

Pengenalan Citra Wajah Sebagai *Identifier* Menggunakan Metode *Principal Component Analysis* (PCA)

Aris Budi S¹, Suma'inna², Hata Maulana³

^{1,2}Matematika, ³Teknik Multimedia Digital

^{1,2}Fakultas Sains dan Teknologi, ³Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

^{1,2}Universitas Islam Negeri Jakarta, ³Politeknik Negeri Jakarta

aris_sainsners90@yahoo.com, inn@gmail.com, hata.maulana@gmail.com

ABSTRAK

Pengenalan wajah merupakan sebuah sistem identifikasi pribadi yang menggunakan karakteristik wajah seseorang. Pengenalan wajah sendiri merupakan suatu cabang ilmu biometrik, yaitu suatu bidang keilmuan yang menggunakan karakteristik fisik dari seseorang untuk menentukan atau mengungkapkan identitasnya. Sistem yang dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah sebuah sistem pengenalan wajah yang menggunakan ekstraksi fitur berbasis *Principal Component Analysis* (PCA). Teknik ini melibatkan pengambilan komponen utama dari database wajah. Untuk mengetahui keakuratan sistem pengenalan wajah manusia yang dirancang pada tugas akhir ini, telah dilakukan uji coba sistem dengan menggunakan input sebanyak 60 citra wajah dari *database*. Dari hasil pengujian sistem ini, didapatkan hasil performansi sistem adalah 80% dalam mengenali citra input dengan benar.

Kata kunci : *pengenalan wajah, biometrik, PCA.*

ABSTRACT

Face recognition is a personal identification system that uses a person's facial characteristics. Facial recognition is itself a branch of biometrics, which is a science that uses physical characteristics of a person to determine or disclose his identity. The system developed in this thesis is a system that uses face recognition feature extraction based on Principal Component Analysis (PCA). This technique involves taking a major component of facial database. To determine the accuracy of human face recognition system designed in this final project, has conducted trials using the system with as many as 60 input facial image of the database. From the results of testing this system, the result is a 80% system performance in recognizing the input image correctly.

Keywords : *pengenalan wajah, biometrik, PCA.*

I. PENDAHULUAN

Sistem biometrika merupakan teknologi pengenalan diri dengan menggunakan bagian tubuh atau perilaku manusia. Sistem akan mencari dan mencocokkan identitas seseorang dengan suatu basis data acuan yang telah disiapkan sebelumnya melalui proses pendaftaran. Sidik jari dan tanda tangan, masing-masing merupakan contoh biometrika berdasarkan bagian tubuh dan tingkah laku manusia. Sistem pengenalan diri adalah sistem untuk mengenali identitas seseorang secara otomatis dengan menggunakan teknologi komputer dan bertujuan untuk meningkatkan keamanan sistem sehingga kemampuan sistem pengenalan diri dalam mengenali target secara tepat adalah sangat penting[6].

Pemanfaatan pengolahan citra pada bidang biometrika telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satu bidang yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah kemampuan komputer untuk dapat mengenali identitas seseorang melalui citra wajah. Pengenalan wajah (*face recognition*) tentu sangat mudah apabila dilakukan oleh manusia. Namun tidak bagi teknologi komputer yang belum dilengkapi sistem cerdas. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem cerdas yang dapat melakukan pemrosesan pengenalan wajah. Sistem pengenalan wajah dibagi menjadi tiga bagian yaitu segmentasi/deteksi, ekstraksi ciri dan pengenalan wajah[4]. Hal yang terpenting dalam pengenalan wajah adalah ekstraksi semua informasi yang relevan pada citra wajah. Ekstraksi fitur ciri wajah dibagi menjadi dua, yaitu Holistik (mengenal wajah secara keseluruhan) dan Parsial (mengenal wajah secara bagian per bagian, misalnya mata, hidung, mulut dan sebagainya). Pendekatan yang terbukti mampu memberikan hasil terbaik dalam melakukan ekstraksi ciri wajah adalah pemrosesan citra wajah secara keseluruhan [6]. Salah satu metode pengenalan citra wajah secara holistik adalah PCA (*Principal Component Analisis*) atau juga dikenal sebagai Karhunen-Loeve (KL). Metode PCA untuk pengenalan wajah dikenalkan oleh M Turk & Pentland, 1991. Pada dasarnya metode PCA mengambil *eigenface* dengan cara mengekstraksi informasi-informasi penting dalam citra wajah. Melalui perhitungan matriks

vektor rata-rata dan matriks kovarian didalam database citra wajah maka akan menghasilkan *eigenface* yang digunakan untuk pengenalan. *Eigenface* tersebut menjadi dasar perhitungan jarak wajah yang merepresentasikan nilai bobot individu yang mewakili satu atau lebih citra wajah. Perhitungan jarak nilai bobot dilakukan dengan perhitungan jarak *Euclidian* (*Euclidian Distance*). Menurut M Turk & Pentland, perlu diperhatikan bahwa banyak aplikasi pengenalan wajah yang tidak dapat mengidentifikasi dengan sempurna. Untuk *database* yang sangat besar, tentu akan menjadi lebih baik menggunakan *database* yang lebih kecil. Seperti penerapannya dalam bidang keamanan sistem atau interaksi manusia dengan komputer, sistem seharusnya bisa melakukan pengenalan dalam waktu yang relatif singkat dalam hitungan detik atau menit.

2.1 Definisi Biometrika

2.1.1 Biometrika

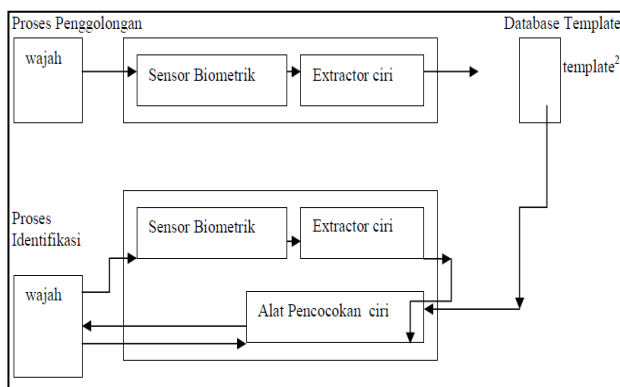
Secara harfiah, biometrika atau *biometrics* berasal dari kata *bio* dan *metrics*. *Bio* berarti sesuatu yang hidup, dan *metrics* berarti mengukur. Biometrika berarti mengukur karakteristik pembeda (*distinguishing traits*) pada badan atau perilaku seseorang yang digunakan untuk melakukan pengenalan secara otomatis terhadap identitas orang tersebut, dengan membandingkannya dengan karakteristik yang sebelumnya telah disimpan pada suatu *database*[6]. Secara umum karakteristik pembeda tersebut dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu karakteristik fisiologis atau fisik (*physiological/physical characteristic*) dan karakteristik perilaku (*behavioral characteristic*). Biometrika berdasarkan karakteristik fisiologis/fisik menggunakan bagian-bagian fisik dari tubuh seseorang sebagai kode unik untuk pengenalan, seperti DNA, telinga, jejak panas pada wajah, geometri tangan, pembuluh tangan, sidik jari, iris, telapak tangan, retina, gigi dan bau (komposisi kimia) dari keringat tubuh. Sedangkan biometrik berdasarkan karakteristik perilaku menggunakan perilaku seseorang sebagai kode unik untuk melakukan pengenalan, seperti gaya berjalan, hentakan tombol, tanda tangan dan suara [5]. Karakteristik psikologi/*behaviour* setiap manusia berbeda-beda. Oleh karena itu,

identifikasi biometrik dianggap lebih *reliable* dibandingkan berdasarkan pemasukan token dan pengenalan knowledge [2].

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1.2 Sistem Biometrika

Sistem biometrika merupakan teknologi pengenalan diri dengan menggunakan bagian tubuh atau perilaku manusia. Sistem pengenalan diri adalah sistem untuk mengenali identitas seseorang secara otomatis dengan menggunakan teknologi komputer. Sistem akan mencari dan mencocokkan identitas seseorang dengan suatu basis data acuan yang telah disiapkan sebelumnya melalui proses pendaftaran. Sistem pengenalan diri bertujuan untuk meningkatkan keamanan sistem sehingga kemampuan sistem pengenalan diri dalam mengenali target secara tepat adalah sangat penting [6].



Gambar 1. Mekanisme Sistem Biometrik [2]

Mekanisme sistem biometrik dapat digambarkan dengan beberapa fase, pertama fase penggolongan (*enrollment*). Seperti yang terlihat pada Gambar 1, Pada fase penggolongan masukan wajah akan dipindai (*scan*) oleh sensor biometrik, yang merupakan representasi karakteristik digital. Selanjutnya fase pencocokan, dalam fase ini inputan database akan dicocokkan dengan identifikasi data. Dapat dimungkinkan adanya reduksi, sehingga dihasilkan representasi digital. Hasil ini akan diproses dengan ekstraktor ciri untuk menghasilkan suatu representasi yang ekspresif dalam bentuk *template*. Bergantung aplikasinya *template* dapat disimpan dalam database di sistem biometrik atau dapat direkam pada kartu magnetik (atau *smartcard*). Sedang pada fase pengenalan, karakteristik individu dibaca oleh

pembaca biometrik (*reader*). Selanjutnya dikonversi dengan format digital, untuk diproses sebagai ekstraktor ciri (*template*). Hasil *template* ini selanjutnya dicocokkan dengan identifikasi individu [2].

2.2 Citra dan Pengolahannya

2.2.1 Definisi Citra

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat *optic*, seperti mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan lain-lain sehingga bayangan objek dalam bentuk citra dapat terekam. Citra dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam (*still images*) dan citra bergerak (*moving images*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sedangkan citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (*sekuensial*), sehingga memberi kesan pada mata sebagai gambar yang bergerak. Setiap citra dalam rangkaian itu disebut *frame*. Gambar-gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya terdiri dari ratusan sampai ribuan *frame*[8].

Citra digital adalah sebuah fungsi 2D, $f(x,y)$, yang merupakan fungsi intensitas cahaya, dimana nilai x dan y merupakan koordinat spasial dan nilai fungsi di setiap titik (x,y) merupakan tingkat keabuan citra pada titik tersebut.

Citra digital dinyatakan dengan sebuah matriks dimana baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang disebut sebagai elemen gambar atau piksel) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut. Matriks dari citra digital berukuran $N \times M$ (tinggi x lebar), dimana:

$$N = \text{jumlah baris} \quad 0 < y = N - 1$$

$$M = \text{jumlah kolom} \quad 0 = x = M - 1$$

$$L = \text{derajat keabuan} \quad 0 = f(x,y) = L - 1$$

Berikut ini adalah gambaran matriks dari citra digital:

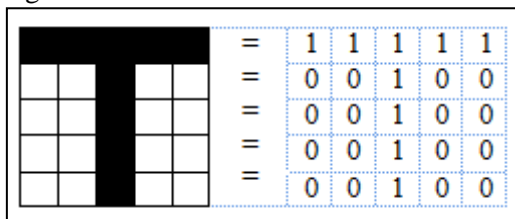
$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2 Gambaran matriks dari citra digital

Dimana indeks baris (x) dan indeks kolom (y) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan $f(x,y)$ merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik (x,y) . Berdasarkan jenisnya, citra digital dapat dibagi menjadi tiga [5], yaitu:

1. Citra Biner (Monokrom)

Memiliki 2 buah warna, yaitu hitam dan putih. Warna hitam bernilai 1 dan warna putih bernilai 0. Untuk menyimpan kedua warna ini dibutuhkan 1 bit di memori. Contoh dari susunan piksel pada citra monokrom adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Citra Biner

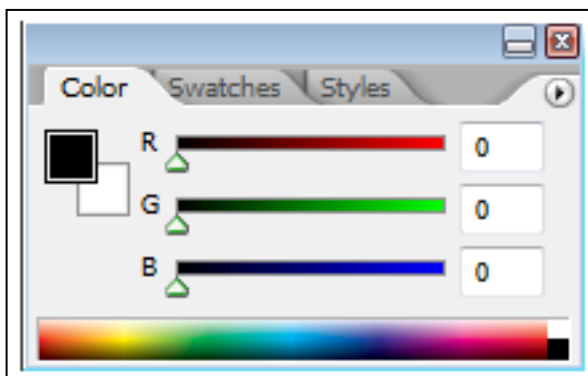
2. Citra Grayscale (skala keabuan)

Citra *grayscale* mempunyai kemungkinan warna hitam untuk nilai minimal dan warna putih untuk nilai maksimal. Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna tersebut. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, maka semakin halus gradasi warna yang terbentuk.



Gambar 4. Citra Grayscale

3. Citra Warna (*true color*)



Gambar 5. Citra Warna Dengan Komposisi RGB

Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (RGB = *Red, Green, Blue*). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 *byte* (nilai maksimum 255 warna), jadi satu piksel pada citra warna diwakili oleh 3 *byte*.

2.2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah salah satu bentuk pemrosesan informasi dengan inputan berupa citra (*image*) dan keluaran yang juga berupa citra atau dapat juga bagian dari citra tersebut. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer. Operasi-operasi pada pengolahan citra digital secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut[11]:

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*), contohnya perbaikan kontras gelap/terang, penajaman (*sharpening*), dan perbaikan tepian objek (*edge enhancement*).
2. Restorasi citra (*image restoration*), contohnya penghilangan kesamaran (*deblurring*).
3. Pemampatan citra (*image compression*).
4. Segmentasi citra (*image segmentation*).
5. Pengorakan citra (*image analysis*), contohnya pendeteksian tepi objek (*edge enhancement*) dan ekstraksi batas (*boundary*).
6. Rekonstruksi citra (*image reconstruction*).

2.3 Pengenalan Wajah

Secara umum sistem pengenalan citra wajah dibagi menjadi dua jenis, yaitu sistem *feature based* dan sistem *imaged based*. Pada sistem pertama digunakan fitur yang diekstraksi dari komponen citra wajah (mata, hidung, mulut, dll.) yang kemudian hubungan antara fitur-fitur tersebut dimodelkan secara geometris. Sedangkan sistem kedua menggunakan informasi mentah dari piksel citra yang kemudian direpresentasikan dalam metode tertentu, misalnya *Principal Component Analysis* (PCA) [1].

2.4 Metode Deteksi Wajah

Proses deteksi wajah merupakan bagian yang penting. Sistem harus mendeteksi keberadaan wajah pada citra dengan berbagai variasi pose, pencahayaan, ekspresi wajah, penghalang (kaca

mata, kumis dan jenggot) serta ukuran. Pengolahan citra berfungsi untuk menonjolkan ciri tertentu serta mengurangi derau sehingga citra siap digunakan untuk keperluan analisis. Pengolahan citra yang dilakukan meliputi deteksi kulit, normalisasi cahaya, serta normalisasi dimensi. Terdapat empat jenis deteksi wajah [7]:

2.4.1 Metode *Knowledge based*

Metode ini berdasarkan aturan yang sederhana. Fitur wajah dideskripsikan menjadi sekumpulan aturan-aturan sederhana. Aturan-aturan tersebut menggambarkan hubungan antara fitur wajah. Algoritma pencarian akan mencari wajah yang dimaksud dengan aturan ini. Pengetahuan manusia sulit diubah ke dalam bentuk aturan secara umum. Dalam hal citra wajah akan sulit menjelaskan sebuah wajah berdasar pengetahuan yang dimiliki. Jika wajah dideskripsikan secara detail maka akan dihasilkan aturan dalam jumlah yang sangat besar, sedangkan aturan yang sedikit tidak mampu menjelaskan wajah secara tepat. Adanya variasi pose akan mengurangi performa deteksi wajah jenis ini.

2.4.2 Metode *Template Matching*

Metode ini merepresentasikan seluruh wajah menggunakan template tunggal. Pola standar suatu wajah ini mampu menggambarkan sebuah wajah utuh atau fitur wajah. Korelasi diantara citra masukan dan pola yang tersimpan kemudian dibandingkan untuk melokalisasi wajah. Keuntungan model ini yaitu pendekatan yang sederhana namun membutuhkan memori yang besar dan tidak efektif. Metode ini tidak dapat mengatasi variasi skala dan pose.

2.4.3 Metode *Featured Based*

Metode ini pertama kali bertujuan untuk menemukan fitur invarian dari wajah. Sejumlah metode digunakan yang berdasar pada fitur wajah, tekstur dan warna kulit. Beberapa fitur yang sering digunakan antara lain mata, lubang hidung, mulut, jarak hidung dan bibir yang diperhitungkan untuk membentuk sebuah wajah. Metode ini unggul dalam hal rotasi dan skala. Memori yang digunakan lebih sedikit dan prosesnya lebih cepat dibandingkan metode *template matching*. Metode ini tidak berhasil dalam mengatasi perbedaan pose dan pencahayaan. Adanya penghalang seperti kaca mata dan topi juga sulit untuk di deteksi.

2.4.4 Metode *Appearance based*

Metode ini banyak dipergunakan akhir-akhir ini karena tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi. Metode menggunakan analisis statistik untuk memperoleh fitur dari wajah yang relevan. Fitur ini terdiri dari informasi geometrik maupun informasi tentang citra itu. Informasi dari citra ini kemudian direpresentasikan dengan metode tertentu (misalnya PCA, transformasi wavelet, dll) yang kemudian digunakan untuk pelatihan dan klasifikasi indentitas citra. Metode ini menggunakan pemilah (classifier) untuk membedakan wajah dan bukan wajah misalkan jaringan syaraf tiruan, SVM maupun diskriminan statistik.

2.5 Ekstraksi Fitur

Pada dasarnya pengenalan wajah membutuhkan memori yang banyak dan perhitungan yang kompleks. Reduksi komponen atau fitur wajah dilakukan untuk mengurangi memori yang dibutuhkan dan waktu komputasi. Ada dua cara yang digunakan yaitu pemilihan fitur (*feature selection*) dan ekstraksi fitur (*feature extraction*). Pemilihan fitur bertujuan untuk memilih sejumlah fitur yang banyak berpengaruh dari n fitur yang ada. Sedangkan ekstraksi fitur didapat dengan memproyeksikan fitur ke dalam dimensi yang lebih rendah. Fitur adalah segala jenis aspek pembeda, kualitas atau karakteristik. Fitur bisa berupa simbolik (misal warna) atau numerik (misal intensitas). Kombinasi dari d buah fitur dinyatakan sebagai vektor kolom dimensi- d disebut vektor fitur. Kualitas vektor fitur dilihat dari kemampuannya membedakan objek yang berasal dari kelas yang berbeda-beda. Objek dalam kelas yang sama harus memiliki nilai vektor fitur yang sama dan objek yang berada dalam kelas yang berbeda harus memiliki nilai vektor fitur yang berlainan pula [1]. Terkadang fitur dari suatu citra tidak berhubungan langsung dengan bagian-bagian yang terdapat pada citra tersebut, tetapi masih mencerminkan karakteristik tertentu dari citra, Fitur wajah merupakan hasil suatu algoritma ekstraksi terhadap citra wajah. Ekstraksi fitur dilaksanakan dengan alasan[9]:

1. Mengurangi data masukan (sehingga mempercepat proses dan mengurangi kebutuhan data)
2. Menyediakan sekumpulan fitur yang relevan untuk proses klasifikasi

3. Mengurangi redundansi.
4. Menemukan variabel fitur yang menjelaskan data
5. Menghasilkan representasi dalam dimensi yang lebih kecil dengan sedikit informasi yang hilang.

2.6 Principal Component Analysis (PCA)

Penggunaan wajah sebagai *identifier* mempunyai banyak manfaat, terutama kepraktisannya karena memerlukan kartu atau foto untuk identifikasi. Masalah utamanya adalah sebuah image yang mewakili sebuah gambar yang terdiri dari vektor yang berukuran relatif besar. Ada banyak teknik untuk mereduksi dimensi dari image yang akan diproses. Salah satunya *eigenface algorithm*. *Eigenface* merupakan algoritma yang didasarkan pada *Principal Component Analysis (PCA)* [1].

PCA mencari *eigenface* yang merupakan kumpulan dari *vector eigen*. *Eigenface* adalah *principal component* (ciri-ciri penting) dari distribusi citra wajah yang didapatkan dari *vector eigen*. Untuk mendapatkan *eigenface*, PCA melakukan perhitungan matriks kovarian dari kumpulan citra wajah latih. *Eigenface* tersebut akan menjadi dasar perhitungan jarak wajah yang merepresentasikan nilai bobot individu yang mewakili satu atau lebih citra wajah. Nilai bobot inilah yang digunakan untuk mengenali citra wajah uji dengan mencari jarak nilai bobot citra wajah uji dengan nilai bobot citra wajah latih. Perhitungan jarak nilai bobot dilakukan dengan perhitungan jarak *Euclidian (Euclidian Distance)*. Alan Brooks pernah mengembangkan sebuah penelitian yang membandingkan dua algoritma yaitu *Eigenface* dan *Fisherface*. Penelitian ini difokuskan pada apakah perubahan pose wajah mempengaruhi akurasi pengenalan wajah. Diberikan *database* latih berupa foto wajah manusia, kemudian digunakan untuk melatih sebuah sistem pengenalan wajah, setelah proses latihan selesai, diberikan sebuah masukan *image* yang sebenarnya sama dengan salah satu *image* wajah pada *fase* latihan tetapi dengan pose yang berbeda. Sistem juga diharapkan punya sensitifitas minimal terhadap pencahayaan. Sistem dikembangkan dengan dua algoritma yaitu *Eigenface* dan *Fisherface*, dan dibandingkan hasilnya. Kedua teknik menghasilkan hasil yang memuaskan tetapi ada beberapa perbedaan Pada *Eigenface*

kompleksitas komputasi lebih sederhana daripada *Fisherface*. Dari segi efektifitas karena perubahan pose *Fisherface* memberikan hasil yang lebih baik, bahkan dengan data yang lebih terbatas. Teknik *Eigenface* juga lebih sensitif terhadap pencahayaan dibandingkan dengan *Fisherface* [3]. Sasaran dari PCA adalah untuk menangkap variasi total dalam kumpulan karakter yang dilatih dan untuk menjelaskan variasi ini dengan sedikit variabel. Suatu observasi yang dijabarkan dengan variabel yang sedikit akan lebih mudah untuk ditangani dan tidak hanya berarti mengurangi kompleksitas dan waktu komputasi tetapi juga mengatur skala tiap variabel sesuai dengan kedudukan dan kepentingan relatifnya didalam menjabarkan observasi tersebut. Berikut representasi citra dengan PCA [10]:

1. Buatlah citra berukuran sama $N \times N$ pada gambar wajah I
2. Baca tiap-tiap citra wajah pelatihan, $I = (I_1, I_2, I_3, \dots, I_i)$
3. Ubah dimensi citra wajah menjadi vektor berukuran: $1 \times N^2$ dan lambangkan setiap gambar I_i sebagai vektor Γ_i
4. Hitung rata-rata matriks

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i \quad (2.1)$$

5. Kurangkan setiap matriks citra wajah dengan rata-ratanya

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (2.2)$$

6. Menghitung matriks Covarians

$$C = \Phi \Phi^T \quad (2.3)$$

$$\text{dimana } \Phi = \begin{bmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \\ \vdots \\ \Phi_M \end{bmatrix}$$

7. Menghitung nilai eigen dan vector eigen

$$C u_i = \lambda u_i \quad (2.4)$$

$$\square \text{ Nilai eigen } (\lambda) = \text{Det}(C - \lambda I)$$

$$\square \text{ Vector eigen } (u_i) = (C - \lambda I) u_i$$

8. Mencari nilai *eigenface* (μ)

$$\mu = \sum_{i=1}^M u \Phi_i \quad (2.5)$$

Setelah *eigenface* wajah pelatihan di hasilkan, maka selanjutnya dilakukan tahap pengenalan. Berikut ini adalah tahap-tahapannya :

1. Misalkan ada citra wajah yang akan dikenali

$$\Gamma_{new}$$

2. Cari selisih Φ antara citra wajah uji Γ_{new} dengan nilai tengah Ψ

$$\Phi_i = \Gamma_{new} - \Psi \tag{2.6}$$

3. Cari nilai *eigenface* dari citra wajah uji Γ_{new}

$$\mu_{new} = u\Phi_{new} \tag{2.7}$$

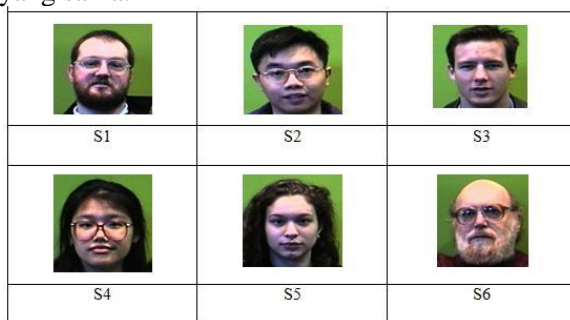
4. Gunakan *Euclidean Distance* untuk mencari selisih terkecil antara *eigenface training image* dalam *database* dengan *eigen test image*.

$$\varepsilon_i = \min \|u - u_{new}\| \tag{2.8}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komponen Database Citra Wajah

Untuk melakukan proses pengenalan wajah dibutuhkan *database training* yang terdiri dari citra wajah 6 individu dengan variasi pose. Citra ini berukuran 180 x 200 pixel berektensi .jpg dan dilakukan konversi citra dari format RGB menjadi *grayscale*. Sedangkan untuk *database testing* setiap sampel berisi 30 citra wajah yang terdiri dari 6 individu. Kondisi citra wajah yang digunakan dari sudut pose, ekspresi dan pencahayaan masing-masing berbeda. Oleh karena itu, pada saat pelatihan dilakukan penyamaan intensitas warna agar setiap citra mempunyai kondisi yang sama.



Gambar 6. Contoh Data Training Citra Wajah



Gambar 7. Contoh Citra Uji Data Testing Wajah

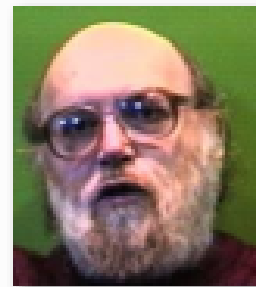
3.2 Pengujian Sistem Pengenalan Wajah

Dalam pengenalan wajah dengan metode PCA ada tiga tahapan utama yaitu deteksi, ekstraksi dan pengenalan wajah. Proses pengenalan

merupakan tahap yang paling penting dari sistem pengenalan wajah ini karena dari sinilah kita dapat mengetahui tingkat keakuratan sistem. Pengujian metode PCA ini dilakukan dengan cara memberikan wajah uji yang variasi posenya berbeda dari data *training*. Berikut ini adalah penjelasan mengenai proses pengujian:

3.2.1 Proses Input Citra Uji

Jika sudah menentukan *database* yang dibutuhkan dalam proses pengenalan wajah, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dari semua individu yang ada pada data testing. Citra uji diubah warnanya dari citra RGB menjadi citra *grayscale* untuk mempercepat dan memudahkan proses selanjutnya. Setelah citra sudah berada pada tingkat keabuan tertentu, citra uji akan dideteksi bagian wajahnya saja. Gambar 8. dibawah ini adalah proses pengujian dari salah satu citra uji dengan nama sampel T6-5.



T6-5

Gambar 8. Citra Wajah Uji

Langkah awal untuk memulai pengujian adalah dengan menjalankan program Matlab R2009a. Pastikan bahwa *current directory* yang terdapat di Matlab sesuai dengan peletakan *m-file* beserta database dari citra wajah.

3.2.2 Proses Deteksi

M-file akan memproses citra uji yang di masukan dari *database testing* dengan metode PCA. Sebelumnya akan dilakukan pelatihan pada *database training*. Prosesnya yaitu dengan cara menyamakan intensitas cahaya dari data training agar kondisi dari citra pelatihan sama dan kemudian mengkonversinya menjadi citra *grayscale*. Hal ini berguna untuk mendapatkan ekstraksi fitur wajah dengan menghilangkan informasi-informasi yang tidak dibutuhkan dalam proses pengenalan. Pada Gambar 4.6 merupakan citra pelatihan yang telah dilakukan proses penambahan level intensitas warna.

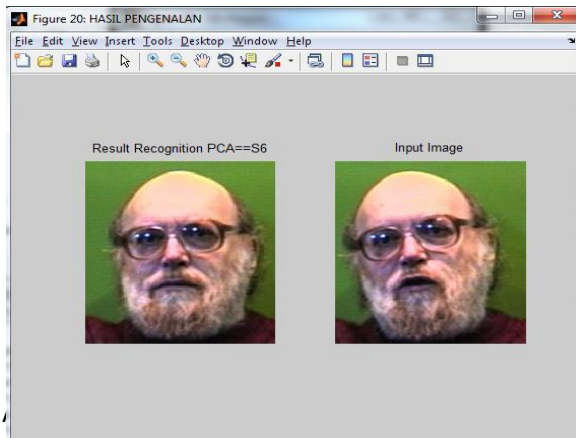
Dalam proses penambahan intensitas warna ini bertujuan untuk mendapatkan *candidate face region* dimana nantinya hanya *skin region* yang didapatkan. Intinya adalah melakukan pengambilan *skin region* dari wajah sehingga proses pengenalan wajah akan jauh lebih mudah untuk dikenali.



Gambar 9. Hasil Pendeteksian Skin Wajah

3.2.3 Proses Ekstraksi dan Pengenalan Wajah

Tahap pengenalan merupakan tahapan terakhir dari metode PCA. Setelah berhasil mendeteksi skin wajah untuk seluruh data *training* dan data *testing*. Hasil ekstraksi skin wajah direpresentasikan dalam bentuk matriks-matriks wajah. Dalam hal ini dilakukan perhitungan mencari *eigenface* masing-masing wajah. Untuk mendapatkan *eigenface*, PCA melakukan perhitungan matriks kovarian dari kumpulan citra wajah latih. Eigenface tersebut akan menjadi dasar perhitungan jarak wajah yang merepresentasikan nilai bobot individu yang mewakili satu atau lebih citra wajah. Nilai bobot inilah yang digunakan untuk mengenali citra wajah uji dengan mencari jarak nilai bobot citra wajah uji dengan nilai bobot citra wajah *training*. Perhitungan jarak nilai bobot dilakukan dengan perhitungan jarak *Euclidian* (*Euclidian Distance*). Jarak nilai bobot yang terkecil merupakan representasi dari citra *training* yang mirip dengan citra wajah uji. Pada Gambar 10. menunjukkan hasil pengenalan yang telah berhasil mengidentifikasi wajah sesuai dengan kemiripannya.



Gambar 10. Hasil Proses Pengenalan Citra Uji

3.3 Analisis Hasil Pengujian

Pada penelitian ini penulis akan menguji coba pengenalan wajah dengan varian jumlah *database training* yang berbeda untuk mengetahui tingkat akurasi, waktu komputasi dan kesalahan yang terjadi pada saat melakukan pengenalan wajah. *Database* terdiri dari 18 citra dengan komposisi 6 individu dan masing-masing mempunyai 3 varian pose. Varian ini terdiri dari perbedaan wajah (jenis kelamin, rambut, dan warna kulit), perbedaan pose, perbedaan ekspresi sederhana dan salah satu *database* citra terdapat halangan seperti kaca mata. Keragaman *database* ini diperlukan untuk menguji tingkat keberhasilan metode PCA dalam melakukan pengenalan. Berikut hasil beberapa pengujian.

1. Database dengan 1 citra pelatihan

Tabel 1. Hasil Pengenalan Citra Wajah Dengan 1 Citra Training

Citra Uji	Hasil Pengamatan	Waktu Pengenalan (detik)
TI-1	B	4.7442
TI-2	B	4.7877
TI-3	B	5.0614
TI-4	B	4.7224
TI-5	B	4.7381
Rata-rata		4.9663

Keterangan: B=Benar, S=Salah

- Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah dengan 1 citra training adalah 4.9663.
- Akurasi = $\frac{\text{jumlah data yang benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$
- Error = $\frac{\text{jumlah data yang salah}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{6}{30} \times 100\% = 20\%$

Tabel 2. Hasil Pengenalan Citra Wajah Dengan 2 Citra Training

Citra Uji	Hasil Pengamatan	Waktu Pengenalan (detik)
TI-1	B	13.5531
TI-2	B	14.2911
TI-3	B	14.1708
TI-4	B	13.4822

TI-5	B	13.0746
Rata-rata		13.7287

Keterangan: B=Benar, S=Salah

- Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah dengan 1 citra training adalah 13.7287 detik.
- Akurasi = $\frac{\text{jumlah data yang benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$
- Error = $\frac{\text{jumlah data yang salah}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{6}{30} \times 100\% = 20\%$

3. Database dengan 3 citra pelatihan

Tabel 3. Hasil Pengenalan Citra Wajah Dengan 3 Citra Training

Citra Uji	Hasil Pengamatan	Waktu Pengenalan (detik)
TI-1	B	26.8093
TI-2	B	25.6767
TI-3	B	25.2710
TI-4	B	25.1341
TI-5	B	25.0376
Rata-rata		26.0622

Keterangan: B=Benar, S=Salah

- Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah dengan 1 citra training adalah 26.0622 detik.
- Akurasi = $\frac{\text{jumlah data yang benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$
- Error = $\frac{\text{jumlah data yang salah}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% = \frac{6}{30} \times 100\% = 20\%$

Pengenalan citra wajah dengan menggunakan metode PCA cukup berhasil. Sekitar 24 dari 30 data uji wajah berhasil dikenali dan sisanya 6 data wajah tidak dapat dikenali. Sedangkan untuk waktu komputasinya dari penggunaan jumlah data training yang berbeda menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah di database pengenalan wajah maka akan semakin lama waktu pengenalannya.

VI. PENUTUP

Metode *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan metode untuk mengambil ciri-ciri penting dari sekumpulan *data set*. Ciri-ciri penting tersebut didapatkan dari ekstraksi fitur dari setiap citra wajah yang digunakan sebagai *identifier*. Semakin banyak ciri-ciri khusus yang didapatkan maka metode ini akan lebih mampu melakukan pengenalan.

Kinerja PCA dalam melakukan pengenalan wajah yang meliputi sistem deteksi dan sistem pengenalan sebesar 80% dari 30 data citra uji. Tingkat akurasi tersebut menunjukkan kinerja PCA dalam melakukan pengenalan cukup baik. Namun perlu juga diperhatikan penggunaan database citra latih yang dapat mempengaruhi waktu komputasi. Semakin besar database maka akan semakin lama PCA melakukan pengenalan.

Kualitas pengenalan wajah PCA dipengaruhi oleh kondisi dari citra itu sendiri. Pecahayaan yang terlalu tinggi, perubahan pose wajah, dan perubahan latar dapat mempengaruhi kualitas pengenalan wajah. Jika citra yang digunakan sebagai *training set* maupun sebagai citra uji memiliki intensitas cahaya yang berbeda dan tidak berada pada posisi yang sama dengan citra *training set* maka proses tersebut belum tentu dapat memberikan hasil yang akurat.

Perlunya peningkatan kinerja sistem terutama dalam bagian pengolahan citra. Bagian pengolahan citra memerlukan waktu yang paling lama dibanding proses yang lain. Namun hal itu jangan sampai mengurangi kinerja pengolahan citra terutama untuk menyesuaikan citra masukan agar memiliki kondisi yang serupa dengan citra pada basis data.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Fatta, Hanif. *Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah: Membangun Sistem Presensi Karyawan Menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 dan Microsoft Access*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.
- [2] Anil K Jain, et. al., *Biometric Identification, Communications of The ACM*, Vol 43, No 2, pp. 91-99, 2000.
- [3] Broks, Alan. *Face Recognition: Eigenface and Fisherface Performance Across Pose*. 2004, diakses pada tanggal 7 maret 2012, Pukul 15:00 WIB. <http://dailyburrito.com/projects/facerecog/FaceRecReport.html>.
- [4] Chellappa, Rama and Wenyi zhao. *Face Processing: Advanced Modelling And Methods*. Burlington:elsevier, 2006.
- [5] Chellappa, Rama and Wenyi zhao. *Unconstrained Face Recognition*. NewYork: Springer, 2008.
- [6] Darma Putra. C, Widya Hermawan. *Sistematika Biometrika : Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra Dan Tahapan*

- Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.
- [7] Febrian. *Sistem Pengenalan Wajah Berbasis Metoda Fisherface*, Laporan Tugas Akhir, ITB, 2007.
- [8] Rinaldi Munir. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Bandung: Penerbit informatika, 2004.
- [9] S. Theodoridis, K. Koutroumbas. *Pattern Recognition 2nd Edition*. San Diego: Elsevier, 2003.
- [10] Sutojo, T., Bowo, Erna, dkk. *Teori dan Aplikasi Aljabar Linier dan Matriks*. Yogyakarta : Penerbit Andi, 2010.
- [11] Sutoyo, T., Mulyanto, Edi, dkk. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009.
- [12] Zayuman Hidayat, Imam, dkk. *Pengenalan Wajah Menggunakan Analisis Komponen Utama Dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik*. Seminar tugas akhir, UNDIP, 2007.