

**PENGENALAN SIDIK JARI (*FINGERPRINT RECOGNITION*) DENGAN
METODE *HIDDEN MARKOV MODEL* (HMM)**

SKRIPSI

Laboratorium Komputasi Cerdas Dan Visualisasi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

ERVIN YOHANNES

NIM. 0910680055

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

Pengenalan Sidik Jari (*Fingerprint Recognition*) Dengan Metode *Hidden Markov Model (HMM)*

SKRIPSI

Laboratorium Komputasi Cerdas Dan Visualisasi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer



Disusun Oleh:

ERVIN YOHANNES

NIM. 0910680055

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Edy Santoso, S.Si., M.Kom.

NIP. 19740414 200312 1 004

Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom.

NIK. 820623 16 1 1 0425

LEMBAR PENGESAHAN

**Pengenalan Sidik Jari (Fingerprint Recognition) Dengan
Metode Hidden Markov Model (HMM)**

SKRIPSI

Laboratorium Komputasi Cerdas Dan Visualisasi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

ERVIN YOHANNES

NIM. 0910680055

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 12 Juli 2013

Penguji I

Candra Dewi, S.Kom., M.Sc.
NIP. 19771114 200312 2 001

Penguji II

Dian Eka Ratnawati, S.Si., M.Kom.
NIP. 19730619 200212 2 001

Penguji III

Rekyan Regasari MP, S.T., M.T.
NIK. 770414 06 1 2 0253

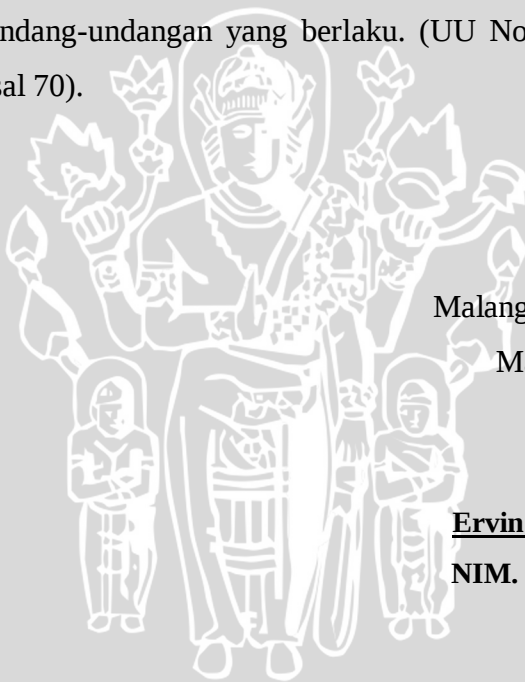
Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Informatika

Drs. Marji, M.T.
NIP.19670801 199203 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).



Malang, Juli 2013

Mahasiswa,

Ervin Yohannes

NIM. 0910680055

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Mahaesa karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Pengenalan Sidik Jari (*Fingerprint Recognition*) Dengan Metode *Hidden Markov Model* (HMM)”**.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana komputer. Tak lupa penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Edy Santoso, S.Si., M.Kom., dan Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing selama pelaksanaan skripsi.
2. Ir. Sutrisno, M.T, Ir. Heru Nurwasito, M.Kom., Himawat Aryadita, S.T, M.Sc., dan Edy Santoso, S.Si., M.Kom., selaku Ketua, Wakil Ketua 1, Wakil Ketua 2 dan Wakil Ketua 3 Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
3. Ibunda Misti, Ayahanda Petrus Ari Bowo, dan seluruh keluarga atas segenap dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan.
4. Drs. Marji, M.T dan Issa Arwani, S.Kom, M.Sc selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya.
5. Seluruh Dosen Teknik Informatika Universitas Brawijaya atas kesediaan membagi ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh Civitas Akademika Teknik Informatika Universitas Brawijaya yang telah banyak memberi bantuan dan dukungan selama penulis menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Brawijaya dan selama penyelesaian skripsi ini.
7. Bkti Widyaningsih, Hendro Pramudyo Saputro, Hanifa Vidya Rizanti, Nina Amalia Dewi, Anisa Aini Arifin, Milani Winangga, Winda Ayu Irianto, Fauziah Mayasari Iskandar, Sufia Adha Putri, Mamluatul Hani'ah, Putu Arya Kurnia, Mohammad Ilham Ubaidillah, Aggy Kubelaborbir dan teman-teman KCV maupun teman-teman TIF 09 yang telah memberikan bantuan baik moril maupun spiritual.

8. Seluruh pihak yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Yang telah membantu dalam menyelesaikan pembuatan skripsi dan berkat bimbingan beliau kendala ataupun hambatan dalam penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat melakukan perbaikan terhadap skripsi yang disusun ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat. Amiin.

Malang, Juli 2013

Penulis



ABSTRAK

Ervin Yohannes. 2013. : *Pengenalan Sidik Jari (Fingerprint recognition) Dengan Metode Hidden Markov Model (HMM)*. Skripsi Program Studi Teknik Informatika, Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.

Dosen Pembimbing: Edy Santoso, S.Si., M.Kom. dan Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom.

Pengenalan *biometric* adalah proses mengenali seseorang berdasarkan karakteristik tingkah laku atau anatominya. Salah satu contoh pengenalan *biometric* adalah pengenalan sidik jari. Pengenalan ini banyak dianalisis dengan berbagai metode dan sudah dikembangkan oleh para peneliti. Pada penelitian ini dilakukan pengenalan sidik jari dengan metode *Hidden Markov Model (HMM)* yang menerapkan *computer vision* dan pengenalan pola. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang dan mengimplementasikan perangkat lunak yang dapat mengidentifikasi sidik jari manusia. Alur prosesnya terdiri dari binerisasi, erosi, skeletonisasi, ekstraksi fitur dan parameter HMM. Data yang digunakan berjumlah 140 data yang terdiri dari 5 label, dimana 40 data sebagai data *testing* dan sisanya sebagai data *training*. Pengujian yang dilakukan adalah dengan uji coba terhadap jumlah data *training*. Terdapat 5 kali pengujian dilakukan yaitu pengujian terhadap 20 data *training*, 40 data *training*, 60 data *training*, 80 data *training* dan 100 data *training*. Hasil rata – rata akurasi yang didapatkan pada uji coba mencapai hingga 86% yang diperoleh dari 20, 40, 60, 80, dan 100 data *training*. Dari hasil pengujian didapatkan kesimpulan bahwa HMM dapat diimplementasikan kedalam sistem pengenalan sidik jari.

Kata kunci : *Biometrics, pengenalan sidik jari, Hidden Markov Model*

ABSTRACT

Ervin Yohannes. 2013. : *Fingerprint recognition with Hidden Markov Model (HMM) Method. Undergraduate Thesis of Informatics Engineering Study Program, Program on Informatic Technology and Computer Science, University of Brawijaya, Malang.*

Advisor : Edy Santoso, S.Si., M.Kom., and Ahmad Afif Supianto, S.Si., M.Kom.

Biometric recognition is process recognizing person based characteristic behavior or anatomy. One example is fingerprint recognition. This recognition many analyzed with various method and development by researcher. In this research proposed fingerprint recognition with Hidden Markov Model (HMM) that applying computer vision and pattern recognition. The goal of this research for planned and implementation software that can identify human fingerprint. The process is binerization, erotion, skeletonization, fitur extraction, and development parameter HMM. Data used amount 140 data consists of 5 label, in which 40 used to testing and rest used to training. The testing is test to amount training data. There is 5 times testing doing for 20, 40, 60, 80 and 100 training data. Result accuracy is founded achieve 86% is obtained training data amount 20, 40, 60, 80, and 100. The conclusion is HMM can implementation into fingerprint recognition system.

Keywords : Biometrics, fingerprint recognition, Hidden Markov Model

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SOURCECODE	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Jadwal Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Citra Digital.....	6
2.3 Pengenalan Sidik Jari (<i>Fingerprint Recognition</i>).....	7
2.4 <i>Thresholding</i>	9
2.5 Skeletonisasi.....	12
2.6 Morfologi	13
2.7 <i>Structuring Element</i>	14
2.8 Ekstraksi Fitur	15
2.9 Metode <i>Template Matching</i>	16
2.10 <i>Hidden Markov Model (HMM)</i>	17

2.11	<i>Manhattan Distance</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN.....		24
3.1	Studi Literatur.....	24
3.2	Analisis Kebutuhan.....	24
3.3	Perancangan Sistem.....	25
3.3.1	Perancangan <i>Training</i>	25
3.3.2	Perancangan <i>Preprocessing</i>	26
3.3.2.1	Perancangan Binerisasi	27
3.3.2.2	Perancangan Erosi.....	29
3.3.2.3	Perancangan Skeletonisasi	30
3.3.3	Perancangan Ekstraksi fitur.....	32
3.3.4	Perancangan Parameter HMM	33
3.3.4.1	Perancangan Parameter HMM Awal	35
3.3.4.1.1	Perancangan Matriks Emisi Awal.....	36
3.3.4.1.2	Perancangan Matriks Transisi Dan Inisial Awal.....	37
3.3.4.2	Perancangan Algoritma Forward.....	38
3.3.4.3	Perancangan Algoritma Backward	40
3.3.4.4	Perancangan Matriks Gamma.....	42
3.3.4.5	Perancangan Matriks Epsilon	43
3.3.4.6	Perancangan Evaluasi	45
3.3.4.7	Perancangan Re-estimasi Parameter HMM	46
3.3.4.7.1	Perancangan Re-estimasi Matriks Inisial	47
3.3.4.7.2	Perancangan Re-estimasi Matriks Transisi.....	48
3.3.4.7.3	Perancangan Reestimasi Matriks Emisi	50
3.3.5	Perancangan Proses Pengenalan Sidik Jari	52
3.3.6	Perancangan Tabel-Tabel Yang Digunakan Dalam Sistem Pengenalan Sidik Jari.....	53
3.4	Perhitungan Manual.....	54
3.4.1	Proses Binerisasi.....	54
3.4.2	Proses Erosi.....	57
3.4.3	Proses Skeletonisasi.....	58
3.4.4	Proses Ekstraksi Fitur	59

3.4.5	Proses Parameter HMM.....	60
3.4.6	Proses Pengenalan	67
3.5	Perancangan <i>Interface</i>	68
3.6	Skenario Pengujian dan Analisis	71
BAB IV IMPLEMENTASI.....		73
4.1	Implementasi Sistem.....	73
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras	73
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak	73
4.2	Batasan – Batasan Implementasi	74
4.3	Implementasi Program	74
4.3.1	Implementasi Proses Binerisasi.....	74
4.3.2	Implementasi Proses Erosi	75
4.3.3	Implementasi Proses Skeletonisasi	76
4.3.4	Implementasi Proses Ekstraksi Fitur	79
4.3.5	Implementasi Parameter HMM	84
4.3.5.1	Implementasi Matriks Emisi	84
4.3.5.2	Implementasi Matriks Transisi Dan Inisial	84
4.3.5.3	Implementasi Algoritma Forward.....	85
4.3.5.4	Implementasi Algoritma Backward.....	87
4.3.5.5	Implementasi Nilai Matriks Gamma.....	87
4.3.5.6	Implementasi Nilai Matriks Epsilon	88
4.3.5.7	Implementasi Evaluasi Hasil	89
4.3.5.8	Implementasi Re-estimasi Nilai Matriks Inisial	89
4.3.5.9	Implementasi Re-estimasi Nilai Matriks Transisi	90
4.3.5.10	Implementasi Re-estimasi Nilai Matriks Emisi.....	90
4.4	Implementasi Tabel Dalam Sistem Pengenalan Sidik Jari.....	91
4.5	Implementasi Interface.....	92
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		96
5.1	Pengujian.....	96
5.1.1	Pengujian terhadap 20 data <i>training</i>	96
5.1.2	Pengujian terhadap 40 data <i>training</i>	98
5.1.3	Pengujian terhadap 60 data <i>training</i>	99

5.1.4	Pengujian terhadap 80 data <i>training</i>	100
5.1.5	Pengujian terhadap 100 data <i>training</i>	101
5.2	Pengolahan Hasil Uji Coba	102
5.3	Analisis.....	103
5.3.1	Pengaruh Jumlah Training Terhadap Tingkat Akurasi Proses Pengenalan Sidik Jari.....	104
5.3.2	Pengaruh Deretan / <i>Sequence</i> dan <i>State</i> Terhadap Proses Pengenalan Sidik Jari	104
5.3.3	Pengaruh Parameter HMM Terhadap Nilai <i>Likelihood</i>	105
BAB VI PENUTUP		106
6.1	Kesimpulan.....	106
6.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA.....		107
LAMPIRAN		110



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Jadwal penelitian	5
Tabel 3.1 Salah satu contoh data <i>training</i>	60
Tabel 3.2 Tabel observasi.....	60
Tabel 3.3 Tabel data <i>training</i>	67
Tabel 3.4 Tabel data <i>testing</i>	67
Tabel 3.5 Tabel Hasil uji coba sistem dengan data training <i>n</i>	71
Tabel 4.1 Implementasi perangkat keras komputer	73
Tabel 4.2 Implementasi perangkat lunak komputer	73
Tabel 5.1 Tabel pengujian terhadap 20 data <i>training</i>	96
Tabel 5.2 Tabel pengujian terhadap 40 data <i>training</i>	98
Tabel 5.3 Tabel pengujian terhadap 60 data <i>training</i>	99
Tabel 5.4 Tabel pengujian terhadap 80 data <i>training</i>	100
Tabel 5.5 Tabel pengujian terhadap 100 data <i>training</i>	101
Tabel 5.6 Tabel akurasi hasil uji coba	103
Tabel 5.7 Tabel peningkatan akurasi terhadap jumlah data <i>training</i>	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Koordinat citra digital	7
Gambar 2.2 Contoh sidik jari. Garis berwarna hitam adalah <i>ridge</i> sedangkan daerah putih diantaranya adalah <i>valley</i>	8
Gambar 2.3 Diagram 8-ketetanggaan	13
Gambar 2.4 Contoh <i>Structuring Element</i> (a) titik “O” adalah titik poros, (b) representasi biner strel	14
Gambar 2.5 <i>Termination</i> (putih) dan <i>bifurcation</i> (gray) <i>minutiae</i> dalam contoh sidik jari.....	16
Gambar 2.6 3x3 <i>pixel mask</i> dan 24 kemungkinan pola <i>bifurcation</i>	16
Gambar 2.7 Contoh matriks transisi	17
Gambar 3.1 Diagram alir <i>training</i>	26
Gambar 3.2 Diagram alir <i>preprocessing</i>	27
Gambar 3.3 Diagram alir binerisasi dengan metode Otsu	29
Gambar 3.4 Diagram alir proses erosi	30
Gambar 3.5 Diagram alir proses skeletonisasi dengan algoritma Zhang-Suen.....	32
Gambar 3.6 Diagram alir proses ekstraksi fitur.....	33
Gambar 3.7 Diagram alir parameter HMM.....	35
Gambar 3.8 Diagram alir parameter HMM awal	36
Gambar 3.9 Diagram alir matriks emisi awal.....	36
Gambar 3.10 Diagram alir matriks inisial dan transisi awal	37
Gambar 3.11 Diagram alir algoritma <i>forward</i>	40
Gambar 3.12 Diagram alir algoritma <i>backward</i>	42
Gambar 3.13 Diagram alir matriks <i>gamma</i>	43
Gambar 3.14 Diagram alir matriks <i>epsilon</i>	45
Gambar 3.15 Diagram alir evaluasi	46
Gambar 3.16 Diagram alir re-estimasi parameter HMM.....	47
Gambar 3.17 Diagram alir re-estimasi matriks inisial awal.....	48
Gambar 3.18 Diagram alir re-estimasi matriks transisi	50
Gambar 3.19 Diagram alir re-estimasi matriks emisi	52

Gambar 3.20 Diagram alir sistem pengenalan sidik jari.....	52
Gambar 3.21 Tabel-tabel sistem pengenalan sidik jari.....	53
Gambar 3.22 Citra grayscale	54
Gambar 3.23 Hasil citra biner dengan metode otsu.....	56
Gambar 3.24 Koordinat struktur elemen.....	57
Gambar 3.25 <i>Structuring element (mask)</i>	57
Gambar 3.26 Citra hasil erosi.....	57
Gambar 3.27 Citra yang mengalami proses skeletonisasi.....	58
Gambar 3.28 Beberapa contoh <i>bifurcation</i>	59
Gambar 3.29 Citra yang mengalami proses ekstraksi fitur	59
Gambar 3.30. Tampilan awal program	69
Gambar 3.31. Tampilan program <i>training</i>	70
Gambar 3.32. Tampilan program <i>testing</i>	71
Gambar 4.1 Implementasi tabel dalam sistem.....	92
Gambar 4.2 Implementasi form utama	93
Gambar 4.3 Implementasi form <i>training</i>	94
Gambar 4.4 Implementasi form HMM	94
Gambar 4.5 Implementasi form <i>testing</i>	95
Gambar 5.1 Grafik akurasi terhadap jumlah data <i>training</i>	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan Binerisasi Metode otsu.....	111
Lampiran 2. Nilai parameter HMM awal.....	112
Lampiran 3. Hasil algoritma <i>forward</i>	112
Lampiran 4. Hasil algoritma <i>backward</i>	113
Lampiran 5. Hasil perhitungan matriks <i>gamma</i>	114
Lampiran 6. Hasil perhitungan matriks <i>epsilon</i>	115
Lampiran 7. Hasil perhitungan <i>likelihood</i>	115
Lampiran 8. Re-estimasi parameter HMM dan perhitungan algoritma <i>forward</i> , <i>backward</i> , matriks <i>gamma</i> , <i>epsilon</i> , <i>likelihood</i> baru dan evaluasi hasil setelah parameter HMM terestimasi kembali	116



DAFTAR SOURCECODE

<i>Sourcecode</i> 4.1 Implementasi proses binerisasi	74
<i>Sourcecode</i> 4.2 Implementasi proses erosi	75
<i>Sourcecode</i> 4.3 Implementasi proses skeletonisasi	76
<i>Sourcecode</i> 4.4 Implementasi proses ekstraksi fitur.....	79
<i>Sourcecode</i> 4.5 matriks emisi.....	84
<i>Sourcecode</i> 4.6 matriks transisi dan inisial	84
<i>Sourcecode</i> 4.7 Algoritma <i>forward</i>	85
<i>Sourcecode</i> 4.8 Algoritma <i>backward</i>	87
<i>Sourcecode</i> 4.9 Implementasi nilai matriks <i>gamma</i>	87
<i>Sourcecode</i> 4.10 Implementasi nilai matriks <i>epsilon</i>	88
<i>Sourcecode</i> 4.11 Implementasi evaluasi hasil	89
<i>Sourcecode</i> 4.12 Implementasi re-estimasi nilai matriks inisial	89
<i>Sourcecode</i> 4.13 Implementasi reestimasi nilai matriks transisi.....	90
<i>Sourcecode</i> 4.14 Implementasi reestimasi nilai matriks emisi.....	91