

Verifikasi Citra Wajah Menggunakan Metode *Discrete Cosine Transform* Untuk Aplikasi *Login*

Dimas Achmad Akbar Kusuma, Fernando Ardilla, Bima Sena Bayu Dewantara
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya
Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111
dhee_must18@yahoo.com, nando@eepis-its.edu, bima@eepis-its.edu

Abstrak

Sistem verifikasi menggunakan citra wajah merupakan suatu proses pencocokan wajah yang dengan suatu wajah yang telah diklaim oleh seorang user. Hasilnya adalah suatu keputusan yang dapat menentukan apakah wajah yang diuji milik pengguna sah (*genuine user*) atau tidak sah (*imposter user*). Untuk mendapatkan hasil tersebut dilakukan proses ekstraksi ciri dari citra wajah. Proses ekstraksi ciri memegang peranan yang sangat penting terhadap keberhasilan verifikasi. Pada penelitian ini, ciri – ciri wajah akan diekstraksi dengan menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* yang dilakukan secara *Real - Time*. Sedangkan proses pencocokan hasil ekstraksi ciri dengan data training dilakukan dengan menggunakan *Euclidian Distance* dan *JST Backpropagation*. Pengujian pada penelitian ini menggunakan 100 data training dan 50 data uji serta menggunakan 8 hingga 64 koefisien *DCT*. Dari hasil pengujian tersebut, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 64% hingga 84% untuk *euclidean distance* dan 48% hingga 90% untuk *JST backpropagation*. Pada pengujian pencocokan wajah dengan jarak yang berbeda, tingkat akurasi yang didapatkan pada jarak 50cm, 100cm, 150cm adalah 80%, 70% dan 50% sedangkan dengan metode *JST backpropagation* masing adalah 90%, 90%, dan 100%. Hasil tersebut terlihat bahwa, semakin besar jarak wajah terhadap kamera maka akan semakin menurun tingkat akurasi. Pada pengujian pencocokan wajah dengan tingkat pencahayaan yang berbeda, tingkat akurasi rata-rata pada metode *euclidean distance* adalah 36.67% dan 26.67% pada metode *JST backpropagation*. Pada pengujian kecepatan sistem, metode *JST backpropagation* berjalan lebih cepat yaitu 10fps hingga 12fps daripada menggunakan metode *euclidean distance* yang berjalan pada kecepatan 9fps hingga 10fps.

Kata Kunci : Verifikasi wajah, Pengenalan wajah, *Discrete Cosine Transform*.

1. Pendahuluan

Dewasa ini teknologi pengenalan wajah semakin banyak diaplikasikan, antara lain untuk sistem pengenalan biometrik (yang dapat juga dikombinasikan dengan fitur biometrik yang lain seperti sidik jari dan suara), sistem pencarian dan pengindeksan pada database citra digital dan database video digital, sistem keamanan kontrol akses area terbatas, konferensi video, dan interaksi manusia dengan komputer.

Banyak sekali bidang penelitian mengenai pemrosesan wajah (*face processing*), antara lain adalah sistem pengenalan wajah (*face recognition*). Sistem pengenalan wajah (*face recognition*) digunakan untuk membandingkan paling cocok dengan citra tersebut jika ada. Sedangkan verifikasi wajah (*face verification*) digunakan untuk menguji keaslian/kesamaan suatu wajah dengan data wajah yang telah diinputkan sebelumnya. Bidang penelitian yang juga berkaitan dengan pemrosesan wajah adalah lokalisasi wajah (*face localization*) satu citra wajah masukan dengan suatu database wajah dan menghasilkan wajah yang yaitu pendeteksian wajah namun dengan asumsi hanya ada satu wajah di dalam citra, penjejakan wajah (*face tracking*) untuk memperkirakan lokasi suatu wajah dalam video secara *real-time*, dan pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*) untuk mengenali kondisi emosi manusia[3].

Penelitian mengenai pengenalan biometrika sudah banyak dilakukan, beberapa peneliti yang meneliti mengenai biometrika adalah Dewi AR [2] memanfaatkan teknologi biometrik pada kehidupan untuk mengidentifikasi dan mengenal karakteristik wajah manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem yang memisahkan citra wajah ke dalam komponen wajah, kemudian mengekstraksinya ke dalam fitur mata, hidung, mulut, dan batas wajah pada citra diam tunggal yang diambil dari posisi tampak depan. Antara tiap komponen diukur jaraknya, kemudian dikombinasikan dengan fitur lainnya untuk membentuk semantik wajah. Sedangkan Azizah[1] melakukan penelitian terhadap tingkat akurasi tiga metode untuk mengenali tanda tangan. Pada penelitian tersebut tingkat akurasi pada *DCT* sekitar 70%

dan membutuhkan waktu rata-rata 10 detik untuk pengenali sebuah tanda tangan. DFT, sekitar rata-rata 60%, dan metode ini adalah metode paling lambat, rata-rata 15 detik. Akurasi pada vektor kuantisasi sebesar rata-rata 55 %, metode ini adalah metode tercepat, yaitu rata-rata 5 detik.

Kelemahan dari beberapa penelitian diatas adalah system tidak *real-time*. Maka pada penelitian “Verifikasi Citra Wajah Menggunakan Metode *Discrete Cosine Transform* untuk Aplikasi *Login*” ini akan mengaplikasikan verifikasi wajah dengan metode *discrete cosine transform* secara *real-time*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu aplikasi yang handal dan aman sehingga dapat diaplikasikan kedalam sistem login.

2. Perancangan Sistem

Secara garis besar penelitian ini terdiri dari tiga proses besar. Proses tersebut adalah proses Ekstraksi dan Penyimpanan Ciri Wajah, proses pelatihan dan proses pencocokan.

2.1. Pengumpulan Data Pelatihan dan Data Pengujian

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan data – data wajah dari 10 orang yang berbeda dengan 10 pose yang berbesa pula. Data tersebut dikumpulkan untuk dijadikan sebagai data pelatihan. Berikut adalah contoh citra yang digunakan sebagai data pelatihan.



Gambar 1. Data Pelatihan

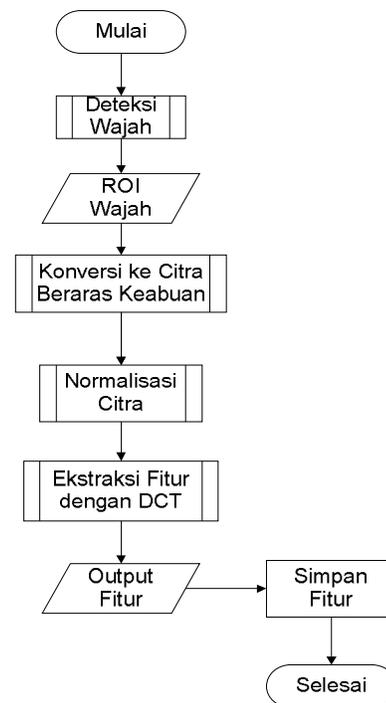
Pose – pose yang digunakan pada data pelatihan tersebut adalah sebagai berikut:

- Wajah normal 1.
- Wajah normal + menutup wajah
- Wajah tersenyum lebar
- Wajah dengan mulut terbuka
- Wajah dengan posisi menghadap ke kiri 20°

- Wajah dengan posisi menghadap ke kanan 20°
- Wajah dengan memakai kacamata
- Wajah normal 2
- Wajah dengan sedikit mendongak ke atas
- Wajah dengan lidah menjulur keluar

2.2. Proses Ekstraksi dan Penyimpanan Ciri Wajah

Pada proses ini, wajah – wajah akan diekstraksi fiturnya menggunakan Two Dimentional Discrete Cosine Transform sehingga akan menghasilkan koefisien – koefisien yang akan digunakan dalam proses pencocokan dan pelatihan. Kemudian hasil ekstraksi ciri tersebut akan disimpan kedalam sebuah file. Berikut adalah diagram alir proses ekstraksi dan penyimpanan ciri wajah.



Gambar 2. Diagram alir proses ekstraksi dan penyimpanan ciri wajah

Pada proses ini, data pelatihan yang telah didapatkan diatas diambil hanya pada bagian wajahnya saja. Setelah itu, bagian wajahnya akan dilakukan proses konversi citra beraras keabuan (Citra *GrayScale*). Kemudian dilakukan proses normalisasi ukuran citra menjadi 48 x 56 *pixel*. Hal ini dilakukan agar proses komputasi *Discrete Cosine Transform* tidak terlalu lama. Proses selanjutnya adalah ekstraksi ciri citra yang telah dinormalisasi menggunakan *Two Dimentional - Discrete Cosine Transform* menggunakan persamaan berikut[4].

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

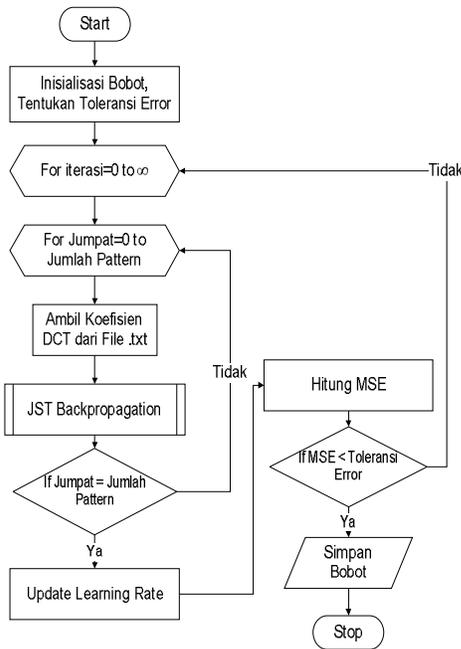
Dimana

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

Sehingga menghasilkan koefien – koefisien DCT pada citra tersebut kemudian data tersebut dilakukan normalisasi. Selanjutnya hasil ekstraksi ciri atau koefisien – koefisien DCT disimpan kedalam suatu file .txt

2.3. Proses Pelatihan

Pada proses pelatihan, data yang dihasilkan oleh proses pendaftaran akan dilatih menggunakan metode JST *backpropagation* sehingga akan menghasilkan bobot-bobot yang digunakan untuk proses pencocokan. Berikut adalah diagram alir proses pelatihan.



Gambar 3. Diagram alir proses pelatihan

Pada proses ini, file – file yang dihasilkan oleh proses ekstraksi ciri akan dilatih dengan menggunakan JST *backpropagation* untuk mendapatkan bobot – bobot yang digunakan untuk proses pencocokan dengan menggunakan *forward backpropagation*. Proses pelatihan menggunakan JST *backpropagation*, terdiri dari beberapa tahap. Berikut ini adalah tiga tahap utama dalam algoritma *backpropagation*[5].

1. Tahap 1 : Umpan Maju (*feedforward*)

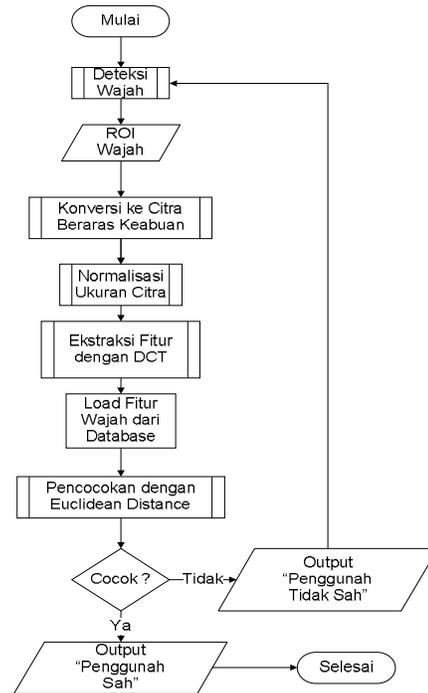
2. Tahap 2 : Perambatan Mundur
3. Tahap 3 : Pengupdatean Bobot dan Bias

2.4. Proses Pencocokan

Pada proses pencocokan, penulis menggunakan dua metode. Metode yang pertama menggunakan *euclidian distance* dan JST *backpropagation*. Pada metode *euclidian distance*, data uji akan dibandingkan dengan data training dengan persamaan sebagai berikut[3].

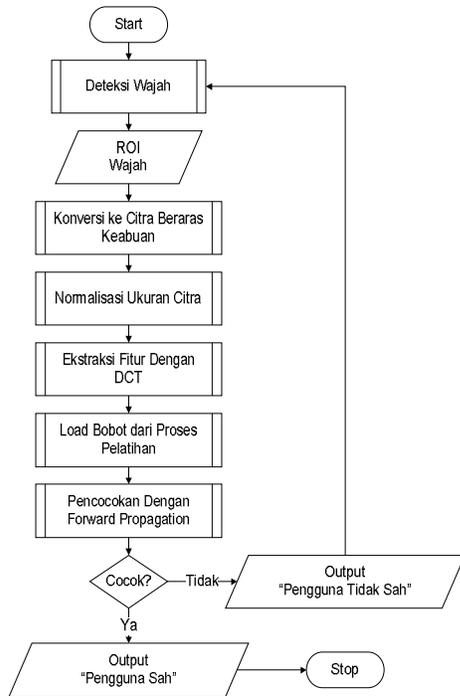
$$d(\bar{u}, \bar{v}) = \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2 + \dots + (u_n - v_n)^2} \dots(2)$$

Dengan metode tersebut, akan menghasilkan jarak terpendek yang merupakan hasil pencocokan. berikut adalah diagram alir proses pencocokan menggunakan metode *euclidian distance*.



Gambar 4. Diagram alir proses pencocokan menggunakan metode *euclidian distance*

Sedangkan proses pencocokan menggunakan metode *backpropagation*, koefisien yang didapatkan dari hasil ekstraksi ciri pada data uji, akan diproses dengan menggunakan bobot – bobot hasil proses pelatihan. Berikut adalah diagram alir proses pencocokan menggunakan metode JST *backpropagation*.



Gambar 5. Diagram alir proses pencocokan menggunakan metode JST *Backpropagation*

3. Uji Coba Dan Analisa

Pada penelitian ini, penulis melakukan beberapa uji coba. Uji coba tersebut adalah uji coba secara *offline* dan uji coba secara *online*. Secara umum uji coba secara *offline* bertujuan mendapatkan keakuratan sistem. Sedangkan uji coba secara *online* bertujuan untuk mendapatkan kecepatan sistem.

3.1. Uji Coba Secara Offline

Uji coba secara *offline* dibagi menjadi beberapa uji coba yaitu unjuk kerja FAR dan GAR[3], Uji coba terhadap jarak dan uji coba terhadap tingkat pencahayaan.

3.1.1. FAR

False Acceptance Rate (FAR) menyatakan bagian transaksi dengan klaim salah terhadap identitas (yang terdaftar di sistem) ataupun non-identitas (yang tidak terdaftar di sistem) yang diterima sistem. *False Acceptance* (FA) terjadi ketika sistem menerima wajah yang tidak terdaftar di database.

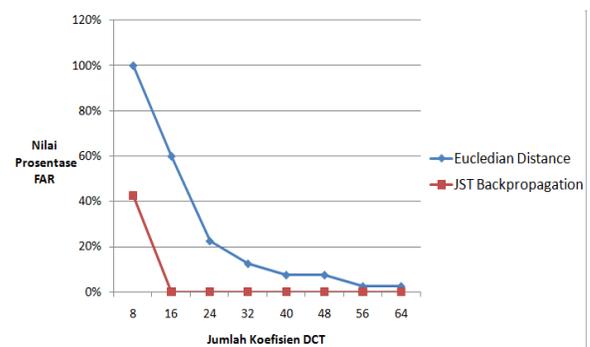
$$FAR \text{ (False Acceptance Rate)} = \frac{\text{jumlah FA}}{\text{jumlah wajah palsu yang diuji}}$$

Untuk mendapatkan nilai prosentase FAR, peneliti menggunakan 10 data training dengan satu wajah

dan 10 pose berbeda. Untuk data uji, peneliti menggunakan 40 data wajah yang berbeda dengan data training (data palsu). Pengujian ini menggunakan dua metode yaitu *euclidian distance* dan *JST backpropagation*. Jumlah koefisien yang digunakan dalam pengujian ini adalah 8 hingga 64 koefisien DCT. Nilai ambang untuk pengujian FAR dengan metode *euclidian distance* adalah $T < 0,2$. Sedangkan Nilai ambang untuk pengujian FAR dengan metode *JST Backpropagation* adalah $T > 0,8$. Berikut adalah tabel dan grafik hasil uji coba pengaruh koefisien DCT terhadap nilai prosentase FAR.

Tabel 1 Hasil uji coba pengaruh koefisien DCT terhadap Prosentase FAR

Jumlah Koefisien	Metode yang digunakan	
	<i>Euclidian Distance</i>	<i>JST Backpropagation</i>
8	100%	42,5%
16	60%	0%
24	22,5%	0%
32	12,5%	0%
40	7,5%	0%
48	2,5%	0%
56	2,5%	0%
64	2,5%	0%



Gambar 6 Grafik uji coba pengaruh koefisien DCT terhadap Prosentase FAR

Berdasarkan tabel 1 dan grafik diatas, dapat dilihat bahwa prosentase FAR dengan metode *eucledian distance* pada koefisien 8 hingga 64 adalah 100% hingga 2,5%, sedangkan dengan *JST backpropagation* 42,5% hingga 0%. Dengan kata lain, semakin banyak koefisien DCT yang digunakan maka akan semakin kecil rasio kesalahannya

3.1.2. GAR

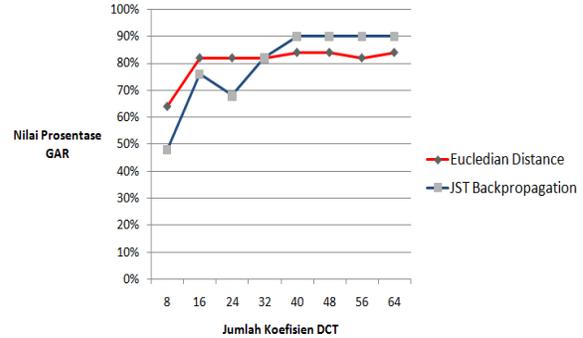
Genuine Acceptane Rate (GAR) menyatakan tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrika dengan semua data training yang digunakan.

$$\text{GAR}(\text{Genuine Acceptance Rate}) = \frac{\text{Jumlah benar/jumlah wajah yang diuji}}$$

Untuk mendapatkan nilai prosentase GAR , peneliti menggunakan 100 data *training* dengan 10 wajah dengan 10 *pose* berbeda. Sedangkan data untuk pengujian, peneliti menggunakan 50 data uji dengan 10 wajah yang sama dengan wajah *pada* data *training* namun memiliki pose yang berbeda. Pengujian ini menggunakan dua metode yaitu *eucledian distance* dan *JST backpropagation*. Jumlah koefisien yang digunakan dalam pengujian ini adalah 8 hingga 64 koefisien DCT.

Tabel 2 Hasil uji coba pengaruh koefisien DCT terhadap Prosentase GAR

Jumlah Koefisien	Metode yang digunakan	
	<i>Eucledian Distance</i>	<i>JST Backpropagation</i>
8	64%	48%
16	82%	76%
24	82%	68%
32	82%	82%
40	84%	90%
48	84%	90%
56	82%	90%
64	84%	90%



Gambar 7 Grafik uji coba pengaruh koefisien DCT terhadap Prosentase GAR

Berdasarkan tabel 2 dan grafik diatas, dapat dilihat bahwa prosentase GAR dengan metode *eucledian distance* pada koefisien 8 hingga 64 adalah 64% hingga 84%, sedangkan dengan *JST backpropagation* 48% hingga 90%. Dengan kata lain, semakin banyak koefisien DCT yang digunakan maka akan semakin besar tingkat akurasi.

3.1.3. Uji Coba Proses Pencocokan dengan Jarak yang Berbeda

Pada uji coba ini, peneliti melakukan pengujian tingkat keakuratan sistem dengan menggunakan jarak-jarak yang berbeda saat melakukan akuisisi data. Jarak – jarak tersebut adalah 50cm, 100cm, 150cm. Data uji yang digunakan dalam pengujian ini berjumlah 10 data dengan pose yang berbeda – beda. Hasil uji coba tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Uji coba pengaruh jarak terhadap jumlah wajah yang dikenali

Jarak (cm)	Prosentase Jumlah Wajah Dikenali	
	<i>Euclidian Distance</i>	<i>JST Backpropagation</i>
50cm	80%	90%
100cm	70%	90%
150cm	50%	100%

Berdasarkan hasil uji coba pada tabel 3 dapat dilihat bahwa, hasil tingkat akurasi sistem akan berkurang seiring dengan bertambahnya jarak antara *webcam* dengan wajah user. Hal tersebut disebabkan karena ukuran wajah akan semakin kecil jika jarak tersebut semakin bertambah panjang. Sehingga kemungkinan ada beberapa fitur wajah yang hilang.

3.1.4. Uji Coba Proses Pencocokan dengan Pencahayaan yang Berbeda

Pada uji coba ini, peneliti melakukan pengujian tingkat keakuratan sistem dengan menggunakan tingkat pencahayaan yang berbeda-beda saat melakukan akuisisi data. Tingkat pencahayaan yang dimaksud adalah :

1. Pencahayaan normal dengan menambahkan lampu bohlam 5 watt
2. Pencahayaan minimum pada malam hari
3. Pencahayaan diluar ruangan

Data uji yang digunakan dalam pengujian ini berjumlah 10 data dengan pose yang berbeda – beda. Berikut adalah tabel hasil uji coba pengaruh pencahayaan terhadap keakuratan sistem.

Tabel 4 Uji coba pengaruh pencahayaan terhadap jumlah wajah yang dapat dikenali

Kondisi Pencahayaan Ruang Akuisisi Data	Prosentase Jumlah Wajah Dikenali	
	<i>Euclidian Distance</i>	JST <i>Backpropagation</i>
Pencahayaan normal dengan menambahkan lampu bohlam 5 watt	50%	30%
Pencahayaan minimum pada malam hari	30%	30%
Pencahayaan diluar ruangan	30%	20%

Berdasarkan tabel 4, rata – rata prosentase pencocokan wajah menjadi lebih rendah yaitu 36.67% pada metode *euclidian distance* dan 26.67% pada metode JST *backpropagation*. Pada data tersebut, hasil metode *euclidian distance* lebih tinggi dari pada *Backpropagation*, hal tersebut karena *euclidian distance* akan mencari jarak terpendek antara data uji dengan data training. Sedangkan *backpropagation* akan memproses data uji dengan bobot yang didapatkan dari proses pelatihan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, maka perlu dilakukan update data *training* dengan pencahayaan yang sama dengan data uji.

3.2. Uji Coba Secara Online

Uji coba secara *online* pada sistem ini bertujuan untuk mengetahui metode manakah yang mampu berjalan lebih cepat pada sistem ini. Pada pengujian ini, peneliti menggunakan 64 koefisien tiap wajah. Wajah yang digunakan sebagai data pelatihan berjumlah 100 wajah. Berikut adalah tabel perbandingan kecepatan dua metode pencocokan yaitu *euclidian distance* dan JST *Backpropagation* pada sistem pengenalan wajah.

Tabel 5 Uji coba perbandingan kecepatan *euclidian distance* dan JST *backpropagation*

Metode Yang Digunakan	Frame Per Second (FPS) Tertinggi	Frame Per Second (FPS) Terendah
<i>Euclidian Distance</i>	10 fps	9 fps
JST <i>Backpropagation</i>	12 fps	10 fps

Pada tabel 5 diatas dapat dilihat bahwa kecepatan terendah pada metode *euclidean* adalah 9 fps dan kecepatan tertingginya adalah 10 fps. Sedangkan pada metode JST *Backpropagation* kecepatan terendahnya adalah 10 fps dan kecepatan tertingginya adalah 12 fps. Proses pencocokan dengan JST *backpropagation* berjalan lebih cepat karena pada JST *backpropagation* tidak perlu melakukan perbandingan terhadap koefisien DCT dari data uji tiap – tiap koefisien DCT yang terdapat pada data *training*, melainkan hanya melakukan pemrosesan terhadap bobot yang dihasilkan oleh sistem pelatihan dengan koefisien dari data uji. Sedangkan metode *euclidian distance* tiap framenya harus melakukan perbandingan terhadap koefisien DCT dari data uji tiap – tiap koefisien DCT yang terdapat pada data *training*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba dan analisa, dapat disimpulkan,

- a. Tingkat akurasi pada uji coba secara *offline* dengan menggunakan koefisien berjumlah 8 hingga 64, hasilnya adalah rasio kesalahannya (FAR) yang semakin mengecil yaitu 100% hingga 2,5% pada metode *euclidian distance*, dan 42,5% hingga 0% pada metode JST *backpropagation*. Sedangkan pada GAR tingkat akurasinya akan meningkat, tingkat akurasi dengan metode *euclidian distance* adalah 64% hingga 84% dan 48% hingga 90% pada metode JST *backpropagation*. Sehingga semakin besar koefisien DCT yang digunakan akan semakin besar pula tingkat keauratan sistem.
- b. Tingkat akurasi pencocokan dengan jarak 50cm, 100cm dan 150cm pada metode *euclidian distance* masing – masing adalah 80%, 70% dan 50%. Sedangkan pada metode JST *backpropagation* masing – masing adalah 90%, 90% dan 100%. Semakin besar jarak antara wajah dengan kamera(*webcam*) maka keakuratan pengenalan wajah akan semakin menurun. Hal tersebut disebabkan karena apabila semakin besar jarak antara wajah dengan kamera(*webcam*) maka akan semakin kecil ukuran wajah yang terdeteksi. Dan apabila dilakukan *resize* maka ada kemungkinan terdapat beberapa fitur wajah yang hilang.

- c. Tingkat akurasi pencocokan pada pencahayaan yang berbeda akan menjadi rendah, pada metode *euclidian distance* rata-rata tingkat akurasinya sebesar 36.67% sedangkan pada JST *backpropagation* didapatkan rata-rata tingkat akurasi sebesar 26.67%. Semakin besar perbedaan tingkat pencahayaan antara data *training* dan data uji, maka tingkat keakuratan sistem semakin menurun.
- d. Metode pencocokan menggunakan JST *backpropagation* berjalan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan metode *euclidean distance*. Metode *euclidian distance* berjalan pada kecepatan 9 fps hingga 10 fps, sedangkan JST *backpropagation* berjalan pada kecepatan 10 fps hingga 12 fps. Hal tersebut terjadi karena proses pencocokan dengan *euclidian distance* harus membandingkan antara data uji dan semua data *training*, sedangkan JST *backpropagation* hanya memproses data uji dengan bobot dari proses pelatihan.

Referensi

- [1] Azizah, R. *Analisis tiga metode ekstraksi ciri pada pola tanda tangan (perangkat lunak)*. Tugas Akhir Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, ITS Surabaya. 2006
- [2] Dewi AR, Adang Suhendra, Hendra. *Ekstraksi Fitur Dan Segmentasi Wajah Sebagai Semantik Pada Sistem Pengenalan Wajah*. National Conference on Computer Science & Information Technology VII. 2003
- [3] P, Darma. *Sistem Biometrika*. Penerbit Andi. 2008.
- [4] Syed Ali K. *The Discrete Cosine Transform (DCT) : Theory and Application*. Department of Electrical & Computer Engineering. Michigan State University. 2003.
- [5] Siang, J, J. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Penerbit Andi. 2004.