

**PERANCANGAN SISTEM PENYELEKSIAN *REGION OF INTEREST*  
(ROI) DARI SUATU *IMAGE FINGERPRINT* MEMANFAATKAN *IMAGE*  
*PROCESSING TOOL* PADA MATLAB**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memenuhi Pelaksanaan Tugas Akhir  
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Diploma IV  
Di Universitas Negeri Padang*



**OLEH :**

**FITRI HARIRI  
NIM: 1202001/2012**

**PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

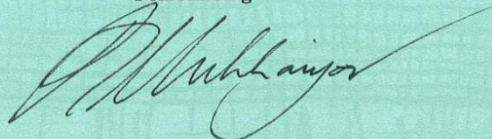
**HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**Judul** : Perancangan Sistem Penyeleksiaan *Region Of Interest (ROI)* Dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada Matlab  
**Nama** : FITRI HARIRI  
**Nim/BP** : 1202001/2012  
**Program Studi** : Teknik Elektro Industri (D IV)  
**Jurusan** : Teknik Elektro

Padang, *Februari 2018*

Disetujui Oleh:

**Pembimbing I**



**Dr. Riki Mukhaivar, S.T, M.T**  
NIP. 19780625 200812 1 001

**Pembimbing II**



**Fivia Eliza, M.Pd**  
NIP. 19850807 200912 2 004

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Drs. Hambali, M.Kes**  
NIP. 19620508 198703 1 004

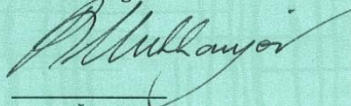



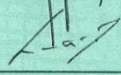
HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang

Judul : Perancangan Sistem Penyeleksiaan *Region Of Interest (ROI)* Dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada Matlab  
Nama : FITRI HARIRI  
NIM / BP : 1202001 / 2012  
Program Studi : Teknik Elektro Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2018

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Dr. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T	
Sekretaris : Fivia Eliza, M. Pd	
Anggota : Dr. Hansi Effendi, M.Kom	
Anggota : Ali Basrah Pulungan, S.T, M.T	
Anggota : Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171  
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo\_unp@yahoo.com



Certified Management System  
DIN EN ISO 9001:2000  
Cert.No. 01.100 086042

### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

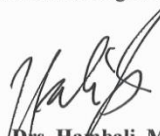
Nama : Fitri Hariri  
NIM / BP : 1202001 / 2012  
Program Studi : Teknik Elektro Industri  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Perancangan Sistem Penyeleksian Region Of Interest (ROI) Dari Suatu Image Fingerprint Memanfaatkan Image Processing Tool Pada Matlab”** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat saya terbukti melakukan plagiat, maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun di masyarakat dan di negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang

  
Drs. Hambali, M.Kes  
NIP. 19620508 198703 1 004

Saya yang menyatakan,

  
  
Fitri Hariri  
NIM/BP . 1202001/2012

## ABSTRAK

**Fitri Hariri (1202001 / 2012): Perancangan Sistem Penyeleksian *Region Of Interest (ROI)* Dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada Matlab**

**Pembimbing I : Dr. Ir. Riki Mukhaiyar**  
**Pembimbing II : Fivia Eliza, M. Pd**

Sidik jari setiap orang mempunyai keunikan, karena tidak ada seorangpun di dunia yang memiliki sidik jari yang sama persis, keunikan didalam sidik jari tersebut terdapat suatu data dimana dapat dimanfaatkan untuk pengenalan dan pelacakan seseorang. Adapun proses pengambilan sidik jari di tahap awal berbentuk *image* yang besar, akibatnya data yang dihasilkan juga semakin besar, karena terdapat banyaknya *noise*. Sehingga keakuratan data untuk verifikasi menjadi tidak sesuai dan proses penyimpanan data juga menjadi lebih lama. Untuk mendapatkan data yang akurat dalam melakukan verifikasi atau untuk menghasilkan gambar yang lebih jelas dilakukan penyeleksian yang disebut dengan *Region Of Interest*. Dengan adanya tahap penyeleksian maka data atau *image* yang besar dari sidik jari akan lebih bagus dan akurat.

Sistem ini bertujuan untuk menentukan letak wilayah penting pada sidik jari melalui proses *Region of Interest* sehingga wilayah tersebut yang akan dideteksi oleh *fingerprint*. Input *fingerprint* yang diambil berupa *image* yang sudah ada pada database FVC 2002 dan FVC 2004. Dalam sistem ini, satu sidik jari dari setiap database dipilih secara acak untuk dibandingkan dengan hasil dari proses pengamanan *fingerprint* yang dilaksanakan. Proses yang dilakukan adalah *pre-processing*, *minutiae extraction*, *core point* dan yang terakhir yaitu *cropping image*.

Hasil pengujian Perancangan Sistem Penyeleksian *Region of Interest (ROI)* dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada Matlab berjalan sesuai dengan perancangan. Pengujian proses penyeleksian *Region of Interest (ROI)* pada *fingerprint image* menggunakan *cropping image* memiliki tingkat keberhasilan yang baik. Berdasarkan keadaan tersebut maka *software* bisa dikatakan dapat bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Region of Interest (ROI)*, *Fingerprint*, *Core Point*.

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Perancangan Sistem Penyeleksiaan *Region Of Interest (ROI)* Dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada *Matlab*”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, dan Ibu Fivia Eliza, S. Pd, M. Pd selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan tugas akhir.
2. Bapak Drs. Syahril, M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Asnil, S.Pd., M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Eletro
5. Bapak Dr. Hendri M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Industri (DIV).
6. Bapak Dr. Hansi Effendi, S.T, M.Kom, selaku pengarah pada tugas akhir ini.
7. Bapak Ali Basrah Pulungan, ST, M.T, selaku pengarah pada tugas akhir ini.

8. Ibu Dwiprima Elvanny Myori, S. Si, M. Si, selaku pengarah pada tugas akhir ini.
9. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Bapak dan Ibu dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.
11. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2012.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal saleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

### HALAMAN JUDUL

ABSTRAK ..... i

KATA PENGANTAR..... ii

DAFTAR ISI..... iv

DAFTAR GAMBAR..... vii

DAFTAR TABEL ..... ix

### BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang ..... 1

B. Identifikasi Masalah..... 3

C. Batasan Masalah ..... 4

D. Rumusan Masalah..... 4

E. Tujuan ..... 5

F. Manfaat ..... 5

### BAB II LANDASAN TEORI

A. Biometrik ..... 6

B. *Fingerprint*..... 9

1. Pengertian *Fingerprint*..... 9

2. Fungsi *Fingerprint* ..... 11

3. *Feature Fingerprint* ..... 12

C. *Core Point*..... 16

D. *Region Of Interest (ROI)* ..... 19

E. <i>Pre-processing</i> .....	22
F. Matlab .....	30
1. Pengertian Matlab .....	30
2. Cara Memulai Matlab .....	32
3. Kelebihan Matlab.....	34
4. Aplikasi Matlab.....	35
5. Guide Matlab .....	36

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM**

A. Pendahuluan.....	38
B. Sistem Perancangan .....	38
C. Prinsip Kerja Sistem .....	40
D. <i>Flowchart</i> .....	41

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS**

A. Analisa Implementasi.....	44
1. Input <i>Fingerprint</i> .....	44
2. <i>Pre-Processing</i> .....	45
3. <i>Core Point</i> .....	48
4. <i>Cropping Image</i> .....	49
B. Analisa Kerja Sistem.....	50
1. Database FVC 2002 .....	50
2. Database FVC 2004 .....	52

### **BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	54
---------------------	----

B. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Gambar <i>fingerprint</i> .....	11
2. Guratan Sidik Jari .....	13
3. <i>Pattern Area</i> .....	13
4. <i>Delta</i> .....	14
5. <i>Loop</i> .....	15
6. <i>Arch</i> .....	16
7. <i>Whorl</i> .....	16
8. Sidik Jari Inti Titik dan Delta .....	20
9. Daerah Tujuan(ROI) .....	20
10. Prosedur ROI untuk Sidik Jari Berpusat pada Inti-Point .....	21
11. Hasil ROI .....	22
12. Hasil Normalisasi .....	23
13. Perbandingan Bidang Orientasi .....	26
14. Proyeksi Nilai-Nilai Intensitas Piksel Sepanjang Arah Orthogonal .....	27
15. <i>Region Mask</i> .....	28
16. Hasil <i>Filtering</i> .....	29
17. Jendela Utama Matlab .....	32
18. <i>Command History</i> .....	34
19. Diagram Blok Sistem .....	39
20. <i>Flowchart</i> Sistem .....	42

21. Proses Input <i>Image</i> Awal .....	45
22. Tampilan <i>Image</i> Awal.....	45
23. <i>Binarize Image</i> .....	46
24. <i>Thining Image</i> .....	47
25. <i>Minutiae</i> .....	47
26. Pembersihan <i>Minutiae</i> .....	48
27. <i>Core Point</i> .....	49
28. <i>Cropping Image</i> .....	50

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
29. FVC 2002 scanner / teknologi pada setiap database.....	50
30. Hasil <i>fingerprint image</i> database FVC 2002.....	51
31. FVC 2004 scanner / teknologi pada setiap database.....	52
32. Hasil <i>fingerprint image</i> database FVC 2004.....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pada dasarnya setiap manusia memiliki sesuatu yang unik dan berbeda dengan manusia lainnya, yaitu karakteristik biometrik. Biometrik adalah metode untuk mengidentifikasi atau mengenali seseorang berdasarkan karakteristik fisik atau perilakunya, seperti sidik jari, retina, iris, pola dari wajah (*facial patterns*), tanda tangan (*signature*) dan cara mengetik (*keystroke*). Karakteristik Biometrik dikatakan unik karena tidak ada setiap manusia yang memiliki ciri biometrik yang sama seperti sidik jari yang sama. Menurut Putra, Darma (2008:64-92) “Karena pengidentifikasi biometrik yang sangat khas, maka karakteristik yang terukur dapat digunakan untuk mengidentifikasi individu”. Kategori pengidentifikasi biometrik meliputi:

- a. Karakteristik fisiologis, berhubungan dengan bentuk tubuh seperti : sidik jari, pengenalan wajah, DNA, telapak tangan, geometri tangan, pengenalan iris dan retina, dan bau/aroma.
- b. Karakteristik perilaku, terkait dengan perilaku seseorang, ritme mengetik, kiprah, dan suara.

Aplikasi biometrik dalam kehidupan sehari-hari salah satunya adalah Biometrik *recognition*. Biometrik *recognition* ini merupakan sistem pengenalan atau identifikasi seseorang berdasarkan karakteristik biologis khusus yang dimiliki oleh orang tersebut. Biometric *recognition* biasanya dipergunakan untuk retina scan (identifikasi berdasarkan pola pembuluh darah

pada retina mata), *face recognition* (pengenalan seseorang berdasarkan raut dan ekspresi seseorang dengan kunci utama pada letak mata dan mulut), *voice recognition* dan *fingerprint recognition* (identifikasi pola sidik jari unik pada setiap orang).

*Fingerprint recognition* merupakan sistem autentikasi yang paling banyak digunakan saat ini, karena cenderung memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mudah untuk diterapkan. Sidik jari memiliki keseimbangan kualitas yang tepat, termasuk kekhasan, keawetan, akurasi, ukuran dan biaya, kematangan teknologi dan kemudahan penggunaan, sehingga teknologi biometrik dengan sidik jari menjadi dominan dalam aplikasi komersial. Hal ini disebabkan oleh beberapa sifat *fingerprint* yaitu antara lain: layak (*feasible*), berbeda satu sama lain (*distinct*), tetap (*penent*), akurat (*accurate*), handal (*reliable*), dan dapat diterima (*acceptable*). [T Sinaga:2013].

Sidik jari telah diketahui mempunyai keunikan, bahwa tidak ada seorangpun di dunia yang memiliki sidik jari yang sama persis. Sehingga telah dimanfaatkan untuk pengenalan dan pelacakan seseorang. Dalam beberapa tahun terakhir, ketertarikan pada *fingerprint* berdasarkan sistem biometrik telah tumbuh secara signifikan. Tentu saja harapan adanya sistem identifikasi yang cepat dan tepat bukan hanya untuk pencarian dan pembuktian pelaku kejahatan, tetapi juga diharapkan dapat menjadi pengganti cara-cara pengamanan konvensional misalnya dengan password dan PIN.

Menurut Mukhaiyar, Riki (2014:1-4) dalam proses pengambilan data pada sidik jari akan menghasilkan *image* yang besar, data yang dihasilkan

juga semakin besar karena banyaknya *noise*. Sehingga keakuratan data untuk verifikasi menjadi tidak sesuai dan proses penyimpanan data juga menjadi lebih lama. Untuk mendapatkan data yang akurat dalam melakukan verifikasi atau untuk menghasilkan gambar yang lebih jelas dilakukan penyeleksian yang disebut dengan *Region Of Interest*. Dengan adanya tahap penyeleksian maka data atau *image* yang besar dari sidik jari akan lebih bagus dan lebih akurat. Penyeleksian pada proses *fingerprint* memanfaatkan *image processing* yang merupakan tahap perbaikan dan pengolahan citra sidik jari. Dimana dalam *image processing* terdapat beberapa tahap yaitu *Noise reduction* yang merupakan kotoran dibagian sidik jari dihapus, *Thinning* (Penipisan *ridge* citra), *False Minutiae Deletion* yaitu pemeriksaan kotoran-kotoran yang mungkin tersisa setelah proses *thinning*, dan *cleaning*.

Dengan permasalahan tersebut penulis mendapatkan ide untuk membuat Tugas Akhir dengan judul "Perancangan Sistem Penyeleksian *Region Of Interest* (ROI) dari Suatu *Image Fingerprint* Memanfaatkan *Image Processing Tool* Pada Matlab".

## **B. Identifikasi Masalah**

Pengerjaan tugas akhir ini didasarkan atas beberapa permasalahan yang ditemukan di dunia teknologi, yaitu:

1. Karena proses pengakuisisian *fingerprint* yang bermacam-macam, maka hasil *image*-nya pun tidak seragam. Sehingga, tidak semuanya bersih dari *noise*.
2. Dari hasil proses akuisisi, *image fingerprint* yang didapatkan masih tersimpan dengan ukuran gambar yang besar, sehingga membebani

database.

### **C. Batasan Masalah**

Untuk menghindari meluasnya pembahasan tugas akhir ini, maka perancangan system penyeleksian *Region Of Interes* (ROI) ini dibatasi oleh beberapa hal:

1. Proses-proses *fingerprint* yang di lakukan adalah region of interest, yaitu proses penyeleksiaan wilayah.
2. Menggunakan data input, database, yang telah ada dari penelitian sebelumnya, yaitu: *FVC (Fingerprint Verification Contest)* tahun 2002 dan 2004.
3. Perancangannya berupa *software*, bukan *hardware*
4. Bahasa pemogram yang digunakan adalah Matlab 2010a *toolbox image processing*.

### **D. Rumusan Masalah**

Dengan adanya permasalahan yang terjadi berupa besarnya *image* yang dihasilkan, serta banyaknya *noice* yang terdapat dalam pengambilan data *fingerprint*, maka dibutuhkan sebuah sistem penyeleksian *Region of Interset* dari suatu *image fingerprint* dengan memanfaatkan *image processing tool*, sehingga bentuk *image* tersebut menjadi lebih jelas dan data yang dihasilkan menjadi lebih akurat.

## **E. Tujuan**

Adapun tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang *software* aplikasi penyeleksian *Region of Interest* suatu *image fingerprint* menggunakan Matlab.
2. Membuat suatu sistem penyeleksian *Region of Interest* dengan memanfaatkan *image processing tool* menggunakan Matlab.
3. Melakukan pengujian pada aplikasi penyeleksian *Region of Interest* menggunakan Matlab.

## **F. Manfaat**

Dalam perancangan Tugas Akhir ini sangat diharapkan memiliki manfaat diantaranya:

1. Untuk mendapatkan gambar yang bagus dan data yang lebih akurat.
2. Sebagai sarana penunjang belajar bagi Teknik Elektro khususnya DIV.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap pembuatan perancangan sistem penyeleksian *Region Of Interest* (ROI) dari suatu *image fingerprint* memanfaatkan *image processing tool* pada matlab, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam mengamankan *feature fingerprint* ada beberapa langkah yang harus dilakukan yaitu *pre-processing*, *minutiae extraction*, *core point* dan *cropping image*. Proses *pre-processing* diperlukan untuk menghasilkan input yang jelas. Setelah melakukan *pre-processing* dilakukan pengambilan nilai-nilai unik dari *ridge* dan *valley* pada *feature fingerprint* berupa *minutiae*. *Minutiae* yang sudah didapatkan perlu dibersihkan dari *noise-noise* untuk menghindari *minutiae* yang salah.
2. Setelah mendapatkan *minutiae* yang bersih, dilakukan tahap selanjutnya yaitu penentuan *core point*.
3. Setelah mendapatkan *core point*, dilakukan proses *cropping image* dimana *cropping image* merupakan salah proses untuk menentukan *Region of Interest* yang tujuannya adalah untuk mendapatkan wilayah kerja yang diinginkan berupa *selected fingerprint*.
4. Dalam proses ini, *core point* yang didapatkan pada proses sebelumnya menjadi titik acuan untuk mengambil wilayah kerja yang diinginkan, dimana wilayah kerja tersebut digunakan untuk mendapatkan data yang

akurat dalam melakukan verifikasi atau untuk menghasilkan suatu gambar yang lebih jelas.

5. Dengan adanya proses penyeleksian *Region Of Interest* ini, data yang didapatkan menjadi lebih akurat dan *image* yang dihasilkan akan menjadi lebih jelas sehingga proses untuk verifikasi data menjadi lebih cepat.

## **B. Saran**

Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis menyadari kekurangan dan kesalahan. Berikut ini akan dipaparkan beberapa saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan perancangan ini diantaranya:

1. *Core point* sangat diperlukan dalam melakukan proses *cropping image* untuk mendapatkan data yang akurat dalam melakukan verifikasi atau untuk menghasilkan suatu gambar yang bersih dan jelas.
2. Diharapkan proses perancangan sistem penyeleksian *Region Of Interest* (ROI) dari suatu *image fingerprint* memanfaatkan *image processing tool* pada matlab dapat lebih disempurnakan pada penelitian di masa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, Budi. "Penggunaan Software Matrix Laboratory (MATLAB) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier". Jurnal PHENOMENOM, Vol. 1, No. 1. Pp. 45-52. Juli 2013.
- Dewinta, Yulia. (2013). "Sidik Jari (Fingerprint)". Jakarta : Mercu Buana. Pg. 10-13.
- Hong, Ling dan Jain, Anil. "Fingerprint Image Enhancement : Algorithm and Performance Evaluation". IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 20, NO. 8. Pp. 1-13. AUGUST 1998.
- Mukhaiyar, Riki. dkk. "Alternative Approach in Generating Cancellable Fingerprint by Using Matrices Operations" in proceeding of 56<sup>th</sup> ELMAR. Pp. 1-4. Zadar. 2014.
- Nugroho, Eko. (2009). "Biometrika Mengenal Sistem Identifikasi Masa Depan". Yogyakarta: Andi Offset.
- Putra, Darma. (2008). "Sistem Biometrika". Mengwitani : ANDI Yogyakarta.
- Sinaga, T. (2013). "Sensor Sidik Jari (Fingerprint)". Medan : Penerbit Universitas Sumatera Utara. Pg.1-4.
- Sugiharto, Aris. (2006). "Pemrograman GUI dengan MATLAB". Semarang : ANDI Yogyakarta.