

**KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE
ZERNIKE MOMENT INVARIANT DAN GROWING SELF ORGANIZING
MAPS**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Informatika Bilingual Fakultas Ilmu Komputer*



Oleh:

Dyah Lindung Pengasih

NIM : 09111402019

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE
ZERNIKE MOMENT INVARIANT DAN GROWING SELF-ORGANIZING
MAPS**

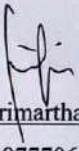
Oleh :

Dyah Lindung Pengasih
NIM : 09111402019

Palembang, 31 Juli 2018

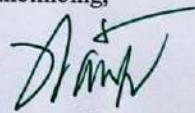
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika,


Rifkie Primartha, M.T.

NIP 1977706012009121004

Pembimbing,


Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.

NIP 197102041997021003

TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

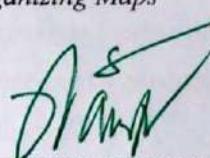
Pada hari Selasa tanggal 31 Juli 2018 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

N a m a : Dyah Lindung Pengasih
N I M : 09111402019
J u d u l : Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan Metode Zernike
Moment Invariant dan Growing Self Organizing Maps

1. Pembimbing

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.

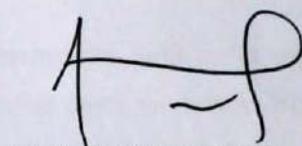
NIP. 197102041997021003



2. Pengaji I

M. Fachrurrozi, MT

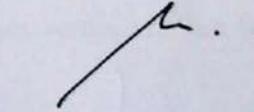
NIP. 198005222008121002



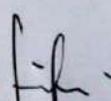
3. Pengaji II

Rizki Kurniati, MT

NIP. 1671045207910003



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika


Rifkie Primartha, M. T.
NIP. 197706012009121004

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dyah Lindung Pengasih
NIM : 09111402019
Program Studi : Teknik Informatika (Bilingual)
Judul Skripsi : Klasifikasi Pola Sidik Jari
Menggunakan *Zernike Moment Invariant* dan *Growing Self Organizing Maps*

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 13 %

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 31 Juli 2018



Dyah Lindung Pengasih
NIM. 09111402019

The only way out is through.

*For my father, mother, brother and
my future self.*

**FINGERPRINT PATTERN CLASSIFICATION USING
ZERNIKE MOMENT INVARIANT DAN GROWING SELF ORGANIZING
MAPS**

By :
Dyah Lindung Pengasih
NIM : 09111402019

ABSTRACT

The use of fingerprints for building security systems, bank accounts, or cell phone security affects the development of research in the field of fingerprint pattern classification. The general fingerprint pattern classification processes are data acquisition, feature extraction, training and fingerprint pattern classification. The Zernike Moment Invariant (ZMI) and Self Organizing Maps (SOM) methods are two methods that are often used in pairs to classify patterns. SOM has limitations in the process of distributing maps because it is static so that the SOM derivative method is made, namely Growing Self Organizing Maps (GSOM). GSOM is dynamic, making the map distribution process easier and faster than the SOM method, especially when faced with large amounts of data. This study uses the ZMI method in the extraction feature of the fingerprint pattern and the GSOM method in the training process and classification of fingerprint patterns. This study examines 4 values of the Spread Factor (SF) parameters, which are 0.1, 0.4, 0.7, and 0.9. The SF value 0.9 has the highest accuracy of 98.6% with a total of 75 training data and 75 testing data.

Keywords : Feature Extraction, Fingerprint Pattern Classification, Growing Self Organizing Maps, Zernike Moment Invariant.

**KLASIFIKASI POLA SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE
ZERNIKE MOMENT INVARIANT DAN GROWING SELF ORGANIZING
MAPS**

Oleh :

Dyah Lindung Pengasih

NIM : 09111402019

ABSTRAK

Pemanfaatan sidik jari untuk sistem keamanan gedung, akun bank, atau keamanan telepon genggam berpengaruh pada perkembangan penelitian di bidang klasifikasi pola sidik jari. Proses klasifikasi pola sidik jari secara umum yaitu akuisisi data, ekstraksi ciri, pelatihan dan klasifikasi pola sidik jari. Metode *Zernike Moment Invariant* (ZMI) dan *Self Organizing Maps* (SOM) adalah dua metode yang sering digunakan berpasangan untuk mengklasifikasikan pola. SOM memiliki keterbatasan dalam proses penyebaran peta karena bersifat statis sehingga dibuat metode turunan SOM yaitu *Growing Self Organizing Maps* (GSOM). GSOM bersifat dinamis sehingga membuat proses penyebaran peta menjadi lebih mudah dan cepat dibandingkan dengan metode SOM terutama jika dihadapkan dengan jumlah data yang besar. Penelitian ini menggunakan metode ZMI pada proses ekstraksi fitur pola sidik jari dan metode GSOM pada proses pelatihan dan klasifikasi pola sidik jari. Penelitian ini menguji 4 nilai dari parameter *Spread Factor* (SF) yaitu 0,1, 0,4, 0,7, dan 0,9. Nilai SF 0,9 mendapatkan akurasi tertinggi yaitu 98,6% dengan jumlah 75 data latih dan 75 data uji.

Kata kunci : Ekstraksi Ciri, Klasifikasi Pola Sidik Jari, *Growing Self-Organizing Maps*, *Zernike Moment Invariant*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karuniaNya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan Metode Zernike Moment Invariant dan Growing Self Organizing Maps**” sebagai persyaratan kelulusan tingkat sarjana pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Banyak pihak yang selama proses penulisan Tugas Akhir ini membantu Penulis secara langsung atau tidak langsung. Untuk itu Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tuaku, Bapak Edi Hastono dan Ibu Rivia Zulyati. Adikku, Krisna Pandu Wicaksana, dan seluruh keluarga besarku yang selalu mendoakan dan memberi dukungan moril dan materil.
2. Bapak Jaidan Jauhari, M. T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rifkie Primartha, M. T., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Syamsuryadi, S.Si., M.Kom., Ph.D., selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, arahan, dan pengetahuan selama proses penyelesaian Tugas Akhir.
5. Ibu Anggina Primanita, M. IT., selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak M. Fachrurrozi, MT., dan Ibu Rizki Kurniati, MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
7. Dosen-dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah mengajar, membimbing, dan memberikan ilmu kepada Penulis.
8. Seluruh staff administrasi Universitas Sriwijaya, khususnya Mbak Wiwin Juliani S. SI., yang telah membantu Penulis menyelesaikan administrasi selama masa perkuliahan.

9. Yulia Novitasari, terima kasih untuk banyak hal.
10. Teman-teman Yosudaaah, Novi Riandini, Linda Zunialvi, Winarto Willyam, Raka Infantri, M. Zaki Tamimy dan M. Fajriandi.
11. Teman-teman seperjuangan Penulis dalam proses penulisan Tugas Akhir dari IF 2011 Bilingual dan Reguler.
12. Adik-adik tingkatku di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, thank you so much for the company and the laughters.
13. Seluruh pihak yang telah membantu ataupun mendukung Penulis pada proses penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, 31 Juli 2018

Dyah Lindung Pengasih
09111402019

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Batasan Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8 Kesimpulan.....	I-7

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Landasan Teori.....	II-1
2.2.1 <i>Zernike Moment Invariant (ZMI)</i>	II-1
2.2.2 <i>Growing Self Organizing Maps (GSOM)</i>	II-5
2.2.2.1 Inisialisasi Empat <i>Node</i> Awal, Nilai Bobot, <i>Learning Rate</i> , Iterasi, <i>Spread factor</i> , <i>Accumulate Error</i> dan <i>Neighborhood</i>	II-11
2.2.2.2 Menghitung <i>Growth Threshold (GT)</i>	II-12
2.2.2.3 Menentukan Neuron Pemenang atau <i>BMU</i>	II-12
2.2.2.4 Menghitung dan Memperbarui Nilai Error (H_{AE}).....	II-13
2.2.2.5 Pertumbuhan <i>Node</i> Baru.....	II-14
2.2.2.6 Inisialisasi Bobot <i>Node</i> Baru (Distribusi Bobot)	II-15

2.2.2.7 Distribusi Error (<i>Error Distribution</i>).....	II-16
2.2.2.8 Menghitung <i>Neighborhood Size</i> (NS).....	II-18
2.2.2.9 Memperbarui Bobot.....	II-19
2.2.3 Menghitung <i>Learning Rate</i>	II-20
2.3 Penelitian Lain yang Relevan.....	II-21
2.4 Kesimpulan.....	II-24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan.....	III-1
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian.....	III-2
3.3.1 Ekstraksi Ciri ZMI.....	III-2
3.3.2 Pelatihan Pola Sidik Jari Menggunakan GSOM.....	III-3
3.3.3 Klasifikasi Pola Sidik Jari Menggunakan GSOM.....	III-6
3.3.4 Penentuan Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Pengujian.....	III-7
3.3.5 Perhitungan Hasil Klasifikasi Pola.....	III-7
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak.....	III-7
3.4.1 Fase Insepsi.....	III-8
3.4.2 Fase Elaborasi.....	III-8
3.4.3 Fase Konstruksi.....	III-9
3.4.4 Fase Transisi.....	III-9
3.5 Penjadwalan Penelitian.....	III-10
3.6 Kesimpulan.....	III-17

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 Fase Insepsi.....	IV-1
4.2.1 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	IV-2
4.2.2 Pemodelan <i>Use Case</i>	IV-2
4.2.2.1 Diagram <i>Use Case</i>	IV-2
4.2.2.2 Definisi Aktor.....	IV-3
4.2.2.3 Definisi <i>Use Case</i>	IV-3
4.2.2.4 Skenario <i>Use Case</i>	IV-3

4.2.2.5 Kelas Analisis.....	IV-9
4.3 Fase Elaborasi.....	IV-12
4.3.1 Perancangan Antarmuka.....	IV-12
4.3.2 Diagram Sekuensial.....	IV-16
4.3.2.1 Diagram Sekuensial Melakukan Ekstraksi Ciri	IV-17
4.3.2.2 Diagram Sekuensial Melakukan Pelatihan.....	IV-18
4.3.2.3 Diagram Sekuensial Melakukan Klasifikasi.....	IV-19
4.4 Fase Konstruksi.....	IV-20
4.4.1 Diagram Kelas	IV-20
4.4.2 Implementasi Kelas.....	IV-22
4.4.3 Implementasi Antarmuka.....	IV-25
4.5 Fase Transisi.....	IV-27
4.5.1 Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-28
4.5.1.1 Rencana Pengujian.....	IV-28
4.5.1.2 Kasus Uji.....	IV-30
4.5.1.3 Hasil Pengujian <i>Use Case</i>	IV-35
4.6 Kesimpulan.....	IV-44

BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan.....	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan.....	V-1
5.2.2 Hasil Percobaan dengan <i>Spread Factor 0,1</i>	V-2
5.2.3 Hasil Percobaan dengan <i>Spread Factor 0,4</i>	V-5
5.2.4 Hasil Percobaan dengan <i>Spread Factor 0,7</i>	V-8

5.2.5 Hasil Percobaan dengan <i>Spread Factor</i> 0,9.....	V-11
5.3 Analisis Hasil Penelitian.....	V-14
5.4 Kesimpulan.....	V-16

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Pendahuluan.....	VI-1
6.2 Kesimpulan.....	VI-1
6.3 Saran.....	VI-2

DAFTAR PUSTAKA..... **xix**

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1	<i>Flowchart</i> Ilustrasi Proses <i>Zernike Moment Invariants</i>
Gambar II-2	Struktur Jaringan Awal GSOM (Kuo et al., 2012).....
Gambar II-3	Struktur Jaringan Awal SOM (Hariadi, 2012).....
Gambar II-4	Pertumbuhan <i>Node</i> Baru (Alahakoon et al., 2000).....
Gambar III-1	Proses Ekstraksi Ciri Menggunakan ZMI.....
Gambar III-2	Proses Pelatihan Menggunakan GSOM.....
Gambar III-3	Proses Klasifikasi Menggunakan GSOM.....
Gambar III-4	<i>Gantt Chart</i>
Gambar IV-1	Diagram <i>Use Case</i> Pengenalan Sidik Jari.....
Gambar IV-2	Kelas Analisis Melakukan Ekstraksi Ciri.....
Gambar IV-3	Kelas Analisis Melakukan Pelatihan.....
Gambar IV-4	Kelas Analisis Melakukan Klasifikasi.....
Gambar IV-5	Perancangan Antarmuka Form Utama.....
Gambar IV-6	Perancangan Antarmuk Form Pelatihan.....
Gambar IV-7	Perancangan Antarmuka Form Klasifikasi.....
Gambar IV-8	Diagram Sekuensial Melakukan Ekstraksi Ciri.....
Gambar IV-9	Diagram Sekuensial Melakukan Pelatihan.....
Gambar IV-10	Diagram Sekuensial Melakukan Klasifikasi.....
Gambar IV-11	Kelas Diagram Keseluruhan.....
Gambar IV-12	Antarmuka Form Utama.....

Gambar IV-13	Antarmuka Form Pelatihan.....	IV-26
Gambar IV-14	Antarmuka Form Klasifikasi.....	IV-27
Gambar IV-15	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri (E-1-101)...	IV-35
Gambar IV-16	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-101).....	IV-36
Gambar IV-17	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-102).....	IV-37
Gambar IV-18	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-103).....	IV-38
Gambar IV-19	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-104).....	IV-39
Gambar IV-20	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-105).....	IV-40
Gambar IV-21	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan (T-2-106).....	IV-41
Gambar IV-22	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi (U-3-102)	IV-42
Gambar IV-23	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi(U-3-103).	IV-43
Gambar V-1	Gambar Citra Sidik Jari Berkualitas Buruk.....	V-14
Gambar V-2	Grafik Akurasi Rata-Rata Dari Nilai SF.....	V-15
Gambar V-3	Grafik Perbandingan Waktu Pelatihan dan Pengujian Berdasarkan Nilai SF.....	V-16

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table III-1 Atribut GSOM.....	III-4
Tabel IV-1 Definisi Aktor.....	IV-3
Tabel IV-2 Definisi <i>Use Case</i>	IV-4
Tabel IV-3 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri.....	IV-5
Tabel IV-4 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-6
Tabel IV-5 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi.....	IV-8
Tabel IV-6 Daftar Implementasi Kelas.....	IV-22
Tabel IV-7 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri	IV-26
Tabel IV-8 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-26
Tabel IV-9 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi.....	IV-27
Tabel IV-10 Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri.....	IV-30
Tabel IV-11 Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan.....	IV-31
Tabel IV-12 Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi.....	IV-33
Tabel V-1 Hasil Percobaan <i>Spread Factor</i> 0,1.....	V-2

Tabel V-2	Hasil Percobaan <i>Spread Factor 0,4</i>	V-5
Tabel V-3	Hasil Percobaan <i>Spread Factor 0,7</i>	V-8
Tabel V-4	Hasil Percobaan <i>Spread Factor 0,9</i>	V-11

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Kode Program.....	L-1
Sampel Data.....	L-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab I berisi penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian. Antara lain membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistemika penulisan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Salah satu pola biometrik yang paling sering digunakan pada sebuah sistem adalah sidik jari, misalnya pada suatu sistem keamanan gedung, akun bank, atau keamanan telepon genggam. Sidik jari merupakan pola yang terbentuk dari gerat-gerat kulit di ujung jari sehingga masing-masing individu mempunyai pola sidik jari yang berbeda bahkan antar jari satu dengan jari lainnya (Barua *et al.*, 2011). Pola tersebut sifatnya permanen karena tidak akan berubah seiring dengan individu tersebut tumbuh. Sidik jari telah dipakai untuk kepentingan forensik sejak lebih dari 100 tahun yang lalu karena sidik jari mempunyai lebih banyak keunikan dan akurasi yang lebih tinggi dari pola biometrik lain karena sidik jari kaya akan fitur-fitur *minutiae* yang di dalamnya terdapat titik akhir, percabangan dua dan juga titik inti (Barua *et al.*, 2011). Selain itu proses pengambilan data sidik jari juga lebih murah dan hemat karena ukurannya yang kecil, serta tidak

memerlukan perlengkapan dan peralatan yang sulit untuk mengumpulkan datanya (Delacretaz et al., 2009).

Banyak penelitian telah dilakukan pada proses klasifikasi pola sidik jari, sebagai berikut; *Back Propagation Neural Network* (Jin et al., 2002), *Radial Basis Function Neural Network* (Long et al. 2012), *Feed Forward Back Propagation Neural Network* (Borah et al., 2013), dan pada tahun 2014 Acquah dan Gymah menggunakan metode *Self Organizing Maps*. Secara umum, tahapan-tahapan yang harus dilakukan pada sebuah sistem klasifikasi sidik jari adalah akuisisi citra, pra-pengolahan citra, ekstraksi ciri, dan klasifikasi dengan menggunakan pengetahuan yang sudah tersedia di dalam sistem (Mali et al., 2011), (Acquah dan Gymah, 2014), (Vishwakarma dan Gupta, 2014).

Pra-pengolahan citra dilakukan dalam rangka meningkatkan akurasi gambar dan mengurangi waktu komputasi (Suman dan Kaur, 2012). Selain itu pra-pengolahan citra juga dilakukan untuk mengurangi area yang tidak diinginkan dari data dengan menghilangkan distorsi dalam gambar sehingga gambar bisa cocok untuk proses selanjutnya yaitu ekstraksi ciri. Ada dua langkah umum dalam proses pra-pengolahan citra sidik jari, yaitu: ROI (*Region of Interest*) dan bineriasi. Citra sekunder yang digunakan pada penelitian ini telah melewati proses ROI dan binerisasi sebelumnya sehingga pada tidak perlu dilakukan lagi proses pra-pengolahan di dalam sistem.

Pada penerapannya metode SOM adalah metode yang populer dalam bidang klasifikasi pola, baik suara, teks, maupun biometrik khususnya pada klasifikasi pola sidik jari (Agor, 2014). Tahap pertama pada proses kerja SOM

adalah menentukan banyak peta atau *maps*, namun hal ini dapat menjadi kelemahan dalam metode SOM karena akan sulit menentukan jumlah peta yang sesuai dengan kebutuhan data terutama pada data yang jumlahnya besar sehingga simulasi berulang-ulang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal (Zhu dan Zhu, 2010). Untuk menutup kekurangan dari SOM maka dibuatlah metode turunan yang disebut *Growing Self Organizing Maps* (GSOM). GSOM adalah metode modifikasi dari SOM yang mempunyai kemampuan untuk menumbuhkan (*growing*) *nodes* yang menjadi batasan dari SOM. GSOM mempunyai sifat yang dinamis sehingga mampu bekerja lebih baik dari SOM (Chau *et al.*, 2008). GSOM telah digunakan dalam beberapa penelitian diantaranya; klasifikasi urutan protein (Ahmad *et al.*, 2008), pengenalan instruksi suara untuk aplikasi (Kuremoto *et al.*, 2010) dan pengenalan bentuk pola tangan (Takeshi *et al.*, 2016).

Selain metode yang digunakan pada tahap klasifikasi, ekstraksi fitur citra juga penting untuk mendapatkan informasi citra yang akan diproses. Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi pola sidik jari menggunakan metode *Zernike Moment Invariant* (ZMI) pada proses ekstraksi ciri dan GSOM pada proses klasifikasi. Beberapa peneliti sebelumnya telah menggunakan metode ZMI seperti pada ekstraksi pola bahasa isyarat (Rodriguez., *et al*, 2012), ekstraksi pola huruf Oriya (Jyotsnarai, 2010) dan ekstraksi pola telapak tangan (Kharar dan Parekh, 2012).

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari Universitas Politeknik Hongkong. Data ini telah digunakan dalam bidang penelitian pola sidik

jari seperti penelitian tentang klasifikasi biometrik multidinamis berdasarkan sidik jari (Bouridane, 2012) dan penelitian tentang klasifikasi sidik jari menggunakan metode Fuzzy C-Means dan Naïve Bayes (Vitabile, 2014).

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian bidang klasifikasi pola sidik jari menjadi populer saat ini dan terus mengalami perkembangan. Metode-metode baru terus dikembangkan karena metode lama masih memiliki banyak kekurangan dan hasil akurasinya belum sempurna. Kebutuhan terhadap sistem yang mampu mengenali sidik jari lebih baik menjadi alasan penelitian ini. Karena sifat sidik jari yang unik dan penelitian mengenai klasifikasi pola sidik jari dengan tingkat akurasi yang beragam, penelitian ini akan menggabungkan metode ZMI sebagai metode fitur ekstraksi dan GSOM sebagai metode klasifikasi.

Rumusan masalah penelitian ini, adalah “Bagaimana mengklasifikasikan pola sidik jari menggunakan metode ekstraksi ZMI dan metode klasifikasi GSOM?”.

Pertanyaan pendukung penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana mendapatkan hasil ekstraksi ciri pola sidik jari menggunakan metode ZMI?
- 2) Bagaimana menerapkan metode GSOM dalam proses klasifikasi citra sidik jari?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Mengekstraksi 6 ciri pola sidik jari menggunakan metode ekstraksi ZMI;
- 2) Mengklasifikasikan pola citra sidik jari dengan metode GSOM;
- 3) Mengetahui kemampuan metode ZMI dan GSOM dalam mengklasifikasikan citra sidik jari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

- 1) Perangkat lunak dapat digunakan untuk memperoleh informasi fitur ekstraksi citra sidik jari;
- 2) Perangkat lunak dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pola sidik jari;
- 3) Metode ZMI dan GSOM dapat digunakan sebagai pilihan dalam sistem klasifikasi pola sidik jari dan diterapkan dalam penelitian selanjutnya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

- 1) Sistem yang dirancang merupakan sistem *offline*;
- 2) Citra sidik jari yang digunakan merupakan citra sekunder dari Universitas Politeknik Hongkong.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dijabarkan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab I berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistemika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Bab II berisi landasan teori pada metode ZMI dan GSOM serta penelitian lain yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab III berisi metode pengumpulan data, tahapan penelitian, dan metode pengembangan perangkat lunak.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab IV membahas mengenai perancangan dan implementasi metode ZMI dan GSOM pada proses pelatihan dan klasifikasi citra sidik jari serta hasil pengujian program.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab ini, hasil pengujian berdasarkan langkah-langkah yang telah direncanakan disajikan. Analisis diberikan sebagai basis dari kesimpulan yang diambil dalam penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI berisi kesimpulan keseluruhan penelitian yang didapat dari bab-bab sebelumnya serta saran-saran yang membangun dalam penerapan metode ZMI dan GSOM pada jaringan syaraf tiruan khususnya pada bidang klasifikasi pola sidik jari.

1.8 Kesimpulan

Penelitian ini mengembangkan perangkat lunak dengan metode GSOM untuk mengklasifikasikan pola sidik jari yang fiturnya telah diekstraksi menggunakan metode ZMI.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., Alahakoon, D., & Chau, R. (2010). Cluster Identification and Separation in the Growing Self Organizing Map: Application in Protein Sequence Classification. *Neural Computing and Applications*, 19(4), 531-542.
- Al-ani, M. S., & Al-Aloosi, W. M. (2013). Biometrics Fingerprint Recognition using Discrete Cosine Transform (DCT). *International Journal of Computer Applications*, 69(6).
- Alahakoon, D., Halgamuge, S. K., dan Srinivasan, B. (2000). Dynamic Self Organizing Maps with Controlled Growth for Knowledge Discovery. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 11(3), 601-614.
- Barua, K., Bhattacharya, S., Mali, K. (2011). Fingerprint Identification. *Volume 11 Issue Version 1.0 April 2011*. Global Journals Inc. (USA).
- Borah, T. R., Sarma, K. K., & Pran, H. T. (2013). Retina and Fingerprint based Biometric Identification System. *IJCA Proceedings on Mobile and Embedded Technology International Conference 2013 MECON*:74-77, February 2013.
- Cao, M., Li, A., Fang, Q., dan Kroger, B. J. (2013, December). Growing Self-Organizing Map Approach for Semantic Acquisition Modeling. In *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 2013 IEEE 4th International Conference on* (pp. 33-38). IEEE.
- Delacretaz, D. P., Chollet, G., & Dorizzi, B. (2009). Guide To Biometric Reference System And Performance Evaluation. Springer.
- Fonseka, A., & Alahakoon, D. (2010). Exploratory Data Analysis with Multi-Layer Growing Self-Organizing Maps. *Information and Automation for Sustainability (ICIAFs), 2010 5th International Conference on* (pp. 132-137). IEEE.

- Hayfron-Acquah, J. B., & Gyimah, M. S. (2014). Classification & Recognition of Fingerprints using Self Organizing Maps (SOM). *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 11(1).
- Huang, P., Pathirana, P., Alahakoon, D., dan Brotchie, P. (2012). Application of Growing Self-Organizing Map to Distinguish between Finger Tapping and Non Tapping from Brain Images. IEEE.
- Jain, A. K., Ross, A. A., & Nandakumar, K. (2011). *Introduction to Biometric*. Springer.
- Jia, H. & Cao, K. (2012). The Research on the Preprocessing Algorithm for Fingerprint Image. Electrical & Electronics Engineering (EEESYM), 2012 IEEE Symposium on (pp. 163-166). IEEE.
- Jin, A. L. H., Chekima, A., Dargham, J. A., & Fan, L. C. (2002). Fingerprint Identification and Recognition using Backpropagation Neural Network. *Research and Development, 2002. SCOReD 2002. Student Conference on* (pp. 98-101). IEEE.
- Karar, S. & Parekh, R. (2012). Palm Print Recognition using Zernike Moments. *International Journal of Computer Applications*.
- Khetri, G. P., Jain, D. C., Padme, S. L., Sontakke, D. H. F. D. B., & Pawar, D. V. P. (2012). Effect of Feed Forward Backpropagation Neural Networks Layer between 7th Layers to 10th Layers on the Accuracy in Fingerprint Patterns Recognition. *International Journal of Societal Applications of Computer Science*, 1(2), 93-98.
- Kuremoto, T., Otani, T., Obayashi, M., Kobayashi, K., & Mabu, S. (2014, June). One Dimensional Ring Type Growing SOM with Asymmetric Neighborhood Function and its Application to a Hand Shape Instruction Learning System. *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD), 2014 15th IEEE/ACIS International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Matharage, S., dan Alahakoon, D. (2014) Growing Self Organising Map Based Exploratory Analysis of Text Data. In *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mathematical,*

Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering Vol:8,
No:4.

- Sabbara, R. K., Lee, C. P., & Lim, K. M. (2013). Comparative Study of Hu Moments and Zernike Moments in Object Recognition. *SmartCR*, 3(3), 166-173.
- Suman, R. & Kaur, R. (2012). *Survey on Offline Fingerprint Verification System*. International Journal of Computer Applications (0975 – 888). Volume 48– No.7, June 2012.
- Taliba, J., Shamsuddin, S. M., & Chuan, T. S. (2005). *Moment Based Extraction on Handwritten Digits*. Research Management Center Universiti Teknologi Malaysia. 71903.
- Tripathy, J. (2010). Reconstruction of Oriya Alphabets Using Zernike Moments. International Journal of Computer Applications.
- Zhu, G., dan Zhu, X. (2010, October). The Growing Self-organizing Map for Clustering Algorithms in Programming Codes. In *Artificial Intelligence and Computational Intelligence (AICI), 2010 International Conference on* (Vol. 3, pp. 178-182). IEEE.