

# STUDI ANALISIS EIGENFACE DAN EIGEN FUZZY SET UNTUK EKSTRAKSI CIRI BIBIR PADA SISTEM IDENTIFIKASI WAJAH

M. Rahmat Widyanto<sup>1</sup> Shinta Puspasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, Jawa Barat

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK Multi Data Palembang

Email: shinta@stmik-mdp.net

*This paper compares the performance of eigenface and eigen fuzzy set to extract lip traits. Testing is conducted by implementing the two methods in a face identification system based on lip traits. The database used is primary data that consists of front-face image and lip image. The test result shows that eigenface is more effective with average precision-recall value 0.22% higher. However, statistical tests show that there are no significant differences between the two methods. An optimal extraction method will be used to develop face identification system based on facial components.*

**Kata Kunci:** eigenface, eigen fuzzy set, feature extraction, face recognition

## 1 PENDAHULUAN

Tingginya tingkat kriminalitas menuntut kesigapan aparat kepolisian untuk menyelesaikan kasus yang terjadi sehingga memberikan rasa aman pada masyarakat. Salah satu upaya penanganan kasus kriminal, yaitu dengan cara mencari pelaku yang dapat dikenali berdasarkan gambar wajah hasil informasi dari saksi-saksi. Wajah pelaku diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri wajah yang dikenali, terutama ciri primer wajah. Salah satu ciri primer dari wajah adalah bentuk bibir [1]. Perbedaan bentuk yang dapat terlihat dengan jelas dan variasi bentuk yang cukup banyak membuat karakteristik bibir dapat menjadi ciri identifikasi wajah orang. Jika informasi yang diperoleh untuk pengenalan wajah hanya terbatas pada ciri bibir maka diperlukan sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi dengan cepat dan akurat ciri bibir. Sistem tersebut dapat dibangun dengan menggunakan metode ekstraksi ciri yang telah dibuktikan akurasi, salah satunya metode *eigenfaces* [2].

*Eigenface* merupakan metode untuk ekstraksi ciri yang sudah terbukti efektif diterapkan dalam perhitungan untuk pengenalan wajah citra digital [3]. *Eigenface* telah banyak dimodifikasi oleh sejumlah peneliti untuk mengoptimalkan hasil yang didapat, misalnya Nishino et al. [4] yang mengembangkan metode *eigen-texture* untuk pengolahan citra. Modifikasi dilakukan dengan dasar teori perhitungan yang sama, dan bukan pada teori dasar. Sebuah metode baru dipaparkan dalam [5, 6, 7, 8, 9] metode lain dari eigen untuk perolehan citra yang disebut *eigen fuzzy set*. Metode ini dibangun dengan filosofi yang sama dengan *eigenface* namun dengan teori yang berbeda, yaitu teori himpunan fuzzy (*fuzzy set*) [10]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa eigen yang dibangun dengan menggunakan teori himpunan fuzzy dapat digunakan untuk analisa citra. Teori fuzzy sendiri telah banyak digunakan untuk perolehan citra dengan hasil yang cukup baik dibandingkan metode *crisp* yang konvensional. Namun belum diketahui apakah teori fuzzy yang digunakan untuk mengembangkan metode ekstraksi ciri eigen dapat lebih efektif untuk perolehan citra dibandingkan *eigenface*.

Penelitian ini akan membandingkan kinerja kedua metode ekstraksi ciri berbasis eigen tersebut untuk perolehan citra wajah berdasarkan ciri bibir sehingga diketahui metode yang lebih efektif dan efisien untuk diimplementasikan dalam sistem identifikasi wajah berbasis kompo-

nen. Masing-masing metode ekstraksi akan diimplementasikan dalam bahasa pemrograman sehingga menjadi sebuah sistem aplikasi untuk uji coba yang dirancang dapat mengukur sejumlah tolak ukur kinerja metode ekstraksi ciri bibir yang diimplementasikan.

Sebuah sistem identifikasi wajah dirancang dengan mengimplementasikan masing-masing metode ekstraksi. Uji coba dilakukan menggunakan 500 citra bibir dan wajah tampak depan. Untuk menilai relevansi sebuah citra dengan kueri citra maka diberikan kuisioner pada sejumlah responden. Hasil kuisioner digunakan untuk mengukur nilai *precision-recall* sebagai salah satu tolak ukur efektifitas metode ekstraksi. Analisis statistik deskriptif dan inferensi dilakukan guna membandingkan kinerja kedua metode ekstraksi untuk perolehan citra.

Tulisan ini dibagi menjadi 5 (lima) bagian. Latar belakang permasalahan dikemukakan pada Bagian 1. Pada Bagian 2 dipaparkan metode *eigenface* dan *eigen fuzzy set* untuk ekstraksi ciri. Rancangan sistem dan uji coba dijelaskan pada Bagian 3 dan 4. Pada akhir tulisan diuraikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian.

## 2 METODE EKSTRAKSI CIRI

Wajah tiap manusia memiliki ciri-ciri utama yang menjadi pembeda satu sama lain. Untuk mencocokkan citra wajah digital, proses ekstraksi ciri raksi ciri wajah memegang peranan penting guna memperoleh informasi relevan dengan wajah sebagai dasar pengukuran kemiripan. Semakin baik metode untuk ekstraksi dapat mengumpulkan informasi penting dari wajah, maka akan semakin akurat hasil pencocokan yang didapat.

Metode ekstraksi ciri yang telah terbukti efektifitasnya untuk perolehan citra adalah *eigenface* dan *eigen fuzzy set*. Kedua metode tersebut memiliki landasan filosofis yang sama yaitu menggunakan vektor eigen sebagai ciri penting dari sebuah citra, tetapi dikembangkan berdasarkan landasan teori yang berbeda. *Eigenface* dikembangkan berlandaskan teori aljabar sedangkan *eigen fuzzy set* berlandaskan teori himpunan fuzzy (*fuzzy set*).

### 2.1 Eigen Face

*Eigenface* merupakan metode pengenalan wajah yang berlandaskan metode ruang eigen (*eigenspace-based*) yang

telah teruji keberhasilannya untuk pengenalan wajah pada citra digital [3]. Metode *eigenface* dikembangkan dari metode *Principle Component Analysis* (PCA), atau disebut juga dengan metode Karhunen-Loven, yang secara matematis dilakukan dengan mencari vektor eigen dari matrik kovarian sekumpulan citra wajah [2]. Turk dan Pentland [2] yang pertama kali mengembangkan metode pengenalan wajah berdasarkan ruang eigen, telah membuktikan bahwa metode ini dapat mengekstrak ciri global yang merupakan informasi relevan dengan wajah.

Pengolahan citra wajah yang dilakukan berdasarkan nilai kecerahan warna tiap piksel pada citra akan menghasilkan sebuah vektor representasi dari citra wajah dengan dimensi berukuran sama dengan jumlah piksel citra wajah [11]. Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa pengolahan citra wajah akan dilakukan pada ruang ciri yang berdimensi tinggi dan memerlukan waktu komputasi yang tinggi pula. *Eigenface* akan mereduksi dimensi citra wajah yang tinggi kedalam ruang dimensi yang lebih rendah dengan mengekstrak ciri penting dari citra wajah. Ciri inilah yang nantinya akan digunakan untuk pencocokan dua buah citra.

## 2.2 Eigen Fuzzy Set

*Eigen fuzzy set* (himpunan fuzzy eigen) memiliki dasar filosofi yang sama dengan *eigenface*, yaitu mencari suatu nilai yang berisi informasi berupa ciri penting. Dalam bidang pengolahan citra, teori fuzzy sudah banyak diimplementasikan yang antara lain digunakan untuk segmentasi citra dan pengukuran kemiripan citra. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa teori fuzzy dapat memperbaiki hasil perolehan citra dibandingkan metode *crisp* yang konvensional. Dalam pengolahan citra, citra asli diperlakukan sebagai suatu relasi fuzzy pada normalisasi intensitas citra. Intensitas warna citra wajah dinormalisasi dari nilai 0 sampai 255 menjadi [0,1]. Nilai hasil normalisasi akan digunakan untuk membentuk *eigen fuzzy set*. *Eigen fuzzy set* didapat dengan melakukan komposisi min-max dan max-min pada dua relasi fuzzy.

Misalkan  $R$  adalah relasi fuzzy antara elemen himpunan  $X$ , dan  $A$  adalah himpunan bagian fuzzy dari  $X$ , serta komposisi max-min  $R$  dan  $A$  yang menghasilkan himpunan  $B$  yang merupakan himpunan bagian  $X$ . Jika  $B$  sama dengan  $A$ , maka  $A$  disebut sebagai *eigen fuzzy set* [5] yang didefinisikan pada persamaan (1).

$$R \circ A = A$$

$$A(x') = \max_{x \in X} (\min(R(x', x), A(x))), \forall x' \in X \quad (1)$$

Derajat keanggotaan  $A$  ditentukan berdasarkan elemen terbesar dari tiap kolom pada  $R$ . Fungsi  $A(x')$  di atas digunakan untuk mencari *eigen fuzzy set* terbesar, sedangkan untuk mencari *eigen fuzzy set* terkecil digunakan komposisi min-max.

Misalkan  $R$  adalah relasi fuzzy antara elemen himpunan  $X$ , dan  $B$  adalah himpunan bagian fuzzy dari  $X$  sedemikian hingga memenuhi persamaan (2),

$$R \circ B = B$$

$$B(x') = \min_{x \in X} (\max(R(x', x), B(x))), \forall x' \in X \quad (2)$$

Derajat keanggotaan  $A$  ditentukan berdasarkan elemen terkecil dari tiap kolom pada  $R$ . fungsi  $B(x')$  di atas merupakan komposisi min-max yang digunakan untuk mencari *eigen fuzzy set* terkecil [9].

## 2.3 Pengukuran Kemiripan

Metode yang efektif digunakan untuk mengukur nilai kemiripan antara dua buah citra wajah adalah dengan menghitung jarak antara kedua buah citra tersebut. Semakin kecil jarak antara dua buah citra wajah, semakin tinggi nilai kemiripan antara kedua citra wajah tersebut.

Sebuah citra dapat direpresentasikan sebagai suatu ruang berdimensi  $n$ . Kemiripan antara dua buah citra  $p$  dan  $q$  didefinisikan sebagai jarak antara dua buah titik dalam ruang tersebut, dan dilambangkan dengan  $D(p,q)$ . Suatu citra  $u$  lebih mirip dengan citra  $v$  dibandingkan citra  $w$ , jika  $D(u,v) < D(u,w)$ .

Dalam ruang *euclidean* berdimensi  $n$ ,  $R^n$ , jarak antara titik  $x$  dan  $y$  dapat dirumuskan dengan persamaan (3):

$$D = |x - y|$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2} \quad (3)$$

dimana  $n$  adalah jumlah titik dalam  $R^n$ .

Persamaan jarak *euclidean* juga dapat dikembangkan untuk mengukur kesamaan citra hasil ekstraksi menggunakan metode *eigen fuzzy set*. Ciri dua buah citra yang telah diekstrak dengan menggunakan *eigen fuzzy set* dapat diukur kesamaannya dengan menggunakan jarak *euclidean* terhadap tiap elemen *eigen fuzzy set* terbesar dan elemen *eigen fuzzy set* terkecil. Pengukuran jarak dua citra  $R_i$  dan  $R_j$  didefinisikan dalam persamaan (4),

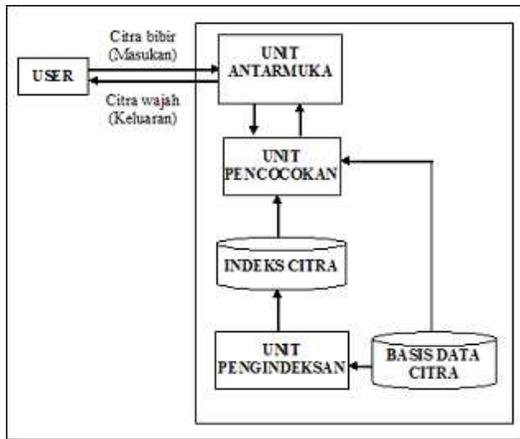
$$D(R_i, R_j) = \sum_{x \in X} ((A_i(x) - A_j(x))^2 \dots + (A'_i(x) - A'_j(x))^2) \quad (4)$$

dimana  $A_i(x)$ ,  $A'_i(x)$  menotasikan *eigen fuzzy set* terbesar dan *eigen fuzzy set* terkecil citra  $R_i$  [6].

## 3 SKENARIO UJI COBA

Skenario uji coba dirancang dengan tujuan membandingkan kinerja kedua metode ekstraksi ciri untuk identifikasi wajah. Uji coba dilakukan menggunakan data primer sebanyak 500 citra. Basis data terdiri dari citra wajah tampak depan berukuran 150 x 150 piksel yang bertipe RGB. Dari tiap citra wajah didapat citra bibir ukuran 50 x 20 piksel yang disegmentasi secara manual dengan menggunakan piranti ACDSee 7.0. Sehingga satu citra wajah akan memiliki satu citra bibir.

Data tersebut akan diproses oleh sistem identifikasi wajah untuk perolehan citra wajah yang relevan sebagai salah satu tolok ukur efektifitas metode ekstraksi ciri yang diimplementasikan di dalam sistem. Masing-masing metode ekstraksi, *eigenface* dan *eigen fuzzy set*, akan diimplementasikan dalam sebuah sistem identifikasi wajah.



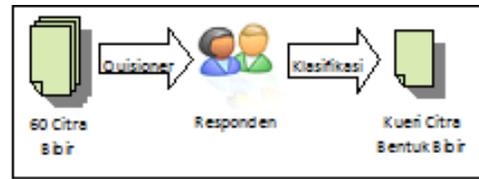
Gambar 1: Arsitektur sistem

### 3.1 Rancangan Sistem

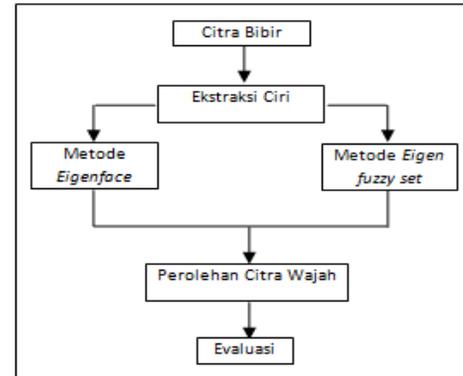
Sistem identifikasi wajah dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual C++ 6.0 dan *library* OpenCV. Sistem tersebut selanjutnya dibangun dengan arsitektur yang diilustrasikan seperti pada Gambar 1. Arsitektur sistem tersebut secara umum terbagi menjadi tiga subsistem yang selanjutnya disebut unit, yaitu unit antarmuka, unit pencocokan, dan unit pencocokan. Unit antarmuka akan menerima masukan citra bibir dari pengguna yang selanjutnya akan dicari wajah dengan ciri bibir yang mirip dengan citra bibir yang diberikan. Setelah proses pencarian selesai, selanjutnya unit ini akan menampilkan hasil yang diperoleh berupa citra wajah beserta tingkat kemiripan ciri citra bibir yang diberikan dengan ciri bibir pada citra wajah. Unit Pencocokan bertugas mengukur kemiripan antara ciri citra bibir yang diberikan dengan ciri bibir dari citra wajah dalam basis data yang telah diekstrak. Hasil pengukuran berupa tingkat kemiripan citra lalu akan menjadi masukan bagi unit antarmuka yang merupakan keluaran dari sistem. Unit Pengindeksan merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk mengekstrak ciri citra bibir. Kemudian sistem akan mengindeks citra wajah dalam basis data dan menyimpan indeksinya dalam berkas indeks citra.

### 3.2 Langkah-Langkah Uji Coba

Uji coba awali dengan menentukan sejumlah template bentuk bibir yang akan menjadi kueri citra, yaitu bentuk tipis, tebal, tabal atas, tebal bawah, atau biasa. Data citra bibir dalam basis data yang dianggap merepresentasikan bentuk-bentuk bibir diklasifikasikan oleh 20 (dua puluh) responden yang datanya dikumpulkan menggunakan kuisisioner. Kuisisioner berisi citra bibir serta pilihan klasifikasi bentuknya. Responden diminta memilih salah satu bentuk yang dianggap sesuai dengan bentuk bibir dalam citra berdasarkan pedoman yang diberikan [1]. Data yang dihasilkan berupa bentuk-bentuk bibir untuk digunakan sebagai kueri citra bibir pada perolehan citra berdasarkan ciri yang telah diekstrak dengan metode *eigenface* dan *eigen fuzzy set*. Gambar 2 berikut mengilustrasikan langkah awal yang dilakukan dalam uji coba. Gambar 3 mengilustrasikan langkah-langkah uji coba yang dijalankan untuk membanding-



Gambar 2: Langkah awal uji coba

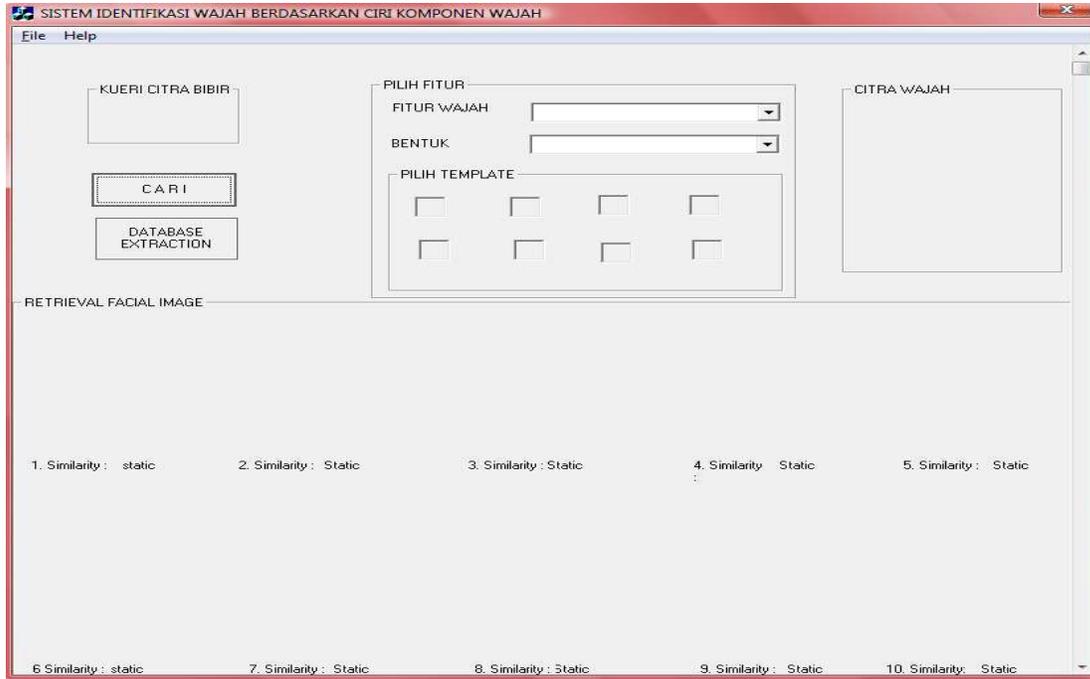


Gambar 3: Langkah awal uji coba

kan kinerja kedua metode ekstraksi. Citra bibir memiliki citra wajah yang bersesuaian yaitu dengan diberikan indeks file yang sama. Sehingga ciri citra bibir dalam basis data yang diekstrak dengan *eigenface* maupun *eigen fuzzy set* akan dicocokkan dengan ciri kueri citra bibir yang juga diekstrak dengan metode yang sama. Selanjutnya hasil pencocokan akan digunakan untuk menampilkan citra wajah yang bersesuaian dengan citra bibir berdasarkan indeks file-nya.

Untuk menilai efektifitas kedua metode dalam perolehan citra, digunakan parameter *Precision* dan *Recall* sebagai indikator. Evaluasi diawali dengan memberikan kuisisioner kepada sejumlah responden yang berperan untuk memberikan penilaian relevan atau tidaknya (*relevant judgement*) citra wajah, yang diperoleh berdasarkan hasil ekstraksi ciri menggunakan kedua metode, terhadap kueri citra yang diberikan. Penilaian relevan (*relevant judgement*) dilakukan terhadap 10 (sepuluh) teratas citra relevan. Penilaian relevan sebuah citra dengan kueri diberikan berdasarkan penilaian visual pengguna sistem terhadap citra wajah yang diperoleh sebagai hasil pencocokan ciri yang diekstrak dengan *eigenface* dan *eigen fuzzy set*. Sebuah citra dianggap relevan dengan kueri jika secara visual dianggap mirip dalam hal bentuk bibir.

Untuk menentukan citra dalam basis data yang relevan dengan kueri, maka disebarkan kuisisioner untuk pengumpulan data. Kuisisioner diberikan kepada 21 orang berusia di atas 17 tahun dengan beragam latar belakang keahlian, antara lain ilmu komputer, kesehatan, keamanan, dan teknisi. Penilaian relevan atau tidaknya 500 citra wajah dalam basis data terhadap kueri untuk 5 (lima) kueri yang diberikan, ditentukan berdasarkan bentuk bibir pada kueri. Tabel 1 merepresentasikan hasil kuisisioner penilaian relevan kueri citra dengan seluruh citra dalam basis data.



Gambar 4: Tampilan awal antarmuka sebelum diproses



Gambar 5: Tampilan awal antarmuka setelah diproses

**Tabel 1:** Hasil Kuisioner Penilaian Relevan

Kueri	Jumlah Relevan
Citra 1	40
Citra 2	42
Citra 3	32
Citra 4	27
Citra 5	32

**Tabel 2:** Jumlah Iterasi Komposisi Max-Min

Metode <i>Eigen fuzzy set</i>	Jumlah Iterasi		
	Min	Max	Rata-rata
Terbesar	7	3	3.46
Terkecil	10	2	4.414

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa dalam basis data terdapat 40 citra bibir yang dianggap relevan dengan kueri Citra 1, 42 citra relevan dengan kueri Citra 2, dan seterusnya. Data tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *precision-recall* perolehan citra pada peringkat-10 teratas oleh sistem identifikasi wajah yang mengimplementasikan kedua metode ekstraksi, yaitu *eigenface* dan *eigen fuzzy set*, untuk dibandingkan efektifitasnya.

#### 4 HASIL UJI COBA

Sistem identifikasi wajah yang dikembangkan berdasarkan rancangan sistem dengan implementasi kedua metode ekstraksi memiliki ilustrasi antarmuka yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Berdasarkan data hasil uji coba selanjutnya dievaluasi efektifitas perolehan citra wajah oleh sistem pada peringkat-10 teratas dengan melakukan perhitungan nilai *precision (P)* dan *recall (R)* [12].

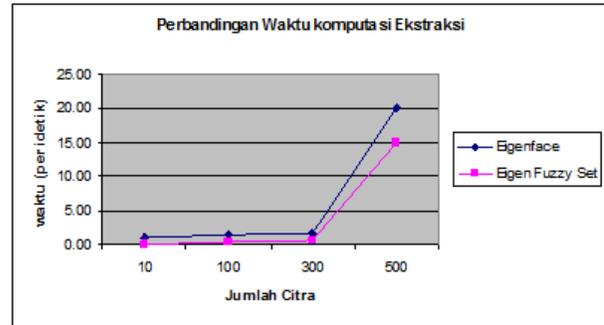
##### 4.1 Waktu Komputasi

Salah satu tolok ukur efisiensi metode ekstraksi ciri yaitu waktu komputasi. Berdasarkan waktu komputasi yang diperlukan untuk mengekstrak ciri citra dalam basis data dapat diketahui bahwa *eigen fuzzy set* lebih cepat dan mendekati separuh waktu yang diperlukan oleh metode *eigenface* (Gambar 6). Kondisi ini disebabkan karena *eigenface* melakukan perhitungan terhadap matrik, salah satunya adalah matrik kovarian berukuran  $n \times n$ , yang membutuhkan sejumlah perhitungan operasi matrik antara lain perkalian dan transpose yang dilakukan beberapa kali. Sedangkan *eigen fuzzy set* hanya melakukan perhitungan komposisi min-max dan max-min hingga didapatkan vektor ciri yang konvergen.

Untuk mencapai konvergen, dalam uji coba metode *eigen fuzzy set* hanya memerlukan maksimum 10 (sepuluh) iterasi (Tabel 2). Jelas terlihat bahwa *eigen fuzzy set* memerlukan waktu komputasi yang lebih sedikit dibandingkan *eigenface*.

##### 4.2 Precision-Recall

Nilai *precision-recall* untuk tiap metode dalam uji coba skenario 1 dan 2 masing masing dibandingkan guna meng-



**Gambar 6:** Grafik perbandingan waktu komputasi ekstraksi

evaluasi efektifitas metode ekstraksi ciri tersebut dalam perolehan citra wajah relevan dengan kueri. Grafik pada Gambar 7 berikut mengilustrasikan perbandingan keduanya.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa metode *eigenface* rata-rata lebih unggul nilai *precision*-nya pada tiap titik *recall*. Fenomena ini menunjukkan bahwa *eigenface* dapat dengan lebih baik mengekstrak ciri bibir sehingga dapat menemukan citra relevan dengan kueri lebih banyak dibandingkan *eigen fuzzy set*. Meskipun lebih unggul rata-rata di setiap titik *recall*, namun pada *recall 0,1* kedua metode memiliki nilai *precision* yang sama, yaitu 1. Hal ini menunjukkan bahwa keduanya mampu menemukan citra relevan yang merupakan wajah sebenarnya dari kueri citra pada peringkat-1 teratas perolehan citra wajah. Keadaan ini membuktikan bahwa kedua metode memang dapat digunakan untuk memperoleh citra wajah, namun *eigen fuzzy set* tidak mampu mengekstrak informasi ciri kedekatan antar citra dalam basis data. Akibatnya jumlah citra yang relevan diperoleh lebih sedikit dibandingkan *eigenface* yang mengekstrak informasi ciri kedekatan antar citra menggunakan nilai kovarian.

Pencapaian juga menjadi faktor yang mempengaruhi perolehan citra yang relevan. Keadaan ini ditunjukkan dengan adanya citra yang dianggap lebih relevan bentuk bibirnya dibandingkan citra yang diperoleh, namun dengan tingkat kecerahan warna yang berbeda. Ini disebabkan karena kedua metode yang digunakan untuk mengekstraksi ciri citra wajah berdasarkan komponen kecerahan (*brightness*) dan bukan komponen kromatik yang tidak terlalu terpengaruh dengan tingkat pencahayaan.

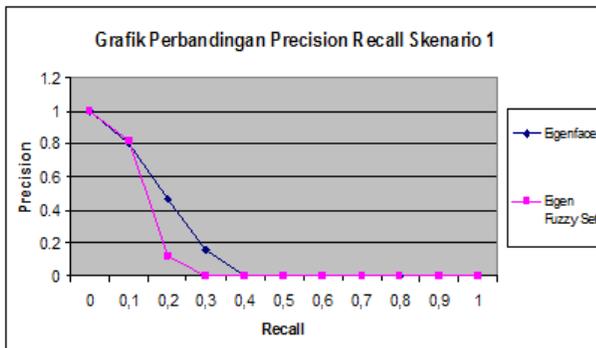
Efektifitas kedua metode, *eigenface* dan *eigen fuzzy set*, kemungkinan dapat ditingkatkan dengan mengurangi pengaruh faktor pencahayaan pada pengolahan citra. Antara lain dengan melakukan normalisasi menggunakan komponen kromatik warna citra wajah untuk ekstraksi ciri.

##### 4.3 Uji-t

Untuk membuktikan bahwa ada perbedaan bermakna antara hasil perolehan citra dari kedua metode ekstraksi ciri *eigenface* dan *eigen fuzzy set* maka digunakan pendekatan statistik uji-t dengan tingkat keyakinan 95%. Pengujian dilakukan terhadap 4 (empat) titik *recall* standar yang bernilai  $> 0$  sebagai ukuran evaluasi. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3:** Hasil Uji-*t* perbedaan metode *eigenface* dan *eigen fuzzy set*

Titik recall	Nilai Rata-rata		Selisih Rata-rata	Nilai Standar Deviasi		Nilai <i>p</i> Uji- <i>t</i>
	<i>Eigenface</i>	<i>Eigen fuzzy set</i>		<i>Eigenface</i>	<i>Eigen fuzzy set</i>	
0	0,95	0,89	0,06	0,158	0,233	0,509
0,1	0,70	0,57	0,29	0,432	0,362	0,475
0,2	0,23	0,06	0,17	0,383	0,190	0,225
0,3	0,08	0	0,08	0,253	0	0,331


**Gambar 7:** Grafik Perbandingan *Precision-Recall*

Berdasarkan data pada Tabel 3 di atas dimana nilai uji-*t*,  $p > 0,05$ , maka disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan efektifitas bermakna antara metode *eigenface* dan *eigen fuzzy set* dalam perolehan citra wajah.

## 5 KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisis *eigenface* dan *eigen fuzzy set* untuk ekstraksi ciri bibir pada sistem identifikasi wajah. Sebuah sistem identifikasi wajah dikembangkan berdasarkan ciri komponen bibir yang diekstrak menggunakan kedua metode ekstraksi ciri. Untuk menganalisis kinerja kedua metode ekstraksi ciri di atas serta mengevaluasi metode deteksi bibir otomatis yang dikembangkan, dilakukan serangkaian uji coba. Uji coba diawali dengan pengumpulan data menggunakan kuisioner untuk mendukung analisis hasil uji coba, yaitu penilaian relevan terhadap citra dalam basis data dengan kueri citra bibir yang diberikan serta pengklasifikasian citra bibir kedalam 5 (lima) kelas bentuk bibir yang digunakan sebagai sampel kueri citra bibir.

Nilai *precision-recall* perolehan citra wajah oleh sistem yang mengimplementasikan tiap metode ekstraksi pada skenario uji coba menjadi salah satu tolok ukur efektifitas metode ekstraksi. Kinerja masing-masing metode ekstraksi dianalisis berdasarkan hasil uji coba pada skenario uji coba. Selain analisis statistik deskriptif, penelitian ini juga melakukan analisis statistik inferensi, yaitu uji-*t* untuk membuktikan ada atau tidaknya perbedaan antara kedua metode ekstraksi ciri.

Berdasarkan hasil uji coba dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem identifikasi wajah yang dikembangkan berda-

sarkan ciri bibir efektif digunakan untuk perolehan citra wajah relevan. Hal tersebut ditunjukkan dengan dapat diperolehnya wajah yang relevan dengan kueri citra bibir pada peringkat-1 teratas perolehan citra wajah.

2. Metode *eigenface* memiliki efektifitas yang lebih baik dibandingkan *eigen fuzzy set* untuk perolehan citra wajah relevan dengan nilai *precision-recall* lebih tinggi sebesar 0,22%, sedangkan metode *eigen fuzzy set* lebih efisien berkenaan dengan waktu komputasi yang rendah. Hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna antara kedua metode ekstraksi ciri tersebut.

Hasil ini kedepannya dapat digunakan sebagai landasan untuk pengembangan system identifikasi wajah berbasis komponen wajah yang dapat mengekstrak cirri dengan efektif dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Polri: *Petunjuk Teknis Sketsa Raut Wajah*. Technical Report No. Pol: Juknis/01/VIII/2006, Pusat Identifikasi Badan Reserse POLRI (2006)
- [2] Turk, M., Pentland, A.: *Face Recognition Using Eigenfaces*. In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. (1991) 586–591
- [3] Solar, J.D., Navarrete, P.: *Eigenspace-Based Face Recognition: A Comparative Study of Different Approaches*. IEEE Transaction on System, Man and Cybernetic **16**(7) (2005) 817–830
- [4] K. Nishino, Y.S., Ikeuchi, K.: *Eigen-Texture Method: Appearance Compression Based on 3D Model*. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. (1999)
- [5] Sanchez, E.: *Resolutions of Eigen Fuzzy Sets Equations*. Fuzzy Sets and Systems **1**(1) (1978) 69–74
- [6] Nobuhara, H., Hirota, K.: *A Solution for Eigen Fuzzy Sets of Adjoint Max-Min Composition and its Application to Image Analysis*. In: Proceedings of The IEEE Computer Society International Symposium on Intelligent Signal Processing. (2003) 27–30
- [7] H. Nobuhara, E.M. Iyoda, B.B., Hirota, K.: *A Solution for Generalized Eigen fuzzy sets Equations by*

- Genetic Algorithm and its Application to Image Analysis*. In: Proceedings of The IEEE International Conference on Intelligent System. (2004)
- [8] F. Di Martino, S.S., Nobuhara, H.: *Eigen fuzzy sets and Image Information Retrieval*. In: Proceedings of The IEEE International Conference on Fuzzy Systems. Volume 3. (2004) 1385–1390
- [9] H. Nobuhara, K.H., Bede, B.: *Generation of Various Eigen fuzzy sets by Permutation Fuzzy Matrix and its Application to Image Analysis*. In: Proceedings of The IEEE International Conference on Fuzzy Systems. Volume 3. (2004) 1715–1719
- [10] Zadeh, L.: *Fuzzy Sets*. Information and Control **8** (1965) 338–353
- [11] <http://www.wikipedia.com> [Diakses 27 Oktober 2007]
- [12] Baeza-Yates, R., Ribeiro-Neto, B.: *Modern Information Retrieval*. Addison Wesley, New York (1999)

[HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN]