

PENGENALAN POLA AKSARA BATAK TOBA

Skripsi



oleh
CANDRA ARRIS SAPUTRA
22084571

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

PENGENALAN POLA AKSARA BATAK TOBA

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

CANDRA ARRIS SAPUTRA
22084571

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengenalan Pola Aksara Batak Toba

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, 28 Agustus 2013



CANDRA ARRIS SAPUTRA
22084571

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN POLA AKSARA BATAK TOBA
Nama Mahasiswa : CANDRA ARRIS SAPUTRA
N I M : 22084571
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Genap
Tahun Akademik : 2012/2013

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 28 Agustus 2013

Dosen Pembimbing I

Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

Dosen Pembimbing II

Dra. Widi Hapsari, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Pengenalan Pola Aksara Batak Toba

Oleh: CANDRA ARRIS SAPUTRA / 22084571

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, 28 Agustus 2013
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
2. Dra. Widi Hapsari, M.T.
3. Antonius Rachmat C., SKom., M.Cs
4. Theresia Hertina R., S.Kom., M.T.



Dekan

(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur diucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan berkat dan kasih karunia-Nya lah sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Pengenalana Pola Aksara Batak Toba dengan Metode *Self-Organizing Map* dengan baik .

Penulisan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu kelengkapan dalam memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Komputer sekaligus melatih mahasiswa untuk menghasikan sebuah karya ilmiah yang dapat berguna bagi banyak orang.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan masukan, bimbingan dan motivasi yang bermanfaat bagi penulis. Untuk itu penulis ingin mengambil sedikit kesempatan untuk mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Suwarno, M.Eng dan Ibu Dra. Widi Hapsari, M.T. selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Mama ku R. Doloksaribu, abangku Riyan Manurung dan adikku Ridho Manurung. Terima kasih atas segalanya dan semua hal terbaik yang telah diberikan. Bapak ku Alm. B. Manurung, thank you for everything, rest in peace forever.
3. Teman-teman TI 2008 yang mengenalku dengan baik dan yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
4. Semua teman-teman di UKDW dan Yogyakarta dan yang mengenalku dengan baik dan selalu menjadi teman terbaik.
5. My old friends : Ronald, Yefia, Thelma, Febicola yang telah menemani, menghibur dan memberi semangat kepada penulis.

6. Serta pihak-pihak lain yang telah bersedia memberikan semangat dan masukan

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang dimiliki penulis, baik di dalam program maupun laporan tugas akhir ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan diri penulis dikemudian hari.

Akhir kata penulis ingin memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan dalam program dan laporan yang telah dibuat. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Yogyakarta Agustus 2013

Penulis

INTISARI

Pengenalan Pola Aksara Batak Toba dengan Menggunakan Metode *Self-Organizing Map*

Tugas akhir ini mengembangkan sistem untuk mengenali pola aksara Batak Toba dengan menggunakan metode *Self-Organizing Map*. Data citra yang digunakan adalah hasil tulisan tangan yang di-*scan* dan disimpan ke dalam format BMP.

Dalam penelitian ini terdapat 19 pola aksara Batak Toba yang akan menjadi data latih dan data uji. Setiap pola akan diskalakan dalam matriks 13×13 sehingga *input* yang digunakan pada jaringan yaitu X_1 sampai X_{169} . Sistem yang dibangun terdiri dari 3 tahapan proses, yaitu proses normalisasi, proses pelatihan dan proses pengujian. Proses normalisasi bertujuan untuk memperoleh data biner dari citra dan menskalakan citra ke dalam matriks 13×13 . Kemudian akan dilakukan proses pelatihan dengan menggunakan jaringan saraf tiruan *Self-Organizing Map*. Setelah itu dilakukan proses pengujian kepada data latih dan data uji.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa metode *Self-Organizing Map* pada program pengenalan pola aksara Batak Toba memiliki tingkat kemiripan rata-rata tertinggi 100% dalam mengenali pola pada data yang sudah pernah mendapatkan pelatihan dengan jumlah *epoch* 200 *epoch* pada topologi *rectangular* dan *hexagonal*. Tingkat kemiripan 100% tersebut tidak selalu bisa didapatkan karena bobot awal ditentukan dengan cara acak. Pada data uji baru yang belum pernah mendapatkan pelatihan diperoleh tingkat kebenaran rata-rata tertinggi 54.38% dengan jumlah *epoch* 200 *epoch* pada topologi *rectangular*.

Kata Kunci: Aksara, Batak Toba, Jaringan Saraf Tiruan, dan *Self-Organizing Map*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
INTISARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metode/pendekatan	2
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	2
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 <i>Preprocessing</i>	6
2.2.2 Jaringan Saraf Tiruan	7
2.2.3 <i>Self-Organizing Map</i>	8
2.2.4 Topologi <i>Self-Organizing Map</i>	9
2.3 Aksara Batak Toba	12
2.4 Self-Organizing Map Untuk Pengenalan Aksara Batak Toba	13
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM	14
3.1 Spesifikasi Sistem	14
3.1.1 Spesifikasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	14

3.1.2 Spresifikasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	14
3.2 <i>Use Case</i> Diagram.....	15
3.3 <i>Flowchart</i>	15
3.3.1 <i>Flowchart</i> Proses Normalisasi	15
3.3.2 <i>Flowchart</i> Proses Pelatihan.....	17
3.3.3 <i>Flowchart</i> Proses Pengujian.....	18
3.4 Perancangan Antar Muka Pengguna	19
3.4.1 Rancangan <i>Form</i> Menu Utama	19
3.4.2 Rancangan <i>Form</i> Normalisasi.....	20
3.4.3 Rancangan <i>Form</i> Pelatihan	20
3.4.4 Rancangan <i>Form</i> Pengujian	21
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM.....	23
4.1 Implementasi Sistem	23
4.1.1 <i>Form</i> Menu Utama	23
4.1.2 <i>Form</i> Normalisasi	24
4.1.3 <i>Form</i> Pelatihan.....	26
4.1.4 <i>Form</i> Pengujian.....	28
4.2 Analisis Sistem.....	31
4.2.1 Analisis Tingkat Kemiripan Pola dengan 3 Varian Data Latih.....	31
4.2.2 Analisis Tingkat Kemiripan Pola dengan 3 Varian Data Uji.....	34
4.2.3 Analisis Tingkat kemiripan Pola dengan Gabungan 3 Varian Data Latih Dalam Pelatihan Pada Data Latih.....	38
4.2.4 Analisis Tingkat kemiripan Pola dengan Gabungan 3 Varian Data Latih Dalam Pelatihan Pada Data Uji	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN.....	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur neuron jaringan saraf	7
Gambar 2.2 Arsitektur Kohonen <i>Self-Organizing Map</i>	8
Gambar 2.3 Topologi Linear.....	10
Gambar 2.4 Topologi <i>rectangular grid</i>	10
Gambar 2.5 Topologi <i>hexagonal grid</i>	11
Gambar 3.1 <i>Use Case Diagram</i>	15
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> normalisasi aksara Batak Toba	16
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> pelatihan aksara Batak Toba.....	17
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> pengujian aksara Batak Toba.....	18
Gambar 3.5 Rancangan <i>form</i> menu utama	19
Gambar 3.6 Rancangan <i>form</i> normalisasi	20
Gambar 3.7 Rancangan <i>form</i> pelatihan	21
Gambar 3.8 Rancangan <i>form</i> pengujian.....	22
Gambar 4.1 Antarmuka <i>form</i> menu utama program	23
Gambar 4.2 Antarmuka <i>form</i> normalisasi program	24
Gambar 4.3 Antarmuka <i>Form</i> normalisasi pengenalan pola aksara Batak Toba...25	
Gambar 4.4 Antarmuka <i>Form</i> pelatihan program pengenalan pola aksara Batak Toba.....	26
Gambar 4.5 Antarmuka <i>Form</i> pelatihan program pengenalan pola aksara Batak Toba.....	27
Gambar 4.6 Antarmuka <i>tool neural network training</i> dari program Matlab	28
Gambar 4.7 Antarmuka <i>form</i> pengujian pola aksara Batak Toba.....	29
Gambar 4.8 Antarmuka <i>form</i> pengujian pola aksara Batak Toba.....	30
Gambar 4.9 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan tebal	32
Gambar 4.10 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan miring.....	33
Gambar 4.11 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan tipis	34
Gambar 4.12 Tingkat kemiripan data uji baru dengan varian tulisan tebal	35
Gambar 4.13 Tingkat kemiripan data uji baru dengan varian tulisan miring	36
Gambar 4.14 Tingkat kemiripan data uji baru dengan varian tulisan tipis	37

Gambar 4.15 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan tebal dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	39
Gambar 4.16 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan miring dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	40
Gambar 4.17 Tingkat kemiripan data latih dengan varian tulisan tipis dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	41
Gambar 4.18 Tingkat kemiripan data uji dengan varian tulisan tebal dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	42
Gambar 4.19 Tingkat kemiripan data uji dengan varian tulisan miring dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	43
Gambar 4.20 Tingkat kemiripan data uji dengan varian tulisan tipis dengan 3 varian dalam 1 pelatihan	44

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aksara Batak Toba.....	12
Tabel B.1 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan tebal.....	Lampiran B-1
Tabel B.2 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan miring.....	Lampiran B-4
Tabel B.3 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan tipis.....	Lampiran B-7
Tabel B.4 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan tebal.....	Lampiran B-10
Tabel B.5 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan miring.....	Lampiran B-13
Tabel B.6 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan tipis.....	Lampiran B-16
Tabel B.7 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan tebal.....	Lampiran B-20
Tabel B.8 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan miring.....	Lampiran B-23
Tabel B.9 Presentase kebenaran data latih dengan varian tulisan tipis.....	Lampiran B-26
Tabel B.10 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan tebal.....	Lampiran B-29
Tabel B.11 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan miring.....	Lampiran B-33
Tabel B.12 Presentase kebenaran data uji baru dengan varian tulisan tipis.....	Lampiran B-36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batak Toba merupakan salah satu suku di Indonesia yang memiliki huruf daerah yang digunakan untuk menulis bahasa asli masyarakat Batak Toba, yaitu aksara Batak Toba. Aksara Batak Toba terdiri dari 19 huruf aksara. Penggunaan aksara Batak Toba saat ini sudah mulai ditinggalkan oleh masyarakat Batak Toba. Orang Batak Toba yang mengerti bentuk-bentuk aksara Batak Toba sudah sangat sedikit. Usaha-usaha untuk melestarikan aksara tersebut sudah ada namun mengalami kendala, salah satunya adalah kurangnya alat bantu untuk mengakomodasi pemikiran-pemikiran yang menggunakan aksara Batak Toba.

Pengenalan aksara sesuai dengan pola tulisan dilakukan dengan model pelatihan pada sistem yang dibuat di komputer. Salah satu metode yang dapat dipakai untuk pengenalan pola aksara Batak Toba menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) *Self-Organizing Map*.

Sistem pengenalan pola aksara Batak Toba yang akan dikembangkan diharapkan mampu menjadi media pengenalan dan pembelajaran bagi pihak-pihak yang membutuhkannya. Sistem ini nantinya mengenali pola aksara Batak Toba yang dimasukkan oleh pengguna ke dalam sistem dengan suatu algoritma yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Membangun sebuah sistem pengenalan pola aksara Batak Toba dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST).
- b. Bagaimana tingkat akurasi metode *Self-Organizing Map* dalam pengenalan pola Aksara Batak Toba.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari sistem ini antara lain:

- a. Untuk menyelesaikan permasalahan pengenalan pola Aksara Batak Toba digunakan metode *Self-Organizing Map*.
- b. Sistem yang dibuat berbasis *desktop*.
- c. Data latih dan data uji merupakan tulisan tangan yang di-*scan*.
- d. Data latih dan data uji tidak bisa menggunakan citra berwarna, hanya *black white* saja.
- e. Sistem hanya dapat membaca masukan Aksara Batak Toba tunggal dan tidak dapat mengenali pasangan.
- f. Gambar tulisan aksara yang digunakan dalam bentuk format BMP.
- g. Program dikembangkan dengan menggunakan Matlab 7.10.0.499 (R2010a).
- h. Jumlah kelas dari pola Aksara Batak Toba adalah 19 kelas.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan membuktikan bahwa metode *Self-Organizing Map* dapat diterapkan untuk melakukan pengenalan pola aksara Batak Toba serta mengukur tingkat akurasi pengenalan yang dilakukan.

1.5 Metode/pendekatan

Pada skripsi ini metode yang digunakan adalah studi pustaka dan melakukan pengumpulan data. Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan metode *Self-Organizing Map*.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab 1: Pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2: Tinjauan pustaka terdiri dari dua bagian utama, yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori yang diperoleh dari berbagai sumber pustaka. Landasan teori berbentuk uraian kualitatif, model matematis, atau persamaan-persamaan yang langsung berkaitan dengan permasalahan

Bab 3: Rancangan sistem berisi rancangan pembuatan program yang berupa diagram aliran data (*Flow Chart*) dan perancangan form-form pada sistem.

Bab 4: Implementasi dan analisis sistem yang berisi hasil riset atau implementasi, dan pembahasan atau analisis dari riset tersebut yang sifatnya terpadu.

Bab 5: Kesimpulan dan saran yang berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis kegiatan riset atau implementasi dalam penyusunan skripsi dan saran untuk kegiatan riset ke depan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa hasil kesimpulan yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah :

1. Program pengenalan pola aksara Batak Toba menggunakan metode *Self-Organizing map* memiliki tingkat kebenaran rata-rata tertinggi 100% dalam mengenali pola pada data yang sudah mendapatkan pelatihan sebelumnya dengan jumlah *epoch* 200 *epoch* pada topologi *rectangular* dan *hexagonal*. Tingkat kemiripan 100% tidak selalu bisa didapatkan karena bobot awal ditentukan dengan cara acak.
2. Program pengenalan pola aksara Batak Toba menggunakan metode *Self-Organizing map* memiliki tingkat kebenaran rata-rata tertinggi 54.38% dalam mengenali pola data uji baru dengan jumlah *epoch* 200 *epoch* pada topologi *rectangular*.
3. Program pengenalan pola aksara Batak Toba menggunakan metode *Self-Organizing map* memiliki tingkat kebenaran rata-rata tertinggi 47.37% dalam mengenali pola pada data yang sudah mendapatkan pelatihan sebelumnya dengan data uji yang digabung dalam 1 pelatihan dengan jumlah *epoch* 100 *epoch* pada topologi *rectangular*.
4. Program pengenalan pola aksara Batak Toba menggunakan metode *Self-Organizing map* memiliki tingkat kebenaran rata-rata tertinggi 28.08% dalam mengenali pola data uji baru dengan data latih yang digabung dalam 1 pelatihan dengan jumlah *epoch* 100 *epoch* pada topologi *hexagonal*.
5. Tingkat kemiripan sistem dalam melakukan pengenalan mengalami penurunan dalam mengenali data uji baru yang belum pernah mendapatkan pelatihan. Hal tersebut disebabkan perbedaan ukuran dan bentuk antara data uji dan data latih, meskipun pada penglihatan manusia pola tersebut masih dalam pola yang sama.

6. Tingkat kemiripan sistem pada data yang sudah mendapatkan pelatihan dan data uji baru akan mengalami penurunan apabila pelatihan 3 varian data latih digabung dalam 1 pelatihan.

5.2 Saran

Pengenalan pola aksara Batak Toba dapat dilakukan dengan metode jaringan syaraf tiruan yang lain untuk mendapatkan tingkat kemiripan yang lebih baik dalam pengenalan.

Program ini dapat dikembangkan dengan pengenalan pola lebih dari 1 karakter pola, sehingga sistem dapat mengenali tidak hanya karakter tunggal saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A.C., Suwarno, S., & Proboyekti, U. (2010). Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ). Diakses pada tanggal 15 Januari 2013 dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/article/view/100>
- Fausett, Laurene. 1994. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- Handoyo E.D., & Susanto L.W. (2011). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Propagasi Balik Dalam Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Jepang Jenis Hiragana dan Katakana. Diakses pada 16 Februari 2013 dari <http://repository.maranatha.edu/373/1/Penerapan%20Jaringan%20Syaraf%20Tiruan.pdf>
- Hermadi I., Sitanggang I.S., & Edward. (2009). Clustering Menggunakan Self Organizing Maps (Studi Kasus: Data PPMB IPB). Diakses pada tanggal 18 Januari 2013 dari <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalilkom/article/download/1140/2144>
- Kozok, Uli. 1999. *Warisan Leluhur Sastra Lama Dan Aksara Batak*. Jakarta: KPG (Kepustakaan Populer Gramedia).
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Mulyadi Y., Abdullah A.G., Nurjaman R. (2009). Estimasi Beban Puncak Harian Berbasis Algoritma Self Organizing Map (SOM). Diakses pada tanggal 18 Januari 2013 dari http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND._TEKNIK_ELEKTRO/197211131999031-ADE_GAFAR_ABDULLAH/Ade%20Gafar%20Abdullah-Yadi%20Mulyadi.pdf

Prawira A.D., Suwarno S. (2013). Pengenalan Aksara Dayak Iban Dengan Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ).

Rao, V. and Rao, H. 1993. *C++ Neural Networks and Fuzzy Logic*, second edition. New York: MIS Press.

Siang, J.J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrograman MATLAB*. Yogyakarta: Andi Offset.

Simbolon H.M., Suwarno S., & Restyandito. (2010). Implementasi Self Organizing Map dalam Kompresi Citra Digital. Diakses pada 15 Januari 2013 dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/article/viewFile/107/69>

Tae G.F.Y., Suwarno S., & Hapsari W. (2010). Penerapan Kohonen Self Organized Map dalam Kuantisasi Vektor Pada Kompresi Citra Bitmap 24 Bit. Diakses pada tanggal 18 Januari 2013 dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/article/viewFile/83/45>

Tjokorda A.B.W., Hermanto I G.R., & Retno N.D. (2009). Pengenalan Huruf Bali Menggunakan Metode Modified Direction Feature

(MDF) dan Learning Vector Quantization (LVQ). Diakses pada tanggal 16 Februari 2013 dari http://yudiagusta.files.wordpress.com/2009/11/007-012-knsi09-002-pengenalan-huruf-bali-menggunakan-metode-modified-direction-feature-_mdf_-dan-learning-vector-quantization-_lvq_.pdf

©UKDW