

**PENGENALAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE
BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY**

Skripsi



oleh
GANGGA PUTRA DHEWA
71120084

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2019

**PENGENALAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE
BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY**

Skripsi



oleh
GANGGA PUTRA DHEWA
71120084

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENGENALAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi 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, 25 Juni 2019



GANGGA PUTRA DHEWA

71120084

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGENALAN AKSARA JAWA
MENGUNAKAN METODE BIDIRECTIONAL
ASSOCIATIVE MEMORY

Nama Mahasiswa : GANGGA PUTRA DHEWA

N I M : 71120084

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2018/2019

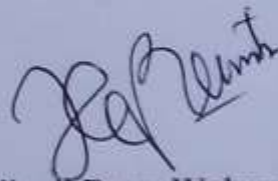
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 23 Mei 2019

Dosen Pembimbing I



Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.

Dosen Pembimbing II



Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGENALAN AKSARA JAWA MENGGUNAKAN METODE BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY

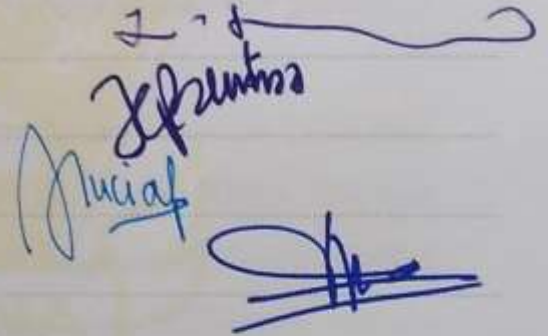
Oleh: GANGGA PUTRA DHEWA / 71120084

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 17 Juni 2019

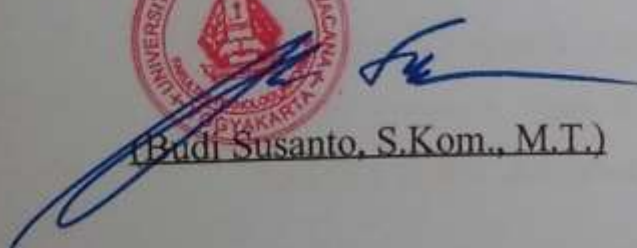
Yogyakarta, 25 Juni 2019
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

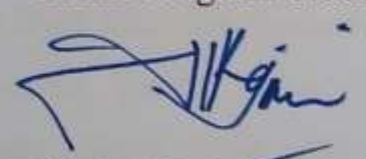
1. Sri Suwarno, Dr. Ir. M.Eng.
2. Prihadi Beny Waluyo, SSi., MT.
3. Lucia Dwi Krisnawati, Dr. Phil.
4. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.



Dekan


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

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas cinta kasih dan anugerah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory” dapat terselesaikan.

Penyusunan tugas akhir ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Diucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan banyak dukungan baik dukungan moral maupun materi, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Pihak – pihak terkait antara lain:

1. Bapak Dr. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Prihadi Beny Waluyo, S.Si., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan dukungan, arahan dan bimbingan selama penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Phil. Lucia Dwi Krisnawati, S.S., M.A. selaku dosen penguji I dan Bapak Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs. selaku dosen penguji II atas segala saran, kritikan dan koreksinya dalam penyempurnaan penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Budi Susanto, S.Kom., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi UKDW, ibu Gloria Virginia, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Informatika UKDW dan seluruh dosen Program Studi Informatika yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti perkuliahan serta menjadikan penulis lebih berguna di masa yang akan datang.
4. Jeffie Avando Saputra, Wistha Adhika Dyan Bhawika, Emmanuel Dian Kharisma, Gregorius Advian Widhiyanto, Lusius Puput Nuryanto, Hubert Permadi, Toni Kristian, Rendy, Satrio Winarendro, Anggit Waskitha Yudha, dan teman-teman satu program studi Informatika yang

tidak bisa disebutkan satu per satu sebagai penyemangat yang telah memberikan dukungan semangat dan masukan kepada selama pengerjaan tugas akhir.

5. Keluarga terutama Ibu dan adik, juga Yoga Setiyawan, Arma Hendrianta, Candra Bintara dan Endro Kurniyanto selaku teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi juga masukan.
6. Responden yang sudah sukarela dan mau meluangkan waktunya untuk diambil sampel untuk kepentingan penelitian ini.
7. Serta pihak – pihak lain yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini berupa dukungan moril maupun materil.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan ini, baik dari segi materi ataupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna membuat penulis lebih baik lagi kedepannya.

Yogyakarta, 1 Juli 2019

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan, cinta kasih dan anugerah-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pengenalan Aksara Jawa Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory” dapat diselesaikan.

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan baik berupa dukungan moril maupun materil, bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu diucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritikan dan saran yang membangun akan diterima dengan baik. Akhir kata mohon maaf bila ada kata – kata yang kurang berkenan dan kurang sempurna dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita sekalian.

Yogyakarta, 1 Juli 2019

Penulis

INTISARI

Aksara Jawa merupakan salah satu warisan budaya. Semakin berkembangnya teknologi informasi semakin memudahkan manusia dalam melakukan hampir semua kegiatan manusia. Salah satunya adalah perkembangan teknologi pengenalan pola yang digunakan untuk mengenali berbagai macam bentuk, salah satunya adalah tulisan atau teks-teks kuno.

Salah satu cara mengenali pola-pola tersebut adalah dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan. Bidirectional Associative Memory merupakan salah satu cara dalam jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk pengenalan karakter huruf. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu bidang studi teknologi informasi. Cara kerja jaringan syaraf tiruan dalam mengolah informasi menyerupai otak manusia. Dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*, diharapkan dapat dibuat sistem yang dapat mengenali aksara Jawa dengan akurat sehingga dapat memudahkan masyarakat dalam menggunakan aksara Jawa.

Penelitian ini menghasilkan sistem pengenalan aksara Jawa menggunakan metode *bidirectional associative memory* yang melakukan pengenalan aksara Jawa sebanyak 120 citra. Citra tersebut terdiri dari 1 set data latih sebanyak 20 citra, dan 5 set data uji sebanyak 100 citra. Akurasi sistem dalam mengenali aksara Jawa menunjukkan presentase keberhasilan yaitu sebesar 5% menggunakan ekstraksi ciri zoning dengan membagi citra yang berukuran 100x100 piksel menjadi 25 zona yang masing-masing berukuran 20x20 piksel.

Kata Kunci— Zoning, Bidirectional Associative Memory

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 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. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Aksara Jawa	7
2.2.2. Jaringan Syaraf Tiruan.....	8
2.2.3. Citra <i>Grayscale</i>	9

2.2.4. <i>Thresholding</i>	9
2.2.5. Ekstraksi Ciri <i>Zoning</i>	10
2.2.6. Bidirectional Associative Memory (BAM)	10
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	17
3.1. Analisis Kebutuhan	17
3.1.1 Kebutuhan <i>Software</i>	17
3.1.2 Kebutuhan <i>Hardware</i>	17
3.1.3 Kebutuhan Data	17
3.2. Perancangan Sistem	18
3.2.1 <i>Usecase</i> Diagram	18
3.2.2 Diagram Alir Sistem	19
3.2.3 <i>Zoning</i>	20
3.2.4 <i>Bidirectional Associative Memory</i>	21
3.3. Rancangan Antarmuka	23
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	24
4.1. Implementasi Sistem	24
4.2. Analisis Sistem	28
4.2.1 Analisis Hasil Ekstraksi Ciri <i>Zoning</i>	29
4.2.2 Analisis Hasil Pengenalan BAM	31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aksara Jawa Carakan (Nglegena)	8
Gambar 2.2 Pembagian dan pengambilan nilai fitur tiap zona	10
Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan BAM	11
Gambar 3.1 Diagram usecase sistem	18
Gambar 3.2 Flowchart Sistem.....	19
Gambar 3.3 Flowchart ekstraksi fitur Zoning	20
Gambar 3.4 Flowchart Bidirectional Associative Memory	22
Gambar 3.5 Rancangan desain antarmuka sistem.....	23
Gambar 4.1 Tampilan antarmuka awal sistem.....	24
Gambar 4.2 Tampilan antarmuka setelah melakukan pelatihan data.....	25
Gambar 4.3 Tampilan setelah menekan tombol Input	25
Gambar 4.4 Tampilan setelah dimasukkan citra	26
Gambar 4.5 Tampilan setelah melakukan proses Thresholding	27
Gambar 4.6 Tampilan antarmuka setelah menekan tombol Zoning	27
Gambar 4.7 Tampilan antarmuka hasil pengenalan citra menggunakan BAM	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel contoh kasus perhitungan algoritma BAM	13
Tabel 4. 1 Data Target.....	29
Tabel 4. 2 Hasil ekstraksi ciri Zoning dari data latih	30
Tabel 4. 3 Tabel hasil pengujian data uji 1	31
Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian data uji 2	32
Tabel 4.5 Tabel hasil pengujian data uji 3	33
Tabel 4.6 Tabel hasil pengujian data uji 4	34
Tabel 4.7 Tabel hasil pengujian data uji 5	35
Tabel 4. 8 Tabel Hasil pengujian secara keseluruhan	36

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : SCAN KARTU KONSULTASI

LAMPIRAN B : SCAN FORMULIR REVISI SKRIPSI

LAMPIRAN C : LISTING PROGRAM

©UKDW

INTISARI

Aksara Jawa merupakan salah satu warisan budaya. Semakin berkembangnya teknologi informasi semakin memudahkan manusia dalam melakukan hampir semua kegiatan manusia. Salah satunya adalah perkembangan teknologi pengenalan pola yang digunakan untuk mengenali berbagai macam bentuk, salah satunya adalah tulisan atau teks-teks kuno.

Salah satu cara mengenali pola-pola tersebut adalah dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan. Bidirectional Associative Memory merupakan salah satu cara dalam jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk pengenalan karakter huruf. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu bidang studi teknologi informasi. Cara kerja jaringan syaraf tiruan dalam mengolah informasi menyerupai otak manusia. Dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*, diharapkan dapat dibuat sistem yang dapat mengenali aksara Jawa dengan akurat sehingga dapat memudahkan masyarakat dalam menggunakan aksara Jawa.

Penelitian ini menghasilkan sistem pengenalan aksara Jawa menggunakan metode *bidirectional associative memory* yang melakukan pengenalan aksara Jawa sebanyak 120 citra. Citra tersebut terdiri dari 1 set data latih sebanyak 20 citra, dan 5 set data uji sebanyak 100 citra. Akurasi sistem dalam mengenali aksara Jawa menunjukkan presentase keberhasilan yaitu sebesar 5% menggunakan ekstraksi ciri zoning dengan membagi citra yang berukuran 100x100 piksel menjadi 25 zona yang masing-masing berukuran 20x20 piksel.

Kata Kunci— Zoning, Bidirectional Associative Memory

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan jaman dan kemajuan teknologi informasi, komputer mulai digunakan untuk memecahkan berbagai macam permasalahan sehari-hari. Salah satu pemanfaatan komputer adalah digunakan untuk mengenali berbagai macam bentuk, salah satunya adalah karakter huruf. Akan tetapi dalam mengenali suatu bentuk, perlu dilakukan penelitian untuk melatih komputer dalam mengenali suatu bentuk tersebut. Pada penelitian ini akan difokuskan pada pemecahan permasalahan komputer dalam mengenali karakter aksara Jawa.

Aksara Jawa merupakan salah satu warisan kebudayaan Indonesia yang berbentuk tulisan. Dalam studi di bidang Teknologi Informatika metode pengenalan karakter sering disebut sebagai *Optical Character Recognition (OCR)* yang dapat memberikan komputer kemampuan dalam mengenali karakter tertentu. OCR adalah ilmu yang dipelajari dalam pengolahan citra digital yang mengolah foto atau citra dokumen cetak untuk dijadikan dokumen digital sehingga dapat diolah oleh komputer. Dalam penelitian ini akan dibuat sebuah sistem yang dapat mengenali karakter aksara Jawa dengan mengubahnya menjadi citra digital untuk kemudian diolah oleh sistem menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*.

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu bidang studi teknologi informasi. Cara kerja jaringan syaraf tiruan dalam mengolah informasi menyerupai otak manusia. Dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*, diharapkan dapat dibuat sistem yang dapat mengenali aksara

Jawa dengan akurat sehingga dapat memudahkan masyarakat dalam menggunakan aksara Jawa.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dilihat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun sebuah sistem pengenalan aksara Jawa dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*.
2. Bagaimana tingkat akurasi jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory* dalam mengenali aksara Jawa.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. *Input* citra adalah *file* dengan format *.jpg*.
2. *File* citra difoto menggunakan kamera *handphone*.
3. Menggunakan 1 sampel setiap huruf untuk data latih.
4. Menggunakan 5 sampel setiap huruf untuk proses pengujian.
5. *Input* meliputi aksara Jawa tunggal (Carakan) tidak termasuk Pasangan dan Sandhangan.
6. Sistem dibangun dengan menggunakan aplikasi Matlab.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory* ke dalam Bahasa pemrograman untuk membuat sistem yang dapat mengenali aksara Jawa tunggal (Carakan).
2. Menguji tingkat keakuratan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory* dalam mengenali aksara Jawa tunggal (Carakan).

1.5. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori-teori melalui buku, jurnal dan hasil penelitian yang berkaitan dengan pengenalan karakter aksara Jawa, ekstraksi fitur, jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*, dan metode-metode pendukung lainnya yang berkaitan dengan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data latih dan data uji citra aksara Jawa diperoleh melalui pengambilan gambar aksara Jawa tulisan tangan yang diambil dari responden yang mengerti cara menulis aksara Jawa. Aksara Jawa yang diambil untuk data latih adalah 1 citra untuk masing-masing huruf aksara Jawa, sedangkan data uji masing-masing 5 citra untuk setiap huruf aksara Jawa. Citra diambil menggunakan kamera *handphone* dengan format *file* citra adalah *.jpg*.

3. Perancangan sistem

Pada tahap ini, dilakukan perancangan desain antarmuka sistem yang akan dibuat.

4. Pembuatan sistem

Pada tahap ini, sistem dibuat berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Teori serta metode yang telah dipelajari meliputi metode ekstraksi fitur *zoning* untuk mengambil ciri dari citra, jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory* untuk mengenali aksara Jawa dan metode maupun teori pendukung lainnya diimplementasikan ke dalam sistem.

5. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesalahan serta hasil akurasi metode. Data citra yang diperoleh pada pengumpulan data di-*input*-kan ke dalam sistem, kemudian sistem akan mencoba membandingkan data citra yang akan

diuji dengan data latih untuk dicari tingkat kecocokannya menggunakan jaringan syaraf tiruan *bidirectional associative memory*.

6. Penyusunan laporan

Pada tahap ini, data yang diperoleh pada pengujian sistem dianalisis dan dimasukkan ke dalam laporan skripsi.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman tentang penelitian yang akan dilakukan ini, sistematika penulisan tugas akhir terbagi dalam lima bab dengan urutan penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang gambaran umum tentang bagian awal penulisan laporan yang terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi berbagai teori yang didapatkan dari berbagai sumber pustaka yang akan digunakan untuk membantu dalam memecahkan masalah, bab ini terdiri dari dua bagian utama yaitu tinjauan pustaka dan landasan teori.

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini mencakup analisis teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan sistem yang akan dibuat.

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

Pada bab ini berisi tentang penjelasan hasil penelitian dari implementasi sistem dan pembahasan hasil analisa dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan sistem.

©UKDW

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian hasil pengamatan uji coba maka didapatkan kesimpulan :

1. Hasil ekstraksi fitur yang hampir mirip sehingga hanya mengenali 1 citra aksara saja.
2. Seluruh citra yang diinputkan dikenali sebagai aksara Nga yang memiliki vektor target -1 -1 -1 -1 -1.
3. BAM dengan menggunakan ekstraksi ciri zoning saja dalam mengenali aksara Jawa tulisan tangan masih memiliki akurasi keberhasilan yang sangat rendah.
4. Keseluruhan pengujian dari 20 data latih terhadap 100 data uji presentase keberhasilannya hanya 5%, sistem belum bisa mengenali citra aksara Jawa tulisan tangan dengan baik.

5.2. Saran

Saran untuk pengembangan sistem berikutnya antara lain :

1. Ditambahkan metode ekstraksi ciri lainnya untuk hasil yang lebih baik.
2. Menambah variasi data latih.
3. Ukuran piksel gambar dibesarkan sehingga ciri dari citra tidak rusak
4. Pengurangan jumlah zona pada ekstraksi zoning.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2009). Jaringan Syaraf Tiruan Bidirectional Associative Memory (BAM) Sebagai Identifikasi Pola Sidik jari Manusia. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 21-26.
- Astuti, E. D. (2009). *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. Wonosobo: Star Publishing.
- Azis, A. K. (2006). Identifikasi Pola Sidik Jari dengan Jaringan Syaraf Tiruan Bidirectional Associative Memory.
- Balza, A. K. (2005). *Teknik Pengolahan Citra Digital menggunakan Delphi*. Yogyakarta: Ardi Publishing.
- Darusuprpta. (2003). *Pedoman Penulisan Aksara Jawa*. Yogyakarta: Pustaka Nusantara.
- Fausett, L. (1993). *Fundamentals of Neural Networks Architecture, Algorithm, and Applications*. Pearson.
- Gonzalez, R. C. (2002). *Digital Image Processing : second edition*. Prentice-Hall International.
- Kesumaesthy, A. D. (2010). Pengenalan Huruf Ceta pada Citra Digital menggunakan Metode Modified Direction Feature dan Jaringan Syaraf Tiruan Bidirectional Associative Memory.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mahastama, W. A. (2016). Perbandingan Algoritma Sum of Squared Difference (SSD) dan Optimised Sum of Absolute Difference (OSAD) untuk Pengenalan Simbol pada Citra Ekspresi Matematika Tercetak. *INFORMATIKA*.
- Mulia, I. (2012, 10 10). *Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan Ekstraksi Ciri Zoning Dan Klasifikasi Support Vector Machine - G12imu_BAB II Tinjauan Pustaka.pdf*. Diambil kembali dari IPB Repository: http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/57762/6/G12imu_AB%20II%20Tinjauan%20Pustaka.pdf
- Pitoyo, R. C. (2016). Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan Metode Zoning dan Support Vector Machine.

Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Andi Offset.

Rosnita, L. Z. (2019). Sistem Pendeteksian Pola Tajwid pada Citra Al-Qur'an menggunakan Algoritma Bidirectional Associative Memory.

Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sutoyo, T. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wahab, A. (2006). *Masa Depan Bahasa, Sastra, dan Aksara Daerah*. Nawala.

©UKDW