sudah mewakili keseluruhan proses dalam teknik penapisan ini. Gambar 2.4 menunjukkan skema filtering dikerjakan dengan melakukan operasi dot product antara matriks citra melawan matriks kernel (penyaring) yang berukuran 3 X 3.



Sumber: Ester, 2010

Gambar 2.4 Skema Perhitungan Matriks Konvolusi

Di dalam Filtering terdapat banyak tapis yang diimplementasikan dalam bentuk kernel konvolusi dengan tujuan perbaikan kualitas citra. Diantaranya adalah Penapisan Lolos Bawah (Low Pass Filter), Penapisan Lolos Atas (High Pass Filter), Penapisan Rata-Rata (Mean Filtering), Penapisan Nilai Tengah (Median Filtering) dan Gaussian Filtering.

### 2.2.1 High Pass Filter

High Pass Filter mempunyai efek kebalikan dari Low Pass Filter, dimana HPF menonjolkan komponen berfrekuensi spasial tinggi dan membuang atau membiarkan frekuensi rendah. High Pass sering disebut dengan teknik penajaman (Sharpening) dengan ciri-ciri khusus nilai matriks kernel terbesarnya terdapat pada pusat.

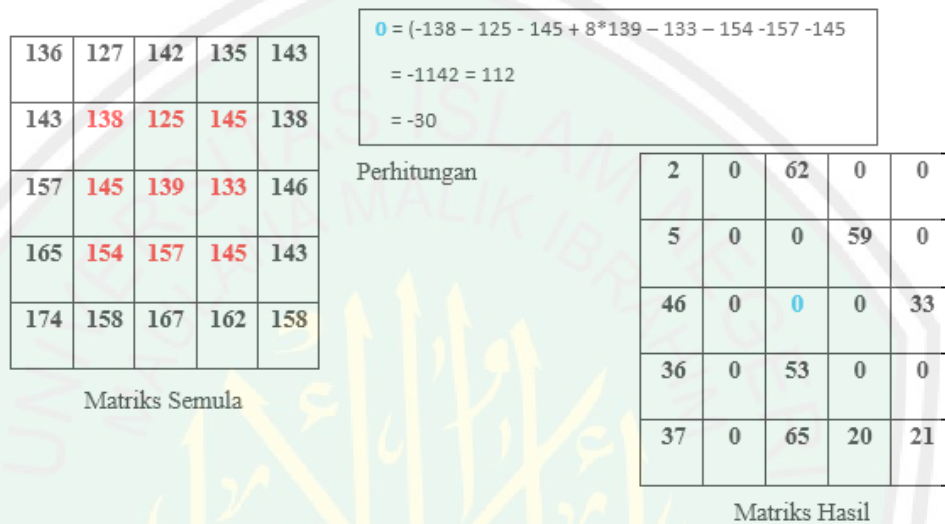
-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

1	-2	1
-2	5	-2
1	-2	1

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Gambar 2.5 Matriks High Pass Filter

Ester 2010 menjelaskan perhitungan konvolusi citra dengan cara melakukan operasi dot product dan hasil perhitungannya ditempatkan pada titik pusat matriks terseleksi (yang difilter). Gambar 2.6, contoh perhitungan dengan High Pass Filter (Ester, 2010) :



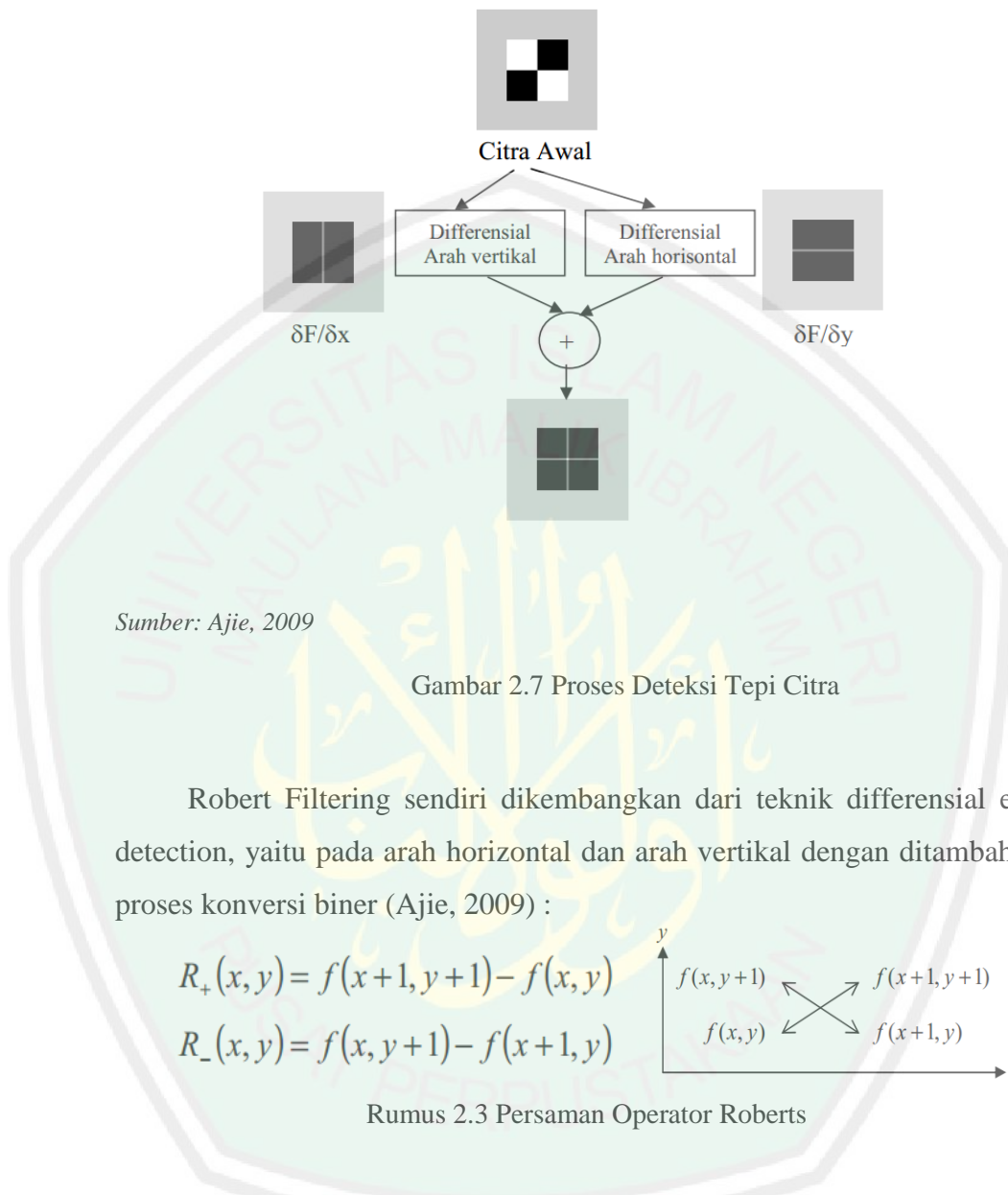
Gambar 2.6 Perhitungan High Pass Filter

Untuk mendapatkan nilai grayscale positif antara 0 sampai 255, harus memenuhi kondisi :

1. Jika hasil perhitungan *dot product* lebih dari 255 maka sama dengan 255
2. Jika hasil perhitungan *dot product* kurang dari 0 maka sama dengan 0
3. Jika selain dua diatas maka menggunakan nilai asli (Salah, 2011)

### 2.2.2 Roberts Filter

Roberts Filtering merupakan salah satu cabang teknik *Edge Detection* (Deteksi Tepi), yaitu suatu teknik yang bertujuan untuk mengenali garis tepi pada sebuah objek dalam gambar atau dengan istilah menandai bagian yang menjadi detail sebuah gambar. Selain itu juga bertujuan untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur akibat noise. Secara umum suatu titik (x, y) dikatakan sebagai tepi apabila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.7 menjelaskan kronologi pembentukan tepi.



Robert Filtering sendiri dikembangkan dari teknik differensial edge detection, yaitu pada arah horizontal dan arah vertikal dengan ditambahkan proses konversi biner (Ajie, 2009) :

$$R_+(x, y) = f(x+1, y+1) - f(x, y)$$

$$R_-(x, y) = f(x, y+1) - f(x+1, y)$$

Rumus 2.3 Persaman Operator Roberts

Operator  $R_+$  adalah hampiran turunan daerah dalam arah 45 derajat sedangkan operator  $R_-$  adalah hampiran turunan arah 135 derajat. Gambar 2.8 merupakan bentuk matriks konvolusinya :

-1	0	0	-1
0	1	1	0

Gambar 2.8 Matriks Konvolusi Roberts



### 2.2.3 Sobel Filter

Sobel Filtering merupakan pengembangan Robert Filtering dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Operator ini mengambil prinsip dari fungsi Laplacian dan Gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari filtering ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Biasanya Sobel Filtering menempatkan penekanan atau pembobotan pada piksel-piksel yang lebih dekat dengan titik pusat jendela, sehingga pengaruh piksel-piksel tetangga akan berbeda sesuai dengan letaknya terhadap titik dimana gradient dihitung (Ajie, 2009), rumus turunan sobel ditunjukkan pada Rumus 2.4.

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

Rumus 2.4 Turunan Dasar Operator Sobel

Dimana :

M = Besaran Gradien yang dihitung pada titik tengah jendela

S<sub>x</sub> = Nilai matriks sobel arah horizontal

S<sub>y</sub> = Nilai matriks sobel arah vertikal

Besaran gradien dan Turunan Parsial Sobel ditunjukkan pada Rumus 2.5 :

$$\begin{aligned} S_x &= (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6) \\ S_y &= (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4) \end{aligned}$$

Rumus 2.5 Besaran Gradien dan Turunan Parsial Sobel

Dengan konstanta c adalah 2, dalam bentuk mask, S<sub>x</sub> dan S<sub>y</sub> maka dapat dinyatakan matriks konvolusi Sobel adalah :

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Gambar 2.9 Matriks Sobel Filtering

Terdapat banyak penelitian yang berhubungan dengan metode Filtering. Eko (2009) dalam penelitiannya tentang Implementasi Metode Penapis High Pas dan Penapis High-Boost dalam Penajaman Citra Menggunakan Kernel Konvolusi menjelaskan bahwa penajaman citra sangat tergantung pada kernel konvolusi penapis High-Pass dan High-Boost dan nilai factor penguat yang digunakan. Semakin besar nilai factor penguat kernel, citra yang dihasilkan akan semakin terang. Penajaman terbaik diperoleh pada Gaussian Blur radius 1 piksel. Kernel konvolusi penaspis High-Pass dan High-Boost dapat memberikan efek penajaman (sharpening) pada suatu citra, yaitu citra akan tampak lebih jelas dan mempertegas batas-batas objek yang terdapat di dalam citra. Kualitas citra ditingkatkan dengan mempertajam detail yang pentil dalam suatu citra dan mempertajam detail objek yang telah di blur. Citra yang telah ditajamkan dibandingkan dengan citra asli untuk mengetahui seberapa dekat kesamaan kedua citra tersebut dengan menggunakan parameter nilai MSE (Mean Square Error). Ternyata semakin kecil MSE antara kedua citra maka kedua citra tersebut semakin mirip.

Novita (2010) dalam penelitiannya tentang Analisis Penerapan Metode Konvolusi untuk Reduksi Derau pada Citra Digital menjelaskan bahwa derau (noise) dalam pengolahan citra digital merupakan gangguan yang disebabkan oleh menyimpangnya data digital yang diterima oleh alat penerima data gambar. Terdapat tiga jenis noise yakni noise Aditif, Gaussian dan Speckle. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan konvolusi Filter Lolos Bawah (Low Pass Filter), Lolos atas (High Pass Filter), Median, Mean dan Gaussian. Berdasarkan

perhitungan filter dan noise untuk jenis Aditif, filter Median dapat dipertimbangkan sebagai jenis filter yang efektif untuk mereduksi noise aditif pada citra digital. Sedangkan pada noise Speckle dan Gaussian, filter LPF merupakan filter yang efektif untuk mereduksi noise. Diakhir kesimpulan, disarankan untuk melakukan reduksi noise dengan menghubungkan beberapa macam metode atau beberapa jenis filter untuk mendapatkan reduksi noise yang optimal pada citra digital. Mengingat setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mereduksi noise bergantung jenis noise itu sendiri.

Singh (2014) dalam penelitiannya Modified Adaptive Median Filter for Salt and Pepper Noise melakukan uji coba pengenalan citra dengan filter yang telah dimodifikasi dari bentuk standarnya dengan memperkenalkan sistem statistic ROAD (Rank Order Absolute Difference) untuk memproses implus piksel dan deteksi tepi pikes. ROAD biasa digunakan untuk mengatasi noise dalam gambar yang bentuknya kabur. Dilakukan beberapa kali uji coba untuk mengetahui performa filter modifikasi dengan menempatkan noise jenis salt dan pepper pada citra grayscale, hasil menunjukkan bahwa filter modifikasi menunjukkan performa lebih baik dibandingkan filter standar.

### 2.3 BRUTE FORCE

Brute Force adalah algoritma pendekatan yang sederhana untuk memecahkan suatu masalah komputasi. Algoritma ini memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung (direct solution) dan dengan cara yang jelas (obvious way). Algoritma *Brute Force* sering disebut Algoritma tidak cerdas karena tidak memerlukan pemikiran secara kompleks, hanya dengan beberapa baris semua permasalahan dapat dipecahkan dengan mudahnya. Pada masalah pencarian struktur data larik, brute force menelusuri setiap elemen pada larik secara iteratif dari awal sampai akhir tidak rekursif dan tidak menggunakan teknik non-iteratif lainnya.

Algoritma Brute Force merupakan algoritma pencocokan yang ditulis tanpa memikirkan peningkatan performa. Algoritma ini jarang dipakai dalam praktek karena membutuhkan jumlah langkah yang besar, waktu yang dibutuhkan berbanding lurus dengan jumlah langkah penyelesaiannya. Namun berguna dalam studi perbandingan.

Secara sistematis, langkah-langkah brute force dalam mencocokkan string adalah sebagai berikut :

1. Algoritma brute force mulai mencocokkan pattern pada awal teks
2. Dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter pattern dengan karakter di teks yang bersesuaian.
3. Algoritma akan memberitahukann penemuan di posisi tertentu
4. Algoritma kemudian terus menggeser pattern sebesar satu ke kanan, dan mengulangi langkah hingga ujung teks. (Pandu, 2012)



Sumber: Pandu, 2012

Gambar 2.10 Simulasi Pergerakan Brute Force

Jadi secara keseluruhan cara kerjanya meliputi, pertama adalah enumerisasi (list) setiap solusi yang mungkin secara sistematis. Kemudian yang kedua adalah evaluasi setiap kemungkinan solusi satu per satu dan simpan solusi terbaik yang ditemukan dan diumumkan.

Pengembangan Brute Force sendiri bisa dikerjakan dengan dua teknik yaitu teknik Overlapping Window (Window yang saling tumpang tindih) dan non Overlapping Window (Window yang tidak saling tumpang tindih). Pada

penelitian ini, peneliti menggunakan Overlapping Window untuk memaksimalkan komputasi dengan bahan yang minim.

### 2.3.1 WINDOWING

Istilah Windowing atau Operasi Window dalam signal processing merupakan sebuah fungsi matematika yang mengabaikan nilai dari suatu matriks, selain area terseleksi (Wikipedia). Misalkan sebuah citra yang memiliki matriks 10 X 10 kemudian diseleksi secara Rectangular Window (representasi grafis dari bentuk area terseleksi) sebesar 3 X 3 pada elemen [1 1]. Maka area [ 1 1] sampai dengan [3 3] diambil nilai di dalamnya dan mengabaikan nilai di luar area tersebut. Pada penelitian ini, teknik Windowing digunakan sebagai tandingan matriks dari citra terdistorsi yang nantinya citra di dalam database akan diOverlapping seukuran Window citra terdistorsi. Gambar 2.11 merupakan ilustrasi teknik Windowing :

101	143	157	58	210	32	2	141	111	98	101	143	157	0	0	0	0	0	0	0
45	32	230	210	1	46	83	80	77	73	45	32	230	0	0	0	0	0	0	0
36	245	45	46	47	32	13,9	36	21	39	36	245	45	0	0	0	0	0	0	0
116	219	188	189	190	245	247	263	279	295	116	219	188	0	0	0	0	0	0	0
188	222	21	22	23	19	61	103	144	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	56	256	257	258	34	177	181	184	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	12	2	3	4	146	69	124	18	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	10	11	12	60	67	5	33	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	255	167	168	169	276	192	199	206	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
256	255	17	45	108	170	254	253	379	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2.11 Simulasi Windowing

### 2.3.2 NON OVERLAPPING WINDOW DAN OVERLAPPING WINDOW

Pandu (2012) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa algoritma Brute Force cocok untuk permasalahan tingkat kemiripan dengan cara sederhana, langsung dan jelas Brute Force ke dalam dua bentuk citra yaitu citra gambar utama dan gambar potongan yang masing-masing direpresentasikan ke dalam matriks.

4	1	2	3	6	7	8	5	9
6	5	8	9	4	1	3	2	7
3	9	7	5	2	8	1	6	4
9	6	4	2	3	5	7	8	1
7	3	5	1	8	4	6	9	2
8	2	1	7	9	6	4	3	5
1	4	9	6	5	3	2	7	8
5	8	3	4	7	2	9	1	6
2	7	6	8	1	9	5	4	3

(a)

8	5	9
3	2	7
1	6	4

(b)

Gambar 2.12 (a) Gambar Utama (b) Gambar Potongan

Berikut penjelasan perbedaan mendasar pada teknik **Overlapping Window** dan **Non Overlapping Window** yang disimulasikan ke dalam matriks.

a. **Non Overlapping Window**

Pada teknik **Non Overlapping Window** (Window tidak tumpang tindih) proses diawali dengan pengambilan ukuran Window baris (x) dan kolom (y) gambar potongan. Proses identifikasi disesuaikan dengan ukuran Window, berjalan secara berurutan. Misalkan terdapat citra dengan ukuran matriks 9 X 9 dan ukuran Window yang didapat 3 X 3, maka pencarian berjalan sesuai ukuran Window tanpa menindahi Window yang lain. Kekurangan dari teknik ini terdapat pada bagian-bagian yang tidak tereksekusi secara optimal dimana satu matriks yang seharusnya menjadi 1 bagian terpisah ke dalam dua Window. Akibatnya dimungkinkan terjadinya error semakin tinggi apalagi untuk ukuran Window yang besar.

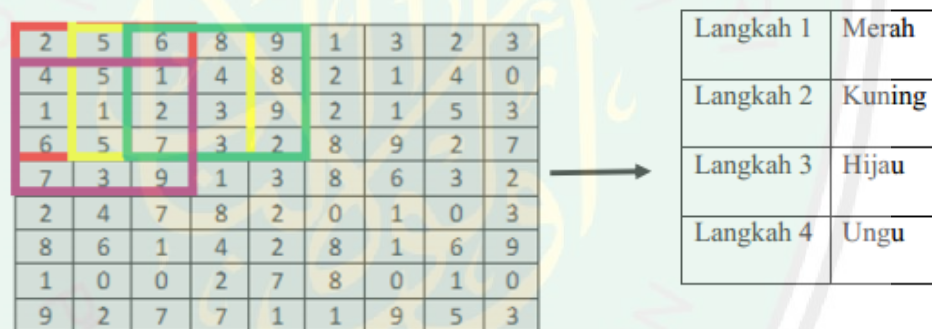
2	5	6	8	9	1	3	2	3
4	5	1	4	8	2	1	4	0
1	1	2	3	9	2	1	5	3
6	5	7	3	2	8	9	2	7
7	3	9	1	3	8	6	3	2
2	4	7	8	2	0	1	0	3
8	6	1	4	2	8	1	6	9
1	0	0	2	7	8	0	1	0
9	2	7	7	1	1	9	5	3

Hijau	Langkah 1
Kuning	Langkah 2
Merah	Langkah 3
Hitam	1 matriks 2 Window

Gambar 2.13 Simulasi Non Overlapping Window dengan Matriks

### b. Overlapping Window

Pada teknik Overlapping Window (Window tumpang tindih) proses sama diawali dengan pengambilan ukuran Window baris (x) dan kolom (y). Misalkan terdapat citra utama dengan ukuran matriks 9 X 9 dan ukuran citra potongan yang didapat 3 X 3, maka pencarian berjalan sesuai ukuran Window dan menindahi Window yang lain sebanyak 1 kolom matriks. Window pertama-tama bergerak secara horizontal, ketika sampai pada batas kolom, proses pergerakan akan berlanjut secara vertikal. Begitu seterusnya diulang-ulang hingga pada akhir kolom dan baris. Setiap kali Window bergerak, nilai Window tersebut ditampung. Nilai inilah hasil Overlapping Window. Kelebihan dari teknik ini terdapat pada eksekusi semua bagian citra, secara lebih optimal.



Gambar 2.14 Simulasi Overlapping Window dengan Matriks

Suhandi (2010) dalam penelitiannya tentang Analisis Pengenalan Karakter Pada Citra Digital Untuk Identifikasi Huruf yang Hilang di Bagian Tertentu Menggunakan Template Matching. Studi kasusnya adalah mengenali huruf pada citra yang mengalami perpotongan vertikal dan perpotongan horizontal dengan mengkombinasikan Template Matching dan Overlapping Blok. Hasilnya adalah ekstraksi citri Overlapping Block memberikan hasil akurasi yang lebih baik daripada dengan menghitung standar deviasi proses klasifikasi menggunakan metode Template Matching dengan tingkat akurasi 99.4872% dari 14040 dat uji. Pada

ekstraksi ciri blok overlap menggunakan ukuran blok 10 X 10 dengan ukuran normalisasi 120 X 160 piksel dan overlap 25%, 50%, 75% berturut-turut menghasilkan tingkat akurasi yang dihasilkan yaitu mencapai 99.4017%, 99.4872%, 99.2521%. Semakin besar ukuran overlapp maka akurasi semakin baik.

Alamin (2014) dalam penelitiannya CBIR Based On Singular Value Decomposition For Non- Overlapping Window menjelaskan tentang penggunaan Non-Overlapping Blocks untuk meningkatkan kekuatan teknik sistem temu kembali citra. Dalam studi kasusnya, setiap block citra nilainya diekstraksi berdasarkan warna dan setiap blok merepresentasikan nilai fitur vector dari citra. Kemudian persamaan nilai simialirity terdekat dihitung untuk dibandingkan dengan nilai fitur vector blok. Hasil percobaannya menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan metode konvensional biasa. Di samping itu penelitian ini sukses berkontribusi terhadap sistem CBIR (Content Based Image Retrieval) dikombinasikan dengan Non-Overlapping Block yang terbukti bisa meningkatkan akurasi pengenalan.

Aditya (2013) dalam penelitiannya Identifikasi Penyakit Kulit Berdasarkan Kombinasi Segmentasi Warna dan Analisis Tekstur dengan Deteksi Binary Large Object (BLOB) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan-Learning Vector Quantisation mendapatkan hasil uji yang baik dengan kombinasi blok overlapping . Hasil akurasi 80% dicapai saat ukuran blok overlapping 30 X 30 dengan overlap 50%. Dalam kasus ini, apabila semakin besar ukuran block overlapping dan hidden layer maka rata-rata akurasi akan semakin rendah. Adapun factor yang menyebabkan akurasi bisa turun antara lain Keanekaragaman jenis citra dalam satu citra sehingga berakibat ketidaktepatan dalam mengambil ciri dari masing-masing citra, Adanya polaa atau ciri yang mirip antar citra, Pengambilan citra yang kurang terstandarisasi dengan baik misalkan pencahayaan, ukuran piksel kamera dan jarak pengambilan.

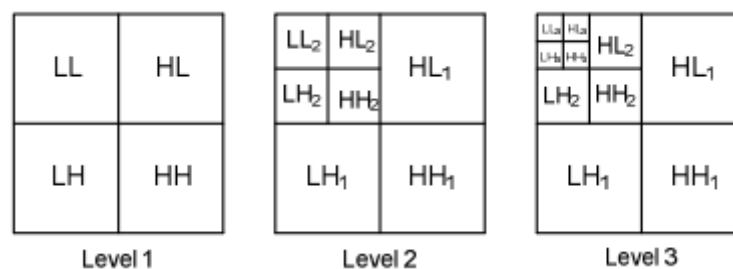


## 2.4 WAVELET DAUBECHIES

Transformasi wavelet mulai diperkenalkan pada tahun 1980-an oleh Morlet dan Grossman sebagai fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi-transformasi matematika yang lahir sebelumnya untuk menangani masalah resolusi. Transformasi wavelet merupakan perbaikan dari transformasi fourier. Transformasi fourier (FT) hanya dapat menangkap informasi suatu sinyal apakah memiliki frekuensi atau tidak tetapi tidak mengetahui dimana dan kapan frekuensi itu terjadi. Ibarat sebuah nada dalam konser music, FT hanya mengatakan ada nada tetapi tidak mengetahui kapan nada itu muncul dan berapa kali. (Murni, 2010)

Translasi (pergeseran), dan dilatasi (skala) adalah karakteristik yang identic dari wavelet. Melalui berbagai fungsi penskalaan dan pergeseran muncul wavelet-wavelet lainnya. Ada beberapa jenis wavelet yang sering dijumpai yakni wavelet haar, wavelet B-Spline, wavelet daubechies, dll.

Alihragam wavelet terhadap citra adalah menapis citra dengan tapis wavelet. Hasil dari penapisan ini adalah 4 sub citra dari citra asal, ke-4 sub citra ini berada dalam domain wavelet. Ke-4 sub citra ini adalah lolos rendah-lolos rendah (LL), lolos rendah-lolos tinggi (LH), lolos tinggi-lolos rendah (HL), dan lolos tinggi-lolos tinggi (HH). Proses ini disebut dekomposisi, dekomposisi dapat dilanjutkan kembali dengan citra lolos rendah-lolos rendah (LL) sebagai masukannya untuk mendapatkan tahap dekomposisi selanjutnya. (Hendarko, 2010)



Sumber: Hendarko, 2010

Gambar 2.15 Dekomposisi citra

Pada dekomposisi aras 1, *Subband* hasil dari dekomposisi dapat didekomposisi lagi karena aras dekomposisi *wavelet* bernilai dari 1 sampai  $n$  atau disebut juga alihragam *wavelet multilevel*. Jika dilakukan dekomposisi lagi, maka *subband* LL yang akan didekomposisi karena *subband* LL berisi sebagian besar dari informasi citra. Jika dilakukan dekomposisi dengan aras dekomposisi dua maka *subband* LL akan menghasilkan empat buah *subband* baru, yaitu *subband*  $LL_2$  (Koefisien Aproksimasi 2),  $HL_2$  (Koefisien Detil Horisontal 2),  $LH_2$  (Koefisien Detil Vertikal 2), dan  $HH_2$  (Koefisien Detil Diagonal 2). 4 nilai koefisien tersebut nantinya bisa digunakan untuk perbandingan antara satu citra dengan citra lain. (Satrio,2014).

Terdapat banyak penelitian terkait Wavelet sebagai salah satu metode ekstraksi fitur. Hendarko (2010) dalam penelitiannya Identifikasi Citra Sidik Jari Menggunakan Alihgram Wavelet Dan Jarak Euclidean, penelitian mengujicobakan beberapa alihgram wavelet seperti Wavelet haar, Daubechies, Symlet dan Coiflet menggunakan 200 citra sidik jari dari 10 responden. Setiap responden mempunyai 10 citra database dan 10 citra uji. Dari pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kesemuanya mempunyai hasil yang bagus. Wavelet Daubechies 8 menunjukkan performa terbaik dengan rata-rata 90% sementara jenis Wavelet yang hanya menggunakan 1 data di dalam database menghasilkan akurasi sebesar 83%. Peneliti menambahkan bahwa nilai ambang memiliki pengaruh pada hasil pengenalan. Semakin besar nilai ambang maka semakin besar data dikenali sebagai data pada basis data, baik dikenali benar atau salah. Tanpa nilai ambang semua data masukan akan dikenali sebagai salah satu data pada basis data. Untuk citra yang belum pernah dilatih atau yang tidak terdapat pada basisdata akan lebih sulit dikenali jika dibandingkan dengan citra yang telah dilatih.

Nelvi (2013) dalam penelitiannya tentang Identifikasi Citra Sidik Jari yang Rotasi Menggunakan Analytical Geometry dan Wavelet Transform,

melakukan pengenalan pada sidik jari yang mengalami rotasi. Transformasi Wavelet digunakan sebagai metode untuk mengekstraksi fitur citra sidik jari input. Citra uji ditransformasi hingga level 4 yang menghasilkan 4 nilai yaitu aproksimasi, horizontal, vertikal dan diagonal yang kemudian dihitung nilai energinya. Nilai fitur data uji tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai fitur sidik jari yang ada di database. Hasil identifikasi dibagi menjadi 4 hasil yaitu 8 teratas sebesar 55.55 %, hasil uji 6 teratas sebesar 53.33%, hasil 4 teratas memiliki akurasi 48.89% dan hasil 2 teratas memiliki akurasi sebesar 42.22%. Adapun factor yang menyebabkan akurasi menurun seperti pengambilan data yang kurang memenuhi standard dan alat input data yang masih banyak mengandung noise yang kemudian langsung diproses.

Satrio (2014) dalam penelitiannya Content Based Image Retrieval Citra Sidik Jari Menggunakan Metode Wavelet Daubechies dan Diagram NOHIS-Tree mencoba memperbaiki waktu komputasi yang sering menjadi kendala dalam sistem pengenalan melalui teknik indexing. Wavelet Daubechies digunakan untuk ekstraksi fitur citra database dan citra uji yang kemudian dicarai selisih keduanya dengan Euclidean Distance. Hasil identifikasi dibagi menjadi 4 hasil yaitu hasil 9 teratas sebesar 62.50%, hasil 6 teratas sebesar 56.25%, hasil 3 teratas sebesar 37.50% dan 1 teratas sebesar 15%. Peneliti juga menambahkan bahwa perlu dilakukan studi lebih mendalam tentang pembuatan kernel wavelet daubechies secara manual dan jenis wavelet lainnya untuk diterapkan sebagai metode pengekstraksi fitur. Serta tetapan rumus atau persamaan yang valid untuk mencari nilai-nilai energy dari transformasi wavelet dua dimensi untuk memperoleh tingkat akurasi yang lebih optimal.



## BAB III

### DESAIN DAN IMPLEMENTASI

#### 3.1 DESAIN SISTEM

Penelitian ini menggunakan input citra sidik jari 13 koresponden berukuran 256 X 256 piksel, masing-masing koresponden membubuhkan 3 sidik jari jempol kanan dan 3 jempol kiri. 2 Citra sidik jari tegak lurus digunakan sebagai citra yang tersimpan di dalam database, citra ini disebut citra referensi. Citra uji atau terdistorsi diambilkan dari hasil cropping citra sidik jari utuh dari orang yang sama dengan nama file berbeda. Misalkan koresponden bernama Agung, diambil 3 sidik jari kanan “Agung\_kanan1.jpg” dan “Agung\_kanan2.jpg” disimpan di database sedangkan citra ujinya adalah hasil cropping “Agung\_kanan3.jpg”.

Sebelum dilakukan pengenalan citra dicrop terlebih dahulu untuk dihilangkan bagian yang tidak digunakan agar dapat mempercepat proses komputasi dan meningkatkan performa identifikasi.

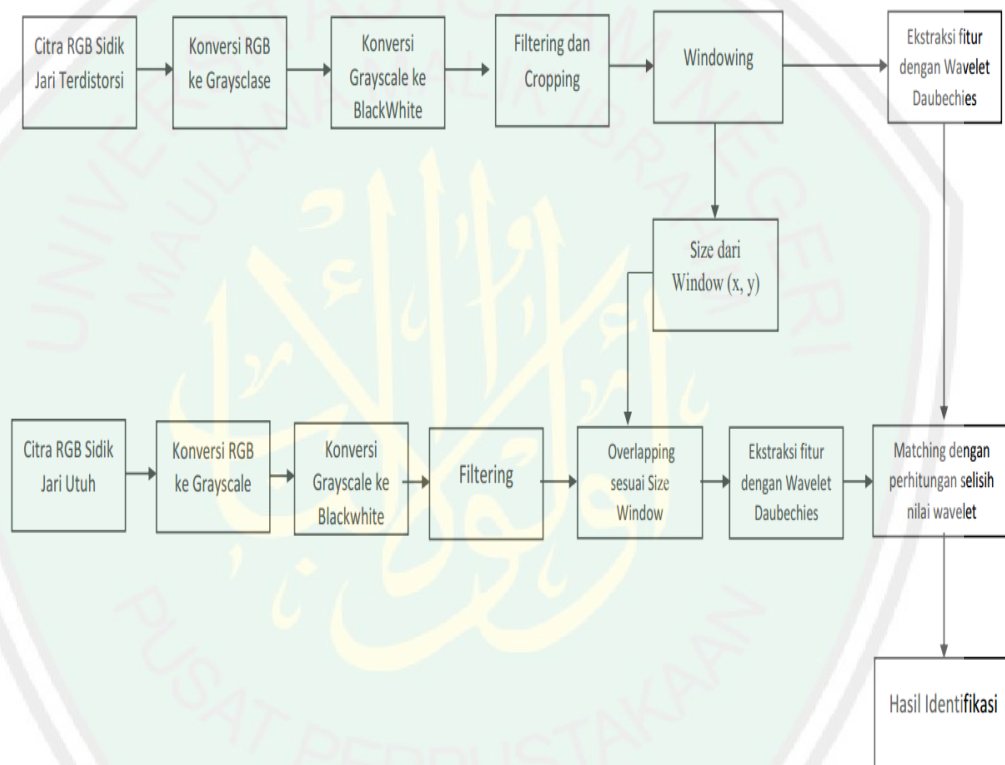
Proses identifikasi dimulai dengan menginputkan citra uji ke dalam sistem. Kemudian sistem akan melakukan preprocessing dengan mengkonversi citra RGB ke grayscale menggunakan fungsi “rgb2gray” dan dilanjutkan konversi ke black and white menggunakan fungsi “im2bw” yang bertujuan untuk menyederhanakan nilai matriks yang ada di dalam citra.

Citra biner kemudian dilakukan proses filtering sesuai pilihan user apakah menggunakan High Pass Filter, Roberts Filtering atau Sobel Filtering. Tahap ini berfungsi untuk memperbaiki kualitas citra berderau. Filtering ini dikerjakan baik pada citra uji maupun citra referensi. Selanjutnya user diharuskan untuk melakukan cropping citra uji untuk menentukan ukuran Window yang akan digunakan sebagai acuan Overlapping nantinya.

Citra uji dan citra referensi yang sudah dioverlap diekstraksi menggunakan fungsi Wavelet Daubechies untuk diambil nilai fiturnya yaitu

Nilai Aproksimasi, Nilai Horizontal, Nilai Vertikal dan Nilai Diagonal. Keempat nilai ini dijumlahkan, sehingga menghasilkan nilai fitur untuk sidik jari uji dan nilai-nilai fitur overlap sidik jari referensi.

Tahap terakhir adalah dengan membandingkan selisih nilai fitur antara sidik jari uji dan sidik jari (overlap) referensi. Citra dengan selisih terendah dikatakan sebagai hasil output terbaik.



Gambar 3.1 Diagram Sistem

Secara garis besar alur dari diagram sistem tersebut antara lain: Akuisisi Citra Sidik Jari yang meliputi Sidik Jari Uji dan Sidik Jari Referensi, Preprocessing citra sidik jari dari RGB ke Blackwhite, Filtering citra sidik jari dengan beberapa macam teknik dan Cropping citra yang sudah difilter, Mendapatkan Ukuran Window untuk acuan proses overlapping, Overlapping Citra Referensi sesuai ukuran Window, Ekstraksi Fitur terhadap kedua jenis

citra dan Matching antara Sidik Jari Uji dan Sidik Jari Referensi berdasarkan selisih Error Value terkecil.

### 3.1.1 AKUISISI CITRA SIDIK JARI

Sumber data yang digunakan dalam aplikasi ini adalah citra sidik jari jempol kanan dan jempol kiri yang diambil menggunakan tinta stempel yang ditempelkan pada kertas kemudian discan. Sebanyak 13 sidik jari koresponden, setiap koresponden membubuhkan 3 sidik jari jempol kanan dan jempol kiri. 2 citra sidik jari disimpan di dalam database dan 1 sidik jari sisa dipakai sebagai data uji. Jadi diperoleh total 50 sidik jari di database sebagai Data Referensi dan 25 sidik jari sebagai Data Uji.

Akuisisi data pada penelitian ini, menggunakan alat scan Brother DCP195C dengan resolusi 400dpi yang menghasilkan citra berukuran 4677 X 3400 piksel. Citra tersebut kemudian deresize menjadi 256 X 256 piksel. Gambar 3.2 menunjukkan hasil akuisisi citra sidik jari yang sudah resize menjadi 256 X 256 piksel.

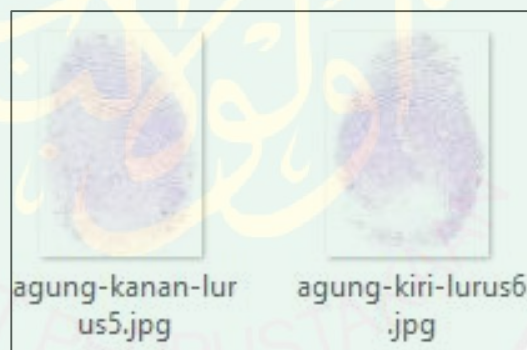


Gambar 3.2 Citra Sidik Jari 256 X 256 piksel

### 3.1.2 PREPROCESSING CITRA SIDIK JARI

Sebelum citra masukan diproses lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (preprocessing) terlebih dahulu untuk memaksimalkan hasil identifikasi nantinya. Dalam penelitian ini terdapat dua macam sidik jari yaitu sidik jari uji dan sidik jari Referensi yang keduanya melewati dua tahap Preprocessing yaitu Cropping (pemotongan) dan Konversi citra RGB ke Blackwhite.

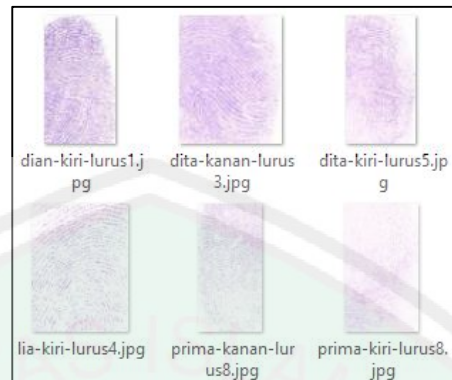
Tidak semua bagian dicitra dipakai dalam sistem. Proses Cropping citra sidik jari dilakukan untuk menghilangkan bagian yang tidak diperlukan (background). Langkah ini bertujuan untuk mengambil bagian utama citra (foreground), jika (background) tidak dihilangkan dapat memperbesar waktu komputasi dan mengurangi performa sistem. Citra ini dipakai sebagai Citra Referensi yang disimpan di dalam dataase. Gambar 3.3 merupakan Citra Referensi piksel yang sudah dihilangkan backgroundnya :



Gambar 3.3 Citra Referensi

Sedangkan Sidik Jari Uji diambilkan dari sidik jari utuh yang dicrop bagian kecilnya. Misalkan koresponden bernama Agung diambil 3 sidik jari kanan, 2 diantaranya dijadikan sebagai Sidik Jari Referensi dan 1 sisanya berperan sebagai Sidik Jari Uji. Contoh Sidik Jari Uji seperti pada Gambar 3.4





Gambar 3.4 Sidik Jari Uji Terdistorsi Sebagian

Tahapan Preprocessing dilanjutkan dengan mengkonversi citra ke grayscale (abu-abu) untuk dikonversi lagi menjadi citra blackwhite memanfaatkan fungsi bawaan Matlab “im2w”. Citra blackwhite juga disebut citra biner yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel: hitam dan putih, yang mewakili 1 byte nilai setiap piksel. Dalam bentuk biner ini, citra akan jauh lebih mudah dibedakan antara objek (foreground) dan latar (background).



Gambar 3.5 Citra Blackwhite Sidik Jari

Pada dasarnya sebuah citra tersusun atas 3 unsur dasar warna yaitu merah (Red), hijau (Green) dan biru (Blue), dalam image processing sebuah citra akan sulit diproses atau diberi perlakuan tertentu jika masih mengandung RGB. Jadi perlu dikonversi menjadi grayscale atau blackwhite terlebih dahulu untuk memudahkan sistem menerjemahkan kandungan susunan matriks dari suatu citra. Tidak terkecuali pada proses filtering ataupun Overlapping pada penelitian ini.

Berikut analisa data pengkonversian citra dari RGB ke Grayscale ke Blackwhite menggunakan citra dengan ukuran 8 X 8 piksel :

➤ Matriks citra *RGB*

255	255	252	254	251	198	144	123
255	255	255	203	70	122	205	242
255	164	255	76	252	255	255	247
255	83	203	255	255	142	247	149
253	255	77	255	139	166	255	170
199	255	152	159	164	191	190	157
143	255	227	130	170	221	175	204
118	255	255	144	167	158	255	255

Gambar 3.6 Matriks Red

253	253	251	255	255	202	149	127
254	253	255	201	65	110	183	214
255	255	163	68	230	224	217	157
255	202	75	244	236	48	20	14
254	69	246	236	16	9	6	7
202	139	239	68	8	13	91	10
148	208	234	16	11	65	222	122
124	241	178	8	6	13	110	242

Gambar 3.7 Matriks Green

254	255	251	255	254	202	145	123
254	255	255	203	67	114	188	221
254	255	165	72	237	245	227	184
255	202	79	250	242	76	57	55
252	71	249	242	53	57	56	58
198	141	243	96	56	56	139	56
143	212	241	51	61	139	230	145
119	243	202	58	56	230	131	242

Gambar 3.8 Matriks Blue

➤ Matriks citra *grayscale*

101	143	157	250	210	232	277	141
45	32	230	210	111	146	283	180
236	245	245	146	247	232	139	236
116	219	188	189	190	245	247	263
188	222	211	222	253	19	61	103
132	56	256	257	258	34	177	181
27	212	255	213	184	146	169	124
26	205	210	211	122	260	167	253

Gambar 3.9 Matriks Grayscale

➤ Matriks citra *blackwhite*

1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 3.10 Matriks Blackwhite

Keterangan :

0 = Background

1 = Foreground

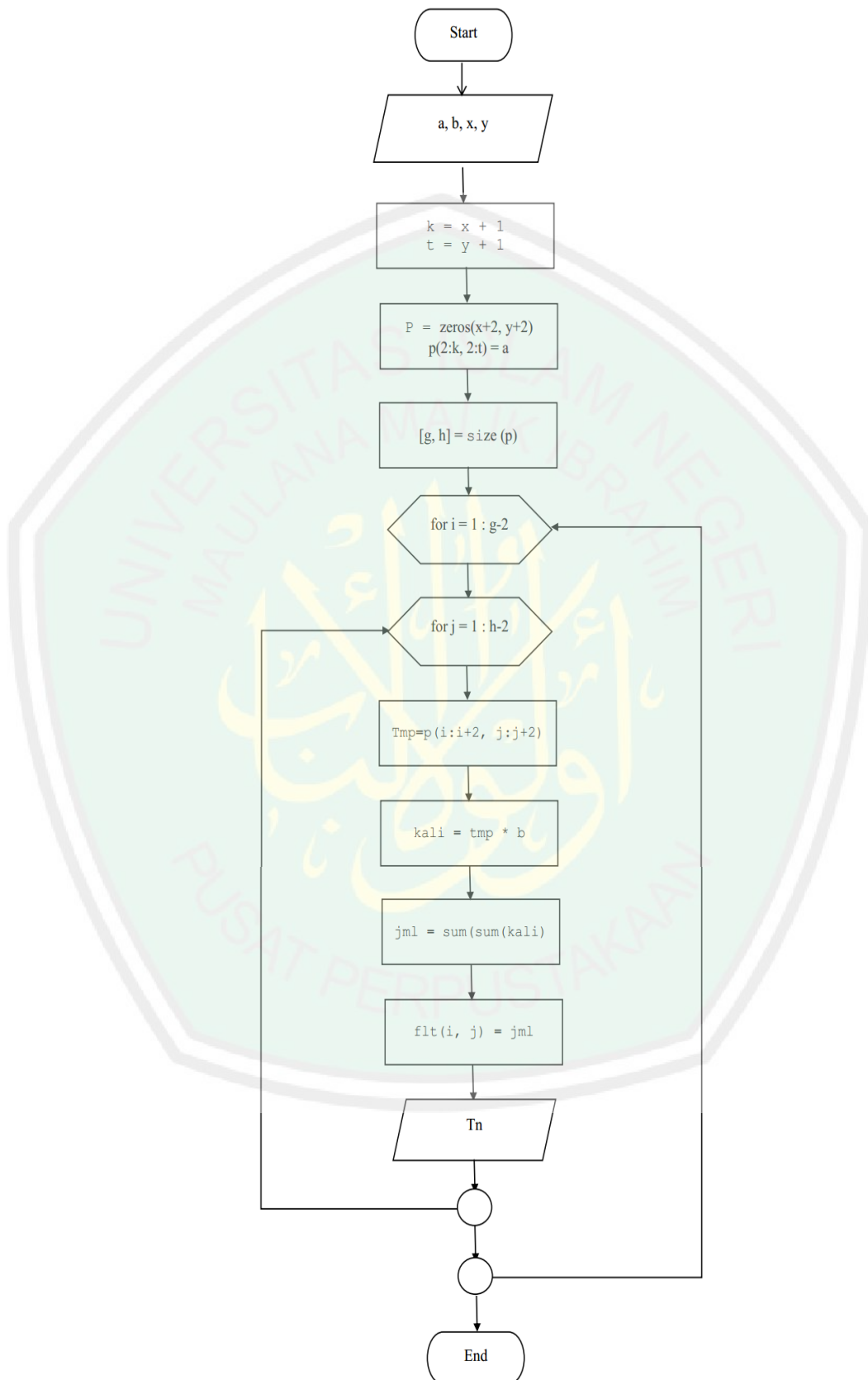
Penentuan matriks yang dikategorikan sebagai background atau foreground ditentukan oleh nilai batas ambang (Thresholding). Jika suatu nilai kurang dari nilai ambang dikatakan sebagai foreground dan jika lebih dari batas ambang maka dikatakan sebagai background.

### 3.1.3 FILTERING

Filtering (Penyaringan) merupakan salah satu keluarga dari *Image Enhancement* (Perbaikan Citra) dengan kemampuannya mereduksi noise. Tujuan dari filtering adalah memperjelas bentuk guratan antara satu dengan yang lainnya, yang pada umumnya sering dikaburkan oleh noise. Disediakan empat macam teknik filtering dengan masing-masing keunggulannya yaitu : High Pass Filter, Roberts Filtering, Sobel Filtering dan Tanpa Filtering. Untuk dilihat, filter manakah yang meunjukkan hasil paling optimal dengan studi kasus yang diangkat. Peneliti mengembangkan teknik filtering dengan memodifikasi salah satu jenis filtering yaitu High Pass Filter. HPF dipilih karena karakteristi yang dimilikinya adalah bertipe sharpening atau penajaman namun pada objek citra sidik jari HPF asli dengan susunan matriks  $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$  ternyata menghasilkan tampilan citra yang kurang baik. Setelah dilakukan beberapa kali percobaan didapatkan susunan matriks konvolusi modifikasi High Pass Filter yaitu  $\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ 1 & 9 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$ . Filter modifikasi ini tetap mempertahankan ciri khusus dari HPF sendiri yaitu menitikberatkan pada titik pusat yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan matriks tetangganya.

Modifikasi filter bisa dipakai untuk memperkaya pengembangan metode penyaringan citra untuk mereduksi dan rekonstruksi. Dimana antara satu buah citra dengan citra lain tidak selalau dengan pemberian matriks filter yang sama dapat menghasilkan kualitas citra yang sama baik, banyak factor yang menjadi penghambatnya salah satunya adalah bentuk dasar citra itu sendiri.

Selain itu peneliti juga telah mengujicobakan berbagai macam filter baik dalam bentuk matriks asli maupun modifikasi seperti Directional Filter, Laplacian, Low Pass Filter, Emboss Filter hingga pada akhirnya 3 jenis filter terbaik diambil untuk diangkat dalam mengatasi studi kasus yang diangkat. Gambar 3.11 menunjukkan flowchart pengerjaan Filtering:



Gambar 3.11 Flowchart Filtering

Adapun penjelasan dari flowchart Filtering sebagai berikut:

1. Mengkonversi citra RGB ke Blackwhite, citra RGB tidak bisa langsung difilter karena masing mengandung 3 macam unsur matriks. Gambar 3.1 memperlihatkan susunan Matriks Blackwhite berukuran 8 X 8

1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

Gambar 3.12 Matriks Citra Blackwhite 8 X 8

Peneliti melakukan sejumlah uji coba berbagai macam kombinasi Matriks Konvolusi untuk melihat tampilan citra sidik jari yang paling bagus. Hingga diperoleh modifikasi matriks High Pass Filter dengan ciri utamanya menitik beratkan pada titik tengah yang bobotnya lebih tinggi dibanding matriks tetangganya.

-2	-1	0
1	9	1
0	1	2

Gambar 3.13 Matriks Modifikasi High Pass Filter

2. Menambahkan elemen nol agar semua bagian matriks citra terfilter dengan cara menggunakan fungsi “zeros”  $(x + 2)$  dan  $(y + 2)$ . Karena matriks pemfilter berukuran 3 X 3, jika filtering dimulai pada elemen matriks [1 1] dan hasil proses perhitungan filter ditempatkan pada elemen [2 2]. Maka

elemen [1 1] tidak terproses, langkah penambahan elemen nol ini dilakukan agar tidak ada satu bagian pun dari citra yang tidak terproses. Gambar 3.14 memperlihatkan matriks yang diberi bantuan nol.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 3.14 Matriks Citra Setelah Ditambahkan Elemen Nol

Area berwarna merah pada Gambar 3.15 merupakan target matriks yang akan difilter

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 3.15 Matriks Target

Filtering akan menyaring setiap bagian dari citra mulai dari awal hingga akhir berukuran 3 X 3 (sesuai ukuran matriks konvolusi). Terdapat variasi ukuran matriks kernel, seperti : 3 X 3, 5 X 5, 7 X 7 dst. Yang paling sering digunakan adalah 3 X 3 karena tingkat ketelitiannya yang lebih bagus.

3. Mengalikan Matriks Konvolusi dan Matriks Citra (operasi dot product) :

$$\begin{aligned} \text{Proses} &= (-2)*0 + (-1)*0 + 0*0 + 1*0 + 9*1 + 1*1 + 0*0 + 1*1 + \\ &\quad + 2*1 \\ &= 0 + 0 + 0 + 9 + 0 + 1 + 0 + 1 + 2 \\ &= 13 \end{aligned}$$

Gambar 3.16 menunjukkan hasil filtering dengan output 13 ditempatkan pada titik pusat matriks 3 X 3 (elemen [2 2]).

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	13	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 3.16 Matriks Hasil Filtering

4. Langkah filtering selanjutnya matriks bergeser 1 elemen secara horizontal dengan mengambil nilai yang tercetak di dalamnya, bukan nilai matriks awal.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	13	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 3.17 Pergerakan Filtering



Source code filtering ditampilkan pada Gambar 3.18:

```

sidik_jari = imread([name_path1,name_file1]);
J = rgb2gray(sidik_jari);
abu2 = graythresh(J);
bewe_browse = im2bw(J, abu2);
matriks_asli=bewe_browse;

pilih=handles.pilih;
switch handles.pilih;
case 1
    m= [-2 -1 0; 1 9 1; 0 1 2]; %High Pass Filter
case 2
    m= [0 0 0; 0 0 1; 0 -1 0]; %Roberts Filtering
case 3
    m=[-1 -2 -1; 0 0 0; 1 2 1]; %Sobel Filtering
case 4
    m = [0 0 0; 0 1 0; 0 0 0]; %No Filtering
end

save konvolusi m
[baris_utuh,kolom_utuh] = size(bewe_browse);
baris_utuh = baris_utuh +1;
kolom_utuh = kolom_utuh +1;

pad=zeros (baris_utuh+2,kolom_utuh+2);
pad(2:baris_utuh,2:kolom_utuh)=bewe_browse;
[baris kolom]=size(pad);

    for i=1:baris-2;
        for j=1:kolom-2;
            temp=pad(i:i+2,j:j+2);
            perkalian=temp.* m;
            jumlah=sum(sum(perkalian));






            K(i,j)=jumlah;
        end
    end
end

```

Gambar 3.18 Source Code Filtering

Adapun tampilan hasil filtering pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Tampilan citra dengan beberapa macam Filter

No	Teknik Filtering	Matriks Kernel	Citra Hasil Filter
1	Tanpa Filtering	$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$	
2	High Pass Filter	$\begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$	
3	High Pass Filter (Modifikasi)	$\begin{matrix} -2 & -1 & 0 \\ 1 & 9 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{matrix}$	
3	Roberts Filterig	$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{matrix}$	
4	Sobel Filtering	$\begin{matrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix}$	

Dari tampilan beberapa teknik filtering, masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan. Citra sidik jari yang dipakai untuk menguji kualitas filtering mengandung bulatan hitam (derau) pada bagian pojok bawah. Dikaji secara visual, yang pertama untuk citra Tanpa Filtering hanya mengandalkan konversi blackwhite, derau masih nampak sangat jelas dan merusak pola guratan sidik jari. Citra yang diberi High Pass Filter mampu merekonstruksi ulang citra dengan mempertahankan nilai tingginya namun outputnya berbentuk kotak-kotak dan memiliki lubang hampir di setiap guratan. Kemudian Citra dengan kombinasi High Pass Filter Modifikasi menunjukkan hasil keluaran paling bagus diantara jenis filter yang lain, ini terlihat pada pola guratan sidik jari yang semakin tipis sehingga terlihat jelas jarak antara satu guratan dengan guratan yang lain. Roberts Filter merekonstruksi bagian pusat derau dengan sangat bagus lewat kemampuan deteksi tepi, kelebihan ini tidak bisa diatasi oleh Modifikasi High Pass Filter terutama dalam merekonstruksi bagian bawah citra yang mengandung derau bulatan hitam. Yang terakhir Sobel Filtering sedikit mempercantik keluaran Roberts dengan menebalkan daerah tepi namun tidak sampai membuat guratan menempel dengan guratan lain.

Ide awal peneliti melakukan modifikasi matriks konvolusi adalah untuk mendapatkan tampilan citra yang bagus karena beberapa macam matriks konvolusi yang sering dipakai ternyata kurang memuaskan untuk citra sidik jari. Hal ini wajar karena satu teknik Filtering tidak selalu cocok dengan citra lain, gambar X cocok dengan Filtering Y tetapi belum tentu juga cocok dengan Filtering P. Sealin itu, untuk membuktikan bahwa Filtering mampu mengatasi permasalahan derau yang sering menjadi kendala dalam dunia pengolahan citra digital.

Matriks Modifikasi ini akan dibandingkan performanya dengan Matriks Asalnya dan beberapa teknik filtering yang sudah disebutkan termasuk tanpa filtering. Standar yang dipakai untuk memodifikasi sendiri tetap berpegang pada ciri khas matriks asalnya. Seperti pada High Pass

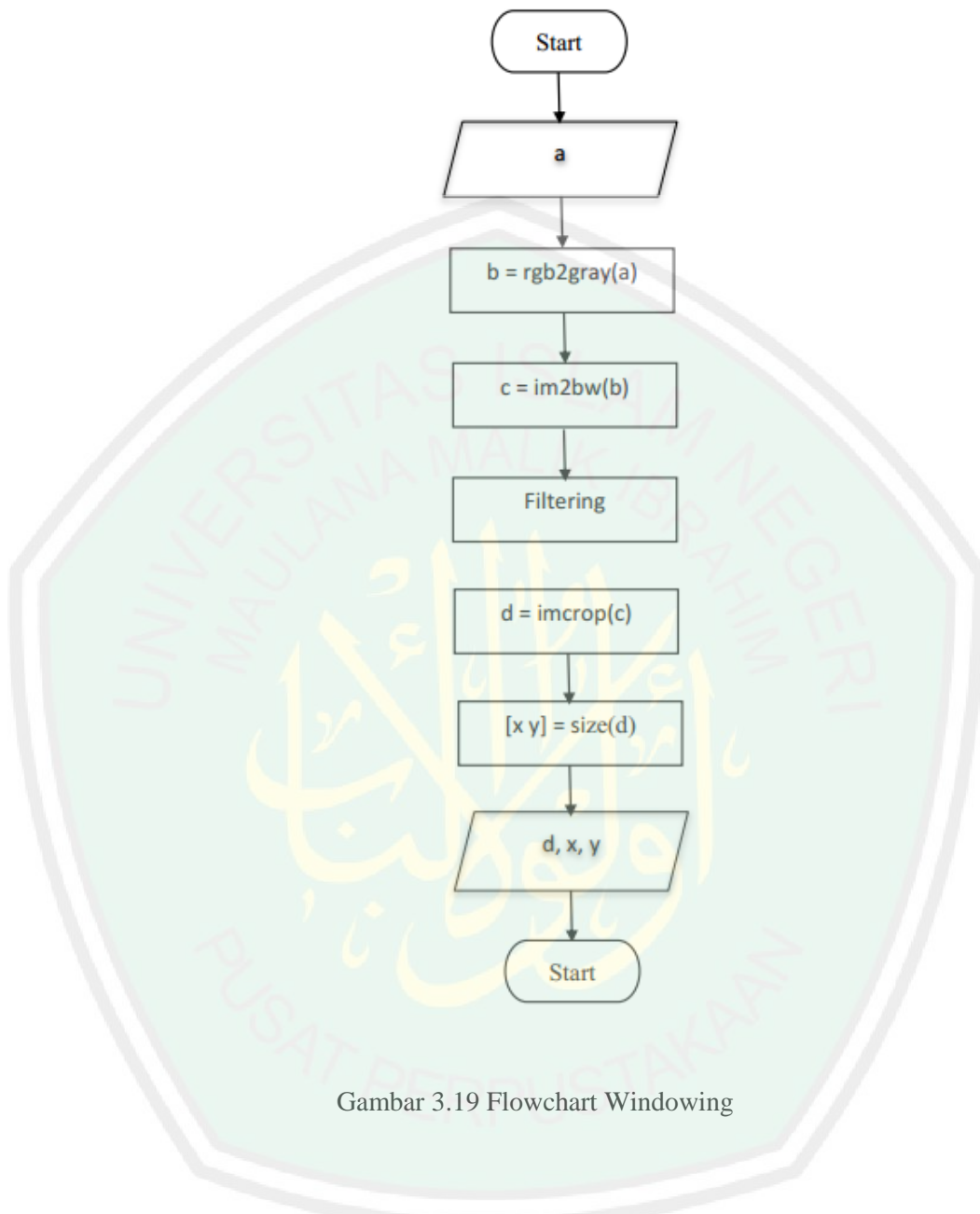
Filter dimana ciri utamanya adalah elemen tengah bernilai lebih besar dibanding matriks tetangganya. Adapun alasan memilih High Pass Filter untuk dimodifikasi karena karakternya berbasis *sharpening* (penajaman) yang mempertahankan nilai atas dan mereduksi nilai bawah. Nilai atas dipegang oleh foreground citra dan pada umumnya nilai bawah dipakai oleh noise.

### 3.1.4 WINDOWING

Setelah citra difilter, berikutnya adalah proses Windowing yaitu mendapatkan ukuran Window. Citra uji yang diinputkan, dicrop untuk diambil ukuran panjang kali lebarnya, **size** ini nantinya akan digunakan sebagai acuan proses Overlapping Window. Selain itu, cropping ditujukan untuk mendapatkan bagian dari citra terdistorsi yang berkualitas baik terlihat dari bentuk guratan yang jelas. Kualitas citra berpengaruh signifikan terhadap hasil pengenalan, semakin bagus maka hasil yang didapatkan juga semakin bagus, begitu sebaliknya.

Dalam penelitian ini cropping menggunakan fungsi bawaan Matlab yaitu “*imcrop*” dinamis untuk memudahkan pengguna memilih bagian dari citra. Sedangkan untuk mendapatkan ukuran citra digunakan code “*size*” yang nilainya ditampung dalam satu variabel.

Window ini sekaligus bertindak sebagai citra uji, misalkan diperoleh ukuran window 100 X 100. Maka seluruh Citra Referensi dioverlapp 100 X 100 mulai dari elemen awal citra hingga akhir. Jadi ukuran Window bersifat dinamis, dimana semakin besar ukuran window yang didapat maka semakin cepat proses komputasi dan sebaliknya. Begitu juga jika Window semakin besar maka tingkat kebenaran hasil identifikasi semakin besar, karena sistem lebih banyak memproses pola citra yang tingkat perbedaannya terlihat dengan jelas. Gambar 3.19 menunjukkan flowchart Windowing.



Gambar 3.19 Flowchart Windowing

Adapun source code untuk melakukan crop dan mendapatkan ukuran window, seperti pada Gambar 3.20

```

function crop_jari_Callback(hObject, eventdata,
handles)
bro = guidata(gcbo);
proses = imcrop(bro.axes7);
imshow(proses);
[baris crop,kolom crop] = size(J);
  
```

Gambar 3.20 Matriks Citra Referensi

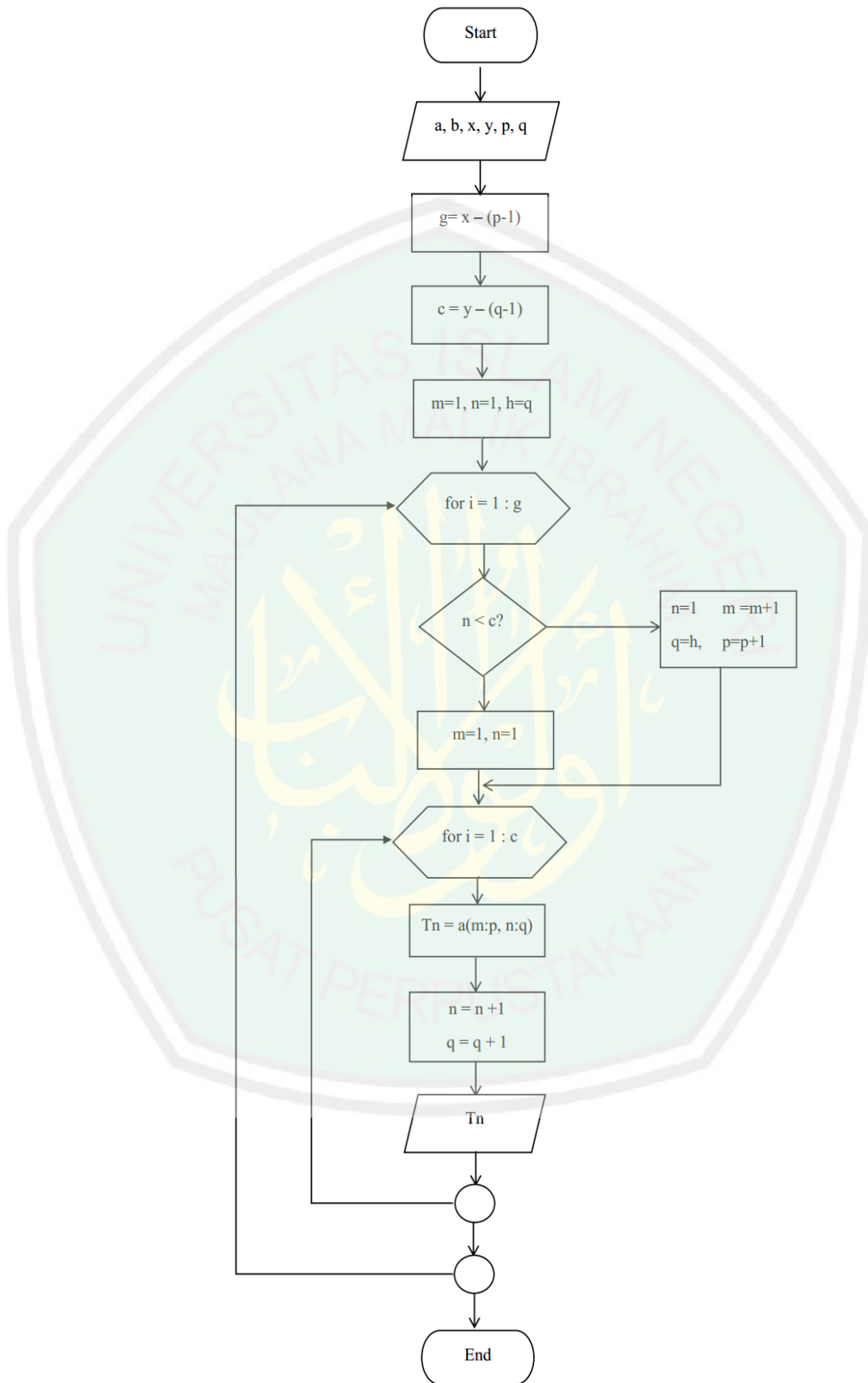
### 3.1.5 OVERLAPPING WINDOW

Proses dilanjutkan dengan teknik Overlapping Window, dengan melakukan sistem komputasi secara berurutan, satu per satu mulai dari elemen awal matriks citra hingga terakhir sesuai ukuran window yang didapatkan. Adapun ukuran window yang digunakan adalah sesuai dengan ukuran citra sidik jari terdistorsi yang diujikan. Semakin kecil window maka proses identifikasi semakin lama pula, sebaliknya jika semakin besar ukuran window maka proses identifikasi akan semakin lama pula.

Adapun beberapa kode etik yang harus dipenuhi pengguna untuk mengambil citra uji yang akan diidentifikasi seperti, mengambil bagian citra sidik jari terdistorsi yang berkualitas bagus, mengambil sebesar mungkin window untuk memperbesar akurasi, menghindari pengambilan bagian citra yang bentuknya lebih didominasi background.

Overlapping Window akan memotong citra asli sesuai dengan ukuran Citra Uji (terdistorsi, sehingga didapatkan citra tandingan (dari segi ukuran) yang sama besar. Kegunaannya nanti pada proses identifikasi, bagaimana komputer melakukan pencocokan dengan ukuran yang sama besar (Overlapping Window), dengan kualitas citra yang lebih bagus (Filtering) dan metode ekstraksi fitur yang tangguh (Wavelet).

Secara teknis pergerakan Overlapping Window bergeser secara horizontal-vertikal. Untuk mengatur pola pergerakannya dibuatkan Batas-Baris dan Batas Kolom yang berfungsi untuk memagari Overlapping, kapan harus berhenti berjalan secara horizontal dan kapan harus melanjutkan proses dengan turun ke baris selanjutnya (vertikal), dan kapan pula harus mengakhiri semua proses baik secara horizontal maupun secara vertikal. Satu hal yang sama pada penelitian ini adalah Overlapping Window berjalan kedepan satu elemen, dari beberapa sumber yang didapat Overlapping bisa dikembangkan dengan beberapa macam pergerakan. Flowchart Overlapping Window ditunjukkan pada Gambar 3.21 :



Gambar 3.21 Flowchart Overlapping Window

Adapun penjelasan dari flowchart Overlapping Window sebagai berikut:

### 1. Matriks Citra Referensi

Misalkan citra referensi yang didapat adalah berukuran 10 X 10

2	5	6	8	9	1	3	2	3	1
4	5	1	4	8	2	1	4	0	3
1	1	2	3	9	2	1	5	3	4
6	5	7	3	2	8	9	2	7	5
7	3	9	1	3	8	6	3	2	6
2	4	7	8	2	0	1	0	3	7
8	6	1	4	2	8	1	6	9	8
1	0	0	2	7	8	0	1	0	9
9	2	7	7	1	1	9	5	3	2

Gambar 3.22 Matriks Citra Referensi

### 2. Matriks Window Citra Uji

Misalkan citra uji yang didapat adalah berukuran (5 X 10)

7	3	9	1	3	8	6	3	2	6
2	4	7	8	2	0	1	0	3	7
8	6	1	4	2	8	1	6	9	8
1	0	0	2	7	8	0	1	0	9
9	2	7	7	1	1	9	5	3	2

Gambar 3.23 Matriks Citra Uji

### 3. Menghitung **size** kedua matriks

Ukuran citra digunakan sebagai acuan untuk melakukan proses

Overlapping

**[x y]** = **size** (Matriks Citra Referensi)

**[p q]** = **size** (Matriks Window Citra Uji)

x = Panjang baris citra Referensi

y = Panjang kolom citra referensi

p = Panjang baris citra uji (window)

q = Panjang kolom citra uji (window)



#### 4. Pemberian batas baris dan kolom

Batas Baris dan Batas Kolom berfungsi sebagai pembatas Overlapp, kapan Overlapp harus memotong citra secara horizontal dan memotong secara vertikal.

##### # Batas Baris

$$F = p - 1$$

$$G = x - F$$

F = Variabel bantu

G = Batas baris

##### # Batas Kolom

$$R = q - 1$$

$$C = y - R$$

F = Variabel bantu

G = Batas kolom

#### 5. Deklarasi variabel indeks awal baru

Indeks awal baris digunakan sebagai titik start (awal) proses overlapping, awal baris (m) = 1 dan awal kolom (n) = 1

#### 6. Proses Overlapping Window

Overlapping dikerjakan dengan memecah matriks referensi sesuai ukuran matriks Window dan dilakukan looping dengan kondisi apabila lokasi Window kurang dari Batas Baris dan Batas kolom.

$$T = \text{Matriks Citra Refensi } (m:p, n:q)$$

T = Citra hasil overlapping

Source code untuk Overlapping Window:

```

load potong;
J = proses;
[baris_crop,kolom_crop] = size(J);
[baris_utuh,kolom_utuh] = size(K);

f = baris_crop - 1;
batas_baris = baris_utuh - f;

r = kolom_crop - 1;
batas_kolom = kolom_utuh - r;

m=1; %indeks baris 1
n=1; %indeks kolom 1
h = kolom_crop;
i2=0;

for i=1:batas_baris
    if n <= batas_kolom;
        m = 1;
        n = 1;
    else m < batas_baris;
        n = 1;
        kolom_crop = h;
        m = m+1;
        baris_crop = baris_crop+1;
    end

    for i=1:batas_kolom;
        t = K(m:baris_crop,n:kolom_crop);
        n=n+1;
        kolom_crop=kolom_crop+1;

        [baris_blok,kolom_blok] = size(t);
        if mod(baris_blok,2) ~= 0;
            baris_blok = baris_blok+1;
        end
        if mod(kolom_blok,2) ~= 0;
            kolom_blok = kolom_blok+1;
        end
    end

end
end

```

Gambar 3.24 Source Code Overlapping Window

### ➤ Ekstraksi Wavelet dan Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi

Ekstraksi fitur sidik jari pada penelitian ini menggunakan Wavelet Daubechies fungsi bawaan matlab yaitu “db2” untuk diambil Nilai Aproksimasi, Nilai Vertikal, Nilai Horizontal dan Nilai Diagonal. Sidik Sidik Jari Referensi masing-masing diekstrak nilainya setelah melalui proses Overlapping Window, dengan begitu jumlah energi dan size antara Citra Uji dan Citra Referensi adalah sama. Sehingga memungkinkan ketika diidentifikasi perhitungan selisih energi sama dengan nol atau mendekati nol. Wavelet mampu menghitung energi di setiap pola yang terbentuk pada citra, sistemnya dengan mengkalkulasi setiap bagian dari citra. Katakan bentuk yang didapat adalah angka 1, disetiap titik-titik yang membangun angka satu masing-masing dari titik tersebut akan diekstrak untuk diambil empat nilai. Ada kemungkinan noise juga ikut terproses, jika tidak dihilangkan. Sehingga kemanfaatan dari filtering sangat berpengaruh pada proses ekstraksi fitur. Adapun source code untuk Ekstraksi Wavelet terhadap Citra Uji ditunjukkan pada Gambar 3.25.

```
[baris_crop, kolom_crop] = size(J);
if mod(baris_crop,2) ~= 0
    baris_crop = baris_crop+1;
end
if mod(kolom_crop,2) ~= 0
    kolom_crop = kolom_crop+1;
end

J = imresize(J, [baris_crop, kolom_crop]);
[apri, hori, veri, diai] = swt2(J, 1, 'db2');
apri = imresize(apri, [baris_crop, kolom_crop]);
hori = imresize(hori, [baris_crop, kolom_crop]);
veri = imresize(veri, [baris_crop, kolom_crop]);
diai = imresize(diai, [baris_crop, kolom_crop]);
```

Gambar 3.25 Source Code Wavelet Citra Uji

Berikut source code untuk Ekstraksi Wavelet terhadap Citra Referensi hasil Overlapping Window.

```

[baris_blok,kolom_blok] = size(t);
if mod(baris_blok,2) ~= 0;
    baris_blok = baris_blok+1;
end
if mod(kolom_blok,2) ~= 0;
    kolom_blok = kolom_blok+1;
end
t = imresize(t,[baris_blok,kolom_blok]);
[apr2,hor2,ver2,dia2] = swt2(t,1,'db2');
apr2 = imresize(apr2,[baris_blok,kolom_blok]);
hor2 = imresize(hor2,[baris_blok,kolom_blok]);
ver2 = imresize(ver2,[baris_blok,kolom_blok]);
dia2 = imresize(dia2,[baris_blok,kolom_blok]);

```

Gambar 3.26 Source Code Wavelet Citra Referensi

Proses akhir dalam sistem adalah identifikasi citra sidik jari terdisortasi dengan menghitung selisih nilai fitur waveletnya (Nilai Aproksimasi, Nilai Vertikal, Nilai Horizontal dan Nilai Diagonal). Penjumlahan Nilai Fitur Citra Uji dikurangi dengan Penjumlahan Nilai Fitur Citra Referensi. Hasil pengurangan (*Error Value*) tersebut kemudian diurutkan dari nilai terkecil hingga nilai terbesar. Enam nilai terkecil ditampilkan dan ditampilkan ke dalam sistem sebagai hasil identifikasi. Perhitungan *Error Value* pada Rumus 3.1 :

$$\begin{aligned}
 \# \text{ aprd} &= \text{apr2} - \text{apr1} & \# \text{ hord} &= \text{hor2} - \text{hor1} \\
 \# \text{ verd} &= \text{ver2} - \text{ver1} & \# \text{ diad} &= \text{dia2} - \text{dia1} \\
 \text{alld} &= \text{aprd} + \text{hord} + \text{verd} + \text{diad}
 \end{aligned}$$

Rumus 3.1 Rumus Menghitung Error Value

**Keterangan :**

- apr2 : Nilai Aproksimasi Citra Referensi
- apr1 : Nilai Aproksimasi Citra Uji
- ver2 : Nilai Vertikal Citra Referensi
- ver1 : Nilai Vertikal Citra Uji
- hor2 : Nilai Horizontal Citra Referensi
- hor1 : Nilai Horizontal Citra Uji
- dia2 : Nilai Diagonal Citra Referensi
- dia1 : Nilai Diagonal Citra Uji
- aprd : Selisih Nilai Aproksimasi
- verd : Selisih Nilai Vertikal

hord : Selisi Nilai Horizontal  
 diad : Selisih Nilai Diagonal  
 Alld : Error Value

Source code untuk menghitung selisih (Error Value) Energi Wavelet Citra Uji dan Citra Referensi seperti pada Gambar 3.27

```

aprd = abs(apr2-apri);
hord = abs(hor2-hori);
verd = abs(ver2-veri);
diad = abs(dia2-diai);
alld = aprd+hord+verd+diad;

[baris,kolom] = size(alld);
jumlahd = 0;
for y=1:baris
    for z = 1:kolom
        jumlahd = jumlahd + alld(y,z);
    end
end

dataerror(x,1) = x+2;
dataerror(x,2) = min(b);
  
```

Gambar 3.27 Source Code Menghitung Error Value

Untuk mengukur efektifitas wavelet, peneliti melakukan uji coba dengan mengidentifikasi citra (hasil cropping) yang diambilkan dari database (bukan Citra Uji) dibandingkan dengan 50 citra di database berukuran 256 X 256 piksel dengan memberikan perlakuan Overlapping Window dan Ekstraksi Wavelet.

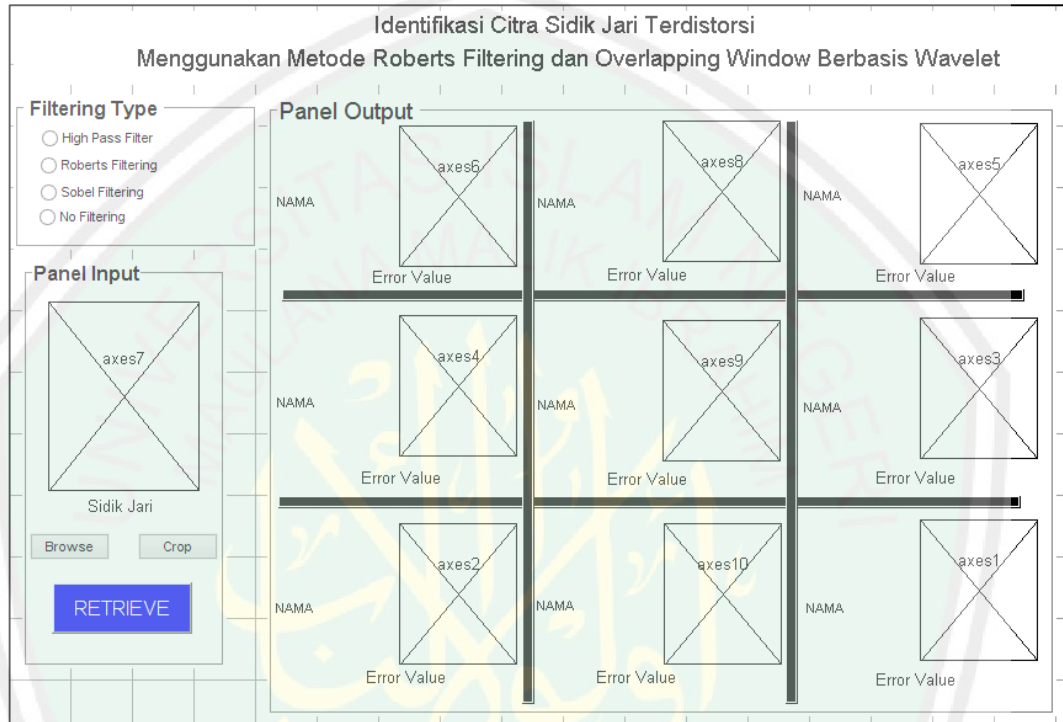
Dari hasil pengujian seperti yang ada pada table di atas, kombinasi Overlapping Window dan Wavelett Daubechies sangat memuaskan. Dari 10 kali uji coba, semua output menunjukkan cocok pada hasil 1 dengan Error Value sebesar 0. Dapat disimpulkan bahwa hipotesis terhadap kedua teknik tersebut sangat baik dengan studi kasus yang diangkat. Berikut hasil yang didapatkan :

Tabel 4.2 Uji Performa Overlapping Window dan Wavelet

No.	Nama Citra	Hasil 1	Hasil 2	Error Hasil 1	Keterangan
1	Agung-kanan-lurus4.jpg	Agung-kanan-lurus4.jpg	Sanata-kiri-lurus3.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
2	Atim-kanan-lurus9.jpg	Atim-kanan-lurus9.jpg	Prima-kanan-lurus2.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
3	Dian-kanan-luru4.jpg	Dian-kanan-luru4.jpg	Lia-kanan-lurus1.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
4	Agung-kiri-lurus6.jpg	Agung-kiri-lurus6.jpg	Huda-kanan-lurus9.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
5	Atim-kanan-lurus9.jpg	Atim-kanan-lurus9.jpg	Huda-kanan-lurus9.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
6	Dian-kanan-lurus9.jpg	Dian-kanan-lurus9.jpg	Huda-kanan-lurus9.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
7	Faisar-kanan-lurus9.jpg	Faisar-kanan-lurus9.jpg	Habib-kanan-lurus6.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
8	Fitriana-kanan-lurus7.jpg	Fitriana-kanan-lurus7.jpg	Faisar-kiri-lurus4.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
9	Habib-kiri-lurus2.jpg	Habib-kiri-lurus2.jpg	Huda-kanan-lurus10.jpg	0	Cocok pada Hasil 1
10	Huda-kiri-lurus2.jpg	Huda-kiri-lurus2.jpg	Faisar-kiri-lurus7.jpg	0	Cocok pada Hasil 1

### 3.1.6 DESAIN GUI (Graphical User Interface)

Untuk memudahkan pengguna, berikut tampilan rancangan GUI (Graphical User Interface) aplikasi Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan Overlapping Window.



Gambar 3.28 Desain GUI Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi

Adapun penjelasan dari rancangan GUI sebagai berikut

#### 1. Panel Input Filtering

Disediakan beberapa macam teknik filtering yang dapat dipilih user untuk memproses citra sidik jari, yaitu : High Pass Filtering, Roberts Filtering, Sobel Filtering dan Tanpa Filtering. Masing-masing jenis filter menghasilkan tampilan yang berbeda-beda.

High Pass Filter membuat guratan sidik jari lebih tipis dan mampu mereduksi noise dengan baik sehingga lebih nampak jelas guratan satu dengan guratan yang lain. Roberts Filtering menghasilkan tampilan sidik jari sesuai pada permukaan tepi dan guratan nampak lebih tipis, beberapa

noise yang tidak dipecahkan oleh High Pass Filter mampu diperbaiki dengan operator Roberts. Sedangkan untuk Sobel Filtering juga bagus dalam konstruksi tepi perbedaannya dengan Roberts adalah hasil guratan Sobel lebih tebal namun tidak sampai menempel dengan guratan di sekitarnya.

Degan kelebihannya masing-masing, pengguna dapat menyesuaikan kebutuhan. Filter mana yang cocok dengan Sidik Jari Uji. Misi peneliti sendiri, hasil identifikasi dengan teknik filter tersebut dibandingkan. Untuk dilihat, jenis filter mana yang paling baik performanya berdasarkan studi kasus yang diangkat.

## 2. Panel Input sidik Jari Terdistorsi

- Push Button (Browse)  
Merupakan tombol untuk membuka file citra sidik jari yang ada di komputer
- Axes (Sidik Jari)  
Merupakan tempat memuat citra Sidik Jari Uji (Terdistorsi Sebagian) pilihan user
- Edit Text (Nama)  
Merupakan wadah untuk menampilkan nama file yang dipilih
- Push Button (Crop)  
Merupakan tombol untuk melakukan proses cropping (ukuran dinamis), semakin kecil crop maka proses akan semakin lama dan sebaliknya.
- Push Button (Retrieve)  
Merupakan tombol untuk memulai proses identifikasi

## 3. Panel Output hasil identifikasi

- Axes (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup>)



Merupakan tempat memuat citra hasil identifikasi, angka 1 – 9 menunjukkan urutan berdasarkan *Error Value* dari nilai terkecil hingga nilai terbesar

- Edit Text (NAMA)

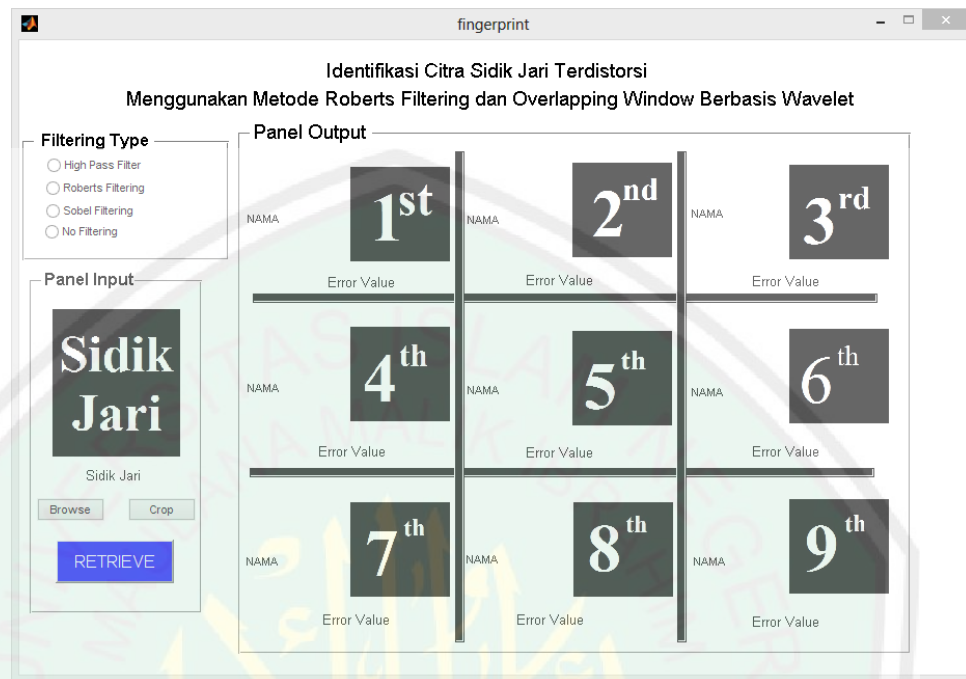
Merupakan tempat memuat output NAMA file pemilik sidik jari

- Edit Text (Error Value)

Merupakan tempat memuat output *Error Value* berdasarkan hasil identifikasi

Pertama-tama, user memilih jenis filtering yang sudah tersedia apakah menggunakan High Pass Filter atau Roberts Filterin atau Sobel Filtering, dilanjutkan dengan menginputkan Sidik Jari Uji Terdistorsi. Sebagaimana dengan menekan tombol “Browse” maka pengguna akan diarahkan pada direktori file komputer. Setelah dipilih maka citra akan muncul pada Axes beserta juga nama file akan tercetak di Edit Text “Sidik Jari”. Selanjutnya citra input harus dilakukan cropping untuk menyeleksi sidik jari yang bentuknya baik, hal ini perlu dilakukan karena selalu ada kemungkinan citra inputnya bentuknya berantakan dan untuk memperbesar hasil akurasi. nantinya. Selain itu proses cropping ditujukan untuk proses Windowing yaitu mendapatkan ukuran size citra yang dijadikan sebagai acuan pada proses Overlapping.

Yang terakhir adalah menekan tombol “Retrieve” untuk memulai proses identifikasi. Sistem kemudian melakukan proses ekstraksi fitur berupa Nilai Aproksimasi, Nilai Horizontal, Nilai Vertikal dan Nilai diagonal dengan Wavelet Daubechies terhadap Citra Uji dan Citra Referensi yang sudah dioverlapp, nilai fitur masing-masing dari keduanya dijumlahkan kemudian dibandingkan dengan cara dikurangi. Potongan citra overlap yang memiliki selisih (*Error Value*) terendah dikatakan sebagai output prioritas terbaik. Setelah proses selesai, hasil identifikasi akan ditampilkan pada Panel Output berdasarkan *Error Value*. Adapun tampilan sistem seperti pada Gambar 3.29.



Gambar 3.29 GUI Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorisi

### 3.2 PLATFORM YANG DIGUNAKAN

Adapun alat yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi sebagai berikut:

#### 1. Perangkat Keras (Hardware)

Aplikasi Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode Roberts Filtering dan Overlapping Window Berbasis Wavelet, peneliti menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi : Processor Intel® Core™ i3 CPU M330 @2.13GHz (4 CPUs) dan RAM 2048MB

#### 2. Perangkat Lunak (Software)

##### a. Windows 8 Ultimate

Sistem Operasi windows 8 dipilih karena sangat support terhadap aplikasi yang dibangun selain itu juga familiar.

##### b. Matlab 7.6.0 (R2008a)

Bahasa pemrograman yang dipakai adalah Matlab 7.6.0 (R2008a) yang memiliki keunggulan dalam hal manipulasi matriks yang sangat berkaitan erat dengan citra digital.

c. Microsoft Office 2013

Paket office Microsoft Word dan Excel digunakan untuk menulis laporan penelitian, desain penelitian hingga rekap hasil pengujian sistem.

d. Paint

Aplikasi pengolah gambar Paint digunakan untuk proses cropping dan resizing hasil scan.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang dilakukan dengan tujuan melihat sejauh mana performa dan keberhasilan implementasi program yang sudah dibangun. Hasil dari evaluasi uji coba disimpulkan kelebihan dan kekurangan yang ada agar bisa dikembangkan lagi dalam rangka perbaikan perangkat lunak ini.

#### 4.1 LANGKAH-LANGKAH UJI COBA

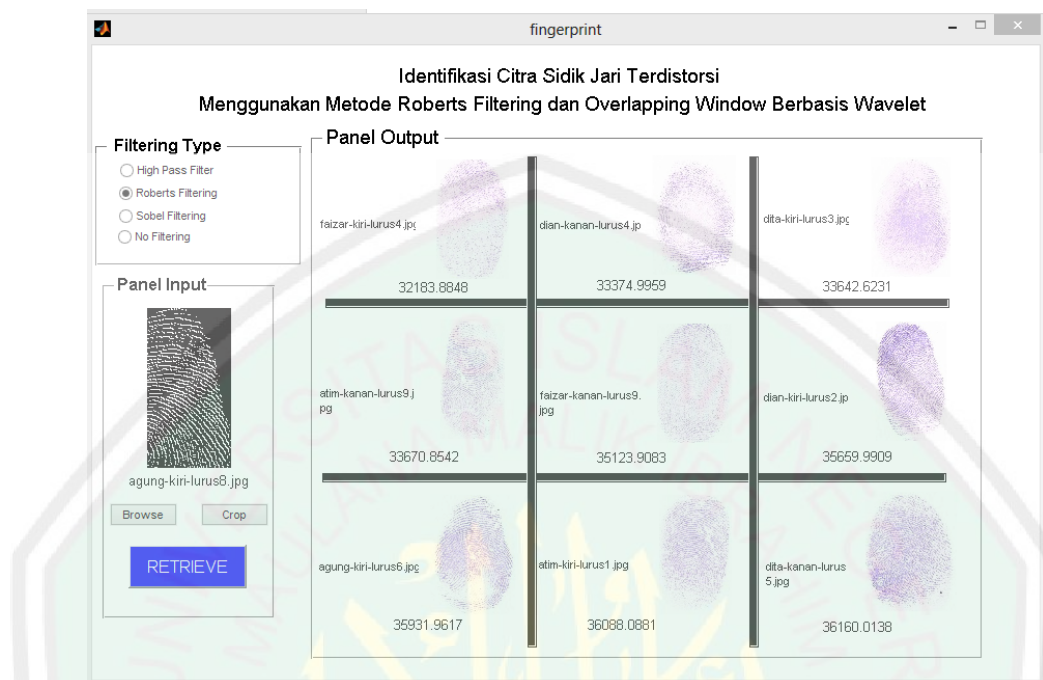
Berikut penjelasan langkah-langkah uji coba program Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode Roberts Filtering dan Overlapping Window Berbasis Wavelet :

1. Akuisisi citra, meliputi pengambilan data Sidik Jari Uji dan Sidik Jari Referensi. Diambil masing-masing sidik jari jempol kanan dan jempol kiri dari 13 koresponden, 2 sidik jari digunakan sebagai Sidik Jari Referensi dan 1 digunakan sebagai Sidik Jari Uji. Pengambilan data dengan cara menempelkan jempol yang diberikan stam pad ink berwarna biru ke kertas template sidik jari. Untuk Sidik Jari Uji diambilkan dari sidik jari tegak lurus utuh yang dicrop bagian kecilnya menggunakan Paint.
2. Scanning, hasil sidik jari di kertas template kemudian discanning menggunakan alat scanning Brother DCP 195C dengan resolusi 400dpi yang menghasilkan citra berukuran 4677 X 3400 piksel
3. Resizing dan Cropping, citra scanning diresize dengan ukuran 256 X 256 piksel untuk setiap sidik jari dan dilakukan cropping dengan membuang background menggunakan Paint. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi resiko kesalahan dengan tidak memproses bagian citra yang tidak berfungsi sekaligus untuk mempercepat proses komputasi.

4. Menyimpan Citra Referensi dan Citra Uji, citra yang selesai dicrop disimpan di dalam folder. Citra yang dijadikan Citra Referensi berbeda dengan Citra Uji, misalkan koresponden bernama Agung diambil 3 sidik jari jempol kanan. Citra yang didapat adalah 'Agung-kanan1.jpg', 'Agung-kanan2.jpg' dan 'Agung-kanan3.jpg'. Citra Referensi adalah 'Agung-kanan1.jpg' dan 'Agung-kanan2.jpg' sedangkan 'Agung-kanan3.jpg' bertindak sebagai Citra Uji.
5. Uji Coba, setelah melalui empat proses di atas. Citra uji dimasukkan ke dalam sistem untuk diidentifikasi.
6. Input, memilih jenis filter yang ingin digunakan dilanjutkan dengan memasukan citra sidik jari terdistorsi ke dalam sistem
7. Proses, melakukan cropping pada citra input. Tujuannya untuk menyeleksi bagian citra yang paling bagus untuk memperbesar tingkat akurasi
8. Identifikasi, memilih tombol "Retrieve" untuk memulai proses identifikasi
9. Output, hasil uji coba dibagi ke dalam 3 peringkat berdasarkan nilai *Error Value* dari yang terendah sampai yang terbesar yaitu: 5 prioritas teratas, 3 prioritas teratas dan 1 prioritas teratas.

#### 4.2 HASIL UJI COBA

Proses pengujian aplikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil identifikasi citra sidik jari terdistorsi yang diperoleh dengan citra yang diujikan. Terdapat **dua dataset** yang digunakan dalam penelitian ini, yang pertama adalah data sidik jari **berkualitas rendah** sebanyak 25 kali pengujian dengan pembanding 50 Citra Referensi dari 13 responden dan dataset yang kedua adalah data sidik jari **berkualitas tinggi** sebanyak 20 kali pengujian dengan pembanding 40 Citra Referensi dari 20 responden. Gambar 4.1 merupakan tampilan GUI program yang telah berhasil melakukan proses identifikasi.



Gambar 4.1 Hasil Proses Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistori

Hasil keluaran dari sistem yang dibuat dengan menampilkan citra sidik jari utuh yang ada di Folder Data Referensi dan Error Value yang didapat. Gambar 4.1 memperlihatkan proses identifikasi dengan jenis High Pass Filter terhadap sidik jari jempol kiri milik Agung. Dari 9 output yang ada, nama Agung keluar pada peringkat ketujuh terbaik. Sebagai catatan misalkan yang diujikan adalah Jempol Kiri Agung dan seandainya keluar nama Jempol Kanan Agung, hasil ini dikatakan tidak sesuai karena antara data yang diujikan dan hasil yang didapatkan tidak sama. Jempol kanan untuk jempol kanan dan jempl kiri untuk jempol kiri. Sistem sendiri tidak memfasilitasi penggunaan jempol kanan dan jempol kiri, kendali penuh semuanya diserahkan pada user dalam mengatur Data Referensi yang akan digunakan untuk proses identifikasi.

Peneliti melakukan uji coba sistem dengan 13 koresponden masing-masing diambil citra sidik jari jempol kanan dan kiri sebanyak 3 citra. 2 citra dijadikan sebagai Citra Referensi dan 1 citra sebagai Citra Uji. Dengan total 50 Citra Referensi. Tabel 3.1 menunjukkan hasil identifikasi citra sidik jari terdistorsi kategori terpotong sebagian

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan **High Pass Filter** (Dataset 1, Citra Berkualitas Rendah)

No.	Data Uji	Jenis Filtering	Ukuran Citra Referensi	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	Waktu Komputasi
1	Agung Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Agung Kanan	Agung Kanan	Huda Kanan	Dian Kanan	Sanata Kanan	66 menit
2	Agung Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Dita Kanan	Agung Kiri	Dita Kiri	Dita Kiri	Agung Kiri	56 menit
3	Atim Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Atim Kanan	Atim Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Huda Kanan	70 menit
4	Atim Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	Lia Kanan	65 menit
5	Dian Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Sanata Kiri	Huda Kanan	Lia Kanan	Faisar Kiri	70 menit
6	Dian Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Lia Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Huda Kanan	Lia Kiri	68 menit
7	Dita Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Dita Kiri	Dita Kanan	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	53 menit
8	Dita Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Lia Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	64 menit
9	Faisar Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Faisar Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	58 menit
10	Faisar Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Faisar Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	55 menit
11	Fitriana Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Fitriana Kanan	Fitriana kanan	Agung Kiri	Syauqi Kanan	Lia Kiri	55 menit
12	Fitriana Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Dita Kiri	Tarekha Kiri	Dita Kiri	Fitriana Kanan	Fitriana Kiri	74 menit
13	Habib Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Habib Kanan	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	52 menit

14	Habib Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Habib Kiri	Huda Kanan	Habib Kiri	Huda Kanan	Sanata Kir	74 menit
15	Huda Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	Lia Kanan	57 menit
16	Huda Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	Faisar Kiri	53 menit
17	Lia Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Lia Kanan	Lia Kanan	67 menit
18	Lia Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	Faisar Kiri	59 menit
19	Prima Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Faisar Kiri	Lia Kanan	Sanata Kiri	67 menit
20	Prima Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	Faisar Kiri	53 menit
21	Sanata Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	Prima Kanan	50 menit
22	Sanata Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faiar Kiri	70 menit
23	Syauqi Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Syauqi Kanan	Huda Kanan	Agung Kanan	Dita Kanan	Dita Kanan	55 menit
24	Syauqi Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Tarekha Kiri	Tarekha Kiri	61 menit
25	Tarekha Kiri	High Pass Filter	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	57 menit



Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan **Roberts Filtering** (Dataset 1, Citra Berkualitas Rendah)

No.	Data Uji	Jenis Filtering	Ukuran Citra Referensi	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	Waktu Komputasi
1	Agung Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Sanata Kiri	66 menit
2	Agung Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	56 menit
3	Atim Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Atim Kanan	70 menit
4	Atim Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	65 menit
5	Dian Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	70 menit
6	Dian Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Faisar Kiri	Faisar Kiri	68 menit
7	Dita Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	53 menit
8	Dita Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	64 menit
9	Faisar Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Lia Kanan	58 menit
10	Faisar Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	55 menit
11	Fitriana Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	55 menit
12	Fitriana Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	74 menit
13	Habib Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Habib Kanan	Syauqi Kiri	52 menit

14	Habib Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	74 menit
15	Huda Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	57 menit
16	Huda Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	53 menit
17	Lia Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	67 menit
18	Lia Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	59 menit
19	Prima Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Had Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	67 menit
20	Prima Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	53 menit
21	Sanata Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Habib Kanan	Huda Kanan	50 menit
22	Sanata Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Faisar Kiri	Faisar Kiri	70 menit
23	Syauqi Kanan	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	55 menit
24	Syauqi Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Lia Kanan	Syauqi Kiri	Lia Kanan	61 menit
25	Tarekha Kiri	Roberts Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Tarekha Kiri	57 menit

Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan **Sobel Filtering** (Dataset 1, Citra Berkualitas Rendah)

No.	Data Uji	Jenis Filtering	Ukuran Citra Referensi	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	Waktu Komputasi
1	Agung Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Agung Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	66 menit
2	Agung Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Lia Kanan	Sanata Kiri	56 menit
3	Atim Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Atim Kanan	Huda Kanan	Atim Kanan	Sanata Kiri	70 menit
4	Atim Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Lia Kanan	Sanata Kiri	65 menit
5	Dian Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	70 menit
6	Dian Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	68 menit
7	Dita Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Lia Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	53 menit
8	Dita Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Lia Kanan	Sanata Kiri	64 menit
9	Faisar Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Lia Kanan	Sanata Kiri	58 menit
10	Faisar Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	55 menit
11	Fitriana Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Tarekha Kiri	55 menit
12	Fitriana Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Sanata Kiri	74 menit
13	Habib Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Habib Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	52 menit

14	Habib Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	74 menit
15	Huda Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Sanata Kiri	57 menit
16	Huda Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Lia Kanan	53 menit
17	Lia Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Lia kanan	Lia Kanan	67 menit
18	Lia Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	59 menit
19	Prima Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Samata Kiri	Lia Kanan	67 menit
20	Prima Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	53 menit
21	Sanata Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	50 menit
22	Sanata Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Tarekha Kiri	70 menit
23	Syauqi Kanan	Sobel Filtering	256 X 256	Syauqi Kanan	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	55 menit
24	Syauqi Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda kanan	Lia Kanan	Sanata Kiri	61 menit
25	Tarekha Kiri	Sobel Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Lia Kanan	57 menit

Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi **Tanpa Filtering** (Dataset 1, Citra Berkualitas Rendah)

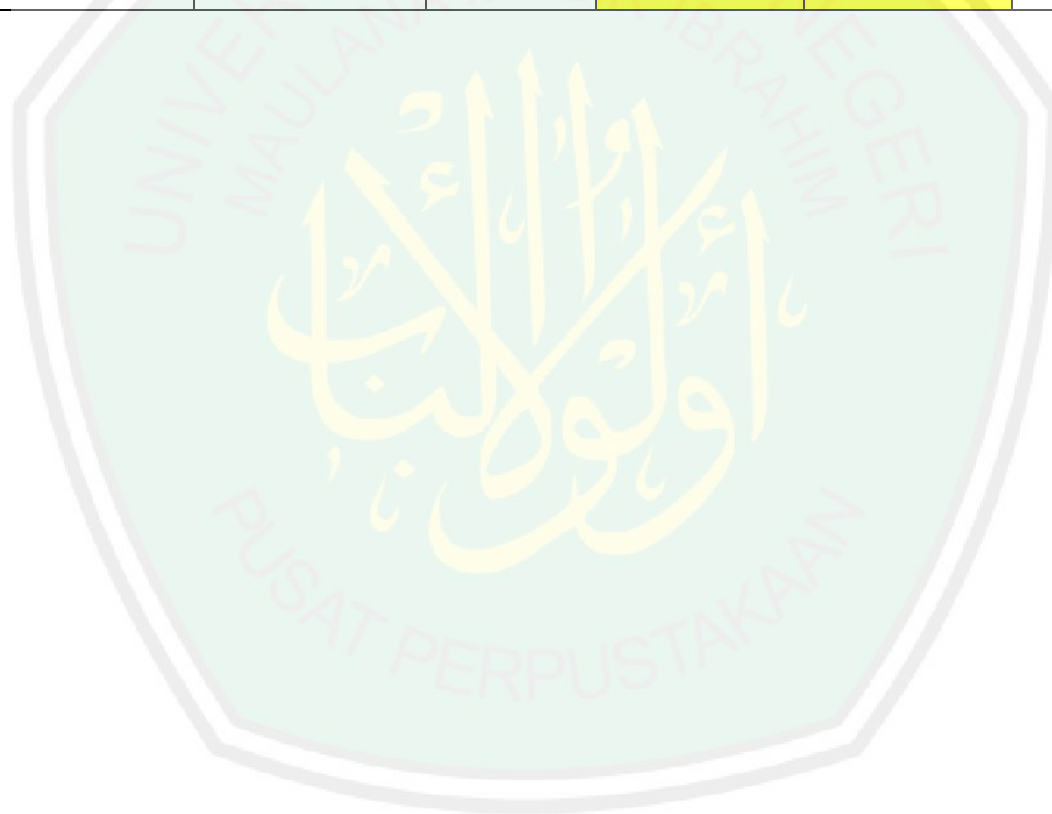
No.	Data Uji	Jenis Filtering	Ukuran Citra Referensi	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	Waktu Komputasi
1	Agung Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Agung Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Sanata Kiri	66 menit
2	Agung Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Dita Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Dita Kiri	56 menit
3	Atim Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Atim Kanan	Huda Kanan	Huda Kanan	Atim Kanan	Sanata Kiri	70 menit
4	Atim Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	65 menit
5	Dian Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	70 menit
6	Dian Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Syauqi Kiri	Tarekha Kiri	68 menit
7	Dita Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Tarekha Kiri	Syauqi Kiri	Tarekha Kiri	Syauqi Kiri	Dita Kanan	53 menit
8	Dita Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Lia Kanan	64 menit
9	Faisar Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Syauqi Kiri	Faisar Kanan	58 menit
10	Faisar Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	55 menit
11	Fitriana Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Fitriana Kanan	Fitriana Kanan	Fitriana Kiri	Syauqi Kanan	Syauqi Kiri	55 menit
12	Fitriana Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Dita Kiri	Tarekha Kiri	Atim Kiri	Fitriana Kanan	Agung Kiri	74 menit
13	Habib Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Habib Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	52 menit

14	Habib Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Sanata Kiri	74 menit
15	Huda Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	57 menit
16	Huda Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kiri	53 menit
17	Lia Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Lia Kanan	Faisar Kiri	67 menit
18	Lia Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	59 menit
19	Prima Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Lia Kanan	67 menit
20	Prima Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Sanata Kiri	Huda Kiri	53 menit
21	Sanata Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Huda Kiri	50 menit
22	Sanata Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Huda Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Faisar Kiri	70 menit
23	Syauqi Kanan	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kanan	Huda Kanan	Sanata Kiri	Huda Kanan	Huda Kiri	55 menit
24	Syauqi Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Syauqi Kiri	Tarekha Kiri	Huda Kanan	Tarekha Kiri	Huda Kanan	61 menit
25	Tarekha Kiri	Tanpa Filtering	256 X 256	Huda Kanan	Huda Kanan	Syauqi Kiri	Sanata Kiri	Faisar Kir	57 menit

Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan High Pass Filter (Dataset 2, Citra Berkualitas Tinggi)

No.	Data Uji	Jenis Filtering	Ukuran Citra Referensi	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Hasil 4	Hasil 5	Waktu Komputasi
1	Alex Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Eny Kanan	Said Kanan	Eny Kanan	Fonda Kanan	Huda Kanan	40 menit
2	Anang Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Anang Kanan	Anang Kanan	Mad Yani Kanan	Hudan Kanan	Hudan Kanan	42 menit
3	Anis Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Anis Kanan	Anis Kanan	Anisa Kanan	Anisa Kanan	Asif Kanan	39 menit
4	Anisa Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Anisa Kanan	Anisa Kanan	Mad Yani Kanan	Anis Kanan	Asif Kanan	45 menit
5	Arif Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Arif Kanan	Arif Kanan	Fonda Kanan	Anang Kanan	Hudan Kanan	37 menit
6	Asif Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Asif Kanan	Asif Kanan	Taufiq Kanan	Dian Kanan	Anis Kanan	40 menit
7	Cici Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Cici Kanan	Cici Kanan	Anis Kanan	Hudan Kanan	Hudan Kanan	40 menit
8	Dian Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Dian Kanan	Dian Kanan	Hudan Kanan	Ery Kanan	Hudan Kanan	39 menit
9	Eny Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Eny Kanan	Eny Kanan	Asif Kanan	Anisa Kanan	Asif Kanan	41 menit
10	Ery Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Ery Kanan	Ery Kanan	Eny Kanan	Hudan Kanan	Eny kanan	44 menit
11	Fandi Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Fandi Kanan	Taufiq Kanan	Hudan Kanan	Hudan Kanan	Said Kanan	38 menit
12	Faris Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Faris Kanan	Anis Kanan	Anis Kanan	Cici Kanan	Eny Kanan	40 menit
13	Firda Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Firda Kanan	Eny Kanan	Eny kanan	Anisa Kanan	Arif Kanan	40 menit

14	Fonda Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Mad Yani Kanan	Hudan Kanan	Fonda Kanan	Said Kanan	Hudan Kanan	41 menit
15	Hudan Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Hudan Kanan	Hudan Kanan	Anang Kanan	Eny Kanan	Eny Kanan	41 menit
16	Mad Yani Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Mad Yani Kanan	Mad Yani Kanan	Fonda Kanan	Eny Kanan	Anis Kanan	38 menit
17	Siti Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Siti Kanan	Siti Kanan	Fida Kanan	Fandi Kanan	Usi Kanan	40 menit
18	Taufiq Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Taufiq Kanan	Mad Yani Kanan	Hudan Kanan	Hudan Kanan	Fonda Kanan	40 menit
19	Usi Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Usi Kanan	Usi Kanan	Cici Kanan	Hudan Kanan	Hudan Kanan	40 menit
20	Said Kanan	High Pass Filter	256 X 256	Said Kanan	Said Kanan	Taufiq Kanan	Taufiq Kanan	Ery Kanan	40 menit





### 4.3 PEMBAHASAN

Uji coba program dilakukan sebanyak 4 kali sesuai jenis filter dengan masing-masing 25 data uji seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan hasil uji, kesesuaian antara data uji 5 teratas sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kesesuaian Data Uji 5 teratas dengan **High Pass Filter (Dataset 1)**

No.	Data Uji	Jenis Filter	Kesesuaian	Keterangan
1	Agung Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
2	Agung Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 2 dan 5
3	Atim Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
4	Atim Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
5	Dian Kanan	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
6	Dian Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
7	Dita Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 2
8	Dita Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
9	Faisar Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 3
10	Faisar Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 3 dan 5
11	Fitriana Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
12	Fitriana Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 5
13	Habib Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
14	Habib Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 3
15	Huda Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
16	Huda Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
17	Lia Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 4 dan 5
18	Lia Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
19	Prima Kanan	High Pass Filter	Tidak Cocok	-

20	Prima Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
21	Sanata Kanan	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
22	Sanata Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 4
23	Syauqi Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
24	Syauqi Kiri	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 2
25	Tarekha Kiri	High Pass Filter	Tidak Cocok	-

Tabel 4.6 Kesesuaian Data Uji 5 teratas dengan **Roberts Filtering (Dataset 1)**

No.	Data Uji	Jenis Filter	Kesesuaian	Keterangan
1	Agung Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
2	Agung Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
3	Atim Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	Cocok pada Hasil 5
4	Atim Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
5	Dian Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
6	Dian Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
7	Dita Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
8	Dita Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
9	Faisar Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
10	Faisar Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
11	Fitriana Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
12	Fitriana Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
13	Habib Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
14	Habib Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-

15	Huda Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
16	Huda Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
17	Lia Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
18	Lia Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
19	Prima Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
20	Prima Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
21	Sanata Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
22	Sanata Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
23	Syauqi Kanan	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
24	Syauqi Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-
25	Tarekha Kiri	Roberts Filtering	Tidak Cocok	-

Tabel 4.7 Kesesuaian Data Uji 5 teratas dengan **Sobel Filtering (Dataset 1)**

No.	Data Uji	Jenis Filter	Kesesuaian	Keterangan
1	Agung Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
2	Agung Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
3	Atim Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 2
4	Atim Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
5	Dian Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
6	Dian Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
7	Dita Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
8	Dita Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
9	Faisar Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-

10	Faisar Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
11	Fitriana Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
12	Fitriana Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
13	Habib Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
14	Habib Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
15	Huda Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
16	Huda Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
17	Lia Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 4 dan 5
18	Lia Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
19	Prima Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
20	Prima Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
21	Sanata Kanan	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
22	Sanata Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-
23	Syauqi Kanan	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
24	Syauqi Kiri	Sobel Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 2
25	Tarekha Kiri	Sobel Filtering	Tidak Cocok	-

Tabel 4.8 Kesesuaian Data Uji 5 teratas **Tanpa Filtering (Dataset 1)**

No.	Data Uji	Jenis Filter	Kesesuaian	Keterangan
1	Agung Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
2	Agung Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
3	Atim Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 4
4	Atim Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-

5	Dian Kanan	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
6	Dian Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
7	Dita Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 5
8	Dita Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
9	Faisar Kanan	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
10	Faisar Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
11	Fitriana Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
12	Fitriana Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
13	Habib Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
14	Habib Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
15	Huda Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
16	Huda Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
17	Lia Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 4
18	Lia Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
19	Prima Kanan	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
20	Prima Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
21	Sanata Kanan	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-
22	Sanata Kiri	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 4
23	Syauqi Kanan	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 1
24	Syauqi Kiri	Tanpa Filtering	Cocok	Cocok pada Hasil 2
25	Tarekha Kiri	Tanpa Filtering	Tidak Cocok	-

Tabel 4.9 Kesesuaian Data Uji 3 teratas **High Pass Filter (Dataset 2)**

No.	Data Uji	Jenis Filter	Kesesuaian	Keterangan
1	Alex Kanan	High Pass Filter	Tidak Cocok	-
2	Anang Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
3	Anis Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
4	Anisa Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
5	Arif Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
6	Asif Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
7	Cici Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
8	Dian Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
9	Eny Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
10	Ery Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
11	Fandi Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
12	Faris Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
13	Firda Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
14	Fonda Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 3
15	Hudan Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
16	Mad Yani Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
17	Siti Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
18	Taufiq Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1
19	Usi Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2
20	Said Kanan	High Pass Filter	Cocok	Cocok pada Hasil 1 dan 2

Kesesuaian Data Uji dengan hasil identifikasi yang diperoleh dengan rumus:

$$\text{Akurasi} = (\text{Data Cocok} / \text{Jml. Data Uji}) * 100 \%$$

Tabel 4.9 Akurasi Hasil Identifikasi Dataset 1

No.	Jenis Filtering	Ukuran Citra	Jml. Data Uji	Jm. Citra Referensi	Data Cocok			Akurasi			Rata-rata Waktu Komputasi
					5 Teratas	3 Teratas	1 Teratas	5 Teratas	3 Teratas	1 Teratas	
1	High Pass Filter	256 X 256 piksel	25	50	23	17	8	92 %	68 %	32 %	61.16 menit
2	Roberts Filtering	256 X 256 piksel	25	50	7	2	1	28 %	8 %	4 %	61.16 menit
3	Sobel Filtering	256 X 256 piksel	25	50	10	7	5	40 %	28 %	20 %	61.16 menit
4	Tanpa Filtering	256 X 256 piksel	25	50	13	9	7	52 %	36 %	28 %	61.16 menit

Tabel 4.10 Akurasi Hasil Identifikasi Dataset 2

No.	Jenis Filtering	Ukuran Citra	Jml. Data Uji	Jm. Citra Referensi	Data Cocok			Akurasi			Rata-rata Waktu Komputasi
					3 Teratas	2 Teratas	1 Teratas	3 Teratas	2 Teratas	1 Teratas	
1	High Pass Filter	256 X 256 piksel	20	40	1	14	18	5 %	70 %	90 %	50 menit

Adapun penjelasan Tabel Kesesuaian Hasil Uji Coba sebagai berikut:







1. **Dataset 1**, hasil identifikasi terbaik ditunjukkan pada jenis filter **High Pass Filter**. Dibuktikan dengan hasil prosentase 92% untuk 5 teratas, 68% untuk 3 teratas dan 32% untuk 1 teratas. Hasil tersebut lebih baik dibandingkan dengan citra **Tanpa Filtering** yang hanya mendapatkan akurasi 52% untuk 5 teratas, 36% untuk 3 teratas dan 28% untuk 1 teratas.
2. **Dataset 2**, hasil identifikasi naik signifikan dibandingkan Dataset 1 yaitu sebesar 5% untuk 3 teratas, 70% untuk 2 teratas dan 90% untuk 1 teratas.
3. Waktu komputasi lama dikarenakan sistem kerja Overlapping yang berjalan satu persatu dari awal hingga akhir matriks. Semakin besar ukuran matriks citra dan semakin kecil ukuran Window maka proses komputasi akan semakin lama.

Secara umum Identifikasi Citra Sidik Jari Terdistorsi dengan High Pas Filter dan Overlapping Window menunjukkan performa paling optimal dibandingkan, hal ini dibuktikan dengan hasil pengenalan sebesar 32% untuk output 1 teratas dengan menggunakan Dataset 1 dan pengenalan sebesar 90% untuk output 1 teratas dengan menggunakan Dataset 2. Sedangkan untuk Roberts Filtering dan Sobel Filtering mendapat hasil akurasi yang cukup rendah, hal ini dipengaruhi beberapa faktor yaitu:

1. Output citra yang ditapis dengan Roberts dan Sobel Filtering menghasilkan tampilan citra yang baik untuk deteksi tepi terbukti dengan guratan yang terlihat semakin jelas. Namun penyaringannya tidak merata ke semua bagian citra melainkan hanya condong ke satu sisi (Condong atas/ Condong bawah/ Condong kanan/ Condong kiri) disebabkan oleh susunan matriks kernelnya. Tabel 4.1 menunjukkan perbandingan kualitas filter.
2. Studi kasus yang diangkat adalah Sidik Jari Terdistorsi kategori Terpotong Sebagian, bentuk citra yang tidak utuh difilter dengan Roberts dan Sobel Filtering dengan kekurangannya seperti pada penjelasan poin 1. Ketika dibandingkan dengan sidik jari utuh akan terlihat perbedaan bentuk pola guratan yang jauh berbeda.



Tabel 4.11 Analisa Perbandingan Kualitas Filter.

No.	Jenis Filter	Kernel 1	Kernel 2	Keterangan
1	High Pass Filter	 $[-1 \ -1 \ -1; -1 \ 8 \ -1; -1 \ -1 \ -1]$	 $[-2 \ -1 \ 0; 1 \ 9 \ 1; 0 \ 1 \ 2]$	Hasil Filter merata
2	Roberts Filtering	 $[0 \ 0 \ 0; 0 \ 1 \ 0; 0 \ 0 \ -1]$	 $[0 \ 0 \ 0; 0 \ 0 \ 1; 0 \ -1 \ 0]$	Hasil filter Roberts yang cenderung bagus kearah kiri dan kanan (tidak merata)
3	Sobel Filtering	 $[-1 \ -2 \ -1; 0 \ 0 \ 0; 1 \ 2 \ 1]$	 $[-1 \ -2 \ -1; 0 \ 0 \ 0; 1 \ 2 \ 1]$	Hasil filter Roberts yang cenderung bagus kearah atas dan bawah saja (tidak merata)

#### 4.4 INTEGRASI FILTERING, OVERLAPPING WINDOW DENGAN AL-QUR'AN

Al-Qur'an adalah kitab induk, rujukan utama bagi segala rujukan, kitab suci mulia yang selalu sinkron dengan fenomena dunia yang tidak terbatas ukuran zaman. Hal ini terbukti dari penelitian ilmiah modern baik yang yakin dengan Al-Qur'an maupun yang tidak, satu per satu mulai berhubungan dengan apa yang dijelaskan di dalam al-Qur'an .. Padahal Al-Qur'an turun ribuan tahun silam dimana pada saat itu, orang masih hidup dalam keterbatasan. Ayat pertama yang turun memberikan seruan yang indah kepada manusia untuk senantiasa belajar, berpikir akan ciptaan Allah SWT yang luar biasa, seperti dalam firmanNya :

إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ( ) خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ( ) اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ( ) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ( ) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ( )

Artinya :

Bacalah dengan menyebut nama tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah dan Tuhanmulah yang maha pemurah. Yang mengajar (manusia) dengan perantara kalam. Dia yang mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya

(Q.S Al-Alaq 1 – 5).

Sidik jari sebagai salah satu produk ilmiah ciptaan Allah SWT, banyak memberikan manfaat untuk kebutuhan manusia karena keunggulannya yang sangat unik. Salah satunya sebagai alat bukti sah dalam kasus kejahatan.

يَوْمَ تَشْهَدُ عَلَيْهِمْ أَلْسِنَتُهُمْ وَأَيْدِيهِمْ وَأَرْجُلُهُمْ بِمَا كَانُوا يَعْمَلُونَ ( )

Artinya :

Pada hari (ketika) lidah, tangan dan kaki mereka menjadi saksi atas mereka terhadap apa yang dahulu mereka kerjakan (Q. S An-Nuur 24).

Banyak ulama mengartikan ayat ini dikaitkan dengan pengadilan akherat dimana tangan kaki mampu bicara dan memberikan kesaksian atas perbuatan manusia selama hidup dahulu, namun jika diperluas lagi maka ayat ini juga bisa diartikan pengadilan dunia yang insyaAllah sidik jari masuk dalam kategori tersebut. Saat ini, memang sidik jari tidak bisa bicara akan tetapi bisa dibicarakan akan keautentikannya.

Identifikasi Sidik Jari dalam penelitian ini dikembangkan dengan metode Overlapping Window yang mampu melakukan penelusuran satu per satu elemen citra mulai dari awal hingga akhir. Hasil overlap kemudian diekstraksi dengan kombinasi Wavelet dan membandingkan setiap kemungkinan hasil yang didapatkan sampai mencapai hasil terbaik. Peneliti tidak bermaksud menyamakan dengan apa yang tertera pada Al-Qur'an, lebih tepatnya adalah menganalogikan. Seperti pada kisah nabi Ibrahim AS dalam mencari tuhan sedikit mirip dengan metode yang peneliti kembangkan.

فَلَمَّا جَنَّ عَلَيْهِ اللَّيْلُ رَأَى كَوْكَبًا، قَالَ هَذَا رَبِّي، فَلَمَّا أَفَلَ قَالَ لَأَحِبُّ  
 الْأَفْلِينَ (۱) فَلَمَّا رَأَى الْقَمَرَ بَارِعًا قَالَ هَذَا رَبِّي، فَلَمَّا أَفَلَ قَالَ لَأِنْ لَّمْ  
 يَهْدِنِي رَبِّي لَأَكُونَنَّ مِنَ الْقَوْمِ الضَّالِّينَ (۲)  
 هَذَا رَبِّي هَذَا الْكَبِيرُ، فَلَمَّا أَفَلَتْ قَالَ يُرِيدُ أَنْ يَمُرَّ بِهِمْ لَبِثًا يُشْرِكُونَ (۳)

Artinya:

Ketika malam telah menjadi gelap, dia melihat sebuah bintang (lalu) dia berkata: “Inilah Tuhanku”, tetapi tatkala bintang itu tenggelam dia berkata: “Saya tidak suka kepada yang tenggelam”. Kemudian tatkala dia melihat bulan terbit dia berkata: “Inilah Tuhanku”, tetapi setelah bulan itu terbenam dia berkata: “Sesungguhnya jika Tuhanku tidak memberi petunjuk kepadaku, pastilah aku termasuk orang-orang yang sesat”. Kemudian tatkala dia melihat matahari terbit, dia berkata “Inilah Tuhanku, ini yang paling besar”, maka tatkala matahari itu telah terbenam, dia berkata “Hai kaumku, sesungguhnya aku berlepas diri dari apa yang kamu persekutukan”. (Q.S Al-An'am 76-78)

Kutiapan kisah nabi Ibrahim AS dalam mengajak umatnya tahu tentang hakekat tuhan yang sebenarnya pada surat tersebut dilakukan dengan metode berpikir logis. Nabi Ibrahim menggunakan metode syiar yang mirip dengan Overlapping Window dan Wavelet, mencoba mempertimbangkan semua kemungkinan hingga mendapatkan jawaban terbaik yaitu dengan membandingkan tuhan-tuhan kaumnya yang tersesat. Tidak terbatas penelitian ini saja, semua hal yang ada InsyaAllah bisa dikaitkan dengan Al-Qur'an sebagai referensi terbaik yang mengarahkan manusia ke jalan yang lurus, jalan yang diridhoi Allah SWT.

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi wacana tambahan bagi Kepolisian Republik Indonesia untuk kemajuan keilmuan identifikasi sidik jari dalam mengungkap kasus kejahatan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil implementasi program dan analisa hasil uji coba, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Metode Filtering, Overlapping Window dan Wavelet Daubechies dapat mengidentifikasi citra sidik jari terdistorsi kategori terpotong sebagian. Terdapat 3 macam filtering yang diujikan yaitu High Pass Filtering, Roberts Filtering dan Sobel Filtering. Teknik ini digunakan sebagai alat perbaikan citra dalam hal mengurangi derau dan merekonstruksi citra menjadi tampilan baru yang lebih bagus dibandingkan dengan citra asli dilihat dari bentuk guratan yang tampak lebih jelas antara satu guratan dengan guratan yang lain. Sedangkan metode Overlapping Window digunakan untuk memaksimalkan bahan uji yang minim atau seadanya dengan proses komputasi yang maksimal. Sistem pendeteksiannya yang bergerak satu per satu mulai dari awal matriks hingga melewati seluruh matriks dari citra sesuai ukuran Window yang didapat. Semakin besar ukuran Window maka waktu komputasi akan semakin cepat dan semakin kecil ukuran Window maka waktu komputasi akan semakin lambat. Wavelet sendiri digunakan untuk ekstraksi fitur sidik jari terdistorsi yang terdiri dari Nilai Aproksimasi, Nilai Vertikal, Nilai Horizontal dan Nilai Diagonal. Penjumlahan keempat nilai tersebut dibandingkan dengan Nilai Fitur citra hasil Overlapping Window. Citra yang memiliki selisih Error Value terendah dikatakan sebagai output terbaik hasil identifikasi sidik jari terdistorsi sebagian.
- b. Kombinasi High Pass Filter Modifikasi, Overlapping Window dan Wavelet menunjukkan hasil akurasi terbaik dengan hasil akurasi

tertinggi yaitu : hasil 5 teratas sebesar 92%, hasil 3 teratas dengan 68 % dan 1 teratas sebesar 32 %. Sedangkan peringkat kedua terbaik dihuni oleh citra yang Tanpa Filtering dengan prosentase: hasil 5 teratas sebanyak 52%, hasil 3 teratas sebanyak 32 % dan 1 teratas sebanyak 28%. Adapun prosentase rata-rata kenaikan akurasi citra Tanpa Filtering dibandingkan dengan High Pass Filter Modifikasi sebesar 26.7%.

## 5.2 SARAN

Terdapat banyak kekurangan dalam penelitaian ini, berikut beberapa saran sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

- a. Pengambilan data tidak lagi menggunakan stamp pad dan stamp pad ink karena citra yang dihasilkan tidak dalam kondisi terbaik.
- b. Alat scan yang digunakan tidak menyebabkan noise file citra
- c. Perlu dilakukan studi lanjutan tentang ragam jenis Filtering dan jenis wavelet lainnya sebagai metode pengekstraksi fitur. Serta tetapan rumus atau persamaan yang valid untuk mencari nilai-nilai energi dan transformasi wavelet dua dimensi untuk memperoleh tingkat akurasi yang lebih optimal.
- d. Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih baik dan waktu komputasi yang lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Setiyowibowo, Bambang Hidayat, Achmad Rizal. 2013. *Identifikasi Penyakit Kulit Berdasarkan Kombinasi Segmentasi Warna dan Analisis Tekstur dengan Deteksi Binary Large Object (BLOB) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan-Learning Vector Quantization*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom.
- Adipranata, Rudy. 2007. *Pembuatan Perangkat Lunak Untuk Memperbaiki Citra Pada Video Digital*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra Surabaya
- Agatha, Ruhi., Achmad Hidayatno, Ajub Ajulian. 2012. *Aplikasi Pengenalan Sidik Jari dengan Wavelet Symlet dan Wavelet Daubechies Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Ajie, Subchan. Achamd Hidayatno. 2009. Analisis Deteksi Tepi untuk Mengidentifikasi Pola Daun. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Alamin, M. Rahman. Siti Mariyam Shamsuddin. 2014. *CBIR Based On Singular Value Decomposition for Non-Overlapping Window*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT). UTM Big Data Center Faculty of Computing Universiti Teknologi Malaysia.
- Beatrice, Eva. 2009. *Perbandingan Pola Multifaktor Sidik Jari Narapidana di Lembaga Perasyarakatan Tanjung Gusta Medan dengan Pria Norama di Luar Lembaga Perasyarakatan*. Skripsi. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan.
- Cao, Kay. Eryun Liu. 2013. *Segmentation and Enhancement of Latent Fingerprints: A Coarse to Fine Ridge Structure Dictionary*. Member IEEE Journal
- Eko, Agfianto Putra. 2008. *Implementasi Metode Penapis High-Pass dan Penapis High-Boost dalam Penajaman Citra Menggunakan Kernel Konvolusi*. Karya Ilmiah. Program Studi Elektronika dan Instrumentasi (ELINS) FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Hendarko, G. 2010. *Identifikasi Citra Sidikjari Menggunakan Alihagam Wavelet Dan Jarak Euclidean*. Karya Ilmiah. Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.

- Kumar, Unnikrishnan. 2014. *An Integreted Automated Altered Fingerprint Identification System*. International Journal of Research in Computer and Communication Technology (IJRCCT). Department of Computer Science and Engineering Malabar College of Engineering and Technology Deshamngalam Thrissur.
- Lifwarda, Ratna Dewi. Shelti Teressa. 2013. *Unjuk Kerja Kombinasi Metoda Deteksi Tepi Pada Citra untuk Menghasilkan Tepi Objek yang Lebih Jelas*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang.
- Murni, Aniati. 2010. *Pengolahan Citra Digital: Transformasi Citra*. Materi Perkuliahan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Nelvi, Fitriana. 2013. *Identifikasi Citra Sidik Jari Rotasi Menggunakan Metode Analytical Geometry dan Wavelet Transform*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Novita, Rika Wardhani. Merra Kartika Dlimayanti. 2010. *Analisis Penerapan Metode Konvolusi Untuk Reduksi Derau Pada Citra Digital*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Depok.
- Pandu, Ananta. 2012. *Aplikasi Brute Force dalam Pattern Matching pada Aplikasi Pendektesian Potongan Citra*. Makalah IF3051 Strategi Algoritma – Sem. I Tahun 2012/2013 Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung.
- Reddy, Prasad. James Stephen. 2013. *Towards Accurate Estimation of Fingerprint Ridge Orientation Using BPNN and Ternarization*. IOSR Journal of Computer Engineering. Professor Department of CS and SE Andhra University Visakhapatnam India.
- Richo, Abriyanto. 2013. *Fungsi Sidik Jari Pelaku Tindak Pidana Pembunuhan Berencana di Kepolisian Resort Sidoarjo*. Skripsi. Program Studi Ilmu Hukum Fakultas hukum Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” Jawa Timur, Surabaya.
- Satrio, Agung. 2014. *CBIR Citra Sidik Jari Menggunakan Metode Wavelet Daubechies dan Diagram NOHIS-Tree*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Setyowarman, Aris. 2011. *Kajian Implementasi Kewenangan Penyidik Untuk Melakaukan Pengambilan Sidik Jari dengan Teknik Daktiloskopi dalam Pengungkapan Perkara Pidana di Kepolisian Resort Sukoharjo*. Skripsi. Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Hukum Uviversitas Sebelas Maret Surakarta.



- Singh, Sukhwinder. Dr. Neelam Rup Prakash. 2014. Modified Adaptive Median Filter for Salt and Pepper Noise. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. Ph. D Scholar Electronic and Electrical University of Technology Chandigarh India.
- Soni, Nivedita. Ayasha Siddiqua. 2013. Filtering Technique used for Blurred Fingerprint Recognition. International Journal of Scientific and Research Publication. Department of CSE. Dehradun Institute of Technology Uttarakhand India.
- Suhandi., Bambang Hidayat, Astri Novianti. 2010. *Analisis Pengenalan Karakter pada Citra Digital untuk Identifikasi Huruf yang Hilang di Bagian Tertentu Menggunakan Template Matching*. Karya Ilmiah. Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom.
- Taufiq. 2014. *Peningkatan Akurasi Identifikasi Sidik Jari Terdistorsi Menggunakan Metode Diagram Voronoi dan Wavelet Daubechies*. Proposal Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Wibowo, Ester. 2010. *Modul Pembelajaran Teori Konvolusi Citra Digital*. Karya Ilmiah.
- Yuwono, Bambang. 2010. *Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering dan Gaussian Filtering*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta.

LAMPIRAN 1 Dataset 1 (Citra Sidik Jari Kualitas Rendah)



agung-kanan-lurus4.jpg



agung-kanan-lurus5.jpg



agung-kiri-lurus6.jpg



agung-kiri-lurus7.jpg



dian-kanan-lurus4.jpg



dian-kanan-lurus5.jpg



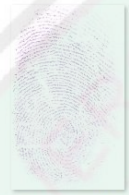
dian-kiri-lurus2.jpg



dian-kiri-lurus3.jpg



atim-kanan-lurus9.jpg



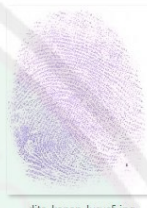
atim-kanan-lurus10.jpg



atim-kiri-lurus1.jpg



atim-kiri-lurus3.jpg



dita-kanan-lurus5.jpg



dita-kanan-lurus7.jpg



dita-kiri-lurus3.jpg



dita-kiri-lurus4.jpg



faizar-kanan-lurus9.jpg



faizar-kanan-lurus10.jpg



faizar-kiri-lurus4.jpg



faizar-kiri-lurus7.jpg



habib-kanan-lurus6.jpg



habib-kanan-lurus9.jpg



habib-kiri-lurus2.jpg



habib-kiri-lurus10.jpg



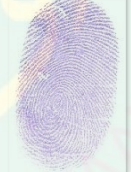
fitriana-kanan-lurus7.jpg



fitriana-kanan-lurus9.jpg



fitriana-kiri-lurus3.jpg



fitriana-kiri-lurus5.jpg



huda-kanan-lurus9.jpg



huda-kanan-lurus10.jpg



huda-kiri-lurus2.jpg



huda-kiri-lurus3.jpg

### LAMPIRAN 2 Dataset 2 (Citra Sidik Jari Kualitas Tinggi)

