

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Biometric*

Biometric merupakan pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya. Kata *biometric* berasal dari kata Yunani yaitu *bios* dan *metron*. *Bios* berarti sesuatu yang hidup dan *metron* berarti mengukur. *Biometric* berarti mengukur karakteristik pembeda pada tubuh atau perilaku seseorang yang digunakan untuk melakukan pengenalan secara otomatis terhadap identitas orang tersebut (Adi Putra, Toni Wijanarko, 2013).

Biometric merupakan sebuah sistem atau metode yang dapat mengenali individu secara otomatis dengan memanfaatkan karakteristik fisiologis dan dari perilaku-perilaku dari individu tersebut. Dalam *biometric* terdapat 2 macam, yaitu *Physical biometric* (pengenalan melalui struktur wajah, retina, sidik jari dan iris mata) dan *Behavioral Characters* (pengenalan melalui tanda tangan dan suara).

Proses pengenalan pada sistem *biometric* terbagi dalam 2 sistem, yaitu dengan sistem verifikasi dan sistem identifikasi. Sistem verifikasi merupakan proses mengotentikasi identitas seseorang dengan membandingkan karakteristik *biometric* yang diambil sebelumnya dengan template *biometric* yang baru diambil. Sedangkan sistem identifikasi yaitu mengenali individu dengan mencari template yang terdaftar pada basis data untuk dibandingkan. Kemudian sistem ini membandingkan seseorang tersebut ada dalam basis data dan juga untuk menentukan seseorang tersebut dikenali atau tidak (Adi Putra, Toni Wijanarko, 2013).

Beberapa prinsip kerja pada sistem keamanan *biometric*, diantaranya:

1. Akurasi dari implementasi *biometric* dimana pada teknologi *biometric* akan peningkatan yang signifikan dalam akurasi pengidentifikasian identitas seseorang,

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.

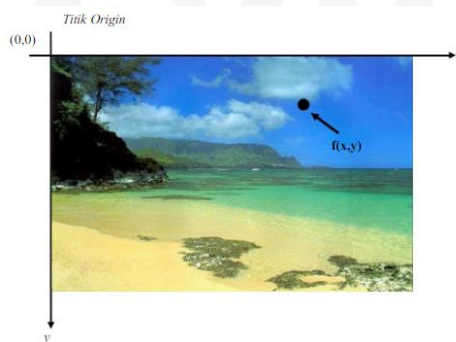
2. Metode pembuktian keaslian,
3. Pengiriman informasi dalam pelayanan,
4. Privasi masyarakat, dan
5. Faktor eksternal.

Dengan menggunakan atau memanfaatkan sistem keamanan *biometric*, sebuah keamanan dapat terjaga lebih aman dan terjamin. Karena pada sistem *biometric* akan memverifikasi data yang melekat pada tubuh sehingga tidak akan ada terjadi kesalahan manusia (*human error*).

2.2 Citra Digital

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (2 dimensi). Citra (*image*) juga dapat didefinisikan sebagai representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek atau benda yang didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi $f(x,y)$. dimana x dan y adalah nilai koordinat dan f adalah amplitudo dari pasangan koordinat (x,y) yang menunjukkan nilai intensitas atau *gray level* dari citra pada titik tersebut (Gonzalez, 2002).

Fungsi $f(x,y)$ diilustrasikan pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.1 Sumbu Koordinat Citra
(Sumber: Gonzalez Dan Woods, 2002)

Citra terbagi 2 yaitu citra yang bersifat analog dan citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat *continue* seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, dan lain-lain (Sutoyo & dkk, 2009). Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Citra digital

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

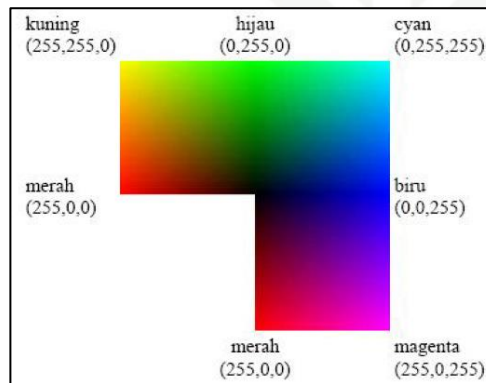
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

merupakan suatu matrik yang terdiri dari baris dan kolom dimana setiap indeks dari matriks tersebut menyatakan suatu titik pada suatu citra (Achmad, 2005). Nilai dalam matrik menyatakan tingkat kecerahan titik tersebut. titik-titik dari citra dinamakan sebagai elemen citra atau yang disebut sebagai *pixel* (*picture element*) (Gonzalez, 2002).

Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru (*Red, Green, Blue - RGB*).

2.2.1 Citra Berwarna

Citra berwarna merupakan representasi citra berwarna yang memiliki tiga komponen utama yaitu merah, hijau dan biru (*RGB*) (Achmad, 2005). *RGB* adalah suatu model warna yang terdiri dari merah, hijau dan biru digabungkan dalam membentuk suatu susunan warna yang luas. Setiap warna dasar, misalnya merah dapat diberi rentang nilai. Untuk monitor komputer, nilai rentangnya paling kecil = 0 dan paling besar = 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Masing-masing komponen pada citra berwarna mempunyai 256 kemungkinan nilai sehingga secara keseluruhan citra berwarna memiliki total 16.777.216 kemungkinan warna (Gonzalez, 2002). Bentuk representasi warna dari sebuah citra digital dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2.2 Representasi Warna RGB Pada Citra

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.

2.2.2 Citra Grayscale

Grayscale adalah teknik yang digunakan untuk mengubah citra berwarna menjadi bentuk tingkat aras keabuan (hitam-putih). Jumlah warna pada citra *grey* adalah 256, karena citra *grey* jumlah *bit*-nya adalah 8, sehingga jumlah warnanya adalah $2^8=256$, nilainya berada pada jangkauan 0-255. Format citra ini disebut dengan skala keabuan karena pada umumnya warna yang digunakan adalah antara warna hitam dan warna putih sebagai warna maksimalnya sehingga warna diantaranya adalah abu-abu (Achmad, 2005). Perubahan dari citra warna ke bentuk *grayscale* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Grayscale} = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B \dots\dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.3 Citra RGB Dan Citra Grayscale

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan teknik manipulasi citra secara digital yang khususnya menggunakan komputer, menjadi citra lain yang sesuai untuk digunakan dalam aplikasi tertentu. Operasi pengolahan citra digital umumnya dilakukan dengan tujuan memperbaiki kualitas suatu gambar sehingga dapat dengan mudah diinterpretasikan oleh mata manusia dan untuk mengolah informasi yang ada pada suatu gambar untuk kebutuhan identifikasi objek secara otomatis (Irianto, 2011).

Tujuan dari pengolahan citra adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah dibaca oleh manusia atau komputer, merupakan teknik pengolahan citra dengan mentransformasikan citra menjadi citra lain dan merupakan proses awal dari prapemrosesan dari komputer vision (Prasetyo, 2011).


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.

Pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. *Image enhancement*

Image enhancement bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra.

2. *Image restoration*

Image restoration bertujuan untuk menghilangkan cacat pada citra.

3. *Image compression*

Image compression dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit.

4. *Image segmentation*

Image segmentation bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu.

5. *Image analysis*

Image analysis bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya.

6. *Image reconstruction*

Image reconstruction bertujuan untuk membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi.

2.4 Pendeteksian Wajah (*Face Detection*)

Pendeteksian wajah adalah proses identifikasi manusia dibuat agar dapat membedakan antara objek wajah didalam sebuah citra dengan latar objek wajah (*background*) seperti tubuh, bangunan dan lain-lain. Deteksi wajah dapat digunakan untuk pencarian dan pengindeksan citra digital maupun citra video. Pemrosesan citra ini bertujuan untuk mencari wajah dari gambar obyek bergerak yang telah di *capture*. Proses ini bekerja dengan cara memeriksa citra yang dimasukan, apakah memiliki citra wajah atau tidak. Jika memiliki wajah, maka akan dilakukan pemisahan dengan cara memotong citra wajah dari latar belakang citra yang dimasukan. Sedangkan, jika masukan berbentuk video, proses yang dilakukan adalah proses *face tracking* dimana sistem berjalan secara *online* atau



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.

realtime yang membutuhkan pendeteksian secara langsung. Pendeteksian wajah merupakan langkah awal sebelum melakukan proses pengenalan sebuah wajah, yaitu *face recognition*.

Adapun faktor yang dapat mempengaruhi deteksi wajah (Septian, 2014), antara lain:

a. Pose

Bagian wajah yang terlihat pada citra bisa bervariasi (bagian depan terlihat jelas, bagian wajah ada yang tidak terlihat).

b. Komponen Struktural

Fitur pada wajah seperti kumis, jenggot, kacamata dan beberapa komponen yang bisa membuat wajah berbeda dari satu dengan yang lain. Seperti bentuk wajah, warna kulit, dan ukuran.

c. Ekspresi Wajah

Ekspresi wajah yang ada pada citra.

d. Orientasi Citra

Pengambilan gambar pada objek citra.

e. Kondisi Citra

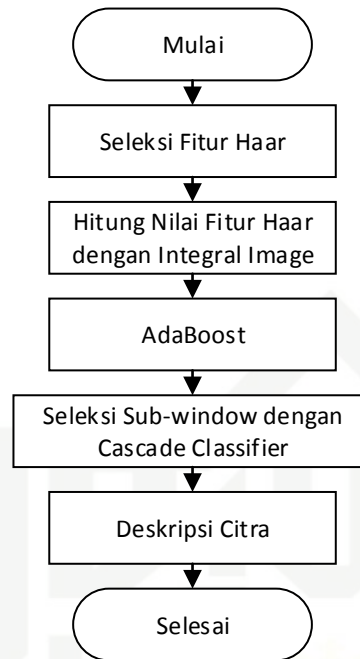
Kondisi pencahayaan (spektrum), dan karakteristik kamera (sensor, *response*, lensa) berpengaruh terhadap tampilan wajah.

2.5 Metode Viola-Jones

Metode *Viola-Jones* digunakan untuk mendeteksi wajah atau citra. Proses pendeteksian wajah dilakukan dengan mengklasifikasikan sebuah gambar setelah sebelumnya sebuah pengklasifikasian dibentuk dari sebuah data. Klasifikasi citra dilakukan berdasarkan nilai dari sebuah fitur. Penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan citra per piksel. Metode *Viola-Jones* berpusat pada penghitungan setiap piksel sehingga perhitungannya harus benar-benar terperinci. *Flowchart* perhitungan metode *viola-jones* dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.

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 2.4 Flowchart Perhitungan Metode Viola-Jones

Pendekatan untuk mendeteksi objek didalam gambar menggabungkan empat konsep utama (Paul & Jones, 2004), yaitu:

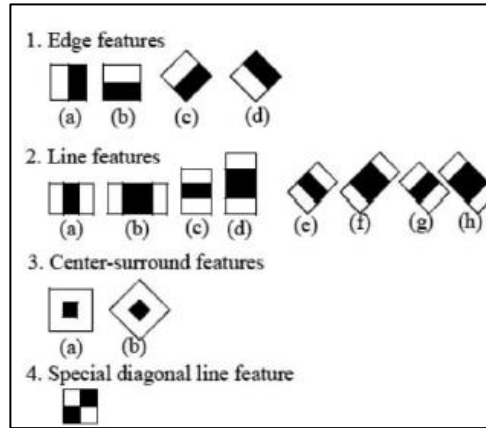
- a. Fitur segi empat sederhana, yang disebut *Haar Feature*.
- b. *Integral Image* untuk pendeteksian fitur secara cepat.
- c. *Metoda Machine AdaBoost Learning*.
- d. *Classifier of Cascade*, klasifikasi bertingkat untuk menggabungkan banyak fitur secara efisien.

2.5.1 Haar Feature

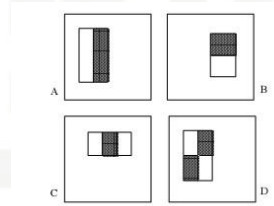
Haar feature adalah fitur yang digunakan oleh *viola* dan *jones* didasarkan pada *wavelet haar*. *Wavelet haar* adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah) (Putro, Bharata Adji, & Winduratna, 2012). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan citra perpixel. Proses klasifikasi gambar berdasarkan nilai dari fiturnya. Fitur ini merupakan *Haar-like features*. Dalam Metode *viola-jones*, terdapat tiga buah fitur berdasarkan segiempat yang terdapat didalamnya yang terdiri dari: dua persegi panjang, tiga persegi panjang dan empat persegi panjang.

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.



Gambar 2.5 Fitur Haar (Sumber Gambar: Gary Bradski & Adrian Kaehler, Paul Viola Dan Michaels J. Jones)



Gambar 2.6 Contoh Fitur Segiempat

Pada gambar 2.6 menjelaskan bahwa fitur (a) dan (b) terdiri dari dua buah segiempat, sedangkan fitur (c) terdiri dari tiga buah segiempat dan fitur (d) terdiri dari empat buah segiempat (Viola & Jones, 2004). Nilai Haar Like Feature diperoleh dari selisih jumlah nilai piksel daerah gelap dengan jumlah nilai daerah terang:

$$F(Haar) = \sum F_{White} - \sum F_{Black} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- $F(Haar)$ = Nilai fitur total
- $\sum F_{White}$ = Nilai fitur pada daerah terang
- $\sum F_{Black}$ = Nilai fitur pada daerah gelap

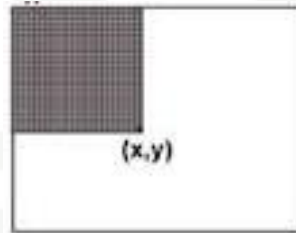
Fitur yang memiliki batas terbesar antara wajah dan bukan wajah dianggap sebagai fitur terbaik. Untuk menghitung fitur haar secara cepat, viola dan jones menggunakan *integral image*.

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.

2.5.2 Integral Image

Integral image adalah suatu teknik untuk menghitung nilai fitur secara tepat dengan mengubah nilai dari setiap piksel menjadi suatu representasi citra baru. *Integral image* digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya dari raturan fitur *haar* pada sebuah gambar dan pada skala yang berbeda secara efisien (Viola & Jones, 2004). Cara perhitungan *integral image* ialah dengan menambahkan nilai-nilai piksel diatas dan disebelah kirinya. Proses pencarian nilai fitur ini dilakukan secara *iterative* mulai dari ujung kanan bawah dengan pergeseran Δ_x dan Δ_y . Semakin kecil nilai Δ_x dan Δ_y , maka semakin akurat pula proses deteksi. Contoh *integral image* pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Ilustrasi Nilai Dari *Integral Image*

Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y') \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana,

$$ii(x, y) = i(x, y) + ii(x - 1, y) + ii(x, y - 1) - ii(x - 1, y - 1) \dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

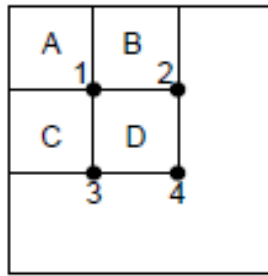
$ii(x, y)$ = Citra *integral* pada lokasi x, y

$i(x', y')$ = Nilai piksel pada citra asli

Untuk menentukan nilai rata-rata piksel pada area segiempat (yang diarsir) dapat dilakukan hanya dengan membagi nilai pada (x, y) oleh area segiempat.

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.

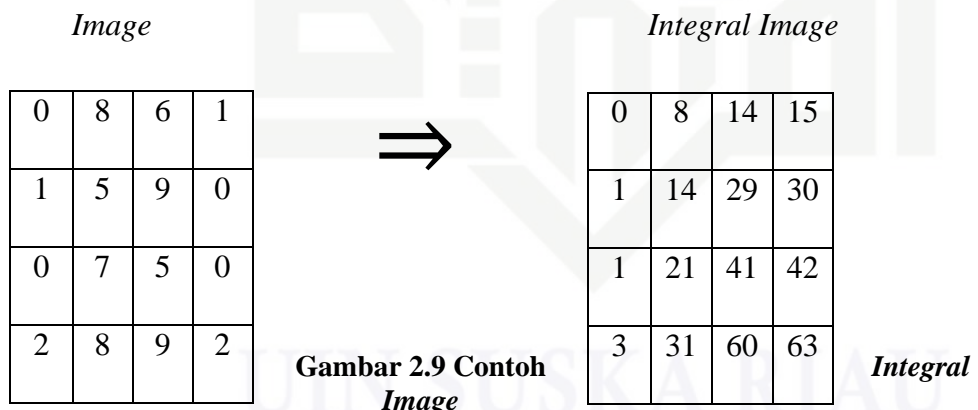


Gambar 2.8 Perhitungan *Integral* Setelah Dibagi Empat Bagian

Dengan menggunakan *integral image* dapat diketahui nilai piksel untuk beberapa segiempat lain. Misalkan segiempat D pada Gambar 2.8 diatas dapat dilakukan dengan cara menggabungkan jumlah piksel pada area segiempat $A+B+C+D$, dikurangi jumlah dalam segiempat $A+B$ dan $A+C$, ditambah jumlah piksel di dalam A. dengan $A+B+C+D$ adalah nilai dari *integral image* pada lokasi 4, $A+B$ adalah nilai lokasi 2, $A+C$ adalah nilai lokasi 3, dan A pada lokasi 1. Sehingga hasil dari D dapat dikomputasikan (Viola & Jones, 2004).

$$D = (A + B + C + D) - (A + B) - (A + C) + A \dots\dots\dots (2.5)$$

Contoh *integral image*:



Untuk memilih fitur spesifik yang akan digunakan dan mengatur nilai ambang (*threshold*) digunakan sebuah metode *machine learning* yang disebut *AdaBoost*.

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.

2.5.3 AdaBoost (Adaptive Boosting)

AdaBoost merupakan sebuah algoritma *learning* yang banyak digunakan dalam masalah pengklasifikasian ada tidaknya wajah dalam suatu citra masukan. Algoritma AdaBoost digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak *classifier* lemah menjadi satu *classifier* kuat (Viola & Jones, 2004). *Classifier* lemah adalah suatu jawaban benar dengan tingkat kebenaran akurat. Sebuah *classifier* lemah dinyatakan:

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } p_j f_j(x) < p_j \theta_j(x) \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

$h_j(x)$ = Klasifikasi lemah

p_j = *parity* ke j

θ_j = *threshold* ke j

x = dimensi *sub* citra

Langkah – langkah untuk mendapatkan sebuah *classifier* kuat dinyatakan dalam suatu algoritma sebagai berikut:

- Diberikan citra: $(x_1, y_1), \dots (x_n, y_n)$, dimana $y_i = 0$ untuk contoh positif dan $y_i = 1$ untuk contoh negatif.
- Inisialisasi bobot $y_{i,1} = \frac{1}{2m}, \frac{1}{2l}$; m dan l adalah jumlah negatif dan positif.
- Untuk $t = 1, \dots T$
 - a. Menormalkan bobot sehingga w_t adalah distribusi probabilitas

$$w_{t,i} \leftarrow \frac{w_{t,i}}{\sum_{j=1}^n w_{t,j}} \dots\dots\dots (2.7)$$

- b. Untuk setiap fitur, j melatih classifier h_j , untuk setiap fitur tunggal.
- c. Kesalahan (ϵ_j) dievaluasi dengan bobot w_t

$$\epsilon_j = \sum_i w_i |h_j(x_i) - y_i| \dots\dots\dots (2.8)$$
- d. Pilih classifier h_t dengan error terkecil dimana $e_i = 0$ untuk x_i adalah klasifikasi benar, dan $e_i = 1$ untuk yang lain.
- e. Perbaharui bobot :

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.

$$w_{t+1,i} = w_{t,i} \beta_t^{1-\epsilon_i}, \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana, $\beta_t = \frac{\epsilon_t}{1-\epsilon_t}$

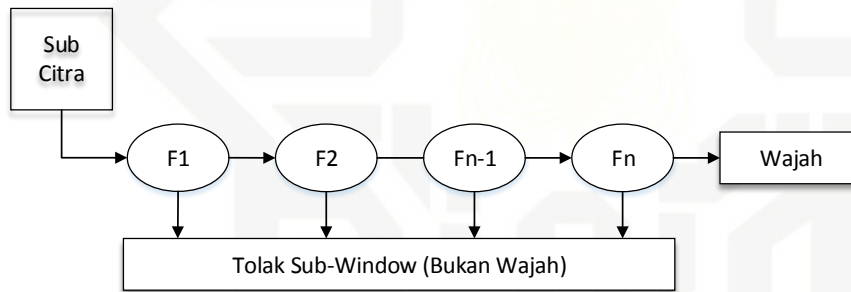
f. Didapatkan sebuah classifier kuat, yaitu:

$$h(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana, $\alpha_t = \log \frac{1}{\beta_t}$

2.5.4 **Cascade Classifier**

Cascade classifier adalah sebuah metode untuk mengkombinasikan *classifier* yang kompleks dalam sebuah struktur bertingkat yang dapat meningkatkan kecepatan pendeteksian objek dengan menfokuskan pada daerah citra yang berpeluang saja (Viola & Jones, 2004).



Gambar 2.10 Ilustrasi Klasifikasi Bertingkat

Gambar 2.10 menjelaskan proses penyeleksian keberadaan wajah. Diasumsikan suatu sub citra di evaluasi oleh *classifier* pertama dan berhasil melewati *classifier* tersebut, hal ini mengindikasikan sub citra terkandung wajah dan dilanjutkan dengan *classifier* kedua sampai ke-n. Jika berhasil melewati seluruh klasifikasi maka didapatkan wajah dideteksi. Jika tidak, proses evaluasi tidak dilanjutkan ke klasifikasi berikutnya dan disimpulkan bukan wajah.

2.6 Pre-processing atau Prapemrosesan

Pre-processing citra bertujuan untuk memperbaiki citra dengan cara memanipulasi parameter citra agar menjadi citra dengan kualitas yang lebih baik.

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.

Pre-processing citra adalah mengolah citra masukan dengan meningkatkan kualitas penampakan atau menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung dalam citra dengan perbaikan atau modifikasi tertentu, selanjutnya mengelompokkan citra kedalam kelas tertentu sesuai dengan pemiliknya dan menyamakan ukuran piksel dan banyaknya data citra (Kurniawan, 2012).

Tahap *pre-processing* yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Pemotongan Citra (*Cropping*)

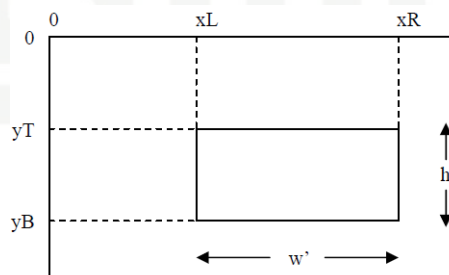
Pada tahapan ini terjadi pemotongan citra yang memisahkan citra wajah dengan citra masukannya. Tujuannya untuk mengambil citra yang hanya diperlukan untuk proses ekstraksi, dalam hal ini adalah citra wajah dan membuang citra lain yang tidak diperlukan. Berikut rumus untuk *cropping* citra (Nalwan, 1997):

$$\begin{aligned} x' &= x - xL && \text{untuk } x = xL \text{ sampai } xR \\ y' &= y - yT && \text{untuk } y = yT \text{ sampai } yB \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

(xL , yT) dan (xR , yB) adalah koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah citra yang akan di-*crop*. Sehingga ukuran citra menjadi:

$$w' = xR - xL$$

$$h' = yB - yT$$



Gambar 2.11 Contoh Proses Pemotongan Citra

Dimensi citra yang dipotong disesuaikan dengan dimensi dari proses segmentasi atau pengkotakakan objek wajah yang dilakukan pada proses pendeteksian wajah. Setelah wajah terdeteksi, kemudian sistem akan otomatis melakukan *cropping* pada area wajah.

2. *Resizing* Citra

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.

Pada tahapan *resizing* citra, terjadi 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.

3. *Grayscale* Citra

Pada tahap pengenalan suatu citra, permasalahan pada pencahayaan berpengaruh pada tingkat keberhasilan serta keakuratan sistem pada pengenalan wajah. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan *grayscale* citra untuk menutupi perbedaan intensitas warna yang tinggi pada suatu citra. Citra berwarna diubah kedalam bentuk citra *grayscale*. Proses perubahan ini dinamakan dengan *grayscale* citra.

2.7 Sistem Pengenalan Wajah (*Face Recognition*)

Wajah merupakan bagian depan dari kepala yang meliputi: daerah dari dahi hingga dagu, termasuk juga rambut, alis mata, mata, hidung, pipi, mulut, bibir, gigi, dan kulit. Wajah digunakan untuk menunjukkan sikap seseorang terhadap ekspresi wajah, penampilan, serta identitas seseorang. Wajah sebagai objek dua dimensi digambarkan dengan berbagai macam iluminasi, pose dan ekspresi wajah untuk diidentifikasi berdasarkan citra dua dimensi dari wajah tersebut. Oleh sebab itu dengan melihat wajah, manusia dapat mengenali atau mengidentifikasi seseorang dengan mudah (Zayuman, 2010).

Sistem pengenalan wajah adalah aplikasi pengolahan citra yang dapat mengidentifikasi atau memverifikasi seseorang melalui citra digital atau *frame* video. Pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan salah satu metode *biometric* yang digunakan untuk mengidentifikasi citra wajah yang diberikan dengan menggunakan fitur utama pada wajah. Sistem ini akan secara otomatis mengidentifikasi wajah dari gambar yang tersimpan di *database*. (P Latha, L. Ganesan, N. Ramaraj, 2009). Citra wajah merupakan karakteristik biometrika paling umum digunakan oleh manusia untuk sistem pengenalan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

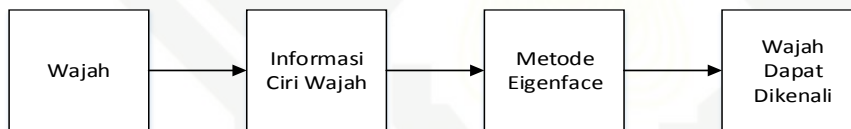
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

digunakan untuk masalah *computer vision* pada pengenalan wajah manusia (Fattah.H, 2009)

Dalam metode *eigenface*, *decoding* dilakukan dengan menghitung *eigenvector* kemudian direpresentasikan dalam sebuah matriks yang berukuran besar. *Eigenvector* juga dinyatakan sebagai karakteristik wajah oleh karena itu metode ini disebut dengan *eigenface*. Setiap wajah direpresentasikan dalam kombinasi linear *eigenface*. Metode *eigenface* pertama kali dikembangkan oleh *Matthew Turk* dan *Alex Pentland* dari *Vision and Modeling Group*, The Media Laboratory, Massachusetts Institute of Technology pada tahun 1987. Metode ini disempurnakan lagi oleh Turk dan Pentland pada tahun 1991.

Algoritma pengenalan wajah dimulai dengan membuat matriks kolom dari wajah yang dimasukkan ke dalam *database*. Rata-rata *vector* citra (*mean*) dari matriks kolom dihitung dengan cara membaginya dengan jumlah banyaknya citra yang disimpan di dalam *database*.



Gambar 2.12 Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode *Eigenface*

2.9 Ekstraksi Ciri dengan Metode *Eigenface*

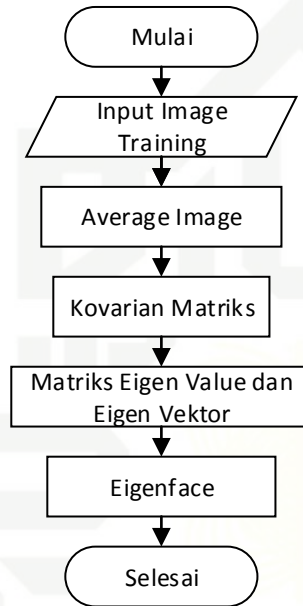
Ekstraksi ciri merupakan suatu ciri khusus dalam menentukan dan membedakan suatu objek wajah terhadap objek wajah lain yang diambil dari sebuah citra wajah *input*. Tujuan dari proses ekstraksi fitur adalah mencari informasi-informasi yang merupakan ciri khusus dari setiap citra wajah. Salah satu metode yang digunakan dalam ekstraksi fitur sebuah citra pada pengenalan wajah adalah menggunakan metode *eigenface*.

Pengambilan ciri pada *database training* melalui tahap perhitungan nilai *eigenface*, sedangkan pengambilan ciri pada *database test* hanya melalui tahap perhitungan PCA. Kemudian ciri ini akan digunakan sebagai perhitungan kesamaan jarak antar citra wajah *training* dengan citra wajah *test*.

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.

Sebuah gambar wajah 2D dengan ukuran $N \times N$ dapat dianggap sebagai vektor dimensi n^2 yang merupakan kombinasi *linear* dari gambar wajah aslinya karena vektor ini adalah vektor nilai *eigen* dari *matrik covariance* sesuai dengan gambar wajah aslinya. *Flowchart* perhitungan metode *eigenface* dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13 Flowchart Perhitungan Metode Eigenface

Berikut tahapan perhitungan metode *eigenface* secara umum untuk mencari *eigenvalue* dan *eigenvector* sebagai berikut:

- a. Menyiapkan data dengan membuat suatu himpunan S yang terdiri dari seluruh *training image* $\{\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_M\}$

$$S = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_M\} \dots\dots\dots (2.12)$$

- b. Kumpulan citra tersebut dihitung nilai rata-ratanya yang disebut sebagai *average face* dengan mengambil nilai tengah atau *mean* (ψ)

$$\psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M X_n \dots\dots\dots (2.13)$$

- c. Kemudian cari selisih (Φ) antara nilai *training image* (Γ_i) dengan nilai tengah setiap (ψ) membentuk kumpulan vektor menggunakan rumus:

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi \dots\dots\dots (2.14)$$

- d. Selanjutnya menghitung nilai matriks kovarian (C).

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.

Penggunaan metode *euclidean distance* untuk mencari jarak terpendek antara nilai *eigen* dari *training image* dalam *database* dengan nilai *eigen* dari *image testface* dengan rumus:

$$D = \sqrt{\sum_{i=0}^m |x_i - y_i|^2} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dari proses perbandingan fitur tersebut akan menghasilkan nilai jarak terdekat yang menandakan nilai fitur citra uji hampir menyamai dengan fitur citra latih. Nilai jarak ini akan menjadi nilai masukan untuk nilai kemiripan citra.

Nilai kemiripan citra merupakan nilai tingkat kemiripan citra uji dengan citra latih, semakin kecil nilainya menandakan bahwa orang yang sedang diamati adalah orang yang sama dengan orang yang citra wajahnya telah disimpan dalam *database*. Nilai kemiripan ini sebelum mengeluarkan *output* hasil pengenalan wajah akan melalui proses *threshold* terlebih dahulu. Tujuannya output hasil pengenalan yang ditampilkan bernilai benar, karena memiliki nilai kemiripan yang tinggi.

2.11 Nilai Batas (*Threshold*)

Threshold adalah metode paling sederhana dari segmentasi citra. Dari abu-abu, *threshold* dapat digunakan untuk membuat citra biner (Shapiro, 2002). Pada proses *thresholding*, masing-masing piksel pada sebuah citra ditandai sebagai piksel milik objek jika nilainya lebih besar dari nilai *threshold*. Dengan asumsi objek tersebut lebih terang dari latar belakangnya, hal ini disebut *threshold above*. Sedangkan kebalikannya disebut *threshold below*. Jika piksel-piksel suatu objek berada diantara dua *threshold* disebut *threshold inside* dan kebalikannya disebut *threshold outside*. Biasanya piksel suatu objek dilabeli dengan nilai 1, sementara piksel-piksel latar belakangnya dilabeli dengan nilai 0. *Threshold* dapat dibentuk dalam persamaan sebagai berikut:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } f(x, y) \geq T \\ 0, & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \dots\dots\dots (2.20)$$

Jika nilai T konstan, pendekatan ini disebut *global threshold*.

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.

2.12 Pengujian Akurasi

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sistem yang dibuat. *False Rejection Rate* (FRR) merupakan presentase dari pengguna yang sah (asli), namun dikenali oleh sistem sebagai penyusup (*imposter*). Ini disebut juga *False Positive / False Match / False Alarm Rate* (Putra D. , Sistem Biometrika Konsep Dasar, 2009).

False Acceptance Rate (FAR) merupakan persentase dari pengguna yang tidak sah (penyusup), namun dikenali oleh sistem sebagai pengguna yang asli (sah). Ini disebut juga *False Negative / False Nonmatch*.

Untuk kerja suatu sistem dinyatakan dengan rasio kesalahan (*Decision Error Rate*), yaitu rasio kesalahan pencocokan (*False Matching Rate/ FMR*) dan rasio kesalahan ketidakcocokan (*False Non Matching Rate/ FNMR*). Rasio kesalahan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Putra D. , Sistem Biometrika Konsep Dasar, 2009)

$$\text{Rasio Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan}}{\text{Jumlah Keseluruhan Proses}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

2.13 Webcam A4 Tech

Webcam atau kamera *web* adalah sebuah kamera *video digital* yang dihubungkan ke komputer melalui *port USB* ataupun *port COM*. Fungsinya untuk mengambil citra yang akan diolah oleh komputer. *Webcam* memiliki manfaat dalam bidang telekomunikasi, bidang keamanan dan bidang industri. Sebagai contoh, *webcam* dapat digunakan untuk *videocall chatting*, *surveillance camera* dan sebagai *video conference* oleh beberapa user.

Webcam A4 Tech merupakan *webcam* yang memiliki kemampuan yang cukup untuk memenuhi syarat untuk digunakan pada sistem pengenalan wajah secara *realtime*, karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- a. Memiliki tingkat kecerahan dan ketajaman gambar yang cukup baik
- b. Memiliki kualitas *video* yang baik

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 2.14 Webcam A4Tech PK-635G

2.14 MATLAB

MATLAB singkatan dari *MATRIX LABORATORY* adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menganalisis data, melakukan *prototyping* matematis dan memvisualisasi *tool* dengan dukungan operasi matrik, kemampuan grafis yang bagus dan bahasa pemrograman yang tingkat tinggi (Wahana Komputer., 2013).

Secara umum *MATLAB* digunakan untuk matematika dan komputasi, pengembangan algoritma, akuisi data, pemodelan dan simulasi, pembuatan *prototype*, analisis data, eksplorasi, visualisasi dan pengembangan aplikasi termasuk GUI (*Graphical User Interface*).

Matlab merupakan suatu sistem iteratif yang berdasarkan elemen data sebuah *array* tanpa dimensi. Hal ini memungkinkan untuk memformulasikan solusi ke banyak permasalahan teknik, khususnya yang melibatkan representasi matrik, dalam suatu pembagian waktu yang dapat menuliskan sebuah program dalam suatu bahasa noniteratif scalar seperti C atau Fortan (Hermawati, 2013).

Matlab menyediakan fungsi-fungsi yang berhubungan dengan pengolahan citra digital di dalam *toolbox image processing*. Matlab menyimpan citra sebagai *array* dua dimensi (matriks), dimana setiap elemen dari matrik mewakili sebuah piksel dari citra yang ditampilkan (Hermawati, 2013). *Image Processing Toolbox* didukung oleh 4 tipe dasar citra, yaitu:

1. *Index images*
2. *Intensity images*
3. *Binary images*

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.

					menghasilkan akurasi sebesar 90,9 % dengan wajah pada posisi tegak/ <i>frontal</i> .
2.	Sepritahara	2012	Sistem Pengenalan Wajah (<i>Face Recognition</i>) Menggunakan Metode <i>Hidden Model Makrov</i> (HMM)	Metode <i>Hidden Makrov Model</i> (HMM)	Sistem pengenalan wajah dapat mengenali gambar sesuai dengan label (nama) yang diberikan pada <i>database</i> , menggunakan <i>codebook</i> 256 dengan jumlah iterasi 10 sehingga diperoleh persentasi akurasi sebesar 84.28 %
3.	Dian Esti Pratiwi	2013	Implementasi Pengenalan Wajah Menggunakan PCA (<i>Principal Component</i>)	<i>Eigenface</i>	Presentase keberhasilan proses pengenalan wajah sebesar 82,81 % dengan

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.

			<i>Analysis)</i>		ekspresi senyum dan tanpa ekspresi.
4.	Muksit Syahlan Muhaimin	2013	Rancang Bangun Aplikasi <i>Multi-face Detector</i> Menggunakan Metode <i>Viola Jones</i> Pada <i>Face Recognition</i>	<i>Viola-Jones</i> dan <i>Eigenface</i>	Penggabungan metode <i>viola-jones</i> sebagai pendeteksi wajah secara <i>plural</i> dan <i>eigenface</i> yang diterapkan dalam system pengenalan <i>multi-face</i> secara <i>realtime</i> memberikan akurasi sebesar 91 %.
5.	Rebli Widiyanto	2013	Analisis Dan Implementasi Algoritma <i>Fisherface</i> Pada Sistem Pengenalan Wajah Untuk Keamanan Handphone Berbasis Android	Metode <i>Viola-Jones</i> dan Algoritma <i>Fisherface</i>	Aplikasi Pengenalan Wajah dengan Algoritma <i>Fisherface</i> berbasis android dapat digunakan sebagai kunci untuk membuka perangkat android.

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.

6.	Muhammad Rizki Muliawan, dkk	2015	Implementasi Pengenalan Wajah Dengan Metode <i>Eigenface</i> Pada Sistem Absensi	<i>Eigenface</i>	Proses pengenalan wajah dengan posisi tampak depan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 88 %.
7.	Irmaya Citra Harwendhani, dkk	2016	Sistem Pendeteksi Jumlah Mobil Dalam <i>Intelligent Transport System</i> (ITS) Menggunakan Metode <i>Viola-Jones</i>	<i>Viola-Jones</i>	Tingkat akurasi dalam mendeteksi jumlah mobil kondisi 1 sampel mobil sebesar 92,86 % dan deteksi mobil sampel acak sebesar 47,22 %.

Beberapa jurnal dan laporan penelitian tugas akhir diatas, penulis tertarik untuk meneliti mengenai aplikasi identifikasi pengenalan wajah untuk memberikan rekomendasi dalam membantu untuk mengakses ruangan menggunakan metode *viola-jones* dan metode *eigenface* untuk melakukan proses ekstraksi ciri terhadap pengenalan wajah dan *Euclidean distance* untuk melakukan pencocokan kesamaan wajah agar wajah dapat dikenali oleh aplikasi.