

**OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE  
BACKPROPAGATION UNTUK HURUF PADA CITRA SURAT**

Skripsi



oleh

**RICHARD FERNANDO S**

**22064162**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2014**

# **OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE BACKPROPAGATION UNTUK HURUF PADA CITRA SURAT**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Komputer

**RICHARD FERNANDO S**

**22064162**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2014

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE BACKPROPAGATION UNTUK HURUF PADA CITRA SURAT**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 22 Januari 2014



RICHARD FERNANDO S

22064162

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN  
METODE BACKPROPAGATION UNTUK HURUF  
PADA CITRA SURAT

Nama Mahasiswa : RICHARD FERNANDO S

N I M : 22064162

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

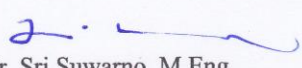
Kode : TIW276

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2013/2014

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 22 Januari 2014

Dosen Pembimbing I

  
Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

Dosen Pembimbing II

  
Dra. Widi Hapsari, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

### OPTICAL CHARACTER RECOGNITION DENGAN METODE BACKPROPAGATION UNTUK HURUF PADA CITRA SURAT

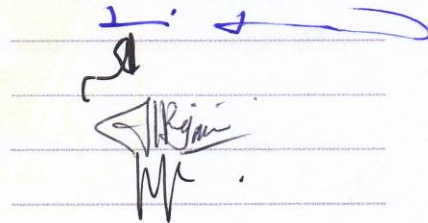
Oleh: RICHARD FERNANDO S / 22064162

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 16 Januari 2014

Yogyakarta, 22 Januari 2014  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
2. Dra. Widi Hapsari, M.T.
3. Gloria Virginia, S.Kom., M.L.A.
4. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.



Dekan

  
(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

  
(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, perlindungan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, hikmat dan pengetahuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga tercinta Papa, Mama, dan adik-adikku atas semangat dan kesabarannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Sri Suwarno, M.Eng selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan, bimbingan, semangat dan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Dra. Widi Hapsari, M.T selaku dosen Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan bimbingan, petunjuk dan masukan selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Nando, Rio, Moris, James, Bang Dod, Jose, Andre, Inot, 'her', yang tidak pernah lelah untuk mengingatkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman TI angkatan 2006 yang berjuang bersama juga telah memberikan semangat.
7. Alibaba crew dan Wisdom yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman TI UKDW, MANAJEMEN UKDW, SI UKDW, yang berjuang bersama juga telah memberikan semangat.
9. Rekan-rekan dan pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah

mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas dukungan dan doanya.

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian, sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program tugas akhir ini. Semoga ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta,

Penulis

©UKDW

## INTISARI

### Optical Character Recognition Dengan Metode Backpropagation Untuk Huruf Pada Citra Surat

Dalam skripsi ini dibuat program untuk mengenali dan menghitung jumlah huruf pada citra surat. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam pengenalan huruf sehingga dapat memudahkan proses digitalisasi dokumen surat.

Dalam perancangan Jaringan Syaraf Tiruan ini, masukan yang digunakan adalah 52 gambar pola huruf. Hasil akhir dari proses pengenalan yaitu huruf dalam bentuk teks dan jumlahnya. Proses dilakukan dalam 3 tahap yaitu *preprocessing*, pelatihan dan pengenalan. Pada *preprocessing* akan dilakukan proses *resize*, biner, *crop*, dan ekstrak. Setelah *preprocessing*, pola tersebut akan dipakai dalam pelatihan dengan memasukkan nilai alfa, jumlah unit tersembunyi, dan banyaknya iterasi. Proses terakhir adalah melakukan pengenalan pola menggunakan bobot dari pola yang sudah dilatihkan sebelumnya, apakah pola dapat dikenali atau tidak.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa metode *backpropagation* dapat mengenali huruf yang ada meskipun belum sempurna. Hasil penelitian menunjukkan, dengan ukuran karakter 7x10 piksel, nilai alfa antara 0,3-0,5, nilai epoch 1600 dan jumlah unit tersembunyi ( $z$ ) 35, tingkat akurasi sistem dapat mengenali pola sebesar 53,25%.

Kata Kunci: Optical Character Recognition, Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, Huruf, Citra Surat





## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
INTISARI .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Optical Character Recognition .....	6
2.2.2 Jaringan Syaraf Tiruan.....	7
2.2.3 Backpropagation .....	7
2.2.4 Arsitektur Backpropagation.....	7

2.2.5 Algoritma Backpropagation .....	10
2.3 Optical Character Recognition Menggunakan Backpropagation.....	11
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>13</b>
3.1 Spesifikasi Sistem .....	13
3.1.1 Kemampuan Sistem .....	13
3.1.2 Alat .....	13
3.2 Gambaran Kerja Sistem .....	14
3.3 Pelatihan Backpropagation .....	15
3.4 Pengenalan Backpropagation .....	15
3.5 Perancangan Antar Muka Sistem .....	15
3.5.1 Perancangan Form Utama Sistem .....	15
3.5.2 Perancangan Form Pola Master .....	16
3.5.3 Perancangan Form Pelatihan .....	16
3.5.4 Perancangan Form Pengenalan .....	16
3.6. Data .....	17
3.6.1 Data Input .....	17
3.6.2 Data Output .....	17
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM .....</b>	<b>24</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	24
4.1.1 Antarmuka Sistem .....	24
4.1.1.1 Form Utama Sistem .....	24
4.1.1.2 Form Pola Master .....	25
4.1.1.3 Form Pelatihan .....	25
4.1.1.4 Form Pengenalan .....	26
4.1.2 Implementasi Proses .....	27
4.1.2.1 Resize .....	27
4.1.2.2 Biner .....	27
4.1.2.3 Crop .....	28

4.1.2.4 Ekstrak .....	28
4.1.2.5 Pelatihan .....	30
4.1.2.6 Pengenalan .....	30
4.2 Analisis Sistem .....	31
4.2.1 Analisis Laju Pemahaman(alfa) Terhadap Hasil Pengenalan .....	34
4.2.2 Analisis Jumlah Unit Tersembunyi (z) Terhadap Hasil Pengenalan ...	35
4.2.3 Analisis Banyaknya Iterasi (Max Epoch) Terhadap Hasil Pengenalan .	37
4.2.4 Analisis Dengan Menggunakan Pola Master Lebih Dari Satu .....	39
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	43

©UKYDN

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Tabel target output	18
Tabel 4.1	Hasil Analisis alfa terhadap hasil pengenalan	34
Tabel 4.2	Hasil Analisis alfa terhadap akurasi	34
Tabel 4.3	Tabel hasil Analisis jumlah unit tersembunyi terhadap hasil pengenalan	36
Tabel 4.4	Hasil Analisis jumlah unit tersembunyi terhadap akurasi	36
Tabel 4.5	Tabel hasil Analisis banyaknya iterasi terhadap hasil pengenalan	37
Tabel 4.6	Hasil Analisis banyaknya iterasi terhadap akurasi	38
Tabel 4.7	Jumlah huruf yang terdeteksi pada <i>pre-processing</i>	39
Tabel 4.8	Hasil analisis menggunakan lebih dari satu pola master terhadap hasil pengenalan	41
Tabel 4.9	Hasil analisis menggunakan lebih dari satu pola master terhadap akurasi	41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Backpropagation Neural Network with One Hidden Layer	8
Gambar 2.2	diagram pengenalan huruf menggunakan backpropagation	11
Gambar 2.3	Arsitektur algoritma backpropagation	12
Gambar 3.1	Flowchart kerja sistem secara umum	20
Gambar 3.2	Flowchart pelatihan	20
Gambar 3.3	Flowchart pengenalan	21
Gambar 3.4	Form utama sistem	21
Gambar 3.5	Form pola master	22
Gambar 3.6	Form pelatihan	22
Gambar 3.7	Form pengenalan	23
Gambar 4.1	Form menu utama	24
Gambar 4.2	Form pola master	25
Gambar 4.3	Form pelatihan	26
Gambar 4.4	Form pengenalan	26
Gambar 4.5	Hasil proses resize	27
Gambar 4.6	Hasil proses biner	28
Gambar 4.7	Hasil proses crop	28
Gambar 4.8	Proses ekstrak	29
Gambar 4.9	Hasil proses ekstrak	29
Gambar 4.10	Hasil proses pelatihan	30
Gambar 4.11	Hasil proses pengenalan	30
Gambar 4.12	Citra pola pengenalan	31
Gambar 4.13	Citra pola master pertama	32
Gambar 4.14	Citra pola master kedua	33

Gambar 4.15	Diagram batang analisis alfa terhadap hasil pengenalan	35
Gambar 4.16	Diagram batang analisis jumlah unit tersembunyi terhadap hasil pengenalan	37
Gambar 4.17	Diagram batang analisis banyaknya iterasi terhadap hasil pengenalan	38

©UKDW

## INTISARI

### Optical Character Recognition Dengan Metode Backpropagation Untuk Huruf Pada Citra Surat

Dalam skripsi ini dibuat program untuk mengenali dan menghitung jumlah huruf pada citra surat. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam pengenalan huruf sehingga dapat memudahkan proses digitalisasi dokumen surat.

Dalam perancangan Jaringan Syaraf Tiruan ini, masukan yang digunakan adalah 52 gambar pola huruf. Hasil akhir dari proses pengenalan yaitu huruf dalam bentuk teks dan jumlahnya. Proses dilakukan dalam 3 tahap yaitu *preprocessing*, pelatihan dan pengenalan. Pada *preprocessing* akan dilakukan proses *resize*, biner, *crop*, dan ekstrak. Setelah *preprocessing*, pola tersebut akan dipakai dalam pelatihan dengan memasukkan nilai alfa, jumlah unit tersembunyi, dan banyaknya iterasi. Proses terakhir adalah melakukan pengenalan pola menggunakan bobot dari pola yang sudah dilatihkan sebelumnya, apakah pola dapat dikenali atau tidak.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa metode *backpropagation* dapat mengenali huruf yang ada meskipun belum sempurna. Hasil penelitian menunjukkan, dengan ukuran karakter 7x10 piksel, nilai alfa antara 0,3-0,5, nilai epoch 1600 dan jumlah unit tersembunyi ( $z$ ) 35, tingkat akurasi sistem dapat mengenali pola sebesar 53,25%.

Kata Kunci: Optical Character Recognition, Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, Huruf, Citra Surat

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Optical Character Recognition* (OCR) merupakan suatu proses pengenalan citra huruf menjadi data huruf (teks). Data teks yang diperoleh dapat dimanipulasi menggunakan aplikasi pengolah teks yang ada di komputer. Perkembangan *Optical Character Recognition* pada masa sekarang sudah sangat pesat, terlebih setelah ditemukannya mesin pemindai (*scanner*).

Proses OCR pada umumnya diselesaikan dengan menggunakan metode pengolahan citra digital. Langkah pengerjaan yang dilakukan contohnya, *pre-processing*, *low-level processing*, *mid-level processing*, dan *high-level processing*.

Penulis menawarkan solusi dalam pengenalan huruf pada citra surat menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan yaitu *Backpropagation*. Solusi ini bertujuan untuk mengenali dan mengetahui akurasi jumlah huruf yang ada pada sebuah citra surat. Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam pengenalan huruf dari hasil pemindaian (*scanning*) dokumen surat.

Dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dalam pengenalan pola, penulis akan mengembangkan aplikasi yang dapat mengenali dan menghitung jumlah huruf pada suatu surat. Surat yang digunakan merupakan surat yang dicetak dari bentuk digital (*softcopy*) ke bentuk kertas (*hardcopy*). *Optical character recognition* dengan metode *backpropagation* untuk huruf pada citra surat diharapkan dapat membantu dalam digitalisasi dokumen surat.



## 1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah membuat aplikasi yang mampu mengenal dan mengukur akurasi jumlah huruf pada citra surat yang dibandingkan dengan file digitalnya, dan menerapkan metode *backpropagation* dalam pengenalan huruf.

## 1.3 Batasan Masalah

Aplikasi yang akan dibangun memiliki batasan-batasan masalah yang meliputi :

- a. Metode yang digunakan untuk pengenalan dan menghitung tingkat akurasi huruf adalah *optical character recognition* dan *backpropagation*.
- b. Masukan yang diperlukan adalah citra surat dalam format bitmap, dengan resolusi 300dpi.
- c. Sistem mengambil informasi berupa citra surat yang dicetak dengan tulisan digital.
- d. *Image pre-processing* yang digunakan adalah *binarization*.
- e. Jenis huruf yang ada pada citra surat adalah jenis huruf *Times New Roman* dan *Courier*.
- f. Sistem hanya akan mengenali huruf saja.
- g. Huruf yang dikenali termasuk huruf besar (*uppercase*) dan kecil (*lowercase*).
- h. Pola master yang disediakan berjumlah 208 sampel dengan rincian :
  - Sampel huruf *Times New Roman* A-Z (26 buah), a-z (26 buah). Total keseluruhan 52 sampel.
  - Sampel huruf *Courier* A-Z (26 buah), a-z (26 buah). Total keseluruhan 52 sampel
- i. Ukuran sampel 50x40 piksel.
- j. Jumlah lapisan tersembunyi yang digunakan sebanyak 1 buah dengan unit tersembunyi sebanyak 40 buah

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini untuk mengetahui tingkat akurasi jumlah huruf pada citra surat menggunakan *optical character recognition* dengan metode *backpropagation*.

#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi literatur

Mencari dan mempelajari buku-buku referensi yang berhubungan dengan topik penelitian. Mencari dan mempelajari artikel-artikel referensi yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi dalam penulisan laporan dan pembuatan program, dengan menggunakan media cetak maupun elektronik.

2. Backpropagation

Melatih pola-pola huruf ke dalam jaringan *backpropagation* hingga diperoleh bobot optimal dari jaringan tersebut.

3. Pengujian dan analisis

Menguji pola-pola huruf dan menganalisa akurasi jumlah huruf.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu :

Bab 1 pendahuluan. Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 tinjauan pustaka. Bab ini berisi uraian dari konsep dan teori yang dipakai dalam pembuatan tugas akhir ini.

Bab 3 analisis dan perancangan sistem. Bab ini berisi rancangan pembuatan program secara keseluruhan termasuk *input*, *output*, dan algoritma.

Bab 4 implementasi dan analisis sistem. Pada bab ini dijelaskan tentang bagaimana rancangan pada bab 3 diimplementasikan ke dalam suatu bahasa pemrograman.

Bab 5 kesimpulan dan saran. Bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan. Bab ini juga berisi saran-saran pengembangan tugas akhir ini ke depan untuk kegiatan penelitian serupa agar kinerja sistem lebih baik dari sistem yang telah dibangun.

©UKDW

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari percobaan dan analisis yang penulis lakukan, diperoleh beberapa kesimpulan terkait kinerja sistem :

1. Pemilihan proses *pre-processing* menentukan tingkat keberhasilan dalam pengenalan huruf. *Pre-processing* yang baik akan menghasilkan citra pola master yang baik sehingga proses pengenalan menggunakan backpropagation akan mendapatkan hasil yang akurat.
2. Laju pemahaman ( $\alpha$ ) berpengaruh pada tingkat akurasi pengenalan, namun dengan nilai  $\alpha$  yang berbeda tingkat keberhasilan pengenalan sangat bervariasi. Sistem mendapatkan hasil pengenalan terbaik dengan *range*  $\alpha$  0,3 – 0,5.
3. Jumlah unit layer tersembunyi berpengaruh terhadap keberhasilan pengenalan huruf dari citra surat, keberhasilan meningkat sampai mencapai hasil terbaik dengan unit tersembunyi sebanyak 35 unit.
4. Jumlah iterasi (epoch) pada pelatihan dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan pada pengenalan huruf. Sistem mendapatkan hasil optimal dengan menggunakan 1600 iterasi. Meningkatkan iterasi lebih dari jumlah optimal, sistem mengalami penurunan tingkat keberhasilan dalam mengenali huruf.
5. Jumlah pola master yang digunakan dalam pelatihan mempengaruhi tingkat akurasi sistem dalam mengenali huruf. Pengenalan dengan lebih dari satu pola master memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya satu pola master yang digunakan dalam pelatihan.

## 5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan, ada beberapa pengembangan yang perlu dilakukan diantaranya :

1. Meningkatkan kualitas citra masukan.
2. Menambahkan proses *pre-processing* agar kualitas citra hasil scan yang akan dikenali makin baik, sehingga berdampak pada pengenalan huruf.
3. Algoritma *pre-processing* yang disarankan, memiliki kemampuan untuk mengenali piksel-piksel anggota huruf secara dinamis, sebagai contoh algoritma region growing.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2006). Metoda Backpropagation Neural Network Untuk Mengelompokkan Pola Huruf Tertentu. Depok : Skripsi Universitas Indonesia.
- Asthana,S., Sharma, N., & Rajdeep, S. (2011). Vehicle Number Plate Recognition Using Multiple Layer Backpropagation Neural Networks. International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering, Volume 1 (1), 35-38.
- Cheriet, M., Kharma, N., Liu, C.L, & Suen,Y. C. (2007). Character Recognition Systems. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Networks, Architecture, Algorithms, and Application. Prentice Hall.
- Gorgel, P., Kilic, N., Ucan, B., Kala, A., & Ucan, O. (2009). A Backpropagation Neural Network Approach For Ottoman Character Recognition. Intelligent Automation & Soft Computing, Volume 15 (3), 451-462.
- Siang, J.J. (2005). Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Wulan, S. Z. (2010). Pengenalan Pola Golongan darah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Malang : Skripsi Universitas Islam Negeri Malang.