

**PERANCANGAN SISTEM PENGKOLEKSIAN DAN PENGKLASIFIKASIAN
DATA *FINGERPRINT* MENGGUNAKAN MATLAB**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
Pada Program Studi DIV Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**PURI ANDIKA PUTRA
1206299/2012**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

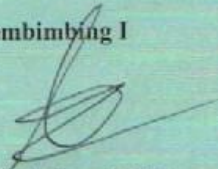
Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data *Fingerprint*
Menggunakan Matlab

Nama : Puri Andika Putra
BP/NIM : 2012 / 1206299
Program Studi : DIV Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

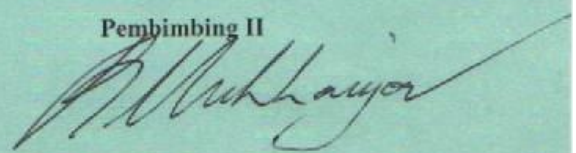
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Drs. H. Aslimeri, MT
NIP. 19560501 198301 1 001

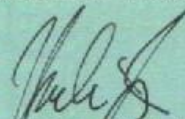
Pembimbing II



Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, MT
NIP. 19780625 200812 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. H. Hambali, M.Kes
NIP. 19620805 198703 1 004


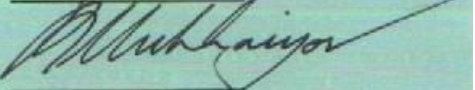
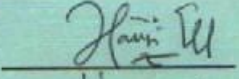
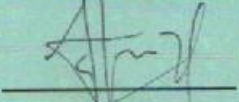
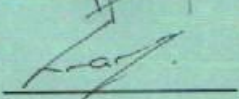
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data *Fingerprint*
Menggunakan Matlab

Nama : Puri Andika Putra
BP/NIM : 2012 / 1206299
Program Studi : DIV Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 26 Januari 2017

Dewan penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. H. Aslimeri, MT	
Sekretaris	: Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, MT	
Anggota	: Dr. Hansi Effendi, ST, M.Kom	
Anggota	: Irma Husnaini, ST, MT	
Anggota	: Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si	



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp.(0751), 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Puri Andika Putra
NIM/TM : 1206299/2012
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data *Fingerprint* Menggunakan Matlab”** adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan 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. H. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

Padang, 6 Februari 2017,
Saya yang menyatakan

Puri Andika Putra
NIM/BP. 1206299/2012

ABSTRAK

Puri Andika Putra (1206229/2012) : Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data Fingerprint Menggunakan Matlab.

Pembimbing I : Drs. Aslimeri, MT
Pembimbing II : Dr. Ir. Riki Mukhaiyar

Fingerprint merupakan salah satu teknologi biometrik yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi seseorang. Sistem verifikasi *fingerprint* harus mampu mengidentifikasi *fingerprint* seseorang dari sekumpulan besar basis data sidik jari. Hal ini merupakan masalah tersendiri bagi efektifitas sistem identifikasi. Dalam proses identifikasi, *fingerprint* akan diperiksa dengan membandingkannya dengan semua *fingerprint* dalam *database*. Jika *database* sangat besar, langkah ini bisa menjadi hambatan dalam hal kecepatan. Proses ini tidak akan diterima dalam aplikasi *online* yang sibuk seperti bank, kantor, dan dalam hal keamanan.

Metode verifikasi dan klasifikasi *fingerprint* sangat diperlukan untuk membantu sistem mengurangi jumlah *fingerprint* yang perlu dikonfirmasi. Untuk perancangan ini menggunakan metode *template matching* untuk verifikasi dan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi. Langkah yang termasuk penting dalam verifikasi *fingerprint* yang menggunakan metode *template matching* adalah mengekstraksi ciri *minutiae* sedangkan pengklasifikasian menggunakan metode SVM adalah mengekstraksi ciri *gabor wavelet*. Dengan mengekstraksi ciri maka akan mempermudah dalam proses verifikasi dan pengklasifikasian citra *fingerprint*. Penelitian ini bertujuan menerapkan ekstraksi ciri *minutiae* dengan metode *template matching* dan ekstraksi ciri *gabor wavelet* untuk verifikasi dan pengklasifikasian *fingerprint*.

Hasil pengujian Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data *Fingerprint* Menggunakan Matlab berjalan dengan akurasi pencocokkan 91,6% dan akurasi klasifikasi 100%. Pengujian proses pencocokkan pada citra *fingerprint* menggunakan metode *template matching* dapat berjalan dengan tingkat *margin error* yang rendah, sedangkan pengujian proses pengklasifikasian berjalan dengan tingkat keberhasilan yang akurat. Dari segi rata-rata waktu proses, proses verifikasi dengan pengklasifikasian perkelas lebih cepat dibandingkan dengan proses verifikasi percitra. Berdasarkan keadaan tersebut pengujian kerja *software* secara keseluruhan maka *software* bisa dikatakan dapat bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Fingerprint, Template Matching, Support Vector Machine, Minutiae, Gabor Wavelet*

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 Pengkoleksian dan Pengklasifikasian Data *Fingerprint* Menggunakan 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. Kedua orang tua yaitu Bapak Hafit, S.Pd, M.Pd.I dan Ibu Agusnita, serta adik-adik Ikhlasul Amal, Najuwa Pita Loka dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Aslimeri, MT dan Dr. Ir. Riki Mukhaiyar, MT selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Hansi Effendi, ST, M.Kom selaku pengarah pada Tugas Akhir.
4. Ibu Irma Husnaini, ST, MT selaku pengarah pada Tugas Akhir.
5. Ibu Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si selaku pengarah pada Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.

8. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
9. Bapak Drs. H. Aswardi, MT selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Industri.
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. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2012 dan semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat kepada diri penulis, bermanfaat untuk semua pihak, dan bernilai ibadah di sisi Allah SWT. Akhir kata penulis ucapkan terimah kasih.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	6

BAB II LANDASAN TEORI

A. Teknologi Biometrik	7
1. <i>Voice</i> (Suara)	8
2. <i>Face</i> (Wajah)	9
3. <i>Palm print</i> (Struktur tangan).....	10
4. <i>Iris</i> (selaput mata).....	11
5. <i>Signeture</i> (Tandatangan).....	12
6. <i>Fingerprint</i> (Sidik jari).....	13
B. <i>Fingerprint</i>	15
1. Pendahuluan.....	15
2. Karakteristik <i>Fingerprint</i>	16
3. Implementasi <i>Fingerprint</i>	18
C. Klasifikasi <i>Fingerprint</i>	20
D. <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	23
E. Verifikasi <i>Fingerprint</i>	25
F. <i>Template Matching</i>	30
G. Matlab	31

1. Pendahuluan.....	31
2. Aplikasi Matlab	34
4. GUI.....	36

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

A. Perancangan	38
B. Pembuatan Sistem.....	44
C. <i>Flowchart</i>	61

BAB IV ANALISA SISTEM PENGKOLEKSIAN DAN PENGKLASIFIKASIAN DATA FINGERPRINT

A. Pengkoleksian data.....	64
1. Proses Pengkategorian data.....	64
2. Proses Penyimpanan data.....	65
B. Pengklasifikasian data.....	67
1. Proses Klasifikasi data	67
2. Proses Verifikasi data.....	69
C. Analisa Proses	74

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	79
B. Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pola suara.....	8
2. Wajah.....	9
3. <i>Hand Geometry</i>	10
4. Iris mata.....	11
5. Verifikasi tandatangan.....	12
6. <i>Fingerprint</i>	13
7. Pola utama <i>fingerprint</i>	16
8. <i>Details Minutiae</i>	16
9. Tahapan pemrosesan <i>fingerprint</i>	17
10. <i>Gambar fingerprint</i>	18
11. Enam kategori <i>fingerprint</i>	20
12. Set data.....	23
13. <i>Margin hyperplane</i>	24
14. Gambar <i>fingerprint</i> dari sensor optic.....	25
15. Unsur utama dari citra <i>fingerprint</i>	25
16. <i>Gabor</i>	28
17. <i>Minutiae</i>	29
18. Ilustrasi <i>template matching</i>	30
19. Matlab.....	34
20. Tampilan aplikasi matlab.....	35

21. GUI.....	36
22. Diagram blok sistem registrasi <i>fingerprint</i>	40
23. Diagram blok sistem pencocokkan <i>fingerprint</i>	41
24. Diagram blok pengklasifikasian <i>fingerprint</i>	43
25. <i>Image enhancement</i>	44
26. Hasil Normalisasi.....	45
27. Binarisasi citra <i>fingerprint</i>	52
28. <i>Thinning fingerprint</i>	53
29. Contoh pixel <i>ridge ending</i> dan <i>bifurcation</i>	55
30. Tujuh <i>minutiae</i> palsu yang ditentukan dalam digram.....	55
31. <i>Similarity Measure</i>	59
32. <i>Flowchart</i> Sistem data <i>fingerprint</i>	62
33. Tampilan proses ekstraksi <i>gabor wavelat</i>	65
34. <i>Vector</i> ciri pengkoleksian.....	66
35. <i>Database</i> pengkoleksian data <i>fingerprint</i>	66
36. <i>Code</i> klasifikasi.....	67
37. <i>Vector</i> klasifikasi.....	68
38. Proses klasifikasi.....	68
39. Proses ekstraksi <i>minutiae</i>	69
40. Ekstraksi <i>minutiae</i>	70
41. <i>Minutiae vector</i>	71
42. Verifikasi <i>fingerprint</i>	72
43. Perbandingan dua set <i>minutiae</i>	72

44. Proses verifikasi <i>fingerprint</i>	73
45. Rasio kesalahan.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pikel <i>fingerpint</i>	54
2. Analisa.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
3. <i>Listing</i> Program	84
4. Gambar <i>software</i>	127

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan sistem *biometri* saat ini sudah sangat pesat terutama untuk keperluan teknologi pengamanan. Sistem *biometri* adalah metode pembuktian atau pengenalan identitas dari seseorang berdasarkan beberapa karakteristik fisik, seperti *fingerprint* (sidik jari) dan pola iris mata, atau beberapa aspek kebiasaan seperti *handwriting* (tulisan tangan) dan *signature* (tanda tangan). Dari beberapa sistem teknologi *biometri* yang ada teknologi yang sedang digunakan adalah *fingerprint* (R.Mukhaiyar,2014). Kini sebuah sistem pengendalian atau pengidentifikasian sidik jari dari sebuah teknologi banyak digunakan di perkantoran, perusahaan, sekolah, pemerintahan, rumah sakit memiliki tingkat keamanan yang tinggi, dan mudah dalam penggunaannya. Selain itu *fingerprint* merupakan teknologi yang dirasa cukup handal karena terbukti relatif akurat, aman dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem *biometri* yang lainnya'. Hal ini disebabkan oleh beberapa sifat *fingerprint* yaitu antara lain: layak (*feasible*), berbeda satu sama lain (*distinct*), tetap (*permanent*), akurat (*accurate*), handal (*reliable*) dan dapat diterima (*acceptable*).

Fingerprint telah diketahui mempunyai keunikan, bahwa tidak ada seorangpun di dunia ini yang memiliki *fingerprint* yang sama persis (Kusmiati:2010). Sehingga telah dimanfaatkan untuk pengenalan dan

pelacakan identitas seseorang. Dalam beberapa tahun terakhir, ketertarikan pada *fingerprint* berdasarkan sistem *biometri* 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 Jain (2000:14) Membangun suatu sistem *fingerprint* pada dasarnya mencakup dua bidang pokok, yaitu sistem verifikasi *fingerprint* dan sistem identifikasi *fingerprint*. Sistem identifikasi *fingerprint* merupakan suatu sistem atau prosedur pencocokan antara satu *fingerprint* dengan semua template *fingerprint* yang terdapat dalam suatu Database *fingerprint*. Sistem identifikasi manual tentu tidak akan efektif ketika jumlah *fingerprint* yang ditangani pada suatu database dalam jumlah yang besar.

Penerapan verifikasi *fingerprint* untuk pengenalan pola telah banyak dilakukan, namun untuk verifikasi *fingerprint* dari penelitian-penelitian yang sudah ada masih banyak kelemahan. Hal tersebut disebabkan oleh karakteristik citra *fingerprint* yang memiliki kemiripan yang sangat tinggi. Pengenalan pola merupakan pengenalan suatu objek dengan menggunakan berbagai metode dimana dalam proses pengenalannya memiliki tingkat akurasi tinggi. Memiliki tingkat akurasi yang tinggi maksudnya adalah suatu objek yang secara manual tidak dapat dikenali tapi bila menggunakan salah satu metode pengenalan pola maka citra tersebut dapat dikenali.

Sistem pengenalan *fingerprint* harus mampu mengidentifikasi *fingerprint* seseorang dari sekumpulan besar basis data *fingerprint*. Hal ini merupakan masalah tersendiri bagi efektifitas sistem identifikasi. Sehingga digunakanlah berbagai pendekatan klasifikasi berdasarkan ciri umum yang tampak pada *fingerprint*. Klasifikasi seperti ini dapat mengurangi ukuran dari ruang pencarian yaitu membatasi pencarian hanya pada *fingerprint* dalam kelas yang sama selama proses identifikasi (R. Mukhaiyar,2015)

Proses klasifikasi diperkenalkan sebagai cara pengindeksan *fingerprint* untuk mempercepat proses menemukan *fingerprint* dalam *database* (A.Ross,2005). Klasifikasi *fingerprint* diperlukan untuk mengurangi konsumsi waktu di langkah keontentikan data. Dalam proses keontentikan, *fingerprint* permintaan akan diperiksa dengan membandingkannya dengan semua *fingerprint* dalam *database*. Jika *database* sangat besar, langkah ini bisa menjadi hambatan dalam hal kecepatan. Ini tidak akan diterima dalam aplikasi *online* yang sibuk seperti bank, kantor, dan dalam hal keamanan. Oleh karena itu, langkah klasifikasi membantu sistem untuk mengurangi jumlah *fingerprint* yang perlu dikonfirmasi.

Dengan permasalahan tersebut penulis mendapatkan ide untuk membuat “Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian data *Fingerprint* menggunakan Matlab ”. Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode template matching untuk memverifikasi dan mengelompokkan citra sidik jari kedalam kelas-kelas tertentu. Sedangkan

untuk pengklasifikasian menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM).

B. Identifikasi Masalah

Pengerjaan tugas akhir ini didasarkan akan beberapa permasalahan yang teridentifikasi sebagai:

1. Penerapan verifikasi *fingerprint* untuk pengenalan pola telah banyak dilakukan, namun untuk verifikasi *fingerprint* masih banyak kelemahan dari segi akurasi yang rendah, sehingga dibutuhkan metode untuk verifikasi *fingerprint* dengan tingkat akurasi yang tinggi.
2. Sistem pengenalan *fingerprint* harus mampu mengidentifikasi *fingerprint* seseorang dari sekumpulan besar basis data *fingerprint*, maka digunakanlah berbagai pendekatan klasifikasi yang dapat mengurangi ukuran dari ruang pencarian.
3. Ada banyak *fingerprint* yang tidak dapat dengan mudah didistribusikan ke dalam kelas, sehingga diperlukan proses untuk mengurangi konsumsi waktu di langkah keontentikan data.

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu meluas, maka penulis memberikan batasan permasalahan sebagai berikut, yaitu :

1. Input *fingerprint* yang diambil berupa citra/*image* yang sudah ada pada database yaitu database FVC 2002 yang terdiri dari 48 citra.
2. Verifikasi *fingerprint* dengan cara ekstraksi *minutiae* menggunakan metode *template matching*.

3. Pengklasifikasian *fingerprint* dengan cara ekstraksi *gabor wavelet* menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM).
4. Aplikasi *software* yang digunakan adalah matlab R2013a.
5. Pengklasifikasian *fingerprint* dengan cara dikelompokkan kedalam tipe sidik jari yang terbagi menjadi 6 kelas.
6. Perancangan sistem dengan menggunakan GUI Matlab.

D. Rumusan Masalah

Mengacu kepada uraian dari identifikasi masalah, dan batasan masalah, dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas adalah membuat sebuah sistem pengkoleksian, pengklasifikasian, dan verifikasi data *fingerprint* menggunakan aplikasi matlab memakai metode *Support Vector Machine* (SVM).

E. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini, yaitu:

1. Membuat suatu sistem pengkoleksian dan pengklasifikasian data *fingerprint* yang lebih akurat dalam verifikasi *fingerprint*.
2. Merealisasikan suatu algoritma dalam bentuk perangkat lunak dengan metode *Support Vector Machine* yang mampu mengidentifikasi kelas dari *fingerprint* tersebut.
3. Menerapkan metode *template matching* sehingga mengurangi konsumsi waktu dalam proses verifikasi *fingerprint*.

F. Manfaat

Dalam pembuatan tugas akhir ini sangat diharapkan *software* yang akan dihasilkan dapat memiliki manfaat, yaitu:

1. Untuk membuat sistem yang efektif dalam mengkoleksi dan mengklasifikasikan kelas-kelas tipe *fingerprint*.
2. Untuk mengurangi konsumsi waktu di langkah keontentikan data dalam proses verifikasi dari *fingerprint*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa terhadap pembuatan perancangan sistem pengkoleksian dan pengklasifikasian data *fingerprint* secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perancangan *software* Perancangan Sistem Pengkoleksian dan Pengklasifikasian data *Fingerprint* Menggunakan Matlab telah sesuai dengan hasil akurasi pencocokkan 91,6% dan akurasi klasifikasi 100%. Metode *support vector machine* (SVM) digunakan untuk proses pengklasifikasian dan metode *template matching* digunakan untuk proses verifikasi.
2. Untuk pengujian verifikasi pada citra kelas *right loop*, *left loop*, *whorl*, *tented arch*, *arch*, dan *twin loop* tingkat kesalahan verifikasi terjadi pada kelas *right loop* dan *whorl* yang hanya mampu mencocokkan 3 citra dari 4 citra *fingerprint* sedangkan kelas yang lain tingkat keberhasilan akurat. Untuk pengujian pengklasifikasian tingkat keberhasilan akurat.
3. Dari segi rata-rata waktu proses, proses verifikasi dengan pengklasifikasian perkelas lebih cepat dibandingkan dengan proses verifikasi percitra.

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. Untuk penelitian kedepannya dapat menggunakan metode yang lain dalam pengklasfikasian *fingerprint*.
2. Menambahkan data pemilik *fingerprint* sehingga proses verifikasi dan pengklasfikasian lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Barham, Mousa. 2011. *Fingerprint Recognition using MATLAB*.
- Bernard, Boujemaa. 2002. *Fingerprint segmentation using the phase of multiscale gabor wavelets*. Australia: In The 5th Asian Conference on Computer Vision.
- Firmansyah. 2003. *Dasar-dasar Pemrograman Matlab*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta
- Furey, Haussler. 2000. *Support vector machine classification and validation of cancer tissue samples using microarray expression data*. Bioinformatics.
- Galton. 1892. *Finger prints*. Macmillan and Company.
- Hoe. 2015. "Fingerprint-fingervein multimodal biometric authentication system in field programmable gate array hardware". (Thesis). Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.
- Ifan, P. H. (2015). "Klasifikasi Citra Sidik Jari Berdasarkan Enam Tipe Pattern Menggunakan Metode Euclidean Distance". (Skripsi). Semarang: UNDIP
- Jain, Pankanti. 2000. *Fingerprint classification and matching*. Handbook for Image and Video Processing.
- Leksono, Isnanto. 2011. *Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari*. Transmisi.
- Maltoni, Jain. (2009). *Handbook of fingerprint recognition*. Springer Science & Business Media.