

**SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE
LEARNING VECTOR QUANTIZATION**

SKRIPSI



Oleh :

Jayadi
22094767

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

2016

**SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE
LEARNING VECTOR QUANTIZATION**

SKRIPSI



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

Disusun oleh :

Jayadi
22094767

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

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION

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, 4 Agustus 2016



JAYADI
22094767

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : SISTEM PENGENALAN NOT BALOK
MENGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR
QUANTIZATION

Nama Mahasiswa : JAYADI

N I M : 22094767

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2015/2016

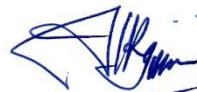
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 4 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Oleh: JAYADI / 22094767

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 27 Juli 2016

Yogyakarta, 4 Agustus 2016
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
2. Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.
3. Restyandito, S.Kom.,MSIS, Ph.D
4. Hendro Setiadi, M.Eng




Dekan

(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Maha Esa karena berkat kasih dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) Yogyakarta.

Sejak awal penyusunan skripsi ini hingga selesai penulis mendapat banyak bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis hendak mengucapkan terimakasih kepada :

- **Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs** dan **Gloria Virginia, S.Kom., MAI, Ph.D.** sebagai dosen pembimbing yang selalu bersedia memberikan bimbingan dan masukan.
- **Antonius Rachmat C, S.Kom., M.cs.** sebagai koordinator Tugas Akhir..
- Keluarga tercinta Papa dan Mama beserta kakak adik yang selalu mendukung dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Teman-teman Berkibi : Carlo, Ari, Adi, Sherly, Andi, Agung, Daniel, Guan, Ria, Ratih, Ayu, Tino, Desy, Lidia, Kevin dan teman-teman seangkatan lainnya yang selalu mendukung, memberi masukan, berbagi canda dan tawa selama ini.
- Pihak-pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini

Penulis menyadari skripsi ini memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan yang dimiliki oleh penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata semoga laporan ini berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 18 Juli 2016

Penulis

Jyadi

NIM : 22094742

©UKDWN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Not Balok	6
2.2.2 Paranada dan Birama.....	8
2.2.3 Jaringan Syaraf Tiruan	9
2.2.4 Learning Vector Quantization.....	9
A. Algoritma Pelatihan.....	10

	B. Algoritma Pengujian.....	11
2.2.5	Pengolahan Citra Digital	12
	2.2.5.1 Grayscale	12
	2.2.5.2 Thresholding	13
	2.2.5.3 Pengurangan Noise	14
	2.2.5.4 Segmentasi Citra	15
	2.2.5.5 Profil Proyeksi	15
	2.2.5.6 Ekstrasi Fitur	16
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	17
3.1	Gambaran Umum Sistem	17
3.2	Analisis Kebutuhan	18
	3.2.1 Analisis Data.....	18
	3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	18
	3.2.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	18
3.3	Rancangan Database	19
3.4	Rancangan Sistem	19
	3.4.1 Blok Diagram Sistem	20
	3.4.2 Flowchart	21
3.5	Rancangan Antar Muka Sistem	30
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	31
4.1	Implementasi Metode Pendekatan	31
	4.1.1 Proses <i>Grayscale</i> , <i>Thresholding</i> dan pengurangan <i>Noise</i>	31
	4.1.2 Proses Segmentasi	32
	4.1.3 Proses Cropping, Resizing dan Ekstrasi Fitur	32
	4.1.2 Proses Segmentasi	32
	4.1.4 Proses Segmentasi	34
4.2	Implementasi Antar Muka	35
	4.2.1 Tampilan Form	35
4.3	Analisis Sistem	37
	4.3.1 Proses Akusisi Data Masukan	37
	4.3.2 Hasil penyimpanan basis data	37
	4.3.3 Pengujian maksimal epoch dan jumlah pola master data terhadap keberhasilan pengujian.....	39

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53

©UKDWN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Pohon not	7
Gambar 2.2	Garis Paranada	8
Gambar 2.3	Birama 4/4 dengan Not penuh	9
Gambar 2.4	Arsitektur Jaringan LVQ	10
Gambar 2.5	Profil Proyeksi horizontal dan vertikal	16
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem	20
Gambar 3.2	Flowchart Proses <i>Grayscale</i>	22
Gambar 3.3	Flowchart Proses <i>Thresholding</i>	23
Gambar 3.4	Flowchart Proses Pengurangan <i>Noise</i>	24
Gambar 3.5	Flowchart Segmentasi Karakter	25
Gambar 3.6	Hasil Segmentasi	26
Gambar 3.7	Flowchart Ekstrasi Fitur	27
Gambar 3.8	Flowchart LVQ	28
Gambar 3.8	Arsitektur LVQ perhitungan not balok	29
Gamabr 3.10	Rancangan Antarmuka	30
Gambar 4.1	(a)Citra input (b)Citra setelah di- <i>grayscale</i> (c)Citra setelah di- <i>thresholding</i>	31
Gambar 4.2	(a) citra noise, (b) citra setelah dipengurangan noise	32
Gambar 4.3	(a) Citra Setelah pengurangan noise (b) Citra setelah tersegmen	32
Gambar 4.4	(a) Citra Setelah segmentasi , (b)Citra setelah di- <i>cropping</i> , (c) Citra <i>resize 30x100</i> <i>piksel</i>	35
Gambar 4.5	Ekstrasi fitur	33
Gambar 4.6	Form Pengenalan Not balok 1	35
Gambar 4.7	Form pengenalan not balok2	36

Gambar 4.8	Grafik Hasil pengujian data	44
Gambar 4.9	Citra uji nomor 2	48
Gambar 4.10	Citra uji nomor 9	48
Gamabr 4.11	Citra uji nomor 8	49
Gambar 4.12	Citra 158x182 piksel tidak tersegmentasi	49
Gambar 4.13	Citra uji nomor 5	49

©UKDW

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 2.1	Penjelasan Not Balok	7
Tabel 3.1	Tabel not balok	18
Tabel 4.1	Contoh data	38
Tabel 4.2	Hasil Pengujian 5 data pola master	39
Tabel 4.3	Hasil Pengujian 10 data pola master	41
Tabel 4.4	Hasil Pengujian 20 data pola master	42
Tabel 4.5	Proses Citra	45
Tabel 4.5	Hasil Pengujian	46
Tabel 4.6	Hasil Pengenalan Terhadap Dilakukannya Seluruh <i>Preprocessing</i>	57
Tabel 4.7	Pengaruh Nilai Ambang (T) Terhadap Pengenalan Citra	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh Perhitungan *Learning Vector Quantitation*

Lampiran 2 Module Program

©UKDW

INTISARI

SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Dunia musik merupakan salah satu topik yang paling digemari orang-orang sejak dahulu, banyak orang mempelajari tentang dunia musik seperti menyanyi, memainkan alat musik, memahami lirik lagu, membuat lagu dan membaca notasi musik. Notasi musik bisa berupa notasi angka dan notasi balok, bagi orang yang baru belajar notasi balok, proses untuk membaca dan memahami notasi balok bukan suatu hal yang mudah.

Pengenalan pola sering digunakan untuk pemecahan kasus seperti dalam proses pengolahan citra, salah satunya adalah sistem pengenalan not balok. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ yang merupakan salah satu metode dalam Jaringan Syaraf Tiruan dengan mengklasifikasikan pola yang mana masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang diperoleh sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Proses pengenalan pola diawali dengan *preprocessing* terhadap citra input, terdapat beberapa tahap yakni *grayscale*, *thresholding*, pengurangan *noise*, segmentasi, *cropping*, *resizing* dan ekstraksi fitur. Hasil *preprocessing* adalah vektor input yang akan digunakan untuk pengenalan pola dengan LVQ. Dalam penelitian ini persentase keberhasilan tertinggi dalam mengenali pola sebesar 83,43% pada 20 data pelatihan dengan Max epoch 10, 20, 30, 40, 50 dan 60.

Kata Kunci: *Learning Vector Quantization*, Pengenalan not balok, jaringan syaraf tiruan

INTISARI

SISTEM PENGENALAN NOT BALOK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Dunia musik merupakan salah satu topik yang paling digemari orang-orang sejak dahulu, banyak orang mempelajari tentang dunia musik seperti menyanyi, memainkan alat musik, memahami lirik lagu, membuat lagu dan membaca notasi musik. Notasi musik bisa berupa notasi angka dan notasi balok, bagi orang yang baru belajar notasi balok, proses untuk membaca dan memahami notasi balok bukan suatu hal yang mudah.

Pengenalan pola sering digunakan untuk pemecahan kasus seperti dalam proses pengolahan citra, salah satunya adalah sistem pengenalan not balok. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ yang merupakan salah satu metode dalam Jaringan Syaraf Tiruan dengan mengklasifikasikan pola yang mana masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang diperoleh sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Proses pengenalan pola diawali dengan *preprocessing* terhadap citra input, terdapat beberapa tahap yakni *grayscale*, *thresholding*, pengurangan *noise*, segmentasi, *cropping*, *resizing* dan ekstraksi fitur. Hasil *preprocessing* adalah vektor input yang akan digunakan untuk pengenalan pola dengan LVQ. Dalam penelitian ini persentase keberhasilan tertinggi dalam mengenali pola sebesar 83,43% pada 20 data pelatihan dengan Max epoch 10, 20, 30, 40, 50 dan 60.

Kata Kunci: *Learning Vector Quantization*, Pengenalan not balok, jaringan syaraf tiruan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau Neural Network merupakan cabang ilmu yang menarik pada dasa warsa terakhir. Manusia memiliki kemampuan mengingat suatu informasi pola secara menyeluruh dan mengadaptasi pemrosesan pola dengan baik. Jaringan syaraf tiruan dirancang dan dilatih untuk memiliki kemampuan seperti yang dimiliki oleh manusia. Beberapa aplikasi JST diantaranya *image processing* (pengolahan citra), *medicine* (ilmu kedokteran), *pattern recognition* (pengenalan pola) dan *speech recognition* (pengenalan suara).

Dunia musik merupakan salah satu topik yang paling digemari orang-orang sejak dahulu, banyak orang mempelajari tentang dunia musik seperti menyanyi, memainkan alat musik, memahami lirik lagu, membuat lagu dan membaca notasi musik. Notasi musik bisa berupa notasi angka dan notasi balok. Dalam pembelajaran musik terdapat istilah yang namanya *sight-reading*, yaitu kemampuan untuk memainkan musik dan notasi balok pada penglihatan awal. Menurut Kopiez, et al. (2006), *sight-reading* adalah kemampuan yang dibutuhkan oleh setiap musisi. Namun, proses untuk melakukan *sight-reading* pada dasarnya tidak mudah. Kemampuan yang kuat dalam membaca dan memahami setiap notasi balok sangat diperlukan untuk bisa menguasai teknik *sight-reading*. Bagi orang yang baru belajar notasi balok, proses untuk membaca dan memahami notasi balok bukan suatu hal yang mudah.

Pengenalan pola sering digunakan untuk pemecahan kasus seperti dalam proses pengolahan citra, salah satunya adalah sistem pengenalan not balok . Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengenali pola adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ adalah suatu metode pengklasifikasian pola yang mana masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu. LVQ melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas

yang diperoleh sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Apabila beberapa vektor input memiliki jarak yang sangat berdekatan, maka vektor-vektor input tersebut akan dikelompokkan dalam kelas yang sama (Kusumadewi, 2004, hal.295).

Dari penjelasan dan alasan diatas, penulis ingin membuat sistem pengenalan not nalok dari sebuah citra. Program ini akan menggunakan algoritma LVQ untuk mengenali pola not balok.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah metode *Learning Vector Quantization* dapat digunakan untuk mengenali pola not balok pada sistem pengenalan not balok?
2. Seberapa akurat metode *Learning Vector Quantization* dapat mengenali pola not balok?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Pengenalan pola yang dilakukan berupa bentuk not balok yakni :

2. Not yang dikenali berada dikunci G satu oktaf yakni : c d e f g a b.
3. Proses pengenalan dilakukan pada citra notasi balok dengan jumlah maksimal not 4 buah dalam satu garis paranada.
4. Pada garis ketiga dalam satu garis paranada penulisan not bertangkai dan not bertangkai bendera tetap ditulis tegak lurus.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan metode *Learning Vector Quantization* dalam pengenalan Not Balok pada sistem pengenalan Not Balok.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam pembuatan program ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka melalui membaca buku, jurnal, *e-book*, maupun artikel mengenai musik, pengolahan citra digital, dan jaringan syaraf tiruan yang mendukung penulisan tugas akhir.
2. Melakukan analisis terhadap masalah yang ada, batasan yang dimiliki, dan kebutuhan yang diperlukan. Seperti data citra notasi balok yang akan diteliti, ukuran citra notasi balok, proses pemrosesan citra notasi balok dan proses pelatihan dan pengujian melalui metode *Learning Vector Quantization*.
3. Pembuatan sistem dengan melakukan serangkaian uji coba terhadap program yang telah dibangun dan melakukan analisis terhadap program yang dibuat seperti pengaruh jumlah pola master, maksimal epoch dan pengujian jumlah maksimal 3 pola not pada satu garis paranada .

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini, akan dibagi dalam lima bab, yaitu:

Bab I sebagai pendahuluan merupakan gambaran umum tugas akhir yang berisi latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka. Bab ini terdiri dari dua sub bab, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Bab ini menjelaskan tentang penelitian-penelitian terdahulu beserta teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang diambil oleh penulis.

Bab III Analisis dan Perancangan Sistem. Bab ini terdiri dari beberapa sub bab yang digunakan dalam perancangan sistem, antara lain gambaran umum sistem, analisis kebutuhan, rancangan database, algoritma dalam membangun sistem, serta rancangan antarmuka sistem.

Bab IV Implementasi dan Analisis Sistem, berisi implementasi program berupa tampilan program. Disertakan input dan output program, penjelasan, pengujian, dan analisa dari sistem kerja program.

Bab V sebagai penutup akan berisi kesimpulan sebagai jawaban terhadap perumusan masalah yang diuraikan pada bab pendahuluan dan saran yang dapat membantu dan mengembangkan program pada waktu yang akan datang.

©UKDW

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap sistem mengacu pada hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses uji coba, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Learning Vector Quantization* dapat diimplementasikan ke dalam sistem pengenalan not balok sebagai metode pengenalan karakter.
2. Jumlah data pelatihan dan max epoch berpengaruh pada kemampuan sistem dalam mengenali pola, presentase keakuratan sistem dalam mengenali pola sebesar 83,43% pada 20 data pelatihan dengan Max epoch 10, 20, 30, 40, 50 dan 60, dengan demikian dapat dikatakan semakin banyak jumlah data pelatihan mempengaruhi keberhasilan pengenalan pola, sedangkan untuk Max Epoch menunjukkan bahwa semakin besar nilai Max Epoch tidak menjamin keberhasilan sistem dalam mengenali pola, sehingga perlu dilakukan beberapa percobaan untuk mendapatkan nilai Max Epoch yang cocok untuk LVQ.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disarankan beberapa hal yaitu :

1. Meningkatkan kinerja algoritma segmentasi sehingga proses segmentasi citra notasi balok dapat dilakukan dengan tingkat akurasi yang lebih baik tanpa menggunakan ketentuan ukuran citra masukan sebesar 480x220 piksel.
2. Pada pengembangan selanjutnya dapat dibuat secara dalam bentuk mobile secara real time pengenalan dan menghasilkan nada.
3. Pengenalan citra notasi musik dapat dikembangkan mengenali lebih banyak not dan tanda musik

4. Pemberian bobot vektor pada jaringan LVQ dapat diubah dengan menggunakan metode *Direction Feature* dalam proses ekstraksi fitur, dengan harapan dapat mengenali hasil pengenalan yang lebih baik.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A.C., Suwarno, Sri., Proboyekti, Umi (2011). Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Learning Vektor Quantization(LVQ).
- KBBI. (2014). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online - arti kata irama*. Dipetik 2 19, 2016, dari Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI): <http://kbbi.web.id/irama>
- KBBI. (2014). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online - arti kata nada*. Dipetik 2 19, 2016, dari Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI): <http://kbbi.web.id/nada>
- Kopiez, R., Weihs, C., Ligges, U., & Lee, J. (2006). Classification of High and Low Achievers in a Music Sight-Reading Task. *Psychology of Music*, 34(1), 5-26.
- Kristianto, A. (2004). *Jaringan Syaraf Tiruan*. Klaten : Gaya Media.
- Kusumadewi. (2004). *Membuat Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lakshmi, C.V dan Patvardhan,C. (2004). An Optical Character Recognition System For Printed Telugu Text. *Pattern Anal Applic*, 7:190-204 DOI 10.1007/s1007/s10044-004-0217-2. Springer-Verlag London Limited.
- Putra, D. (2010) *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Ronny, Rahman, S., & Munir, A. (2012). *Pengenalan Karakter dengan Segmentasi Citra dan Algoritma Learning Vector Quantization*.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8), 511-514.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and Cognitive Abilities. *Psychological Science*, 14(6), 317-320.
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-Term Positive Associations Between Music Lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(457-468), 2.
- Senouci, M., Liazid, A., Beghdadi, H. A., & Benhamamouch, D. (2006). A Segmentation Method to Handwritten Word Recognition. *Neural Network World*, 17(3), 225-236.
- Sunarya, I.M.G. (2012). *Pengenalan Aksara Bali Tercetak Pada Citra Dokumen Menggunakan Multi Layer Perceptron Dengan Pembelajaran*

Backpropagation (Tesis S2 Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2012).

Sutoyo, T., Mulyanto, Edy., Suhartono, Vincent., Nurhayati, O.D., dan Wijanarto. (2009) *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Widiarti, A.R. (2006). *Pengenalan Citra Dokumen Sastra Jawa Konsep dan Implementasinya* (Tesis S2 Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2012).

Widiarti, A.R. (2007). Segmentasi Citra Dokumen Teks Sastra Jawa Modern Menggunakan Profil Proyeksi. *SIGMA*, Vol. 10, No. 2, Juli 2007: 167-176, ISSN: 1410-5888.

© UKDW