

## ANALISIS CITRA WAJAH DENGAN HIMPUNAN FUZZY EIGEN TERBESAR

Shinta Puspasari

MDP Computer and Informatics Management Institute  
Jl. Rajawali 14, Palembang, 30113, Indonesia  
e-mail : shinta@stmik-mdp.net

### ABSTRAKSI

Beragam metode telah dikembangkan untuk pengenalan wajah. Dalam tulisan ini akan dipaparkan metode himpunan fuzzy eigen terbesar untuk analisis citra wajah yang dapat mengekstrak ciri dalam citra. Untuk uji coba efektifitas, metode himpunan fuzzy eigen diterapkan dalam sebuah sistem identifikasi wajah. Basis data yang digunakan merupakan data sekunder yang terdiri dari citra wajah tampak depan dengan berbagai ekspresi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa himpunan fuzzy eigen terbesar efektif mengekstrak ciri untuk perolehan citra wajah dengan nilai precision-recall rata-rata sebesar 58,8%. Hasil uji coba yang didapat menjadi landasan yang cukup kuat untuk pengembangan metode ekstraksi ciri berbasis teori fuzzy untuk identifikasi wajah yang optimal.

**Kata kunci:** Himpunan Fuzzy Eigen Terbesar, Ekstraksi Ciri, Pengenalan Wajah

### 1. PENDAHULUAN

Wajah adalah bagian tubuh tampak luar yang secara fisik dapat dengan jelas terlihat. Pada wajah terdapat ciri primer yang digunakan untuk identifikasi. Ciri primer wajah tiap manusia, yaitu mata, hidung, mulut, mata [1] memiliki karakter yang berbeda untuk masing-masing individu. Identifikasi wajah selama ini dilakukan secara konvensional yang diawali dengan pembuatan sketsa wajah secara manual dan selanjutnya diidentifikasi secara manual atau otomatis. Metode tersebut memerlukan waktu yang cukup lama hingga diperoleh hasil identifikasi. Padahal untuk penanganan kasus kriminal khususnya, dibutuhkan waktu yang sesingkat-singkatnya sehingga kasus kriminal bisa segera diselesaikan dan berdampak pada rasa aman masyarakat serta meningkatnya kepercayaan masyarakat pada aparat terkait. Beragam metode pengenalan wajah sebelumnya telah banyak dikembangkan. Antara lain eigenface [2,3], yang telah terbukti sangat efektif untuk identifikasi wajah. Metode ini menggunakan teori aljabar untuk mengekstrak ciri dari citra wajah digital. Eigenface mereduksi dimensi citra wajah dari dimensi tinggi ke dimensi yang lebih rendah sehingga untuk basis data berukuran besar waktu komputasi yang diperlukan lebih singkat. Sejumlah modifikasi telah dilakukan untuk meningkatkan efektifitas metode tersebut dalam mengekstrak ciri penting dari citra wajah [3,4]. Namun semuanya masih berlandaskan teori yang sama yaitu teori aljabar. Hingga di tahun 2003, sebuah metode baru dikembangkan untuk mengekstraksi ciri pada citra digital yang juga berbasis nilai eigen dan teori fuzzy oleh Nobuhara et al yang disebut dengan *Greatest Eigen Fuzzy Set* [5,6,7,8]. Metode tersebut menggunakan relasi fuzzy dalam perhitungannya.

Dalam metode ekstraksi yang disebut himpunan fuzzy eigen terbesar (*greatest eigen fuzzy set*), sebuah citra dianggap sebagai relasi fuzzy antar piksel dalam citra. Proses perhitungan pada metode ini membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan eigenface. Hal ini dikarenakan metode eigenface melakukan perhitungan operasi pada matrik yang memiliki kompleksitas cukup tinggi dibandingkan perhitungan matrik dengan relasi fuzzy. Derajat keabuan untuk tiap relasi antar piksel wajah menrepresentasikan derajat keanggotaan relasi fuzzy. Sejumlah operasi himpunan fuzzy dilakukan terhadap relasi fuzzy tersebut sehingga menghasilkan sekumpulan ciri citra wajah. Ciri tersebutlah yang nantinya akan dicocokkan antar dua citra dalam basis data. Namun dalam ujicoba yang dilakukan oleh Nobuhara et al belum dapat menunjukkan apakah metode tersebut juga efektif digunakan untuk analisis citra wajah sehingga dapat digunakan untuk perolehan citra wajah relevan dengan efektifitas yang sebanding dengan eigenface. Dalam eksperimen yang disajikan dalam tulisan ini akan menganalisis efektifitas metode tersebut untuk ekstraksi ciri citra wajah.

Analisis citra wajah berbasis relasi fuzzy tersebut dalam studi ini diimplementasikan dalam bahasa pemrograman menjadi sebuah sistem untuk identifikasi wajah. Uji coba menggunakan basis data yang terdiri dari sejumlah 300 citra wajah tampak depan yang merupakan data primer. Uji coba dilakukan dengan skenario yang telah dirancang sebelumnya. Pengukuran terhadap sejumlah indikator efektifitas metode ekstraksi ciri *greatest eigen fuzzy set* dilakukan untuk evaluasi hasil uji coba.

Dalam tulisan ini, latar belakang permasalahan dikemukakan pada bagian 1. Pada bagian 2 dipaparkan studi pendahuluan berkenaan dengan analisis citra wajah. Metode *greatest eigen fuzzy set* untuk ekstraksi ciri dikemukakan pada bagian 3. Rancangan sistem dan uji coba dijelaskan pada bagian 4 dan 5. Pada akhir tulisan diuraikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian.

## 2. STUDI PENDAHULUAN

Ekstraksi ciri citra sebelumnya telah dipelajari oleh peneliti, yaitu menggunakan *eigenface* dan *eigen fuzzy set*. Studi sebelumnya menggunakan citra salah satu ciri primer wajah, yaitu bibir, sebagai fitur untuk identifikasi wajah [9] serta menggunakan regresi kuadrat untuk ekstraksi ciri bentuk lengkung gigi yang juga digunakan untuk identifikasi [10].

Untuk ekstraksi ciri citra bibir, *eigenface* dan *eigen fuzzy set* dapat dengan baik mengekstrak ciri dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing ditiap metode. Dalam studi tersebut, efektifitas kedua metode diukur dengan menggunakan nilai *Precision dan Recall*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa *eigenface* memiliki tingkat efektifitas yang sedikit lebih baik dibanding *eigenface* namun waktu komputasi yang lebih lama dibandingkan *eigen fuzzy set*.

Untuk ekstraksi ciri bentuk lengkung gigi, regresi kuadrat belum dapat dengan optimal mengekstrak ciri dalam citra sehingga hasil identifikasi masih memiliki nilai kesalahan yang cukup. Diperlukan sebuah metode ekstraksi ciri yang dapat dengan optimal mengekstrak ciri dalam citra.

## 3. ANALISIS CITRA WAJAH

Karakteristik yang berbeda pada wajah tiap orang menjadi ciri penting dalam proses identifikasi wajah. Wajah tiap manusia memiliki ciri-ciri utama yang menjadi pembeda satu sama lain. Dalam pencocokan citra wajah digital, proses ekstraksi ciri wajah memegang peranan penting guna memperoleh informasi relevan dengan wajah sebagai dasar pengukuran kemiripan.

### 3.1 Teori Fuzzy

Misalkan  $X$  adalah sebuah ruang sampel berisi sekumpulan objek, dimana  $x$  adalah elemen dalam  $X$  ( $X = \{x\}$ ). Himpunan fuzzy (*fuzzy set*)  $A$  dari  $X$  didefinisikan sebagai himpunan pasangan terurut antara tiap nilai  $x$  dalam  $X$  dengan sebuah nilai dalam interval  $[0,1]$  hasil pemetaan fungsi  $\mu_A(x)$  yang disebut fungsi keanggotaan (*membership function*) [11]. Secara matematis himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dapat dituliskan dalam persamaan 2.21 berikut,

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\} \quad (1)$$

$$\mu_A : x \rightarrow [0,1], x \in X$$

Fungsi keanggotaan menentukan derajat keanggotaan  $x$  dalam  $A$ , makin dekat nilai derajat keanggotaan dengan satu maka makin tinggi tingkat keanggotaan  $x$  dalam  $A$ .

### 3.2 Greatest Eigen fuzzy set

*Greatest Eigen fuzzy set* (himpunan fuzzy eigen terbesar) 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  $\{0, \dots, 255\}$  menjadi  $[0,1]$ . Nilai hasil normalisasi akan digunakan untuk membentuk *eigen fuzzy set*. *Greatest Eigen fuzzy set* didapat dengan melakukan komposisi min-max terhadap pada dua relasi fuzzy [5, 6, 7, 8].

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 *greatest eigen fuzzy set* [5] yang dapat didefinisikan seperti persamaan berikut,

$$R \circ A = A$$

$$A(x') = \max_{x \in X} (\min(R(x', x), A(x))) \quad \forall x' \in X \quad (2)$$

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

### 3.3 Pengukuran Kemiripan

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 sebagai berikut :

$$D = |x - y|$$

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

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

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

$$D(R_i, R_j) = \sum_{x \in X} ((A_i(x) - A_j(x))^2) \quad (4)$$

dimana  $A_i(x)$  menotasikan *eigen fuzzy set* terbesar [6].

#### 4. UJI COBA

##### 4.1 Rancangan Sistem

Sebuah sistem identifikasi wajah dikembangkan dalam lingkungan bahasa pemrograman Microsoft Visual C++ 6.0 dan menggunakan *library* OpenCv yang menyediakan fungsi-fungsi untuk pengolahan citra digital. Sistem tersebut dibangun dengan arsitektur seperti pada Gambar 1 berikut ini,



Gambar 1. Arsitektur Sistem Uji Coba

Arsitektur sistem uji coba terbagi menjadi tiga subsistem atau unit, yaitu unit antarmuka, unit pengindeksan, dan unit pencocokan.

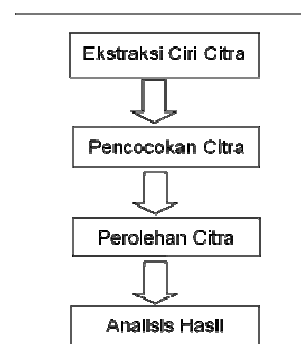
Unit antar muka akan menerima masukan citra bibir dari pengguna dan menampilkan hasil yang diperoleh berupa citra wajah beserta

tingkat kemiripan ciri citra. Unit Pencocokan bertugas mengukur kemiripan antara ciri citra yang diberikan dengan ciri citra wajah dalam basis data yang telah diekstrak. Hasil pengukuran berupa tingkat kemiripan citra lalu akan menjadi masukan bagi unit antar muka yang merupakan keluaran dari sistem.

Unit Pengindeksan merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk mengekstrak ciri citra wajah. Kemudian sistem akan mengindeks citra wajah dalam basis data dan menyimpan indeksnya dalam berkas indeks citra.

##### 4.2 Langkah-langkah Uji Coba

Gambar 2 berikut mengilustrasikan langkah-langkah yang dilakukan dalam uji coba,



Gambar 2. Langkah uji coba

Uji coba diawali dengan proses ekstraksi ciri citra dalam basis data dan kueri yang diberikan yang hasilnya akan digunakan pada proses pencocokan antara ciri citra kueri dan basis data. Pencocokan dilakukan dengan mengukur kemiripan dua buah citra yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perolehan citra relevan dengan kueri. Hasil perolehan citra dievaluasi dengan melakukan analisis hasil uji coba.

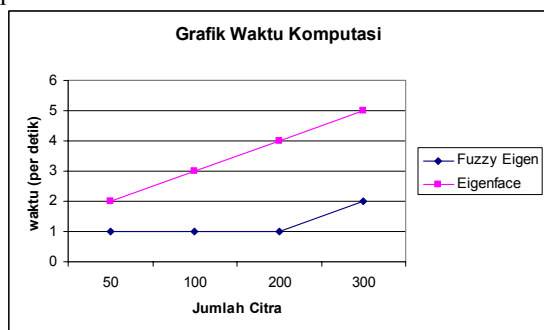
##### 4.3 Hasil Uji Coba

Uji coba dilakukan terhadap 300 citra wajah tampak depan [12] yang tersiri dari 30 citra objek yang sama namun dengan 10 (sepuluh) ekspresi. Uji coba dengan menggunakan 10 (sepuluh) kueri citra dilakukan terhadap basis data yang telah diekstrak. Selama uji coba dilakukan pengukuran terhadap sejumlah parameter, yaitu waktu komputasi dan jumlah perolehan citra relevan pada peringkat 10 teratas oleh sistem identifikasi. Berikut ini hasil uji coba dan nilai *precision (P)* dan *recall (R)* [13] sebagai analisis hasil untuk ukuran efektifitas.

###### 4.3.1 Waktu Komputasi

Metode himpunan fuzzy eigen terbesar menerapkan perhitungan komposisi max-min terhadap citra hingga didapatkan vektor ciri yang

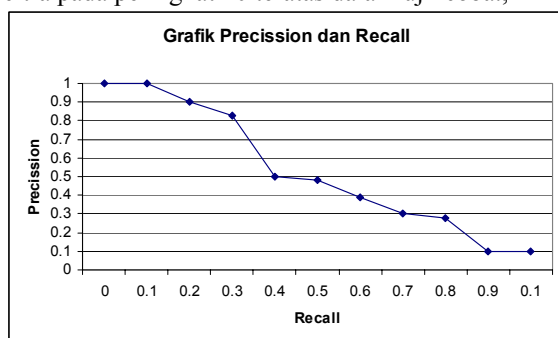
konvergen. Jika dibandingkan dengan eigenface, maka waktu yang diperlukan untuk ekstraksi lebih cepat. Gambar 3 berikut mengilustrasikan perbedaan kedua metode tersebut.



Gambar 3. Grafik perbandingan waktu komputasi ekstraksi

#### 4.3.2. Precision-Recall

Nilai *precision-recall* digunakan untuk mengevaluasi efektifitas metode himpunan fuzzy eigen terbesar dalam perolehan citra wajah relevan dengan kueri. Grafik pada gambar berikut mengilustrasikan nilai *precision-recall* perolehan citra pada peringkat 10 teratas dalam uji coba.



Gambar 4. Grafik Precision-Recall

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa metode himpunan fuzzy set terbesar efektif menemukan citra relevan yang ditunjukkan dengan nilai precision yang tinggi untuk 10% recall. Pada peringkat 1 teratas sistem mampu menemukan citra yang relevan dengan kueri citra. Penurunan nilai precision untuk titik recall ke-3 s.d ke-11 disebabkan diperolehnya citra yang tidak relevan dengan kueri namun memiliki kemiripan yang cukup tinggi dengan citra. Pencahayaan juga menjadi faktor yang mempengaruhi perolehan citra yang relevan. Keadaan ini ditunjukkan dengan adanya citra yang dianggap lebih relevan bentuk ciri wajahnya dibandingkan citra yang diperoleh, namun dengan tingkat kecerahan warna yang berbeda. Ini disebabkan karena metode yang digunakan untuk mengekstraksi ciri citra berdasarkan komponen kecerahan (*brightness*) dan bukan komponen kromatik yang tidak terlalu terpengaruh dengan tingkat pencahayaan.

## 5. KESIMPULAN

Teori fuzzy yang sudah terbukti efektifitasnya lebih baik dibandingkan metode crips dikembangkan untuk analisis citra wajah. Dalam penelitian kali ini metode himpunan fuzzy eigen terbesar digunakan untuk ekstraksi ciri dalam citra digital. Sebuah sistem identifikasi wajah dikembangkan dengan mengimplementasikan metode ekstraksi ciri berbasis teori fuzzy tersebut. Untuk menganalisis kinerja metode ekstraksi ciri di atas, analisis dilakukan terhadap hasil uji coba. Nilai *precision-recall* perolehan citra wajah oleh sistem menjadi salah satu tolok ukur efektifitas metode ekstraksi.

Berdasarkan hasil uji coba terhadap 300 citra wajah dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Sistem identifikasi wajah yang dikembangkan menggunakan metode himpunan fuzzy eigen terbesar efektif digunakan untuk perolehan citra wajah relevan. Hal tersebut ditunjukkan dengan dapat diperolehnya wajah yang relevan dengan kueri citra bibir pada peringkat-1 dan nilai precision =1 pada 10% nilai recall serta rata-rata precision sebesar 58,8%. Jika dibandingkan dengan eigenface, metode himpunan fuzzy eigen terbesar memiliki efisiensi yang lebih baik dari faktor waktu komputasi untuk ekstraksi ciri.

Hasil uji coba yang didapat menjadi landasan yang cukup kuat untuk pengembangan metode ekstraksi ciri berbasis teori fuzzy untuk identifikasi wajah yang optimal.

## PUSTAKA

- [1] Pusat Identifikasi Badan Reserse Polri, "Petunjuk Teknis Sketsa Raut Wajah", No. Pol: Juknis/01/VIII/2006, 2006.
- [2] M.A. Turk and A.P. Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces", Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, hal. 586-591, 1991.
- [3] J.R. del solar, and P. Navarrete, "Eigenspace-Based Face Recognition : A Comparative Study of Different Approaches", IEEE Transaction on System, Man and Cybernetic, Vol. 16, No. 7, hal. 817-830. 2005.
- [4] K. Nishino, Y. Sato, and K. Ikeuchi, "Eigen-Texture Method: Appearance Compression Based on 3D Model", Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1999.
- [5] H. Nobuhara and K. Hirota, "A Solution for Eigen fuzzy sets of Adjoint Max-Min Composition and Its Application to Image Analysis", Proceedings of The IEEE Computer Society International Symposium on Intelligent Signal Processing, hal. 27-30, 2003.
- [6] H. Nobuhara, E.M. Iyoda, B. Bede, and K. Hirota, "A Solution for Generalized Eigen

- fuzzy sets Equations by Genetic Algorithm and Its Application to Image Analysis*", Proceedings of The IEEE International Conference on Intelligent System, 2004.
- [7] F. Di Martino, S. Sessa, and H. Nobuhara, "Eigen fuzzy sets and Image Information Retrieval", Proceedings of The IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Vol. 3, hal.1385 – 1390, 2004.
- [8] H. Nobuhara, K. Hirota, and B. Bede "Generation of Various Eigen fuzzy sets by Permutation Fuzzy Matrix and Its Application to Image Analysis", Proceedings of The IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Vol. 3, hal. 1715 - 1719, 2004.
- [9] S. Puspasari, "Studi Analisis Eigenface dan Eigen Fuzzy Set untuk Ekstraksi Ciri Bibir Pada Sistem Identifikasi Wajah", Tesis Magister Ilmu Komputer Universitas Indonesia, 2008.
- [10] S. Puspasari dan M. R. Widyanto, "Dental Arch Form Template Extraction Using Quadratic Regression, Proceeding Of International Conference on Communication, Instrumentation, communication and Information Technology, 2007.
- [11] L.A. Zadeh, "Fuzzy Sets", Information and Control 8, hal. 338- 353, 1965
- [12] <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facedatabase.html>, diakses 12 Febuari 2008.
- [13] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*, Addison Wesley, New York, 1999.

