

**Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan
Tercetak Menggunakan Hamming Net**

Skripsi



oleh
BUDIANTO
22094780

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

**Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan
Tercetak Menggunakan Hamming Net**

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

BUDIANTO
22094780

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan Tercetak Menggunakan Hamming Net

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 Agustus 2013



BUDIANTO

22094780

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN AKSARA MANDARIN DALAM
TULISAN TERCETAK MENGGUNAKAN
HAMMING NET

Nama Mahasiswa : BUDIANTO

N I M : 22094780

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

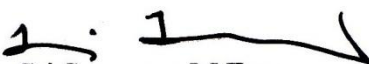
Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013



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

Dosen Pembimbing I


Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.

HALAMAN PENGESAHAN

Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan Tercetak Menggunakan Hamming Net

Oleh: BUDIANTO / 22094780

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 13 Agustus 2013

Yogyakarta, 18 Agustus 2013
Mengesahkan,


Dewan Penguji:

1. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
2. Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.
3. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
4. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.



DUTA WACANA



Dekan


(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi


(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengenalan Aksara Mandarin Dalam Tulisan Tercetak Menggunakan Hamming Net* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Pak **Ir. Sri Suwarno, M.Eng.**, selaku dosen pembimbing 1, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran dalam penulisan laporan dan pembuatan program Tugas Akhir ini.
2. Pak **Erick Purwanto, S.Kom, M.Com.**, selaku dosen pembimbing 2, yang telah memberikan ide, masukan, kritik dan saran dalam penulisan laporan dan pembuatan program Tugas Akhir ini.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan semangat, dukungan moral, kasih sayang, kesabaran, doa serta dukungan yang selalu menjadi motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Teman- teman Djenakers : Duduls, Jevon, Bryan, Ewald, Timo, Ndud, Richard, Abed untuk menjadi teman bercerita dan bersenda gurau yang selalu menghadirkan keceriaan.
5. Nelly yang selalu ada bagi penulis dikala suka dan duka, memberikan dukungan dan membangkitkan kembali semangat penulis ketika merasa lelah selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

6. Universitas Kristen Duta Wacana, selaku lembaga tempat penulis memperoleh ilmu.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung telah mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 30 Juli 2013

Penulis

Budianto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	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 Sistem	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Pengolahan Citra Digital	6
2.2.2 <i>Grayscale</i>	7
2.2.3 <i>Thresholding</i>	7
2.2.4 <i>Thinning</i>	8
2.2.5 Segmentasi	10
2.2.6 Jaringan Syaraf Tiruan	11
2.2.7 <i>Hamming Net</i> dan <i>MAXNET</i>	12

	2.2.8 Aksara Mandarin.....	16
	2.3 Implementasi <i>Hamming Net</i> dan <i>MAXNET</i>	17
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	21
	3.1 Gambaran Umum Sistem	21
	3.2 Analisis Kebutuhan	22
	3.2.1 Analisis Data	22
	3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	22
	3.2.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	22
	3.3 Rancangan Basis Data.....	23
	3.4 Rancangan Sistem	24
	3.4.1 Blok Diagram Sistem	24
	3.4.2 <i>Flowchart</i>	27
	3.5 Rancangan Antar Muka Sistem.....	31
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	35
	4.1 Implementasi Metode Pendekatan	35
	4.2 Penggunaan <i>Library</i>	37
	4.3 Implementasi Rancangan Antar Muka.....	37
	4.3.1 Implementasi Antar Muka Pembentukan Basis Data.....	38
	4.3.2 Implementasi Antar Muka Pengenalan	39
	4.4 Analisis Sistem.....	40
	4.4.1 Proses Akuisisi Data Masukan.....	40
	4.4.2 Hasil Implementasi Modul-Modul.....	41
	4.4.3 Hasil Penyimpanan Basis Data	44
	4.4.4 Analisis Hasil Pengenalan.....	45
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
	KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
	5.1 Kesimpulan	49
	5.2 Saran.....	49
	DAFTAR PUSTAKA	50

LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-1

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	HALAMAN
Gambar 2.1	Ilustrasi <i>Thinning</i>	8
Gambar 2.2	Contoh <i>Pixel</i> P1 dengan tetangganya	9
Gambar 2.3	Profil proyeksi horisontal dan vertikal	11
Gambar 2.4	Arsitektur <i>Hamming Net</i>	13
Gambar 2.5	Arsitektur <i>MAXNET</i>	15
Gambar 2.6	Ilustrasi ekstraksi ciri	17
Gambar 3.1	Blok diagram sistem	24
Gambar 3.2	Blok diagram pembentukan basis data	25
Gambar 3.3	Blok diagram pengenalan pola	26
Gambar 3.4	Flowchart Proses <i>Grayscale</i>	27
Gambar 3.5	Sambungan Flowchart Proses <i>Grayscale</i>	28
Gambar 3.6	Flowchart Proses <i>Thresholding</i>	29
Gambar 3.7	Flowchart Proses <i>Thinning</i> Langkah 1	30
Gambar 3.8	Flowchart Proses <i>Thinning</i> Langkah 2	31
Gambar 3.9	Rancangan Antar Muka Pembentukan Basis Data	32
Gambar 3.10	Rancangan Antar Muka Pengenalan Pola	33
Gambar 4.1	Potongan Kode Implementasi <i>Hamming Net</i> Dan <i>MAXNET</i>	35
Gambar 4.2	Sambungan Potongan Kode Implementasi <i>Hamming Net</i> Dan <i>MAXNET</i>	36
Gambar 4.3	Implementasi Antar Muka Basis Data	38
Gambar 4.4	Implementasi Rancangan Antar Muka Pengenalan	39
Gambar 4.5	Citra <i>Input</i>	41

Gambar 4.6	Citra Hasil <i>Grayscale</i>	41
Gambar 4.7	Citra Hasil <i>Threshold</i>	41
Gambar 4.8	Citra Hasil <i>Thinning</i>	42
Gambar 4.9	Ilustrasi Kesalahan Hasil Segmentasi	42
Gambar 4.10	Ilustrasi Hasil Segmentasi Yang Telah Dimodifikasi	43
Gambar 4.11	Diagram Hasil Pengenalan Font <i>SimSun</i>	45
Gambar 4.12	Diagram Hasil Pengenalan Font <i>SongTi</i>	46
Gambar 4.13	Diagram Hasil Pengenalan Font <i>MingLiu</i>	47
Gambar 4.14	Diagram Hasil Pengenalan Citra <i>Capture</i>	48

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	HALAMAN
Tabel 3.1	Kamus Data Eksemplar	23
Tabel 4.1	Beberapa Hasil Penyimpanan Aksara Mandarin	44

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	KETERANGAN	HALAMAN
Lampiran A	Lampiran Hasil Pengenalan	A-1
Lampiran B	Lampiran Source Code	B-1

INTISARI

Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan Tercetak Menggunakan Hamming Net

Bahasa Mandarin semakin diminati oleh berbagai kalangan, termasuk diantaranya warga Indonesia sendiri. Mempelajari bahasa Mandarin tidak hanya belajar bagaimana berbicara dan menulis dengan baik, juga mengharuskan mampu mengenali dan membaca aksara Mandarin. Untuk lebih mudah mengenali aksara Mandarin, dapat menggunakan teknik pengenalan pola pada komputer. Dengan teknik ini, pembelajaran aksara Mandarin dapat dibantu oleh komputer. Teknik-teknik Analisis Citra Dokumen dapat menghasilkan deskripsi sebuah citra, mempermudah proses pengenalan.

Berdasarkan informasi tersebut, maka pada penelitian ini dikembangkanlah sistem yang mampu mengenali citra dengan Aksara Mandarin tercetak. Metode *Hamming Net* dan *MAXNET* dalam Jaringan Saraf Tiruan digunakan sebagai metode klasifikasi dalam penelitian ini. Dengan 3 jenis *font* dalam basis data, masing-masing *font* diuji 4 nilai *threshold* dan setiap nilai *threshold* diuji 4 ukuran ekstraksi ciri.

Proses pengenalan Aksara Mandarin dimulai dari melakukan *preprocessing* pada citra *input*, ekstraksi ciri kemudian mencari eksemplar paling mirip dengan *Hamming Net* dan *MAXNET*. Dalam penelitian ini, citra *input* yang digunakan memiliki jumlah karakter sebanyak 215, dan karakter unik sebanyak 103. Metode klasifikasi yang diterapkan dalam sistem ini memiliki persentase keberhasilan sebesar 90,23%. Proses pengenalan dipengaruhi oleh jenis font yang digunakan, nilai *threshold* dan ukuran ekstraksi ciri.

Kata kunci : Pengenalan Pola, Aksara Mandarin, *Image Preprocessing*, Jaringan Saraf Tiruan, *Hamming Net*, *MAXNET*.

INTISARI

Pengenalan Aksara Mandarin dalam Tulisan Tercetak Menggunakan Hamming Net

Bahasa Mandarin semakin diminati oleh berbagai kalangan, termasuk diantaranya warga Indonesia sendiri. Mempelajari bahasa Mandarin tidak hanya belajar bagaimana berbicara dan menulis dengan baik, juga mengharuskan mampu mengenali dan membaca aksara Mandarin. Untuk lebih mudah mengenali aksara Mandarin, dapat menggunakan teknik pengenalan pola pada komputer. Dengan teknik ini, pembelajaran aksara Mandarin dapat dibantu oleh komputer. Teknik-teknik Analisis Citra Dokumen dapat menghasilkan deskripsi sebuah citra, mempermudah proses pengenalan.

Berdasarkan informasi tersebut, maka pada penelitian ini dikembangkanlah sistem yang mampu mengenali citra dengan Aksara Mandarin tercetak. Metode *Hamming Net* dan *MAXNET* dalam Jaringan Saraf Tiruan digunakan sebagai metode klasifikasi dalam penelitian ini. Dengan 3 jenis *font* dalam basis data, masing-masing *font* diuji 4 nilai *threshold* dan setiap nilai *threshold* diuji 4 ukuran ekstraksi ciri.

Proses pengenalan Aksara Mandarin dimulai dari melakukan *preprocessing* pada citra *input*, ekstraksi ciri kemudian mencari eksemplar paling mirip dengan *Hamming Net* dan *MAXNET*. Dalam penelitian ini, citra *input* yang digunakan memiliki jumlah karakter sebanyak 215, dan karakter unik sebanyak 103. Metode klasifikasi yang diterapkan dalam sistem ini memiliki persentase keberhasilan sebesar 90,23%. Proses pengenalan dipengaruhi oleh jenis font yang digunakan, nilai *threshold* dan ukuran ekstraksi ciri.

Kata kunci : Pengenalan Pola, Aksara Mandarin, *Image Preprocessing*, Jaringan Saraf Tiruan, *Hamming Net*, *MAXNET*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini bahasa Mandarin (华语 Huáyǔ) semakin diminati oleh berbagai kalangan terbukti dengan banyaknya warga negara asing yang belajar bahasa Mandarin, termasuk diantaranya warga Indonesia sendiri. Mempelajari bahasa Mandarin tidak hanya belajar bagaimana berbicara dengan baik, juga mengharuskan lancar dalam menulis, mengenali dan membaca aksara Mandarin (汉字 Hànzì).

Membaca aksara mandarin dibantu dengan sistem pinyin (拼音 Pīnyīn) atau sering disebut cara mengeja. Pinyin adalah sebuah sistem dalam bahasa Mandarin yang menuliskan aksara Mandarin dalam bentuk Latin. Masalah yang sering dijumpai ketika seseorang mempelajari bahasa Mandarin adalah mengenali aksara Mandarin.

Untuk lebih mudah mengenali aksara Mandarin, dapat menggunakan teknik pengenalan pola pada komputer. Perkembangan teknik pengenalan pola memungkinkan komputer mengenali sidik jari, wajah, suara maupun tulisan. Dengan teknik ini, pembelajaran aksara Mandarin dapat dibantu oleh komputer, yakni dengan mengenali pola tersebut. Salah satu metode untuk klasifikasi pola dalam Jaringan Syaraf Tiruan adalah *Hamming Net*.

Sebelum citra siap dikenali, citra dilakukan proses Analisis Citra Dokumen (*Document Image Analysis*) adalah sebuah ilmu yang membahas teknik untuk menghasilkan deskripsi sebuah citra. Sebuah citra hasil scan tentunya memiliki background, berwarna. Sehingga citra tersebut harus diproses terlebih dahulu untuk mendapatkan fitur aksara Mandarin-nya. Fitur-fitur tersebut akan dikenali untuk mendapatkan aksara latinnya (拼音 Pīnyīn).

Pada skripsi ini, dilakukan pengenalan terhadap aksara Mandarin tercetak dari komputer dan nantinya akan dikenali.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Hamming Net* untuk mengenali citra hasil *scan* dokumen tercetak dengan karakter aksara Mandarin?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma-algoritma yang berkaitan dengan analisis citra yang dapat mengenali masukan citra hasil *scan* dokumen tercetak dengan karakter aksara Mandarin?

1.3 Batasan Sistem

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

1. Input berupa citra hasil *scan* dokumen tercetak komputer dengan banyak baris.
2. Citra *input* hanya berisi aksara Mandarin.
3. Merupakan hasil *scan* dari 2 halaman buku pelajaran SMA Kelas XII.
4. Inputan berupa *image* dengan *format* .jpg.
5. Citra dianggap sudah dalam keadaan lurus.
6. Jenis *font* yang digunakan dalam basis data adalah *MingLiu*, *SimSun* dan *SongTi*.
7. *Output* berupa terjemahan per karakter aksara Mandarin dalam bentuk tulisan Mandarin dan pinyin.

1.4 Tujuan Penelitian

Merancang dan membuat sebuah perangkat lunak yang mampu mengolah citra hasil *scan* dan mengenali aksara Mandarin yang terdapat di citra tersebut.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis menggunakan beberapa tahap penelitian, yaitu:

1. Studi pustaka, yaitu mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.
2. Pembangunan perangkat lunak.
3. Melakukan serangkaian uji coba terhadap program yang telah dibangun dan melakukan analisis terhadap program yang dibuat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini secara garis besar dapat dituliskan sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan, akan berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori, akan berisi landasan yang digunakan ataupun yang berkaitan dengan skripsi.

Bab 3 Perancangan Sistem, membahas mengenai algoritma yang digambarkan dengan menggambarkan alur kerja sistem beserta perancangan antar muka sistem.

Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem, berisi implementasi program berupa interface/tampilan program. Disertakan input dan output program, penjelasan, pengujian, dan analisa dari sistem kerja program.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang mungkin untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Metode *Hamming Net* dan *MAXNET* dapat diterapkan ke dalam sistem ini sebagai metode pengenalan dalam mengenali citra karakter menggunakan jenis *font SimSun*, nilai *threshold* 120 dan ukuran ekstraksi ciri 50x50 menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 90,23%.
2. Algoritma segmentasi yang telah di modifikasi menghasilkan *output* yang lebih baik.
3. Pemilihan jenis *font* yang tepat oleh pengguna mempengaruhi hasil *output* sistem.
4. *Preprocessing* dengan nilai *threshold* 120 dan 130 dengan ukuran ekstraksi ciri 50x50 menghasilkan *output* terbaik.

5.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan penambahan metode peningkatan kualitas citra dalam melakukan pengolahan awal sehingga dapat memperoleh citra dengan kualitas yang lebih baik.
2. *User* tidak perlu melakukan pemilihan jenis *font*.
3. Perlu dilakukan uji coba terhadap jenis ekstraksi ciri yang lain.
4. Perlu dicoba pada citra yang berupa tulisan tangan.
5. Mengembangkan sistem berbasis pada *mobile*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Alfa Ceria., Suwarno, Sri., Proboyekti. 2011. Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ). *Jurnal Informatika Vol 7, No 1*. April 2011, ISSN: 16937279 [<http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/issue/view/9>, diakses tanggal 13 Maret 2013]
- Aribowo, Arnold., Lukas, Samuel, dan Handy Handy. 2007. Handwritten Alphabet Recognition Using Hamming Network. *Jurnal Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007*, Juni 2007, ISSN : 1907-5022 [<http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1697/1479>, diakses tanggal 13 Maret 2013]
- Daniel dan Witanto Michael. (2005). Pengenalan Karakter Mandarin Dengan Metode Backpropogation (Skripsi S1 Jurusan Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara Jakarta, 2005).
- Fausett, Laurene V, *Fundamentals of Neural Networks - Architectures, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall, 1994.
- Gupta, Amit Kumar. Singh, Yash Pal. 2011. *Analysis of Hamming Network and MAXNET of Neural Network Method in the String Recognition*. 2011 International Conference on Communication System and Network Technologies.
- Mahatmaputra, Samuel., David., Rosmina, dan Lestari, Dewi. 2011. Pengenalan Citra Karakter Mandarin Menggunakan Metode Matriks Kuadran pada Mobile Device. *Jurnal Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2011*, Juni 2011, ISSN : 1907-5022 [<http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/2650/2429>, diakses tanggal 10 Maret 2013].

- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Penerbit Informatika Bandung.
- Santi, Candra Noor. 2001. Mengubah Citra Berwarna Menjadi GrayScale dan Citra biner. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 16, No.1*, Januari 2011 : 1419, ISSN : 08549524. [<http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/download/346/223>, diakses tanggal 15 Maret 2013].
- Suhari, Yohanes. 2010. Jaringan Syaraf Tiruan : Aplikasi Pemilihan Merek. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume XV, No.2*, Juli 2010 : 90-95, ISSN : 0854-9524. [<http://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/fti1/article/download/116/111>, diakses tanggal 13 Maret 2013].
- Sutoyo, T., Mulyanto, Edy., Suhartono, Vincent., Nurhayati, O.D., dan Wijanarto. (2009) *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Thiang Thiang. 2005. Pengenalan Karakter dengan Menggunakan Hamming Network. *Jurnal Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005*, Juni 2005, ISBN : 979-756-061-6. [<http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1362/1143>, diakses tanggal 13 Maret 2013]
- Widiarti, Anastasia Rita. 2007. Segmentasi Citra Dokumen Teks Sastra Jawa Modern Mempergunakan Profil Proyeksi. *Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 10, No. 2*. Juni 2007, ISSN: 1410-5888 [<http://jurnalsigma.com/jurnal-173-segmentasi-citra-dokumen-teks-sastra-jawa-modern-mempergunakan-profil-proyeksi.html> diakses tanggal 10 Maret 2013]
- Yen, J.C. dan Chang, S., Improved Winner-Take-All Neural Network, *Electronics Letters, Vol.28, No.7* 662-664, 1992.
- Zurnawita dan Suar, Zulharbi. 2009. Algoritma Image Thinning. *Jurnal Elektron Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang Volume 1 No. 1*, Juni 2009, ISSN: 2085-6989.