

**PENGENALAN POLA TULISAN TANGAN KARAKTER  
MATEMATIKA MENGGUNAKAN METODE ZONING DAN  
GROWING SELF ORGANIZING MAPS**

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



**Oleh :**

**SEPRIANSYAH**

**09021381320006**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Pengenalan Pola Tulisan Tangan Karakter Matematika  
Menggunakan Metode Zoning dan Growing Self  
Organizing Maps**

Oleh :

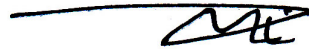
**SEPRIANSYAH  
09021381320006**

Palembang, Desember 2019  
Pembimbing II,

Pembimbing I,



Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003




Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001

Mengetahui,

a.n Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Sekretaris Jurusan Teknik Informatika



  
Hardin Novianti, M.T.  
NIP. 197911012014042002

## TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Jum'at tanggal 06 Desember 2019 telah dilaksanakan Ujian Sidang Tugas Akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

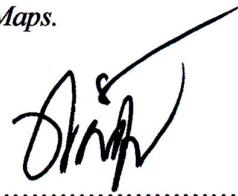
Nama : Sepriansyah

NIM : 09021381320006

Judul : Pengenalan Pola Tulisan Tangan Karakter Matematika Menggunakan Metode *Zoning* dan *Growing Self Organizing Maps*.

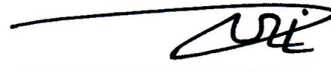
1. Ketua

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003



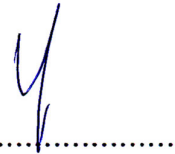
2. Sekretaris

Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001



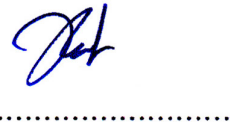
3. Penguji I

Yunita, M.Cs.  
NIP. 198306062015042002



4. Penguji II

Kanda Januar Miraswan, M.T.  
NIP. 199001092019031012



Mengetahui,

dan Ketua Jurusan Teknik Informatika

Sekretaris Jurusan Teknik Informatika



Hardini/Novianti, M.T.

NIP. 197911012014042002

## HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sepriansyah  
NIM : 09021381320006  
Fakultas : Ilmu Komputer  
Program Studi : Teknik Informatika Bilingual  
Judul Skripsi : Pengenalan Pola Tulisan Tangan Karakter  
Matematika Menggunakan Metode *Zoning* dan  
*Growing Self Organizing Maps*  
Hasil Pengecekan Software  
*iThenticate/Turnitin* : 19 %

Menyatakan bahwa Laporan Penelitian 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, Desember 2019



Sepriansyah  
NIM. 09021381320006

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah atas berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tuaku, Bapak Sarkowi dan Ibu Nursia, saudaraku dan seluruh keluarga besarku yang selalu mendo'akan serta memberikan dukungan baik moril maupun materil. You are my heaven.
2. Feni Pratiwi, Bella Ramadhani (Almh), Jessica Aprilia, Fita Restia Angelina, Rehan Aditya, Sandro, Abisar Alfaiz, Azzumar, Safia Rahma Humaira, Fahira Salsaqila dan Umair Khalil Arrayyan. My Niece and Nephew. You are best support engine.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Rifkie Primartha, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika
5. Bapak Syamsuryadi, S.Si., M.Kom., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Osvari Arsalan, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta dukungan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.

6. Yunita, M.Cs selaku dosen penguji I dan Bapak Kanda Januar Miraswan, M.T selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
7. Bapak Kanda Januar Miraswan, M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan Seluruh staf tata usaha yang telah membantu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan.
9. Novalian Rinaldi dan Agung Yunas Setiawan yang telah memberikan banyak sekali bantuan dan masukan selama masa studi. The best Mastah
10. Novalian Rinaldi, Agung Yunas Setiawan, Muhammad Zen dan Rachman Hakim yang selalu memberikan support dan motivasi terbaik hingga penulis menyelesaikan studi.
11. Rafika Fitri Pangestu, Yuliska Ardianwati, Cindy Yudiah, Ade Yunni Arista Siregar, Adinda Pramita Sekarsari, Tiara Windri Apriani, Muhammad Zen, Rahman Hakim, Agung Yunas Setiawan, Novalian Rinaldi, You are not my friends but you are my family.
12. Eva Sapayona dan Ayu Cotah serta Best Alarm Akem yang selalu memberikan ocehan, ceramah unfaedah, tidak jelas dan drama korea terbaik selama dan sepanjang perjalanan karir kuliah. Kalian aktor terbaiq.
13. Tri Aggun Setya dan Amrina Ilma Rosyada yang selalu memberikan nasihat dan selalu mengingatkan penulis untuk selalu sholat dan mengingat Allah SWT.
14. My Gangs Ahmed Adel, Amr Elsaeed, Eray Koşan, Petch Siwagorn, Haris and William. Thanks all, you give me best support and motivation for me to speaking English and I will never forget about your joke dude. Teşekkür Ederim, لك شكرا and ขอบคุณ.

15. Untung Surapati dan Vianus My best sohib yang telah berteman dengan Penulis sejak kecil dan setia memberikan semangat.
16. Kak Yulia Novitasari, Rinda Maulidya, Chairani, Ceceh, Fernando Muslimin, Ali, Gustian Idil Fitri, Ichal, Hasby, Yosa dan semua kating terbaik yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan dan motivasinya.
17. Keluargaku di HMIF Fakultas Ilmu Komputer Universitas, WIFI Fakultas Ilmu Komputer Universitas, MAC Fakultas Ilmu Komputer Universitas yang telah memberikan ruang bagi Penulis untuk selalu belajar dan berprestasi serta berkarya.
18. Keluargaku, seluruh Teman-teman Teknik Informatika 2013 yang secara tidak langsung menghibur Penulis melalui gurauannya.
19. Mbah Kostan, Kak Apri, Kak Kentus, Mbak Sri, Bude Wati dan keluarga serta tetangga terbaik yang selalu memberikan nasehat dan bantuan secara moral maupun material, kalian tak tergantikan.
20. Semua pihak yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan berperan dalam Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Desember 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>TANDA LULUS UJIAN SIDANG AKHIR</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>ABSTRAKSI</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xx
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pendahuluan .....	I-1
1.2 Latar Belakang .....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Batasan Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-4
1.8 Kesimpulan .....	I-5
 <b>BAB II KAJIAN LITERATUR</b>	
2.1 Pendahuluan .....	II-1
2.2 Penelitian Terkait .....	II-1
2.3 Pengenalan Pola Tulisan Tangan .....	II-4
2.3.1 Pengenalan Pola Tulisan Tangan Karakter Matematika .....	II-4
2.4 Perbaikan Citra Digital .....	II-5
2.4.1 <i>Resize</i> .....	II-5



2.4.2 <i>Grayscale</i> .....	II-5
2.4.3 Binerisasi .....	II-6
2.4.4 <i>Thinning</i> .....	II-7
2.4.5 Segmentasi .....	II-8
2.4.6 <i>Croping</i> .....	II-9
2.4.7 Normalisasi .....	II-10
2.5 Ekstraksi Ciri .....	II-10
2.5.1 Metode Zoning .....	II-10
2.6 <i>Self Organizing Maps (SOM)</i> .....	II-12
2.7 <i>Growing Self Organizing Maps (GSOM)</i> .....	II-12
2.8 Perhitungan Manual .....	II-19
2.9 <i>Rational Unified Process (RUP)</i> .....	II-19
2.10 Kesimpulan .....	II-24

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Pendahuluan .....	III-1
3.2 Unit Penelitian .....	III-1
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	III-1
3.3.1 Jenis Data .....	III-1
3.3.2 Sumber Data .....	III-2
3.3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	III-2
3.4 Tahapan Penelitian .....	III-2
3.4.1 Kerangka Kerja .....	III-2
3.4.1.1 Pra-pengolahan .....	III-4
3.4.1.2 Ekstraksi Ciri .....	III-4
3.4.1.3 Pelatihan .....	III-5
3.4.1.4 Pengenalan .....	III-5
3.4.2 Kriteria Pengujian .....	III-6
3.4.3 Format Data Pengujian .....	III-6
3.4.4 Alat yang Digunakan dalam Pengujian .....	III-6
3.4.5 Pengujian Penelitian .....	III-7

3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-8
3.6 Manajemen Proyek Penelitian .....	III-11
3.7 Kesimpulan .....	III-19

## **BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

4.1 Pendahuluan .....	IV-1
4.2 Fase Insepsi .....	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis .....	IV-1
4.2.2 Kebutuhan Sistem .....	IV-2
4.2.2.1 Deskripsi Umum Sistem .....	IV-2
4.2.2.2 Spesifikasi Kebutuhan Perancangan Perangkat Lunak .....	IV-2
4.2.3 Analisis dan Desain .....	IV-4
4.2.3.1 Analisis Masalah .....	IV-4
4.2.3.2 Analisis Data .....	IV-5
4.2.3.3 Analisis Pra-pengolahan .....	IV-6
4.2.3.3.1 Analisis <i>Resize</i> .....	IV-7
4.2.3.3.2 Analisis <i>Grayscale</i> .....	IV-8
4.2.3.3.3 Analisis Binerisasi .....	IV-8
4.2.3.3.4 Analisis <i>Thinning</i> .....	IV-9
4.2.3.3.5 Analisis Segmentasi .....	IV-9
4.2.3.3.6 Analisis <i>Cropping</i> .....	IV-10
4.2.3.3.7 Analisis Normalisasi .....	IV-10
4.2.3.4 Analisis Ekstraksi Ciri .....	IV-11
4.2.3.5 Analisis <i>Growing Self Organizing Maps</i> (GSOM) .....	IV-12
4.2.3.6 Analisis Pelatihan .....	IV-15
4.2.3.7 Analisis Pengenalan .....	IV-16
4.2.4 Desain Perangkat Lunak .....	IV-17
4.2.4.1 Model <i>Use Case</i> .....	IV-17
4.2.4.2 Definisi Aktor .....	IV-18
4.2.4.3 Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-18
4.2.4.4 Skenario <i>Use Case</i> .....	IV-19

4.2.4.5 Diagram Aktivitas .....	IV-25
4.3 Fase Elaborasi .....	IV-29
4.3.1 Pemodelan Bisnis .....	IV-29
4.3.1.1 Perancangan Data .....	IV-30
4.3.1.2 Perancangan Antarmuka .....	IV-30
4.3.1.2.1 Perancangan Antarmuka Pelatihan .....	IV-31
4.3.1.2.2 Perancangan Antarmuka Pengenalan .....	IV-32
4.3.2 Kebutuhan Sistem .....	IV-33
4.3.3 Diagram <i>Sequence</i> .....	IV-33
4.4 Fase Konstruksi .....	IV-44
4.4.1 Kebutuhan Sistem .....	IV-44
4.4.2 Diagram Kelas .....	IV-44
4.4.3 Implementasi .....	IV-46
4.4.3.1 Implementasi Kelas .....	IV-46
4.4.3.2 Implementasi Antarmuka .....	IV-49
4.4.3.2.1 Antarmuka Pelatihan .....	IV-49
4.4.3.2.2 Antarmuka Pengenalan .....	IV-51
4.5 Fase Transisi .....	IV-52
4.5.1 Pemodelan Bisnis .....	IV-53
4.5.2 Rencana Pengujian .....	IV-53
4.5.2.1 Rencana Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-53
4.5.2.2 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pelatihan ..	IV-53
4.5.2.3 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Ekstraksi Ciri .....	IV-54
4.5.2.4 Rencana Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-54
4.5.2.5 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pengenalan	IV-54
4.5.2.6 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-55
4.5.2.7 Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-55
4.5.3 Kasus Uji Perangkat Lunak .....	IV-56
4.5.3.1 Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-56
4.5.3.2 Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pelatihan .....	IV-57
4.5.3.3 Pengujian <i>Use Case</i> Ekstraksi Ciri .....	IV-57

4.5.3.4 Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-58
4.5.3.5 Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pengenalan .....	IV-59
4.5.3.6 Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-59
4.5.3.7 Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-61
4.6 Kesimpulan .....	IV-62

## **BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

5.1 Pendahuluan .....	V-1
5.2 Analisis Pengujian Data .....	V-1
5.3 Analisis Hasil Pelatihan .....	V-2
5.3.1 Pelatihan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.1 .....	V-4
5.3.2 Pelatihan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.5 .....	V-4
5.3.3 Pelatihan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.9 .....	V-5
5.4 Hasil Pengenalan Data .....	V-5
5.4.1 Pengenalan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.1 .....	V-9
5.4.2 Pengenalan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.5 .....	V-9
5.4.3 Pengenalan dengan Parameter <i>Learning Rate</i> 0.9 .....	V-10
5.5 Analisis Penelitian .....	V-10
5.5.1 Analisis Pelatihan .....	V-10
5.5.2 Analisis Pengenalan .....	V-12
5.8 Kesimpulan .....	V-17

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

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

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	VII-1
-----------------------------	-------

<b>LAMPIRAN HASIL PENGUJIAN</b> .....	L1
---------------------------------------	----

<b>LAMPIRAN KODE PROGRAM</b> .....	L2
------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1. Struktur Pembagian Zona Metode <i>Zoning</i> .....	II-11
Gambar II-2. <i>Flowchart</i> Metode <i>Zoning</i> (Sastry dkk, 2014) .....	II-12
Gambar II-3. Struktur Metode <i>Self Organizing Maps</i> (Hariadi) .....	II-13
Gambar II-4. <i>Flowchart</i> Metode <i>Self Organizing Maps</i> (SOM) .....	II-15
Gambar II-5. Arsitektur Awal Metode GSOM .....	II-16
Gambar II-6. <i>Flowchart</i> Metode <i>Growing Self Organizing Maps</i> .....	II-18
Gambar II-7. Struktur Model RUP (Kruchten, 2001) .....	II-21
Gambar III-1. Kerangka Kerja .....	III-3
Gambar III-2. Penjadwalan Penelitian Bagian 1 .....	III-15
Gambar III-3. Penjadwalan Penelitian Bagian 2 .....	III-16
Gambar III-4. Penjadwalan Penelitian Bagian 3 .....	III-17
Gambar III-5. Penjadwalan Penelitian Bagian 4 .....	III-18
Gambar IV-1. Diagram Alir Tahapan Pra-pengolahan Citra .....	IV-7
Gambar IV-2. Citra Awal dan Sesudah <i>Resize</i> .....	IV-8
Gambar IV-3. Citra Awal dan Sesudah <i>Thinning</i> .....	IV-9

Gambar IV-4. Citra Awal dan Sesudah Segmentasi .....	IV-10
Gambar IV-5. Citra Awal dan Sesudah <i>Cropping</i> .....	IV-10
Gambar IV-6. Citra Awal dan Sesudah Normalisasi .....	IV-11
Gambar IV-7. Proses Pembagian Zona Metode <i>Zoning</i> .....	IV-11
Gambar IV-8. Arsitektur Metode GSOM .....	IV-14
Gambar IV-9. Langkah–Langkah Pelatihan Data .....	IV-15
Gambar IV-10. Langkah–Langkah Pengenalan .....	IV-16
Gambar IV-11. Diagram <i>Use Case</i> .....	IV-17
Gambar IV-12. Diagram Aktivitas <i>Load</i> Citra Pelatihan.....	IV-26
Gambar IV-13. Diagram Aktivitas Pra-pengolahan Pelatihan.....	IV-26
Gambar IV-14. Diagram Aktivitas Ekstraksi Ciri.....	IV-27
Gambar IV-15. Diagram Aktivitas <i>Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-27
Gambar IV-16. Diagram Aktivitas Pra-pengolahan Pengenalan .....	IV-28
Gambar IV-17. Diagram Aktivitas Melakukan Pelatihan .....	IV-28
Gambar IV-18. Diagram Aktivitas Melakukan Pengenalan .....	IV-29
Gambar IV-19. Perancangan <i>Interface</i> Awal .....	IV-30
Gambar IV-20. Perancangan <i>Interface</i> Pelatihan .....	IV-32

Gambar IV-21. Perancangan <i>Interface</i> Pengenalan .....	IV-33
Gambar IV-22. Diagram <i>Sequence Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-34
Gambar IV-23. Diagram <i>Sequence</i> Pra-pengolahan Pelatihan .....	IV-35
Gambar IV-24. Diagram <i>Sequence</i> Ekstraksi Ciri Pelatihan .....	IV-36
Gambar IV-25. Diagram <i>Sequence Load</i> Citra Pengenalan.....	IV-37
Gambar IV-26. Diagram <i>Sequence</i> Pra-pengolahan Pengenalan .....	IV-38
Gambar IV-27. Diagram <i>Sequence</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-39
Gambar IV-28. Diagram <i>Sequence</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-40
Gambar IV-29. Diagram <i>Sub-Sequence</i> Melakukan <i>Thinning</i> .....	IV-41
Gambar IV-30. Diagram <i>Sub-Sequence</i> Melakukan Segmentasi .....	IV-42
Gambar IV-31. Diagram <i>Sub-Sequence</i> <i>Cropping</i> dan Normalisasi .....	IV-43
Gambar IV-32. Diagram Kelas Perangkat Lunak .....	IV-45
Gambar IV-33. <i>Interface</i> Awal Perangkat Lunak FormUtama .....	IV-49
Gambar IV-34. <i>Interface</i> Pelatihan Perangkat Lunak FormPelatihan ....	IV-50
Gambar IV-35. <i>Interface</i> Pengenalan Perangkat Lunak FormPengenalan	IV-52
Gambar V-1. Contoh Pelatihan Data Tulisan Tangan .....	V-2
Gambar V-2. Contoh Pengenalan Data Tulisan Tangan .....	V-6

Gambar V-3. Hasil Waktu Komputasi Pelatihan Data.....	V-12
Gambar V-4. Akurasi Hasil Pengenalan Karakter Matematika .....	V-12
Gambar V-5. Hasil Pengenalan Data Tulisan Tangan .....	V-13
Gambar V-6. Perbandingan Waktu Pelatihan dan Tingkat Pengenalan	V-15



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1. Penelitian Sebelumnya Mengenai Pengenalan Pola Tulisan Tangan Karakter Matematika .....	II-3
Tabel III-1. Rancangan Tabel Hasil Waktu Pelatihan .....	III-7
Tabel III-2. Rancangan Tabel Hasil Pengenalan .....	III-7
Tabel III-3. Rancangan Tabel Hasil Pengujian .....	III-8
Tabel III-4. Pengembangan Perangkat Lunak dengan Metode RUP .....	III-9
Tabel III-5. Penjadwalan Penelitian dalam Bentuk <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS) .....	III-11
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional .....	IV-4
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional .....	IV-4
Tabel IV-3. Parameter Metode GSOM .....	IV-13
Tabel IV-4. Aktor dan Deskripsi .....	IV-18
Tabel IV-5. Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-18
Tabel IV-6. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan <i>Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-19
Tabel IV-7. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Pra-pengolahan Pelatihan..	IV-20
Tabel IV-8. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri.....	IV-21
Tabel IV-9. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan <i>Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-22
Tabel IV-10. Skenario <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pengenalan .....	IV-22
Tabel IV-11. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-23

Tabel IV-12. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-24
Tabel IV-13. Daftar Implementasi Kelas .....	IV-46
Tabel IV-14. Rencana Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-53
Tabel IV-15. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pelatihan ..	IV-53
Tabel IV-16. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Ekstraksi Ciri .....	IV-54
Tabel IV-17. Rencana Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-54
Tabel IV-18. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pengenalan	IV-54
Tabel IV-19. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-55
Tabel IV-20. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-55
Tabel IV-21. Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pelatihan .....	IV-56
Tabel IV-22. Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pelatihan .....	IV-57
Tabel IV-23. Pengujian <i>Use Case</i> Ekstraksi Ciri .....	IV-57
Tabel IV-24. Pengujian <i>Use Case Load</i> Citra Pengenalan .....	IV-58
Tabel IV-25. Pengujian <i>Use Case</i> Pra-pengolahan Pengenalan .....	IV-59
Tabel IV-26. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pelatihan .....	IV-59
Tabel IV-27. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Pengenalan .....	IV-61
Tabel V-1. Waktu Komputasi Pelatihan Data Tulisan Tangan .....	V-3
Tabel V-2. Catatan Waktu Pelatihan <i>Learning Rate</i> 0.1 .....	V-4
Tabel V-3. Catatan Waktu Pelatihan <i>Learning Rate</i> 0.5 .....	V-4
Tabel V-4. Catatan Waktu Pelatihan <i>Learning Rate</i> 0.9 .....	V-5
Tabel V-5. Hasil Pengujian Sampel 001 .....	V-6

Tabel V-6. Hasil Pengujian Data Tulisan Tangan .....	V-8
Tabel V-7. Hasil Pengujian dengan <i>Learning Rate</i> 0.1 .....	V-9
Tabel V-8. Hasil Pengujian dengan <i>Learning Rate</i> 0.5 .....	V-9
Tabel V-9. Hasil Pengujian dengan <i>Learning Rate</i> 0.9 .....	V-10
Tabel V-10. Perbandingan Waktu Pelatihan dan Tingkat Pengenalan ..	V-15

**HANDWRITING RECOGNITION OF MATHEMATIC CHARACTER  
USING ZONING AND GROWING SELF ORGANIZING MAPS METHOD**

**By :**

**Sepriansyah**

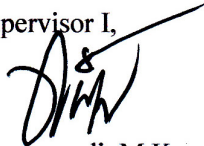
**09021381320006**

**ABSTRACT**

Handwriting recognition of Mathematic characters has different characters compared to other handwritten. Varied and inconsistent handwriting patterns are a common problem in handwriting recognition, especially in Mathematic characters consisting of a combination between Mathematic operator and numbers that have similar patterns that make the system getting ambiguous in the identification process. This research using a combination of Zoning and GSOM methods used for recognition handwriting of mathematic Characters because have a dynamic architecture adapted from the method of Self-Organizing Maps (SOM) with static architecture. While, the Zoning method is a method of low complexity and has a fast calculation in extracting a character. Results research using the parameters of Learning Rate 0.1 and Spread Factor 0.9 has the accuracy of 78.16%.


Keywords: Zoning, Growing Self Organizing Maps, Handwritten Characters, Learning Rate, Spread Factor.

Supervisor I,



Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003

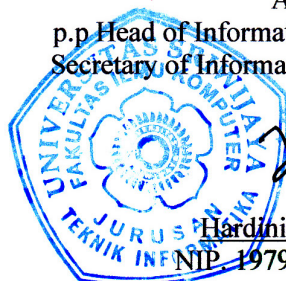
Palembang, December 2019  
Supervisor II,



Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001

Approved,

p.p Head of Informatics Engineering Department  
Secretary of Informatics Engineering Department



Hardini Novianti, M.T.  
NIP. 197911012014042002

**PENGENALAN POLA TULISAN TANGAN KARAKTER MATEMATIKA  
MENGUNAKAN METODE ZONING DAN GROWING SELF  
ORGANIZING MAPS**

**Oleh :**

**Sepriansyah**

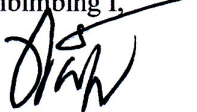
**09021381320006**

**ABSTRAK**

Pengenalan pola tulisan tangan karakter Matematika memiliki karakter yang berbeda dibandingkan dengan tulisan tangan lainnya. Selain pola tulisan yang bervariasi, karakter Matematika merupakan gabungan antara operator Matematika dan angka yang memiliki bentuk karakter mirip, sehingga mengalami ambiguitas dalam pengidentifikasian dan dapat menjadi masalah yang kompleks. Penelitian ini menggunakan perpaduan metode *Zoning* dan GSOM digunakan untuk pengenalan pola tulisan tangan karakter Matematika karena memiliki arsitektur dinamis yang diadaptasi dari metode *Self-Organizing Maps* (SOM) berarsitektur statis. Sedangkan, metode *Zoning* merupakan metode yang kompleksitasnya rendah dan memiliki perhitungan yang cepat dalam mengekstrak suatu karakter. Hasil penelitian menggunakan parameter *Learning Rate* 0.1 dan *Spread Factor* 0.9 menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 78,16%.

Kata kunci : Metode *Zoning*, *Growing Self Organizing Maps*, Karakter Tulisan Tangan, *Learning Rate*, *Spread Factor*.

Pembimbing I,



Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197102041997021003

Palembang, Desember 2019  
Pembimbing II,



Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001

Mengetahui,

a.n Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Sekretaris Jurusan Teknik Informatika



Hardini Novianti, M.T.  
NIP. 197911012014042002

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Bab 1 memberikan penjelasan umum mengenai keseluruhan penelitian. Antara lain membahas latar belakang masalah penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Pendahuluan dimulai dengan penjelasan mengenai metode *Growing Self Organizing Maps* (GSOM) serta penelitian yang berkaitan dengan penelitian pengenalan pola tulisan tangan karakter Matematika terdiri dari gabungan operator dan angka yang menjadi latar belakang dari penelitian ini.

### **1.2 Latar Belakang**

Pengenalan tulisan tangan karakter Matematika merupakan salah satu pengenalan tulisan tangan yang memiliki karakter berbeda dibandingkan dengan tulisan tangan lainnya. Karena, tulisan tangan karakter Matematika mengandung simbol-simbol khusus seperti huruf Latin atau Yunani dan operator (Ramteke dkk., 2012). Selain itu, pengenalan tulisan tangan karakter Matematika dapat menjadi masalah yang kompleks, karena pengenalan tulisan tangan ekspresi Matematika merupakan kombinasi antara angka dan operasi bilangan (Watt dan Xie, 2005). Pengenalan tulisan tangan karakter Matematika memiliki masalah yang berbeda dengan penelitian tulisan tangan lainnya. Penelitian tulisan tangan karakter

Matematika ini gabungan dari operator Matematika dan angka. Oleh karena itu pengenalan pola karakter Matematika sangat menarik untuk dilakukan penelitian.

Penelitian pengenalan pola tulisan tangan karakter angka menggunakan *Tolerant Rough Set* dan *Backpropagation* telah dilakukan oleh Kim dan Bang (2000). Pengenalan ekspresi Matematika menggunakan *Tree Transpormation* dilakukan oleh Zanibbi dkk (2002). Selain itu, penelitian pengenalan tulisan tangan karakter Matematika menggunakan *Algoritma Genetika Niche Backpropagation* dilakukan oleh Xinyan dkk (2013). Penelitian tentang pengenalan karakter tulisan tangan angka dan operator Matematika berdasarkan *Zernike Moments* Menggunakan metode *Support Vector Machine* yang dilakukan oleh Juharwidyningsih dkk (2013). Penelitian tentang klasifikasi tulisan tangan simbol Matematika menggunakan metode *Recurrent Neural Network (RNN) Classifier* yang dilakukan oleh Alvaro dkk (2014).

Metode *Growing Self Organizing Maps (GSOM)* merupakan arsitektur dinamis yang diadaptasi dari metode *Self-Organizing Maps (SOM)* berarsitektur statis. Metode (GSOM) lebih cepat dalam proses pembelajaran daripada SOM. Oleh karena itu, metode GSOM cocok untuk aplikasi yang berhubungan dengan dataset berukuran besar dan data berdimensi tinggi (Fonseka dkk., 2011). Sedangkan, metode *Zoning* merupakan metode yang kompleksitasnya rendah dan memiliki perhitungan yang cepat dalam mengekstrak suatu karakter. Metode *Zoning* mampu menghasilkan fitur yang dapat menunjang akurasi pengenalan yang tinggi.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan menerapkan metode *Growing Self Organizing Maps* untuk mengenali tulisan tangan karakter Matematika dan menggunakan metode *Zoning* sebagai ekstraksi ciri. Selain itu, penelitian ini akan menentukan tingkat akurasi dan kecepatan waktu pelatihan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan suatu perangkat lunak untuk mengenali tulisan tangan karakter Matematika menggunakan metode *Zoning* dan GSOM.
2. Mengetahui tingkat akurasi dan kecepatan waktu pelatihan tulisan tangan karakter Matematika menggunakan metode GSOM.
3. Mengetahui pengaruh parameter *Learning Rate* dan *Spread Factor* terhadap tingkat akurasi pengenalan tulisan tangan karakter Matematika.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai penelitian simbol Matematika lain selanjutnya.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan penelitian secara *real time* untuk program kalkulator.



## 1.6 Batasan Masalah

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Citra tulisan tangan ini digunakan secara *offline*;
2. Data citra karakter Matematika terdiri dari 20 citra tulisan tangan yang terdiri dari 10 citra angka dan 10 citra simbol Matematika;
3. Citra yang digunakan adalah citra *biner* 2 dimensi yang memiliki format BMP.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada Bab I dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah/ruang lingkup, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada Bab II akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi *Zoning* dan *Growing Self Organizing Maps* (GSOM).

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada Bab III akan dibahas mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian

dideskripsikan dengan rinci dengan mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

#### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada Bab IV akan dibahas mengenai perancangan dan lingkungan implementasi pengenalan pola tulisan tangan karakter Matematika, hasil pelatihan, dan hasil pengujian.

#### **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada Bab V, 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**

Pada Bab VI berisi kesimpulan dari semua uraian-uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran-saran yang diharapkan berguna dalam penerapan metode *Growing Self Organizing Maps* (GSOM).

##### **1.8 Kesimpulan**

Penelitian ini akan berfokus untuk mengenali tulisan tangan karakter Matematika menggunakan metode *Zoning* sebagai ekstraksi ciri dan *Growing Self Organizing Maps* (GSOM) sebagai metode pengenalan. Data tulisan tangan akan

melalui proses pra-pengolahan terlebih dahulu sebelum masuk ke tahapan proses ekstraksi ciri, selanjutnya data yang telah di ekstraksi ciri akan masuk ke tahapan pengenalan dengan menggunakan metode *Growing Self Organizing Maps* (GSOM).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alahakoon, D., Halgamuge, S. K., & Srinivasan, B. (2000). Dynamic Self-Organizing Maps with Controlled Growth for Knowledge Discovery, *11*(3), 601–614.
- Alvaro, F., Sanchez, J. A., & Benedi, J. M. (2014). Offline features for classifying handwritten math symbols with recurrent neural networks. *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition*, 2944–2949. <http://doi.org/10.1109/ICPR.2014.507.IEEE>.
- Cao, M., Li, A., Fang, Q., & Kroger, B. J. (2013). Growing self-organizing map approach for semantic acquisition modeling. *4th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, CogInfoCom 2013 - Proceedings*, 33–38. <http://doi.org/10.1109/CogInfoCom.2013.6719269>. IEEE.
- Gonzalez, R.C., and Woods, R.E. 2007. *Digital Image Processing*. Prentice Hall: New Jersey.
- Hariadi, M., dan Purnomo, M. H. (2008). Simulasi *Autonomous Mobile Robot* Berbasis *Player Stage* Menggunakan *Self-Organizing Feature Maps* Untuk Pemetaan Lingkungan Global yang Tidak Diketahui. *Jurnal Informatika*, 8(2), pp-139.
- Huang, P., Pathirana, P., Alahakoon, D., & Brotchie, P. (2012). Application of growing self-organizing map to distinguish between finger tapping and non tapping from brain images. *ICIAFS 2012 - Proceedings: 2012 IEEE 6th International Conference on Information and Automation for Sustainability*, (usually 4), 232–236. <http://doi.org/10.1109/ICIAFS.2012.6419909>. IEEE.
- Juharwidyningsih, E., Faticah, C., & Khotimah, N. (2013). Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Angka dan Operator Matematika Berdasarkan Zernike Moments Menggunakan Support Vector Machine, 2(1), 1–5.

- Kim, D., & Bang, S. Y. (2000). A handwritten numeral character classification using tolerant rough set. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(9), 923–937. <http://doi.org/10.1109/34.877516>. IEEE.
- Kruchten, P. (2001). Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams. *Canada: rational Software*.
- Kuo, R. J., Wang, C. F., dan Chen, Z. Y. (2012). Integration of Growing Self-Organizing Map And Continuous Genetic Algorithm for Grading Lithium-Ion Battery Cells. *Applied Soft Computing*, 12(8).
- Le, A. D., Phan, T. Van, & Nakagawa, M. (2014). A System for Recognizing Online Handwritten Mathematical Expressions and Improvement of Structure Analysis. <http://doi.org/10.1109/DAS.2014.52.IEEE>.
- Ramteke, S. P., Patil, D. V., Patil, N. P., & Scholar, M. E. (2013). Neural Network Approach To Mathematical Expression Recognition System, 2(2), 1–7. <http://doi.org/10.1177/0975425312473226>
- Rohpandi, D., Asep S. dan Giri, A. W. 2015. Aplikasi Pengolahan Citra dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagena menggunakan Matlab. Konferensi Nasional Sistem & Informatika, Bali.
- Rujikietgumjorn, S. (2008). Segmentation methods for multiple body parts. Knoxville: Project in lieu of Thesis University of Tennessee.
- Sastry, P. N., Lakshmi, T. V., Rao, N. K., Rajinikanth, T., & Wahab, A. (2014). Telugu Handwritten Character Recognition Using Zoning Features. *IEEE*.
- Sharma, O. P., Ghose, M. K., & Shah, K. B. (2012). An Improved Zone Based Hybrid Feature Extraction Model for Handwritten Alphabets Recognition Using Euler Number, (2), 504–508.
- Wang, X., & Sajjanhar, A. (2011). Polar Transformation System for Offline Handwritten Character Recognition, 15–24.

- Watt, S. M. ., & Xie, X. (2005). RECOGNITION FOR LARGE SETS OF HANDWRITTEN MATHEMATICAL SYMBOLS, 0–4.IEEE.
- Xinyan, C., Hongli, Y., & Xin, W. (2013). Handwritten Mathematical Symbol Recognition Based on Niche Genetic Algorithm, 2–5. <http://doi.org/10.1109/ISDEA.2012.191>.IEEE.
- Zanibbi, R., Member, S., Society, I. C., Blostein, D., & Cordy, J. R. (2002). Recognizing Mathematical Expressions Using Tree Transformation, 24(11).IEEE.
- Zhang, D., Kong, W. K., You, J., dan Wong, M. (2003). Online Palmprint Identification. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 25(9), 1041-1050.
- Zhao, Z. Q., Huang, D. S., dan Jia, W. (2007). Palmprint Recognition with 2DPCA+ PCA based on Modular Neural Networks. *Neurocomputing*, 71(1), 448-454.
- 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.