

TESIS

**Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan
Wavelet dan Backpropagation**



IMMANUELA PUSPASARI SAPUTRO
No. Mhs: 135302090/PS/MTF

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ATMAJAYA YOGYAKARTA
2015**



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INFORMATIKA

PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING TESIS

Nama : IMMANUELA PUSPASARI SAPUTRO
Nomor Mahasiswa : 135302090
Konsentrasi : *Soft Computing*
Judul Tesis : *Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Wavelet dan Backpropagation*

Nama Pembimbing

Tanggal Tanda tangan

Dra. Ernawati, M.T

29/4/15

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

29/4/15



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

PENGESAHAN TIM PENGUJI TESIS

Nama : IMMANUELA PUSPASARI SAPUTRO
Nomor Mahasiswa : 135302090
Konsentrasi : *Soft Computing*
Judul Tesis : Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan
Wavelet dan Backpropagation.

Nama Penguji

Tanggal Tanda tangan

Dra. Ernawati, M.T.
(Ketua)

29/4/15

B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.
(Anggota)

29 April 2015

Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.
(Anggota)

29 April 2015



Ketua Program Studi

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini penulis menyatakan bahwa tesis ini, yang diberi judul: “Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan *Wavelet* dan *Backpropagation*” merupakan karya asli penulis. Belum pernah diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar akademik, baik di Universitas Atma Jaya Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya. Seluruh informasi di dalam tesis ini yang berasal dari penulis lain telah diberikan penghargaan dengan menyebut nama pengarang, judul buku atau tulisan aslinya dan dicantumkan di dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, April 2015

Yang Menyatakan,

Immanuela Puspasari Saputro
NPM. 135302090

INTISARI

Pengenalan ekspresi wajah telah menjadi topik penelitian yang menarik selama satu dekade terakhir. Berbagai metode telah digunakan untuk membangun sebuah sistem pengenalan ekspresi wajah manusia. Citra ekspresi wajah adalah citra dimensi spasial yang berisi informasi warna.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi jaringan *backpropagation* dalam melakukan klasifikasi ekspresi wajah seseorang. Citra ekspresi wajah terlebih dahulu diolah menggunakan gabungan metode Otsu Thresholding dan Adaptive Thresholding. Untuk mendapatkan vektor input bagi jaringan, digunakan transformasi *wavelet* Haar dan *wavelet* Gabor. Jaringan dibangun dengan menggunakan inisialisasi bobot Nguyen Widrow, fungsi aktivasi *sigmoid biner*, fungsi pelatihan jaringan *gradient descent*, dan fungsi perubahan bobot *learnngd*. Arsitektur jaringan menggunakan dua lapisan tersembunyi serta tiga *node* untuk lapisan *output*. Nilai Mean Square Error (MSE) yang ingin dicapai sebesar 0,001. Jaringan dilatih menggunakan 70 data yang terdiri dari 10 orang dan setiap orang mempunyai tujuh ekspresi. Pengujian dilakukan menggunakan data lain yang belum pernah dilatih sebelumnya, terdiri dari lima orang dengan tujuh ekspresi.

Berdasarkan hasil pengujian, vektor citra input yang diperoleh dengan transformasi *wavelet* Haar dapat memberikan unjuk kerja pada jaringan *backpropagation* dalam pengklasifikasian ekspresi wajah sebesar 85,19% dan *wavelet* Gabor sebesar 83,60%.

Kata kunci: ekspresi wajah, *wavelet* Haar, *wavelet* Gabor, *Backpropagation*, arsitektur

ABSTRACT

Facial expression recognition has been an interested topic research for a recent decade. Many methods are proposed for the construction of automatic facial expression systems. An image is spatial dimension image that contains color information.

This study aimed to test backpropagation network accuracy in the classification of person's facial expressions. For pre processing, combined of Otsu thresholding and Adaptive thresholding method are used. In order to recognize facial expressions images, a set of Facial expression needs to be extracted and Haar wavelet and Gabor wavelet are used to get that feature extraction. For classification, Nguyen Widrow weights initialization, sigmoid biner function, gradient descent train function, learngd learning function are used in backpropagation network. The architecture using two hidden layers and three neuron for output layer. Value target of Mean Square Error (MSE) is 0,001. The network will be trained by 70 data consisting of 10 people and each person has seven expressions. For testing purpose, the network wiil test using other data that has not been previously trained, composed of five people with seven expressions.

Based on test results, the vector input image obtained by Haar wavelet transformation has accuracy in classification of facial expression by 85.19% and 83.60% on Gabor wavelet.

Keywords: *facial expression, Haar wavelet, Gabor wavelet, Backpropagation, achitecture*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Yesus Kristus atas kasih karunia-Nya yang sungguh besar hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan *Wavelet* dan *Backpropagation*”**. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar kesarjanaan S2 pada Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penyusunan tesis ini penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Dra. Ernawati, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan masukan selama penulis menempuh studi dan menyelesaikan penulisan tesis.
3. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi arahan dalam proses perkuliahan dan penulisan tesis ini.
4. Bapak. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T selaku Dosen Penguji dan selaku dosen yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk berbagi ilmu mengenai wavelet diluar waktu kuliah, serta segenap dosen Program Studi Magister Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu yang sangat berguna selama penulis menempuh studi S2.
5. Pastor Revi R.H.M Tanod, SS., M.A selaku Rektor Unika De La Salle Manado yang telah memberikan dukungan material maupun non material sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Ibu Debby Paseru, S.T., M.MSI., M.Ed selaku Dekan Fakultas Teknik dan Anggreine Kewo, S.T., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Unika De La Salle Manado atas motivasinya kepada penulis.

7. Segenap pegawai dan student staf di Admisi Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang selalu berusaha memberikan pelayanan terbaik pada semua kebutuhan administrasi penulis selama menyelesaikan studi S2.
8. Seluruh teman-teman MTF UAJY khususnya angkatan Januari 2014, rekan-rekan kerja Unika De La Salle Manado serta kenalan atas sumbang sih-nya pada proses pengambilan foto ekspresi wajah, tanpa bantuan dari teman semua penulis tidak akan dapat menyelesaikan penelitian yang dilakukan ini.
9. Untuk Voice, Lia, Dewi, dan Merry terima kasih untuk kebersamaan di Yogya selama ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu, sekali lagi penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tesis ini dan untuk kesempurnaannya, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak untuk membantu pengembangan selanjutnya. Teriring doa, semoga laporan tesis ini memberikan manfaat dan tambahan informasi kepada semua yang membacanya.

Yogyakarta, April 2015

Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bersama Tuhan, aku mampu
mengatasi semua persoalan yang ada
di depanku.

Tesis ini saya persembahkan kepada:

Yesus Kristus atas kasih karunia-Nya, berkat, dan hikmat yang tak pernah berkesudahan dalam hidupku.

Gerardus Namsa suami terkasih, terima kasih yang setulusnya karena selalu bersedia mendengarkan semua keluhan, selalu memberi semangat saat mulai menyerah, selalu memberi nasehat yang menenangkan saat semua serasa tidak mungkin. Untuk putriku Abigail Yedida Saputri Namsa dan jagoanku Karel Benedict Saputra Namsa, terima kasih sayang telah menjadi anak-anak yang manis yang selalu mama rindukan.

Yonathan Sb dan Theodora Niniek, Bapak dan Ibu di Solo; John B. Namsa dan Johana Merung, Papa dan Mama di Manado, terima kasih untuk semua sayang doa yang terucap bagi keberhasilanku.

Issac, Wewen, Shallom, dan Benaya, Kakak-ku bersama keluarganya di Solo; Yosi, Santy, dan Nael, Adik-ku bersama keluarganya di Semarang; terima kasih bantuan dan doanya.

DAFTAR ISI

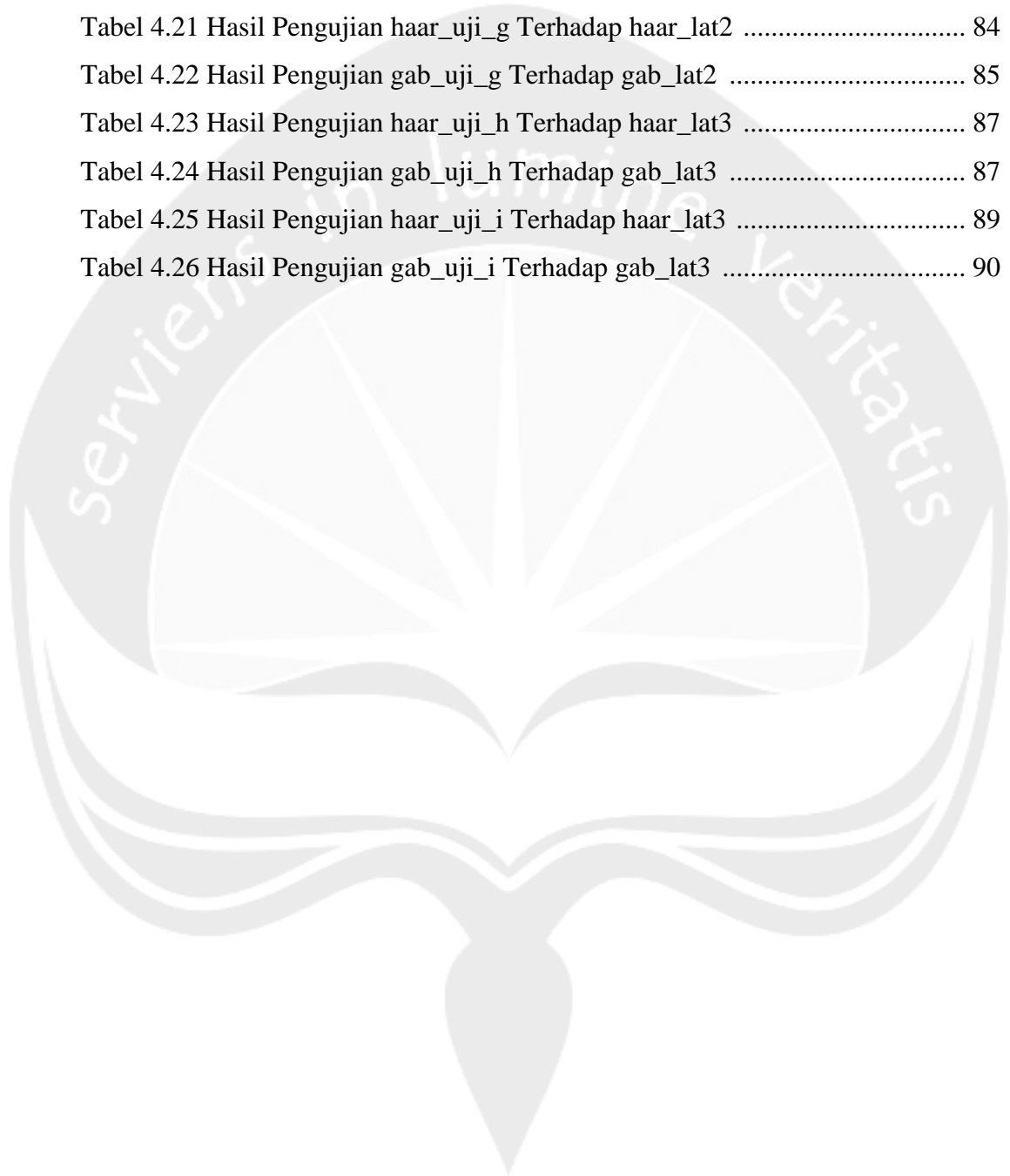
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Keaslian Penulisan	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Tujuan Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	14
2.2.1. Ekspresi Wajah	14
2.2.2. Citra <i>Digital</i>	15
2.2.3. Segmentasi Citra	15
2.2.4. <i>Backpropagation</i>	16
2.2.4.1. Arsitektur Jaringan	17
2.2.4.2. Fungsi Aktivasi	18

2.2.4.3. Algoritma Pelatihan	20
2.2.5. <i>Wavelet</i>	23
2.2.5.1 <i>Wavelet Haar</i>	23
2.2.5.2 <i>Wavelet Gabor</i>	25
2.2.6. Normalisasi Data	28
2.2.7. Hipotesa	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Metode Pengumpulan Data	31
3.2. Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat	31
3.2.2 Bahan	32
3.3. Langkah-Langkah Penelitian	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Deskripsi Aplikasi	36
4.1.1 Perspektif Aplikasi	36
4.1.2 Karakteristik Pengguna	38
4.1.3 Kebutuhan Fungsionalitas Aplikasi	39
4.1.3.1 Use Case Sistem	39
4.1.3.2 Bagan Alir Program	40
4.2. Perancangan Aplikasi	42
4.2.1 Perancangan Jaringan Backpropagation	41
4.2.2 Perancangan Antarmuka ExpressionApp	44
4.3. Hasil Pelatihan dan Analisa	48
4.4. Hasil Pengujian dan Pembahasan	69
4.5. Uji Hipotesa	92
4.6. Kelebihan dan Kekurangan Aplikasi	93
BAB V KESIMPULAN	95
5.1. Kesimpulan	95
5.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian	11
Tabel 3.1 Citra Ekspresi Wajah	32
Tabel 4.1 Daftar Data Set Pelatihan	49
Tabel 4.2 Daftar Data Set Pengujian	49
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan untuk Jumlah Node Terbaik Pada Lapisan Tersembunyi Menggunakan Set Pelatihan haar_lat1 dan gab_lat1	50
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan untuk Jumlah Node Terbaik Pada Lapisan Tersembunyi Menggunakan Set Pelatihan haar_lat2 dan gab_lat2	53
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan untuk Jumlah Node Terbaik Pada Lapisan Tersembunyi Menggunakan Set Pelatihan haar_lat3 dan gab_lat3	56
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan Mencari Nilai Laju Belajar Terbaik Menggunakan Set Pelatihan haar_lat1 dan gab_lat1	58
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan Mencari Nilai Laju Belajar Terbaik Menggunakan Set Pelatihan haar_lat2 dan gab_lat2	62
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Pelatihan Jaringan Mencari Nilai Laju Belajar Terbaik Menggunakan Set Pelatihan haar_lat3 dan gab_lat3	66
Tabel 4.9 Hasil Pengujian haar_uji_a Terhadap haar_lat1	70
Tabel 4.10 Hasil Pengujian gab_uji_a Terhadap gab_lat1	71
Tabel 4.11 Hasil Pengujian haar_uji_b Terhadap haar_lat1	73
Tabel 4.12 Hasil Pengujian gab_uji_b Terhadap gab_lat1	73
Tabel 4.13 Hasil Pengujian haar_uji_c Terhadap haar_lat2	75
Tabel 4.14 Hasil Pengujian gab_uji_c Terhadap gab_lat2	76
Tabel 4.15 Hasil Pengujian haar_uji_d Terhadap haar_lat2	77
Tabel 4.16 Hasil Pengujian gab_uji_d Terhadap gab_lat2	78
Tabel 4.17 Hasil Pengujian haar_uji_e Terhadap haar_lat2	79

Tabel 4.18 Hasil Pengujian gab_uji_e Terhadap gab_lat2	80
Tabel 4.19 Hasil Pengujian haar_uji_f Terhadap haar_lat1	82
Tabel 4.20 Hasil Pengujian gab_uji_f Terhadap gab_lat1	82
Tabel 4.21 Hasil Pengujian haar_uji_g Terhadap haar_lat2	84
Tabel 4.22 Hasil Pengujian gab_uji_g Terhadap gab_lat2	85
Tabel 4.23 Hasil Pengujian haar_uji_h Terhadap haar_lat3	87
Tabel 4.24 Hasil Pengujian gab_uji_h Terhadap gab_lat3	87
Tabel 4.25 Hasil Pengujian haar_uji_i Terhadap haar_lat3	89
Tabel 4.26 Hasil Pengujian gab_uji_i Terhadap gab_lat3	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur Jaringan dengan Satu Lapisan Tersembunyi	17
Gambar 2.2	Arsitektur Jaringan dengan Dua Lapisan Tersembunyi	18
Gambar 2.3	Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner	19
Gambar 2.4	Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar	19
Gambar 2.5	Fungsi Penskalaan Wavelet Haar	24
Gambar 2.6	Dekomposisi Citra	25
Gambar 2.7	Fungsi Sinusoidal Kompleks	26
Gambar 2.8	Spasial Domain Wavelet Gabor	28
Gambar 2.9	Frekuensi Domain Wavelet Gabor	28
Gambar 4.1	Tahapan Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan ExpressionApp	38
Gambar 4.2	Use Case Diagram ExpressionApp	40
Gambar 4.3	Bagan Alir Program ExpressionApp untuk Proses Pelatihan Jaringan	40
Gambar 4.4	Bagan Alir Program ExpressionApp untuk Proses Pengujian Jaringan	42
Gambar 4.5	Rancangan Antarmuka Menu Utama ExpressionApp	45
Gambar 4.6	Rancangan Antarmuka Menu Thresholding	46
Gambar 4.7	Rancangan Antarmuka Menu Haar Wavelet	46
Gambar 4.8	Rancangan Antarmuka Menu Gabor Wavelet	47
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Data Set haar_lat1 dan gab_lat1 Terhadap Waktu Pelatihan Untuk Kombinasi Node Terbaik	51
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Data Set haar_lat1 dan gab_lat1 Terhadap Nilai MSE Untuk Kombinasi Node Terbaik	51
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Data Set haar_lat2 dan gab_lat2 Terhadap Waktu Pelatihan Untuk Kombinasi Node Terbaik.....	54
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Data Set haar_lat2 dan gab_lat2 Terhadap Jumlah Epoch Untuk Kombinasi Node Terbaik.....	54
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Data Set haar_lat3 dan gab_lat3 Terhadap Waktu Pelatihan Untuk Kombinasi Node Terbaik.....	57

Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat3 dan gab_lat3 Terhadap Jumlah Epoch Untuk Kombinasi Node Terbaik.....	57
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat1 dan gab_lat1 Terhadap Waktu Pelatihan Untuk Laju Belajar Terbaik	60
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat1 dan gab_lat1 Terhadap Jumlah Epoch Untuk Laju Belajar Terbaik	60
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat1 dan gab_lat1 Terhadap Nilai MSE Untuk Laju Belajar Terbaik	61
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat2 dan gab_lat2 Terhadap Waktu Pelatihan untuk Laju Belajar Terbaik	63
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat2 dan gab_lat2 Terhadap Jumlah Epoch untuk Laju Belajar Terbaik	64
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat2 dan gab_lat2 Terhadap Nilai MSE untuk Laju Belajar Terbaik	64
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat3 dan gab_lat3 Terhadap Waktu Pelatihan untuk Laju Belajar Terbaik	67
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat3 dan gab_lat3 Terhadap Jumlah Epoch untuk Laju Belajar Terbaik	67
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Data Set haar_lat3 dan gab_lat3 Terhadap Nilai MSE untuk Laju Belajar Terbaik	68
Gambar 4.24 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji A	72
Gambar 4.25 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji B	74
Gambar 4.26 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji C	77
Gambar 4.27 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji D	79
Gambar 4.28 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji E	81
Gambar 4.29 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji F	86
Gambar 4.30 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji G	88
Gambar 4.31 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji H	88
Gambar 4.32 Unjuk Kerja Jaringan Terhadap Data Uji I	91
Gambar 4.33 Perbandingan Unjuk Kerja Kedua Jaringan Secara Umum	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Laporan Tesis

SKPL (Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak)

DPPL (Desain dan Perancangan Perangkat Lunak)

PDHUPL (Perencanaan, Deskripsi, dan Hasil Uji Perangkat Lunak)

Lampiran 2 Data *set* pelatihan dan pengujian ExpressionApp

No.	Nama Set	No.	Nama Set
01	haar_lat1	13	haar_uji_d
02	gab_lat1	14	gab_uji_d
03	haar_lat2	15	haar_uji_e
04	gab_lat2	16	gab_uji_e
05	haar_lat3	17	haar_uji_f
06	gab_lat4	18	gab_uji_f
07	haar_uji_a	19	haar_uji_g
08	gab_uji_a	20	gab_uji_g
09	haar_uji_b	21	haar_uji_h
10	gab_uji_b	22	gab_uji_h
11	haar_uji_c	23	haar_uji_i
12	gab_uji_c	24	gab_uji_i

Lampiran 3 Sertifikat Publikasi Ilmiah