

TESIS

**PENGENALAN TULISAN TANGAN AKSARA BATAK
TOBA MENGGUNAKAN *BACKPROPAGATION***



SURISKI SITINJAK

No. Mhs : 105301461 / PS / MTF

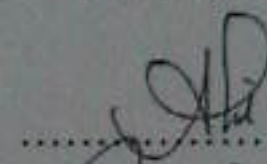
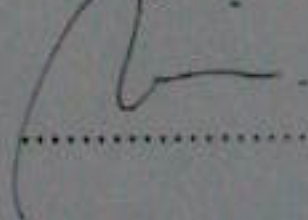
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2012



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCA SARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : SURISKI SITINJAK
Nomor Mahasiswa : 105301461 / PS / MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Batak Toba
Menggunakan *Backpropagation*

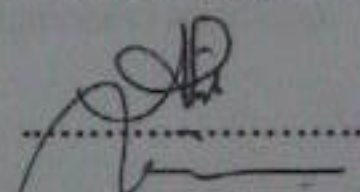
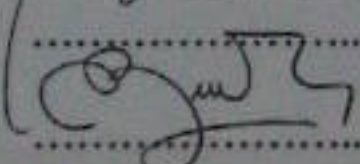
Nama Pembimbing	Tanggal	Tanda tangan
B. Yudi Dwiandiyanta, ST., MT	21/3/2012	
Dra. Ernawati, M.T	20/3/2012	

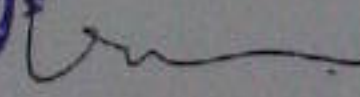


UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCA SARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN TESIS

Nama : SURISKI SITINJAK
Nomor Mahasiswa : 105301461 / PS / MTF
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Batak Toba
Menggunakan *Backpropagation*

Nama Penguji	Tanggal	Tanda tangan
B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T	28/3/2012	
Dra. Ernawati, M.T	27/3/2012	
Dr. Pranowo, S.T., M.T.	28/3/2012	

Ketua Program Studi

PROGRAM PASCA SARJANA
Dra. Ernawati, M.T

PERNYATAAN

Dengan ini, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Suriski Sitinjak
NIM : 105301461 / PS / MTF
Program Studi : Magister Teknik Informatika
Konsentrasi : Soft Computing
Judul Tesis : Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Batak Toba
Menggunakan *Backpropagation*

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil karya pribadi dan bukan duplikasi dari karya tulis yang telah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya dijadikan penulis sebagai acuan untuk melengkapi penelitian dan dinyatakan secara tertulis dalam penulisan acuan dan daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 29 Maret 2012

Suriski Sitinjak

INTISARI

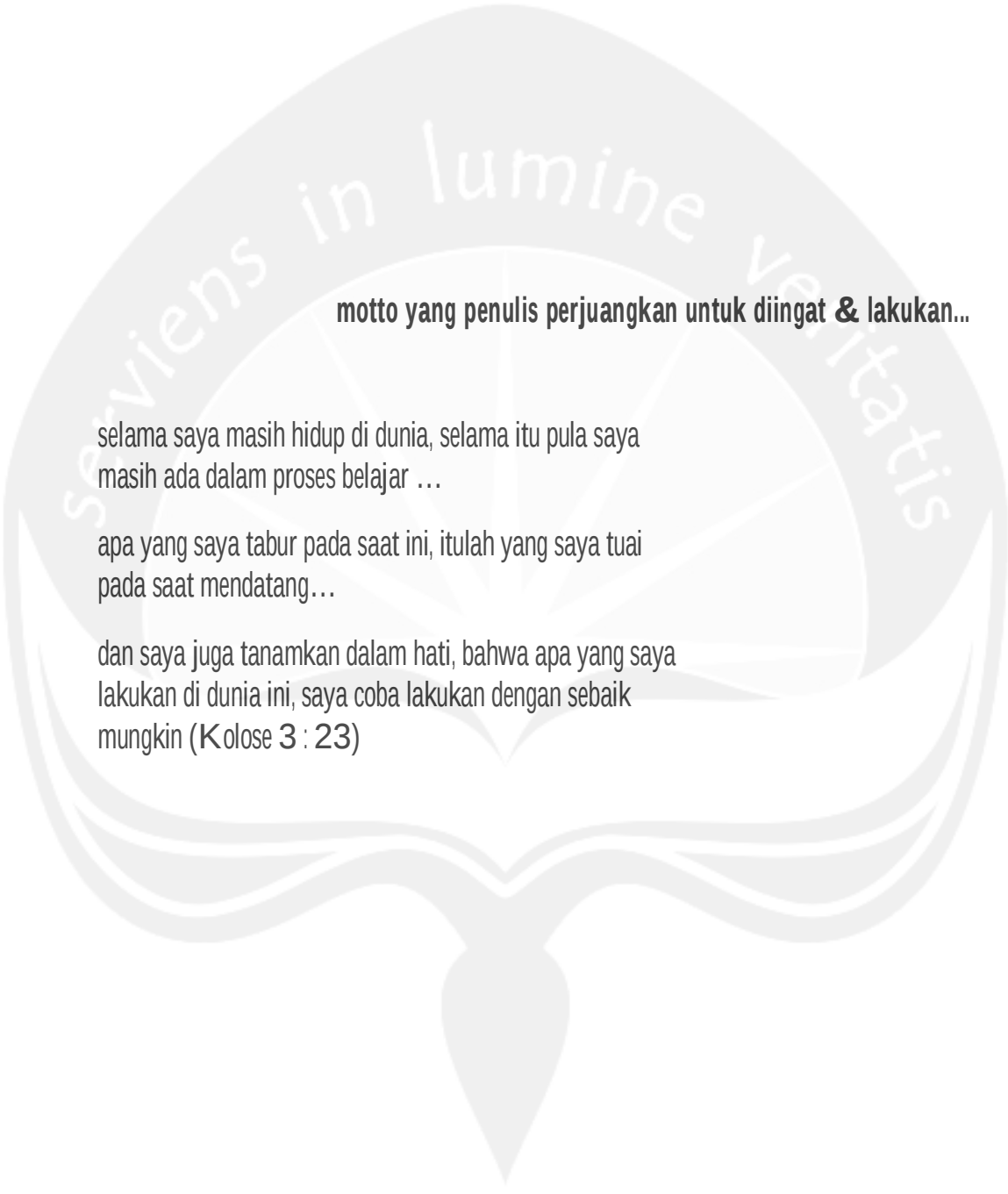
Aksara Batak Toba merupakan rumpun aksara Batak yang menjadi warisan kebudayaan Indonesia yang patut dilestarikan karena terancam punah akibat keterbatasan sumber data dan informasi. Melalui pemanfaatan perkembangan teknologi informasi khususnya di bidang pengenalan tulisan tangan, penelitian ini mengangkat aksara Batak Toba sebagai objek yang menarik dan tepat untuk diteliti. Penelitian ini menerapkan metode *Wavelet* untuk ekstraksi ciri pada proses awal dan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dengan momentum untuk klasifikasinya. Akuisisi citra dilakukan secara *offline* dimana inputan untuk sistem diperoleh dari tulisan tangan aksara Batak Toba yang di-*capture* menggunakan kamera digital. Aplikasi dibangun dengan menggunakan *Visual Studio 2008* sebagai lingkungan pengembang antarmuka dan *SQL Server* untuk basis data. Selain untuk membangun sebuah sistem pengenalan tulisan tangan aksara Batak Toba, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi dalam bidang pengenalan tulisan tangan dengan memberi informasi mengenai kinerja *Backpropagation* dalam mengenali tulisan tangan aksara Batak Toba, baik dari segi akurasi pengenalan maupun kecepatan proses. Hasil penelitian diperoleh bahwa sistem dapat mencapai 100% untuk kemampuan memorisasi dan 94.74% untuk kemampuan generalisasi data yang belum pernah dilatih, dengan MSE 2.319937×10^{-8} . Selain itu penelitian ini juga diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam mensosialisasikan bentuk asli aksara Batak Toba dan memperkenalkan serta melestarikan aksara Batak Toba sebagai warisan budaya.

Kata kunci : Aksara Batak Toba, pengenalan tulisan tangan, *Backpropagation*, *Wavelet*

ABSTRACT

Batak Toba script is a family of Batak script and became Indonesia's cultural heritage that should be preserved because it is threatened with extinction due to limitation sources of data and information. Through the information technology development, especially in the field of handwriting recognition, this study raised Batak Toba script as the object of interest and appropriate for the study. This study applied Wavelet method to extract features in the initial process and artificial neural networks Backpropagation with momentum for the classification. Image acquisition is performed offline where the input to the system obtained from the Batak Toba script handwriting captured using a digital camera. Applications built using Visual Studio 2008 as an environment interface and SQL Server developers to the database. In addition to building a handwriting recognition system Batak Toba script, this study is expected to contribute in the field of handwriting recognition by providing information about the performance of Backpropagation in recognizing handwritten characters Batak Toba, both in terms of recognition accuracy and speed the process. This study result 100% accuracy for memorization and up to 94.47% accuracy for generalization with MSE 2.319937×10^{-8} . This study is also expected to contribute in the dissemination the original form of Batak Toba script and introduced Batak Toba script and preserving cultural heritage.

Keywords : *Batak Toba Script, handwriting recognition, Backpropagation, Wavelet*



motto yang penulis perjuangkan untuk diingat & lakukan...

selama saya masih hidup di dunia, selama itu pula saya
masih ada dalam proses belajar ...

apa yang saya tabur pada saat ini, itulah yang saya tuai
pada saat mendatang...

dan saya juga tanamkan dalam hati, bahwa apa yang saya
lakukan di dunia ini, saya coba lakukan dengan sebaik
mungkin (Kolose 3 : 23)

Tesis ini saya persembahkan kepada ...

Tuhan-ku Yesus Kristus yang memberikan **inspirasi** dalam
hidupku lewat **Firman-Nya...**

Orang tuaku yang memberikan **kasih sayang** yang luar biasa padaku,
untuk **Papa** yang memberikan **inspirasi** dalam hidup untuk tetap
memegang nilai **otentik** dalam melakukan sesuatu,
untuk **Mama** yang selalu mengingatkan untuk selalu **berdoa** dan
mengandalkan **TUHAN** dan yang membuktikan bahwa **doa** itu
sangat **berkuasa...**

Saudara-saudaraku **k'Nona, Abang Brata** dan semua **keluargaku**
yang selalu memberikan **doa, semangat, nasihat...**

Tesis ini juga saya **dedikasikan** untuk **melestarikan** dan
memperkenalkan **Aksara Batak Toba** sebagai warisan budaya
bangsa **Indonesia...**

Mouliate... Horas!!!

T h n \ m m b r \ k t i

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena kasih-Nya yang begitu besar sehingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul **“Pengembangan Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Batak Toba Menggunakan *Backpropagation*”** ini. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana S2 pada Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan sebagai dedikasi untuk menghargai salah satu warisan budaya Indonesia.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Ernawati, MT. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan, bimbingan dan dukungan selama penulis menempuh studi dan menyelesaikan tesis.
2. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan dalam proses penyusunan tesis ini.
3. Bapak Ir. Alb. Joko Santoso, M.T selaku dosen yang berkenan berbagi ilmu tentang JST dan Wavelet di luar waktu kuliah dan segenap dosen Program Studi Magister Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh studi.
4. Segenap pegawai/staf dan student staf Admisi Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang memberikan pelayanan administratif yang terbaik yang bisa mereka berikan.
5. Papa, mama, kak Nona, abang Brata, abang Oboy, kak Wira dan semua keluarga, atas dukungannya yang sangat luar biasa dalam doa, nasihat, dorongan dan segalanya selama penulis menempuh studi.
6. Teman-teman MTF UAJY terutama angkatan Sep'2010 : Yanti (terimakasih untuk bantuan *coding*-nya), Kak Novi, Mas Ardi, mami Lantik, dll) dan

angkatan Jan'2011 (K'Delvin, TeBe, Darma & K'Marleni), yang memberikan kebersamaan, persaudaraan dan merupakan partner seperjuangan selama menempuh studi dan berbagi ilmu.

7. Keluarga besar JOY Fellowship Indonesia dan alumni, khususnya teman-teman staf, *Campus Ministry Departement*, *coach* Sinta, CG Ida Respati (Ida, Adna, Astri, Ranny, Inri, Nita, Yuli, Siska, Hilda, Sherly, Melda, Olvin, Lia, Sary, Leli, dll), tetangga kamarku Nana (terimakasih laptop-nya), Rendy, Melly, Tari, atas setiap doa dan *encourage* yang diberikan.
8. Semua pihak yang membantu penyelesaian tesis ini, yang telah berkenan berbagi informasi (Daphne, Vivi, pak Mauritz Panggabean, dll).

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk membantu pengembangan selanjutnya. Akhirnya teriring doa agar laporan tesis ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi pembacanya.

Yogyakarta, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Keaslian Penelitian	5
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	7

BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 Hipotesis	14
2.3 Landasan Teori	14
2.3.1 Aksara Batak Toba	14
2.3.1.1 <i>Ina Ni Surat</i>	16
2.3.1.2 <i>Anak Ni Surat</i>	17
2.3.2 Pengenalan Pola	18
2.3.3 Pengenalan Tulisan Tangan	20
2.3.4 Jaringan Saraf Tiruan (JST)	22
2.3.5 <i>Backpropagation</i>	23
2.3.5.1 Arsitektur Jaringan	25
2.3.5.2 Fungsi Aktivasi	26
2.3.5.3 Algoritma Pelatihan	27
2.3.5.4 Pembaharuan Bobot dengan Momentum	32
2.3.6 <i>Wavelet</i>	33
2.3.6.1 <i>Wavelet Haar</i>	35
2.3.7 C# dan .NET Framework	36
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 37
3.1 Metode Pengumpulan Data	37
3.2 Metode Pengembangan Sistem	38
 BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	 40
4.1 Deskripsi Sistem	40
4.1.1 Perspektif Produk	40
4.1.2 Fungsi Produk	43
4.1.3 Karakteristik Pengguna	45
4.1.4 Kebutuhan Khusus	45

4.1.4.1	Kebutuhan Antarmuka Eksternal	45
4.1.5	Kebutuhan Fungsionalitas Perangkat Lunak	47
4.1.5.1	<i>Use Case</i> Sistem	47
4.1.5.2	<i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i>	48
4.2	Perancangan Sistem	48
4.2.1	Perancangan JST <i>Backpropagation</i>	49
4.2.2	Perancangan Arsitektur Perangkat Lunak PELToba	54
4.2.3	Perancangan Antarmuka PELToba	55
4.2.3.1	Perancangan <i>Form</i> Menu utama	55
4.2.3.2	Perancangan <i>Form</i> Olah Set Pelatihan	55
4.2.3.3	Perancangan <i>Form</i> Pelatihan JST	56
4.2.3.4	Perancangan <i>Form</i> Pengujian JST	57
4.2.3.5	Perancangan <i>Form</i> Tentang PELToba	58
BAB V	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	60
5.1	Implementasi Sistem	60
5.1.1	Komponen File PELToba	60
5.1.2	Implementasi Antarmuka PELToba	61
5.1.2.1	Menu Utama	61
5.1.2.2	Olah Set Pelatihan	62
5.1.2.3	Pelatihan JST	64
5.1.2.4	Pengujian JST	65
5.1.2.5	Tentang PELToba	67
5.2	Pengujian Sistem	67
5.2.1	Pengujian Fungsionalitas Perangkat Lunak PELToba	68
5.2.2	Pengujian Kinerja JST <i>Backpropagation</i>	76
5.2.2.1	<i>Set</i> yang Digunakan Pada Pengujian	77
5.2.2.2	Pengujian dengan Modifikasi Arsitektur JST.....	78
5.2.2.3	Pengujian dengan Variasi Parameter <i>Backpropagation</i>	85
5.2.2.4	Pengujian dengan Variasi <i>Set</i> Pengujian.....	91

5.3 Kelebihan dan Kekurangan Sistem	98
---	----

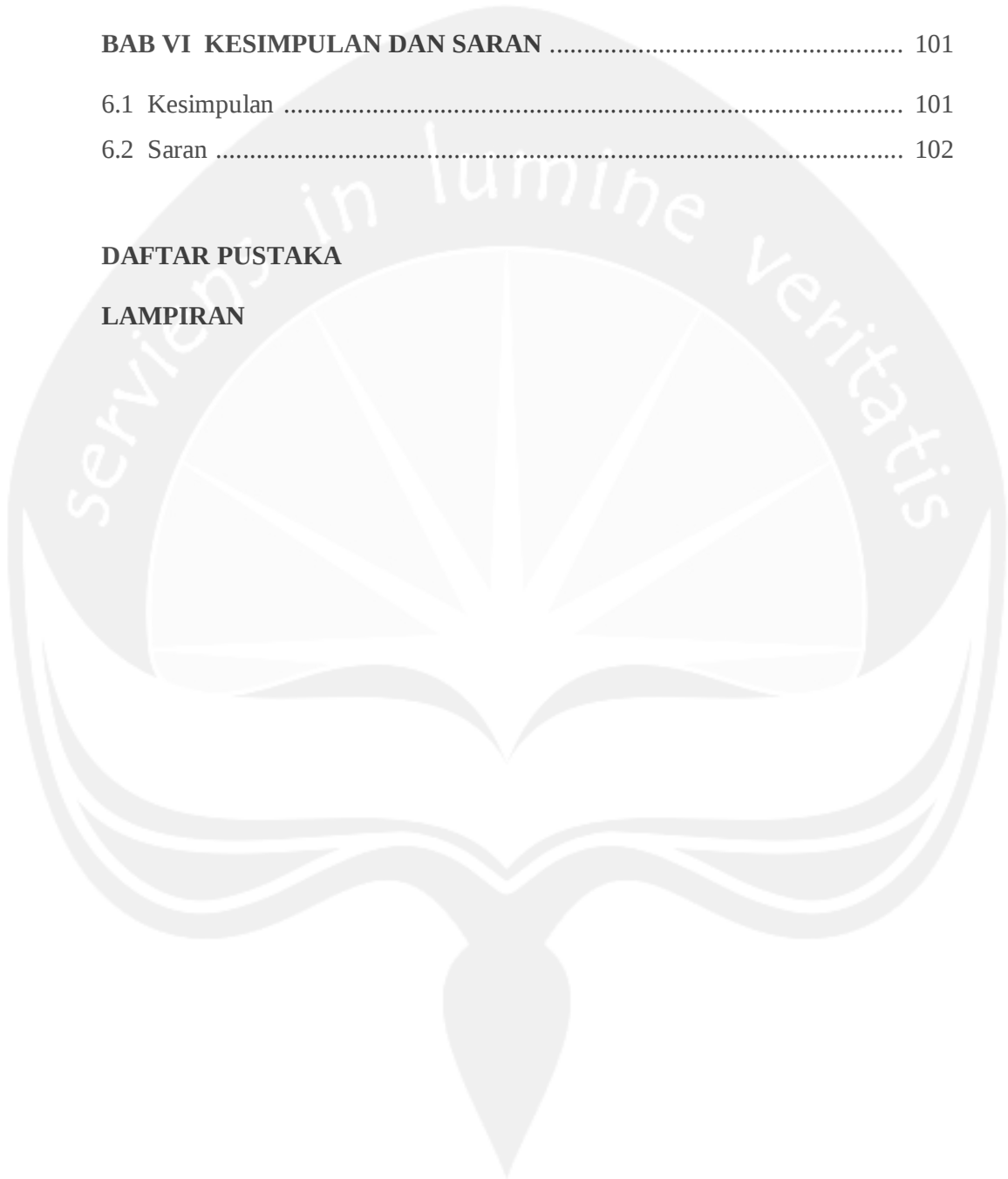
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
--	------------

6.1 Kesimpulan	101
----------------------	-----

6.2 Saran	102
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Huruf-huruf <i>Ina ni surat</i> dan Variannya	16
Tabel 4.1 Contoh Citra Aksara Batak Toba karakter ‘a’ Menjadi vektor.....	50
Tabel 4.2 Output dan Karakter yang Diwakilinya	51
Tabel 5.1 Rincian File Pada Perangkat Lunak PELToba	60
Tabel 5.2 Lanjutan Rincian File Pada Perangkat Lunak PELToba.....	61
Tabel 5.3 Deskripsi dan Hasil Pengujian Fungsionalitas PELToba.....	71
Tabel 5.4 Daftar <i>Set</i> yang Digunakan Dalam Pengujian	77
Tabel 5.5 Lanjutan Daftar <i>Set</i> yang Digunakan Dalam Pengujian	78
Tabel 5.6 Parameter dan Data <i>Set</i> yang digunakan Pada Pengujian dengan Modifikasi Arsitektur JST	78
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Modifikasi Jumlah Node Input	79
Tabel 5.8 Contoh Hasil Pengenalan Pada Pengujian dengan Node Input = 128 dan Node <i>Hidden</i> = 64	80
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Modifikasi Jumlah <i>Hidden</i> Layer dan Node <i>Hidden</i>	84
Tabel 5.10 Arsitektur JST dan Data <i>Set</i> yang Digunakan Pada Pengujian dengan Variasi Parameter <i>Backpropagation</i>	86
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Variasi Nilai Laju Belajar dan Momentum	86
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Variasi Nilai Toleransi Error dan <i>Epoch</i> Maksimum	89
Tabel 5.13 Arsitektur JST dan Parameter yang Digunakan Pada Pengujian dengan Variasi <i>Set</i> Pengujian	92
Tabel 5.14 <i>Set</i> Pelatihan dan <i>Set</i> Pengujian yang Digunakan Pada Pengujian <i>Set</i> Pelatihan dan Variasi <i>Set</i> Pengujian.....	93
Tabel 5.15 Hasil Pengujian dengan Penambahan <i>Set</i> Pelatihan dan Variasi <i>Set</i> Pengujian	93

Tabel 5.16 <i>Set</i> Pelatihan dan <i>Set</i> Pengujian yang Digunakan Pada Pengujian Variasi <i>Set</i> yang Mengandung <i>Noise</i>	95
Tabel 5.17 Hasil Pengujian Pada Variasi <i>Set</i> Pengujian yang Mengandung <i>Noise</i>	95



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Silsilah Aksara.....	15
Gambar 2.2. Huruf-huruf <i>Ina ni surat</i>	16
Gambar 2.3. Tahapan Pengenalan Tulisan Tangan	22
Gambar 2.4. Arsitektur <i>Backpropagation</i> dengan satu <i>hidden layer</i>	25
Gambar 2.5. Contoh Arsitektur <i>Backpropagation</i> dengan Dua <i>Hidden Layer</i> ...	26
Gambar 2.6. Dekomposisi Citra	34
Gambar 2.7. Fungsi Basis Ruang V^2	35
Gambar 4.1. Tahapan Pengenalan Tulisan Tangan pada PELToba	42
Gambar 4.2. <i>Use Case Diagram</i> PELToba	47
Gambar 4.3. ERD PELToba	48
Gambar 4.4. Struktur Perangkat Lunak PELToba	54
Gambar 4.5. Rancangan Antarmuka <i>Form</i> Menu Utama	55
Gambar 4.6. Rancangan Antarmuka <i>Form</i> Olah Set Pelatihan	56
Gambar 4.7. Rancangan Antarmuka <i>Form</i> Pelatihan JST	57
Gambar 4.8. Rancangan Antarmuka <i>Form</i> Pengujian JST	58
Gambar 4.9. Rancangan Antarmuka <i>Form</i> Tentang PELToba	59
Gambar 5.1. Antarmuka Menu Utama	62
Gambar 5.2. Antarmuka Olah Set Pelatihan	63
Gambar 5.3. Antarmuka Pelatihan JST	65
Gambar 5.4. Antarmuka Pengujian JST	66
Gambar 5.5. Antarmuka Tentang PELToba	67
Gambar 5.6. Tampilan Hasil Pengujian Fungsionalitas <i>Thresholding</i> Untuk Olah Set Pelatihan	68
Gambar 5.7. Tampilan Hasil Pengujian Fungsionalitas <i>Wavelet</i> Pada Olah Set Pelatihan	69
Gambar 5.8. Tampilan Hasil Pengujian Fungsionalitas Pengujian JST	69
Gambar 5.9. Tampilan Hasil Pengujian Fungsionalitas <i>Thresholding</i> Pada Pengujian JST	70

Gambar 5.10. Tampilan Hasil Klasifikasi Pada Fungsionalitas Pengujian JST..	70
Gambar 5.11. Grafik Pengaruh Jumlah Node <i>Hidden</i> Terhadap MSE	81
Gambar 5.12. Grafik Pengaruh Jumlah Node <i>Hidden</i> Terhadap Waktu Pelatihan.....	82
Gambar 5.13. Grafik Pengaruh Jumlah Node <i>Hidden</i> Terhadap Waktu Pelatihan.....	83
Gambar 5.14. Grafik Pengaruh Laju Belajar dan Momentum Terhadap MSE...	87
Gambar 5.15. Grafik Pengaruh Laju Belajar dan Momentum Terhadap Waktu Pelatihan.....	88
Gambar 5.16. Grafik Pengaruh Laju Belajar dan Momentum Terhadap Akurasi Pengenalan	88
Gambar 5.17. Grafik Pengaruh Jumlah <i>Epoch</i> Terhadap MSE	90
Gambar 5.18. Grafik Pengaruh Jumlah <i>Epoch</i> Terhadap Waktu Pelatihan.....	90
Gambar 5.19. Grafik Pengaruh Jumlah <i>Epoch</i> Terhadap Akurasi Pengenalan...	91
Gambar 5.20. Grafik Pengaruh Intensitas Garis Terhadap Akurasi Pengenalan	96
Gambar 5.21. Grafik Pengaruh Intensitas <i>Gaussian Noise</i> Terhadap Akurasi Pengenalan	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Set Pelatihan dan Set Pengujian PEL Toba

- Set 1 font Aksara Batak Toba (*set pelatihan*)
- Set 2 tulisan tangan 1
- Set 3 tulisan tangan 2
- Set 4 tulisan tangan 3
- Set 5 tulisan tangan 4 dengan *noise* alami pada latar
- Set 6 tulisan tangan 2 dengan posisi miring
- Set 7 tulisan tangan 1 yang diberi *noise* garis 26 piksel
- Set 8 tulisan tangan 1 yang diberi *noise* garis 36 piksel
- Set 9 tulisan tangan 1 yang diberi *noise* garis 46 piksel
- Set 10 tulisan tangan 1 yang diberi *noise* garis 56 piksel
- Set 11 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 100%
- Set 12 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 150%
- Set 13 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 200%
- Set 14 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 250%
- Set 15 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 300%
- Set 16 tulisan tangan 2 yang diberi *Gaussian noise* 400%

Lampiran 2 Dokumentasi Laporan Tesis

- SKPL (Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak)
- DPPL (Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak)
- PDHUP (Perencanaan, Deskripsi Dan Hasil Uji Perangkat Lunak)

Lampiran 3 Sertifikat Publikasi Ilmiah Tesis