

Identifikasi Citra Wajah Menggunakan Gabor-based Kernel Principal Component Analysis

Dwi Ely Kurniawan¹⁾

¹⁾Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam
Parkway St. Batam Center, Batam 29461, email: dwialikhs@polibatam.ac.id

Abstrak – Proses identifikasi wajah merupakan pengenalan bentuk pola atau ciri wajah dengan pendekatan mengidentifikasi sekian banyak citra wajah dari basisdata yang telah didaftarkan sebelumnya. Bagaimana metode yang diterapkan dalam sistem mampu mengenali ciri atau karakteristik dari citra wajah seseorang. Sistem identifikasi wajah pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yakni pemasukan data citra wajah dan pencocokan ciri citra wajah. Sampel citra wajah menggunakan ukuran 4x3 cm sebanyak 20 sampel orang dengan 10 posisi wajah yang berbeda. Pengambilan citra wajah dengan beberapa posisi sudut, pencahayaan dan ekspresi yang berbeda-beda. Citra wajah hasil dari akuisisi, direpresentasikan ke dalam filter gabor (8x5 filter) untuk mendapatkan nilai matrik dan nilai eigen dengan KPCA, selanjutnya didaftarkan ke dalam basisdata sebagai tahap pemasukan citra wajah. Kemudian tahap kedua pencocokan ciri dengan melakukan pengukuran jarak antara citra uji dengan citra basisdata wajah menggunakan persamaan *Euclidean Distance*. Penelitian yang diperoleh menghasilkan sistem identifikasi yang cukup baik, yakni dari variasi data citra yang didaftarkan mampu mengenali rata-rata sebanyak 90% dari 200 sampel citra.

Kata kunci: Identifikasi, Filter Gabor, KPCA, *Euclidean Distance*

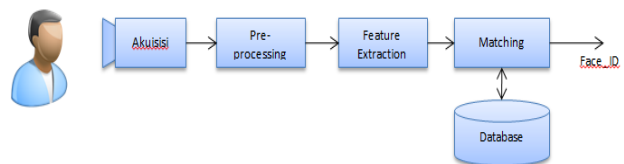
Abstrac – Face identification is a form of pattern recognition to identify of facial image data that have been registered on database previously. The methods applied in system is able to recognize characteristics of a person's facial image. In this study is divided into two phases namely data entry and matching faces. For this samples using of facial image of size 4x3 cm by 20 of people with 10 different facial positions. Acquisition for facial image use multiple position angles, lighting and different expressions. This result acquisition, represented in 8x5 gabor filter to get the value of the matrix and the eigenvalues with kernel PCA, and then registered to database, as for phase one. And second phase is matching. In the matching process, measure distance between facial in test and facial in database by *Euclidean Distance*. Obtained research is quite good identification system, facial image data is able to identify an average of 90% of the 200 sample images.

Keywords: identification, gabor filters, kernel PCA, *Euclidean distance*

1. PENDAHULUAN

Sistem pengenalan wajah merupakan bentuk pengenalan komputasi, dalam mengenali pola atau ciri bentuk wajah berdasarkan pengambilan citra digital. Sistem mampu mengenali secara otomatis pola wajah sebagai basis pengenalannya. Pengambilan wajah dapat dilakukan dengan akuisisi citra atau video digital dari sensor kamera [10].

Dua pendekatan identifikasi dan verifikasi dalam pengenalan wajah. Pendekatan identifikasi bertujuan untuk mencari jawaban identitas wajah siapa orang tersebut. Sedangkan pendekatan verifikasi, bertujuan memastikan apakah benar wajah orang yang dimaksud, bukan orang lain [4]. Selain itu pengenalan identifikasi personal wajah seseorang dilakukan dengan cara membandingkan citra wajah dengan basisdata citra wajah yang sudah ada sebelumnya dan telah didaftarkan. Identifikasi berfokus pada pencocokan satu citra ke banyak citra dalam basisdata (1:N). Sedangkan pengenalan verifikasi berfokus pada pencocokan satu ke satu pada citra wajah (1:1) [11].



Gambar 1. Sistem pengenalan wajah [10]

Proses pengenalan secara umum melalui tahap pemasukan (pendaftaran) basisdata citra wajah terdiri; tahap akuisisi citra, pemrosesan citra, ekstraksi ciri citra dan tahap pencocokan; mencocokkan data ciri citra hasil ekstraksi ciri dengan basisdata citra yang sudah didaftarkan sebelumnya.

Penelitian yang terkait pengenalan wajah pada citra dua dimensi dengan mengkombinasikan filter gabor dan *supervised classification* [1],[3]. Pengenalan citra wajah menggunakan algoritma *Elastic Bunch Graph Map* dengan menghitung kedekatan jarak menggunakan *Euclidean Distance* [12], penghitungan kedekatan jarak pada PCA [1]. Selain itu pengenalan lain menggunakan metode gabor wavelet, PCA, LDA, *neural network*, dll [8], [13], [14],[15].

Beberapa penelitian tersebut telah banyak menghasilkan pengenalan yang berkonsentrasi pada penghitungan *feature vector* yang dihasilkan pada proses ekstraksi ciri. Salah satu teknik ekstraksi ciri dalam pengenalan pola biometrika adalah menggunakan metode filter Gabor. Representasi filter Gabor ini dikenal sebagai *detector* ciri yang sukses karena memiliki kemampuan menghilangkan variabilitas yang disebabkan oleh iluminasi kontras dan sedikit pergeseran serta deformasi citra. Filter Gabor merupakan teknik ekstraksi ciri dengan mengambil informasi penting dari sudut orientasi dan frekuensi spasial [5], [9].

Makalah ini membahas tentang identifikasi citra 2D wajah menggunakan filter gabor dengan mengkombinasikan ekstraksi ciri *Kernel Principal Component Analysis* (KPCA) sebagai tahap pemasukan data dan proses pencocokan identifikasi menggunakan pengukuran kesamaan jarak *Euclidean Distance*.

3. METODOLOGI

Bahan penelitian diperoleh dengan mengambil citra wajah secara langsung menggunakan sensor webcam, dengan bantuan Matlab. Pengambilan sampel dari gambar citra wajah siswa-siswi SMK Bina Nusantara Ungaran, Kabupaten Semarang sebanyak 20 orang. Citra wajah tersebut diambil tiap individu, 10 posisi wajah yang berbeda berdasarkan posisi, pencahayaan dan ekspresi wajah.

Piranti yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi;

- Perangkat Keras (*Hardware*); *Processor Pentium IV* 2,8GHz keatas atau *Core 2 Dual*, *Memory RAM DDR2* 512 MB, *Hardisk* 40 GB dengan setingan layar monitor minimal resolusi 800 x 600.
- Perangkat Lunak (*Software*); *Windows XP*, *Matlab R2011a*, *Image Processing Toolbox*, *Image Acquisition Toolbox* dan *PhD Toolbox*.

Hasil akuisisi berupa image citra. Citra ini yang nantinya akan digunakan dalam prapemrosesan. Proses akuisisi atau pengambilan citra wajah dilakukan sebanyak 10x berdasarkan posisi sudut, pencahayaan dan ekspresi wajah melalui sensor webcam.

Ekstraksi ciri menghasilkan ciri unik berupa representasi matrik wajah sehingga dapat membedakan satu orang dengan yang lain. Citra hasil *grayscale* dilakukan penskalaan orientasi sudut dan frekuensi dengan Filter Gabor (8x5) yakni 8 orientasi;

$$\theta \in \left\{ 0, \frac{\pi}{8}, \frac{2\pi}{8}, \frac{3\pi}{8}, \frac{4\pi}{8}, \frac{5\pi}{8}, \frac{6\pi}{8}, \frac{7\pi}{8} \right\} \text{ dan}$$

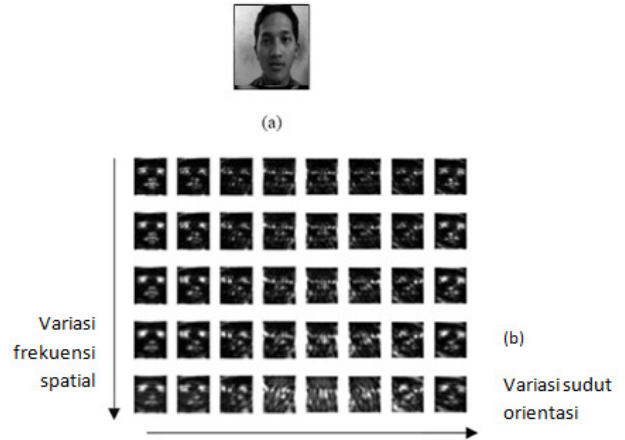
5 frekuensi spasial (0,1,2,3,4).

Setiap landmark dari wajah direpresentasikan dengan respon filter gabor yang membentuk 40 filter. Fungsi 2D filter gabor meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam kawasan spasial dan frekuensi tersebut. Fungsi dasar 2D Gabor didefinisikan sebagai berikut.

$$\psi_{f,\theta}(x,y) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left\{ \frac{x_{\theta_n}^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_{\theta_n}^2}{\sigma_y^2} \right\} \right] \exp(2\pi f x_{\theta_n}) \quad (2)$$

dimana

$$\begin{bmatrix} x_{\theta_n} \\ y_{\theta_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \theta_n & \cos \theta_n \\ -\cos \theta_n & \sin \theta_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$



Gambar 2. Filter Gabor dengan skala 8x5

Setelah mendapatkan nilai matriks hasil dari filter gabor selanjutnya menghitung nilai eigen dengan *Kernel Principal Component Analysis* (KPCA), yakni menghitung *feature space*, dimana data x dipetakan melalui sebuah fungsi non-linear $\phi(x)$ dan dekomposisi *eigenvalue* dilakukan terhadap matriks kovarian dari data yang telah dipetakan sesuai dengan persamaan [11].

$$C^\phi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi(X_i) \phi(X_i)^T \quad (3)$$

Perkalian titik pada *feature space* ini dapat digantikan dengan fungsi kernel

$$k(x_i, x_j) = \phi(x_i) \phi(x_j)^T \quad (4)$$

yang dapat dievaluasi pada *input space*. Fungsi kernel ini digunakan untuk membentuk matriks kernel.

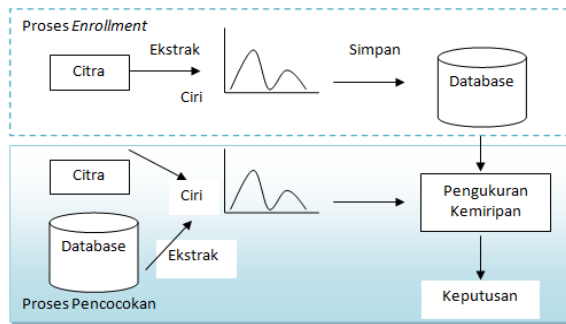
$$K = \begin{bmatrix} k(x_1, x_1) & \dots & k(x_1, x_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_n, x_1) & \dots & k(x_n, x_n) \end{bmatrix}$$

yang merupakan pengganti matriks kovarian pada PCA. Dekomposisi *eigenvalue* akan dilakukan terhadap matriks kernel, sehingga menghasilkan;

$$\alpha_i = [\alpha_1^{(k)}, \dots, \alpha_n^{(k)}]^T \quad (k=1, \dots, n) \quad (5)$$

yang merupakan *eigenvector* dari *eigenvalue* hasil dekomposisi [11].

Pencocokan, menentukan tingkat kesamaan atau ketidaksamaan antara ciri citra wajah yang diuji dengan ciri citra wajah acuan pada basisdata sistem. Proses pencocokan diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 3. Proses pencocokan ciri

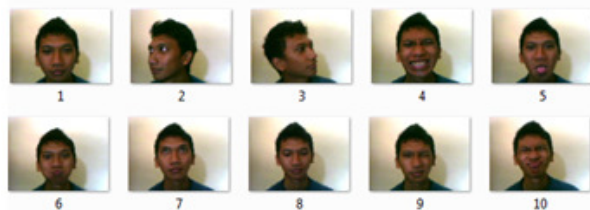
Pengukuran kemiripan dalam penelitian menggunakan penghitungan jarak kedekatan atau kesamaan ciri citra wajah, menggunakan *Euclidean Distance*. Fungsi dari metode pengukuran kemiripan tersebut menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Euclidean; \quad d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (6)$$

Sah atau tidak sahnya pengguna diputuskan berdasarkan suatu nilai ambang (*threshold*). Pada tahap ini sistem menyebutkan identitas personal dari citra wajah uji.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan dengan variasi pemasukan data citra wajah. Dari 20 sampel wajah terdiri dari 10 pose citra wajah, maka terdapat 200 citra wajah yang dihasilkan. Beberapa pose pengambilan citra wajah menggunakan sensor webcam sebagai berikut.



Gambar 4. Tahap Pemasukan Citra

Selanjutnya mendaftarkan dari 10 pose wajah tersebut pada tahap pemasukan data citra kedalam basisdata citra wajah.



Gambar 5. Tahap Pemasukan Citra

Tahap selanjutnya mencocokkan citra wajah.



Gambar 6. Tahap Pencocokan Citra

Pengujian dilakukan dengan melakukan identifikasi pencocokan satu ke banyak (1:N) dengan variasi tahap pemasukan (*enroll*) 9, 7, 5 dan 3 data citra. Tabel berikut merupakan hasil pengenalan dari 20 sampel. Nilai satu berarti sistem mengenali cocok sedangkan nol tidak cocok.

Tabel 1. Variasi pemasukan data citra

Citra	9 data citra	7 data citra	5 data citra	3 data citra	1 data citra
S1	1	1	1	1	1
S2	1	1	1	1	1
S3	1	1	1	1	1
S4	1	1	1	1	1
S5	1	1	1	1	1
S6	1	1	1	1	1
S7	1	1	1	1	1
S8	1	1	1	1	0
S9	1	1	1	1	1
S10	1	1	1	1	1
S11	1	1	1	1	1
S12	0	0	1	1	0
S13	1	1	1	1	1
S14	1	1	1	1	1
S15	1	1	1	1	1
S16	1	1	1	1	1
S17	1	1	1	1	0
S18	1	1	1	1	1
S19	1	1	1	1	1
S20	1	1	1	1	1

Percobaan pada sampel 8 dan 17 terlihat ketika hanya satu citra data yang di-enroll maka sistem tidak mampu mengenali kecocokan, begitu juga sampel 12 tidak mampu mengenali kecocokan pada 9, 7 dan 1 citra data wajah yang enroll. Hal ini terjadi pada citra sampel 12 memiliki ukuran piksel yang tidak sama yakni 160x120 piksel, pose wajah dengan variasi wajah yang tidak normal menggunakan variasi wajah seperti topi dan di beri kumis selain itu pengambilan latar belakang yang tumpang tindih dan rumit.

Tingkat pengenalan sistem dilakukan dengan mencari rasio kesalahan yakni menghitung jumlah kesalahan dibagi

dengan jumlah keseluruhan proses dikali 100% [11]. Sampel 200 citra data uji menghasilkan 90% rata-rata pengenalan dengan 5 kali pengujian seperti tabel diatas.

5. KESIMPULAN

Proses pemasukan data citra wajah hendaknya benar-benar harus diperhatikan. Hal ini merupakan bagian yang sangat penting karena citra input sebagai penentu dalam pengenalan. Bila tahap ini diabaikan dengan kata lain pemasukan data tidak memperhatikan ukuran piksel citra, pose wajah, sudut pencahayaan dan latar belakang yang disesuaikan maka tingkat kesalahan akan semakin besar.

Ukuran citra disesuaikan dengan ukuran yang sejenis pada semua citra dalam basisdata. Pose wajah setiap individu disesuaikan dengan ekspresi yang didaftarkan dalam basisdata. Pengambilan gambar dilakukan pada tingkat pencahayaan yang baik dan menggunakan latar belakang yang tidak terlalu rumit, misalnya latar belakang tembok dengan satu warna atau yang lainnya bila perlu menghilangkan noise pada citra sampel.

Ekstraksi fitur bertujuan untuk menentukan ciri-ciri dari suatu citra wajah yang mampu membedakan antara citra wajah yang satu dengan yang lain. Proses pencocokan (matching) dilakukan dengan membandingkan fitur citra pengujian dengan fitur citra dalam basisdata. Hasil perbandingan ini berupa nilai kesamaan. Semakin tinggi nilai kesamaan, semakin tinggi pula keabsahan pengguna. Hasil identifikasi pencocokan dari beberapa variasi citra data yang didaftarkan mendapatkan tingkat akurasi rata-rata sebanyak 90% dari 200 sampel citra wajah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahuja, Mini Singh dan Chhabra, Sumit. Effect Of Distance Measures In Pca Based Face Recognition. Makalah pada International Journal of Enterprise Computing and Business Systems Vol.1 Issue 2 Juli 2011. India.
- [2] Barbu, Tudor. Gabor Filter-Based Face Recognition Technique. Makalah Proceedings Of The Romanian Academy, Seri A, Volume 11, No.3/2010, halaman 277–283. Institute of Computer Science, Romanian Academy, Romania.
- [3] Bhuiyan, Al-Amin dan Liu, Chang Hong. On Face Recognition using Gabor Filter. Journal World Academy of Science , Engineering and Technology (WASET). 2007.
- [4] Budiman, Arif. Analisis Penekanan Kunci Dinamik Untuk Verifikasi Biometrik Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik. Tesis Magister Ilmu Komputer IPB, Bogor. 2006.
- [5] Dugman, JG. 1985. Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters. Cambridge, Massachusetts.
- [6] Ghosal, Vidyut. 2009. Efficient Face Recognition System Using Random Forests. Buku Thesis pada Departement of Computer Science and Engineering Indian Institute of Technology Kanpur. India.
- [7] Hariadi, Vitor; Soelaiman, Rully. 2011. Aplikasi Metode Kernel Subspace dan Greedy Kpca Pada Ekstraksi Fitur Data Berkompleksitas Tinggi. Konferensi Nasional Sistem dan Informatika. Bali (KNSI), 2011.
- [8] Khatun, Amina dan Bhuiyan, Al Amin. Neural Network based Face Recognition with Gabor Filters. Makalah pada International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS) 2011. Volume.11 No.1. Universitas Jahangirnagar, Bangladesh.
- [9] Kusworo, Adi. 2003. Perancangan Dan Realisasi System Ekstraksi Ciri Sidik Jari Berbasis Algoritma Filterbank Gabor. Jurnal Berkala Fisika Vol.6, No.2, hal 39–46. Undip. Semarang
- [10] Li, Stan Z. dan Jain, Anil K. 2005. Handbook of Face Recognition. New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- [11] Putra, Darma. 2009. Sistem Biometrika Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra dan Tahapan Membangun Aplikasi Sitem Biometrika. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- [12] Sharif, M. dkk. Face Recognition using Gabor Filters. Journal of Applied Computer Science & Mathematics. No. 11 (5) /2011.
- [13] Thiyagarajan, R; Arulselvi, S; dan Sainarayanan. G. Statistical Models for Face Recognition System with Different Distance Measures. International Journal of Image Processing (IJIP), Volume (4): Issue (6), Mei 2010.
- [14] Tonovan, Muhammad. 2011. Pengenalan Pola Geometri Wajah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik. Makalah Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip. Semarang.
- [15] Zayuman , Hidayat; Santoso , Imam dan Isnanto, R.Rizal. 2011. Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik. Makalah Seminar tugas Akhir Universitas Diponegoro. Semarang.