

**PEMBANGUNAN APLIKASI PENGENALAN CITRA
AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION*
DENGAN *WAVELET* SEBAGAI PEMROSESAN AWAL CITRA**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai
Derajat Sarjana Teknik Informatika**



Disusun oleh:

Daphne Eka Jayanti Weisling

NPM 06 07 04968

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

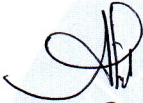
2011

Halaman Pengesahan
Tugas Akhir Berjudul
PEMBANGUNAN APLIKASI PENGENALAN CITRA
AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE *BACKPROPAGATION*
DENGAN *WAVELET* SEBAGAI PEMROSESAN AWAL CITRA

Disusun Oleh:
Daphne Eka Jayanti Weisling
NPM 06 07 04968

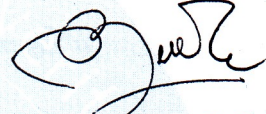
Dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal Juni 2011

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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

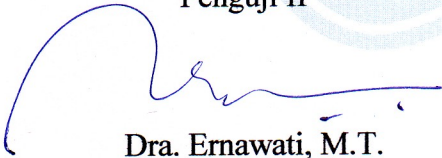
Tim Penguji:

Penguji I



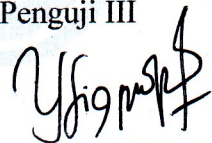
B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T.

Penguji II



Dra. Ernawati, M.T.

Penguji III



Y. Sigit Purnomo WP., S.T., M.Kom.

Yogyakarta, Juni 2011
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri



Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan bimbingan yang diberikan, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir adalah tahap akhir dalam studi yang diwajibkan kepada seluruh mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta setelah melalui dan lulus mata kuliah teori, praktikum, Kerja Praktek, dan Kuliah Kerja Nyata (KKN). Pembuatan Tugas Akhir ini bertujuan memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana Teknik Informatika dari Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa pembuatan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah menyumbangkan pikiran, tenaga, dan bimbingan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu melimpahkan kasih, berkat, bimbingan, dan harapan akan jalan yang terbaik bagi penulis.
2. Keluargaku yang kusayang, *daddy* dan mama yang selama ini telah mengusahakan yang terbaik serta memberi dukungan padaku, Manda dan Epin adik-adikku yang selalu menceriakan dan menyemangati hari-hariku, dan kadang-kadang mengganggu 😊 ayo kalian juga semangat!
3. Bapak B. Yudi Dwiandiyanta, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak waktu, kepercayaan, ilmu, bimbingan, masukan dan semangat kepada penulis.
4. Bapak Dr. Pranowo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu, kepercayaan, ilmu, bimbingan, masukan dan semangat kepada penulis.

5. Seluruh dosen Universitas Atma Jaya Yogyakarta, khususnya dari Program Studi Teknik Informatika yang pernah mengajar dan membimbing penulis selama mengikuti proses perkuliahan.
6. Rain Hard Napitu yang selalu memberikan sindiran, semangat, dan motivasi bagiku untuk terus maju, bahkan di saat-saat sulit. Terima kasih banyak, aku sangat menghargainya.
7. Teman-teman kampus yang sudah kuanggap sebagai sahabat: Mas Erik, Ade, Gabor, Erwin, Ogi, Defi, Febi, Aan, Rian, terima kasih atas dukungan, masukan, dan semangat yang kalian berikan selama ini, *God bless you all!*
8. Stefi atas waktu, dukungan, bantuan, semangat, dan kopimu ☺ *thank you so much*, sukses selalu.
9. Prima atas dukungan dan semangat yang kamu beri, kamu juga harus selalu semangat ya...
10. Pihak dan teman-teman lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu di sini, hanya ingin menyampaikan bahwa aku menyayangi kalian semua, terima kasih.

Demikian laporan Tugas Akhir ini telah dibuat dengan sebaik-baiknya oleh penulis. Namun penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu, kemampuan, dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dalam menerima saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan karya tulis di kemudian hari.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, Mei 2011

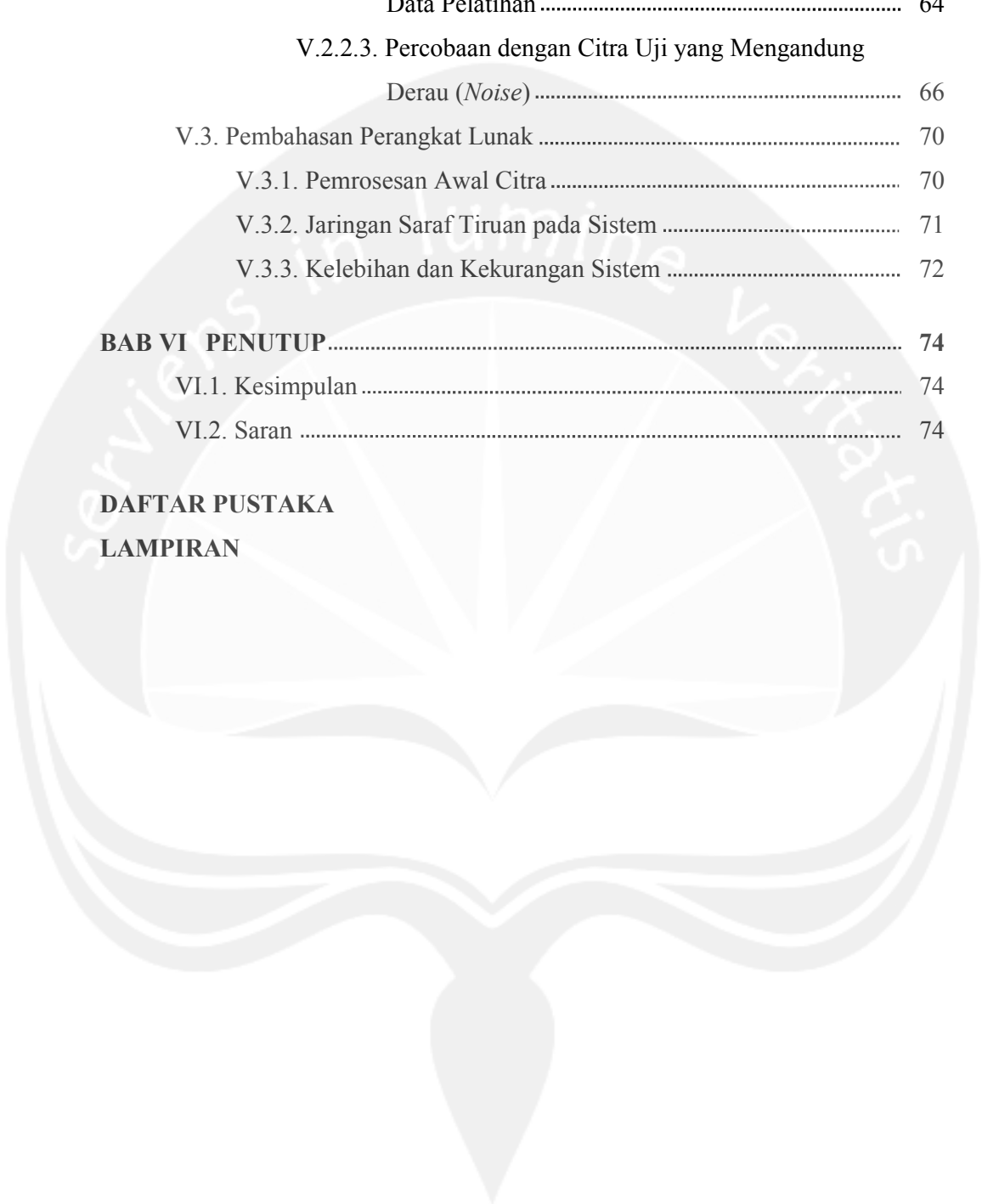
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan	3
I.5. Metodologi Penelitian	3
I.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	9
III.1. Citra	9
III.1.1. Pengolahan Citra Digital.....	10
III.1.2. Pengenalan Pola.....	10
III.2. Transformasi Wavelet.....	11
III.2.1. Wavelet Haar	12
III.3. Jaringan Saraf Tiruan	14
III.3.1. Struktur Dasar Jaringan Biologis	14
III.3.2. Konsep Jaringan Saraf Tiruan	15

III.3.3. Metode Pelatihan.....	16
III.3.4. Algoritma <i>Backpropagation</i>	17
III.3.4.1. Konsep <i>Backpropagation</i>	17
III.3.4.2. Algoritma Pelatihan <i>Backpropagation</i>	18
III.4. Microsoft .NET Framework.....	20
III.4.1. Bahasa Pemrograman C#.....	21
III.5. Aksara Jawa (Hanacaraka).....	23
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	24
IV.1. Analisis Sistem	24
IV.1.1. Lingkup Masalah	24
IV.1.2. Perspektif Produk	24
IV.1.3. Fungsi Produk	25
IV.1.4. Karakteristik Pengguna	27
IV.1.5. Batasan-batasan.....	27
IV.1.6. Kebutuhan Fungsionalitas Perangkat Lunak.....	28
IV.1.6.1. <i>Use Case Diagram</i>	28
IV.1.7. Spesifikasi Kebutuhan Fungsionalitas.....	28
IV.1.7.1. <i>Use Case Specification</i> : Pemrosesan Awal Citra....	28
IV.1.7.2. <i>Use Case Specification</i> : Ubah Set Pelatihan.....	29
IV.1.7.3. <i>Use Case Specification</i> : Pelatihan Aksara	30
IV.1.7.4. <i>Use Case Specification</i> : Pengujian Aksara	32
IV.1.8. <i>Entity Relationship Diagram</i> (ERD).....	33
IV.2. Perancangan Sistem.....	33
IV.2.1. Perancangan Arsitektur.....	33
IV.2.2. <i>Sequence Diagram</i>	34
IV.2.2.1. Pemrosesan Awal Citra	34
IV.2.2.2. Ubah Set Pelatihan	35
IV.2.2.3. Pelatihan Aksara	36
IV.2.2.4. Pengujian Aksara	37
IV.2.3. <i>Class Diagram</i>	38

IV.2.4. Deskripsi Kelas.....	38
IV.2.4.1. <i>Specific Design Class</i> FormWavelet.....	38
IV.2.4.2. <i>Specific Design Class</i> FormSet.....	39
IV.2.4.3. <i>Specific Design Class</i> FormPelatihan.....	39
IV.2.4.4. <i>Specific Design Class</i> FormPengujian.....	40
IV.2.4.5. <i>Specific Design Class</i> Preprocessing.....	40
IV.2.4.6. <i>Specific Design Class</i> Backpropagation.....	40
IV.2.4.7. <i>Specific Design Class</i> Database.....	41
IV.2.5. Perancangan Antarmuka.....	42
IV.2.5.1. Menu Utama.....	42
IV.2.5.2. Form Threshold dan Wavelet.....	43
IV.2.5.3. Form Ubah Set Pelatihan.....	44
IV.2.5.4. Form Pelatihan JST.....	45
IV.2.5.5. Form Pengujian JST.....	46
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....	47
V.1. Implementasi Sistem.....	47
V.1.1. <i>File</i> Hasil Implementasi.....	47
V.1.2. Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak.....	49
V.1.2.1. Menu Utama.....	49
V.1.2.2. Threshold dan Wavelet.....	50
V.1.2.3. Ubah Set Pelatihan.....	51
V.1.2.4. Pelatihan JST.....	52
V.1.2.5. Pengujian JST.....	53
V.1.2.6. Tentang Parawa.....	54
V.2. Pengujian Sistem.....	55
V.2.1. Pengujian Fungsionalitas Perangkat Lunak Parawa.....	55
V.2.2. Pengujian Hasil Perangkat Lunak Parawa.....	60
V.2.2.1. Percobaan dengan Citra Uji Termasuk dalam Data Pelatihan.....	61
V.2.2.2. Percobaan dengan Citra Uji Tidak Termasuk dalam	



Data Pelatihan	64
V.2.2.3. Percobaan dengan Citra Uji yang Mengandung Derau (<i>Noise</i>)	66
V.3. Pembahasan Perangkat Lunak	70
V.3.1. Pemrosesan Awal Citra	70
V.3.2. Jaringan Saraf Tiruan pada Sistem	71
V.3.3. Kelebihan dan Kekurangan Sistem	72
BAB VI PENUTUP	74
VI.1. Kesimpulan	74
VI.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Representasi citra digital 2 dimensi dengan <i>array</i> dari nilai diskret.....	9
Gambar 3.2. Contoh <i>wavelet</i> yang benar berdasarkan dua kondisi.....	11
Gambar 3.3. <i>Wavelet Haar</i>	12
Gambar 3.4. Transformasi <i>wavelet</i>	13
Gambar 3.5. Struktur sederhana sel saraf atau <i>neuron</i>	14
Gambar 3.6. Pemodelan neuron	15
Gambar 3.7. Arsitektur <i>Perceptron</i> sederhana dengan tiga lapisan	16
Gambar 3.8. Susunan lapisan <i>backpropagation</i>	18
Gambar 3.9. Struktur .NET Framework	21
Gambar 3.10. Huruf dasar hanacaraka	23
Gambar 4.1. Struktur konektifitas Parawa	25
Gambar 4.2. <i>Use Case Diagram</i> Parawa	28
Gambar 4.3. <i>Entity Relationship Diagram</i> Parawa	33
Gambar 4.4. Rancangan arsitektur Parawa	33
Gambar 4.5. <i>Sequence Diagram</i> : Pemrosesan Awal Citra	34
Gambar 4.6. <i>Sequence Diagram</i> : Ubah Set Pelatihan	35
Gambar 4.7. <i>Sequence Diagram</i> : Pelatihan Aksara	36
Gambar 4.8. <i>Sequence Diagram</i> : Pengujian Aksara	37
Gambar 4.9. <i>Class Diagram</i> Parawa	38
Gambar 4.10. Perancangan Antarmuka Menu Utama	42
Gambar 4.11. Perancangan Antarmuka Form Threshold & Wavelet	43
Gambar 4.12. Perancangan Antarmuka Form Ubah Set Pelatihan	44
Gambar 4.13. Perancangan Antarmuka Form Pelatihan JST	45
Gambar 4.14. Perancangan Antarmuka Form Pengujian JST	46
Gambar 5.1. Implementasi Antarmuka Menu Utama	49

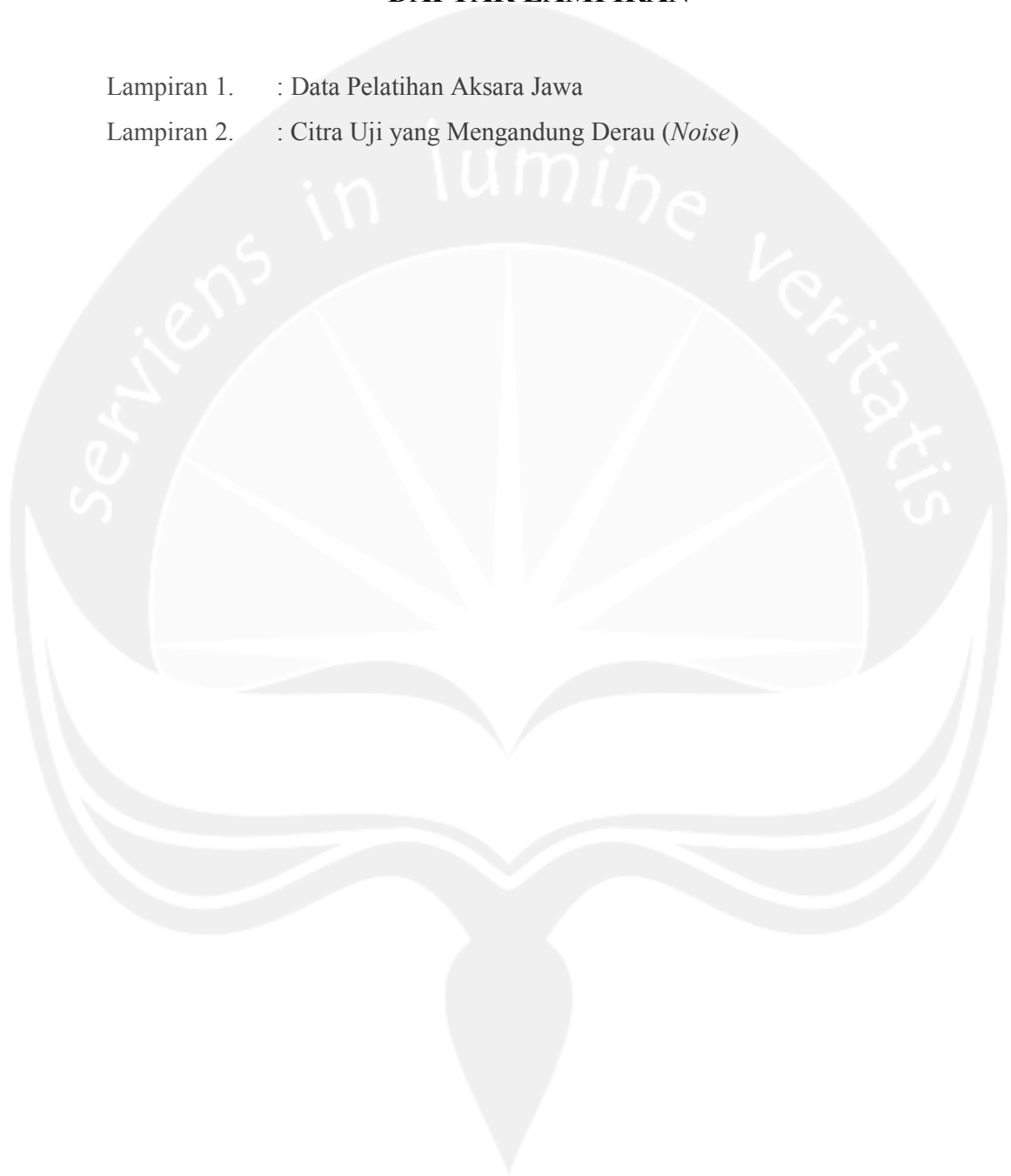
Gambar 5.2.	Implementasi Antarmuka Form Threshold dan Wavelet	50
Gambar 5.3.	Implementasi Antarmuka Form Ubah Set Pelatihan	51
Gambar 5.4.	Implementasi Antarmuka Form Pelatihan JST	52
Gambar 5.5.	Implementasi Antarmuka Form Pengujian JST	53
Gambar 5.6.	Implementasi Antarmuka Form Tentang Parawa	54
Gambar 5.7.	Contoh citra yang dilatih sistem Parawa	60
Gambar 5.8.	Grafik perubahan nilai <i>Mean Squared Error</i> (MSE) pada percobaan	62
Gambar 5.9.	Contoh citra uji yang mengandung derau (<i>noise</i>)	66
Gambar 5.10.	Tahap-tahap pemrosesan awal citra pada sistem Parawa	70
Gambar 5.11.	Contoh proses dekomposisi citra menggunakan transformasi <i>wavelet Haar</i> 2 level	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1.	Hasil dekomposisi penuh citra dengan resolusi 4 piksel..... 13
Tabel 5.1.	Hasil Implementasi Parawa 47
Tabel 5.2.	Tabel Pengujian Fungsi Perangkat Lunak Parawa 55
Tabel 5.3.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Termasuk Data Pelatihan (A) 61
Tabel 5.4.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Termasuk Data Pelatihan (B) 63
Tabel 5.5.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Tidak Termasuk Data Pelatihan (A) 64
Tabel 5.6.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Tidak Termasuk Data Pelatihan (B) 65
Tabel 5.7.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Mengandung Derau (A) 67
Tabel 5.8.	Tabel Hasil Percobaan untuk Citra Uji Mengandung Derau (B) 68

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. : Data Pelatihan Aksara Jawa
Lampiran 2. : Citra Uji yang Mengandung Derau (*Noise*)



Intisari

Di balik kelebihanannya, komputer memiliki kelemahan dibandingkan dengan kemampuan manusia memroses informasi. Salah satu contoh kelemahan komputer dibandingkan dengan manusia adalah kemampuan mengenali karakter. Pengenalan karakter merupakan hal yang dianggap sederhana dan umum dilakukan oleh manusia, namun merupakan tugas yang sulit jika dilakukan oleh komputer. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, dikembangkanlah sistem Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang mengambil konsep sistem saraf manusia. Salah satu metodenya yaitu *backpropagation* yang mempelajari pola dari suatu karakter, menyimpan bobotnya untuk kemudian mengenali karakter serupa.

Pembuatan Tugas Akhir ini bertujuan agar sistem yang dibangun dapat mengenali citra aksara Jawa setelah dilakukan pelatihan pada JST. Metode yang digunakan yaitu *backpropagation* dengan 1 lapisan tersembunyi. Sebelum citra diproses dalam JST, dilakukan dekomposisi citra dengan menggunakan transformasi *wavelet Haar* 2 level untuk mengurangi beban komputasi. Tugas Akhir ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dan *database* menggunakan SQL Server.

Hasil penelitian berupa sebuah perangkat lunak yang dapat melakukan pelatihan dan pengenalan terhadap citra aksara Jawa. Perangkat lunak dengan model arsitektur JST yang optimal dapat mengenali citra aksara Jawa dengan tingkat akurasi 97,857% untuk citra uji yang termasuk dalam data pelatihan, 45% untuk citra uji yang tidak termasuk dalam data pelatihan, dan 70,625% untuk citra uji yang mengandung *noise*.

Kata kunci: Aksara Jawa, *Wavelet Haar*, Jaringan Saraf Tiruan, *Backpropagation*, Pengenalan Karakter.