

**SISTEM PENGENALAN WAJAH
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN *SELF ORGANIZINGMAP* (SOM)
DENGAN PEMROSESAN AWAL *DISCRETE COSINE TRANSFORM* (DCT)**

¹**Lady Silk Moonlight**

¹Politeknik Penerbangan Surabaya
Jemur Andayani 1 No 73 Surabaya 60236
email : lady.silk@poltekbangsby.ac.id

ABSTRAK

Citra wajah merupakan salah satu fitur biometrik yang dapat dijadikan sebagai bukti autentik dari seseorang. Sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) secara komputerisasi, akan mengetahui identitas diri seseorang. Dalam proses pelatihan citra wajah, penggunaan piksel dari citra wajah secara langsung dapat mengakibatkan banyaknya fitur-fitur wajah yang tidak dapat terekstraksi dengan baik. Maka dari itu diperlukan suatu pemrosesan awal yang dapat mengekstraksi fitur-fitur wajah dengan baik. Dimana pada penelitian ini digunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) sebagai pemrosesan awal dan Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan *Self Organizing Map* (SOM)/Kohonen dalam proses pelatihannya. Dengan menggunakan DCT jaringan akan cepat belajar dan dapat mengenali citra dengan kesalahan yang minimum sehingga didapatkan sistem yang dapat bekerja cukup baik dan efisien.

Kata Kunci : Pengenalan Wajah, Jaringan Syaraf Tiruan, *Self Organizing Map* (SOM), *Discrete Cosine Transform* (DCT)

PENDAHULUAN

Citra wajah merupakan salah satu fitur biometrik yang dapat dijadikan sebagai bukti autentik dari seseorang. Sistem pengenalan yang dilakukan dengan sistem komputerisasi, maka akan mengetahui identitas diri seseorang berdasarkan ciri-ciri yang sesuai dengan citra wajah yang telah dilatih, sehingga citra wajah yang hanya sekedar mirip tidak bisa langsung dianggap sama.

Dalam proses pengenalan wajah akan terjadi ketidak-efisienan jika *pixel* dalam citra wajah langsung digunakan kedalam proses pengenalan dan identifikasi wajah, sehingga diperlukan sebuah model komputasi untuk mengubah *pixel* dalam citra wajah menjadi suatu ciri wajah, sehingga dapat digunakan dalam skala dan orientasi wajah yang berbeda-beda.

Pada penelitian ini digunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) dalam ekstraksi ciri. Hasil *Discrete Cosine Transform* (DCT) hanya berupa real tanpa ada imajiner. Hal ini banyak membantu karena dapat mengurangi perhitungan. Sehingga mempercepat dalam proses ekstraksi cirinya.

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan suatu model dari sistem syaraf biologis yang disederhanakan sebagai suatu alternatif sistem komputasi. Penggunaan sistem pelatihan jaringan syaraf tiruan Kohonen untuk pengenalan wajah diperlukan sebuah proses transformasi yang tepat. Hal ini dikarenakan penggunaan *pixel* dari citra wajah secara langsung sebagai sebuah input layer mengakibatkan lamanya proses training.

Jaringan saraf tiruan *Self Organizing Map* (SOM) atau disebut juga dengan jaringan Kohonen telah banyak dimanfaatkan untuk pengenalan pola baik berupa citra, suara, pengompresian data, pendeteksian virus komputer, pengidentifikasian objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain. Penggunaan Metode kohonen dikarenakan metode ini sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks.

METODE PENELITIAN

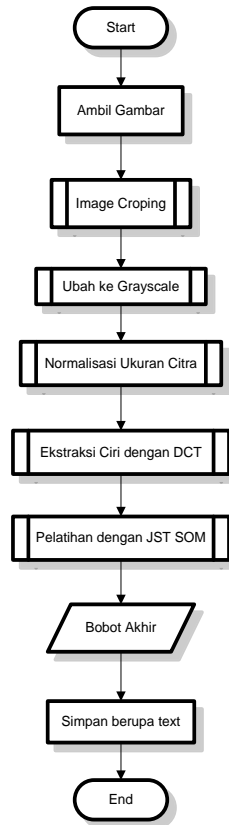
Sistem Pengenalan Wajah

Proses pengenalan wajah yang dilakukan oleh sistem ini adalah berdasarkan hasil pencocokan terhadap seluruh citra wajah yang telah dilatih terlebih dahulu menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik.

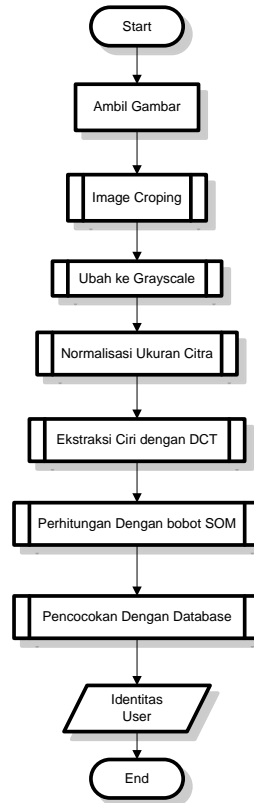
Proses untuk mendapatkan citra wajah dalam sistem ini adalah melalui pengambilan gambar dengan *web camera*, kemudian diambil titik tengah dan di crop sehingga gambar yang akan diproses selanjutnya hanya gambar wajah. Sebelum melalui proses pelatihan ataupun pengenalan citra terlebih dahulu melalui proses pengubahan citra ke *grayscale* lalu proses normalisasi ukuran citra dan juga ekstraksi ciri . Pada proses normalisasi ukuran citra digunakan ukuran standar "*The ORL Database of Faces*", AT&T Laboratories Cambridge (92 X 112) yang merupakan ukuran yang sering digunakan dalam beberapa penelitian-penelitian pengenalan wajah . Pada proses ekstraksi ciri digunakan *2-D Discrete Cosine Transform* untuk memperoleh ciri pembeda pada citra wajah sekaligus untuk mempercepat pada proses pelatihan .

Adapun dari sekitar 10.304 koefisien DCT hanya digunakan 35 koefisien DCT sebagai ciri yang nantinya digunakan untuk proses pengenalan dan pelatihan. Pada proses pelatihan 35 koefisien DCT dimasukkan kedalam input layer dari jaringan syaraf tiruan. Sesuai dengan teori *Backpropagation* , pelatihan akan lebih cepat jika nilai inputannya berada pada nilai range fungsi aktifasinya. Karena fungsi aktifasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid biner, maka nilai input layer akan dikonversikan antara range [0,0] . Proses pelatihan *Self Organizing Map* (SOM) akan menghasilkan bobot yang kemudian akan digunakan untuk proses pengenalan.

Gambaran umum sistem meliputi diagram alir proses pelatihan dan pengenalan. Pada proses pelatihan, semua data pelatihan dilatih agar mendapatkan nilai bobot yang sesuai, untuk digunakan pada proses pengenalan. Pada proses pengenalan citra wajah yang akan dikenali dimasukkan kemudian diproses, dan dicocokkan dengan data pada *database*, untuk dapat dikenali identitas pemilik citra wajah tersebut. Berikut merupakan diagram alir algoritma alir proses pelatihan secara umum.



Gambar 1 *Flowchart* Sistem Pelatihan Pengenalan



Gambar 2 *Flowchart* Sistem

Konversi Citra *True color* ke *Grayscale*

Citra true color adalah representasi citra berwarna yang memiliki tiga komponen utama yaitu merah, hijau dan biru (RGB). Masing masing komponen pada citra *true color* mempunyai 256 kemungkinan nilai. Citra grayscale memiliki 2^8 (256) kemungkinan nilai pada pixelnya. Nilai tersebut dimulai dari nol untuk warna hitam dan 255 untuk warna putih [Gonzales, 2002]. Konversi Citra *True color* ke *Grayscale* mengubah nilai pixel yang semula mempunyai 3 nilai yaitu R, G, B menjadi satu nilai yaitu keabuan. Berikut persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai keabuan :

$$K_i = w_R R_i + w_B B_i + w_G G_i$$

Dimana :

K_i : nilai keabuan pada pixel ke i , w_R : bobot untuk elemen warna merah

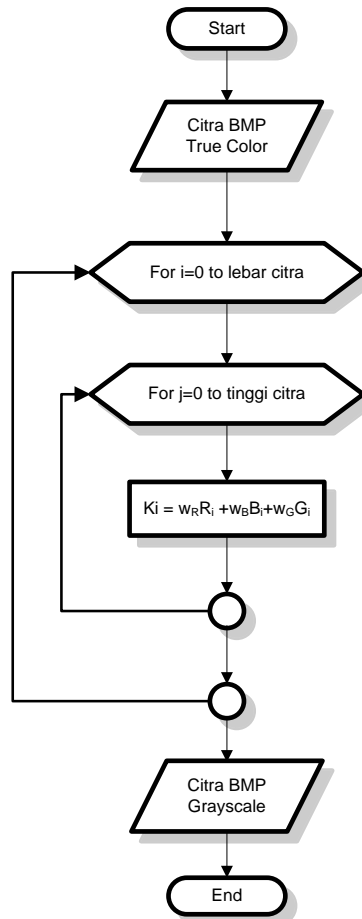
w_B : bobot untuk elemen warna biru, w_G : bobot untuk elemen warna hijau

R_i : nilai intensitas elemen warna merah, B_i : nilai intensitas elemen warna biru

G_i : nilai intensitas elemen warna hijau

NTSC (National Television System Committee) mendefinisikan bobot untuk konversi citra true color ke grayscale sebagai berikut : $w_R = 0.299$, $w_B = 0.587$, $w_G = 0.114$.

Data masukan berupa citra *True Color* dan data keluaran berupa citra *Grayscale*.



Gambar 3 Flowchart Konversi Warna True Color ke Grayscale

Normalisasi Ukuran Citra

Pada citra data pelatihan dan pengenalan, citra wajah memiliki ukuran yang beragam, karena itu harus diseragamkan sehingga memiliki ukuran 92x112 pixel. Proses normalisasi dilakukan dengan menggunakan metode *bilinear interpolation*.

Di sini citra digital dengan dimensi $m \times n$ pixel dapat dianggap sebagai matriks dua dimensi. Matriks tersebut memiliki nilai $ya[1..m][1..n]$ yang isinya adalah level grayscale dari pixel-pixel di dalam citra. Informasi lokasi dari pixel tersebut disimpan dalam array $x1a[1..m]$ dan $x2a[1..n]$. Relasi antara nilai nilai tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$ya[j][k] = y(x1a[j], x2a[k])$$

Dengan interpolasi, akan diestimasi nilai fungsi $y(x1, x2)$ pada suatu lokasi $(x1, x2)$ di mana $x1$ dan $x2$ bukan nilai integer di antara $1..m$ dan $1..n$. Formula untuk melakukan bilinear interpolasi adalah:

$$t = (x1 - x1a[j]) / (x1a[j+1] - x1a[j])$$

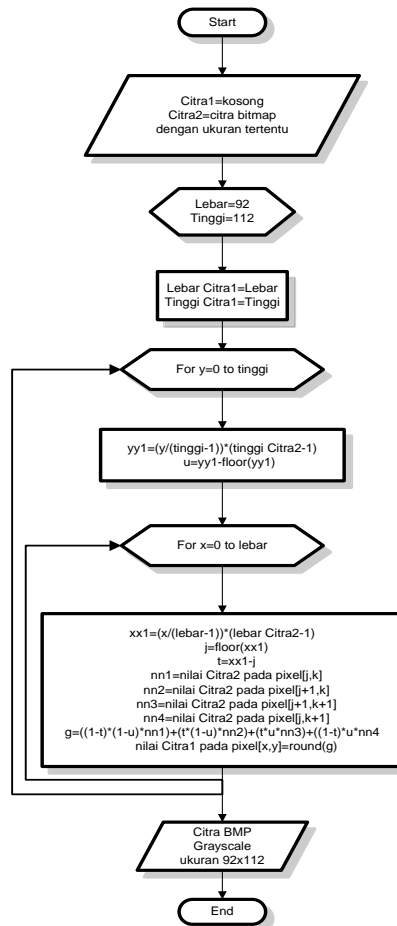
$$u = (x2 - x2a[k]) / (x2a[k+1] - x2a[k]) \text{ dan}$$

$$y(x1, x2) = (1 - t)(1 - u)y1 + t(1 - u)y2 + tuy3 + (1 - t)uy4$$

$$\text{dimana : } y1 = ya[j][k] \quad y2 = ya[j+1][k]$$

$$y3 = ya[j+1][k+1] \quad y4 = ya[j][k+1]$$

yaitu titik-titik yang berada di sekeliling titik yang akan diinterpolasi.



Gambar 4 Flowchart Normalisasi Ukuran Citra

Discrete Cosine Transform (DCT)

Discrete cosine transform (DCT) adalah sebuah transformasi citra yang berbasis cosinus. Adapun sifat-sifat DCT yaitu: frekuensi pada transformasi ini berupa bilangan real, orthogonal, dan separable, serta proses komputasinya yang terbukti cukup efisien. DCT digunakan pada sistem ini untuk mengekstraksi ciri dan mereduksi dimensi. Pada proses ekstraksi ciri digunakan 2-D *Discrete Cosine Transform* untuk memperoleh ciri pembeda pada citra wajah sekaligus untuk mempercepat pada proses pelatihan. Adapun dari sekitar 10.304 koefisien DCT hanya digunakan 35 koefisien DCT sebagai ciri yang nantinya digunakan untuk proses pengenalan dan pelatihan [Pan, 1999]. Pada proses pelatihan 35 koefisien DCT dimasukkan kedalam input layer dari jaringan syaraf tiruan.

Proses 2-D DCT dapat dirumuskan:

$$F(u, v) = \frac{2}{\sqrt{MN}} \cdot \alpha(u)\alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x, y) \cdot \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2M}\right]$$

Dimana :

$$\alpha(n) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & n=0 \\ 1 & n \neq 0 \end{cases}$$

Dimana : u dan v : titik pixel citra m : tinggi citran : lebar citra

Adapun proses pengambilan koefisien DCT secara diagonal seperti yang pada gambar 3.3.



Gambar 5 Cara pengambilan koefisien DCT

Cara pengambilan seperti ini disebabkan koefisien DCT yang tersebar pada sudut kiri atas dan semakin kebawah nilainya semakin kecil dan dapat diabaikan [Pan, 1999].

Sesuai dengan teori jaringan syaraf tiruan, pelatihan akan lebih cepat jika nilai inputannya berada pada nilai range fungsi aktifasinya. Karena fungsi aktifasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid bipolar, maka nilai input layer akan dikonversikan antara range [1,-1]. Proses konversinya dapat dapat dirumuskan:

$$Z_i^{(j)} = 2 \frac{x_i^{(j)} - a}{b - a} - 1$$

Dimana

i : 0,1,...,jumlah koefisien DCT-1

j : 0,1,... jumlah data set -1

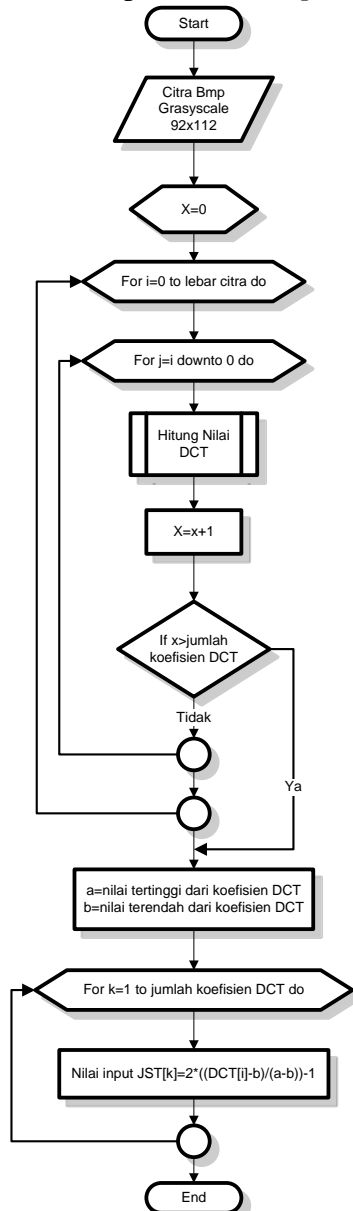
z : input layer

x: koefisien DCT

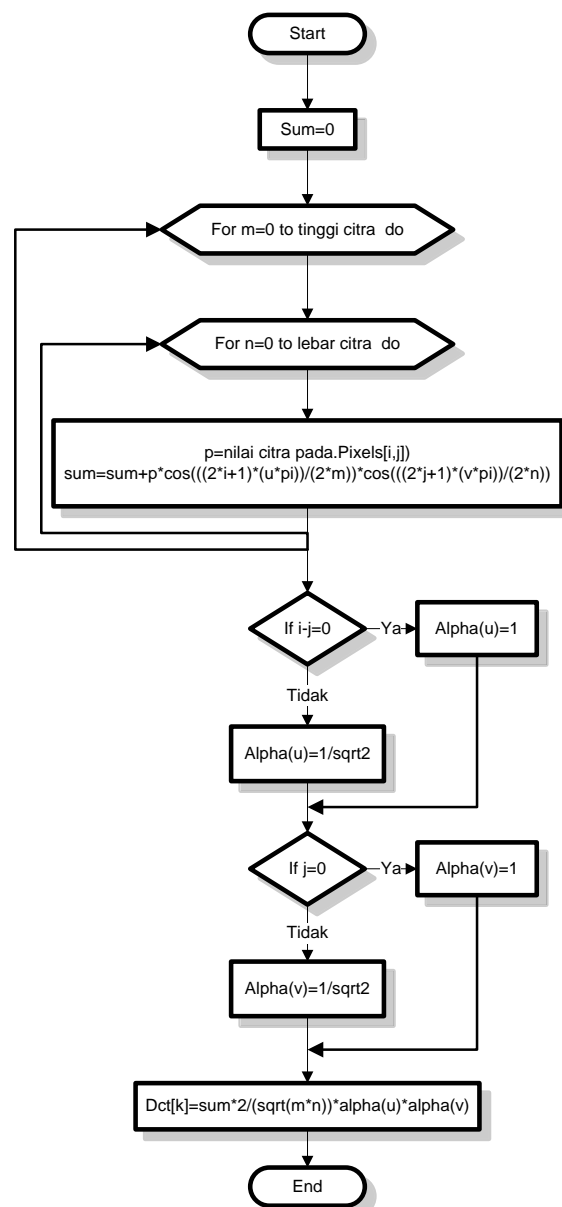
a : nilai koefisien DCT terendah

b: nilai koefisien DCT tertinggi

Data masukkan berupa citra *Bitmap* dengan ukuran 92x112 pixel.



Gambar 6 Flowchart Pengambilan Koefisien DCT Secara Diagonal Dan Konversi Fungsi Aktifasi Sigmoid Bipolar

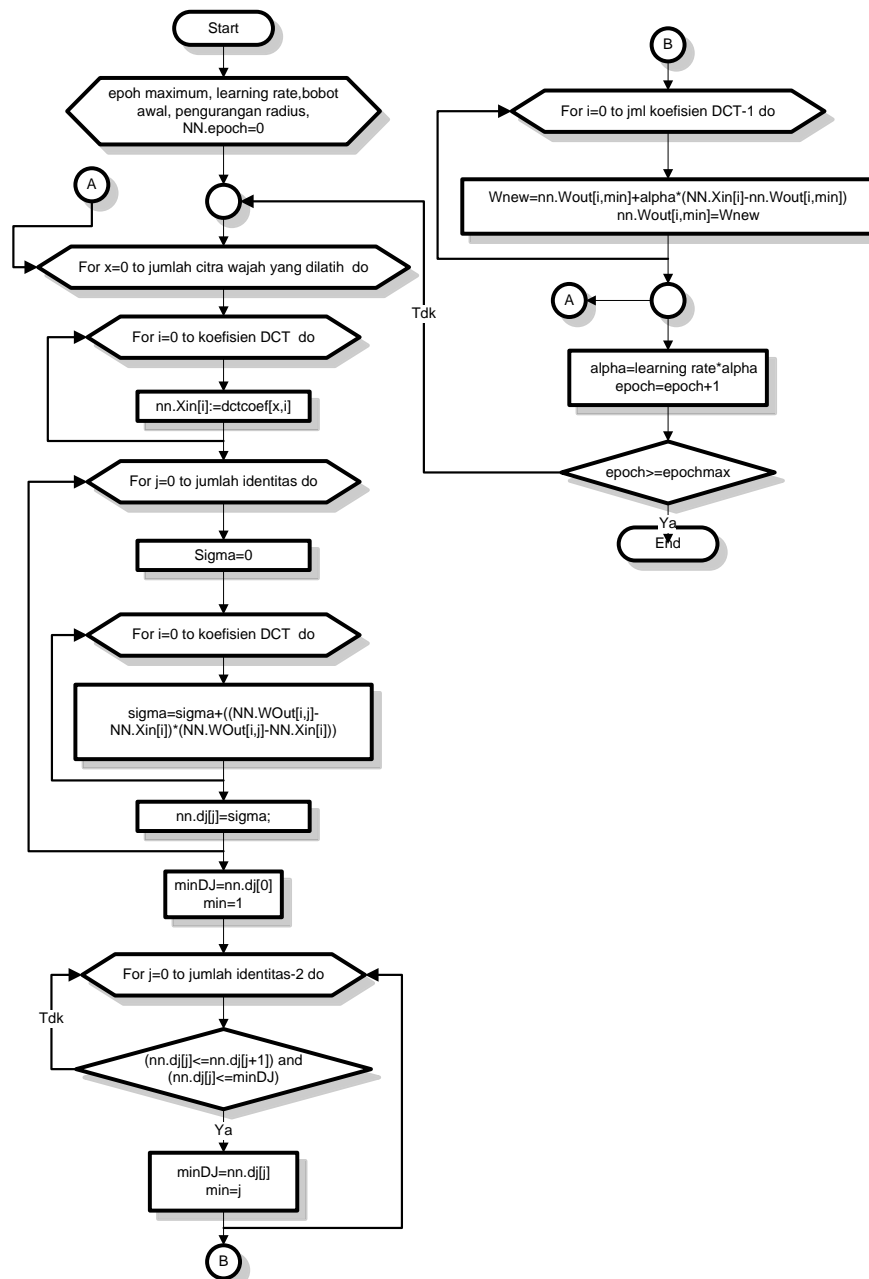


Gambar 7 Flowchart Perhitungan DCT

Jaringan Syaraf Tiruan Self-Organizing Map (SOM) / Kohonen

Jaringan syaraf tiruan dapat belajar dari pengalaman, melakukan generalisasi atas contoh-contoh yang diperolehnya dan mengabstraksi karakteristik esensial input bahkan untuk data yang tidak relevan. Semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran. Pada proses pembelajaran, ke dalam JST dimasukkan pola-pola input (dan output) lalu jaringan akan diajari untuk memberikan jawaban yang bisa diterima. Metode ini tidak memerlukan target output.

Metode pembelajaran jaringan syaraf yang digunakan pada sistem ini yaitu Jaringan Self-Organizing Map (SOM) / Kohonen. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu Sigmoid Biner (Logsig), sehingga sebelum memasuki proses pembelajaran, data input harus diubah sehingga memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Semua citra wajah akan dilatih sesuai algoritma metode ini, untuk memperbarui bobot yang nantinya bobot akhir akan digunakan untuk proses pengenalan.



Gambar 8 Flowchart Perhitungan JST SOM

Pada proses pencocokan digunakan jarak Euclidian yaitu:

$$d = \sqrt{\sum_i^n (W_i - X_i)^2}$$

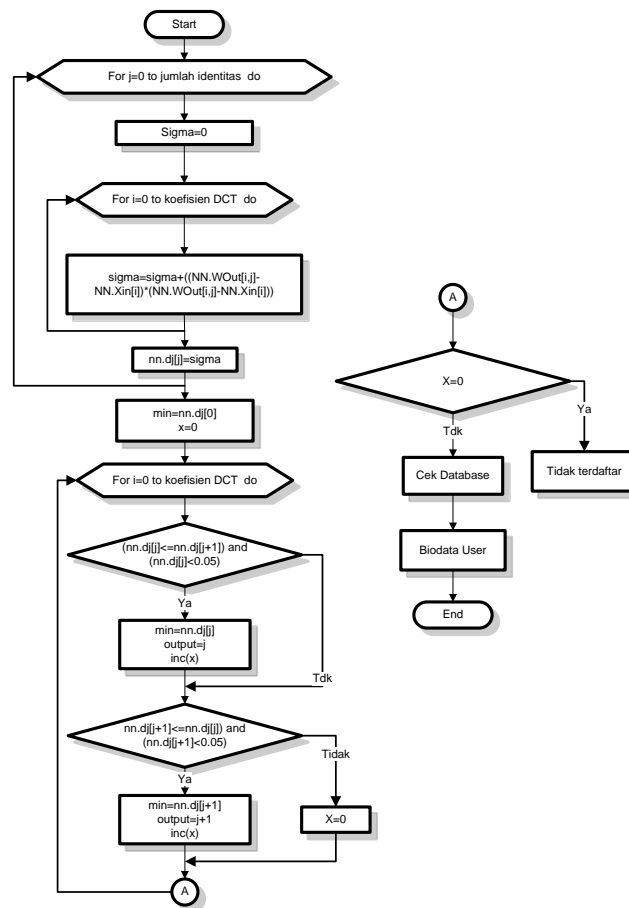
d = jarak

Wi = bobot neuron ke-i (bobot akhir)

Xi = input vektor ke Xi (nilai hasil DCT)

Pada proses pelatihan data masukan berupa matrik nilai hasil proses DCT untuk semua citra wajah, dan data keluaran yaitu bobot akhir yang digunakan pada proses pencocokan. Pada proses pengenalan data masukan berupa matrik nilai hasil proses DCT untuk semua citra yang akan dicocokkan, dan data keluaran yaitu jarak Euclidian. Jarak Euclidian yang paling minimum merupakan hasil pengenalan yang paling cocok dengan citra wajah yang tersimpan.

Berikut merupakan flowchart proses pencocokan dengan jarak Euclidian menggunakan SOM :



Gambar 9 Flowchart Pencocokan dengan Jarak Euclidian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengukur evaluasi unjuk kerja dari pengenalan wajah, pada umumnya digunakan parameter Recognition rate. Recognition rate adalah perbandingan antara jumlah wajah yang berhasil dikenali dengan jumlah seluruh wajah yang ada. Error rate adalah perbandingan antara jumlah wajah yang gagal dikenali dengan jumlah seluruh wajah yang

ada. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sekumpulan citra wajah untuk pelatihan (training data set) dan sekumpulan citra untuk pengujian (testing data set).

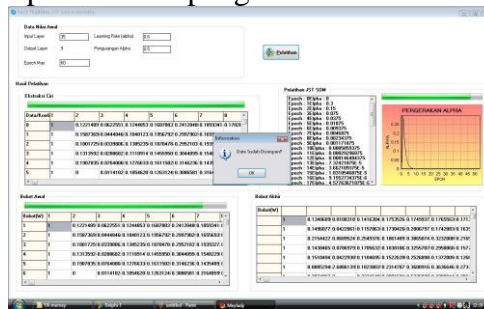
Jumlah citra data wajah yang digunakan sebanyak 10 citra wajah tiap identitas orang yang nantinya wajah-wajah ini akan dibagi jumlahnya untuk proses pelatihan dan pengenalan sesuai dengan metode pelatihan yang digunakan.

Proses Pendaftaran Identitas dan Masukan Citra wajah. Dimasukkan data identitas user, serta 10 citra wajah yang akan disimpan untuk proses pelatihan.



Gambar 10 Form Input Identitas dan Wajah

Sistem melakukan proses pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan metode *Self Organizing Map (SOM) / Kohonen*, yang akan menghasilkan nilai bobot akhir yang nantinya akan digunakan untuk proses pencocokan/pengenalan.



Gambar 11 Form Pelatihan JST.

Variabel yang digunakan dalam pelatihan ini yaitu: Epoch maksimum, Laju Pelatihan/*Learning Rate/alfa (a)* dan Pengurangan alfa (*d*). Sistem melakukan proses pelatihan hingga epoch maksimum terpenuhi.

Tabel 1 Fungsi hasil proses pelatihan

CAPTION	FUNGSI
Input Layer	Jumlah Koefisien DCT pada ekstraksi ciri yang digunakan sebagai Input layer pada proses pelatihan JST.
Output Layer	Merupakan output layer pada proses pelatihan JST sehingga jumlahnya disesuaikan dengan jumlah identitas.
Epoch Max	Nilai epoch maksimum proses pelatihan
Learning Rate (alpha)	Laju pelatihan yang digunakan pada proses pelatihan JST.
Pengurangan Alpha	Nilai untuk menghitung perubahan Learning Rate.
Ekstraksi Ciri	Menampilkan nilai koefisien DCT selama ekstraksi ciri untuk semua data.
Pelatihan JST SOM	Menampilkan perubahan nilai alpha selama proses JST SOM.
Bobot Awal	Menampilkan nilai bobot awal sebelum memasuki proses JST SOM.
Bobot Akhir	Menampilkan nilai bobot akhir proses JST SOM.

Pada implementasinya, pengambilan nilai bobot awal yaitu nilai DCT yang telah diubah sesuai fungsi aktivasi untuk tiap gambar identitas wajah. Dan juga tidak hanya nilai epoch maksimum yang menjadi batas akhir iterasi, tapi disini ditambahkan jarak similaritas. Bila jarak antara bobot baru disuatu perulangan dengan bobot sebelumnya terletak pada suatu range, maka iterasi pun akan berhenti.



Gambar 12 Form Proses Pengenalan Citra Wajah

UJI COBA

Proses ujicoba dilakukan untuk menentukan keakuratan sistem dalam melakukan proses pengenalan. Pada proses ujicoba variable yang digunakan untuk pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Self Organizing Map (SOM) yaitu: laju pelatihan(?) = 0,6; pengurangan $\alpha(d)=0,5$; $\text{threshold}=0,02$ dan jarak similaritas= 0.0000000000000001 . Fungsi threshold yaitu untuk membatasi Jarak Euclidian pada proses pencocokan/pengenalan. Sedangkan jarak similaritas berfungsi untuk membatasi iterasi perubahan bobot sehingga didapat bobot terbaik, walaupun epoch maksimum belum terpenuhi.

FAR (False Acceptance Ratio) = jumlah FA / jumlah wajah palsu yang diuji

FRR (False Rejection Ratio) = jumlah FR / jumlah wajah benar yang diuji

Hasil yang dicapai dari ujicoba dengan wajah palsu/ yang tidak terdaftar dan wajah yang telah terdaftar dapat dilihat dalam table berikut. Dengan Jumlah wajah palsu/tidak terdaftar=20 dan jumlah wajah yang telah terdaftar=20

Tabel 2 Persentase Nilai FAR dan FRR

Koefisien DCT	Epoch Maksimum	% FAR	%FRR
30	44	$13/20 * 100\% = 65\%$	$7/20 * 100\% = 35\%$
35	45	$12/20 * 100\% = 60\%$	$4/20 * 100\% = 20\%$
40	45	$12/20 * 100\% = 60\%$	$7/20 * 100\% = 35\%$

Hasil uji coba dari database ORL (standar "The ORL Database of Faces", AT&T Laboratories Cambridge) dengan 20 identitas wajah dan 5 citra wajah tiap identitasnya untuk proses pelatihan, serta terdapat 5 citra wajah tiap identitasnya yang berbeda dari data pelatihan untuk dijadikan data pengenalan.

Data pelatihan=100, data pengenalan=100

Persentase benar = $56/100 * 100\% = 56\%$

Persentase salah = $44/100 * 100\% = 44\%$

Selain itu, nilai threshold yang digunakan akan semakin tinggi untuk mengenali. Disini digunakan $\text{threshold}=0,2$ karena nilai jarak euclidean yang dihasilkan pada proses pengenalan akan semakin besar dari pada proses uji coba dengan citra yang mempunyai jarak dan tingkat pencahayaan yang sama.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil penulis dari pembuatan perangkat lunak ini adalah:

1. Hasil yang diperoleh dalam proses pengenalan wajah dengan metode jaringan syaraf tiruan SOM dengan ekstraksi ciri Discrete Cosine Transform (DCT) dengan variabel: laju pelatihan(?)=0,6; pengurangan $\alpha(d)=0,5$; $\text{threshold}=0,02$ dan jarak similaritas=0.0000000000000001; telah dihasilkan Recognition Rate sebesar 80% untuk kemungkinan terbaik, dan 35% untuk kemungkinan terburuk. Hal ini menunjukkan bahwa metode jaringan syaraf tiruan SOM dengan ekstraksi ciri Discrete Cosine Transform (DCT) cukup baik digunakan dalam sistem pengenalan wajah.
2. Nilai koefisien DCT sangat mempengaruhi kinerja sistem pada proses pengenalan/pencocokan, karena nilai koefisien DCT merupakan ciri dari identitas wajah. Semakin banyak koefisien DCT yang digunakan, maka semakin banyak pula ciri yang digunakan.
3. Penentuan nilai Threshold juga sangat mempengaruhi proses pencocokan/pengenalan karena nilai threshold digunakan sebagai batas jarak Euclidian dalam penentuan identitas pemilik wajah.
4. Penentuan nilai minimum jarak Similaritas mempengaruhi jumlah iterasi atau epoch maksimum dalam penentuan bobot, sehingga iterasi akan berhenti bila jarak Similaritas terpenuhi meskipun nilai masukan epoch maksimum belum terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arie WM, Ibnu G, Resmana L. 2004. *Pelacakan Dan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Embedded Hidden Markov Models*. Jurnal Informatika Universitas Kristen Petra, vol. 5, no. 1, pp 22-31
- Azizah, R. 2006. *Analisis tiga metode ekstraksi ciri pada pola tanda tangan (perangkat lunak)*. Tugas Akhir Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, ITS Surabaya.
- Dewi AR, Adang Suhendra, Hendra. 2003. *Ekstraksi Fitur Dan Segmentasi Wajah Sebagai Semantik Pada Sistem Pengenalan Wajah*. National Conference on Computer Science & Information Technology VII
- Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. Prentice-Hall Inc., USA.p 3
- Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. 2002. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall,inc. New Jersey.
- Hadi, S. 2004. *Pengembangan Model Generatif Pengenalan Wajah pada Latar Belakang, Pose dan Iluminasi yang Bervariasi*. Institut Teknologi Bandung.
- Hadnanto, M A. 1996. *Perbandingan Beberapa Metode Algoritma JST untuk Pengenalan Pola Gambar*. Tugas Akhir Teknik Elektronika ITS Surabaya.
- Kartika G,Sony RP. 2001. *Pembuatan Perangkat Lunak Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Components Analysis*. Jurnal Informatika Universitas Kristen Petra, vol.2, no. 2, pp: 57 – 6
- Pan, Z. Bolouri, H. 1999. *High Speed Face Recognition Based on Discrete Cosine Transforms and Neural Networks*. Technical Report, Science and Technology Research Centre (STRC), University of Hertfordshire.
- Turk, M., Pentland, A. 1991. *Eigenfaces for Recognition*. J. Cognitive Neuroscience, vol. 3, no.1.
- Wang, Z. and Hunt, B.R. 1985. *The discrete W transform*. Applied Mathematics and Computation, 16, pp. 1948.
- Woodward, J.D, Jr, Christopher Horn, Julius Gatune, and Aryn Thomas. 2003. *Biometrics: A Look at Facial Recognition*. Virginia State Crime Commision.