

**PENGENALAN SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE  
LEARNING VECTOR QUANTIZATION(LVQ)**

Skripsi



oleh  
**AGUS SUSANTO**  
**22084505**

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

# **PENGENALAN SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION(LVQ)**

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

**AGUS SUSANTO**  
**22084505**

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

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ)**

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, 24 Mei 2013



AGUS SUSANTO

22084505

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN SIDIK JARI MENGGUNAKAN  
METODE LEARNING VECTOR  
QUANTIZATION(LVQ)

Nama Mahasiswa : AGUS SUSANTO

N I M : 22084505

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 15 Mei 2013

Dosen Pembimbing I



Dra. Widi Hapsari, M.T.

Dosen Pembimbing II



Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

## HALAMAN PENGESAHAN

### Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ)

Oleh: AGUS SUSANTO / 22084505

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 23 Mei 2013

Yogyakarta, 24 Mei 2013  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Dra. Widi Hapsari, M.T.
2. Ir. Sri Suwarno, M.Eng.
3. Kathryn Widhiyanti, M.Cs.
4. Lukas Chrisantyo, M.Eng.



Dekan

(Drs. Wimmie Handiwidjojo, MIT.)

Ketua Program Studi

(Nugroho Agus Haryono, M.Si)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Metode Learning Vector Quantization” dengan baik. Adapun penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Dalam menyelesaikan penelitian dan laporan Tugas Akhir ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Widi Hapsari, Dra., MT. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar dalam membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Sri Suwarno, Ir.,M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang selalu sabar dan baik membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Alm. Ayahanda Wignyo Hartono dan Ibu Wignyo Hartono yang selalu memberikan doa, fasilitas dan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Keluarga Kakak Purwanto dan Emilia beserta keponakan Axel dan Angel yang selalu memberikan dukungan dan motivasi sehingga penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan.
5. Sahabat dan teman-teman yang telah memberikan dorongan motivasi sehingga penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir dan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya.

Akhir kata penulis meminta maaf bila ada kesalahan dalam penyusunan laporan maupun sewaktu penulis melakukan penelitian Tugas Akhir. Semoga penelitian dan laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak.

Yogyakarta, 10 Mei 2013

Penulis

©UKDW

## INTISARI

### Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Algoritma Learning Vector Quantization

Sidik jari adalah salah satu macam bahan biometrik yang dimiliki seseorang. Keunikan sidik jari manusia membuat seorang tidak akan memiliki pola sidik jari yang sama dengan orang lain di muka bumi ini. Akan tetapi untuk membedakan sidik jari satu dengan yang lainnya diperlukan ketelitian. Dilihat secara kasat mata sekumpulan sidik jari akan terlihat mirip satu sama yang lainnya dan susah untuk membedakannya. Maka dari itu, sebelum melakukan pengenalan sidik jari diperlukan pembelajaran/pelatihan untuk mengurangi kesalahan penetapan.

Mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan cara untuk pengenalan sidik jari yang mampu melakukan pembelajaran dari data sidik jari yang ada. Pada penelitian ini, akan dibuat sebuah sistem pengenalan sidik jari menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). LVQ merupakan jaringan syaraf tiruan (JST) yang dapat melakukan proses pembelajaran dari data latih, diharapkan mampu mengenali sidik jari secara akurat.

Hasil dari penelitian ini, perbedaan ketebalan sidik jari yang tersimpan membuat perbedaan hasil pengenalan. Hal ini disebabkan karena perubahan nilai dalam setiap pikselnya. Selain itu, perubahan nilai iterasi dan *learning rate* ( $\alpha$ ) juga mempengaruhi persentase hasil pengenalan. Nilai iterasi dan  $\alpha$  sangat erat hubungannya dengan hasil akhir dari bobot akhir sehingga mempengaruhi selisih jarak antara bobot akhir dengan data uji.

Kata Kunci : biometrik, sidik jari, JST, LVQ.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	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.....	2
1.5. Metode Penelitian.....	3
1.6. Sistem Penulisan .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka. ....	5
2.2. Landasan Teori. ....	7
2.2.1 Pengolahan Citra Digital.....	7
2.2.2 Deteksi Tepi ( <i>Edge Detection</i> ) .....	8
2.2.3 Pengenalan Pola.....	11
2.2.4 Jaringan Syaraf Tiruan.....	11
2.2.5 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan.....	13
2.2.6 <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ) .....	14

	2.2.7 Contoh Penghitungan Manual Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Metode <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ) .	16
BAB 3	PERANCANGAN SISTEM .....	21
	3.1 Spesifikasi Sistem .....	21
	3.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	21
	3.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	21
	3.2 Perancangan Sistem Secara Umum .....	22
	3.2.1 Perancangan Prapengolahan Sidik Jari.....	22
	3.2.2 Perancangan Proses Pelatihan Sidik Jari .....	23
	3.2.3 Perancangan Proses Pengenalan Sidik Jari.....	23
	3.3 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Sistem.....	24
	3.3.1 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Prapengolahan Sidik Jari.....	24
	3.3.2 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Pelatihan Sidik Jari.....	26
	3.3.3 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) Pengenalan Sidik Jari .....	28
	3.4 Perancangan Antarmuka Sistem .....	29
	3.4.1 Perancangan Tampilan Utama .....	29
	3.4.2 Perancangan Menu Prapengolahan .....	30
	3.4.3 Perancangan Menu Pelatihan.....	31
	3.4.4 Perancangan Menu Pengenalan .....	32
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN ANALISA SISTEM .....	34
	4.1 Implementasi Sistem.....	34
	4.1.1 Tampilan Utama Sistem .....	34
	4.1.2 Tampilan Prapengolahan dan Tahapan Prapengolahan ...	35
	4.1.3 Tampilan Pelatihan dan Proses Pelatihan .....	38
	4.1.4 Tampilan Pengenalan dan Proses Pengenalan .....	39
	4.2 Analisis Sistem .....	40
	4.2.1 Analisis Sistem Berdasarkan Nilai <i>Threshold</i> .....	41
	4.2.2 Analisis Sistem Berdasarkan Nilai Iterasi .....	42
	4.2.3 Analisis Sistem Berdasarkan Nilai <i>Learning Rate</i> ( <i>alpha</i> )	43

	4.2.1 Analisis Sistem Berdasarkan <i>User</i> dan Inputan Citra.....	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
	5.1 Kesimpulan .....	47
	5.2 Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA	.....	49

©UKDW

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Susunan Syaraf Manusia .....	12
Gambar 2.2. Struktur Fungsi Aktivasi JST .....	13
Gambar 2.3. Algoritma LVQ .....	16
Gambar 3.1. Flowchart Prapengolahan Sidik Jari.....	26
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> Pelatihan dengan Algoritma Learning Vector Quantization (LVQ).....	28
Gambar 3.3. Flowchart Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ) .....	30
Gambar 3.4. Rancangan Tampilan Utama Sistem .....	31
Gambar 3.5. Rancangan Menu Prapengolahan Citra Sidik Jari.....	32
Gambar 3.6. Rancangan Menu Pelatihan .....	33
Gambar 3.7. Rancangan Menu Pengenalan .....	34
Gambar 4.1. Tampilan Utama.....	35
Gambar 4.2. Menu Prapengolahan.....	36
Gambar 4.3. Hasil Prapengolahan.....	37
Gambar 4.4. Tampilan <i>Messagebox</i> Inputan User Sudah Pernah Disimpan .....	38
Gambar 4.5. Tampilan Menu Pelatihan .....	39
Gambar 4.6. Tampilan Menu Pengenalan.....	40
Gambar 4.7. Tampilan Hasil Pengenalan.....	41
Gambar 4.8. Data <i>User</i> 22084437.....	47
Gambar 4.9. Data <i>User</i> 22084437.....	47

©UKDWN

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tingkat Kecocokan Berdasar 3 Nilai <i>Threshold</i> 30, 128, dan 135 (dilakukan menggunakan 15 data uji, 14 nilai <i>learning rate</i> dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 5) .....	42
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Tingkat Kecocokan Berdasar Perubahan Iterasi (pengujian dilakukan menggunakan 15 data uji, 14 nilai <i>learning rate</i> dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 5) .....	43
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berdasarkan Perubahan Alpha (Hasil pengujian dilakukan menggunakan 15 data uji, 14 nilai <i>learning rate</i> dan maksimal iterasi yang digunakan adalah 2) .....	44

©UKDW

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN SIDIK JARI MENGGUNAKAN  
METODE LEARNING VECTOR  
QUANTIZATION(LVQ)

Nama Mahasiswa : AGUS SUSANTO

N I M : 22084505

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2012/2013

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 15 Mei 2013

Dosen Pembimbing I



Dra. Widi Hapsari, M.T.

Dosen Pembimbing II



Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Identifikasi biometrik akhir-akhir ini banyak digunakan untuk keperluan indentifikasi seseorang untuk mengakses suatu sistem ataupun data. Salah satu bahan biometrik yang dipergunakan adalah sidik jari. Di dunia ini, seorang tidak akan memiliki pola sidik jari yang sama dengan orang lain karena sidik jari bersifat unik. Oleh karena itu sidik jari sering dipergunakan seseorang untuk masuk ke dalam suatu sistem. Sistem tersebut memerlukan alat yang dapat mengenali sidik jari seseorang. Dalam pengenalan tersebut sistem memerlukan ketelitian untuk mengurangi kesalahan.

Dengan berkembangnya ilmu tentang jaringan syaraf tiruan (JST) dimungkinkan pengenalan sidik jari dapat dikerjakan dengan proses komputerisasi. JST dapat melakukan proses pengenalan pola sidik jari dengan proses pembelajaran dari data latih, seperti halnya otak manusia. Proses pembelajaran (*learning*) tersebut terbagi menjadi dua yaitu pembelajaran terawasi/terbimbing (*supervised learning*) dan tidak terawasi/terbimbing (*unsupervised learning*). Menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang merupakan jaringan syaraf tiruan yang proses pembelajarannya terawasi maka diharapkan pengenalan sidik jari dapat dikerjakan secara cepat dan akurat.

Dalam penelitian ini, LVQ akan digunakan untuk pengenalan data sidik jari yang akan diinputkan dengan pola sidik jari hasil pembelajaran LVQ. Penelitian akan dilakukan dengan membandingkan perubahan nilai variabel LVQ dengan tingkat kecocokan pola sidik jari.



## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka permasalahan yang ada dalam penelitian ini adalah

- Merancang sebuah sistem pengolahan citra digital untuk pengenalan pola sidik jari manusia menggunakan LVQ.
- Menghitung tingkat kecocokan pola sidik jari dengan pola sidik jari hasil pembelajaran LVQ.

## 1.3 Batasan Masalah

Mengingat kompleksnya permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini akan diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

- Pola sidik jari yang digunakan untuk pengenalan adalah pola sidik jari hasil proses *scan*.
- Algoritma yang digunakan untuk pengenalan pola sidik jari adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ).
- Penyimpanan data pola sidik jari setiap *user* hanya pola dari salah satu jari.
- Data pola sidik jari terlebih dahulu disesuaikan ukurannya yaitu 150 x 150 piksel.
- Format *file image* yang digunakan adalah bitmap (BMP).
- Jenis citra yang digunakan adalah citra *true color*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

- Membangun aplikasi dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan (JST) *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk pengenalan pola sidik jari. Aplikasi ini dalam penerapannya menggunakan input berupa data identitas *user*, *image* pola sidik jari BMP, nilai *learning rate*, *minimal learning rate*, *max epoch*.

- Meneliti dan menganalisa algoritma LVQ untuk menghitung tingkat kecocokan dalam pengenalan sidik jari.

### **1.5 Metode Penelitian**

Ada 4 pendekatan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, pendekatan tersebut adalah:

- Melakukan studi pustaka dilakukan dengan cara mencari teori pengenalan citra digital, algoritma JST khususnya *Learning Vector Quantization* (LVQ) serta materi pendukung lainnya dari berbagai literatur.
- Melakukan analisis untuk mengetahui bagaimana jaringan syaraf tiruan digunakan untuk pengenalan sidik jari.
- Proses implementasi perangkat lunak pengenalan sidik jari dengan jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma LVQ.
- Melakukan evaluasi sistem dengan cara membandingkan perubahan-perubahan nilai variabel LVQ terhadap persentase kecocokan pola sidik jari.

### **1.6 Sistem Penulisan**

Secara garis besar sistematis pembahasan dalam tugas akhir ini akan dikelompokkan kedalam 5 bab, yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

Bab 1 PENDAHULUAN, bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA, bab ini berisi penjelasan teori yang mendukung penelitian dari berbagai sumber pustaka.

Bab 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM, bab ini berisi uraian penjelasan mengenai penyiapan dan perancangan jaringan syaraf tiruan untuk pengenalan sidik jari menggunakan *Learning Vector Quantization*.

Bab 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM, bab ini berisi pembahasan hasil penerapan pembuatan sistem pengenalan sidik jari menggunakan *Learning Vector Quantization*.

Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN, bab ini berisi kesimpulan-kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian terhadap sistem pengenalan sidik jari menggunakan *Learning Vector Quantization*. Di samping itu berisi juga kesimpulan mengenai kelebihan, kekurangan, saran-saran mengenai pengembangan penelitian ini agar dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pembaca yang ingin mengembangkannya di masa mendatang.

©UKDW

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan implementasi program serta analisis pada pengenalan sidik jari menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ), maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai *threshold* 30 mempunyai tingkat kecocokkan lebih tinggi dibandingkan nilai *threshold* 128 dan 135. Hal ini disebabkan karena nilai *threshold* semakin kecil maka citra semakin detail.
- b. Menggunakan maksimal iterasi bernilai 1 (satu) menghasilkan bobot akhir target yang belum konsisten dibandingkan menggunakan nilai iterasi bernilai 2. Dengan kata lain mulai nilai iterasi bernilai 2 (dua) akan memiliki nilai jarak bobot akhir target yang konsisten.
- c. *Learning rate* semakin kecil akan menambah konsistensi/kestabilan nilai kecocokkan sidik jari.
- d. Persentase terbesar dari kecocokkan sidik jari menggunakan metode Learning Vector Quantization (LVQ) adalah 53.3% . Hasil diperoleh yaitu saat *learning rate* bernilai 0.15 dan pengujiannya dilakukan menggunakan 15 data uji dan 3 nilai *threshold*.

#### 5.2 Saran

Saran yang diberikan oleh penulis untuk pengembangan sistem selanjutnya adalah :

- a. Pengumpulan semua data sidik jari dengan tinta diusahakan memiliki penekanan yang sama antara data uji dengan data yang akan dilakukan pelatihan. Dengan hal ini untuk mengurangi variasi nilai *threshold*. Akan lebih

baik lagi jika pengambilan data sidik jari menggunakan *device* khusus pengambil sidik jari dan tidak menggunakan tinta.

- b. Program dapat dikembangkan untuk kehidupan sehari-hari dengan integrasi dengan sistem lain. Program dapat dikembangkan dengan memasukkan ke dalam *device* tertentu kemudian dapat dikembangkan menjadi alat pengenalan sidik jari.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Berry, J., & Stoney, D. A. *Advance in Fingerprint Technology*.
- Fadlil, A., & Yekti, S. (2010). Sistem Verifikasi Wajah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Learning Vector Quantization. *Jurnal Informatika Vol4, No 2* , 480-487.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals Of Neural Networks*. New Jersey: Printice Hall.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. *Digital Image Processing*. Printice Hall.
- Kriesel, D. (2005). *A Brief Introduction to Neural Network*.
- Leung, K. M. *Learning vector Quantization*. POLYTECHNIC OF COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE.
- May, I. L. (n.d.). Pengenalan Vokal Bahasa Indonesia dengan Jaringan Syaraf Tiruan Melalui Transformasi Wavelet Diskret. *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro* .
- Purnama, A. (n.d.). Retrieved Desember 20, 2012, from [elektronika-dasar.web.id](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/model-dasar-jaringan-syaraf-tiruan/):  
<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/model-dasar-jaringan-syaraf-tiruan/>
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Qur'ani, D. Y., & Rosmalinda, S. (2010). JARINGAN SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION UNTUK APLIKASI. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)* .
- Supatman. (2010). Identifikasi Citra Tulisan Tangan dengan Metode Alihragam Gelombang Singkat untuk memprediksi Kematangan Emosional. *SNPPTI 2010* , 74-80.
- Trucco. Edge Detection. In J. Trucco.

- Wahyono, E. S., & Ernastuti. (n.d.). IDENTIFIKASI NOMOR POLISI MOBIL MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF BUATAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION. *Jurusan Teknik Informatika Universitas Gunadarma* .
- Wirayuda, T. A., Wardhani, M. L., & Adiwijaya. (2008). Pengenalan Huruf Jepang (Kana) menggunakan Direction Feature Extraction dan Learning Vector Quantization. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi* , 92-96.
- Wuryandari, M. D., & Afrianto, I. (2012). Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Pengenalan Wajah. *Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA)* , 45-51.
- Yani, E. (2005). *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*. MateriKuliah.Com.

©UKDW