

BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

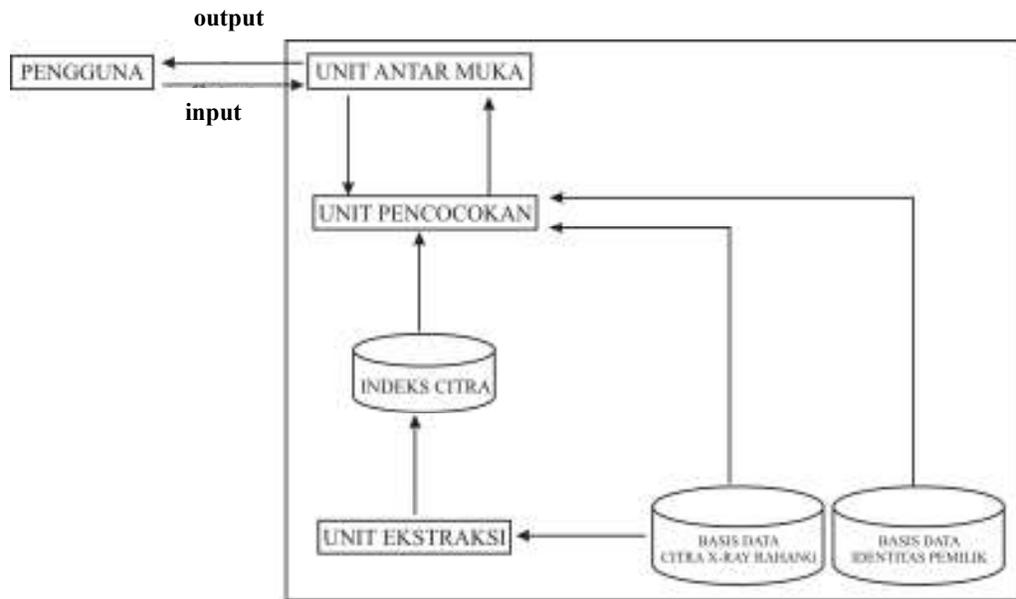
Bagian ini akan menjelaskan mengenai analisis dan perancangan sistem yang akan dikembangkan.

4.1 ANALISIS KEBUTUHAN

Secara umum pengembangan Sistem Identifikasi Manusia Berbasiskan Bentuk Rahang (SIMBBR) harus memenuhi kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan harus mampu menerima input sebuah citra.
2. Sistem yang dikembangkan harus mampu melakukan ekstraksi ciri terhadap citra *dental x-ray* yang ada di dalam basis data.
3. Sistem yang dikembangkan harus mampu melakukan proses pencarian terhadap citra *dental x-ray*.
4. Sistem yang dikembangkan harus mampu menampilkan hasil dari citra *dental x-ray* yang mirip dengan citra input beserta data pribadi dari pemilik citra tersebut.

Dalam pengembangannya, sistem ini terdiri dari tiga buah subsistem yang merepresentasikan kebutuhan-kebutuhan dari sistem secara keseluruhan. Ketiga subsistem tersebut yaitu, unit antar muka, unit pencocokan dan unit ekstraksi. Arsitektur dari sistem ini ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar4. 1 Arsitektur Sistem

Unit antar muka berfungsi untuk menerima input berupa citra dan juga menampilkan citra *dental x-ray* yang mirip dengan citra input beserta identitas pemilik dari citra *dental x-ray* tersebut.

Unit ekstraksi merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan ekstraksi terhadap keseluruhan data yang ada di basis data. Sistem ini menggunakan dua metode dalam pembentukan deskriptor bentuk: metode *centroid distance* (jarak titik pusat) dan dengan metode *quadratic regression*.

Unit pencocokan merupakan subsistem yang bertanggung jawab untuk melakukan pencocokan terhadap citra input dengan citra yang ada di basis data. Proses pencocokan ini dilakukan dengan cara mengukur tingkat kemiripan deskriptor yang dihasilkan dari proses ekstraksi dan kemudian meranking derajat kemiripan dari setiap deskriptor yang ada di basis data.

4.2 RANCANGAN SISTEM

Pada bagian ini akan dijelaskan rancangan dari sistem yang akan dikembangkan. Bagian ini meliputi desain modul, desain basis data dan desain dari antar muka sistem.

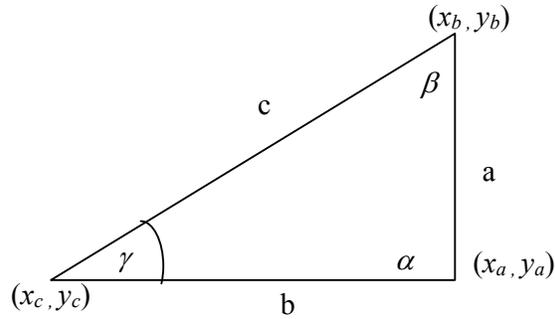
4.2.1 Desain Modul

Sistem ini memiliki dua modul utama, modul deskriptor bentuk dan modul pencocokan.

1. Modul deskriptor bentuk

Pada modul ini ada dua metode deskriptor bentuk yang digunakan, metode *quadratic regression* dan metode *centroid distance*.

- Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembentukan deskriptor dengan metode *centroid distance*:
 1. Melakukan deteksi titik-titik di bagian tepi citra lengkung rahang yang sudah di ubah kedalam bentuk kurva tertutup dan menyimpannya sebagai (x_i, y_i) .
 2. Mencari titik pusat kurva (x_c, y_c) berdasarkan persamaan:
$$x_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N x_i, \text{ dan } y_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N y_i.$$
 3. Menghitung nilai sudut yang terbentuk antara titik pusat (x_c, y_c) , titik awal (x_a, y_a) dan dengan titik yang terdeteksi (x_b, y_b) seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.2



Gambar4.2 Ilustrasi dari penghitungan sudut titik *sample*

Dimana α merupakan nilai sudut yang di cari, pengitungan nilai sudut ini dilakukan dengan cara aturan cos:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 b c \cos(\gamma)$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2 c a \cos(\beta)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 a b \cos(\alpha)$$

4. Melakukan penyamplingan terhadap titik-titik tersebut berdasarkan sudut.
 5. Menghitung jari-jari antara titik pada kurva dengan titik pusat
 6. Menyimpan deskriptor pada array.
- Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembentukan deskriptor dengan metode *quadratic regression*:
 1. Melakukan deteksi titik-titik di bagian tepi citra lengkung rahang (citra input) yang sudah di ubah kedalam bentuk kurva tertutup dan menyimpannya sebagai (x_i, y_i) .
 2. memetakan seluruh nilai x kedalam sebuah matriks X

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix}$$

3. Mencari matriks transpose dari matriks X
4. Melakukan perkalian matriks antara matriks X dengan matriks X^T
5. Mencari matriks inverse dari matriks $[X X^T]$
6. Mencari nilai dari parameter w_0 , w_1 , dan w_2 dengan persamaan berikut

$$W = (X^T X)^{-1} y$$
7. Menyimpan nilai dari parameter w_0 , w_1 , dan w_2

2. Modul pencocokan

Modul ini juga menggunakan dua metode dalam melakukan proses pencocokan, metode *least square loss function* dan *fuzzy simalrity*

- Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pencocokan dengan *least square loss function*:
 1. Melakukan deteksi titik-titik di bagian tepi citra lengkung rahang yang sudah diubah kedalam bentuk kurva tertutup dan menyimpannya sebagai (x_i, y_i) . Deteksi titik dilakukan pada seluruh citra dalam basis data.
 2. Mencari nilai y observasi dengan mengalikan nilai x pada setiap citra dengan nilai bobot yang didapat pada proses pembentukan deskriptor, namun seluruh nilai x harus dipetakan terlebih dahulu

kedalam matriks $X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{bmatrix}$, seperti ditunjukkan oleh

persamaan berikut :

$$y_{\text{obs}} = XW$$

3. Menyimpan nilai y_{pred} (y prediksi) kedalam sebuah file
4. Mencari nilai residual dari setiap citra yang ada di basis data, dengan cara mengurangkan nilai y_{pred} pada sebuah citra di basis data dengan nilai y dari citra input (y_{real}).

$$r_i = y_{\text{pred}(i)} - y_{\text{real}} \quad , \quad i = 1, \dots, m$$

dimana r_i merupakan nilai residual untuk citra ke- i , m merupakan jumlah seluruh citra yang ada di basis data, dan $y_{\text{pred}(i)}$ merupakan nilai y prediksi pada citra ke- i .

5. Menyimpan nilai residual dari seluruh citra
6. Mencari nilai *least square* dari setiap residual

$$\|r\|^2 = \sum_1^m r_i^2$$

7. Mengurutkan seluruh nilai residual, kemudian mengambil nilai yang paling kecil
8. Mengembalikan citra dengan nilai residual paling kecil

- Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pencocokan dengan *fuzzy simalrity*:
 1. Mengambil nilai dari jarak titik pusat citra input yang telah disimpan dalam bentuk *array*.

2. Mengukur selisih dari jarak titik pusat $S(q, t_i)$ citra input dengan seluruh citra yang ada di basis data, dengan persamaan berikut

$$S(q, t_i) = \sum_{j=1}^n w_j S(q_i, t_{ij})$$

3. Memetakan setiap nilai $S(q, t_i)$ ke dalam zmf *membership function*
4. Mengurutkan nilai kemiripan yang telah dipetakan lewat zmf *membership function*
5. Mengembalikan citra yang memiliki nilai kemiripan paling tinggi

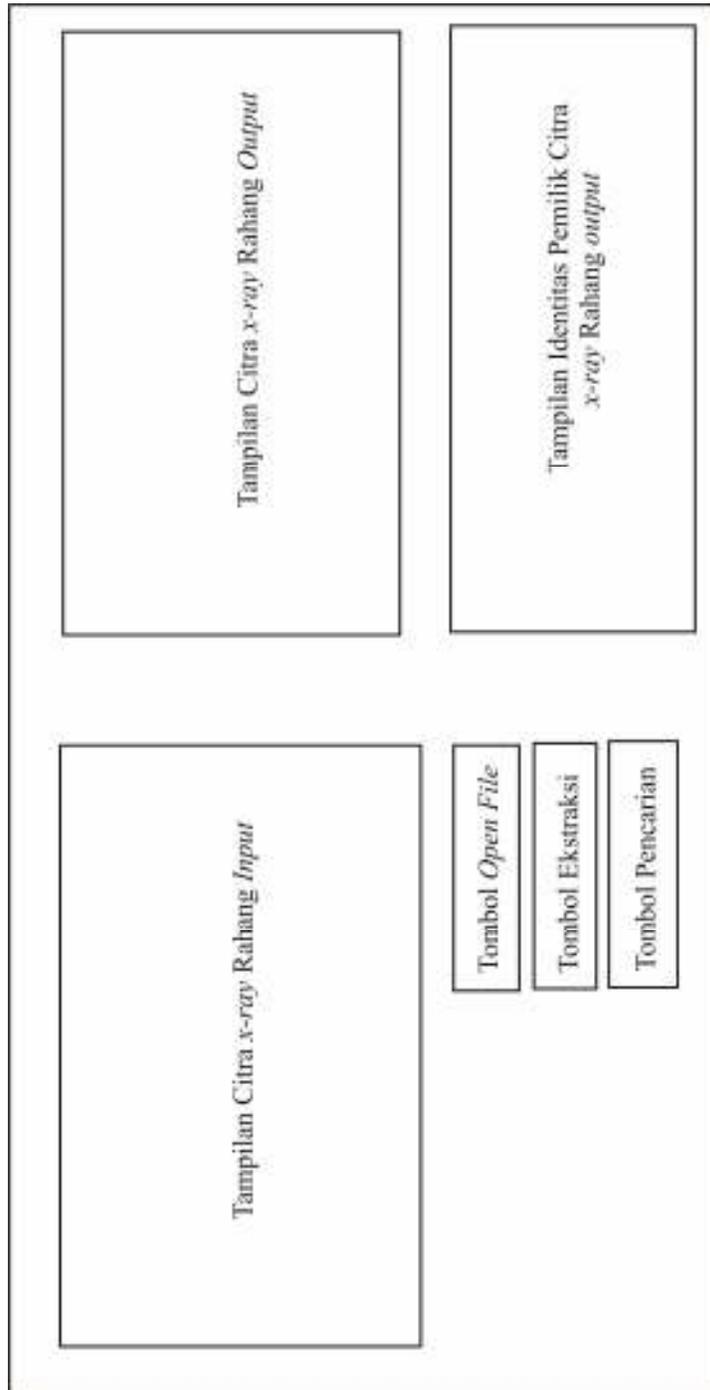
4.2.2 Desain Basis Data

Desain basis data yang digunakan pada sistem ini adalah basis data yang berbentuk sistem file. Pada sistem ini, basis data dari keseluruhan citra x-ray rahang di simpan kedalam sebuah folder, dimana setiap citra x-ray rahang disimpan dalam format .jpg dan .PNG. Sedangkan untuk hasil dari proses ekstraksi dari keseluruhan citra x-ray rahang disimpan dalam sebuah file dengan format teks (.txt)

4.2.3 Desain Antar Muka

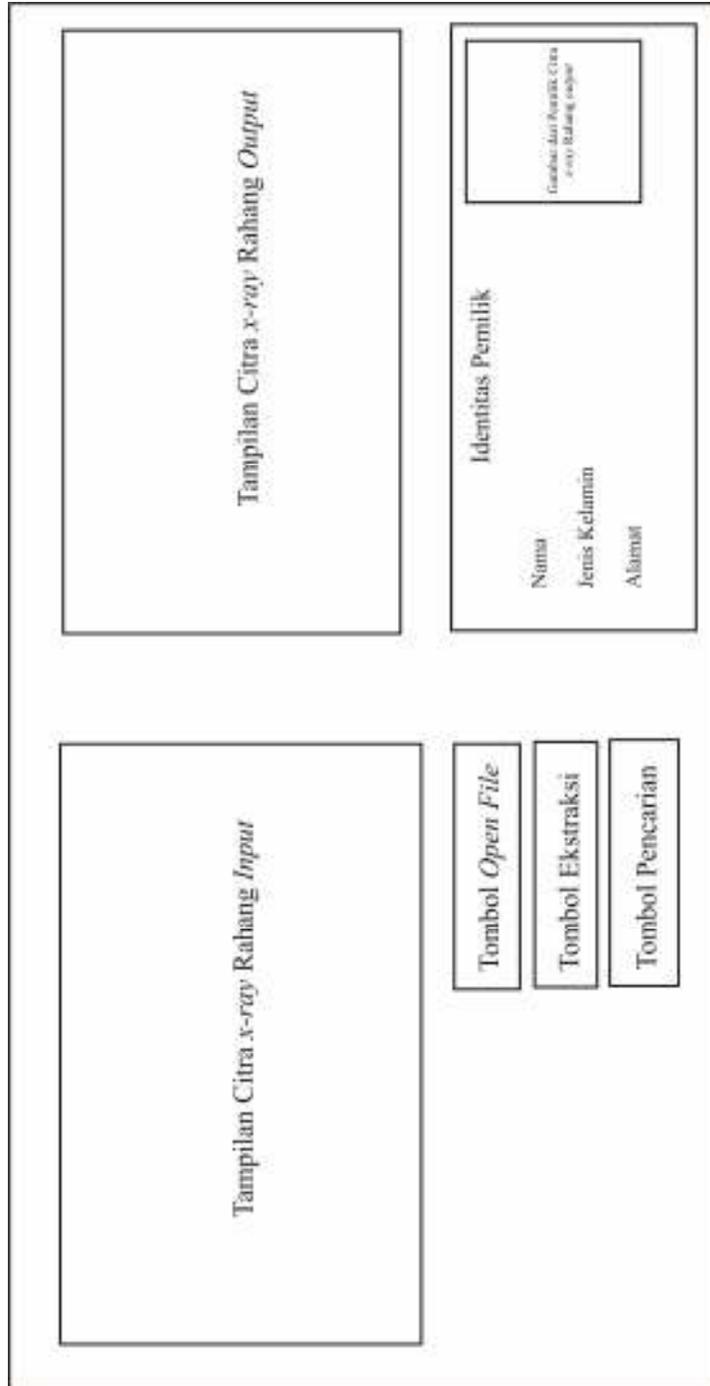
Antar muka yang dikembangkan pada sistem ini menggunakan antar muka GUI (*Graphical User Interface*). Antar muka yang dikembangkan sebagai berikut

4.2.3.1 Antar muka utama sistem



Gambar4. 3 Antar muka utama sistem

4.2.3.2 Antar muka hasil pencarian



Gambar4. 4 Antar muka hasil pencarian

BAB V

IMPLEMENTASI SISTEM

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai implementasi dari pengembangan sistem identifikasi manusia berbasis bentuk rahang. Bagian ini meliputi komponen-komponen perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem serta implementasi dari prosedur berdasarkan hasil analisis sistem yang sudah dilakukan sebelumnya .

5.1 SPESIFIKASI SISTEM

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang komponen-komponen yang digunakan dalam membangun arsitektur dari sistem ,meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

5.1.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem identifikasi manusia berbasis bentuk rahang (SIMBBR) antara lain:

Processor : AMD Turion 64

Memory : 1 GB RAM

Harddisk : 60 GB

5.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem identifikasi manusia berbasis bentuk rahang (SIMBBR) antara lain:

Sistem Operasi : Microsoft Windows XP

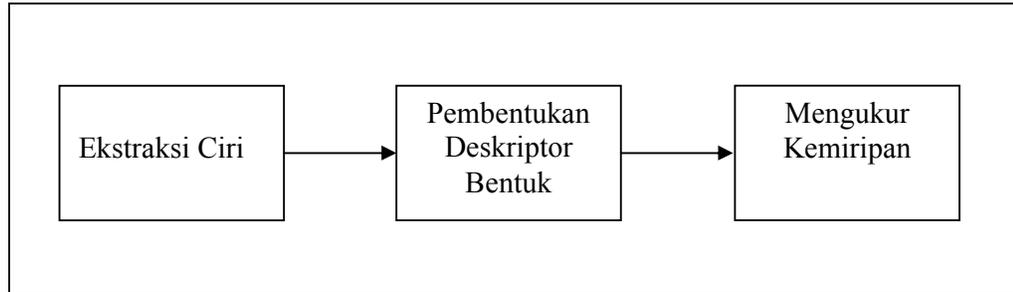
Lingkungan Pengembangan : Visual Studio C++ 6.0

Library : Open CV

Perangkat lunak untuk ekstraksi citra : Correl draw 12 dan Photoshop CS2

5.2 IMPLEMENTASI PROSEDUR

Pengimplementasian prosedur-prosedur dilakukan berdasarkan hasil analisis pengembangan sistem. Berdasarkan hasil analisis tersebut, sistem ini terdiri dari tiga buah proses yang saling berhubungan, yaitu proses ekstraksi ciri, proses deskriptor bentuk, dan proses dari pengukur kemiripan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5.1.



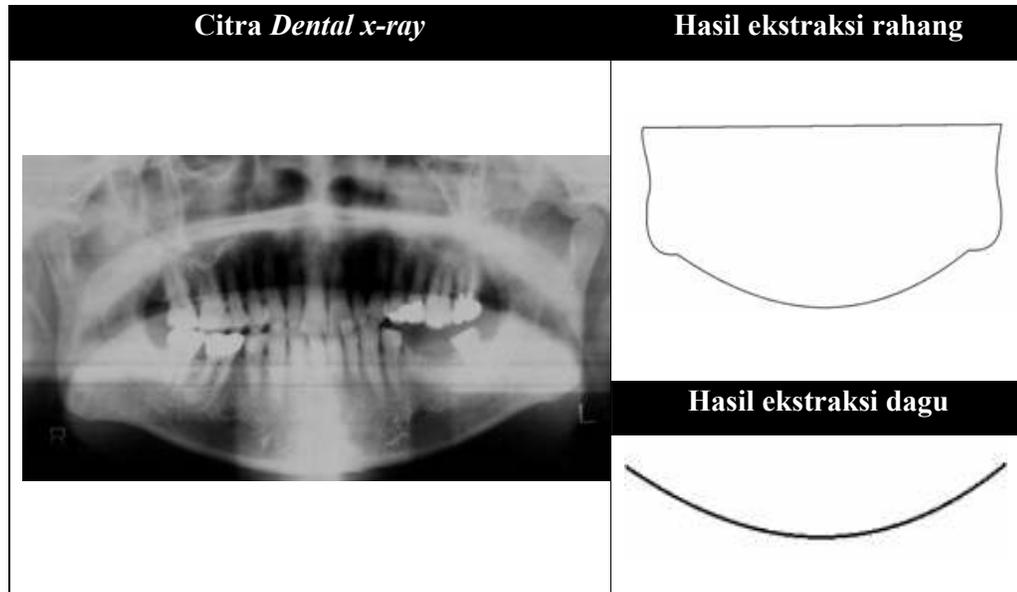
Gambar 5. 3 Alur proses sistem

Masing-masing dari proses tersebut disusun oleh satu atau lebih prosedur. Prosedur-prosedur tersebut merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama yang ada dalam tiap proses.

5.2.1 Prosedur-prosedur pada proses ekstraksi ciri

Pada penelitian ini, ekstraksi ciri yang dilakukan tidak menggunakan metode-metode yang umum dipakai, seperti *edge detection* atau *region detection* melainkan dengan dilakukan secara manual. Proses ekstraksi secara manual dilakukan dengan cara men-*trace* lengkung rahang dan dagu dari setiap citra *Dental x-ray*, proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Correl draw 12 dan Photoshop. Masing-masing hasil ekstraksi ciri disimpan dalam

berkas dengan tipe bitmap (.bmp). Hasil dari proses ekstraksi ditunjukkan oleh gambar 5.2.



Gambar 5. 4 Hasil ekstraksi ciri

5.2.2 Prosedur-prosedur pada proses pembentukan deskriptor

Pada proses ini, hasil dari ekstraksi ciri akan di deskripsikan agar memudahkan melakukan perhitungan untuk proses berikutnya. Pada penelitian ini ada dua jenis metode deskriptor bentuk yang digunakan, metode *quadratic regression* dan metode *centroid distance*. Berikut prosedur-prosedur yang diimplementasi untuk masing-masing metode.

5.2.2.1 prosedur pada metode quadratic regression

1. prosedur pengambilan data

2. prosedur pencarian bobot (Weight)

3. prosedur pencarian data prediksi

5.2.2.2 prosedur pada metode centroid distance

1. Prosedur pengabilan data

2. Prosedur penentuan titik pusat

3. Prosedur penghitungan jarak ke titik pusat

5.2.2 Prosedur-prosedur pada proses pencocokan

Proses pencocokan menggunakan dua macam pendekatan yaitu metode *fuzzy similarity* dan metode *least square loss function*. Prosedur-prosedur yang diimplementasi pada proses ini, didasarkan kepada kedua metode tersebut.

5.2.3.1 Prosedur Pengukuran Kemiripan dengan metode *Fuzzy Similarity*

5.2.3.2 Prosedur pada metode *Least Square Loss Function*

5.3 ANTAR MUKA

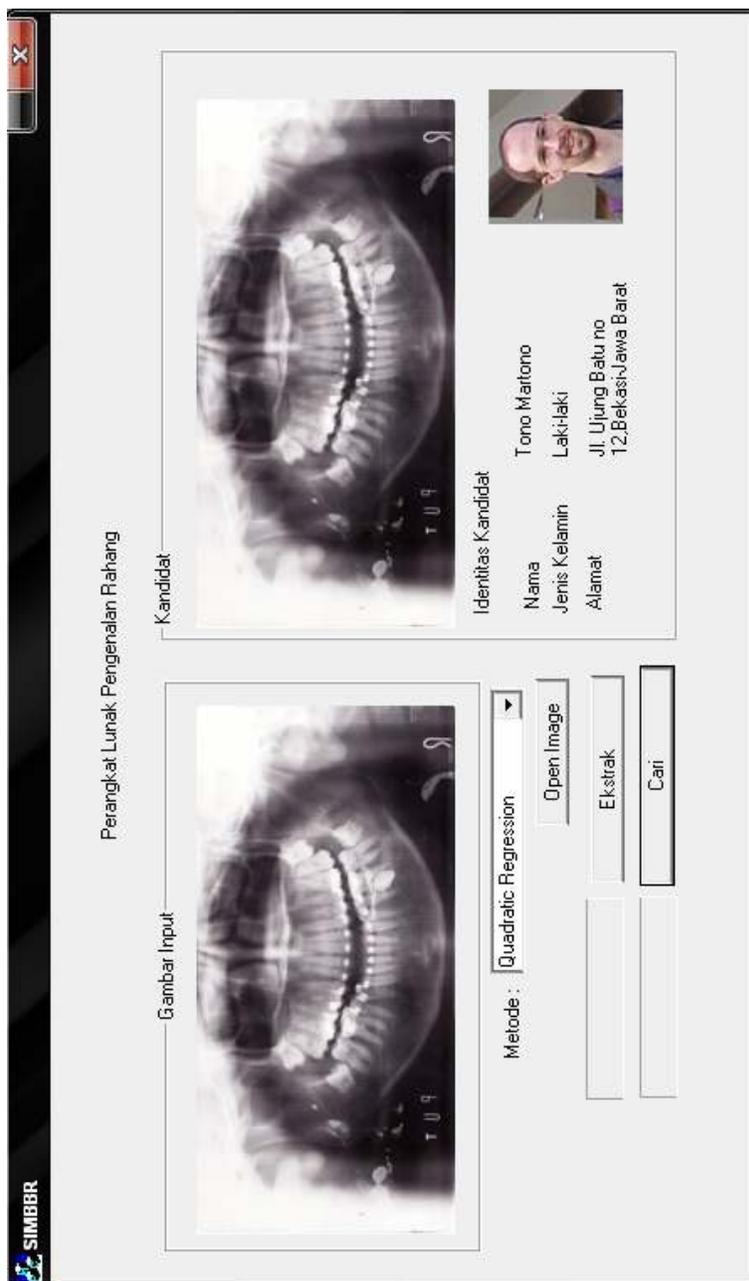
Bagian ini akan ditampilkan antar muka (*interface*) dari sistem identifikasi manusia berbasis bentuk rahang (SIMBBR) antara lain

5.3.1 Antar Muka Utama



Gambar5.3Antar muka utama sistem

5.3.3 Antar Muka Hasil



Gambar5. 5 Antar muka Hasil

BAB VI

UJI COBA DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai percobaan-percobaan yang dilakukan dalam implementasi sistem identifikasi manusia berbasis bentuk rahang.

6.1 DATA IMPLEMENTASI

Data yang digunakan dalam percobaan ini berupa citra *dental x-ray*. Citra *dental x-ray* ini didapatkan dari Rumah Sakit Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia dan juga beberapa didapatkan dari internet. Jumlah data yang digunakan dalam percobaan ini sebanyak 11 buah citra. Masing-masing citra berasal dari orang yang berbeda. Setiap citra disimpan dalam format bitmap (.bmp). Data dari percobaan ini dapat dilihat pada bagian lampiran.

6.2 SKENARIO PENGUJIAN

Hal yang penting diperhitungkan dalam melakukan pengujian adalah membangun lingkungan pengujian yang serupa atau mendekati lingkungan sebenarnya ketika kelak sistem diimplementasikan. Pembangunan lingkungan pengujian ini bisa dilakukan dengan menyusun beberapa buah skenario yang kemungkinan muncul ketika kelak diimplementasikan. Penyusunan skenario ini

juga bertujuan untuk memastikan fungsi-fungsi yang ada pada sistem berjalan dengan semestinya. Pada penelitian ini yang menjadi parameter keberhasilan adalah kemampuan sistem dalam mengembalikan citra yang sesuai dengan citra inputan.

Pada pengujian ini, ada tiga buah skenario yang akan diujikan, ketiga skenario tersebut adalah sebagai berikut:

1. **Skenario pertama**, Pengukuran kemiripan didasarkan pada kemiripan bentuk lengkung, ada dua jenis bentuk lengkung yang digunakan, pertama bentuk lengkung rahang keseluruhan, dan yang kedua bentuk lengkung dagu. Jumlah data yang digunakan yaitu 11 buah citra. Tujuan dari pengujian ini untuk mengukur sejauh mana sistem mampu mengembalikan citra yang relevan dengan citra inputan. Percobaan pada skenario pertama, dilakukan sebanyak sebelas kali untuk tiap metode, sesuai dengan jumlah citra input yang dimiliki.
2. **Skenario kedua**, Jumlah dan jenis citra basis data yang digunakan pada skenario ini sama dengan jumlah dan jenis citra pada skenario pertama, namun pada skenario ini akan dilakukan modifikasi terhadap data yang menjadi input, dimana setiap data input yang digunakan pada skenario pertama akan di rotasikan sebesar 1, 3 dan 5 derajat. Yang menjadi parameter pengukuran dalam proses pencarian kemiripan sama pada skenario yaitu berdasarkan bentuk lengkung rahang dan bentuk lengkung dagu.

Tujuan dari skenario ini adalah mengukur kinerja sistem dalam menangani jenis citra input yang telah mengalami rotasi relatif terhadap citra yang terdapat pada basis data. Jumlah percobaan yang dilakukan pada skenario ini, sama dengan jumlah percobaan yang dilakukan pada skenario pertama, yaitu sebelas kali untuk tiap metode dan setiap kali percobaan citra yang dijadikan input berbeda dengan citra yang digunakan pada sebelumnya dan sesudahnya .

3. **Skenario ketiga**, pada skenario ini citra yang dijadikan input merupakan modifikasi dari citra yang digunakan pada skenario pertama. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan cara merefleksikan secara horizontal setiap citra input yang digunakan pada skenario yang pertama. Jumlah dan jenis citra basis data yang digunakan pada skenario ini sama dengan jenis dan jumlah citra yang digunakan pada skenario pertama.

Tujuan dari skenario ini adalah untuk mengukur kinerja sistem dalam mengembalikan citra yang relevan, jika citra yang dijadikan input mengalami refleksi secara horizontal relatif terhadap citra yang ada di basis data. Proses pengujian ini dilakukan sebanyak sebelas kali, untuk tiap metode.

Dalam melakukan pengujian, tiap-tiap citra input akan diujikan terhadap dua buah kelas metode ekstraksi dan pencarian. Pembagian metode ini didasarkan pada fitur yang digunakan dalam proses pencocokan. Metode *Quadratic*

regression-Least Square Loss Function (QR-LSLF), merupakan proses pencarian berdasarkan bentuk lengkung dagu. Pada metode ini metode yang digunakan sebagai pemebntuk deskriptor adalah *quadratic regression*, dan metode untuk mengukur kemiripan adalah dengan *least square loss function*. Sedangkan metode *Centroid distance-Fuzzy similarity (CD-FS)*, merupakan proses pencarian berdasarkan bentuk lengkung rahang keseluruhan. Pada metode ini yang digunakan sebagai metode pembentuk deskriptor adalah *centroid distance* sedangkan untuk mengukur kemiripan masing-masing citra dengan metode *fuzzy similarity*. Untuk lebih jelasnya, bisa dilihat pada gambar berikut:

	Metode Deskriptor bentuk	Metode Pencarian
Lengkung dagu (Metode QR-LSLF)	Quadratic regression	Least Square loss function
Lengkung Rahang (Metode CD-FS)	Centroid distance	Fuzzy similarity

Gambar 6. 3 Matriks metode ekstraksi dan pencarian

Pendekatan yang digunakan untuk mengukur relevansi dari kinerja sistem adalah dengan menghitung rasio dari jumlah citra yang berhasil ditemukan dengan jumlah pengujian, dimana tiap-tiap pengujian dilakukan terhadap citra input yang berbeda.

$$\text{Relevansi} = \frac{\text{Jumlah citra yang berhasil ditemukan}}{\text{Jumlah percobaan}} \quad (6.1)$$

6.3 HASIL PENGUJIAN

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil pengujian terhadap kedua skenario yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Data detail tentang pengujian dapat dilihat pada bagian lampiran.

6.3.1 Hasil Pengujian Skenario Pertama

Pada skenario ini citra yang dijadikan sebagai input sama dengan citra yang dijadikan sebagai kelompok basis data, dan yang kedua citra rotasi yang dijadikan sebagai citra inputan.

6.3.1.1 Pencarian dengan metode QR-LSLF

Pada percobaan ini, dari sebelas kali pengujian sistem ini berhasil mengembalikan citra yang sesuai dengan citra input. Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan metode QR-LSLF:

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 11

Jumlah percobaan = 11

Relevansi = $(11/11) * 100\%$

= 100%

6.3.1.2 Pencarian dengan metode CD-FS

Pada percobaan ini, dari sebelas kali pengujian sistem ini berhasil mengembalikan seluruh citra yang sesuai dengan citra input. Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan menggunakan metode CD-FS :

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 11

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (11/ 11) * 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

6.3.2 Hasil Pengujian Skenario Kedua

Pada skenario ini ada tiga kelompok data input, ketiga kelompok ini dibedakan berdasarkan besarnya rotasi yang dilakukan (1, 3, dan 5 derajat). Untuk masing-masing kelompok dilakukan percobaan sebanyak sebelas kali, sehingga total pengujian yang dilakukan pada skenario ini sebanyak 33 kali.

6.3.2.1 Pencarian dengan Metode QR-LSLF

Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan metode QR-LSLF untuk tiap kelompok data input:

1. Untuk input yang dirotasi 1 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 9

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (9/11) * 100\% \\ &= 81.81\%\end{aligned}$$

2. Untuk input yang dirotasi 3 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 4

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (4/11) * 100\% \\ &= 36.36\%\end{aligned}$$

3. Untuk input yang dirotasi 5 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 2

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (2/11) * 100\% \\ &= 18.18\%\end{aligned}$$

6.3.2.2 Pencarian untuk Metode CD-FS

Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan metode CD-FS untuk tiap kelompok data input:

1. Untuk input yang dirotasi 1 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 11

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (11/ 11) * 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

2. Untuk input yang dirotasi 3 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 5

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (5/ 11) * 100\% \\ &= 45.45\%\end{aligned}$$

3. Untuk input yang dirotasi 5 derajat

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 4

Jumlah percobaan = 11

$$\begin{aligned}\text{Relevansi} &= (4/ 11) * 100\% \\ &= 36.36\%\end{aligned}$$

6.3.3 Hasil Pengujian Skenario Ketiga

Berikut ini hasil dari pengujian sistem berdasarkan skenario yang ketiga. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada skenario ini citra yang dijadikan input adalah citra basis data yang telah mengalami modifikasi berupa refleksi secara horizontal.

6.3.2.2 Pencarian untuk Metode QR-LSLF

Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan metode QR-LSLF untuk tiap kelompok data input:

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 3

Jumlah percobaan = 11

Relevansi = $(3/11) * 100\%$
= 27.27 %

6.3.2.2 Pencarian untuk Metode CD-FS

Berikut tampilan dari hasil pencarian dengan metode CD-FS untuk tiap kelompok data input:

Jumlah citra yang berhasil ditemukan = 8

Jumlah percobaan = 11

Relevansi = $(8/11) * 100\%$
= 72.72%

6.4 ANALISIS PENGUJIAN

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dengan menggunakan dua skenario, sebagaimana yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya di dapatkan hasil seperti yang ditunjukkan oleh tabel berikut :

Skenario Pengujian	Citra yang relevan pada Metode QR-LSLF	Citra yang relevan pada Metode CD-FS
Skenario 1	100 %	100 %
Skenario 2		
• Rotasi 1 derajat	81.81 %	100 %
• Rotasi 3 derajat	36.36 %	45.45 %
• Rotasi 5 derajat	18.18 %	36.36 %
Skenario 3	27.27 %	72.72.%
Rata-rata persentase per metode	52.72 %	70.91 %

Tabel6. 4 Hasil pengujian terhadap ketiga skenario

Berdasarkan hasil pengujian terhadap kedua skenario diatas, terlihat bahwa proses pencarian pada skenario pertama sama-sama memiliki mampu mengembalikan citra yang relevan sebsar 100 %. Hal ini dapat terjadi karena citra yang digunakan sebagi input sama dengan citra yang digunakan sebagai basis data. Pada skenario kedua, secara keseluruhan metode CD-FS mampu mengembalikan citra yang lebih relevan dibandingkan metode QR-LS. Besarnya derjat rotasi juga mempengaruhi kemampuan sistem dalam mengembalikan citra yang relevan. Sedangkan untuk pengujian dengan menggunakan skenario yang ketiga, menunjukkan bahwa metode CD-FS lebih mampu mengembalikan citra yang relavan dengan jumlah yang besar jika dibandingkan dengan metode QR-LSLF.

Dari ketiga skenario yang diujikan terhadap sistem, rata-rata pengembalian citra yang relevan dengan menggunakan metode CD-FS jauh lebih besar jika dibandingkan dengan metode QR-LSLF. Metode CD-FS mampu mengembalikan citra yang relevan dengan rata-rata sebesar 70.91 % sedangkan metode QR-LSLF hanya mampu mengembalikan citra yang relevan sebesar 52.72 %. Hal ini menunjukkan bahwa metode CD-FS lebih cocok digunakan untuk melakukan proses pencocokan citra *dental x-ray* dibandingkan dengan metode QR-LSLF berdasarkan skenario pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

Faktor yang menyebabkan metode CD-FS mampu mengungguli metode QR-LSLF adalah karena metode CD-FS menggunakannya *fuzzy similarity* dengan fungsi keanggotaan zmf untuk memetakan selisih dari jarak titik pusat antar dua buah citra. Penggunaan metode *fuzzy similarity* mampu menoleransi perubahan pada citra yang disebabkan oleh rotasi dan refleksi. Hal tersebut menjadikan metode CD-FS relatif lebih *invariant* terhadap rotasi dan translasi jika dibandingkan dengan metode QR-LSLF.