

**OPTICAL CHARACTER RECOGNITION MENGGUNAKAN  
METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION  
PADA NOT ANGKA**

**Skripsi**



**Oleh :**

**James Elvis Yoku**

**22053956**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2013**

# **OPTICAL CHARACTER RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION PADA NOT ANGKA**

Skripsi



Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Teknik Informatika  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar  
Sarjana Komputer

**Disusun Oleh :**

**James Elvis Yoku**

**NIM. 22053956**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI  
INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
2013**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **OPTICAL CHARACTER RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION PADA NOT ANGKA**

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 keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 18 November 2013



JAMES ELVIS YOKU

22053956

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : OPTICAL CHARACTER RECOGNITION  
MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF  
TIRUAN BACKPROPAGATION PADA NOT  
ANGKA

Nama Mahasiswa : JAMES ELVIS YOKU

N I M : 22053956

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

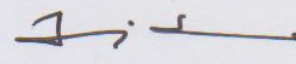
Semester : Gasal

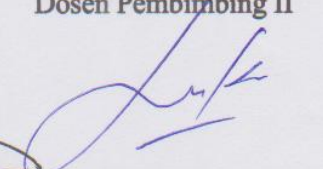
Tahun Akademik : 2013/2014

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 18 November 2013

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

  
Lukas Chrisantyo, M.Eng.



## HALAMAN PENGESAHAN

### OPTICAL CHARACTER RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION PADA NOT ANGKA

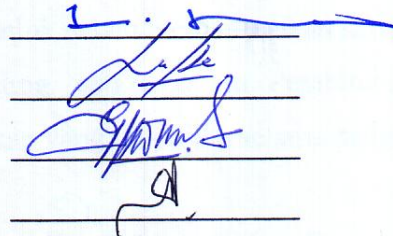
Oleh : JAMES ELVIS YOKU / 22053956

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  
4 Desember 2013

Yogyakarta, 10 Desember 2013  
Mengesahkan,

Dewan penguji

1. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
2. Lukas Chrisantyo, M.Eng.
3. Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.
4. Dra. Widi Hapsari, M.T.



Dekan

  
(Drs. Wimmie Handwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

  
(Nugroho Agus Haryono, M.Si.)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Optical Character Recognition Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Not Angka.

Penulisan laporan tugas akhir ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, yang mampu memberikan informasi berkualitas, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunanya.

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 Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan semangat dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi saya.
3. Bapak Lukas Chrisantyo, M.Eng. selaku dosen Pembimbing II, atas bimbingan, petunjuk dan masukan yang diberikan selama pengerjaan tugas ini sejak awal hingga akhir.
4. Keluarga tercinta, Anna dan Arai, Engel, Lisa, Carlos, Darius untuk kasih sayang, doa, dukungan semangat, dan materil yang tidak berkesudahan buat penulis.
5. Teman-teman Forum Mahasiswa Papua (FORMAPA-UKDW) yang selalu memberikan semangat.
6. Teman-teman Khenambai Umbai Jogja untuk banyak dukungan doa.

7. Teman – teman Teknik Informatika yang telah memberikan masukan dan semangat.
8. Keluarga Ramandey termasuk dan tidak terbatas Noabasaira dan Sera yang banyak mendukung dan menjadi motivasi.
9. Ikatan Pelajar dan Mahasiswa Papua Yogyakarta untuk semangat dalam kebersamaan.
10. Pihak lain yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

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. Sekali lagi penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Dan semoga ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 18 November 2013

Penulis

## INTISARI

### Optical Character Recognition Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Not Angka

Dalam skripsi ini dibuat program untuk pengenalan karakter-karakter not angka. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam pengenalan karakter not angka sehingga dapat memudahkan proses digitalisasi dokumen not angka.

Dalam perancangan Jaringan Syaraf Tiruan ini, masukan yang digunakan adalah 37 gambar pola not angka. masing-masing pola not angka diberi 5. Hasil akhir dari proses pengenalan yaitu not angka dalam format dokumen teks. Proses dilakukan dalam 3 tahap yaitu *preprocessing*, pelatihan dan pengujian/pengenalan. Setelah *preprocessing*, pola tersebut akan dipakai dalam pelatihan dengan memasukkan nilai *alfa*, *Epoch* dan jumlah unit *hidden layer*. 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 pola-pola not angka yang ada meskipun belum sempurna. Hasil penelitian menunjukkan, dengan ukuran karakter 7x10 piksel, nilai alfa 0,1, nilai epoch 1000 dan jumlah unit *hidden (z)* 18, dari 31 karakter yang dibandingkan dengan citra input ditemukan 8 karakter dikenali dengan tepat, dapat dikatakan tingkat akurasi sistem dapat mengenal pola adalah 25%.

Kata Kunci: Optical Character Recognition, Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, Not Angka



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.4.1 Optical Character Recognition.....	5
2.2.4.2 Citra.....	6
2.2.4.3 Pengolahan Citra.....	6
2.2.3.1 Segmentasi.....	7
2.2.3.2 Pengambangan ( <i>Thresholding</i> ).....	7
2.2.4.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....	7
2.2.4.1 Model Matematis JST.....	8
2.2.4.2 Komponen JST.....	9
2.2.4.3 Fungsi Aktifasi Sigmoid Bipolar.....	10

2.2.4.4	Arsitektur Jaringan .....	10
2.2.4.5	Backpropagation.....	11
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>		<b>15</b>
3.1	Spesifikasi Sistem .....	15
3.1.1	Kemampuan Sistem.....	15
3.1.2	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	16
3.1.3	Kebutuhan Perangkat Keras .....	16
3.2	Gambaran Kerja Sistem .....	17
3.2.1	Pelatihan Jaringan.....	22
3.2.2	Pengujian Jaringan .....	24
3.3	Perancangan Antarmuka Sistem .....	26
3.3.1	Perancangan Halaman Utama .....	26
3.3.2	Perancangan Halaman Setup Pola Master.....	27
3.3.3	Perancangan Halaman Pelatihan.....	28
3.3.4	Perancangan Halaman Pengujian .....	29
3.4	Data .....	30
3.4.1	Data Input .....	30
3.4.2	Data Output .....	31
3.4.3	Kamus Data .....	33
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....</b>		<b>34</b>
4.1	Implementasi Sistem .....	34
4.1.1	Antarmuka Program .....	34
4.1.1.1	Halaman Utama .....	34
4.1.1.2	Halaman Setup Pola Master .....	35
4.1.1.3	Halaman Pelatihan.....	39
4.1.1.4	Halaman Pengenalan .....	40
4.1.1.5	Halaman Informasi .....	43
4.1.2	Implementasi Input dan Output .....	43

4.1.2.1	Implementasi Input.....	43
4.1.2.2	Implementasi Output .....	45
4.1.3	Implementasi Algoritma.....	47
4.2	Analisis Sistem.....	51
4.2.1	Pengaruh Laju Pemahaman (Alfa) Terhadap Hasil Pengenalan .....	51
4.2.2	Pengaruh Jumlah Unit Layer Tersembunyi Terhadap Hasil Pengenalan .....	54
4.2.3	Pengaruh Maksimum Epoch Terhadap Hasil Pengenalan.....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		58
5.1	Kesimpulan .....	58
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59

©UKYDW

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Matematis Jaringan Syaraf Tiruan.....	8
Gambar 2.2 Jaringan syaraf propagasi balik dengan satu lapis tersembunyi.....	11
Gambar 3.1 Flowchart program secara umum.....	17
Gambar 3.2 Preprocessing.....	18
Gambar 3.3 contoh citra input.....	18
Gambar 3.4 Flowchart Pelatihan Jaringan.....	24
Gambar 3.5 Flowchart Pengujian.....	26
Gambar 3.6. Rancangan Antarmuka Halaman Utama.....	27
Gambar 3.7. Rancangan Halaman Setup Pola Master.....	28
Gambar 3.8. Rancangan Antarmuka Halaman Pelatihan.....	29
Gambar 3.9. Rancangan Antarmuka Halaman Pengujian.....	30
Gambar 3.10. karakter-karakter yang akan dikenali.....	31
Gambar 4.1 Halaman Utama.....	35
Gambar 4.2 Halaman Utama dropdown menu.....	35
Gambar 4.3. Halaman setup pola master.....	36
Gambar 4.4. Halaman setup pola master setelah memasukan gambar.....	36
Gambar 4.5. Halaman setup pola master setelah resize.....	37
Gambar 4.6. Halaman setup pola master citra monochrome.....	37
Gambar 4.7. Halaman setup pola master setelah proses crop.....	38
Gambar 4.8. Halaman setup pola master proses extract.....	38
Gambar 4.9. Halaman setup pola master, setup pola master.....	39
Gambar 4.10. Halaman Pelatihan.....	40
Gambar 4.11. Halaman pengenalan/Pengujian.....	40
Gambar 4.12. Halaman pengujian resize citra.....	41
Gambar 4.13. Halaman pengujian monochrome.....	41
Gambar 4.14. Halaman pengujian crop.....	42
Gambar 4.15. Halaman pengujian extract.....	42

Gambar 4.16. Halaman pengujian hasil pengenalan karakter.....	43
Gambar 4.17. Halaman informasi .....	43
Gambar 4.18 implementasi input setup pola master .....	44
Gambar 4.19 implementasi input pelatihan .....	44
Gambar 4.20. implementasi input pengujian .....	45
Gambar 4.21. implementasi output setup pola master .....	46
Gambar 4.22. implementasi output pelatihan .....	46
Gambar 4.23. implementasi output hasil pengenalan .....	47
Gambar 4.24 Grafik pengaruh alfa terhadap hasil pengenalan.....	53
Gambar 4.25 Grafik pengaruh jumlah unit hidden layer terhadap hasil pengenalan..	56
Gambar 4.26 Grafik pengaruh maksimum epoch terhadap hasil pengenalan.....	57

©UKDM

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 bobot ke unit tersembunyi.....	19
Tabel 3.2 bobot ke unit keluaran.....	19
Tabel 3.3 Karakter Not Angka dan Nama.....	31
Tabel 3.4. Kamus Data.....	33
Tabel 4.1.....	52
Tabel 4.2. Pengaruh jumlah unit layer tersembunyi terhadap hasil pengenalan.....	54
Tabel 4.3. Pengaruh maksimum epoch terhadap hasil pengenalan.....	56

©UKDW



## INTISARI

### Optical Character Recognition Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Not Angka

Dalam skripsi ini dibuat program untuk pengenalan karakter-karakter not angka. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dalam pengenalan karakter not angka sehingga dapat memudahkan proses digitalisasi dokumen not angka.

Dalam perancangan Jaringan Syaraf Tiruan ini, masukan yang digunakan adalah 37 gambar pola not angka. masing-masing pola not angka diberi 5. Hasil akhir dari proses pengenalan yaitu not angka dalam format dokumen teks. Proses dilakukan dalam 3 tahap yaitu *preprocessing*, pelatihan dan pengujian/pengenalan. Setelah *preprocessing*, pola tersebut akan dipakai dalam pelatihan dengan memasukkan nilai *alfa*, *Epoch* dan jumlah unit *hidden layer*. 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 pola-pola not angka yang ada meskipun belum sempurna. Hasil penelitian menunjukkan, dengan ukuran karakter 7x10 piksel, nilai alfa 0,1, nilai epoch 1000 dan jumlah unit *hidden* ( $z$ ) 18, dari 31 karakter yang dibandingkan dengan citra input ditemukan 8 karakter dikenali dengan tepat, dapat dikatakan tingkat akurasi sistem dapat mengenal pola adalah 25%.

Kata Kunci: Optical Character Recognition, Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, Not Angka

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan teknologi saat ini digitalisasi dokumen sudah menjadi sebuah tuntutan yang harus dilakukan, tidak terkecuali dokumen musik yang berupa notasi angka. Notasi angka merupakan cara penulisan musik selain notasi balok yang telah dijadikan standar penulisan musik di seluruh dunia, dimana penulisan nada dan ritma diwakili oleh simbol-simbol notasi angka yang memiliki arti khusus. Digitalisasi dokumen ini sering kali membutuhkan waktu dan tenaga manusia yang cukup banyak. Kemampuan komputer dalam mengolah angka sangat baik tetapi dalam mengolah informasi seperti citra, komputer tidak sebaik manusia. Kemampuan manusia dalam melihat sangat kompleks, mata manusia digunakan untuk menghasilkan persepsi yang terorganisasi terhadap gerakan, ukuran, bentuk, jarak, posisi relative, tekstur dan warna.

Sebagai solusi agar dapat menghemat waktu dan tenaga manusia dibutuhkan sistem yang mampu mengenali dan mengkonversi notasi angka kedalam bentuk dokumen digital. Komputer sebagai mesin yang akan membantu pekerjaan manusia harus diberi kemampuan melihat seperti yang dimiliki oleh manusia. Dalam tugas akhir ini penulis akan memanfaatkan jaringan syaraf tiruan backpropagation dalam pengenalan karakter notasi angka hasil pemindaian (scanning). Hasil pemindaian dalam format gambar bitmap dikenali setiap karakternya dan disimpan dalam bentuk dokumen teks agar dapat diubah, diperbanyak dan atau disebar.

Dengan memanfaatkan Jaringan Syaraf Tiruan dalam tugas akhir ini akan dikembangkan perangkat lunak komputer untuk mengenali simbol-simbol notasi angka sehingga diharapkan dapat menghemat waktu dan tenaga manusia untuk digitalisasi dokumen musik.

## 1.2 Perumusan Masalah

Masalah utama dalam tugas akhir ini adalah untuk membangun perangkat lunak yang mampu mengenali simbol-simbol notasi angka. Sistem juga harus mampu mengatasi ukuran input citra dokumen musik yang berbeda-beda, selanjutnya bagaimana menerapkan jaringan syaraf tiruan untuk mentransformasi citra dokumen musik ke dalam bentuk dokumen teks notasi angka.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan untuk pengenalan notasi angka pada aplikasi yang akan dibuat adalah jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.
2. Masukan yang diperlukan adalah citra notasi angka dalam format bitmap 24-bit, resolusi 200 dpi, yang merupakan hasil *scanning*.
3. Jenis *font* yang ada pada citra notasi angka adalah jenis *font Arial* dengan ukuran *font* 12 point, atribut normal.
4. Output yang dihasilkan dari aplikasi ini berupa format teks dan dapat disimpan dalam dokumen teks.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk mengimplementasikan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* pada pengenalan karakter not angka dalam sebuah perangkat lunak.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi pustaka dengan mempelajari buku-buku referensi dan informasi dari internet yang berkaitan dengan pengenalan karakter dan metode backpropagation
2. Mengumpulkan kebutuhan sistem aplikasi, mengembangkan aplikasi dan menguji aplikasi yang telah dibuat
3. Mengumpulkan dan mengujikan citra notasi angka hasil scanning pada aplikasi yang dibuat
4. Evaluasi terhadap aplikasi dan algoritma yang digunakan dalam penelitian ini

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Bab 1 adalah pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, metode dan sistematika penulisan.

Bab 2 berisi tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka. Landasan teori memuat penjelasan tentang konsep dan prinsip utama yang diperlukan untuk memecahkan masalah.

Bab 3 merupakan perancangan sistem yaitu analisis teori-teori yang digunakan, yaitu perancangan sistem secara keseluruhan termasuk input, output dan algoritma.

Bab 4 menjelaskan implementasi dan analisis sistem. Bab ini berisi pembahasan implementasi dan analisis dari sistem yang dibangun.

Bab 5 memuat kesimpulan dan saran. Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis kegiatan implementasi yang dilakukan dan saran-saran ke depan untuk kegiatan penelitian serupa agar kinerja sistem lebih baik dari sistem yang dibangun.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Laju pemahaman (Alfa) berpengaruh pada tingkat keberhasilan pengenalan, dengan nilai alfa yang berbeda tingkat keberhasilan pengenalan sangat bervariasi, dan tidak dapat disimpulkan bahwa menaikkan atau menurunkan nilai alfa meningkatkan keberhasilan pengenalan.
2. Meningkatkan jumlah iterasi (epoch) pada pelatihan dapat meningkatkan keberhasilan pada pengenalan.
3. Jumlah unit layer tersembunyi berpengaruh terhadap keberhasilan, keberhasilan meningkat sampai mencapai hasil terbaik kemudian meningkatkan jumlah unit layer tersembunyi mengurangi tingkat keberhasilan.
4. Hasil pengenalan terbaik diperoleh pada pelatihan dengan alfa 0,2 jumlah iterasi 1000 dan jumlah unit layer tersembunyi 25.

#### 5.2 Saran

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

1. Menambahkan karakter-karakter not angka yang akan dikenali.
2. Menambahkan proses *preprocessing* agar kualitas citra hasil scan yang akan dikenali makin baik, sehingga berdampak pada pengenalan karakter.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budi , M. W. S. (2011). Pengenalan Aksara Bali pada Pen Screen Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Yogyakarta : Skripsi UKDW
- Chrisantyo, L.A.A., Wijana,K., & Restyandito. (2007). Program Konversi Not Balok Dengan Struktur MusicXML Ke Not Angka. *Seminar Nasional Teknologi*. Yogyakarta : STIMIK Amikom.
- Eikvil, L. (1993). OCR - Optical Character Recognition. Oslo: Norsk Regnesentral, P.B.
- Henny. (2005). Pengenalan Karakter Tercetak Dengan Metode Pattern Matching. Yogyakarta : Skripsi UKDW
- Letsoin, B. N. N. (2010). Penerapan Metode Backpropagation Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Konversi Sandi Kotak Rangkap Ke Huruf Latin. Yogyakarta : Skripsi UKDW
- Mahastama, A.W. (2007). Optical Character Recognition Dengan Algoritma OCRchie. Yogyakarta : Skripsi UKDW
- Merry, T. (2010). Program Bantu Pendeteksi Angka Tulisan Tangan dengan Menggunakan Metode Backpropagation Yogyakarta : Skripsi UKDW
- Mori, S. (1999). Optical Character Recognition. Wiley-Interscience.
- Padhy, N.P. (1991). Artificial Intelligence And Intelligent System. New Delhi : Oxford University Press.
- Prasetyo, E. (2011). Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab. Yogyakarta : ANDI OFFSET.
- Putra, D. (2010). Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : ANDI OFFSET.
- Rao, V.B. & Rao, H.V. (1993). C++ Neural Networks and Fuzzy Logic. New York : Management Information Source, Inc.
- Rice, S., Nagy,G., & Nartker, T. (1999). Optical Character Recognition: An Illustrated Guide to the Frontier.Springer.
- Rich, E. & Knight K. (1991). Artificial Intelligence : An Engineering Approach. New York : McGraw-Hill



Siang,J.J. (2005). Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan MATLAB. Yogyakarta : ANDI OFFSET.

Sudarman & Ariyus D. (2007). Interaksi Manusia dan Komputer. Yogyakarta : ANDI OFFSET.

©UKDW