

TESIS

**PENGENALAN KARAKTER AKSARA JAWA
MENGUNAKAN KOMPUTASI PARAREL PADA
SEGMENTASI CITRA**



Oskar Ika Adi Nugroho

No. Mhs. : 115301611/PS/MTF

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2015



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Oskar Ika Adi Nugroho
Nomor Mahasiswa : 11 53 01611/PS/MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : PENGENALAN KARAKTER AKSARA JAWA
MENGGUNAKAN KOMPUTASI PARAREL PADA
SEGMENTASI CITRA

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda tangan

Dr. Pranowo, S.T., M.T.,

21/4/2015



B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T

21/4/2015





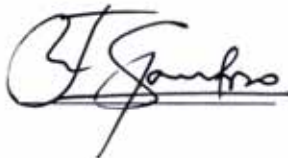
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PROGRAM PASCASARJANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : Oskar Ika Adi Nugroho
Nomor Mahasiswa : 11 53 01611/PS/MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : PENGENALAN KARAKTER AKSARA JAWA
MENGGUNAKAN KOMPUTASI PARAREL PADA
SEGMENTASI CITRA

Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
Dr. Pranowo, S.T., M.T., (Ketua)	<u>29/4/2015</u>	
B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T (Anggota)	<u>30/4/2015</u>	
Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T (Anggota)	<u>29 APRIL 2015</u>	


Ketua Program Studi
Magister Teknik Informatika
(Prof. H. Buyoto, M.Sc., P.hD.)

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Oskar Ika Adi Nugroho
No. Mhs : 115301611/PS/MTF
Jurusan : Teknik Informatika
Konsentrasi : Soft Computing
**Judul Tesis : PENGENALAN KARAKTER AKSARA JAWA
MENGUNAKAN KOMPUTASI PARAREL PADA
SEGMENTASI CITRA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini tidak pernah terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis yang menjadi rujukan dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka atau menyebutkan sumber asli dan penulis aslinya dalam tulisan naskah ini.

Yogyakarta, 27 April 2015

Oskar Ika Adi Nugroho

INTISARI

Aksara Jawa merupakan ciri khas dan warisan leluhur dari Suku Jawa yang perlu dijaga dan dilestarikan keberadaannya. Penulis mengembangkan perangkat lunak pengenalan karakter citra digital Aksara Jawa. Dalam proses pengenalan karakter, diperlukan proses segmentasi citra. Tujuan dari dilakukan segmentasi citra adalah mengubah representasi dari suatu citra menjadi sesuatu yang lebih berarti dan mudah untuk dianalisis. Segmentasi citra dengan menggunakan metode *clustering* dapat digunakan dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Dalam prosesnya digunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk proses segmentasi pada karakter Aksara Jawa, serta menggunakan metode *backpropagation neural network* untuk proses pengenalan karakter Aksara Jawa. Untuk mengatasi beban komputasi yang cukup berat pada proses segmentasi citra, maka diterapkanlah metode *parallel programing*, dan arsitektur komputer yaitu GPU dengan support CUDA dari NVIDIA.

Hasil akhir dari Penelitian ini dapat mengimplementasikan segmentasi citra digital dengan metode *Particle Swarm Optimization* pada Aksara Jawa dan mengimplementasikan metode *backpropagation* dari pelatihan jaringan syaraf tiruan untuk melakukan pengenalan karakter Aksara Jawa pada citra digital Aksara Jawa. GPU CUDA mempercepat proses segmentasi citra Aksara Jawa. Persentase rata rata akurasi hasil pengenalan tiap karakter untuk jenis *font* yang sama dengan yang dilatihkan mencapai 75%.

Kata kunci : *aksara jawa, segmentation, character recognition, particle swarm optimization, backpropagation neural network, parallel programing, GPU, CUDA.*

ABSTRACT

Aksara Jawa (java script) is a characteristic and heritage of the Javanese who need to be protected and preserved its existence. The author develops software digital image character recognition of Aksara Jawa (java script).

In the process of character recognition, image segmentation process is required. The purpose of image segmentation is done to change the representation of an image into something more meaningful and easier to analyze. Image segmentation using clustering methods can be used with a variety of methods, one of which is the Particle Swarm Optimization (PSO). In the process used method of Particle Swarm Optimization (PSO) for the segmentation process in Aksara Jawa (java script) image, and using back propagation neural network for character recognition process of Aksara Jawa (java script). To overcome the computational burden is quite heavy in the process of image segmentation, then diterapkanlah method of parallel programming, and computer architectures that support CUDA GPU from NVIDIA.

The end result of this research is to implement a digital image segmentation method of Particle Swarm Optimization in Aksara Jawa (java script) and implement the backpropagation method of training a neural network to perform Aksara Jawa (java script) character recognition on a digital image of Aksara Jawa (java script). CUDA GPU accelerating the process of image segmentation Aksara Jawa (java script). The average percentage of each character recognition accuracy of the results for the same font with training reached 75%.

Keyword : *aksara jawa, segmentation, character recognition, particle swarm optimization, backpropagation neural network, parallel programing, GPU, CUDA.*

MOTTO

Takut akan TUHAN adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan. Amsal 1:7

Si vis pacem, para bellum

Ad Majorem Dei Gloriam

Si Deus pro nobis, quis contra nos?

Rame ing gawe,sepi ing pamrih, memayu hayuning bawono

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis sampaikan kepada Bapa di Surga, Tuhan Yesus Kristus, Bunda Maria dan Keluarga Kudus Yesus Maria Yosef, karena atas segala berkat dan bimbingan-NYA, penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “PENGENALAN KARAKTER AKSARA JAWA MENGGUNAKAN KOMPUTASI PARAREL PADA SEGMENTASI CITRA”.

Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 2 (S2) pada Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tesis ini dapat terlaksana dengan baik atas bimbingan dan bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof.Ir. Suyoto, M.Sc.,P.hD. selaku ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan masukan yang sangat berarti selama penyusunan tesis ini.
3. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan arahan, koreksi dan masukan untuk perbaikan tesis ini baik selama bimbingan tesis maupun selama perkuliahan di MTF.
4. Bapak Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T., selaku dosen penguji yang telah menguji tugas akhir penulis, serta bimbingannya selama masa perkuliahan di MTF.
5. Dosen Program Pascasarjana Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga ilmu yang penulis dapat bisa bermanfaat.

6. Bapak Dr. Robertus Suraji, MA , Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan studi S2 di Magister Teknik Informatika UAJY.
7. Yayasan Karya Perutusan dan Perhimpunan Akademi dan Politeknik Katolik Indonesia, yang membiayai penulis selama mengikuti perkuliahan S2 di Magister Teknik Informatika UAJY.
8. Bapak Budi Setiawan dan Ibu Lynawati.
9. Ayahanda Praksono Sudjiko , Ibunda Monica T, dan Adikku Catharina Sinta yang selalu mendoakan.
10. Bapak Anggono , Ibu Sutarti serta Chrisma dan Arnum yang selalu mendoakan.
11. Mas Dr. Amir Ma'ruf, M.Hum dan Mbak Prof. Dr. Sri Wahyuni, S.U., yang pernah menampung saya di awal perkuliahan saya.
12. Keluarga Bapak Agustinus Tedy Pramono, Ibu Elizabeth, Angga, Megan, Wibi.
13. Teman-teman seperjuangan: Martinus, Bimo, Ardi, Arif, Nazar, Christa, Bambang, Noel, Rian, Nona, Budi Joko, Bayu, Esthy, Rio, Rico, Melda, Rasyid, Bu Suci, Mba Rini, Mike, Hogy, Satya, Ono Timor Leste, Ragil, David, Yoegeswara, Satria.
14. Semua mahasiswa saya di STIKOM Yos Sudarso Purwokerto, yang selalu mendoakan.
15. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih dan salam sukses untuk kita semua, semoga amal kebaikan kalian dibalas berlipat ganda oleh Tuhan Yang Maha Kuasa. Amin.

Yogyakarta, 27 April 2015

Oskar Ika Adi Nugroho

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN.....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT.....	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. Pengenalan Karakter Optik (Optical Character Recognition)	11
2.2.3. Aksara Jawa.....	12
2.2.4. <i>Parallel computing</i>	14
2.2.5. Kemampuan Komputasi GPU	15
2.2.6. <i>Compute Unified Device Architecture (CUDA)</i>	16
2.2.7. C / C++	19
2.2.8. Citra	20
2.2.8.1. Pengertian Citra Digital	20
2.2.8.2. Citra Monokrom (<i>Binary Image</i>).....	21
2.2.8.3. Citra Abu – abu atau <i>Intensity</i>	22

2.2.8.4.	Citra berwarna.....	23
2.2.8.5.	Format File Citra.....	23
2.2.9.	Segmentasi Karakter.....	24
2.2.9.1.	<i>Clustering</i>	24
2.2.9.2.	<i>Particle Swarm Optimization</i>	25
2.2.9.3.	<i>PSO Clustering</i>	29
2.2.10.	Jaringan Syaraf Tiruan (JST)	30
2.2.10.1.	Dasar dasar Komputasi Neural	33
2.2.10.1.1.	Neurode	33
2.2.10.1.2.	Jaringan	33
2.2.10.1.3.	Input	34
2.2.10.1.4.	Output.....	34
2.2.10.1.5.	Hidden Layer.....	34
2.2.10.1.6.	Bobot (<i>weight</i>).....	35
2.2.10.1.7.	Fungsi Penjumlahan (<i>Summation Function</i>).....	35
2.2.10.1.8.	Fungsi Transfer atau Aktivasi	35
2.2.10.1.9.	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	36
2.2.10.1.10.	Proses Belajar.....	37
2.2.10.1.11.	Paradigma Belajar	38
2.2.10.1.12.	<i>Supervised Learning</i> (Belajar Dengan Pengawasan)	39
2.2.10.1.13.	<i>Unsupervised Learning</i> (Belajar Tanpa Pengawasan)	39
2.2.10.1.14.	JST propagasi balik (Backpropagation Neural Network)	39
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		41
3.1.	Alat dan Bahan.....	41
3.1.1.	Kebutuhan <i>Hardware</i>	41
3.1.2.	Kebutuhan <i>Software</i>	41
3.2.	Metodologi Penelitian	43
BAB 4 ANALISIS DAN PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK		45
4.1.	Prespektif Produk.....	45
4.1.1.	Spesifikasi Perangkat Lunak	45
4.1.1.1.	Fungsionalitas Sistem	45

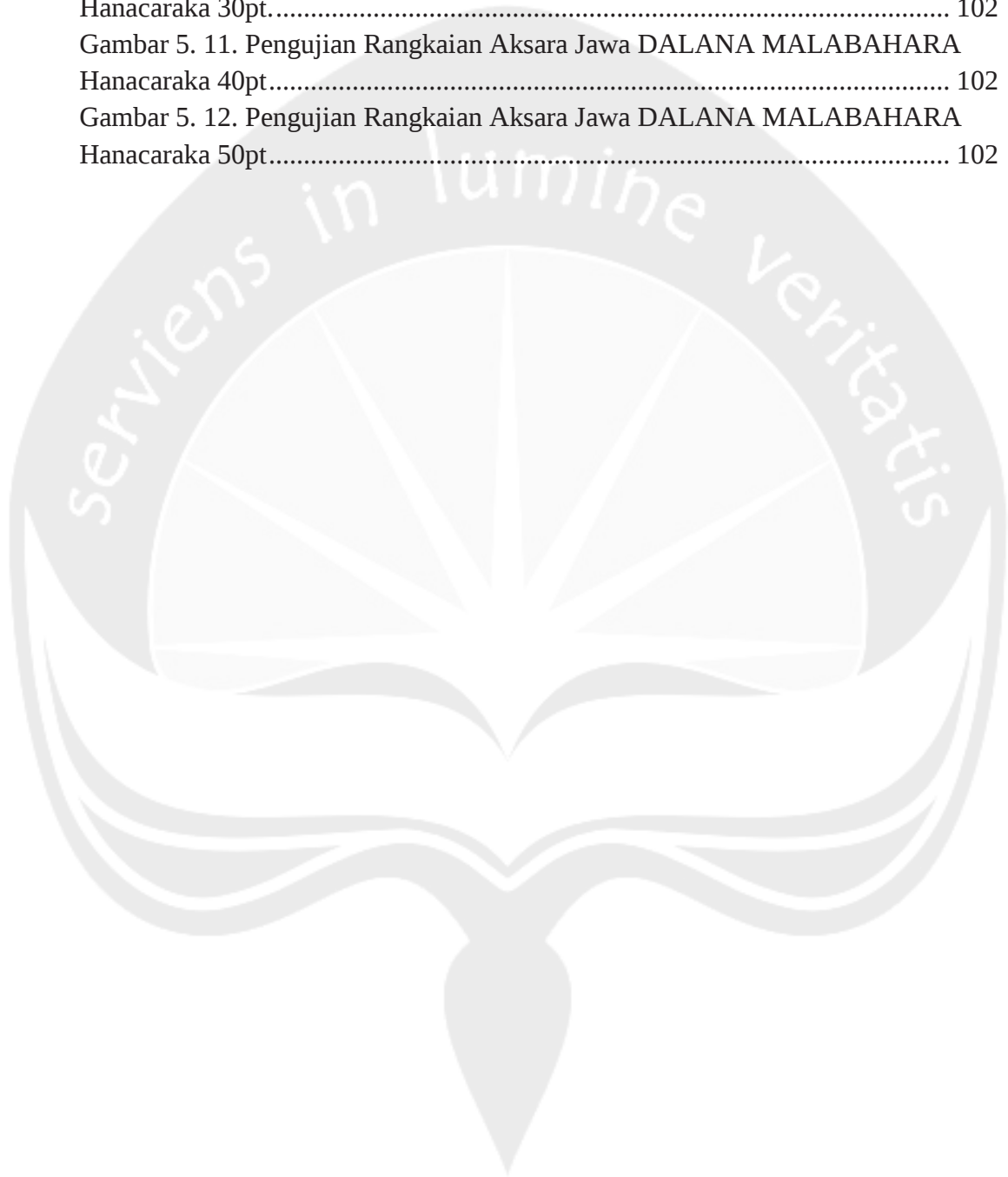
4.1.1.2.	Use Case Diagram	46
4.2.	Perancangan Sistem	48
4.2.1.	Perancangan Antar Muka Perangkat Lunak	48
4.3.	Algoritma	52
4.3.1.	Alur Proses Sistem	52
4.3.2.	Proses Pengambilan Citra.....	54
4.3.3.	Proses Prapengolahan.....	55
4.3.4.	<i>Particle Swarm Optimization Clustering</i>	57
4.3.5.	Pararel PSO Clustering.....	58
4.3.5.1.	Implementasi <i>PSO Clustering</i> Naif	58
4.3.5.2.	Implementasi <i>PSO Clustering</i> Full Device.....	59
4.3.6.	Proses <i>Grayscale</i> dan <i>Thresholding</i>	59
4.3.7.	Pemisahan Karakter	62
4.3.8.	Normalisasi Karakter	63
4.3.9.	Ekstraksi Ciri	63
4.3.10.	Pelatihan (<i>Training Process</i>).....	63
4.3.11.	Pengenalan (<i>Recognition Process</i>).....	64
4.3.12.	<i>Backpropagation Neural Network</i>	64
BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....		68
5.1.	Implementasi Antarmuka	68
5.2.	Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak.....	69
5.2.1.	Implementasi Antarmuka Proses PSO	69
5.2.2.	Implementasi Antarmuka Proses Pengenalan Karakter	72
5.3.	Implementasi Algoritma.....	76
5.3.1.	Implementasi Algoritma PSO.....	76
5.3.2.	Implementasi Algoritma PSO pada CPU	79
5.3.3.	Implementasi Algoritma PSO pada GPU	81
5.3.3.1.	Implementasi Naif PSO pada GPU.....	81
5.3.3.2.	Implementasi <i>Full Device</i> PSO pada GPU	86
5.3.4.	Implementasi Algoritma <i>Backpropagation Artificial Neural Network</i> ..	88
5.4.	Pengujian dan Analisis Proses	92

5.4.1.	Pengujian Algoritma PSO	92
5.4.2.	Hasil Pengujian Algoritma PSO.....	92
5.4.3.	Analisis Proses PSO	96
5.4.4.	Analisis Proses Pelatihan.....	98
5.4.5.	Pengujian Sistem Pengenalan Karakter.....	98
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		104
6.1.	Kesimpulan	104
6.2.	Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA		106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Alur Proses Pengenalan Karakter.....	12
Gambar 2. 2. Duapuluh Aksara Jawa Dasar (Aksara Nglegéna) Dan Pengucapannya.....	13
Gambar 2. 3. Stream Programming Dalam Taksonomi Parallel Programming....	15
Gambar 2. 4. Peningkatan Kecepatan GPU	16
Gambar 2. 5. Hirarki Memori Pada CUDA	18
Gambar 2. 6. 2D Koordinat Spasial Sebuah Citra Digital Dengan Ukuran M×N Pixel	21
Gambar 2. 7. Threshold Binary.....	22
Gambar 2. 8. Threshold Binary Inverted	22
Gambar 2. 9. Perilaku Kerumunan Kawan Burung.....	26
Gambar 2. 10. Model Biologi Neuron	30
Gambar 2. 11. Proses Komunikasi Antar Neuron.....	32
Gambar 2. 12. Fungsi Aktivasi	36
 Gambar 3. 1. Flowchart Metode Penelitian	 44
 Gambar 4. 1 Use Case Diagram.....	 46
Gambar 4. 2 Perancangan Antarmuka Segmentasi PENAWA 1	48
Gambar 4. 3 Perancangan Antarmuka Segmentasi PENAWA 2	50
Gambar 4. 4 Perancangan Antarmuka Segmentasi PENAWA 3.....	51
Gambar 4. 5 Alur Proses Pengenalan Karakter.....	53
Gambar 4. 6 Flowchart Proses Keseluruhan	54
Gambar 4. 7. Flowchart Prapengolahan Citra.....	55
Gambar 4. 8. Flowchart Proses Grayscale dan Thresholding.....	60
Gambar 4. 9. Ilustrasi Proses Grayscale dan Thresholding	61
Gambar 4. 10. Flowchart Proses Pemisahan Karakter	62
Gambar 4. 11. Hasil Proses Pemisahan Karakter.....	63
 Gambar 5. 1. Implementasi Antarmuka Proses PSO PENAWA 1	 69
Gambar 5. 2. Implementasi Antarmuka Proses PSO PENAWA 2	70
Gambar 5. 3. Implementasi Antarmuka Proses PSO PENAWA 3	71
Gambar 5. 4 Implementasi Antarmuka Proses PSO PENAWA 4	71
Gambar 5. 5. Contoh Citra Training	73
Gambar 5. 6. Implementasi Antarmuka Proses Pengenalan Karakter 2	73
Gambar 5. 7. Implementasi Antarmuka Proses Pengenalan Karakter 3	74

Gambar 5. 8. Implementasi Antarmuka Proses Pengenalan Karakter 4	75
Gambar 5. 9. Contoh 4 Citra Bahan Uji PSO	92
Gambar 5. 10. Pengujian Rangkaian Aksara Jawa DALANA MALABAHARA Hanacaraka 30pt.....	102
Gambar 5. 11. Pengujian Rangkaian Aksara Jawa DALANA MALABAHARA Hanacaraka 40pt.....	102
Gambar 5. 12. Pengujian Rangkaian Aksara Jawa DALANA MALABAHARA Hanacaraka 50pt.....	102



DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Output pengenalan aksara HA NA CA RA KA.....	99
Tabel 5. 2 Output pengenalan aksara DA TA SA WA LA.....	99
Tabel 5. 3 Output pengenalan aksara PA DHA JA YA NYA	100
Tabel 5. 4 Output pengenalan aksara MA GA BA THA NGA	100
Tabel 5. 5 Presentase Hasil Pengujian Per-karakter 30pt, 40pt dan 50pt	100
Tabel 5. 6 Karakter Yang Memiliki Beberapa Kemiripan Bentuk	101

