

PENERAPAN METODE *SINGULAR VALUE DECOMPOSITION* (SVD) PADA APLIKASI PENGENALAN WAJAH MANUSIA

Fajar Septian

*Staf Pengajar Fakultas Teknik Prodi Teknik Informatika
Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Banten
e-mail: dosen00677@unpam.ac.id*

ABSTRAK

Pengenalan wajah manusia merupakan salah satu turunan dari sistem biometrik yang menggunakan pola wajah manusia sebagai objek identifikasi. Sistem tersebut menggunakan pola wajah manusia yang terdapat dalam sistem basis data sebagai penyimpanan, kemudian akan melakukan perbandingan dengan gambar yang akan diuji. Sistem pengenalan wajah memiliki beberapa kendala, seperti sulit untuk mengenali objek dengan tingkat pencahayaan berbeda pada saat proses pengambilan gambar. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi akibat variasi tingkat cahaya, dikembangkan perangkat lunak dengan menerapkan metode Singular Value Decomposition (SVD).

Hasil akhir dari aplikasi ini adalah dapat mengenali pola wajah manusia yang terdapat dalam gambar uji serta menampilkan identitas seseorang bila ditemukan kecocokan dengan gambar sampel yang terdapat dalam aplikasi. Penelitian ini menggunakan sampel 650 gambar wajah manusia dan 250 gambar sembarang. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari perangkat lunak ini sekitar 91.9539 % dalam mengenali pola wajah manusia, 68.7639 % dalam pencocokan gambar uji dengan gambar sampel yang terdapat dalam basis data aplikasi dan 90.4615 dalam menentukan identitas seseorang yang telah sesuai dengan basis data.

Kata Kunci: pengenalan pola, pengolahan citra, wajah manusia, sistem biometrik, singular value decomposition

1. PENDAHULUAN

Salah satu hal yang sangat menarik dari segi kemanan adalah sebuah teknologi sains yang dapat melakukan pengidentifikasian pada manusia. Sistem biometrik merupakan sebuah metode yang dapat mengenali manusia menggunakan ciri-ciri fisik atau anggota tubuh manusia seperti sidik jari, retina mata, telapak tangan ataupun bentuk wajah. "Sistem biometrik ini memiliki beberapa kelebihan, seperti tidak mudah hilang/lupa, tidak mudah dipalsukan, dan memiliki karakteristik ataupun keunikan khusus antara seseorang dengan yang lain. Sistem biometrik ini telah banyak diterapkan pada berbagai jenis/bidang pekerjaan, bahkan saat ini hampir diimplementasikan pada setiap perusahaan. [1]"

Permasalahan yang dihadapi adalah sulit untuk mengenali objek pada tingkat pencahayaan yang sangat minim (cenderung gelap) akan menurunkan tingkat akurasi sistem dalam melakukan pencocokan/pengujian gambar. Selain itu akibat variasi tingkat cahaya kualitas gambar yang buruk juga merupakan faktor yang dapat

mengurangi tingkat keakurasian sistem dalam melakukan pengujian gambar.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

(1) Bagaimana membuat Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia dengan Menggunakan Metode SVD (*Singular Value Decomposition*)? (2) Seberapa besar tingkat keakurasian aplikasi yang dibangun dengan menggunakan metode SVD (*Singular Value Decomposition*) dalam mengenali pola wajah manusia dengan intensitas pencahayaan tertentu?

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan perangkat lunak yang dapat diimplementasikan ke dalam sistem keamanan khusus seperti sistem absensi pegawai, sistem keamanan *login* (otentifikasi pengguna) maupun sistem identifikasi pelaku kejahatan.

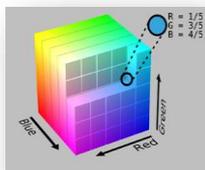
2. LANDASAN TEORI

Aplikasi merupakan sub-kelas perangkat lunak komputer (*software*) yang memanfaatkan

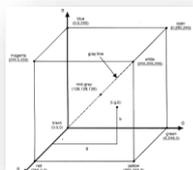
kemampuan komputer langsung untuk melakukan suatu tugas/fungsi yang diinginkan pengguna[2]. Aplikasi ini sering dibandingkan dengan perangkat lunak sistem yang mengintegrasikan berbagai kemampuan komputer, tetapi tidak secara langsung menerapkan kemampuan tersebut untuk mengerjakan suatu tugas yang menguntungkan pengguna.

Wajah atau muka adalah bagian depan dari kepala, pada manusia meliputi wilayah dari dahi hingga dagu, termasuk rambut, alis, mata, hidung, pipi, mulut, bibir, gigi dan kulit [3]. Wajah terutama digunakan untuk ekspresi, penampilan, serta identitas. Tidak ada satu wajah pun yang serupa mutlak, bahkan pada manusia kembar identik sekalipun.

Citra dari sudut pandang matematis merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang 2 (dua) dimensi [4]. Suatu citra didalam komputer dapat berwarna, salah satu model yang digunakan adalah model RGB. Model RGB terdiri dari tiga bidang citra yang saling lepas, masing-masing terdiri dari warna merah, hijau, dan biru dengan masing-masing memiliki interval keabuan [0,255]. Spektrum grayscale (tingkat keabuan) merupakan warna yang dibentuk dari gabungan tiga warna utama dengan jumlah yang sama, berada pada garis yang menghubungkan titik hitam dan putih.



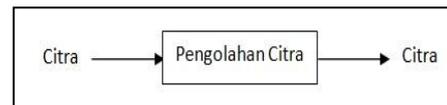
Gambar 1.
Ruang Warna RGB



Gambar 2.
Penjelasan Ruang RGB

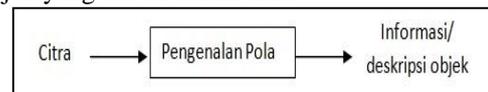
Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel, $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut[1]. Sebuah citra diubah ke bentuk digital agar dapat disimpan dalam memori komputer atau media lain. Proses mengubah citra ke bentuk digital bisa dilakukan dengan beberapa perangkat, misalnya scanner, kamera digital, dan handycam.

Pengolahan Citra merupakan kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia/mesin (komputer) [5]. Inputannya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan.



Gambar 3. Alur Kerja Pengolahan Citra

Pengenalan Pola adalah pengelompokan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh mesin (komputer)[5]. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk mengenali suatu objek yang ada di dalam citra.



Gambar 4. Alur Kerja Pengenalan Pola

2.1. Singular Value Decomposition (SVD)

Suatu dekomposisi nilai singular dari matriks $A \in R^{m \times n}$ adalah suatu faktorisasi

$$A = U\Sigma V^T$$

dimana $\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_p \end{pmatrix}$

dengan $p = \min(m, n)$ dan $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_p \geq 0$.

U adalah matriks ortogonal berukuran $m \times m$ dan V adalah matriks ortogonal berukuran $n \times n$. σ_i untuk $i = 1, 2, \dots, p$ disebut nilai singular dari A [6].

Algoritma SVD (*Singular Value Decomposition*) yang dapat dipergunakan untuk pengenalan wajah, yaitu sebagai berikut [7]:

1. Misalkan sebuah gambar berkorespondensi dengan matriks berukuran $m \times n$. Misalkan $M = m \times n$ dan $f_i \forall i$ merupakan sebuah vektor berukuran $M \times 1$. Misalkan terdapat N banyaknya gambar wajah yang akan dijadikan *database*. Bentuk suatu matriks pelatihan $S = [f_1, f_2, \dots, f_N]$

2. Hitung rata-rata gambar wajah S , $\bar{f} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i$

3. Hitung suatu vektor selisih

$$a_i = f_i - \bar{f}; \quad i = 1, 2, \dots, N$$

4. Bentuk suatu matriks

$$A = [a_1, a_2, \dots, a_N]$$

5. Hitung SVD dari A , yakni : $A = U\Sigma V^T$;

6. Hitung proyeksi skalar (vektor selisih ke dalam basis wajah), yakni

$$x_i = [u_1, u_2, \dots, u_r]^T a_i;$$

7. Tetapkan ϵ_{f0} sebagai toleransi ruang wajah maksimum yang diperbolehkan dan ϵ_0

sebagai toleransi maksimum wajah yang masuk kedalam *database* yang diperbolehkan.

8. Masukkan beberapa gambar yang ingin diteliti (misalkan p buah gambar), ubah gambar ini kedalam bentuk sebuah matriks berukuran $m \times n$, kemudian ubah bentuk matriks ini menjadi sebuah matriks g yang berukuran $(M \times p)$ sebagaimana langkah pertama diatas. Dimana $M = m \times n$.

9. Hitung proyeksi skalar vektor selisih gambar input ke dalam basis wajah

$$y_i = [u_1, u_2, \dots, u_r]^T (g_i - \bar{f}); \text{ lihat penjelasan dibawah}$$

untuk $i = 1, 2, \dots, p$

10. Hitung proyeksi vektor dari vektor selisih gambar input ke dalam ruang wajah, yakni

$$f_{pi} = [u_1, u_2, \dots, u_r] y_i ; \text{ lihat penjelasan dibawah}$$

$\forall y_i \in R^r \text{ dan } i = 1, 2, \dots, p$

11. Jarak dari g_i ke ruang wajah (ruang wajah relatif terhadap *database* wajah dalam langkah pertama) adalah jarak diantara $(g_i - \bar{f})$ dan proyeksi f_{pi} , yakni

$$\begin{aligned} \epsilon_{fi} &= \|(g_i - \bar{f}) - f_{pi}\|_2 \\ &= \left[\left((g_i - \bar{f}) - f_{pi} \right)^T (g_i - \bar{f}) - f_{pi} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

untuk $i = 1, 2, \dots, p$

12. Jika $\epsilon_{fi} > \epsilon_{f0}$ (ϵ_{f0} sebagaimana yang ditetapkan pada langkah ke-7 diatas), maka g_i bukan wajah. Stop program. Tetapi Jika $\epsilon_{fi} \leq \epsilon_{f0}$ maka f merupakan wajah, lanjut ke langkah 13

13. Hitung $\epsilon_{ij} = \|y_j - x_i\|_2 = \left[(y_j - x_i)^T (y_j - x_i) \right]^{\frac{1}{2}}$

untuk $i = 1, 2, \dots, N; j = 1, 2, \dots, p$

14. Cari ϵ_{ij} yang minimum ($\min(\epsilon_{ij})$) untuk $i = 1, 2, \dots, N$

Jika $(\min(\epsilon_{ij})) > \epsilon_0$ (ϵ_0 sebagaimana yang ditetapkan pada langkah ke-7 diatas) untuk $i = 1, 2, \dots, N$ maka g_j merupakan wajah yang tidak diketahui (wajah yang tidak berada didalam *database*). Tetapi jika $(\min(\epsilon_{ij})) \leq \epsilon_0$ maka g_j merupakan wajah yang berada didalam *database*, sekaligus f merupakan wajah yang sama dengan *database* ke- i .

2.2. MATLAB (Matrix Laboratory)

Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan dan grafik-grafik perhitungan[8].

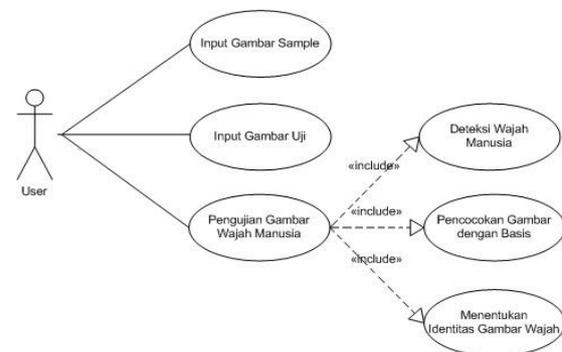
Matlab hadir dengan keistimewaan dalam fungsi-fungsi matematika, fisika, statistik, dan visualisasi. Matlab dikembangkan oleh MathWorks, yang pada awalnya dibuat untuk memberikan kemudahan mengakses data matrik pada proyek LINPACK dan EISPACK[9].

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

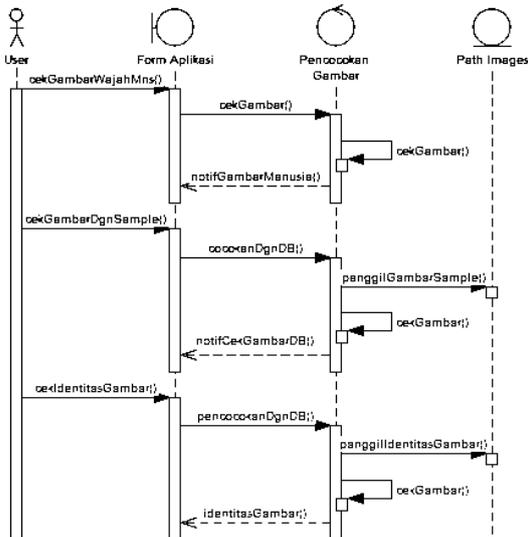
Aplikasi yang akan dirancang ini merupakan aplikasi pengenalan pola wajah pengguna dan kemudian akan melakukan perbandingan (pencocokan) dengan data sampel yang terdapat dalam basis data aplikasi guna mengetahui identitas yang ada pada suatu gambar.

Aplikasi pengenalan wajah manusia ini membutuhkan beberapa parameter seperti data input, yang terdiri dari data sampel yaitu wajah manusia yang digunakan untuk membentuk basis pada SVD (*Singular Value Decomposition*) dan data gambar uji yaitu gambar sembarang yang digunakan untuk melakukan proses pengujian terhadap gambar sampel yang telah tersimpan di dalam basis data. Selain itu, terdapat beberapa output yang akan dihasilkan.

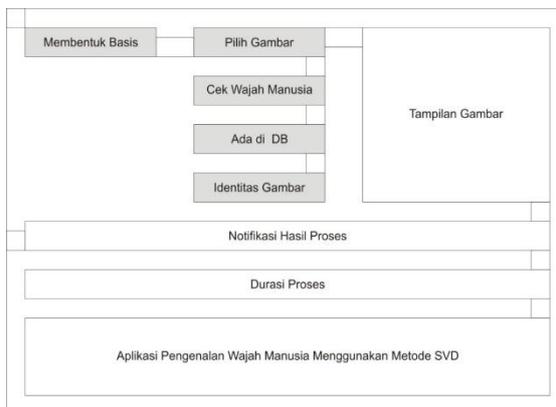
Proses yang dilakukan aplikasi ini adalah (1) Melakukan inisialisasi sampel gambar yang terdapat dalam basis data sistem; (2) Melakukan perhitungan dan pemeriksaan pola wajah yang terdapat dalam gambar uji; (3) Melakukan perbandingan terhadap gambar uji dan gambar sampel; (4) Jika terdapat kecocokan aplikasi akan menginformasikan identitas seseorang yang terdapat pada gambar tersebut.



Gambar 5. Use Case Diagram Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia



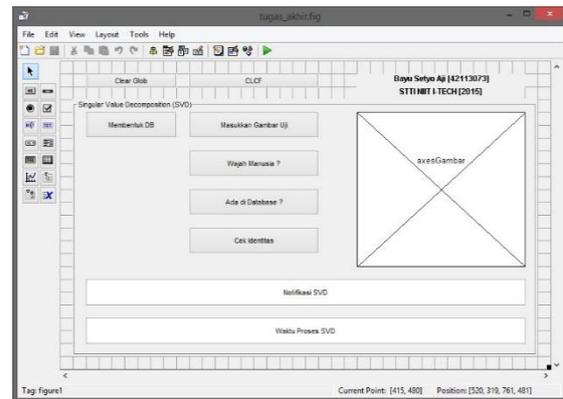
Gambar 6. Sequence Diagram Pengujian Gambar Wajah Manusia



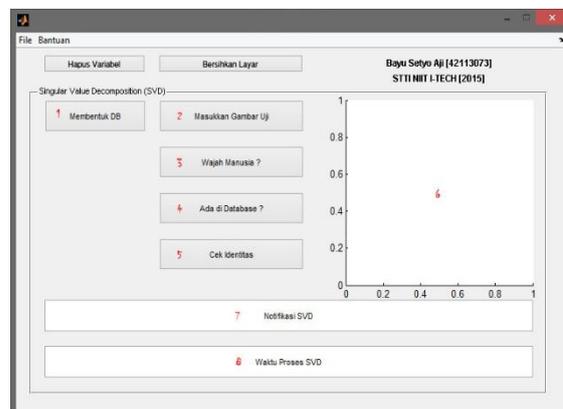
Gambar 7. Rancangan Tampilan Atarmuka Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

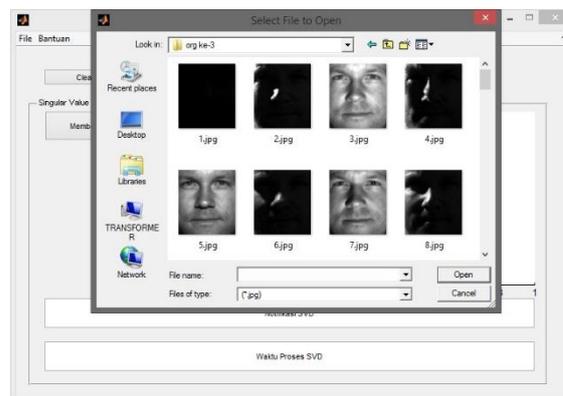
Berikut ini merupakan tampilan antarmuka yang diimplementasikan pada Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Metode Singular Value Decomposition (SVD) pada MATLAB 2009b.



Gambar 8. Antarmuka Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia pada MATLAB



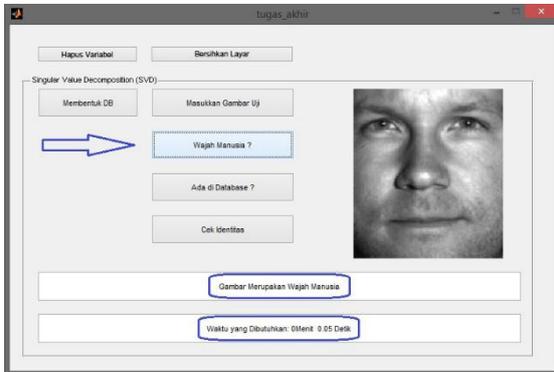
Gambar 9. Antarmuka Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia



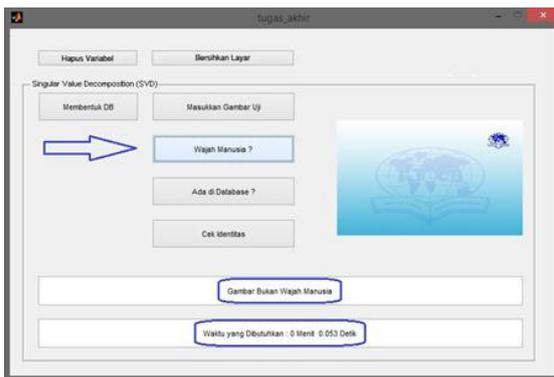
Gambar 10. Penambahan Gambar Uji pada Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia

Berikut merupakan beberapa pengujian yang diterapkan pada Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia:

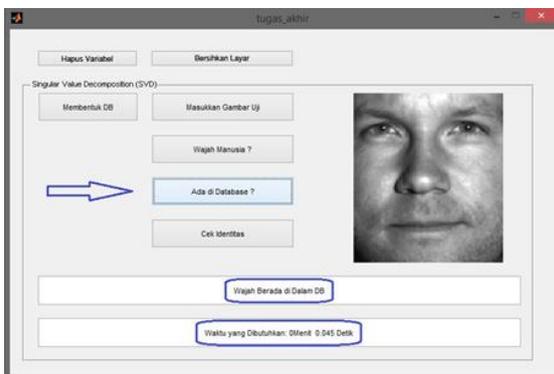
1. Pengujian Fungsi pada Antarmuka Aplikasi



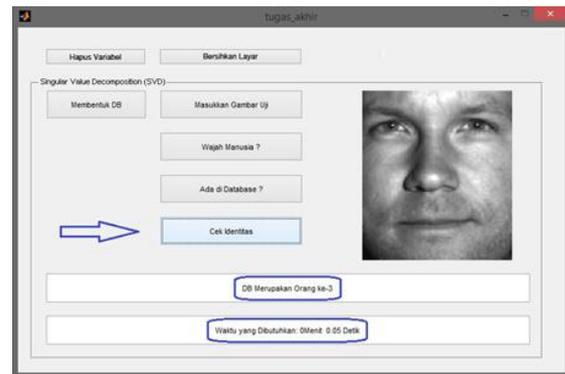
Gambar 11. Pengujian Gambar Wajah Manusia



Gambar 12. Pengujian Bukan Gambar Wajah Manusia



Gambar 13. Pencocokan Gambar dengan Basis Data



Gambar 14. Identifikasi Gambar Wajah Manusia

2. Pengujian Keberhasilan dan Tingkat Akurasi Aplikasi Pengenalan Wajah Manusia

Waktu yang dibutuhkan sistem untuk membentuk basis wajah manusia dengan pemanggilan fungsi [f, fbar, u, time] = bentuk_db (5, 22, 80, 60) adalah 7.778 detik. Dengan ketentuan 5 merupakan jumlah orang yang terdapat dalam database, 22 merupakan jumlah gambar sample yang digunakan sebagai rentang pola wajah dari setiap orang, sedangkan 80 dan 60 merupakan dimensi dari setiap gambar sample maupun gambar uji.

Persentase keberhasilan dan waktu proses yang dibutuhkan dalam mengenali pola wajah manusia sampai dengan menentukan identitas pemilik gambar yang sedang diteliti, dengan pemanggilan fungsi berikut:

$$[\text{hasil}, \text{time}] = \text{cek_ruang_wajah}(f, \text{fbar}, u, \text{xyz}, 1900)$$

Tabel 1. Persentase Keberhasilan Pengenalan Gambar Sebagai Wajah Manusia (%)

*		Error				
		1575	1750	1900	2000	2225
Database ke-(jml)	1-10 (650)	87.0769	92.6154	96.3077	98.4615	99.5385
	11-15 (250)	4.0000	6.0000	12.4000	14.8000	24.4000
Rata-rata persentase wajah		91.5385	93.3077	91.9539	91.8308	87.5693

Tabel 2. Waktu Proses Pengenalan Gambar Sebagai Wajah Manusia (detik)

*		Error				
		1575	1750	1900	2000	2225
Database ke-(jml)	1-10 (650)	5.9660	6.0240	6.0200	6.1250	6.0360
	11-15 (250)	1.0850	1.0700	1.0730	1.0700	1.0730
Total Waktu Proses		7.0510	7.0940	7.0930	7.1950	7.1090

Persentase keberhasilan dan waktu proses yang dibutuhkan dalam mengenali gambar wajah yang termasuk dalam basis data dengan pemanggilan fungsi :

$$[hasil, time] = cek_db(f, fbar, u, xyz, 1650)$$

Tabel 3. Persentase Keberhasilan Pengenalan Gambar Wajah dalam Basis Data (%)

*		Error				
		1650	1750	1900	2000	2225
Database ke-(jml)	1-5 (325)	65.2308	69.5385	75.3846	79.3846	85.8462
	6-10 (325)	27.6923	36.3077	46.7692	56.0000	69.2308
Rata-rata persentase wajah		68.7693	66.6154	64.3077	61.6923	58.3077

Tabel 4. Waktu Proses Pengenalan Gambar Wajah dalam Basis Data (detik)

*		Error				
		1650	1750	1900	2000	2225
Database ke-(jml)	1-5 (325)	0.2580	0.2570	0.2640	0.2670	0.2730
	6-10 (325)	0.2670	0.2660	0.2650	0.2600	0.2660
Total Waktu Proses		0.5250	0.5230	0.5290	0.5270	0.5930

Untuk dapat mengenali identitas orang yang terdapat dalam gambar tersebut serta waktu proses yang dibutuhkan oleh sistem, dapat memanggil fungsi :

$$[z, hasil, time] = cek_identitas(f, fbar, u, xyz)$$

dan hasil (tingkat) akurasi yang diperoleh dalam mengenali identitas orang yang terdapat dalam gambar tersebut adalah 90.4615 % dengan lama waktu proses 0.2530 detik.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa kali pengujian, Aplikasi ini dapat berjalan dengan baik, yaitu dapat mengenali gambar wajah manusia. Tingkat keakurasian Aplikasi ini setelah dilakukan beberapa kali ujicoba adalah sebagai berikut :

- Suatu gambar merupakan wajah atau bukan, hingga 91.9539% dalam kurun waktu selama 7.093 detik dengan banyaknya gambar: 900.
- Suatu gambar wajah termasuk didalam database atau bukan hanya sebesar 68.7693% dalam kurun waktu 0.525 detik, dengan banyaknya wajah: 650.
- Suatu gambar wajah yang berada didalam database merupakan orang ke berapa hingga 90.4615%, dalam kurun waktu 0.2530 detik dan banyaknya wajah yg berada didalam database sebanyak 325.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyanto, Edi. (2007). "Catatan Kuliah Pengolahan Citra", Teknik Informatika Udinus.
- [2] Humam, Ahmad Zusmi. (2011). "Web Based dan Desktop Based". http://zusmi-fst12.web.unair.ac.id/artikel_detail-109548-prokom-web%20based%20dan%20dektop%20based.html [15 Oktober 2015]
- [3] Wikipedia. (2014, 14 Oktober). "Wajah". <https://id.wikipedia.org/wiki/wajah>[15 Oktober 2015]
- [4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. (2002). "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing.
- [5] Munir, Rinaldi. (2004). "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik", Informatika Bandung.
- [6] Baker, Kirk. (2013). *Singular Value Decomposition Tutorial (Revised Edition)*.
- [7] Zeng, Guoliang. (2006). "Face Recognition with Singular Value Decomposition". CISSE Proceeding.
- [8] Firmansyah, Ahmad. (2007). "Dasar-dasar Pemrograman Matlab". Ilmu Komputer.
- [9] Iqbal, Muhammad. (2009). Dasar Pengolahan Citra Menggunakan Matlab. Institut Pertanian Bogor.