

## **Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Pengenalan Wajah Untuk Identifikasi Personal Berbasis Citra**

Widyadi Setiawan  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Udayana, Bali  
Telp : 08123636625  
E-mail : widyadi@ee.unud.ac.id

Sri Andriati Asri  
Program Studi Manajemen Informatika  
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali  
Bukit Jimbaran, PO BOX 1064 Tuban, Badung, Bali  
Telp : 081331958266  
E-mail : andriati\_s@yahoo.com

**Abstrak :** Pengenalan wajah mendapat perhatian yang cukup tinggi, karena pengenalan wajah dapat diterapkan pada banyak aplikasi potensial, seperti otentikasi identitas, *information security*, *surveillance* dan interaksi manusia komputer. Penelitian ini bertujuan membangun perangkat lunak berbasis Matlab untuk deteksi dan pengenalan wajah dengan masukan berupa citra.

Sistem yang akan dibangun meliputi deteksi dan pengenalan wajah. Subsistem Deteksi Wajah memakai PCA sebagai ekstraksi fitur dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik sebagai pengklasifikasinya. Pada Subsistem Pengenalan Wajah memakai metode *Support Vector Machine* salah satu algoritma kecerdasan buatan yang mampu mengklasifikasikan banyak wajah dengan baik. Metode Analisa Diskriminan Majemuk/Transformasi Fukunaga Koontz (ADM/TFK) dipakai sebagai ekstraksi fitur. Pelatihan dan Pengujian sistem memakai Basis Data UNUD, disamping memakai basis data standar seperti Basis Data ORL sebagai pembanding.

Rancang bangun Aplikasi Deteksi dan Pengenalan Wajah telah berhasil diselesaikan pada penelitian ini, memakai program uji MATLAB. Subsistem Deteksi Wajah menghasilkan tingkat keakuratan pendeteksian wajah sebesar 99 %. Pada Subsistem Pengenalan Wajah, tingkat pengenalan Basis Data UNUD 82,76 % dengan dimensi proyeksi sebesar 53. Sedangkan tingkat pengenalan pada Basis Data ORL 97,5 %.

Kata kunci: Analisa Diskriminan Majemuk, Deteksi Wajah, Pengenalan Wajah, Support Vector Machine, Transformasi Fukunaga Koontz.

### ***Information System Of Administration Village Demography To Accelerate Villager Condition And Mutation Report***

**Abstract :** *Face recognition is high enough to get attention, because face recognition can be applied to many potential applications, such as identity authentication, information security, surveillance and human computer interaction. This study aims to build a Matlab-based software for detection and face recognition with image input form. System to be built include the detection and face recognition. Face Detection subsystem using PCA as feature extraction and Back Propagation Neural Network as classifier.*

## **I Wayan Suasnawa dan I nyoman Eddy Indrayana : Sistem Informasi Administrasi...**

*Face Recognition Subsystem using Support Vector Machine method as one of the artificial intelligence algorithm that is able to classify many faces well. Multiple Discriminant Analysis Method / Fukunaga Koontz Transforms (MDA / FKT) is used as feature extraction. Training and Testing Database systems using UNUD Database, and ORL Database as a comparison.*

*Design of Application Detection and Face Recognition has been successfully completed in this study, the test program using MATLAB. Face Detection subsystem produces face detection accuracy rate of 99%. At Face Recognition Subsystem, the recognition rate 82.76% on UNUD Database with projections of 53 dimensions. While the recognition rate on ORL Database 97.5%.*

*Key words: Multiple Discriminant Analysis, Face Detection, Face Recognition, Support Vector Machine, Fukunaga Koontz Transform.*

### **I. PENDAHULUAN**

Segmentasi citra sebagai salah satu metode dalam pengolahan citra digital bermaksud untuk menghasilkan abstraksi dari masukan berupa citra digital. Untuk kasus deteksi wajah, abstraksi yang dimaksud adalah mengetahui lokasi keberadaan wajah pada suatu citra, baik citra itu terdapat satu atau lebih gambar wajah. Keberhasilan untuk mengetahui lokasi wajah ini sangat penting, dikaitkan dengan proses selanjutnya yaitu pengenalan/identifikasi wajah. Output deteksi wajah berupa wajah seseorang dengan fokus pada mata, hidung dan dagu seseorang, yang diharapkan akan berbeda/unik tiap individu. Disamping itu pula hasil deteksi telah menghilangkan variasi rambut yang dimiliki tiap individu, sehingga akan lebih berkurang variasi tiap individu dalam proses pengenalan wajah.

Dalam pengenalan wajah, proses klasifikasi sama pentingnya dengan proses ekstraksi fitur. Setelah fitur-fitur penting data atau citra wajah dihasilkan pada proses ekstraksi fitur, fitur-fitur tersebut nantinya akan digunakan untuk proses klasifikasi. Metoda klasifikasi yang digunakan adalah pengklasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). Pengklasifikasi SVM menggunakan sebuah fungsi atau *hyperplane* untuk memisahkan dua buah kelas pola. SVM akan berusaha mencari *hyperplane* yang optimal dimana dua kelas pola dapat dipisahkan dengan maksimal. SVM pada dasarnya merupakan pengklasifikasi biner, namun SVM dapat juga digunakan untuk permasalahan banyak kelas (pengenalan wajah). SVM mempunyai kemampuan generalisasi yang tinggi dalam beberapa aplikasi, termasuk pada aplikasi pengenalan wajah.

Dari latar belakang di atas dapat ditarik rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana rancangan dan aplikasi perangkat lunak deteksi dan pengenalan wajah berbasis citra.
2. Bagaimana unjuk-kerja sistem deteksi dan pengenalan wajah.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Analisa Diskriminan Majemuk / Transformasi *Fukunaga Koontz*

Berdasarkan teori Bayes Classifier, Analisa Diskriminan linier optimal hanya untuk dua distribusi Gaussian atau distribusinormal dengan nilai matriks kovariannya sama. Ketika Fisher Criterion dikembangkan untuk dapat menangani distribusi Gaussian majemuk atau banyak kelas dengan matriks kovarian yang tidak sama, maka dibandingkan dengan Bayes Classifier, Analisa Diskriminan Linier tidak optimal. Kasus terburuk adalah ketika semua kelas mempunyai mean yang sama, sehingga  $S_b = 0$ , maka semua metodayang berbasis Analisa Diskriminan Linier akan gagal. Subruang 1 dan 2 tidak ada, hanya subruang 3 dan 4, dimana subruang 3 dan 4 kurang diskriminatif.

Untuk mengatasi hal ini, maka permasalahan banyak kelas dibawa ke dalam permasalahan klasifikasi biner dengan menggunakan formulasi  $\Delta = a_i - a_j$  dan mendefinisikan ruang intraclass  $\Omega_I = \{(a_i - a_j) \mid L(a_i) = L(a_j)\}$  dan ruang extraclass  $\Omega_E = \{(a_i - a_j) \mid L(a_i) \neq L(a_j)\}$ , dimana  $L(a_i)$  adalah label kelas  $a_i$ .

Metode Analisa Diskriminan Majemuk dengan pendekatan Transformasi Fukunaga Koontz (Analisa Diskriminan Majemuk/Transformasi Fukunaga Koontz). Metoda ini mempunyai beberapa fitur unik [1], yaitu:

1. Sub ruang diskriminan optimal yang dihasilkan optimal dalam jarak Bhattacharyya.
2. Metoda ini mencari subruang optimal global dengan memaksimalkan jarak Bhattacharyya yang merupakan batas error *Bayes classifier*.
3. *Eigenvector* diskriminan yang dihasilkan bisa lebih dari  $C-1$ , karena biasanya  $rank \Sigma_I$  dan  $\Sigma_E$  lebih besar dari  $C-1$ .

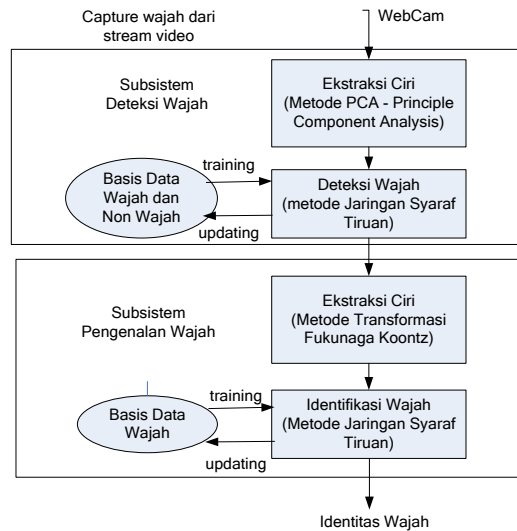
## III. HASIL dan PEMBAHASAN

### 3.1 *Support Vector Machine (SVM)*

Pondasi awal SVM pertama kali dikembangkan oleh Vapnik, kemudian semakin populer karena SVM mempunyai fitur-fitur yang menarik dan kinerja empiris yang menjanjikan. Support Vector Machine (SVM) bekerja berdasarkan prinsip Structural Risk Minimization (SRM) yang merupakan kebalikan dari prinsip Empirical Risk Minimization (ERM). SRM meminimalkan batas atas dari dimensi Vapnik-Chervonenkis (dimensi VC) atau generalisasi error, sedangkan ERM meminimalkan error dari data pelatihan [2].

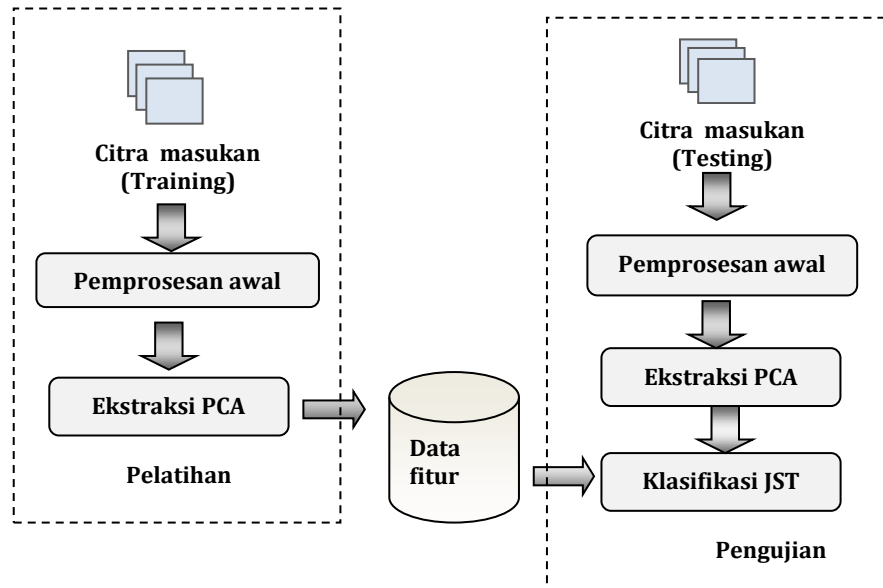
### 3.2 Desain Sistem

Desain sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1, dengan mengambil inputan berupa tangkapan citra wajah berasal dari live video streaming kamera diproses untuk menghasilkan keluaran akhir berupa identitas si pemilik wajah.

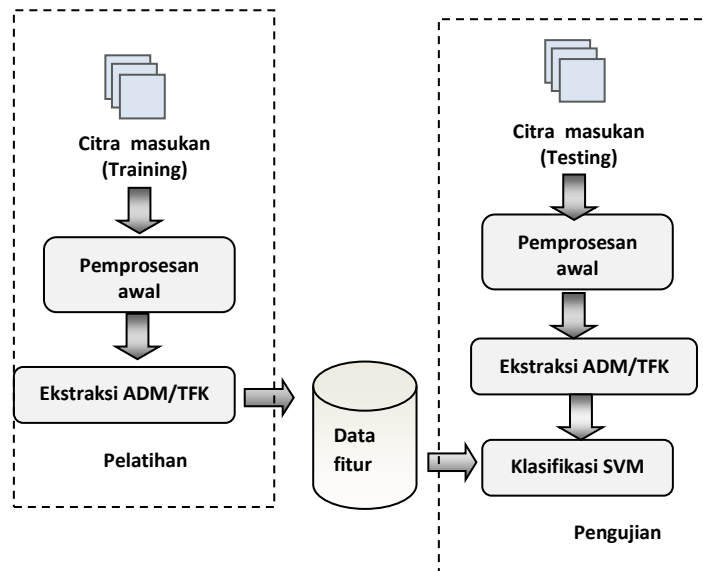


Gambar 3.1. Desain Sistem Deteksi dan

Subsistem deteksi dan pengenalan wajah pada penelitian ini tampak pada gambar 3.2 dan 3.3. Secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 proses utama yaitu, pemrosesan awal (preprocessing), ekstraksi fitur dan klasifikasi. Masing-masing basis data wajah yang digunakan dibagi menjadi dua, sebagian digunakan untuk proses pelatihan (training) dan sisanya digunakan untuk proses pengujian (testing).



Gambar 3.2. Subsistem Deteksi Wajah



Gambar 3.3. Subsistem Pengenalan Wajah

### 3.3 Pemrosesan Awal (*preprocessing*)

Pemrosesan awal merupakan proses pengambilan data wajah dan normalisasi data wajah. Data wajah yang digunakan harus dalam bentuk citra abu-abu, jika citra wajah yang akan digunakan masih dalam bentuk citra wajah berwarna, maka diperlukan proses untuk merubah citra tersebut menjadi citra abu-abu. Normalisasi dilakukan untuk mereduksi ukuran dan mendapatkan citra wajah yang cukup ideal untuk dijadikan sebagai data masukan dengan cara melakukan proses *cropping* sehingga didapatkan citra yang ideal untuk dijadikan sebagai data masukan [3].

Citra ideal disini adalah citra wajah yang terdiri dari mata, hidung dan mulut serta *background* dan rambut yang sebagian besar sudah dihilangkan, selain itu untuk mereduksi ukuran citra. Terkadang dalam proses implementasi atau ketika program dijalankan, citra masukan mengalami proses *resize* menjadi setengah atau seperempat dari ukuran citra masukan. Hal ini disebabkan karena jika vektor wajah input yang dihasilkan masih terlalu besar membutuhkan memori yang besar.

### 3.4 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan metoda Analisa Diskriminan Majemuk dengan pendekatan Transformasi Fukunaga Koontz. Fitur-fitur sebuah obyek pada kategori yang sama mempunyai nilai yang hampir mirip (*similar*).

Tahap ini bertujuan mendapatkan set vektor fitur yang nantinya akan digunakan untuk tahap klasifikasi. Citra wajah hasil proses pemrosesan awal menjadi inputan proses ekstraksi fitur. Pada tahap awal proses ekstraksi fitur, data input matriks wajah dimensi  $n \times m$  akan diubah kedalam vektor wajah berdimensi  $(n \times m) \times 1$  atau menjadi vektor kolom. Hasil dari proses ekstraksi fitur ini berupa vektor fitur dengan dimensi lebih kecil (*dimensi proyeksi*).

## **I Wayan Suasnawa dan I nyoman Eddy Indrayana : Sistem Informasi Administrasi...**

Untuk metoda Analisis Diskriminan Majemuk dengan pendekatan Transformasi Fukunaga Koontz, dimensi proyeksi maksimal vektor fiturnya adalah  $(rank(H_i)) \times 1$ , sedangkan untuk Analisis Diskriminan Linier dimensi proyeksi maksimalnya adalah  $(C-1) \times 1$  (C adalah banyak kelas dalam sebuah basis data) [4].

### **3.5 Klasifikasi**

Proses klasifikasi dilakukan setelah citra wajah diambil fitur-fitur khusus, fitur-fitur khusus ini berupa vektor fitur yang dimensinya lebih kecil. Proses klasifikasi dengan SVM dibagi menjadi dua tahap yaitu proses pelatihan dan proses pengujian. Untuk mencari *support vector* dari data input dalam setiap proses pelatihan digunakan *quadratic programming* [5].

### **3.6 Basis Data Wajah**

Basis Data Wajah pada penelitian ini dipakai untuk menguji subsistem deteksi dan subsistem pengenalan wajah. Ada lima basis data wajah yang akan dipakai pada penelitian ini yaitu:

#### **A. Basis data CBCL (Center for Biological & Computational Learning)**

Basis data ini dipakai pada subsistem deteksi wajah pada proses pelatihan Subsistem deteksi wajah (dipakai untuk mendapatkan vektor proyeksi PCA dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik yang telah selesai proses pelatihan), dengan rincian 2429 citra wajah dan 4548 citra non wajah dimensi 19x19

#### **B. Basis data Wajah ORL (Olivetti Research Laboratorium)**

Terdiri atas 40 Orang, masing-masing memiliki 10 citra wajah dimensi 112 x 92. Basis Data ini dipakai pada subsitem deteksi wajah (proses pengujian) dan subsistem pengenalan wajah (proses pelatihan dan pengujian)

#### **C. Basis data UNUD (Universitas Udayana Database)**

Terdiri atas 60 Orang, masing-masing memiliki 10 citra wajah dimensi 480 x 640. Basis Data ini dipakai pada subsitem deteksi wajah (proses pengujian) dan subsistem pengenalan wajah (proses pelatihan dan pengujian).

### **3.7 Proses Pelatihan Subsistem Deteksi Wajah**

Pada Basis Data CBCL yang digunakan disini berisi data 2429 citra wajah dan 4548 citra non wajah dengan resolusi 19x19. Pencarian/deteksi wajah dilakukan memakai dimesi 19x19 berupa ekualisasi histogramnya. Untuk mengurangi dimensi lebih lanjut, pada penelitian ini menggunakan PCA (Principle Component Analysis) yang merubah dimensi  $19 \times 19 = 361$  menjadi 40 komponen utama. Basis data wajah/non wajah yang dipakai disini akan menghasilkan vektor proyeksi PCA dengan memakai 40 komponen utamanya. Secara keseluruhan proses deteksi wajah ini memakai 2429 vektor wajah dan 4548 vektor non wajah. Sehingga dihasilkan vektor awal  $6977 \times 361$ . Dan vektor proyeksi PCA-nya memiliki

dimensi 361x40. Proses selanjutnya adalah klasifikasi ke dalam kelas wajah dan non wajah memakai Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik dengan 4 lapisan: lapisan input (40 neuron), lapisan tersembunyi pertama (20 neuron), lapisan tersembunyi kedua (10 neuron) dan lapisan output (1 neuron).

### 3.8 Proses Pengujian Subsistem Deteksi Wajah

Pengujian Subsistem Deteksi Wajah memakai Basis Data ORL, UNUD. Citra wajah diubah dalam format aras keabuan Selanjutnya pada citra tersebut dilakukan proses Downscale memakai transformasi Wavelet dengan metode Haar (Haar Transform) yang memiliki dimensi 80x60 dengan maksud pula menghilangkan noise frekuensi tingginya. Kemudian untuk menghaluskan citra dipakai filter Gaussian, lalu pencarian/deteksi wajah dilakukan memakai dimesi 19x19 berupa ekualisasi histogramnya. Vektor proyeksi PCA yang dihasilkan dari proses pelatihan yang memiliki dimensi 361x40 dipakai untuk memproyeksikan 19x19 citra wajah. Proses selanjutnya adalah klasifikasi ke dalam kelas wajah dan non wajah memakai Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik yang telah dihasilkan pada proses pelatihan.

Adapun pengujian susbsitem deteksi wajah diperlihatkan pada Tabel 3.1 berikut. Tingkat keberhasilan subsistem deteksi wajah adalah 99 %.

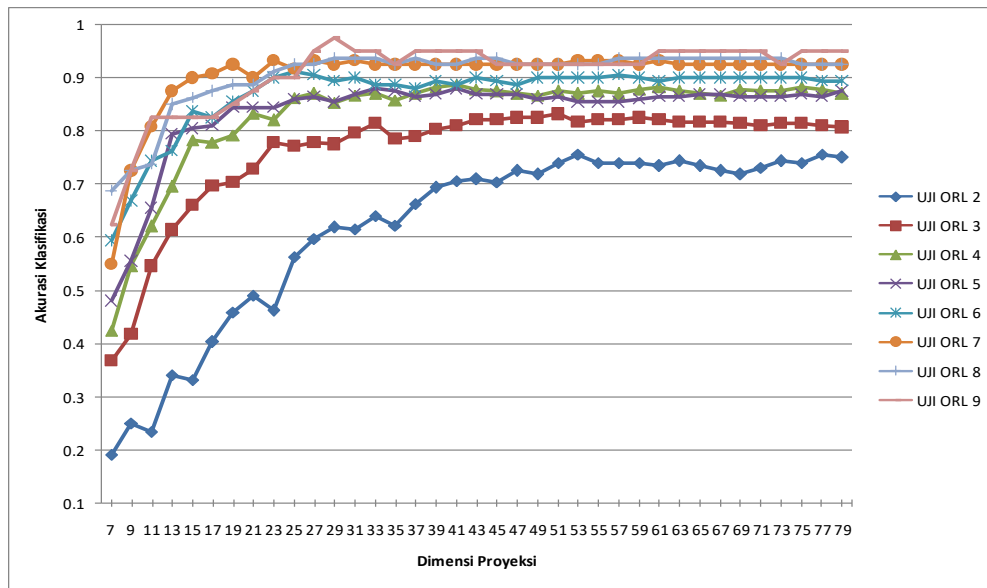
Tabel 3.1. Hasil Pengujian Subsistem Deteksi Wajah

Basis Data Wajah	Jumlah Citra Wajah	Jumlah Gagal	Jumlah Berhasil	(%)
ORL	400	0	400	100
UNUD	600	10	590	98,33
TOTAL	1000	10	990	99

### 3.9 Hasil Pelatihan dan Pengujian Subsistem Pengenalan Wajah terhadap Basis Data ORL

Gambar 3.4 menunjukkan grafik tingkat keberhasilan pengenalan untuk tiap variasi pengujian pada Basis Data ORL dengan metoda ADM/TFK.

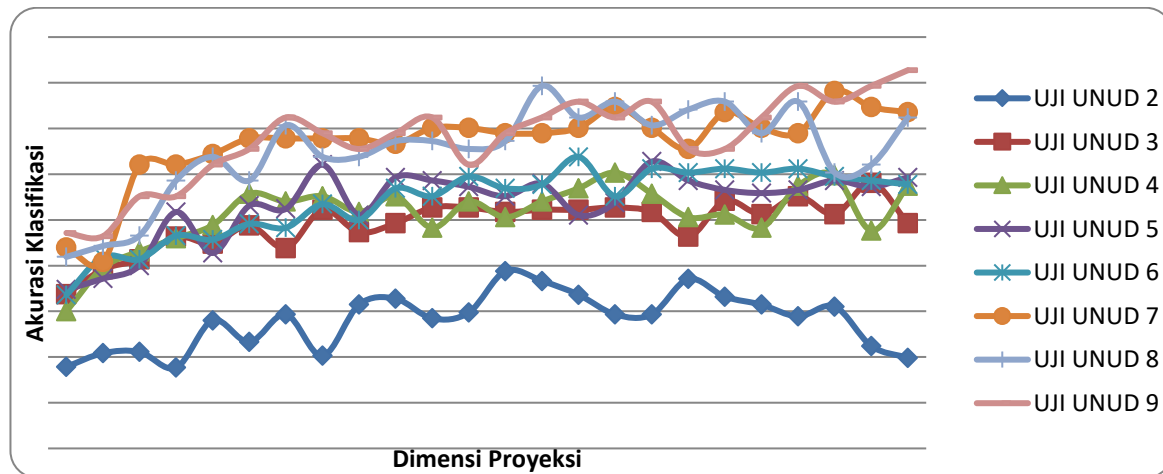
Gambar 3.4 menunjukkan bahwa secara keseluruhan hasil uji coba terhadap Basis Data ORL, kenaikan jumlah sampel pelatihan per kelas dan kenaikan jumlah dimensi proyeksi mampu meningkatkan prosentase pengenalan.



Gambar 3.4. Tingkat keberhasilan pengenalan untuk tiap variasi pengujian pada Basis Data ORL dengan metoda ADM/FKT.

### 3.10 Hasil Pelatihan dan Pengujian Subsistem Pengenalan Wajah terhadap Basis Data UNUD

Gambar 3.5 berikut menunjukkan grafik tingkat keberhasilan pengenalan untuk tiap variasi pengujian pada Basis Data UNUD dengan metoda ADM/TFK secara keseluruhan.



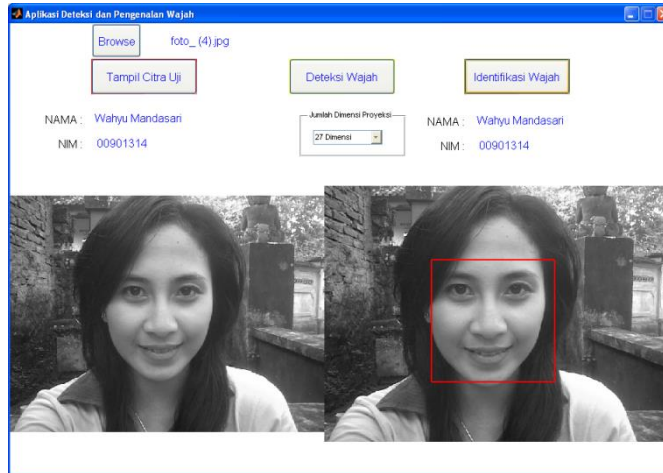
Gambar 3.5. Grafik tingkat keberhasilan

pengenalan untuk tiap variasi pengujian pada Basis Data UNUD dengan metoda ADM/TFK.

Pada Gambar 5, secara keseluruhan tampak bahwa kenaikan jumlah sampel pelatihan per kelas dan kenaikan dimensi proyeksi mampu meningkatkan prosentase hasil pengenalan.

### 3.11 Aplikasi Sistem Deteksi dan Pengenalan Wajah

Untuk menjembatani user dengan program maka dirancang suatu aplikasi Sistem Deteksi dan Pengenalan Wajah Berbasis Citra. Ada pun aplikasi yang telah dirancang dan telah selesai dibuat diperlihatkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Tampilan Program MATLAB Pengenalan Wajah Berbasis Citra

## IV. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

1. Pada Subsistem Deteksi Wajah, tingkat pendeteksian maksimal yang dapat dicapai dengan metoda PCA sebagai berikut:
  - a. untuk Basis Data ORL adalah 100 %
  - b. untuk Basis Data UNUD adalah 98,33 %Unjuk Kerja keseluruhan pada Subsistem Deteksi wajah adalah 99 %.
2. Pada Subsistem Pengenalan Wajah, tingkat pengenalan maksimal yang dapat dicapai dengan metoda ADM/TFK sebagai berikut:
  - a. untuk Basis Data ORL adalah 97,5% (uji 9 dan dimensi proyeksi 29)
  - b. untuk Basis Data UNUD adalah 82,76 % ( uji 9 dan dimensi proyeksi 53)

## I Wayan Suasnawa dan I nyoman Eddy Indrayana : Sistem Informasi Administrasi...

3. Penggunaan ekstraksi fitur ADM/TFK, sudah mampu menunjukkan hasil yang optimal, walaupun hanya dengan menggunakan metoda SVM untuk *multiclass One Against All* yang kernel polinomialnya orde satu (linier).

### 4.2 Saran

Perbaiki parameter ekstraksi fitur (dimensi proyeksi dan dimensi input) dengan harapan unjuk kerja pengenalan wajah dapat lebih meningkat.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burges, J.C.,1998, A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition, Data Mining and Knowledge Discovery, 2(2):955-974.
- [2] Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin, 2008, LIBSVM: a Library for Support Vector Machines, Taiwan.
- [3] Duda, R., Hart, P., and Stork, D., 2000, Pattern Recognition, Second edition. J. Wiley and Sons, Inc.
- [4] Fukunaga, K., 1990, Introduction to Statistical Pattern Recognition, second ed. Academic Press.
- [5] Zhang, S., and Sim, T., 2007, Discriminant Subspace Analysis: A Fukunaga Koontz Approach, IEEE Transaction On Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol 29 no 10, pp 1732-1745.