

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB IV

ANALISA DAN PERACANGAN

Analisa merupakan tahapan yang mempunyai peranan penting dalam membangun sebuah perangkat lunak atau sistem pada komputer. Tahapan-tahapan analisa yang dilakukan bertujuan untuk membahas, menelaah secara lebih terperinci akan pemahaman dari suatu pokok permasalahan. Sehingga dengan adanya tahapan analisa dalam sebuah penelitian, dapat memperoleh pemahaman yang tepat dan akurat terhadap masalah dan semua hal yang berkaitan pada penelitian. Adapun tahapan analisa yang dilakukan pada aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface* ini bertujuan agar dapat mengenali citra wajah untuk dapat memiliki hak akses masuk kedalam sebuah ruangan. Tahapan analisa ini meliputi analisa data masukan (*input*), analisa proses, analisa data keluaran (*output*), dan perancangan.

4.1 Analisa Data Masukan (*Input*)

Analisa data masukan ini adalah tahapan utama yang dilakukan dalam aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface* yang mana tahapan ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan-kebutuhan data yang diperlukan pada proses yang ada didalam aplikasi.

Pada tahapan analisa ini kebutuhan data penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data (akuisisi citra). Data masukan yang berupa citra ini akan diproses dengan metode *viola-jones* dan *eigenface* untuk mengenali wajah yang sebelumnya telah disimpan sebagai data latih. Data citra yang digunakan pada penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface* ini memakai beberapa kriteria yang telah ditentukan. Pengambilan data latih citra tiap *user* dapat dilihat pada lampiran A. Adapun salah satu contoh kriterianya dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengambilan Data Latih Citra Tiap User

No	Jarak	Ekspresi	Data
1.	Jarak yang digunakan adalah ± 100 cm	Wajah hadap depan dengan ekspresi datar	
2.		Wajah hadap depan dengan ekspresi senyum	
3.		Wajah hadap depan dengan ekspresi kelihatan gigi	

4.1.1 Pembagian Data Citra

Pembagian data citra dilakukan untuk proses identifikasi dengan menggunakan metode *viola-jones* dan *eigenface* dengan membagi data menjadi citra latih dan citra uji. Pada penelitian ini sumber data yang digunakan dikumpulkan sendiri oleh peneliti. Berikut rincian data latih dan data uji yang dibutuhkan:

a. Data Latih

Data citra latih merupakan data citra wajah yang telah disimpan kedalam *database* sistem dan digunakan untuk pelatihan. Data latih terdiri dari citra wajah 20 dengan masing-masing orang memiliki 3 varian citra wajah yang berbeda dengan ekspresi datar, senyum dan kelihatan gigi sehingga jumlah citra sebanyak 60 data latih.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

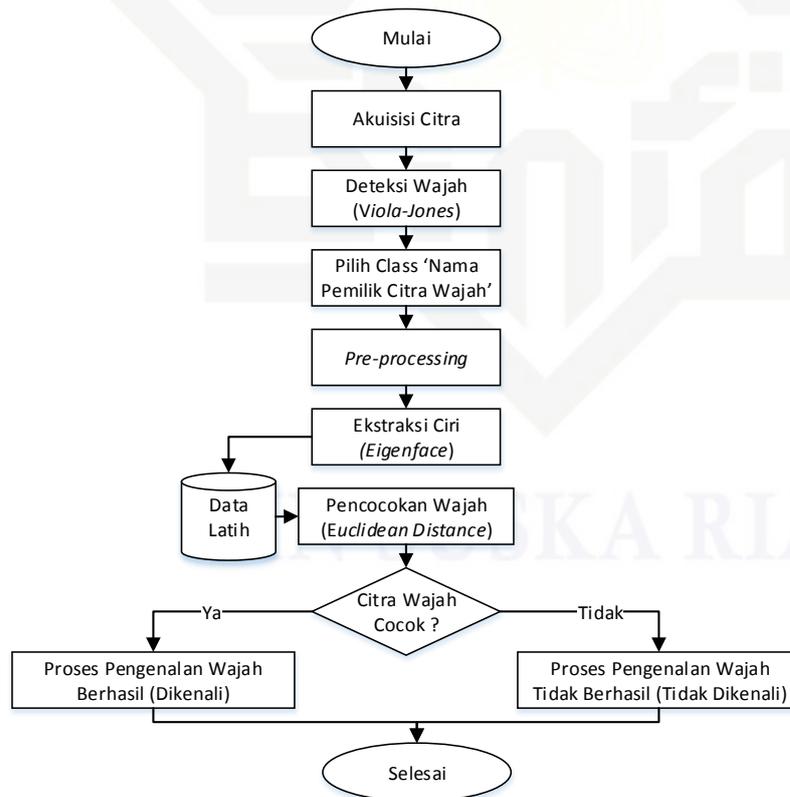
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

b. Data Uji

Data uji merupakan data citra wajah masukan yang digunakan untuk pengujian dan kemudian dilakukan pencocokan dengan data citra wajah yang ada didalam data latih. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengukur tingkat kemiripan dari citra latih dengan citra uji dari proses ekstraksi ciri. Pengujian yang dilakukan terdiri dari 10 citra wajah didalam data latih dan 10 citra wajah diluar data latih dengan masing-masing citra memiliki ekspresi datar, senyum, dan kelihatan gigi. Sehingga total pengujian yang dilakukan memiliki data uji sebanyak 30 citra wajah didalam data latih dan 30 citra wajah diluar data latih.

4.2 Analisa Proses

Analisa proses bertujuan untuk menentukan ruang lingkup tahapan yang lebih spesifik terkait dalam membangun sebuah aplikasi. Adapun alur proses dalam analisa ini dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Flowchart Proses Pengenalan Wajah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut rincian tahapan-tahapan pada proses pengenalan wajah:

1. Tahap Akuisisi Citra

Akuisisi merupakan tahap awal untuk memperoleh citra wajah sebagai bahan untuk proses pelatihan maupun proses pengujian. Tahap akuisisi citra pada proses pelatihan dilakukan untuk pengambilan citra wajah (*capture image*) menggunakan kamera *video* dengan berbagai ekspresi berupa: wajah menghadap depan dengan ekspresi datar, wajah menghadap depan dengan ekspresi senyum dan wajah menghadap depan dengan ekspresi kelihatan gigi. Kemudian hasil citra wajah disimpan sesuai dengan nama pemilik citra wajah tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai data latih untuk proses pengujian.

Proses akuisisi citra pada pengujian dilakukan secara *realtime* dengan *webcam* yang telah terhubung dengan komputer. Proses akuisisi pada pengujian citra wajah dilakukan berdasarkan ekspresi wajah melalui sensor *webcam* dengan pencahayaan yang cukup. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian yang dilakukan dalam mengakuisisi citra dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data citra dilakukan dengan menentukan jarak antar citra dan objek lebih kurang 100 cm menggunakan *webcam*.
2. Jenis citra yang digunakan dalam akuisisi citra terdiri dari 60 citra wajah manusia. Pada gambar 4.2 dapat dilihat contoh citra wajah yang digunakan pada penelitian.



Gambar 4.2 Contoh Citra Wajah Sebelum Diakuisisi citra

2. Tahap Deteksi Wajah (*Viola-Jones*)

Setelah adanya tahapan akuisisi yang menghasilkan citra wajah yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, tahapan selanjutnya adalah mendeteksi wajah. Tahap ini dilakukan untuk mencari ada atau tidaknya wajah dalam suatu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

citra. Pendeteksian wajah ini menggunakan metode *viola-jones*. Pada metode ini terdiri dari empat konsep utama, yaitu: fitur *haar* bertujuan untuk memisahkan citra yang tidak diperlukan (memisahkan objek wajah dengan *background*), *integral image* digunakan untuk pendeteksian fitur secara cepat dengan menentukan ada atau tidaknya dari ratusan fitur pada sebuah gambar dan pada skala yang berbeda secara efisien, *AdaBoost* digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan menggabungkan banyak klasifikasi lemah menjadi klasifikasi kuat, *Cascade Classifier* digunakan untuk mengkombinasikan *classifier* kompleks dalam klasifikasi bertingkat yang dapat meningkatkan kecepatan pendeteksian objek dengan menfokuskan pada daerah citra yang hanya berpeluang. Metode ini melakukan deteksi wajah dengan teknik *sub-windows* atau pergeseran piksel mulai dari kiri hingga kanan bawah. *Sub-window* akan menelusuri setiap bagian dari citra, dimulai dari posisi (0,0) sampai posisi ujung kanan bawah. Setelah itu, *sub-window* akan kembali keposisi awal (0,0) dengan ukuran yang lebih besar. Demikian seterusnya hingga ukuran *sub-window* sebesar ukuran citra yang dideteksi.

Berikut contoh citra masukan dalam mendeteksi wajah pada metode *viola-jones* dengan dimensi 7×7 piksel dengan nilai piksel sebagai berikut:

5	7	11	15	20	22	27
3	10	32	5	12	9	21
11	7	15	10	22	6	8
9	13	6	18	11	24	12
5	11	14	21	28	13	24
8	5	15	19	13	24	18
3	9	19	28	11	22	25
5	8	11	18	32	28	23

Gambar 4.3 Contoh Fitur Haar

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5	12	23	38	58	80	107
8	25	68	88	120	151	199
19	43	101	131	185	222	278
28	65	129	177	242	303	371
33	81	159	228	321	395	487
41	94	187	275	381	479	589
44	106	218	332	449	569	704
49	119	242	374	523	671	829

Gambar 4. 4 Contoh *Integral Image*

Untuk menghitung nilai *fitur haar* secara cepat, digunakan *integral image* pada persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai fitur haar} &= |(372+5-(49+38)) - (829+38-(374+107))| \\
 &= |290 - 386| \\
 &= 96
 \end{aligned}$$

Setelah nilai fitur didapatkan, kemudian menggunakan *AdaBoost* untuk mengetahui suatu fitur apakah merepresentasikan adanya wajah dalam suatu citra masukan. Metode *Adaboost* ini menggabungkan banyak *classifier* lemah menjadi satu *classifier* kuat. Berikut adalah contoh dari *AdaBoost* untuk pengklasifikasian wajah:

1. Dimisalkan terdapat 30 gambar untuk training fitur, dimana terdapat gambar positif dan 24 gambar negatif.
2. Input berupa : gambar untuk *training* (x_i, y_i) , dimana x_i adalah nomor gambar ke- i ,

$$y_i = 1 \text{ untuk gambar positif}$$

$$y_i = 0 \text{ untuk gambar negatif}$$

Contoh: gambar ke-1, ... , ke-30 $\rightarrow (1,1), \dots, (6,1), (7,0), \dots, (30,0)$



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Inisialisasi : bobot awal dengan $m =$ jumlah gambar negatif, dan $l =$ jumlah gambar positif.

Contoh: $m = 24, l = 6$, maka

$$w_{l,l} = \frac{1}{2 \times 6} = 0,833, w_{l,30} = \frac{1}{2 \times 24} = 0,0208$$

3. Untuk $t = 1, \dots, T$, dimana t ialah jumlah iterasi tergantung dari banyaknya fitur yang akan dipilih.
 - a. Normalisasi bobot, sehingga penjumlahan total dari semua bobot adalah satu. W_t adalah bobot gambar pada iterasi ke- t berdasarkan persamaan 2.7
 - b. Untuk setiap fitur, j , latih *classifier* h_j . Evaluasi *error rate* berdasarkan persamaan 2.8
 - c. Pilih fitur dengan *error rate* terkecil.
 - d. Perbaharui bobot berdasarkan persamaan 2.9, yaitu dengan $e_i = 1$ apabila gambar diklasifikasi dengan benar dan 0 bila diklasifikasi salah.
 - e. Hasil akhir klasifikasi yang baik adalah diperoleh *strong classifier* dimana $\alpha_t = \log \frac{1}{\beta_t}$ pada persamaan 2.10.

Berikut *pseudocode* untuk mendeteksi wajah:

```

Function deteksi wajah
{I.S : Citra realtime }
{F.S : Rectangle pada citra wajah }

kamus
img, face : getsnapshotvid
MinSize : integer
ScaleFacor : double
Merge Threshold : integer

algoritma
For face -> total == 0
  begin
    bnt <-0;
    xxn <-0;
    while bnt<1 then
      img <- getsnapshot(vid);
      face <- FDetect=vision.CascadeObjectDetector('face.xml');
      BB<-step(FDetect, img);
      bnt<-length(BB);
      disp (xxn);
      if (bnt >= 1) then
  
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```

imshow(img);
rectangle('Position',BB(1,:), 'EdgeColor','r','LineWidth',3);

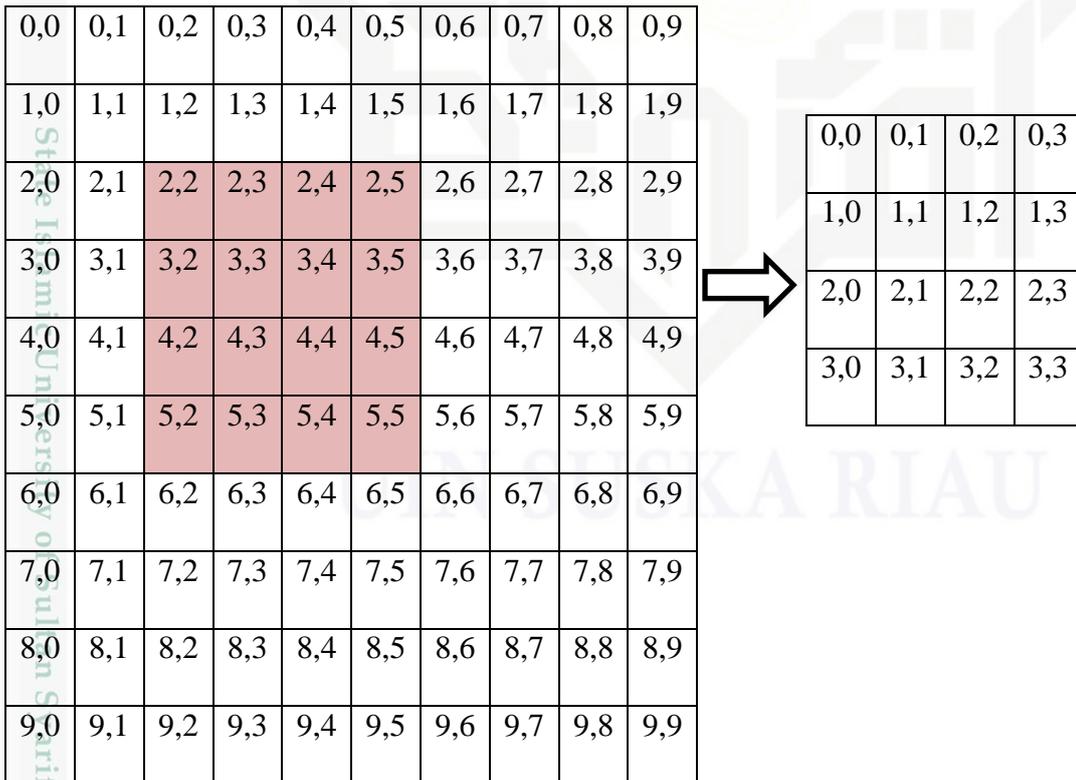
endif
end
N <-size(BB,1);

endfor
endfunction
    
```

Setelah objek wajah yang terdeteksi, dilakukan garis pengkotakan persegi pada area citra wajah yang telah terdeteksi tersebut. Kemudian setelah citra wajah terdeteksi dilakukan pemotongan citra (*cropping*) wajah dengan membuang *background* citra. Pemotongan citra bertujuan untuk mengambil citra yang diperlukan untuk proses ekstraksi. Proses *cropping* dilakukan secara otomatis setelah adanya wajah yg terdeteksi yang terdapat pada *library OpenCV*. Pada gambar 4.3 dapat dilihat contoh citra wajah yang telah di *cropping*. Adapun proses pemotongan citra yang asli berukuran 10×10 piksel dan dilakukan proses *cropping* dengan ukuran 4×4 piksel adalah sebagai berikut:

Citra Asli 10×10 piksel

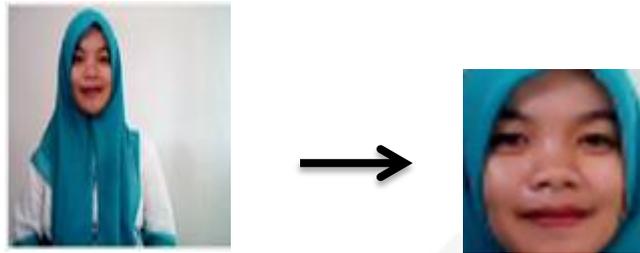
Citra Hasil *Cropping*
 4×4 piksel



Gambar 4.5 Proses *Cropping* Citra

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4. 6 *Cropping* Citra

3. Tahap Pilih *Class*

Setelah adanya tahapan deteksi objek wajah, tahap selanjutnya adalah tahap pilih *class*. Tahap ini bertujuan untuk memberi label nama sesuai dengan pemilik citra wajah.

4. Tahap *Pre-processing*

Setelah adanya tahapan pilih *class*, tahap selanjutnya adalah *pre-processing*. Pada tahapan *pre-processing* ini mempunyai 2 tahapan sebagai berikut:

a. *Resizing* citra.

Tahap *resize* citra merupakan proses normalisasi dimensi citra wajah, yaitu proses pembesaran atau pengecilan dimensi citra wajah menjadi dimensi yang telah ditentukan. Tujuannya untuk menyamakan dimensi wajah dari tiap citra yang dimasukkan sehingga tidak terjadinya perbedaan dimensi dari matriks data citra wajah pada proses ekstraksi citra. Diasumsikan sebuah citra berukuran 148×148 piksel, kemudian dilakukan *resizing* citra menjadi menjadi 100×100 piksel. Pada gambar 4.7 dapat dilihat contoh citra wajah yang di *resize*.



Gambar 4. 7 *Resizing* Citra

b. *Grayscale*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tahapan *grayscale* ini merupakan tahapan untuk mengkonversi atau merubah citra dari RGB ke dalam bentuk derajat keabuan. Teknik *grayscale* ini berguna untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam mendeteksi sebuah citra wajah karena adanya pengaruh cahaya dan meminimalisir perhitungan citra itu sendiri. Sehingga dengan adanya *grayscale* dapat memperbaiki kualitas citra masukan agar memudahkan proses pengenalan tanpa menghilangkan informasi utamanya. Berikut contoh perhitungan nilai RGB ke *grayscale* menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:



Gambar 4. 8Citra RGB ke Citra *Grayscale*

$$R = \begin{bmatrix} 35 & 52 & 59 \\ 44 & 49 & 51 \\ 71 & 66 & 59 \end{bmatrix}, \quad G = \begin{bmatrix} 35 & 50 & 53 \\ 47 & 45 & 51 \\ 68 & 66 & 62 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 38 & 52 & 61 \\ 42 & 42 & 47 \\ 76 & 62 & 58 \end{bmatrix}$$

$$Grayscale = 0,299 \begin{bmatrix} 35 & 52 & 59 \\ 44 & 49 & 51 \\ 71 & 66 & 59 \end{bmatrix} + 0,587 \begin{bmatrix} 35 & 50 & 53 \\ 47 & 45 & 51 \\ 68 & 66 & 62 \end{bmatrix} + 0,114 \begin{bmatrix} 38 & 52 & 61 \\ 42 & 42 & 47 \\ 76 & 62 & 58 \end{bmatrix}$$

$$grayscale = \begin{bmatrix} 10 & 16 & 18 \\ 13 & 15 & 15 \\ 21 & 20 & 18 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 21 & 29 & 31 \\ 28 & 26 & 30 \\ 40 & 39 & 36 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4 & 6 & 7 \\ 5 & 5 & 5 \\ 9 & 7 & 7 \end{bmatrix}$$

$$grayscale = \begin{bmatrix} 35 & 51 & 56 \\ 46 & 46 & 50 \\ 70 & 66 & 61 \end{bmatrix}$$

5 Tahap Ekstraksi Ciri

Setelah dilakukan tahapan *pre-processing* yang menghasilkan citra wajah yang telah di *resize* dan *grayscale*, proses selanjutnya adalah tahapan ekstraksi ciri digunakan untuk menentukan dan membedakan suatu objek wajah terhadap wajah lain. Tahapan ini bertujuan untuk mengambil ciri dari suatu citra. Pada penelitian ini ekstraksi ciri menggunakan metode *eigenface* pada proses pengambilan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

cirinya. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat dalam pengambilan ciri wajah.

Setelah citra wajah terdeteksi, citra wajah akan diekstraksi untuk diambil cirinya. Kemudian dicari nilai *eigenface* antara citra latih dan citra uji. Nilai tersebut akan digunakan untuk mencari bobot citra latih dan citra uji masing-masing. Setelah nilai bobot didapatkan kemudian akan diproses untuk pengenalan. Untuk dapat melihat lebih rinci proses perhitungan ekstraksi fitur menggunakan metode *eigenface*, berikut contoh perhitungan sederhananya:

Diketahui contoh perhitungan sederhana dengan tiga buah matrik berukuran 100×100 piksel. Dimisalkan terdapat 3 buah citra latih (A, B, dan C) setelah tahapan *pre-processing* selesai dilakukan. Hal ini agar mempermudah dalam perhitungan manual. Citra ini akan dihitung nilai dan bobotnya menggunakan metode *eigenface*:

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{bmatrix} 50 & 0 & \dots & 75 \\ 0 & 25 & \dots & 50 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 50 & 25 & \dots & 0 \end{bmatrix} \\
 B &= \begin{bmatrix} 0 & 100 & \dots & 50 \\ 0 & 25 & \dots & 25 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 50 & 100 & \dots & 0 \end{bmatrix} \\
 C &= \begin{bmatrix} 25 & 125 & \dots & 25 \\ 0 & 25 & \dots & 50 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 50 & 25 & \dots & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Pertama, masing-masing citra dirubah menjadi matriks baris:

$$A = [50 \ 0 \ \dots \ \dots \ 75 \ 0 \ 25 \ \dots \ \dots \ 50 \ 50 \ 25 \ \dots \ \dots \ 0]$$

$$B = [0 \ 100 \ \dots \ \dots \ 50 \ 0 \ 25 \ \dots \ \dots \ 25 \ 50 \ 100 \ \dots \ \dots \ 0]$$

$$C = [25 \ 125 \ \dots \ \dots \ 25 \ 0 \ 25 \ \dots \ \dots \ 50 \ 50 \ 25 \ \dots \ \dots \ 0]$$

Kemudian, matriks baris digabung menjadi matriks besar S, menjadi:

$$S = \begin{bmatrix} 50 & 0 & \dots & \dots & 75 & 0 & 25 & \dots & \dots & 50 & 50 & 25 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 100 & \dots & \dots & 50 & 0 & 25 & \dots & \dots & 25 & 50 & 100 & \dots & \dots & 0 \\ 25 & 125 & \dots & \dots & 25 & 0 & 25 & \dots & \dots & 50 & 50 & 25 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

b. Menghitung nilai rata-rata dengan mengambil nilai tengah dari kolom menggunakan persamaan rumus 2.13 berikut:

$$\psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M X_n$$

$$\text{Kolom 1} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 50 \\ 0 \\ 25 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} + (50 + 0 + 25) = \frac{75}{3} = 25$$

$$\text{Kolom 2} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 100 \\ 125 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} + (0 + 100 + 125) = \frac{225}{3} = 75$$

⋮

$$\text{Kolom 100} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 25 \\ 50 \\ 75 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} + (25 + 50 + 75) = \frac{150}{3} = 50$$

⋮

$$\text{Kolom 10.000} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} + (0 + 0 + 0) = \frac{0}{3} = 0$$

Sehingga diperoleh sebuah matriks baru, yaitu rata-rata citra menjadi:

$$\psi = [25 \ 75 \ \dots \ \dots \ 50 \ 0 \ 25 \ \dots \ \dots \ 25 \ 50 \ 50 \ \dots \ \dots \ 0]$$

c. Kemudian menghitung nilai fitur antara citra latih dan nilai tengah menggunakan persamaan rumus 2.14 berikut:

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\Phi_i = \begin{bmatrix} 50 - 25 & 0 - 75 & \dots & \dots & 75 - 50 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 - 0 \\ 0 - 25 & 100 - 75 & \dots & \dots & 50 - 50 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 - 0 \\ 25 - 25 & 125 - 75 & \dots & \dots & 25 - 50 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 - 0 \end{bmatrix}$$

$$\Phi_i = \begin{bmatrix} 25 & -75 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & -25 & 0 & -25 & \dots & \dots & 0 \\ -25 & 25 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 50 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 50 & \dots & \dots & -25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & -25 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Untuk menyederhanakan komputasi, maka setiap nilai matriks yang bernilai negatif dijadikan 0. Sehingga nilai fitur menjadi:

$$\Phi_i = \begin{bmatrix} 25 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 25 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 50 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 50 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

- d. Selanjutnya adalah menghitung nilai matriks kovarian menggunakan persamaan rumus 2.15 berikut:

$$C = \Phi_i \Phi_i^T$$

$$C = \begin{bmatrix} 25 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 25 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 50 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 50 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 25 & 0 & 0 \\ 0 & 25 & 50 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 25 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 50 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 3125 & 1250 & \dots & 0 \\ 1250 & 3125 & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1250 \end{bmatrix}$$

- e. Menghitung *eigenvalue* (λ) dan *eigenvector* (v) dari nilai matriks kovarian dengan persamaan berikut:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\lambda_1 = 1875, \lambda_2 = 1250, \dots, \dots, \dots, \lambda_{100} = 4375$$

Maka nilai *eigenvalue* nya adalah :

$$\lambda = \begin{bmatrix} 1875 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1250 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 4375 \end{bmatrix}$$

Eigenvector didapatkan dengan persamaan:

$$AX = \lambda X$$

$$\begin{bmatrix} \lambda - 3125 & 1250 & \dots & 0 \\ 1250 & \lambda - 3125 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda - 1250 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Untuk nilai $\lambda_1 = 1875$, maka:

$$\begin{bmatrix} (1875 - 3125) & 1250 & \dots & 0 \\ 1250 & (1875 - 3125) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & (1875 - 1250) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{bmatrix} 1250x_1 & 1250x_2 & \dots & 0 \\ 1250x_1 & 1250x_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 625x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Persamaan linearnya adalah:

$$\begin{aligned} 1250x_1 + 1250x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 &= 0 \\ 1250x_1 + 1250x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 &= 0 \\ \vdots & \\ \vdots & \\ 0 + 0 + \dots + \dots + \dots + 625x_{100} &= 0 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan di atas nilai *eigenvalue* (v)

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1875 \\ 1875 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Untuk nilai $\lambda_2 = 1250$, maka:

$$\begin{bmatrix} (1250 - 3125) & 1250 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 1250 & (1250 - 3125) & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & (1250 - 1250) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{bmatrix} -1875x_1 & 1250x_2 & \dots & 0 \\ 1250x_1 & -1875x_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Persamaan linearnya adalah:

$$-1875x_1 + 1250x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 = 0$$

$$1250x_1 + (-1875)x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 = 0$$

⋮

⋮

$$0 + 0 + \dots + \dots + \dots + 0 = 0$$

Berdasarkan persamaan di atas nilai *eigenvalue* (v)

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1250 \\ 1875 \\ \vdots \\ 1250 \end{bmatrix}$$

Pencarian nilai *eigenvalue* (v) akan dilakukan sampai dengan nilai λ_{100} , dimana

$\lambda_{100} = 4375$ maka:

$$\begin{bmatrix} (4375 - 3125) & 1250 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 1250 & (4375 - 3125) & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & (4375 - 1250) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\begin{bmatrix} 1250x_1 & 1250x_2 & \dots & 0 \\ 1250x_1 & 1250x_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1250x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Persamaan linearnya adalah:

$$1250x_1 + 1250x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 = 0$$

$$1250x_1 + 1250x_2 + \dots + \dots + \dots + 0 = 0$$

⋮

⋮

$$0 + 0 + \dots + \dots + \dots + 1250x_{100} = 0$$

Berdasarkan persamaan di atas nilai *eigenvalue* (v)

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_{100} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1875 \\ 1875 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Maka nilai *eigenvector* (v) adalah:

$$v = \begin{bmatrix} 1875 & 1250 & \dots & -1875 \\ 1875 & 1875 & \dots & 1875 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 1250 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai *eigenface* (μ) dari citra latih dengan menggunakan rumus 2.17:

$$\mu = \Phi^T \times v$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 25 \\ 50 & 25 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 25 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 25 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 50 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1875 & 1250 & \dots & -1875 \\ 1875 & 1875 & \dots & 1875 \\ \vdots & \dots & \ddots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \ddots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \ddots & \dots & \vdots \\ 0 & 1250 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 31250 & 0 \\ 140625 & 109375 & -46875 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 31250 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 46875 & 31250 & -46875 \\ 0 & 0 & 0 \\ 93750 & 93750 & 93750 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya nilai *eigenface* yang didapat diurutkan dari kecil ke besar dan tentukan nilai N, dimana N adalah *eigenface* terbesar yang akan mewakili seluruh citra latih. Misalkan nilai terbesar diambil dua kolom dari yang paling kanan, sehingga diketahui N = 2, maka diperoleh matriks sebagai berikut:

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 31250 \\ -46875 & 109375 & -46875 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 31250 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ -46875 & 31250 & 46875 \\ 0 & 0 & 0 \\ 93750 & 93750 & 93750 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad Eig_f N = \begin{bmatrix} 0 & 31250 \\ 109375 & -46875 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 31250 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 31250 & 46875 \\ 0 & 0 \\ 93750 & 93750 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya ekstraksi ciri citra latih adalah mencari nilai bobot dari masing-masing citra latih, pencarian dilakukan dengan menggunakan rumus 2.18 berikut:

$$W = \Phi \times Eig_f N$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 50 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 25 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 50 & \dots & \dots & 0 \\ 25 & 0 & \dots & \dots & 25 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 31250 \\ 109375 & -46875 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 31250 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 31250 & 46875 \\ 0 & 0 \\ 93750 & 93750 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1562500 \\ 7421875 & 8203125 \\ 6250000 & 8203125 \end{bmatrix}$$

Setiap baris dari matriks W merupakan bobot citra latih.

Keterangan:

- Baris 1 = bobot citra latih A
- Baris 2 = bobot citra latih B
- Baris 3 = bobot citra latih C

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selanjutnya melakukan tahapan ekstraksi ciri citra uji. Proses tahapan ini sama dengan ekstraksi ciri citra latih. Misalkan citra uji adalah D yang memiliki ukuran nilai piksel samadengan citra latih sebagai berikut:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 125 & \dots & 50 \\ 0 & 50 & \dots & 50 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 50 & 25 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Citra D akan di normalisasi menjadi bentuk matriks baris seperti berikut:

$$D = [0 \quad 125 \quad \dots \quad \dots \quad 50 \quad 0 \quad 50 \quad \dots \quad \dots \quad 50 \quad 50 \quad 25 \quad \dots \quad \dots \quad 0]$$

Selanjutnya cari fitur citra D dengan rumus :

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi$$

$$\Phi_i = [0 \quad 125 \quad \dots \quad \dots \quad 50 \quad 0 \quad 50 \quad \dots \quad \dots \quad 50 \quad 50 \quad 25 \quad \dots \quad \dots \quad 0] - [25 \quad 75 \quad \dots \quad \dots \quad 50 \quad 0 \quad 25 \quad \dots \quad \dots \quad 25 \quad 50 \quad 50 \quad \dots \quad \dots \quad 0]$$

$$\Phi_i = [0 \quad 50 \quad \dots \quad \dots \quad 0 \quad 0 \quad 25 \quad \dots \quad \dots \quad 25 \quad 0 \quad 0 \quad \dots \quad \dots \quad 0]$$

Jika dalam mencari nilai fitur citra ditemukan nilai dibawah nol (0) maka nilai tersebut akan di gantikan dengan nol (0).

Selanjutnya untuk mencari bobot citra uji maka akan dikalikan fitur citra uji dengan *eigenface* terpilih seperti berikut:

$$W = \Phi \times Eig_f N$$

$$WD = [0 \quad 50 \quad \dots \quad \dots \quad 0 \quad 0 \quad 25 \quad \dots \quad \dots \quad 25 \quad 0 \quad 0 \quad \dots \quad \dots \quad 0] \times \begin{bmatrix} 0 & 31250 \\ 109375 & -46875 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 31250 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 31250 & 46875 \\ 0 & 0 \\ 93750 & 93750 \\ \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$WD = [6250000 \quad 8203125]$$

Proses ekstraksi ciri selesai, didapatkan hasil nilai bobot dari masing-masing citra latih (W) dan citra uji (WD).

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1562500 \\ 7421875 & 8203125 \\ 6250000 & 8203125 \end{bmatrix} \quad WD = [6250000 \quad 8203125]$$

Selanjutnya mencocokkan nilai citra uji dan citra latih yang ada didalam *database* dengan menggunakan perhitungan *Euclidean distance*.

4.3 Analisa Keluaran (*Output*)

Analisa keluaran (*output*) ini adalah tahapan akhir yang dilakukan dalam aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface* yang mana tahapan ini bertujuan untuk menampilkan kemiripan citra wajah antara citra uji dan citra latih dengan menggunakan nilai bobot sehingga citra wajah tersebut dapat dikenali.

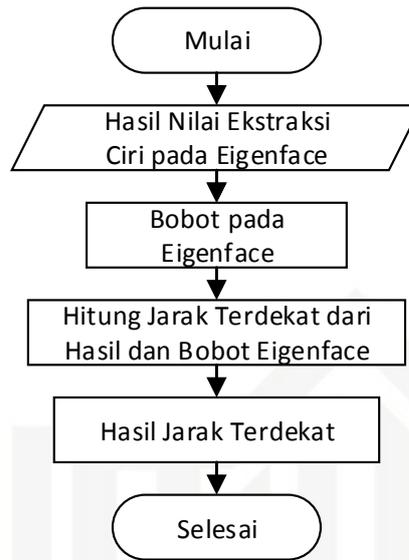
Adapun proses yang dilakukan pada analisa keluaran ini adalah:

4.3.1 Tahap Pencocokan Wajah

Setelah menghasilkan nilai *eigenface* dari tahapan ekstraksi ciri pada analisa proses, kemudian dilakukan tahapan pencocokan wajah. Tahapan ini bertujuan untuk mengukur tingkat kemiripan citra wajah antara citra uji dan citra latih dengan menggunakan nilai bobot. Perhitungan pada pencocokan citra wajah dilakukan menggunakan metode *Euclidean distance*. *Flowchart* metode *Euclidean distance* dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.9 Flowchart Euclidean Distance Menghitung Pencocokan Wajah

Proses ekstraksi ciri pada pengenalan wajah menggunakan metode *eigenface* merupakan hasil akhir berupa nilai bobot pada citra wajah. Selanjutnya untuk menghitung jarak terdekat dari nilai bobot digunakan metode *euclidean distance*. Hasil perhitungan *Euclidean distance* antara citra uji dan citra latih ini menggunakan persamaan 2.19 sebagai berikut:

- a. Jarak E_1 adalah jarak antara citra latih A dengan citra uji D

$$E_1 = \sqrt{(6250000 - 0)^2 + (8203125 - 1562500)^2} = 9119232$$

- b. Jarak E_2 adalah jarak antara citra latih B dengan citra uji D

$$E_2 = \sqrt{(6250000 - 7421875)^2 + (8203125 - 8203125)^2} = 1171875$$

- c. Jarak E_3 adalah jarak antara citra latih C dengan citra uji D

$$E_3 = \sqrt{(6250000 - 6250000)^2 + (8203125 - 8203125)^2} = 0$$

Dari tahapan ini dapat dilihat bahwa jika semakin kecil nilai jarak citra wajah, maka citra wajah tersebut memiliki tingkat kemiripan yang tinggi. Berdasarkan perhitungan pencarian jarak *Euclidean Distance* diatas didapat nilai jarak antara citra latih dan citra uji yang terkecil yaitu dengan citra C dimana nilainya 0, maka citra yang cocok dengan citra uji D adalah citra C.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$C = \begin{bmatrix} 25 & 125 & \dots & 25 \\ 0 & 25 & \dots & 50 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ 50 & 25 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 25 & 125 & \dots & 50 \\ 0 & 50 & \dots & 50 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ 50 & 25 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Akan tetapi dalam penerapan pengenalan citra wajah pada peneitian ini dijumpai kesalahan untuk mengenali wajah pengguna. Sehingga terkadang sistem salah mengenali wajah pada pengguna.

Oleh karena itu diperlukan nilai batas (*threshold*) sebagai acuan untuk menerima atau menolak identitas *user*. Proses *threshold* pada pengenalan wajah ini adalah proses penyaringan nilai kemiripan citra, dimana jika nilai kemiripan kecil dari nilai *threshold* yang telah ditentukan, maka *output* dari hasil pengenalan adalah cocok dan dikenali, sebaliknya jika nilai kemiripan *output* lebih besar dari nilai *threshold* yang telah ditentukan maka hasil pengenalan citra adalah tidak cocok dan tidak dikenali. Hal ini dihitung berdasarkan perbandingan nilai jarak yang didapatkan pada pencocokan wajah dengan nilai batas (*threshold*).

4.4 Perancangan

Perancangan merupakan rincian hasil dari analisa menjadi bentuk perancangan agar dapat dipahami dalam menjelaskan analisa dalam dunia nyata sehingga mendapatkan gambaran tentang analisa dan mudah dimengerti.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

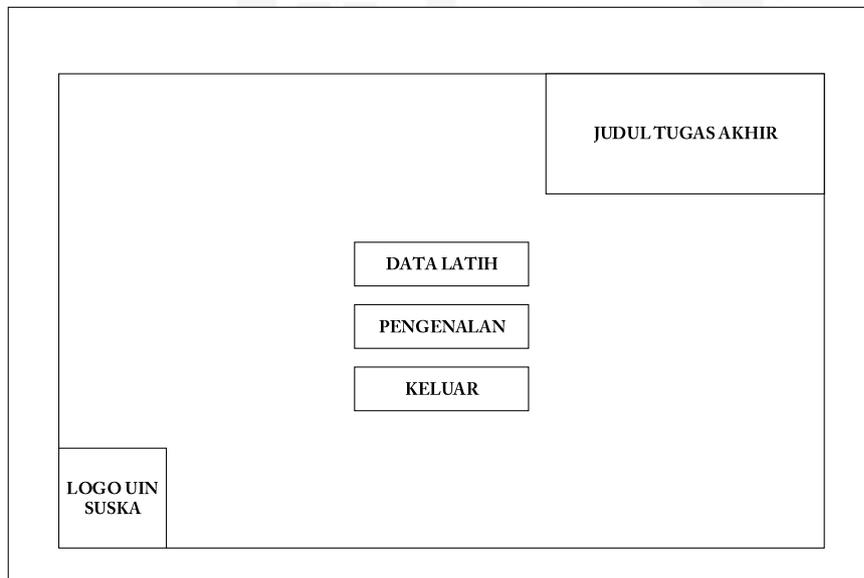
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.4.1 Perancangan Antar Muka (*Interface*)

Perancangan antar muka (*interface*) merupakan perancangan tampilan yang akan menjadi acuan pada implementasi yang akan digunakan. Rancangan antar muka dalam aplikasi yang menjadi acuan pada tahap implementasi ini meliputi: rancangan tampilan utama, rancangan tampilan latihan dan rancangan tampilan pengenalan.

4.4.1.1 Rancangan Tampilan Utama (*Home*)

Gambar 4.10 merupakan tampilan halaman utama (*home*) aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface*. Pada tampilan halaman utama ini terdapat menu berupa: menu data latihan, menu pengenalan dan menu keluar.



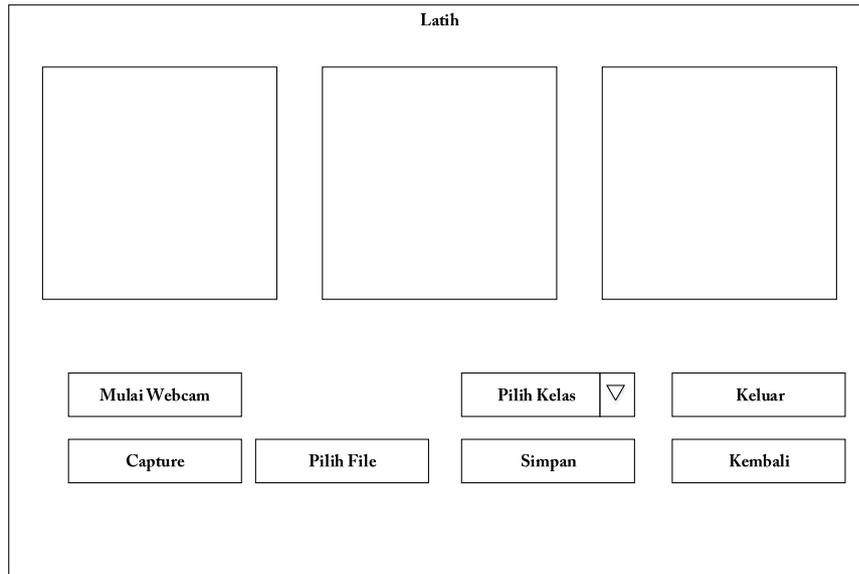
Gambar 4.10 Rancangan Tampilan Utama (*Home*)

4.4.1.2 Rancangan Tampilan Data Latihan

Gambar 4.11 merupakan tampilan halaman utama (*home*) aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface*. Deskripsi rancangan tampilan data latihan berupa: mulai *webcam*, *capture*, pilih *file*, pilih kelas, simpan, keluar, dan kembali.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

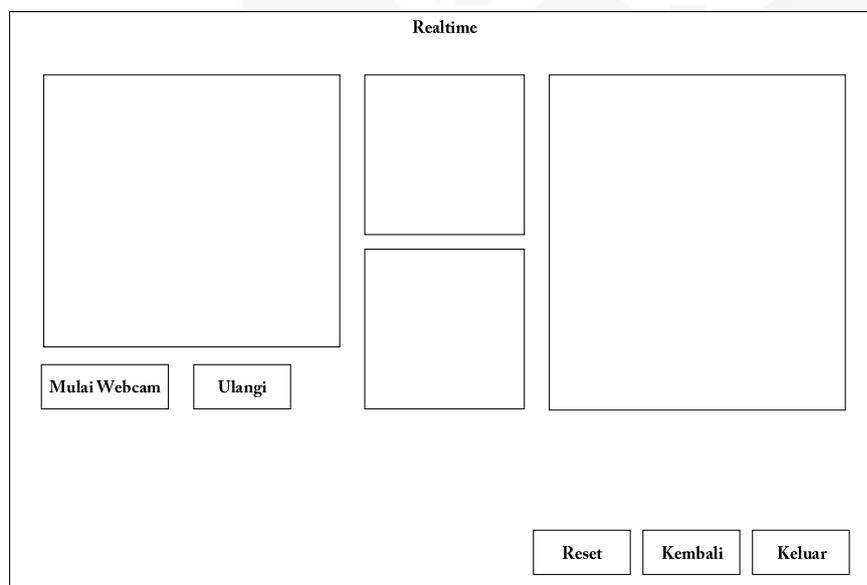
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.11 Rancangan Tampilan Data Latih

1.4.1.3 Rancangan Tampilan Pengenalan

Gambar 4.12 merupakan tampilan halaman utama (*home*) aplikasi penerapan *face recognition* dengan metode *viola-jones* dan *eigenface*. Deskripsi rancangan tampilan pengenalan ini berupa: mulai *webcam*, ulangi, *reset*, kembali dan keluar.



Gambar 4.12 Rancangan Tampilan Pengenalan