

**IMPLEMENTASI ALGORITMA EIGENFACE
UNTUK PENGENALAN WAJAH**

Skripsi



Oleh

Dina Fitria Sari

22074329

**Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana**

2012

IMPLEMENTASI ALGORITMA EIGENFACE UNTUK PENGENALAN WAJAH

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer



Disusun oleh:

Dina Fitria Sari

22074329

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana

2012

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

Implementasi Algoritma Eigenface untuk Pengenalan Wajah

Yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan 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 keserjanaan saya.

Yogyakarta, 5 November 2012



DINA FITRIASARI


22074329

HALAMAN PERSETUJUAN


Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Eigenface untuk Pengenalan Wajah
Nama Mahasiswa : DINA FITRIA SARI
NIM : 22074329
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2012 / 2013

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 5 November 2012

Dosen Pembimbing I


Ir. Sri Suwarno, M.Eng.

Dosen Pembimbing II


Dra. Widi Hapsari, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA EIGENFACE UNTUK PENGENALAN WAJAH

Oleh : DINA FITRIA SARI / 22074329

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

Yogyakarta, 5 November 2012

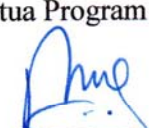
Mengesahkan,

Dewan Penguji

1. Ir. Sri Suwarno, M. Eng.
2. Dra. Widi Hapsari, M. T.
3. Hendro Setiadi, M.Eng.
4. Joko Purwadi, M.Kom.




Dekan
(Drs. Wimmie Handwidjojo, MIT.)


Ketua Program Studi
(Nugroho Agus Haryono, M. Si.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan yang sangat luar biasa ini, penulis dengan ketulusan hati dan penuh rasa syukur, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang sangat baik dan selalu memberikan mujizat-mujizat pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bp. Ir. Sri Suwarno, M.Eng dan Dra. Widi Hapsari, M. T yang selalu memberikan masukan dan selalu membimbing dari awal sampai akhir proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak dan Ibu saya tercinta, Bp. Yatim Hadi Yatmoko, M. Pd. dan Ibu M. Kristianawati, S.Pd. serta kedua kakak saya yang saya sayangi Dhani Ardiyatmoko dan Jevi Albaniadi yang selalu memberi dukungan serta kesabaran, terima kasih karena telah memberikan dan menjadi yang terbaik.
4. Teman-teman Teknik Informatika yang berjuang bersama-sama dalam penyelesaian Tugas Akhir masing-masing, terima kasih telah memacu semangat penulis.
5. Sahabat-sahabat terkasih Fabiola Camoes, Fidel Castro, Migi Freitas, Maximiano Oliveira, Maria Silvie YP dan tidak lupa orang tercinta Luis Geronimo Madeira Maia Lui yang selalu memberikan masukan, semangat dan selalu menemani dalam suka dan duka saat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Dan kepada semua teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang memberikan doa dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Terimakasih untuk semua pengalaman pahit dan manis, semua tawa dan tangis, semua teguran dan nasihat yang menjadikan penulis seperti sekarang ini. Tuhan memberkati.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan pimpinan-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul **Implementasi Algoritma Eigenface untuk Pengenalan Wajah** dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dan melatih mahasiswa dalam menulis karya ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan serta bermanfaat bagi penggunanya.

Penyelesaian Tugas Akhir ini banyak mendapat bimbingan, saran, dan kritikan yang bersifat mendukung. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berbahagia ini dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bpk. Ir. Sri Suwarno, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan masukan dengan sabar dan baik sejak awal hingga akhir pengerjaan Tugas Akhir.
2. Ibu Dra. Widi Hapsari, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan dengan sabar kepada penulis.
3. Semua Dosen Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Teknik Informatika Universitas Kristen Duta Wacana yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang penulis terapkan dalam Tugas Akhir ini.
4. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang turut mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.

Program dan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang membangun dari pembaca. Akhir kata penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan dan pembuatan program maupun laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua.

Yogyakarta, 5 November 2012

Penulis

INTISARI

Dalam penelitian ini dibuat program perancangan untuk pengenalan wajah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu computer dalam mengenali wajah. Proses pengenalan wajah yang dilakukan oleh computer tidak semudah pengenalan yang dilakukan oleh manusia. Tidak seperti manusia yang dapat mengenali seseorang tanpa dipengaruhi posisi wajah maupun cahaya, komputer harus melakukan perhitungan yang rumit sebelum dapat mengenali wajah. Faktor-faktor dari luar seperti pencahayaan, background, accessories yang sedang dipakai sangat mempengaruhi dalam proses pengenalan. Salah satu algoritma untuk membantu dalam pengenalan wajah adalah algoritma Eigenface.

Perhitungan Algoritma Eigenface cukup sederhana, yaitu dilakukan proses preprocessing, yang meliputi capture, resize, crop, dan grayscale kemudian disimpan sebagai pola master di folder pola master. Selanjutnya dilakukan proses pelatihan yang meliputi mengubah citra pola master menjadi vector matrik, vector matrik dari masing-masing citra digabungkan ke dalam matrik tunggal 'flatvektor' dan dicari rata-rata pola master dengan membagi flatvektor dengan jumlah citra didatabase, proses terakhir dari pelatihan adalah mencari nilai eigenfacenya dengan mencari selisih flatvektor dan rata-rata. Proses terakhir adalah pengenalan, prosesnya hampir sama, yaitu dilakukan proses preprocessing pada testface, kemudian dicari vector matriknya, setelah itu dicari eigenfacenya dengan mencari selisih antara vector matrik dengan rata-rata dalam pelatihan, proses terakhir mencari jarak antara eigenface pengenalan dan eigenface pelatihan, jarak terkecil akan ditampilkan sebagai outputface.

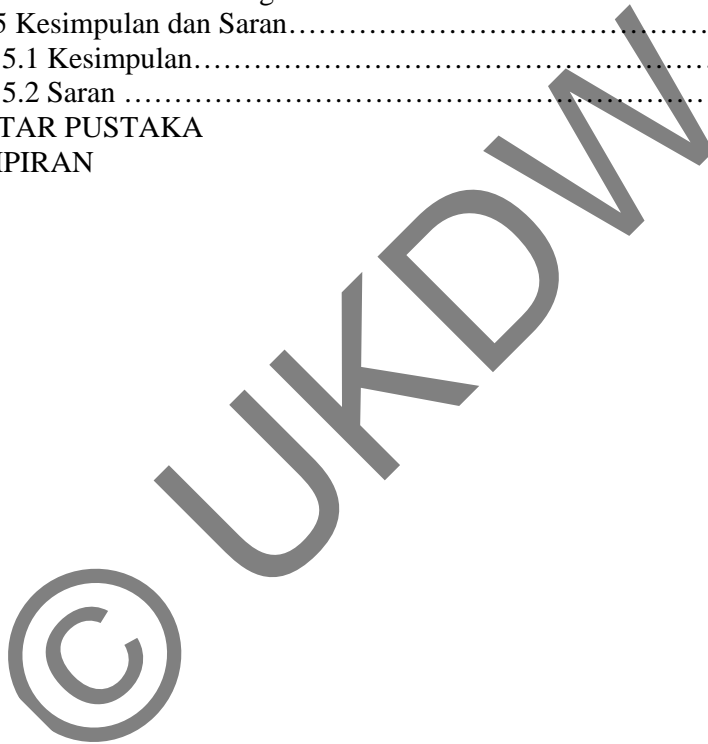
Hasil pengujian membuktikan bahwa algoritma Eigenface mendukung pengenalan wajah dengan akurasi tertinggi sebesar 100%. Keberhasilan algoritma ini sangat ditentukan oleh nilai pencahayaan, posisi wajah, dan jumlah user. Penambahan jumlah wajah dengan beragam posisi dapat menambah nilai keberhasilan dari beberapa testface.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix-x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode / Pendekatan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3-4
Bab 2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Pengolahan Citra Digital.....	7
2.2.2 Resize.....	7
2.2.3 Cropping.....	7
2.2.4 Greyscale.....	8
2.2.5 Pengenalan Wajah (Face Recognition).....	8
2.2.6 Definisi Eigenface.....	8
2.2.7 Vektor Eigen dan Nilai Eigen.....	9
2.2.8 Algoritma Eigenface.....	9
2.2.9 Contoh Perhitungan.....	11
Bab 3 Analisis dan Perancangan Sistem.....	15
3.1 Alat.....	15
3.2 Data Masukan.....	15
3.3 Perancangan Masukan Data Pelatihan.....	15
3.4 Perancangan Keluaran.....	16
3.5 Perancangan Proses.....	16
3.5.1 Algoritma Program Utama.....	17
3.5.2 Diagram Alur Proses.....	27
3.6 Perancangan Antar Muka.....	20
3.6.1 Form Menu Utama.....	20
3.6.2 Menu File.....	21
3.6.3 Help.....	25

3.6.4 Exit	25
Bab 4 Implementasi dan Analisis Sistem.....	26
4.1 Implementasi Desain.....	26
4.1.1 Form Menu Utama.....	26
4.1.2 Form Sub Menu Setup Pola Master.....	27
4.1.3 Form Sub Menu Proses.....	28
4.2 Analisis Hasil Eksperimen.....	30
4.2.1 Analisis Distance	30
4.2.2 Analisis pengenalan user yang tersimpan sebagai polamaster	32
4.2.3 Pengenalan user yang tidak tersimpan sebagai pola master...	34
4.2.4 Pengenalan bukan user.....	35
4.2.5 Analisis terhadap penambahan jumlah user.....	36
4.2.6 Analisis Brightness.....	37
Bab 5 Kesimpulan dan Saran.....	40
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Analisis distance antara testface dan pola master.....	33
Tabel 4.2 Analisis testface yang tersimpan di database.....	35
Tabel 4.3 Pengenalan user yang tidak tersimpan sebagai pola master.....	37
Tabel 4.4 Pengenalan terhadap testface yang bukan user.....	38
Tabel 4.5 Pengujian dengan menambah jumlah user.....	39
Tabel 4.6 Pengujian dengan peningkatan brightness.....	40

© UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pengolahan citra.....	8
Gambar 2.2 Koordinat titik pojok bagian bawah citra yang akan di crop.....	8
Gambar 2.3 Proses mengubah citra RGB ke grayscale.....	12
Gambar 2.4 Penyusunan Flatvektor.....	13
Gambar 2.5 Nilai rata-rata flatvektor.....	13
Gambar 2.6 Perhitungan eigenface pola master.....	14
Gambar 2.7 Perhitungan eigenface untuk testface.....	14
Gambar 2.8 Perhitungan distance	15
Gambar 3.1 Citra Wajah Greyscale 80 x 80	18
Gambar 3.2 Diagram Alur Sistem.....	20
Gambar 3.3 Flowchart proses preprocessing.....	21
Gambar 3.4 Flowchart proses pelatihan citra wajah.....	22
Gambar 3.5 Flowchart proses pengenalan citra wajah.....	23
Gambar 3.6 Form Menu Utama.....	23
Gambar 3.7 Form Setup Pola Master.....	25
Gambar 3.8 Form Proses Pelatihan.....	26
Gambar 3.9 Form Proses Pengenalan.....	27
Gambar 3.10 Form Output.....	28
Gambar 3.11 Form Help.....	28
Gambar 4.1 Form Menu Utama.....	29
Gambar 4.2 Capture citra dengan webcam sebagai pola master.....	30
Gambar 4.3 Proses Pelatihan.....	31
Gambar 4.4 Form Pengenalan.....	32
Gambar 4.5 Form Output.....	32



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

A.1 MENU UTAMA

A.2 SETUP MENU POLA MASTER

A.3 PROSES PELATIHAN

A.4 PENGENALAN

A.5 OUTPUT FACE

A.6 CLSDB

© UKDW

INTISARI

Dalam penelitian ini dibuat program perancangan untuk pengenalan wajah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu computer dalam mengenali wajah. Proses pengenalan wajah yang dilakukan oleh computer tidak semudah pengenalan yang dilakukan oleh manusia. Tidak seperti manusia yang dapat mengenali seseorang tanpa dipengaruhi posisi wajah maupun cahaya, komputer harus melakukan perhitungan yang rumit sebelum dapat mengenali wajah. Faktor-faktor dari luar seperti pencahayaan, background, accessories yang sedang dipakai sangat mempengaruhi dalam proses pengenalan. Salah satu algoritma untuk membantu dalam pengenalan wajah adalah algoritma Eigenface.

Perhitungan Algoritma Eigenface cukup sederhana, yaitu dilakukan proses preprocessing, yang meliputi capture, resize, crop, dan grayscale kemudian disimpan sebagai pola master di folder pola master. Selanjutnya dilakukan proses pelatihan yang meliputi mengubah citra pola master menjadi vector matrik, vector matrik dari masing-masing citra digabungkan ke dalam matrik tunggal 'flatvektor' dan dicari rata-rata pola master dengan membagi flatvektor dengan jumlah citra didatabase, proses terakhir dari pelatihan adalah mencari nilai eigenfacenya dengan mencari selisih flatvektor dan rata-rata. Proses terakhir adalah pengenalan, prosesnya hampir sama, yaitu dilakukan proses preprocessing pada testface, kemudian dicari vector matriknya, setelah itu dicari eigenfacenya dengan mencari selisih antara vector matrik dengan rata-rata dalam pelatihan, proses terakhir mencari jarak antara eigenface pengenalan dan eigenface pelatihan, jarak terkecil akan ditampilkan sebagai outputface.

Hasil pengujian membuktikan bahwa algoritma Eigenface mendukung pengenalan wajah dengan akurasi tertinggi sebesar 100%. Keberhasilan algoritma ini sangat ditentukan oleh nilai pencahayaan, posisi wajah, dan jumlah user. Penambahan jumlah wajah dengan beragam posisi dapat menambah nilai keberhasilan dari beberapa testface.



Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses pengenalan wajah yang dilakukan oleh komputer tidak semudah pengenalan wajah yang dilakukan oleh manusia. Manusia dengan mudah mengenali wajah seseorang tanpa harus berpikir, asalkan masih dalam batas-batas yang masih dapat dilihat, seperti dalam keadaan menunduk, menoleh, ataupun memakai kacamata, Sedangkan komputer selain lambat dalam melakukan pengenalan, juga sangat berpengaruh terhadap faktor dari luar, seperti cahaya, posisi wajah, maupun aksesoris yang sedang dipakai.

Sudah banyak algoritma yang digunakan dalam mengatasi masalah yang dihadapi oleh komputer dalam mengenali wajah, seperti *Kohonen*, *Nearest Feature Midpoint*, *Canonical Correlation Analysis*, *Eigenface*, dan masih banyak lagi. Setiap algoritma mempunyai cara pengenalan berbeda-beda, yaitu pengenalan berdasarkan *system feature-based*, yaitu dengan mengekstrasi ciri dari komponen citra wajah seperti mata, hidung, mulut, dan lain-lain, sedangkan *system image-based* yaitu menggunakan informasi mentah dari pixel citra yang kemudian diekstrasi kedalam metode tertentu.

Algoritma *Eigenface* dipilih penulis sebagai metode pengenalan wajah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Pengenalan wajah dilakukan berdasarkan *system image-based*, dan pembangunan system pengenalan wajah ini terdapat 2 proses yaitu pelatihan dan pengenalan. Sebelum dilakukan pelatihan dan pengenalan, citra wajah diinputkan dengan menggunakan webcam kemudian dilakukan *resize*, *crop* dan *grayscale*. Algoritma *eigenface* berfungsi untuk klasifikasi identitas citra, kemudian hasil perhitungan disimpan dalam folder pola master yang nantinya akan dicocokkan dengan dengan testface. Penulis berharap dapat menghasilkan system pengenalan wajah yang tepat guna.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kemampuan algoritma “Eigenface” untuk mendukung pengenalan wajah?
- b. Bagaimana *distance* berpengaruh terhadap hasil akhir dari proses pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma “Eigenface”?
- c. Bagaimana pengaruh peningkatan jumlah pola master yang telah dilatih terhadap hasil akhir dari proses pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma “Eigenface”?
- d. Bagaimana *brightness* mempengaruhi hasil akhir proses pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma “Eigenface”?
- e. Bagaimana ekspresi atau posisi wajah mempengaruhi banyaknya wajah yang dikenali?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Citra input merupakan citra bitmap yang di-capture dengan menggunakan webcam dengan ukuran 640 x 480.
- b. Citra input diresize menjadi 160 x 120, di crop dengan mengambil koordinat tengah, dan di grayscale, kemudian diresize lagi dengan ukuran 80 x 80.
- c. Citra input berlatar belakang putih dengan berbagai posisi dan ekspresi wajah, yaitu posisi menghadap kedepan tanpa tersenyum, menghadap kedepan dengan senyum tipis, menghadap kedepan dengan senyum lebar, kepala miring kekiri, kepala miring kekanan.
- d. Menggunakan algoritma “Eigenface” dalam pengenalan wajah.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan sebagai berikut :

- a. Menghasilkan aplikasi pengenalan wajah menggunakan algoritma Eigenface dalam proses pelatihan dan pengenalan wajah

- b. Mempersiapkan citra wajah yang akan digunakan dalam proses pengenalan wajah.
- c. Mengukur tingkat keberhasilan pengenalan wajah dengan menggunakan algoritma Eigenface sesuai dengan batasan yang telah ditentukan.

1.5 Metode / Pendekatan

Metode atau pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Studi pustaka, yaitu dengan melakukan pencarian informasi yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir, baik melalui buku, jurnal, internet. Informasi yang dicari mencakup konsep pengolahan citra, pengenalan wajah, dan algoritma “Eigenface”
- b. Melakukan pengumpulan data dengan mengambil citra wajah orang dengan menggunakan webcam yang disimpan di dalam format bitmap di dalam folder image.
- c. Menerapkan algoritma “Eigenface” dalam proses pelatihan dan pengenalan citra wajah.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan Skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode / pendekatan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka dan landasan teori.

BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisikan bahan/materi, variabel, dan cara perancangan.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini berisikan hasil riset / implementasi dan pembahasan / analisis dari hasil riset.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil analisis kegiatan riset dalam penyusunan skripsi.

© UKDW

Bab 5

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap citra testface, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma “Eigenface” mendukung proses pengenalan wajah. Pengujian yang dilakukan terhadap 5 testface yang merupakan pola master berhasil mengenali wajah sebanyak 5 citra wajah (100%), pengujian yang dilakukan terhadap 5 testface yang merupakan user berhasil mengenali 3 citra wajah (60%), pengujian dilakukan terhadap testface yang bukan merupakan user tidak dapat mengenali wajah (0%). Dengan demikian, sistem hanya dapat mengenali testface yang termasuk user.
2. *Distance* atau jarak sangat menentukan dalam hasil akhir pengenalan wajah. Output citra yang ditampilkan adalah distance terkecil dengan ranking pertama.
3. Dengan dilakukan penambahan jumlah pola master, tingkat keberhasilan dalam pengenalan wajah pun menjadi semakin baik. Hasil pengujian terhadap 5 testface dengan 5 pola master dengan ekspresi dan posisi wajah yang berbeda berhasil mengenali sebanyak 5 wajah (100%). Posisi wajah testface dengan output citra hampir sama.
4. Sistem berhasil mengenali wajah sebesar 60 % dari 10 pengujian yang dilakukan dengan penambahan brightness 1 sampai 10, sistem berhasil mengenali 6 citra wajah. Semakin tinggi brightness, semakin besar pula distansinya.

5.2 Saran

Sistem yang telah dibuat masih perlu dikembangkan agar lebih baik. Penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali citra wajah dengan menggunakan algoritma “Eigenface” perlu dilakukan pengujian dengan latar belakang putih dan pencahayaan standart.
2. Tingkat keberhasilan pengenalan wajah yang bukan user sangat rendah dihasilkan oleh sistem sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui cara meningkatkan keberhasilan pengenalan wajah.
3. Fitur capture webcam perlu ditingkatkan lagi, karena pada sistem ini hasil capture belum bisa ditampilkan langsung di picturebox, tetapi harus disimpan di dalam folder image sebelum diproses menjadi pola master. Fitur capture dan preview webcam baru bisa digunakan di Operating Sistem XP, Operating Sistem diatasnya belum compatible terhadap fitur capture dan preview webcam.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, B. dan K. Firdausy. 2005. *Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Delphi*. Yogyakarta : Ardi Publising
- Al Fatta, Hanif. 2009. *Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah*. Andi : Yogyakarta
- Basuki, Ahmad, dkk, 2005. *Pengolahan Citra Digital menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Fisher, Perkins, dkk. 2000. *Intensity Histogram- Hypermedia Image Processing Reference*. [online].
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/histogram.htm> (diakses tanggal 22 Oktober 2011)
- Irawati, Indrarini Dyah. 2008. *Analisa Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Back Propagation terhadap Pengenalan Pola Tanda Tangan*. [online]
http://repository.akprind.ac.id/sites/files/conference_paper/2008/irawati_2069.pdf
(diakses pada 1 November 2012)
- Prasetyo & Rahmatun. *Face Recognition System Design with Expression Position Variation Method Using Eigenface*. [online]
http://pusatstudi.gunadarma.ac.id/pscitra/alldocpn/pub%28eigenfacesistem_english_pdf%29-e18b0.pdf (diakses tanggal 28 Maret 2012)
- Putra, Darma. 2008. *Sistem Biometrika*. Andi : Yogyakarta
- Rahman & Wasista. *Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam untuk Absensi dengan Metode Template Matching*. [online]
<http://www.eepis-its.edu/uploadta/downloadmk.php?id=949> (diakses tanggal 5 Februari 2012)
- Turk & Pentland. 1991. *Face Recognition Using Eigenface*. [online]
<http://www.cs.ucsb.edu/~mturk/Papers/mturk-CVPR91.pdf> (diakses tanggal 12 Juli 2012)
- Utama, dkk. 2008. *Pemanfaatan Webcam dengan Metode Principal Component untuk Sistem Presensi Karyawan pada Komputer*. [online]
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jte/article/download/17783/17698> (diakses tanggal 12 Juli 2012)

Diana, N.E. 2007. *Sistem Temu Kembali Citra Wajah Berbasis Eigenface*. [online]
<http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/123431-SK-682-Sistem%20temu-Pembahasan.pdf> (diakses tanggal 9 Februari 2012)

Rudolf, Faustinus. *Inderaja*. [online]
<http://www.scribd.com/doc/89446936/28/Cropping-Citra>. (diakses tanggal 5 November 2012)

© UKDW