

# PENERAPAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DALAM PENGENALAN POLA AKSARA HANACARAKA

**Sugeng Winardi<sup>1)</sup>, Hamzah<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta  
email: [wins\\_good@yahoo.com](mailto:wins_good@yahoo.com)

<sup>2</sup> Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta  
email: [mrhamzahst@gmail.com](mailto:mrhamzahst@gmail.com)

## Abstract

Heritage and cultural property in the State of Indonesia very much . Various cultures spread across the country both dance culture , tribe , language and so forth . Script Hanacaraka including one of the nation's cultural heritage , particularly amongst today's Java island endangered if no rescue .

Using Backpropagation Neural Network method can be used to perform pattern recognition Hanacaraka script handwriting . As one method of back propagation neural network is widely used and proven reliable enough for character recognition and handwriting or for other image recognition . By applying the backpropagation method to recognize handwritten characters Hanaraka pattern , then from several different handwriting samples , is expected to be obtained results are quite high recognition accuracy . Application to the analysis of handwriting recognition Hanacaraka script was developed with C # software .

The results of this study are also expected to be able to help preserve the character Hanacaraka as one of Indonesia 's cultural heritage by learning how to write the script Hanacaraka correctly .

**Keywords** : Hanacaraka Alphabeth , Neural Networks , Backpropagation

## PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan dan memiliki beribu-ribu warisan budaya yang tersebar di seluruh penjuru nusantara. Diantara banyaknya warisan budaya tersebut adalah karakter atau tulisan asli berbagai daerah yang termasuk di dalam kategori Aksara Nusantara.

Sebagai salah satu aksara Nusantara warisan budaya bangsa yang adiluhung aksara Hanacaraka pada saat ini perlu dilestarikan karena terancam punah. Maka usaha untuk mempertahankan keberadaan dari aksara Hanacaraka ini harus tetap dilakukan. Banyak hal yang menyebabkan aksara Nusantara ini diantaranya adalah dengan gencarnya perkembangan teknologi yang menggunakan bahasa asing sehingga aksara Hanacaraka tidak mungkin untuk dipakai di dalam pengembangan teknologi tersebut. Terbatasnya penggunaan

aksara Hanacaraka juga menyebabkan semakin sedikit orang yang mengenal aksara ini bahkan oleh masyarakatnya sendiri sehingga pada saat ini semakin ditinggalkan. Meskipun demikian aksara Hanacaraka ini sebenarnya merupakan aksara kebanggaan bagi masyarakat khususnya di Yogyakarta ataupun di pulau Jawa. Hal ini ditandai dengan banyaknya tulisan-tulisan aksara Hanacaraka yang terdapat di berbagai gedung dan bangunan yang termasuk cagar budaya. Oleh sebab itu berbagai upaya telah dilakukan oleh masyarakat ataupun pemerintah daerah untuk tetap mengupayakan aksara Hanacaraka ini tetap lestari dan dikenal oleh masyarakat.

## KAJIAN LITERATUR

### 1. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sebuah sistem pengolahan informasi yang karakteristik kinerjanya menyerupai jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan telah banyak dikembangkan

sebagai generalisasi model matematika dari pengertian manusia atau saraf biologi, berdasarkan pada asumsi-asumsi bahwa :

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen-elemen sederhana yang disebut saraf (*neuron*).
- Sinyal-sinyal disampaikan antar saraf atas/pada jalur-jalur hubungan (*connection link*).
- Setiap jalur hubungan mempunyai sebuah bobot hubungan (*associated weight*), yang mana di dalam jaringan saraf yang khas, ini menggandakan sinyal transmisi/pengiriman.
- Setiap saraf menggunakan fungsi aktivasi (*activation function*), biasanya nonlinier, untuk jaringan inputnya (penjumlahan dari bobot sinyal input) untuk menentukan sinyal outputnya.

Jaringan Syaraf Tiruan dicirikan oleh tiga hal yaitu:

- Pola hubungan antar sarafnya (disebut arsitektur)
- Metode penentuan bobot pada hubungan-hubungannya (disebut pembelajaran, pengetahuan atau algoritma)
- Fungsi aktivasinya.

Sebuah jaringan saraf terdiri atas sejumlah besar elemen pemrosesan sederhana yang disebut saraf (*neuron*), unit (*units*), sel (*cells*), atau titik (*nodes*). Setiap saraf menerima sinyal dari lingkungannya atau jaringan saraf lainnya, dan mengirimkan sinyal tersebut ke saraf lain yang berhubungan, dengan memakai jalur komunikasi langsung, masing-masing disebut dengan bobot hubungan (Engelbrecht, 2007; Santoso, 2000). Bobot menunjukkan informasi yang telah digunakan oleh oleh jaringan untuk memecahkan masalah. Jaringan saraf dapat

diaplikasikan untuk jenis-jenis masalah yang luas, seperti penyimpanan dan pembentukan data atau pola, melakukan pemetaan umum dari pola input ke pola output, pengelompokan pola-pola yang sama atau menemukan solusi untuk masalah optimasi yang memiliki kendala atau batasan.

## 2. Backpropagation

Menurut Santoso, Joko (2000), algoritma pelatihan untuk *back-propagation* adalah sebagai berikut :

Langkah 0 : inisialisasi bobot (harga acak kecil)

Langkah 1 : selama kondisi berhenti salah, kerjakan langkah 2-9

Langkah 2 : untuk setiap pasangan, lakukan langkah 3-8

*Feedforward* :

Langkah 3 : setiap unit input ( $X_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ ), menerima sinyal masukan  $x_i$ , dan mengirimkan ke semua unit lapisan tersembunyi.

Langkah 4 : setiap lapisan tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j = 1, \dots, p$ ), jumlahkan sinyal input bobotnya :

$$z\_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran :

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (2)$$

Dan kirim sinyal ini ke semua unit keluaran.

Langkah 5 : setiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1, \dots, m$ ), jumlahkan sinyal input bobotnya,

$$y\_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (3)$$

dan gunakan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal keluaran

$$y_k = f(y\_in_k) \quad (4)$$

Kesalahan *backpropagation* :

Langkah 6 : setiap unit keluaran ( $Y_k$ ,  $k = 1, \dots, m$ ), menerima pola target yang berhubungan dengan pola pelatihan input, hitung informasi kesalahannya,

$$\delta_k = (t_k - y_k)f'(y_{in_k}) \quad (5)$$

menghitung koreksi bobot

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

menghitung koreksi bias

$$\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

mengirim harga  $\delta_k$  ke unit-unit lapisan

bawah.

Langkah 7 : setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1, \dots, p$ )

jumlahkan input delta

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (8)$$

kalikan dengan turunan fungsi aktivasi

untuk menghitung informasi error

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}), \quad (9)$$

menghitung koreksi bobot :

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

dan menghitung koreksi bias

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Perbarui bobot dan bias :

Langkah 8 : setiap unit keluaran ( $Y_k, k=1, \dots, m$ )

memperbarui bias dan bobot ( $j=0, \dots, p$ ) :

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j=1, \dots, p$ )

memperbarui bias dan bobot ( $i=0, \dots, n$ )

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

Langkah 9 :Pengujian kondisi berhenti.

### 3. Pengenalan Pola

Secara umum pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu obyek (Putra Darma, 2010). Pola sendiri adalah suatu entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. Sementara beberapa penulis (Liu dkk, 2006; Fatta, 2009) mengutip definisi pengenalan pola dari beberapa peneliti sebelumnya seperti berikut :

“Penentuan suatu objek fisik atau kejadian ke dalam salah satu atau beberapa kategori” (Duda dan Hart, 1973). “Suatu persoalan dalam memperhitungkan fungsi densitas dalam sebuah ruang dimensi tinggi dan membagi ruang tersebut ke dalam wilayah-wilayah kategori atau kelas-kelas tertentu” (Fukunaga). “Ilmu pengetahuan yang menitikberatkan pada deskripsi dan klasifikasi (pengenalan) dari suatu pengukuran” (Schalkoff, 1992).

Dari beberapa definisi tersebut, secara garis besar dapat dirangkum bahwa pengenalan pola merupakan cabang kecerdasan buatan yang menitikberatkan pada metode pengklasifikasian objek ke dalam kelas-kelas tertentu untuk menyelesaikan masalah tertentu, dengan memetakan (menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif) suatu fitur, yang merupakan ciri utama suatu objek (yang dinyatakan dalam sekumpulan bilangan-bilangan) ke suatu kelas yang sesuai. Proses pemetaan ini menyangkut inferensi, baik secara eksplisit secara statistik (misalnya dalam aturan Bayesian) maupun tak eksplisit dengan suatu jaringan keputusan (misalnya jaringan syaraf tiruan atau logika samar) (Fatta, 2009).

Sedangkan **pola** adalah suatu entitas yang terdefinisi (mungkin secara samar) dan dapat diidentifikasi serta diberi nama. Pola bisa merupakan kumpulan hasil pengukuran atau pemantauan dan bisa dinyatakan dalam notasi vektor dan matriks. Contoh : sidik jari, raut wajah, gelombang suara, tulisan tangan dan lain sebagainya (Putra, 2010). Dalam pengenalan pola data yang akan dikenali biasanya dalam bentuk citra atau gambar, akan tetapi ada pula yang berupa suara.

### a. Tahap-tahap dan Komponen Sistem Pengenalan Pola

Putra Darma (2010) menjelaskan bahwa pada umumnya pengenalan pola terdiri beberapa dari tahap berikut :

1. *Data acquisition* / pemerolehan data.

Pada pengenalan pola yang menggunakan data citra, biasanya data diperoleh dari sensor (misalnya sensor pada kamera) yang dipakai untuk menangkap objek dari dunia nyata dan selanjutnya diubah menjadi sinyal digital (sinyal yang terdiri dari sekumpulan bilangan) melalui proses digitalisasi.

2. *Data preprocessing* / pemrosesan awal data

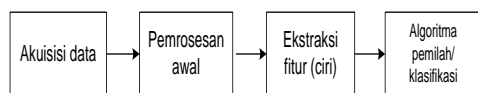
Pada tahap ini sinyal informasi dari citra ditonjolkan dan sinyal pengganggu (derau) dan kompleksitas ciri diminimalisasi.

3. *Feature extraction* / ekstraksi ciri

Pada bagian ini terjadi ekstraksi ciri untuk mendapatkan karakteristik pembeda yang mewakili sifat utama dengan memisahkannya dari fitur yang tidak diperlukan untuk proses klasifikasi.

4. *Data recognition (classification)* / pengenalan data (klasifikasi)

Tahapan ini berfungsi untuk mengelompokkan fitur ke dalam kelas yang sesuai dengan menggunakan algoritma klasifikasi tertentu. Hasil dari tahapan ini adalah klasifikasi dari objek yang ditangkap ke dalam kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Pada Gambar berikut menggambarkan tahap-tahap untuk pengenalan pola



Gambar Tahapan pengenalan pola

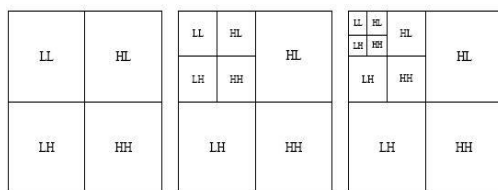
### b. Wavelet

Dalam proses ekstraksi ciri dilakukan transformasi citra untuk mendapatkan informasi yang lebih jelas yang terkandung dalam citra tersebut. Transformasi atau alih ragam citra pada bagian ini adalah perubahan ruang (domain) citra ke domain lainnya. Melalui proses transformasi, citra dapat dinyatakan sebagai kombinasi linier dari sinyal dasar (*basic signals*) yang sering disebut dengan fungsi basis (*basis function*). Pada penelitian ini menggunakan transformasi *Wavelet*.

*Wavelet* dapat diartikan sebagai *small wave* atau gelombang singkat. Transformasi *Wavelet* akan mengkonversi suatu sinyal ke dalam sederetan *Wavelet*. Gelombang singkat tersebut merupakan fungsi yang terletak pada waktu berbeda. Transformasi *Wavelet* mampu memberikan informasi frekuensi yang muncul dan memberikan informasi tentang skala atau durasi atau waktu. *Wavelet* dapat digunakan untuk menganalisa suatu bentuk gelombang (sinyal) sebagai kombinasi dari waktu (skala) dan frekuensi.

Proses transformasi pada *Wavelet* dapat dicontohkan sebagai berikut. Citra yang semula ditransformasi dibagi (didekomposisi) menjadi empat sub-citra baru untuk menggantikannya. Setiap sub-citra berukuran  $\frac{1}{4}$  kali dari citra asli. Tiga sub-citra pada posisi kanan atas, kanan bawah dan kiri bawah akan tampak seperti versi kasar dari citra asli karena berisi komponen frekuensi tinggi dari citra asli. Sedangkan untuk sub-citra pada posisi kiri atas tampak seperti citra asli dan lebih halus, karena berisi komponen frekuensi rendah dari citra asli. Sub-citra pada bagian kiri atas (frekuensi rendah) tersebut dibagi lagi menjadi empat sub-citra baru. Proses diulang sesuai dengan level

transformasi yang diinginkan. Gambar berikut menunjukkan dekomposisi citra.



Gambar Dekomposisi Citra

### c. Aksara Hanacaraka

Sejarah Aksara Jawa Legenda Hanacaraka Aksara Jawa Hanacaraka itu berasal dari aksara Brahmi yang asalnya dari Hindhustan. Di negeri Hindhustan tersebut terdapat bermacam-macam aksara, salah satunya yaitu aksara Pallawa yang berasal dari Indhia bagian selatan. Dinamakan aksara Pallawa karena berasal dari salah satu kerajaan yang ada di sana yaitu Kerajaan Pallawa. Aksara Pallawa itu digunakan sekitar pada abad ke-4 Masehi. Di Nusantara terdapat bukti sejarah berupa prasasti Yupa di Kutai, Kalimantan Timur, ditulis dengan menggunakan aksara Pallawa. Aksara Pallawa ini menjadi ibu dari semua aksara yang ada di Nusantara, antara lain: Aksara Hanacaraka , Aksara Rencong (Aksara Kaganga), Surat Batak, Aksara Makassar dan Aksara Baybayin (aksara di Filipina).

## METODE PENELITIAN

### a. Metode Pengumpulan Data.

Merupakan kegiatan di awal untuk memperoleh data-data pendukung dan informasi serta terkait dengan proses pengolahan data dan rancangan untuk membangun aplikasi. Adapun metode pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1) Studi Pustaka atau Literatur.

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan dan mempelajari bahan-

bahan dan referensi yang mendukung penelitian ini, yaitu berupa buku-buku acuan, jurnal ilmiah, paper maupun topik yang mempunyai kesamaan dengan penelitian.

#### 2) Sumber Data-data

##### a. Sumber Data Primer

Adalah data yang diperoleh dari Instansi terkait dengan melakukan pengamatan ataupun pencatatan serta melakukan wawancara dengan masyarakat dan nara sumber lain yang masih mengetahui aksara Hanacaraka.

##### b. Sumber Data Sekunder.

Adalah data yang diambil secara tidak langsung dari objek penelitian. Data ini diperoleh dari buku-buku, dokumentasi dan literatur lainnya.

#### 3) Pengumpulan Data-data

Berupa pengumpulan data penunjang yang dapat membantu dalam melakukan perancangan aplikasi. Dalam hal ini penulis melakukan pengumpulan data dengan cara :

##### a. Observasi.

Observasi yang dilakukan adalah dengan mengamati dan melakukan pencatatan terhadap obyek yang berupa latihan penulisan aksara Hancaraka tersebut serta melihat hasil penulisan tersebut dibandingkan dengan tulisan yang sebenarnya.

### b. Metode Pengembangan

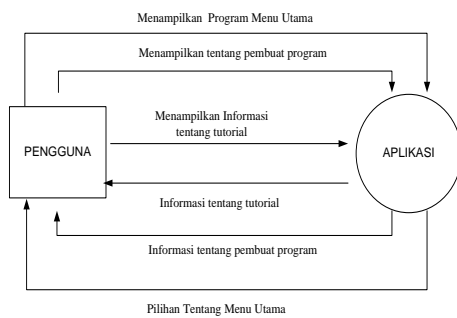
#### Analisa

a. Identifikasi awal, melakukan pengumpulan data terkait dengan aplikasi yang pernah ada serta mengumpulkan data dan informasi yang dibutuhkan.

- b. Merumuskan Kelayakan Sistem, berdasarkan identifikasi awal yang sudah dilakukan berdasarkan infratraktur, perangkat keras, perangkat lunak dan sumber daya manusia.
- c. Merumuskan Kebutuhan Sistem, berdasarkan identifikasi awal, data dan informasi yang dibutuhkan.

**Rancangan Sistem.**

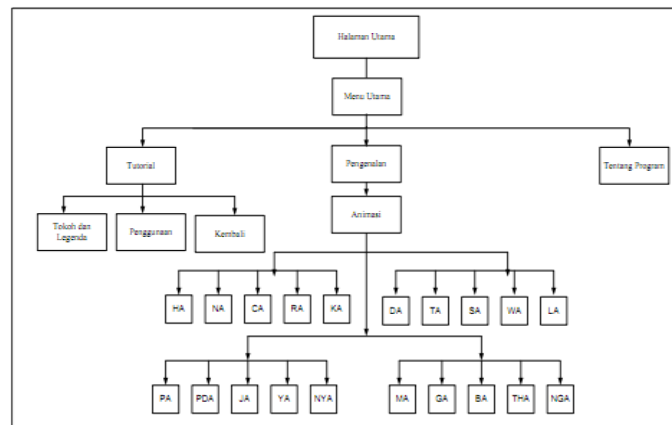
Pada tahap rancangan ini dimulai dari perancangan system. Adapun rancangan system ditampilkan dalam bentuk diagram konteks berikut :



Gambar Diagram Konteks Sistem

**a. Perancangan Arsitektur Modul**

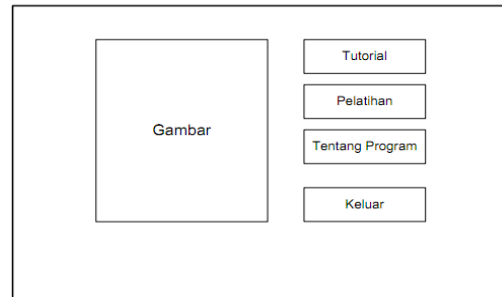
Pada tahap ini dirancang arsitektur modul yang akan dikembangkan. Adapun rancangan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar Arsitektur Modul

**b. Rancangan Antar Muka**

Setelah membuat rancangan system, maka perancangan dilanjutkan dengan membuat rancangan antarmuka. Adapun beberapa rancangan antar muka ditampilkan sebagai berikut :



Gambar Menu Utama

**1). Antarmuka Halaman Menu Utama**

Pada antarmuka ini berisi deskripsi antarmuka menu utama system aplikasi yang dibangun. Menu aplikasi ini terdiri dari : Tutorial program, Pengenalan/Pelatihan serta Tentang Program. Menu-menu ditampilkan dalam bentuk tombol-tombol command yang berisi perintah untuk mengakses submenu masing-masing. Tombol Menu Tutorial akan digunakan untuk membuka atau menjalankan

antarmuka Tutorial yang berisi penjelasan pemakaian program. Tombol Menu Pengenalan/Pelatihan digunakan untuk menjalankan antarmuka Pelatihan. Sementara tombol Menu Tentang Program dipakai untuk menjalankan antarmuka Tentang Program yang berisi informasi pembuat program.

## 2). Perancangan Program (Coding).

Tahap ini merupakan proses pembuatan aplikasi berdasarkan hasil dari analisis dan rancangan dengan menggunakan program yang sesuai.

## 3). Pengujian sistem

Menguji sistem yang dibuat/dikembangkan dengan melakukan eksekusi program dengan maksud menemukan kesalahan sehingga system menjadi lebih baik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

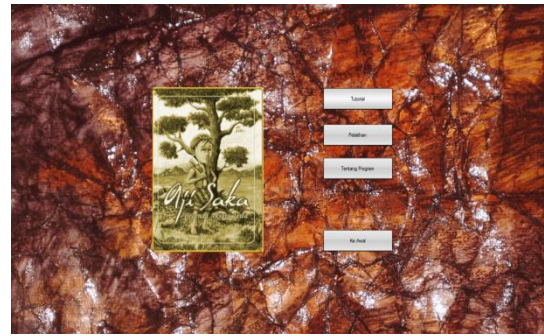
### 1. Implementasi Sistem

Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C# atau C Sharp dengan didukung oleh perangkat lunak yang lainnya seperti serta Adobe Photoshop CS4 Portable untuk mengolah gambar.

Beberapa hasil implementasi aplikasi pengenalan tulisan tangan aksara Hanacaraka ini dapat dijabarkan berikut ini.

### 2. Halaman Utama

Pada Halaman Menu Utama ini terdapat empat buah tombol untuk bisa masuk ke menu selanjutnya. Adapun tombol yang ada di Halaman Menu Utama adalah Tombol Tutorial, Tombol Pelatihan, Tombol Tentang Program serta tombol Ke Awal.



Gambar Implementasi Halaman Utama

### 3. Halaman Pelatihan

Halaman Pelatihan merupakan halaman inti dari aplikasi ini. Pada halaman ini terdapat dua menu yaitu Main dan Setting.

Menu Main merupakan menu untuk melakukan deteksi maupun untuk melihat animasi huruf serta suara dari aksara Hanacaraka. Menu Setting dipakai untuk menentukan dan membuat training yang dipakai untuk melakukan deteksi.

Langkah-langkah ataupun alur yang dipakai di dalam menu ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pertama-tama klik Ambil Network dan pilih Training Set.
- b. Tentukan deteksi yang akan dipilih, menggunakan kanvas atau mencoba mengambil file dari huruf yang sudah ada. Apabila ingin menggunakan kanvas, pilih pilihan Tulis. Sedangkan apabila akan menggunakan aksara yang sudah direkam pilih pilihan Pilih Gambar dan cari Aksara yang akan dideteksi.
- c. Setelah aksara yang akan dideteksi ada di dalam kanvas, klik Deteksi dan hasil akan muncul di kanvas hasil.
- d. Untuk mendeteksi aksara yang lainnya gunakan Tombol Bersihkan untuk membersihkan atau menghapus kanvas yang masih ada aksara yang lama dan

selanjutnya ulangi untuk aksara yang lain.



Gambar Halaman Pelatihan

#### 4. Pengujian Sistem

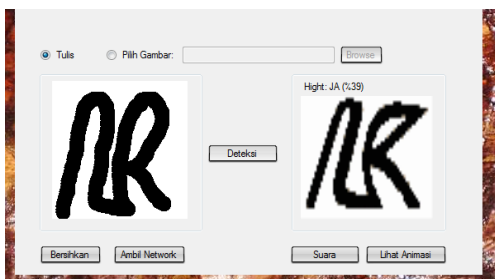
Pengujian sistem yang dilakukan adalah berupa pengujian fungsionalitas sistem.

##### 1. Pengujian Dengan Input Kanvas.

Pada pengujian ini beberapa huruf yang dimasukkan jika diberi tambahan beberapa noise, program masih mampu mengenali meskipun tidak semua bisa dikenali. Selain itu program masih mempunyai kelemahan karena ternyata belum mampu secara menyeluruh mengenali huruf apabila huruf tersebut posisi atau bentuk hurufnya mempunyai perbedaan yang cukup mencolok.

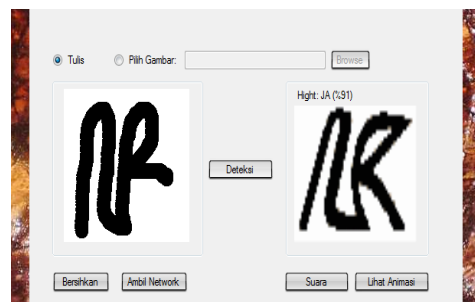
Gambar berikut menunjukkan hasil pengujian apabila menggunakan input kanvas dengan berbagai macam variasi input.

- a. Huruf/aksara Hanacaraka JA diinputkan pada kanvas. Setelah dideteksi maka akan dihasilkan output yang sesuai dengan inputnya. Akurasi huruf yang dihasilkan adalah 98%.



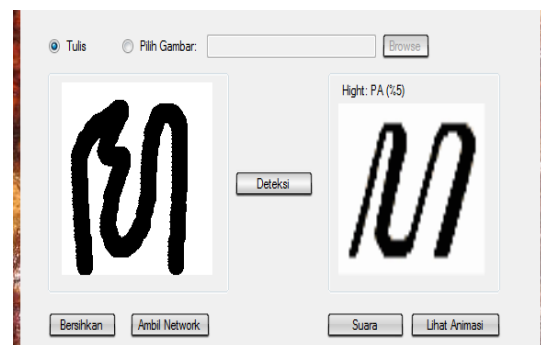
Gambar Pengujian dengan Huruf JA

- b. Pada Gambar berikut Huruf/aksara Hanacaraka JA diinputkan pada kanvas dengan memberikan noise berupa kaki huruf yang tidak sempurna. Setelah dideteksi ternyata aplikasi masih dapat mengenali dan tetap menghasilkan output yang sesuai dengan inputnya. Akurasi huruf yang dihasilkan adalah 96%.



Gambar Pengujian dengan Huruf JA diberi Noise

- c. Melalui kanvas diinputkan huruf GA bentuk kurang sempurna seperti pada tampilan di bawah. Setelah dideteksi, maka ternyata aplikasi tidak dapat mengenali dan tidak menghasilkan output yang berbeda dengan huruf yang dimaksud. Hal ini disebabkan huruf yang diinputkan bentuk dan ukurannya tidak sesuai dengan master huruf yang ada di folder. Akurasi pengenalan huruf yang dihasilkan adalah 6%.

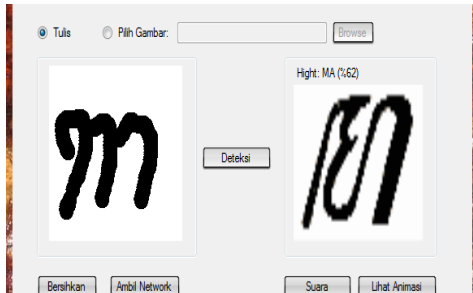


Gambar Hasil Pengujian Tidak Terdeteksi

kurang sempurna seperti pada tampilan di bawah. Setelah dideteksi, maka ternyata

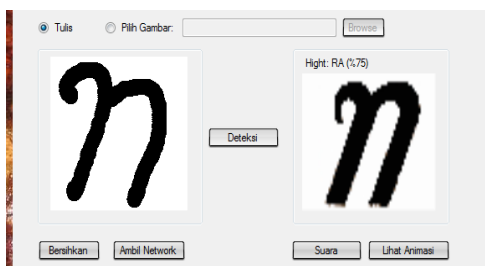


aplikasi tidak dapat mengenali dan tidak menghasilkan output yang berbeda dengan huruf yang dimaksud. Hal ini disebabkan huruf yang diinputkan bentuknya tidak sesuai dengan master huruf yang ada di folder. Akurasi pengenalan huruf yang dihasilkan adalah 5%.



Gambar Pengujian Yang Tidak Dapat Dikenali

- e. Gambar berikut. menginputkan huruf RA dengan bentuk seperti pada tampilan di bawah. Setelah dideteksi, maka aplikasi dapat mengenali dan dapat menghasilkan output yang sesuai dengan huruf yang dimaksud. Akurasi huruf yang dihasilkan adalah 75%.



Gambar Pengujian dengan Huruf RA

## 6. KESIMPULAN

Pada tahap penelitian saat ini sementara terdapat berbagai tambahan pengetahuan yang didapat selama proses pelaksanaan. Adapun tambahan pengetahuan tersebut bersifat baru atau memperbaiki yang sudah ada berdasarkan pengamatan selama proses penelitian. Pengetahuan yang bersifat baru tertuang berupa kesimpulan, dan pengetahuan yang bersifat memperbaiki tertuang dalam bentuk saran. Berdasarkan hasil analisis, perancangan,

implementasi dan pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem rancang bangun aplikasi analisis pengenalan tulisan tangan aksara Hanacaraka berhasil dikembangkan dan dibangun dengan hasil dan akurasi yang cukup baik walaupun belum selesai sepenuhnya.
2. Hasil pengujian sistem yang meliputi pengujian fungsionalitas oleh pembuat system dan pengujian unjuk kerja sistem oleh pengguna menunjukkan bahwa sistem aplikasi ini berhasil diimplementasikan dengan baik, meskipun masih ada kekurangan yaitu belum bisa mengenali apabila masih terdapat noise yang terlalu besar.

## 7. REFERENSI

- Al-Jawfi, R., 2009, *Handwriting Arabic Character Recognition LeNet Using Neural Network*, The International Arab Journal of Information Technology, Vol. 6, No. 3.
- Alwi, Aslan, 2009, *Pengenalan Pola Huruf-Huruf Lontara Bugis-Makassar dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation*, Tesis Jurusan Ilmu Komuter, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Atul, S.S. dan Mishra, S.P., 2007, *Hand-Written Devnagari Character Recognition - Thesis of Electronics and Instrumentation Engineering*, Department Of Electronics and Communication Engineering, National Institute of Technology, Rourkela.
- Al-Alaoui, M.A., Harb, M.A.A., Chahine, Z.A., Yaacoub, E., 2009, *A New Approach for Arabic Offline Handwriting Recognition*, IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine, Vol. 4, No. 3.
- Cheriet, M., Kharm, N., Liu, CH., Suen, C.Y., 2007, *Character Recognition Systems - A Guide for Students and Practioners*, John Wiley and Sons.
- Eberhart, R.C. dan Shi, Y., 2007, *Computational Intelligence Concepts to Implementation*, Morgan Kaufman Publisher, Elsevier.
- Engelbrecht, Andreies, P., 2007, *Computational Intelligence - An Introduction*, John Wiley and Sons.
- Ismail, I.A., Ramadan, M.A., El-Danaf, T.S., Samak, A.H., 2010, *An Efficient Off-line Signature Identification Method Based On Fourier Descriptor and Chain Codes*, IJCSNS International Journal of

- Computer Science and Network Security, VOL.10 No.5, pg.29-35.
- Kannan, R.J. dan Prabhakar, R., 2008, *An Improved Handwritten Tamil Character Recognition System using Octal Graph*, Journal of Computer Science 4(7): 509-516, ISSN 1549-3636.
- Kertasari, N. D.C., Haswanto, N., Sunarto, P., 2009, Tipografi Adaptasi Karakter Aksara Batak Toba Dalam Huruf Latin.
- Kozok, Uli, 2009, Surat Batak - Sejarah Perkembangan Tulisan Batak Berikut Pedoman Menulis Aksara Batak dan Cap Si Singamangaraja XII, Kepustakaan Populer Gramedia.
- Leila, C. dan Mohammed, B., 2007, *Art Network for Arabic Handwritren Recognition System*, Department of Computer Sciences - University Larbi Ben Mhidi and Department of Computer Sciences - University Mentouri, Constantine.
- Njah, S., Bezine, H., Alimi, A.M, 2007, *A New Approach for the Extraction of Handwriting Perceptual Codes using Fuzzy Logic*, Research Group on Intelligent Machines - National School of Engineers of Sfax, Tunisia.
- Otair, M.A. dan Salameh, W.A., 2008, *Efficient Training of Neural Networks Using Optical Backpropagation with Momentum Factor*, International Journal of Computers and Applications, Vol. 30, No. 3,pg. 167-172.
- Park, Sang Sung, Jung, Won Gyo, Shin, Young Geun, Jang, Dong-Sik, 2008, *Optical Character Recognition System Using BP Algorithm*, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.8 No.12,pg. 118-124.
- Panggabean, M. dan Rønningen, L.A., 2009, *Character Recognition of The Batak Toba Alphabet Using Signatures and Simplified Chain Code*, Signal and Image Processing Applications (ICSIPA) - IEEE International Conference, p. 215 - 220
- Purwadi, H.Jumanto, 2006, "Asal Mula Tanah Jawa", Penerbit Gelombang Ilmu. Sleman – Yogyakarta.
- Putra, Dharma, 2010, Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Purwandari, Eka dan Fatta, Hanif Al, 2009, *CD Pembelajaran Berbasis Multimedia untuk mata Pelajaran Fisika kelas 2 SMP*.
- Santoso, Alb. Joko, 2000, Jaringan Saraf Tiruan - Teori, Arsitektur dan Algoritma, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Su, TH., Zhang, TW., Guan, DJ. dan Huang, HJ., 2008, *Off-line recognition of realistic Chinese handwriting using segmentation-free strategy*, Journal Pattern Recognition - ScienceDirect.
- Sutopo, Hadi, 2011, *Aplikasi Multimedia dalam Pendidikan*, Workshop Pengembangan Pembelajaran Berbasis Multimedia.
- Siang, Jong J., 2009, Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan Matlab, Penerbit Andi.
- Wirayuda, T.A.B., Wardhani, M.L.D.K., Adiwijaya, 2008, *Pengenalan Pola Huruf Jepang (Kana) Menggunakan Direction Feature Extraction dan Learning Vector Quantization*, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi Volume 13 no. 2, ISSN : 1410-7066.
- Wirayuda, T.A.B., Hermanto, I G.R., Novi, R., 2009, *Pengenalan Huruf Bali Menggunakan Metode Modified Direction Feature (MDF) dan Learning Vector Quantization (LVQ)*, Konferensi Nasional Sistem dan Informatika - Bali, KNS&I09-002.
- Winardi, S., Kristanto, K.H., Rozady M., Sitinjak, S., Suyoto, 2010, *Development Handwriting Recognition Using SHOVIQ Algorithm, Case Study : HANACARAKA Handwriting*.
- Wu, Y. dan Yu, L., 2008, *Touchless Writer: Object Tracking & Neural Network Recognition*, The Milton W. Holcombe Department of Electrical and Computer Engineering Clemson University, Clemson.