

**PENGENALAN GIGI
MENGUNAKAN ANALISIS KOMPONEN UTAMA
(PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS)
Angga Abiyanto *, Imam Santoso **, Ajub Ajulian Zahra ****

Abstrak - Pengenalan gigi adalah proses identifikasi manusia dengan menggunakan susunan gigi manusia. Sekarang ini sebagian besar proses pengenalan gigi masih dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan mata manusia sebagai alat pengidentifikasi, hal ini memiliki kelemahan yaitu lamanya waktu yang diperlukan untuk mencocokkan gigi uji coba dengan gigi yang ada dalam data dan juga kadang-kadang dapat terjadi juga faktor kesalahan manusia. Sehingga dengan seiring perkembangan jaman akan lebih baik bila proses pengenalan gigi dapat dilakukan dengan menggunakan computer sehingga diharapkan faktor lamanya perngidentifikasi dan faktor kesalahan manusia dapat dikurangi. Salah satu algoritma untuk pengenalan adalah Analisis Komponen Utama atau lebih dikenal sebagai PCA (Principal Components Analysis).

Tugas Akhir ini merancang sebuah simulasi pengidentifikasi citra gigi dengan komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Citra gigi yang digunakan adalah citra gigi bagian depan. Parameter yang digunakan adalah jumlah citra latih, ukuran piksel, jumlah komponen utama, dan nilai ambang.

Menurut hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa PCA cukup layak dijadikan metode pengenalan wajah. Data penelitian menunjukkan hasil pengenalan yang cukup baik dengan tingkat kesalahan yang cukup kecil pada pengujian dapat dengan menggunakan program yang memiliki parameter-parameter tujuh buah citra latih, ukuran citra 200x60 pixel, 20 persen komponen utama. Dengan aturan program diatas maka didapatkan 4 hasil pengenalan yang benar dari 55 pengenalan, sehingga persentase kebenaran pengenalan sebesar 92,73%. Sedangkan untuk nilai ambang yang didapat adalah 2294.

Kata kunci: pengenalan gigi, analisis komponen utama, identifikasi, komponen utama, piksel, nilai ambang.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inti dari proses identifikasi adalah mengenali seseorang dari komponen yang ada pada orang tersebut misalnya dari kode yang diketahuinya (seperti password dan PIN), dari karakteristik alami (seperti wajah, iris mata, gigi, sidik jari dan yang lainnya), dan yang lainnya.

Biometrik yang merupakan pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya, telah mempunyai peran penting dalam identifikasi manusia. Biometrik mencakup karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku. Karakteristik fisiologis adalah ciri fisik yang relatif stabil seperti sidik jari, siluet tangan, ciri khas wajah, pola gigi, pola iris, atau retina mata. Sedangkan karakteristik perilaku, seperti tanda tangan, pola ucapan, atau ritme mengetik, selain memiliki basis fisiologis yang relatif stabil, juga dipengaruhi kondisi psikologis yang mudah berubah.

Karakteristik gigi pada seorang dapat dijadikan sebagai dasar identifikasi dikarenakan sangat bervariasinya susunan gigi dari manusia. Identifikasi melalui citra gigi, sangat berguna untuk pelaksanaan identifikasi terhadap jasad manusia yang telah lama meninggal, misalkan telah lama dikuburkan sehingga yang tersisa hanya tulang dan gigi sehingga elemen karakteristik fisiologis yang tersisa hanya gigi.

Hal lain yang hampir sama dengan diatas adalah mengidentifikasi jasad orang yang telah terbakar sehingga identifikasi gigi sangatlah penting pada keadaan tertentu. Atau identifikasi dari bencana dengan skala besar dimana banyak sekali jasad-jasad yang telah lama meninggal sehingga telah membusuk, sehingga salah satu karakteristik biometrik yang masih dapat diidentifikasi adalah gigi.

Analisis Komponen Utama atau lebih dikenal dengan PCA (Principal Components Analysis) adalah suatu metode ekstraksi ciri atau pengkompresian data yang mampu mengidentifikasi ciri tertentu yang merupakan karakteristik suatu citra. PCA bertujuan mentransformasikan sejumlah besar variabel yang berkorelasi menjadi variabel yang tidak berkorelasi tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian adalah membuat program simulasi untuk mengidentifikasi tekstur gigi yang digunakan sebagai identifikasi identitas dengan menggunakan metoda Analisis Komponen Utama (Principal Components Analysis).

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan Masalah pada Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Masukan sistem adalah citra gigi yang dihasilkan dari pemotretan menggunakan kamera digital yang kemudian dirubah ke citra dengan resolusi 100x30 dan 200x60 piksel beraras keabuan dengan format Joint Photographic Experts Group (JPEG) dengan ekstensi .jpg). Tanpa membahas proses pengambilan, pemotretan dan pemrosesan

- citra sebelum digunakan
2. Citra gigi yang digunakan dalam pengujian merupakan citra gigi lurus tampak depan.
 3. Metode pengolahan citra digital yang akan digunakan adalah Analisis Komponen Utama (Principal Components Analysis).
 4. Program bantu yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Matlab 7.1.
 5. Permasalahan yang akan diteliti dibatasi pada: pengaruh jumlah citra latih, pengaruh ukuran piksel, pengaruh jumlah komponen utama, dan penentuan nilai ambang menggunakan penjumlahan nilai rerata dan standar deviasi.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Biometrik

Biometrik adalah pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya. Pada perkembangannya sistem biometrik sangat berperan dalam proses identifikasi. Biometrik mencakup karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku. Karakteristik fisiologis adalah ciri-ciri fisik yang relatif stabil seperti wajah, gigi, sidik jari, pembuluh darah pada tangan, iris mata, pola retina, dan spektrum suara. Karakteristik perilaku diwakili oleh karakter-karakter seperti tanda tangan, pola ucapan, atau ritme mengetik.

Metode identifikasi ini lebih dipilih dibandingkan metode tradisional seperti nomor PIN dan password, karena tidak perlu untuk mengingat nomor PIN atau password. Sistem ini dapat diaplikasikan pada penggunaan ATM, telepon selular, kartu cerdas, PC, dan jaringan komputer.

Pada tugas akhir ini, karakteristik yang dibahas adalah tekstur gigi.

2.2 Citra Digital

Citra digital adalah larik dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen-elemen sebuah gambar. Citra digital dapat berupa keluaran proses pemayaran atau proses fotografi digital yang mengandung informasi. Citra digital tersebut dicuplik dan dipetakan pada kisi-kisi elemen citra yang disebut dengan piksel. Citra dapat dinyatakan dalam titik-titik koordinat pada kawasan ruang (spasial) atau bidang dan untuk menentukan warna atau menyatakan nilai keabuan suatu citra.

Salah satu contoh bentuk citra digital adalah citra monokrom atau citra hitam putih yang merupakan citra satu kanal, dimana citra $f(x, y)$ merupakan fungsi tingkat keabuan dari hitam ke putih; x menyatakan variabel baris dan y menyatakan variabel kolom.

2.3 Piksel

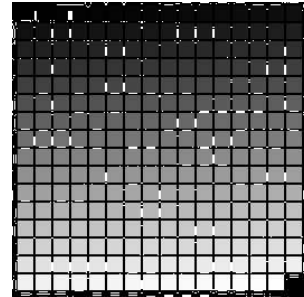
Citra agar dapat diproses oleh sebuah komputer, maka citra tersebut harus disimpan pada format yang dapat diproses oleh sebuah program komputer. Salah satu cara yang paling mudah adalah dengan membagi citra tersebut menjadi sekumpulan sel-sel diskret, yang disebut piksel.

Pada umumnya sebuah citra dibagi menjadi kisi-kisi persegi, sehingga piksel sendiri adalah sebuah kisi-kisi persegi yang kecil. Selanjutnya setiap piksel diberi nilai yang menyatakan warna atau menyatakan tingkat kecerahan piksel yang bersangkutan, yang sering disebut dengan intensitas piksel.

2.4 Citra Keabuan

Citra beraras keabuan merupakan citra yang hanya menggunakan warna yang merupakan tingkatan warna abu-abu. Warna abu-abu adalah satu-satunya warna pada ruang RGB dengan komponen merah, hijau, dan biru mempunyai intensitas yang sama. Pada citra beraras keabuan nilai intensitas untuk tiap piksel hanya perlu dinyatakan sebagai nilai tunggal, sedangkan pada citra berwarna perlu tiga nilai intensitas untuk tiap pikselnya.

Dengan menggunakan pola 8-bit ini citra beraras keabuan membutuhkan ruang memori, *disk* dan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada citra berwarna (RGB). Pada Gambar 2.1 diperlihatkan visualisasi 256 aras keabuan.



Gambar 2.1 Visualisasi 256 aras keabuan

2.5 PCA Secara Statistik

Perhitungan PCA dimulai dengan pembentukan matriks kovarians dari sekumpulan citra latih dalam basis-data. Untuk membuat matriks kovarians dapat dilakukan dengan mengurangkan setiap kolom dari matriks ruang citra dengan reratanya masing-masing sehingga didapatkan suatu matriks transformasi, kemudian mengalikan matriks hasilnya dengan transpos matriks tersebut sendiri. Jika dimisalkan matriks transformasinya adalah X , maka matriks kovariansnya adalah $\Sigma_X = XX^T$.

Pada dasarnya, matriks kovarians $\Sigma_X = XX^T$, dari sekumpulan wajah latih adalah tidak berbentuk diagonal.

$$\Sigma_X = XX^T = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^X & \sigma_{12}^X & \dots & \sigma_{1,w \times h}^X \\ \sigma_{21}^X & \sigma_{22}^X & \dots & \sigma_{22}^X \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{w \times h, 1}^X & \sigma_{w \times h, 2}^X & \dots & \sigma_{w \times h, w \times h}^X \end{bmatrix} \quad (1)$$

σ_{ij} menyajikan kovarians antara piksel i dan piksel j . Hubungan antara koefisien kovarians dan koefisien korelasi adalah:

$$r_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{\sigma_{ii} \cdot \sigma_{jj}}} \quad (2)$$

sehingga koefisien korelasi adalah normalisasi dari koefisien kovarians.

Tujuan yang ingin dicapai adalah membangun sebuah ruang wajah, dengan setiap komponennya tidak saling berkorelasi. Ini berarti bahwa matriks kovarians dari komponen yang baru haruslah berbentuk diagonal:

$$\Sigma_Y = YY^T = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^Y & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{22}^Y & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{w \times h, w \times h}^Y \end{bmatrix} \quad (3)$$

dengan y_i adalah vektor kolom yang mendeskripsikan wajah x_i pada sumbu ruang wajah, y_i disebut juga komponen utama;

X adalah matriks yang berisi sejumlah wajah latih, x_i ;

Y adalah matriks yang berisi vektor-vektor y_i .

Bentuk diagonal dari matriks kovarians ini menunjukkan bahwa varians sebuah variabel dengan variabel itu sendiri akan bernilai maksimal, sedangkan kovarians sebuah variabel dengan variabel lainnya akan bernilai nol, setiap variabel tidak saling berkorelasi lagi. Dengan demikian, pembentukan ruang wajah baru ini adalah untuk mencari arah sumbu yang akan memaksimalkan varians.

Komponen utama dari matriks X dapat dihitung secara linear. Jika P adalah matriks transformasinya, maka:

$$Y = P^T X \text{ dan } X = PY \quad (4)$$

pada dasarnya $P = P^{-1}$, karena setiap kolom dari vektor P adalah saling ortonormal, dengan: $P^T P = I$, di sini I adalah suatu matriks identitas. Hal yang menjadi pertanyaan sekarang adalah merupakan apakah seharusnya P itu jika Σ_Y adalah sebuah matriks diagonal.

$$\begin{aligned} \Sigma_Y &= YY^T = P^T XX^T P \\ &= P^T \Sigma_X P \end{aligned} \quad (5)$$

Dengan demikian, Σ_Y adalah rotasi dari Σ_X oleh vektor P . Misal P adalah matriks yang berisi sejumlah vektor eigen dari matriks Σ_X :

$$\Sigma_X P = \Lambda P \quad (6)$$

dengan Λ adalah matriks diagonal yang berisi sejumlah nilai eigen dari matriks Σ_X . Dengan demikian,

$$\Sigma_Y = P^T \Lambda P = \Lambda P^T P = \Lambda \quad (7)$$

dan Σ_Y adalah matriks diagonal berisi sejumlah nilai eigen dari Σ_X , karena setiap elemen diagonal dari Σ_Y adalah varians dari komponen wajah-wajah latih di ruang wajah, yang juga merupakan nilai eigen dari matriks Σ_X .

2.6 Nilai Eigen

Misalkan $A = [a_{jk}]$ adalah matriks $n \times n$ yang dikaitkan dengan persamaan:

$$Ax = \lambda x \quad (8)$$

dengan λ adalah suatu bilangan; maka vektor nol, $x = 0$ adalah penyelesaian dari Persamaan (1) untuk sebarang nilai λ . Suatu nilai λ pada Persamaan (1) yang memberikan penyelesaian $x \neq 0$ disebut nilai eigen atau nilai karakteristik dari matriks A . Penyelesaian padanannya, yaitu $x \neq 0$ dari Persamaan (1) disebut vektor eigen, atau vektor karakteristik dari A yang berpadanan dengan nilai λ .

2.7 Proses Pengenalan

Proses pengenalan yang terjadi pada suatu sistem pengenalan pola pada umumnya adalah dengan membandingkan suatu pola masukan dengan pola yang telah disimpan pada sistem tersebut. Selanjutnya, sebagai bagian dari pengenalan pola, pengenalan wajah dengan metode PCA pun bekerja dengan prinsip yang sama.

Setelah melakukan proses pelatihan, maka akan dihasilkan suatu pola latih yang pada metode ini berupa vektor ciri yang berisi komponen utama dari sejumlah citra latih (citra yang dilatihkan ke sistem). Sejumlah vektor ciri tersebut disimpan dalam suatu matriks, dan akan dikeluarkan pada saat proses pengenalan. Untuk proses pengenalan, suatu citra uji (citra yang disajikan ke sistem untuk proses pengenalan) yang memiliki dimensi yang sama dengan citra latih telah disajikan ke sistem. Citra uji tersebut kemudian diekstraksi ciri dengan cara mengalikan dengan vektor eigen citra latih, dan akan menghasilkan vektor ciri berisikan komponen utama yang memiliki dimensi yang sama dengan vektor ciri citra latih.

Setelah didapatkan vektor ciri dari citra uji, maka proses selanjutnya adalah membandingkan vektor ciri dari citra uji dengan vektor ciri citra latih. Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak euclidean (*euclidean distance*), yang merupakan selisih nilai piksel antara 2 vektor tersebut. Jarak euclidean adalah akar dari jumlah selisih kuadrat antara 2 vektor, dan secara matematis dapat dirumuskan:

$$dist(a,b) = \sqrt{\sum_{i=1}^K (a_i - b_i)^2}$$

(2.14)

dengan $dist(a,b)$ adalah jarak euclidean antara vektor a dan vektor b ;

a_i adalah komponen ke i dari vektor a ;

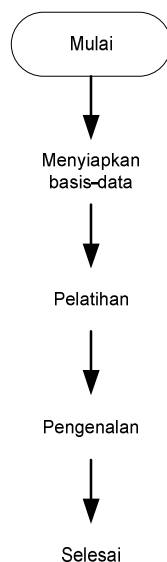
b_i adalah komponen ke i dari vektor b ;

K adalah jumlah komponen pada vektor a dan vektor b .

Dari hasil perhitungan jarak euclidean tersebut dapat ditentukan suatu citra wajah adalah mirip bila memiliki jarak yang paling dekat.

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas perencanaan simulasi sistem pengenalan gigi yang secara umum terdiri atas tiga proses penting. Ketiga proses tersebut yang pertama adalah menyiapkan basis-data yaitu diperlukan sekumpulan citra gigi dengan ukuran piksel yang sama yang disiapkan untuk pelatihan. Kedua adalah pelatihan sistem yang merupakan proses ekstraksi ciri terhadap sejumlah citra latih dengan menggunakan metode PCA sehingga menghasilkan sejumlah vektor ciri citra latih. Ketiga adalah proses pengenalan, yaitu penyajian suatu citra untuk dikenali dengan cara membandingkan vektor ciri citra tersebut dengan vektor ciri citra latih. Secara garis besar diagram alir sistem pengenalan gigi ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir sistem pengenalan gigi

Diagram pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa secara umum program pengenalan gigi pada Tugas Akhir ini terdiri atas tiga proses penting. Ketiga proses tersebut yang pertama adalah menyiapkan basis-data yaitu diperlukan sekumpulan citra gigi

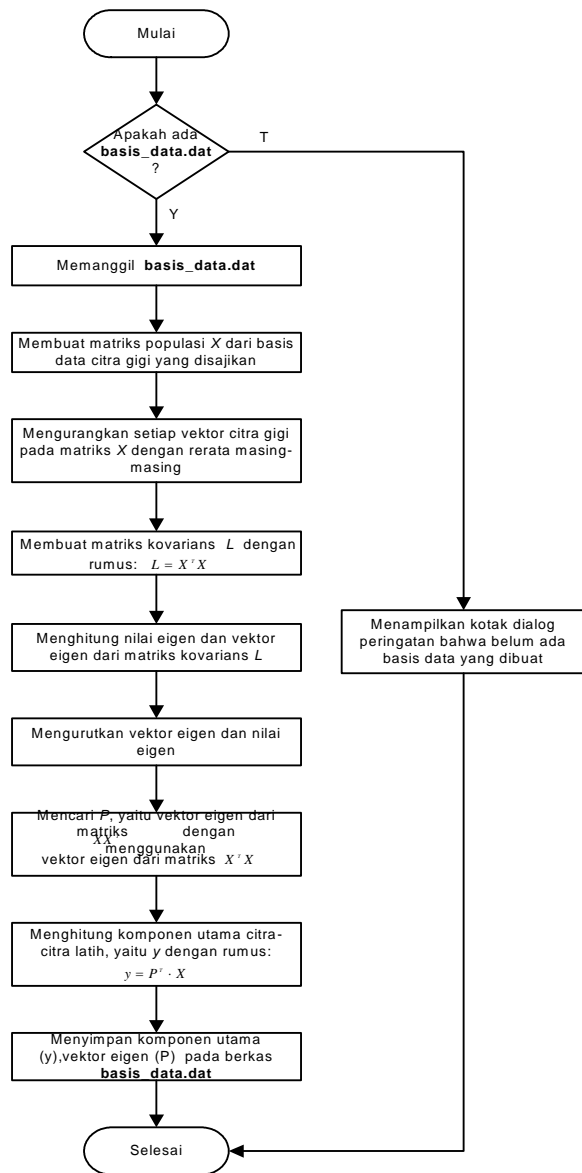
dengan ukuran piksel yang sama yang disiapkan untuk pelatihan.

Kedua adalah pelatihan sistem yang merupakan proses ekstraksi ciri terhadap sejumlah citra latih dengan menggunakan metode PCA sehingga menghasilkan sejumlah vektor ciri citra latih. Dalam rangka pelatihan sistem, diperlukan sekumpulan citra yang disiapkan untuk pelatihan dengan ukuran piksel yang sama. Sebelum disajikan ke basis-data, suatu citra latih perlu ditampilkan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa citra yang akan disajikan ke basis-data adalah sesuai dengan nama atau individu tertentu. Sebuah diagram alir pada Gambar 3.2 diberikan untuk menjelaskan proses tersebut.

Ketiga adalah proses pengenalan, yaitu penyajian suatu citra untuk dikenali dengan cara membandingkan vektor ciri citra tersebut dengan vektor ciri citra latih. Setelah dilatihkan, maka sistem telah siap untuk melaksanakan tugas utamanya, yaitu pengenalan gigi. Dengan demikian, hal pertama yang akan dilakukan adalah menyajikan citra uji ke sistem. Citra uji tersebut cara untuk mengambilnya adalah sama seperti pada penyajian citra latih ke basis-data, yaitu dengan menggunakan suatu kotak dialog yang dapat melihat folder tempat berkas citra uji tersebut berada.

3.1 Proses Pelatihan

Proses pelatihan adalah proses utama kedua dari program pengenalan gigi. Diagram alir proses pelatihan citra gigi dapat dilihat pada Gambar 3.6.

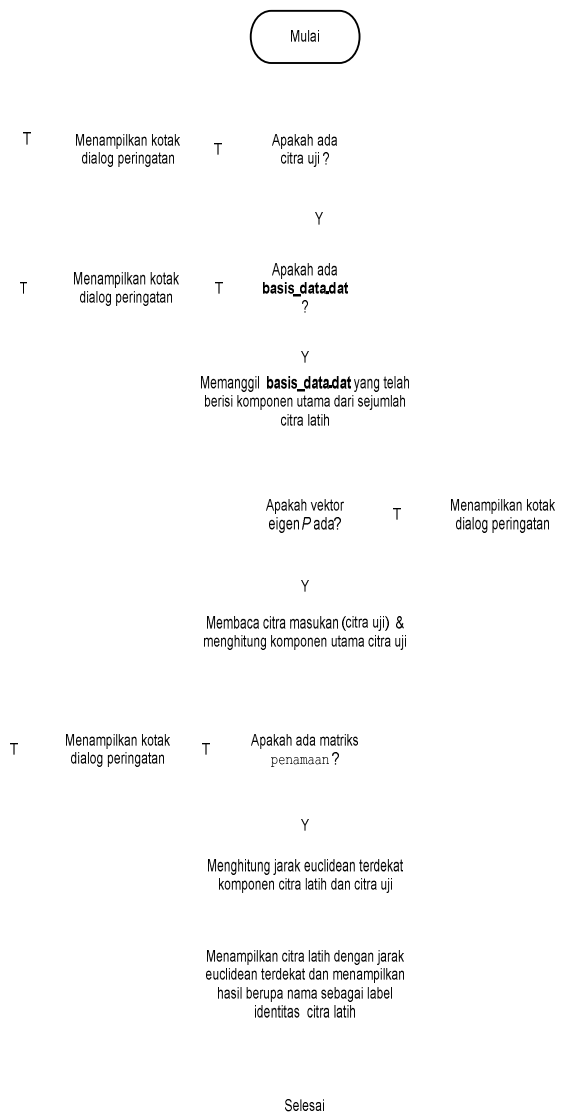


Gambar 3.2 Diagram alir pelatihan pada program pengenalan gigi

3.2 Proses Pengenalan Citra Gigi

Sesudah basis-data selesai dilatihkan, program telah siap untuk melaksanakan tugas utamanya, yaitu pengenalan citra gigi. Sehingga hal pertama yang dilakukan adalah memilih citra yang akan dikenali.

Untuk lebih jelasnya diagram alir proses pengenalan citra gigi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram alir proses pengenalan citra gigi

IV. PENGUJIAN

3.1 Pengujian Pengaruh Jumlah Citra Latih

Tujuan dalam penelitian ini salah satunya adalah untuk menentukan jumlah citra latih yang optimal bagi suatu gigi sehingga sistem dapat melakukan pengenalan dengan baik.

Pengujian pengaruh jumlah citra latih dengan menggunakan 1 citra latih dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian menggunakan 1 citra latih

No	Nama Citra Uji Coba	Jarak Pengenalan	Identitas Citra	Hasil Pengenalan
1	Angga6	1698	Angga	Benar
2	Angga7	924	Angga	Benar
3	Angga8	1993	Jatra	Salah
4	Angga9	1439	Angga	Benar
5	Angga10	2309	Warga	Salah

No	Nama Citra Uji Coba	Jarak Pengenalan	Identitas Citra	Hasil Pengenalan
6	Ardi6	2252	Primus	Salah
7	Ardi7	1743	Primus	Salah
8	Ardi8	2162	Primus	Salah
9	Ardi9	2205	Primus	Salah
10	Ardi10	2073	Yovan	Salah
11	Jatra6	2031	Warga	Salah
12	Jatra7	2066	Vera	Salah
13	Jatra8	1835	Primus	Salah
14	Jatra9	1505	Jatra	Benar
15	Jatra10	2017	Warga	Salah
16	Primus6	2613	Vera	Salah
17	Primus7	1642	Primus	Benar
18	Primus8	1819	Primus	Benar
19	Primus9	1361	Primus	Benar
20	Primus10	1480	Primus	Benar
21	Rio6	2201	Rio	Benar
22	Rio7	2309	Primus	Salah
23	Rio8	2234	Warga	Salah
24	Rio9	2110	Warga	Salah
25	Rio10	2201	Rio	Benar
26	Santo6	1330	Santo	Benar
27	Santo7	1560	Santo	Benar
28	Santo8	673	Santo	Benar
29	Santo9	829	Santo	Benar
30	Santo10	1174	Santo	Benar
31	Vera6	2581	Jatra	Salah
32	Vera7	2062	Jatra	Salah
33	Vera8	2343	Jatra	Salah
34	Vera9	2206	Yovan	Salah
35	Vera10	2096	Yovan	Salah
36	Warga6	2266	Warga	Benar
37	Warga7	2383	Rio	Salah
38	Warga8	2041	Warga	Benar
39	Warga9	1827	Warga	Benar
40	Warga10	2217	Warga	Benar
41	Yan6	2420	Yovan	Salah
42	Yan7	3086	Yovan	Salah
43	Yan8	2625	Yan	Benar
44	Yan9	2616	Yovan	Salah
45	Yan10	1302	Yan	Benar

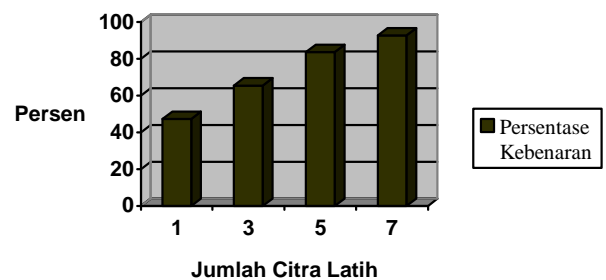
No	Nama Citra Uji Coba	Jarak Pengenalan	Identitas Citra	Hasil Pengenalan
46	Yay6	2060	Warga	Salah
47	Yay7	2168	Warga	Salah
48	Yay8	2068	Warga	Salah
49	Yay9	2127	Warga	Salah
50	Yay10	2003	Warga	Salah
51	Yovan6	2217	Yovan	Benar
52	Yovan7	1601	Yovan	Benar
53	Yovan8	1299	Yovan	Benar
54	Yovan9	1341	Yovan	Benar
55	Yovan10	1429	Yovan	Benar

Hasil pengujian pengaruh jumlah citra latih secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian uji coba pengaruh jumlah citra latih

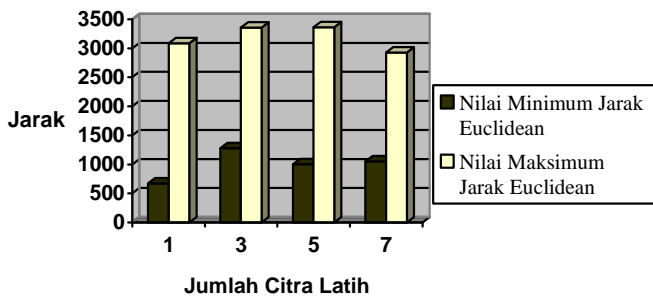
No.	Jumlah Citra Latih	Benar	Salah
1.	1 citra latih	26(47,3%)	29(52,7%)
2.	3 citra latih	36(65,5%)	19(34,5%)
3.	5 citra latih	46(83,7%)	9(16,3%)
4.	7 citra latih	51(92,7%)	4(7,3%)

Grafik hasil uji coba pengaruh jumlah citra latih terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik hasil uji coba pengaruh jumlah citra latih terhadap hasil pengenalan citra uji

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat persentase kebenaran semakin meningkat seiring dengan bertambahnya citra latih. Sedangkan grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh jumlah citra latih terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh jumlah citra latih terhadap hasil pengenalan citra uji

Tingkat keberhasilan pengenalan pada pengujian menggunakan tujuh citra latih adalah cukup tinggi, yaitu 92,7%, dan mampu mengurangi kesalahan pengenalan yang terjadi pada pengujian dengan jumlah satu, tiga dan lima citra latih yang lebih sedikit. Hal ini disebabkan oleh variasi citra gigi dari citra uji, yang membutuhkan sejumlah citra latih dengan variasi yang sesuai untuk dapat dikenali dengan baik oleh sistem pengenalan gigi.

3.2 Pengujian Pengaruh Ukuran Piksel

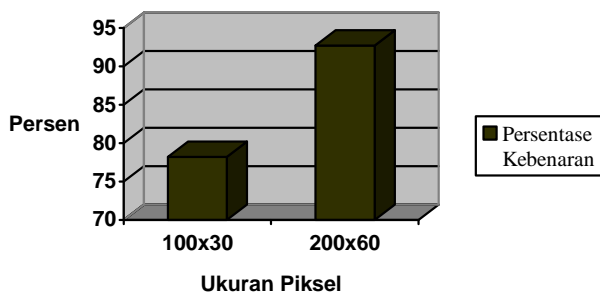
Pengujian pengaruh ukuran piksel ini mempunyai tujuan untuk menentukan ukuran piksel yang optimal bagi suatu citra gigi sehingga sistem dapat melakukan pengenalan dengan baik.

Hasil pengujian pengaruh ukuran piksel secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian uji coba pengaruh ukuran piksel

No.	Ukuran Piksel	Benar	Salah
1.	100x30	43(78,2%)	12(21,8%)
2.	200x60	46(83,7%)	9(16,3%)

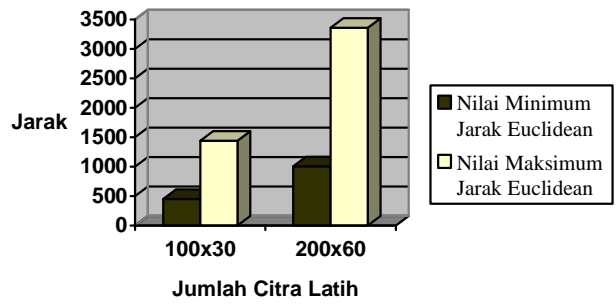
Grafik hasil uji coba pengaruh ukuran piksel terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik hasil uji coba pengaruh ukuran piksel citra terhadap hasil pengenalan citra uji

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat semakin besar ukuran piksel akan semakin besar pula persentase kebenaran pengenalan. Sedangkan grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh ukuran piksel citra

terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh ukuran piksel citra terhadap hasil pengenalan citra uji

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran piksel akan semakin besar pula rentang jarak euclidean, ini disebabkan dengan semakin besarnya ukuran piksel maka akan semakin banyak komponen utama yang dihitung jarak euclidean.

Pada pengujian ini citra yang dilatihkan ke basis data adalah 5 citra. Hasil pelatihan sistem pada setiap tahapan tersebut kemudian diuji dengan 55 citra uji, yang merupakan variasi dari 11 citra gigi dari 11 individu yang berbeda.

Tingkat keberhasilan pengenalan pada pengujian menggunakan citra ukuran 200x60 lebih tinggi daripada menggunakan citra dengan ukuran 100x30. Hal ini disebabkan karena dengan ukuran piksel citra yang lebih tinggi informasi yang didapat didalamnya lebih banyak daripada citra dengan ukuran piksel yang lebih kecil.

3.3 Pengujian Pengaruh Jumlah Komponen Utama

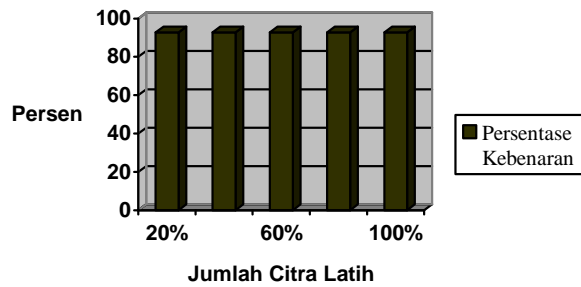
Metode PCA mempunyai tujuan utama yaitu pengurangan jumlah variabel dari citra yang diobservasi. Akan tetapi metode PCA masih dapat dilakukan pengurangan ukuran variabel observasi sekali lagi yaitu jumlah komponen utama.

Hasil pengujian jumlah komponen utama secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian uji coba pengaruh jumlah komponen utama

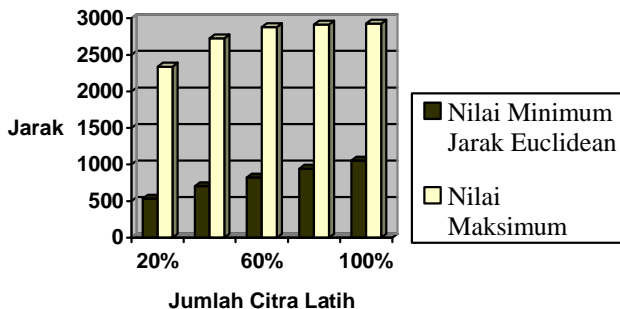
No	Komponen Utama	Benar	Salah
1	20%	51(92,7%)	4(7,27%)
2	40%	51(92,7%)	4(7,27%)
3	60%	51(92,7%)	4(7,27%)
4	80%	51(92,7%)	4(7,27%)
5	100%	51(92,7%)	4(7,27%)

Grafik hasil uji coba pengaruh jumlah komponen utama terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hasil uji coba pengaruh jumlah komponen utama terhadap hasil pengenalan citra uji

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa dengan hanya 20% dari jumlah komponen utama keseluruhan pengenalan tetap memiliki persentase kebenaran yang sama dengan jumlah komponen utama 4%, 60%, 80% dan 100%. Sedangkan grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh ukuran piksel citra terhadap hasil pengenalan citra uji dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik rentang jarak euclidean uji coba pengaruh ukuran piksel citra terhadap hasil pengenalan citra uji

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa semakin sedikit jumlah komponen utama yang digunakan maka rentang jarak euclidean akan semakin kecil.

Tingkat keberhasilan pengenalan pada pengujian menggunakan 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% jumlah komponen utama memiliki persentase yang sama yaitu 92,7%. Ini mempunyai arti bahwa untuk mendapatkan hasil pengenalan yang optimal tidaklah perlu menggunakan seluruh atau 100% komponen utama, namun hanya dengan menggunakan 20% komponen utama tingkat keberhasilan pengenalan sama dengan menggunakan 100% komponen utama. Sehingga dengan menggunakan hanya 20% komponen utama maka beban komputasi akan lebih ringan daripada menggunakan 100% komponen utama.

3.4 Penentuan Nilai Ambang

Penentuan nilai ambang pada tugas akhir ini dimaksudkan agar tidak semua citra yang diujikan pada program ini dikenali sebagai citra yang ada di basis data, walaupun citra uji tersebut bukanlah citra gigi manusia atau juga bukan variasi citra yang ada di basis data.

Perhitungan nilai ambang sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{55} (1726 + 1806 + \dots + 1345)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{55} \times 104353$$

$$\bar{x} = 1897$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai rerata dari data Tabel 4.3 adalah 1897.

Kemudian dengan menggunakan nilai rerata di atas dan Persamaan (2.31), data diperoleh nilai simpangan baku dengan perhitungan sebagai berikut:

$$SD = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$SD = \left(\frac{1}{55} ((1726 - 1897)^2 + (1806 - 1897)^2 + \dots + (1345 - 1897)^2) \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$SD = \left(\frac{1}{55} \times 8681146 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$SD = \left(\frac{1}{55} \times 157839 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$SD = 397$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai simpangan baku yaitu 397. Nilai ambang yang dicari adalah penjumlahan antara rerata dan standar deviasi, maka nilainya adalah: $1897 + 397 = 2294$.

Berdasarkan data pada percobaan ini penggunaan penjumlahan rerata dan standar deviasi dari pengujian dengan menggunakan citra uji dalam sebagai nilai ambang adalah cukup layak untuk membedakan citra uji luar, karena tingkat kesalahan pada pengujian yang relatif kecil, yaitu 3 kesalahan berbanding dengan 30 data yang sesuai.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jumlah citra latih yang digunakan pada metode PCA berbanding lurus dengan kinerja sistem pengenalan gigi, artinya semakin banyak citra latih yang digunakan untuk pelatihan, hasil pengenalannya akan semakin bagus, ini disebabkan semakin banyak variasi citra latih maka berbagai macam variasi citra uji coba dapat dikenali sebagai hasil pengenalan yg benar. Pada

- penelitian ini dengan menggunakan 7 citra latih telah memiliki persentase keberhasilan pengenalan yang baik yaitu 92,7%.
- 2 Ukuran piksel juga mempengaruhi persentase keberhasilan pengenalan, ini dikarenakan semakin besar ukuran piksel maka informasi yang tersimpan akan semakin banyak pula, sehingga persentase keberhasilan pengenalan akan semakin besar pula. Pada penelitian ini dengan menggunakan ukuran piksel 200x60 didapatkan hasil pengenalan lebih baik daripada menggunakan ukuran piksel 100x30.
 - 3 Jumlah komponen utama pada proses pengenalan gigi dapat dikurangi sampai dengan 20% dari jumlah keseluruhan komponen utama, namun walaupun jumlah komponen utama hanya 20% dari jumlah keseluruhan komponen utama persentase kebenaran hasil pengenalan tetap sama apabila menggunakan 100% jumlah komponen utama. Sehingga dengan 20% komponen utama tentunya beban komputasi akan lebih ringan.
 - 4 Penjumlahan antara rerata dan simpangan baku sebagai nilai ambang cukup layak digunakan sebagai penentu suatu citra dikenali atau tidak dikenali, karena cukup berhasil mengelompokkan citra uji luar dan citra uji dalam. Pada penelitian ini dengan menggunakan nilai ambang sebesar 2294 didapatkan hasil 3 hasil pengenalan yang tidak sesuai dari 33 proses pengenalan.

4.2 Saran

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menggunakan tidak hanya citra gigi dari depan saja namun citra gigi bagian dalam. Dari samping kanan, kiri, atas dan bawah, namun hal ini membutuhkan perangkat keras kamera x-ray.
2. Penambahan subjek penelitian menjadi lebih banyak misalnya dengan subjek penelitian lebih dari 100 orang.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anton, H., *Aljabar Linear Elementer*, (terj. P. Silaban dan I. N. Susilo), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1997.
- [2] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [3] Murni, A., *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
- [4] Nugroho, K., *Reduksi Derau Data Citra dengan Alihragam Fourier*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2003.
- [5] Peranginangin, K., *Pengenalan MATLAB*, Penerbit ANDI, Yogyakarta, 2006.

- [6] Romdhani, S., *Face Recognition Using Principal Components Analysis*, <http://www.elec.gla.ac.uk/~romdhani>, Juli 2004.
- [7] Woo Kim, T., Kyung Cho, T., Soo Park, B., Wook Lee, M., "Personal Identification Using Teeth Images", *Dept of Information & Communications, Hanyang Cyber University, Seoul, 133-791, Korea.*, *Dept of Information & Telecommunications, Sangmyung University, Cheonan, 330-720, Korea.*
- [8] ---, *Artikel tentang forensik*, <http://www.mail-archive.com/dokter@itb.ac.id/msg07902.html>, 07 Jan 2003.
- [9] ---, *Principal Components Analysis*, <http://www.fon.hum.uva.nl/praat>, Juli 2004.
- [10] ---, *Susunan Gigi*, <http://www.esmartschool.com/PNU/003/PNU0030005.asp>, 2000.



Angga Abiyanto (L2F 001 577)
Mahasiswa Teknik Elektro 2001
Universitas Diponegoro dengan
konsentrasi Teknik Telekomunikasi.

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP 132 162 546
Tanggal:

Ajub Ajulian Zahra, S.T., M.T.
NIP 132 205 684
Tanggal: