

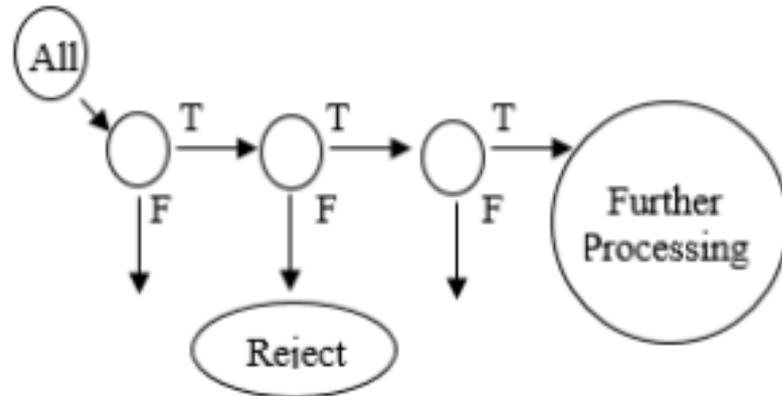
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Haar – Like Feature*

Secara umum, *Haar-Like Feature* digunakan dalam mendeteksi objek pada *image* digital. Nama Haar merujuk pada suatu fungsi matematika (*Haar Wavelet*) yang berbentuk kotak, prinsipnya sama seperti pada fungsi *Fourier*. Awalnya pengolahan gambar hanya dengan melihat dari nilai RGB setiap *pixel*, namun metoda ini ternyata tidaklah efektif. Viola dan Jones kemudian mengembangkannya sehingga terbentuk *Haar-Like feature*.

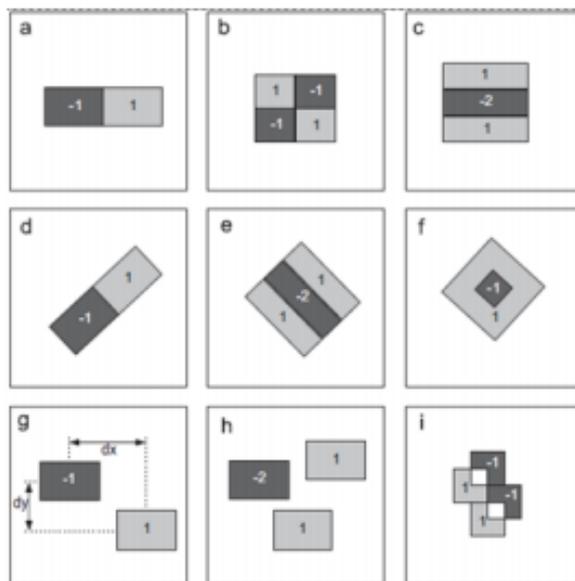
Haar-like feature memproses gambar dalam kotak-kotak, dimana dalam satu kotak terdapat beberapa *pixel*. Per kotak itu pun kemudian di-proses dan didapatkan perbedaan nilai (*threshold*) yang menandakan daerah gelap dan terang. Nilai – nilai inilah yang nantinya dijadikan dasar dalam *image processing*. Lalu untuk gambar bergerak (video), perhitungan dan penjumlahan pixel terjadi secara terus – menerus dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, penjumlahan diganti dengan integral sehingga didapatkan hasil lebih cepat. Hasil deteksi dari *Haar-Like* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja sehingga biasanya digunakan beberapa fungsi sekaligus (massal). Semakin banyak fungsi yang digunakan maka hasilnya akan semakin akurat. Pemrosesan *Haar-Like feature* yang banyak tersebut diorganisir atau diatur di dalam *classifier cascade*.

Hasil deteksi *Haar-like Feature* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja. Semakin tinggi tingkatan filter pendeteksiannya maka semakin tepat pula sebuah obyek dideteksi akan tetapi akan semakin lama proses pendeteksiannya. Pemrosesan *Haar-like feature* yang banyak tersebut diatur dalam *classifier cascade*.



Gambar 1 Metode Haar – Like Feature

Haar-Wavelet (*Wave* = Gelombang) merupakan gelombang persegi (interval gelap dan interval terang) yang kemudian dibandingkan nilai rata-rata pixel keduanya. Apabila perbandingan nilai rata-rata intensitas tersebut berada di atas threshold (ambang batas), maka dikatakan memenuhi syarat fitur *Haar*. Untuk gambar bergerak seperti video, proses ini dilakukan secara diskrit dengan mencuplik video pada frame rate tertentu. Macam-macam variasi Haar-like feature ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut [6]:



Gambar 2 Berbagai variasi persegi Haar dengan Bobot Standar Persegi Panjang

Pada gambar 1 dapat dijelaskan bahwa:

a, b : Fitur *Haar* yang diusulkan Papageogiou dkk.

c : Fitur *Haar* yang diusulkan Viola dan James

d, e, f : Variasi fitur *Haar* yang diusulkan Leinhardt

g, h : Penguraian Lietal terhadap Fitur *Haar-like*

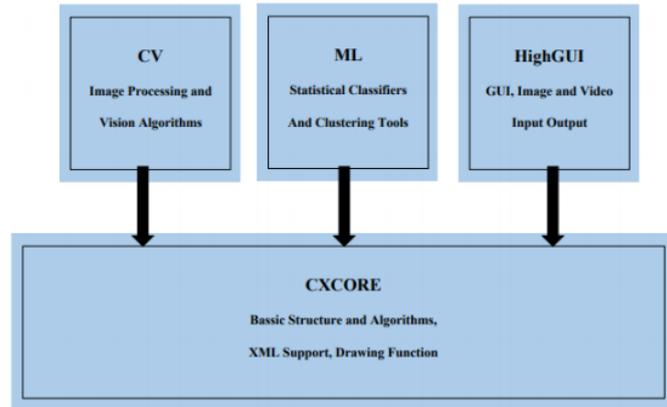
i : Fitur *Haar-like* Viola dan James untuk menangkap struktur diagonal dalam penampilan obyek



Gambar 3 Haar – Like Feature

2.2. Open Source Computer Vision Library (OPEN CV)

OpenCV merupakan salah satu library yang sering digunakan pada pengolahan citra *computer vision* yang memanfaatkan sebuah *Application Programming Interface (API)* dimana *OpenCV* memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia dengan vision tersebut. Komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi dan mengenali terhadap suatu objek berdasarkan deteksi wajah. *OpenCV* terdiri dari 5 library yaitu, *Computer Vision (CV)* sebagai algoritma *image processing* dan *vision*-nya, *Machine Learning (ML)*, *HighGUI* sebagai *GUI*, *Image* dan *Video I/O*, *CXCORE* sebagai struktur data, *support XML* dan fungsi-fungsi grafis dan *CvAux* sebagai penolong *OpenCV*.



Gambar 4 OpenCV

2.3. Face Recognition

Face Recognition merupakan sebuah teknologi berbasis *Biometric Artificial Intelligence (AI)* yang dapat mengidentifikasi seseorang dengan menganalisis pola berdasarkan tekstur dan bentuk wajah seseorang yang sebelumnya sudah tersimpan di dalam database atau sudah dipelajari sebelumnya. *Face Recognition* digunakan dalam berbagai aplikasi yang dapat mengidentifikasi wajah manusia menggunakan gambar digital. Pendeteksian wajah atau *Face Detection* merupakan salah satu tahap awal yang sangat penting sebelum dilakukan proses pengenalan wajah (*Face Recognition*) [7].

Bidang-bidang penelitian yang juga erat kaitannya dengan pemrosesan wajah atau face processing adalah sebagai berikut:

- Autentikasi Wajah (*Face Authentication*).
- Lokalisasi Wajah (*Face Localization*).
- Penjejakan Wajah (*Face Tracking*).
- Pengenalan Ekspresi Wajah (*Facial Expression Recognition*).



Gambar 5 Face Recognition

2.4. Deteksi Wajah (Viola – Jones)

Deteksi Wajah pada penelitian ini menggunakan metode yang dikemukakan oleh Viola & Jones [9], terbagi menjadi 4 komponen utama: *Grayscale*, *Haar Like Feature*, *Integral Image*, *Adaptive Boosting* dan *Cascade of Classifier*.

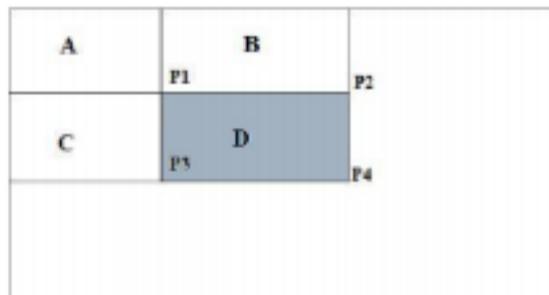
2.5. Citra Grayscale

Citra Asli memiliki tiga komponen utama yaitu *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB). *Grayscale* adalah citra yang hanya memiliki satu buah kanal sehingga yang ditampilkan hanyalah intensitas itu dikenal juga dengan istilah derajat keabuan, untuk mendapatkan citra grayscale dari citra berwarna dapat dikonversi dengan rumus[9].

$$y=0.29R+0.59G+0.11B$$

2.6. Integral Image

Integral image sering digunakan pada algoritma untuk pendeteksian wajah. Dengan menggunakan *integral image* proses perhitungan bisa dilakukan hanya dengan satu kali *scan* dan memakan waktu yang cepat dan akurat. *Integral image* digunakan untuk menghitung hasil penjumlahan nilai piksel pada daerah yang dideteksi oleh fitur *haar*. Berikut adalah simulasi dari *integral image*.



Gambar 6 Permisalan *Integral Image*

$$P_1 = A, P_2 = A+B, P_3 = A+B+C, P_4 = A+B+C+D \dots\dots\dots$$

$$P_1 + P_4 - P_3 = A + A + B + C + D - A - B - A - C = D$$

2.7. Adaptive Booster (AdaBoost)

Adaptive Booster (AdaBoost) adalah Mesin belajar yang digunakan metode AdaBoost digunakan untuk meningkatkan performa pengklasifikasian fitur. Algoritma tersebut mengkombinasikan performance banyak weak classifier untuk menghasilkan strong classifier. Weak classifier dalam hal ini adalah nilai dari haar-like feature[10].

$$\text{Bobot awal} = w_{j_1 y_i} = \frac{1}{2m}, w_{j_2 y_i} = \frac{1}{2l}$$

$h_t(x)$ merupakan nilai fitur gambar positif.

$h_j(x)$ merupakan nilai fitur gambar negatif

$$\text{Untuk citra positif: } \epsilon_t = (\sum_t^T w_{t,i}) |h_t(x) - y_i|$$

$$\text{Untuk citra negatif: } \epsilon_j = (\sum_j^J w_{t,i}) |h_j(x) - y_i|$$

Jika $\epsilon_t \forall \epsilon_j < 0$, hentikan iterasi

$$H(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{j=1}^J \alpha_j h_j \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \alpha_t \\ 0 & \text{bukan objek.} \end{cases}$$

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

Dimana :

Jika posisi $H(x) = 1$ maka citra tersebut merupakan objek
Jika posisi $H(x) = 0$ maka citra tersebut merupakan bukan objek.

$H(x)$ = Strong Classifier atau klasifikasi yang menyatakan objek atau bukan

α_j = Tingkat pembelajaran gambar positif.

α_t = Tingkat pembelajaran gambar negatif.

β_j^- = Nilai bobot setelah error rate pada gambar negatif

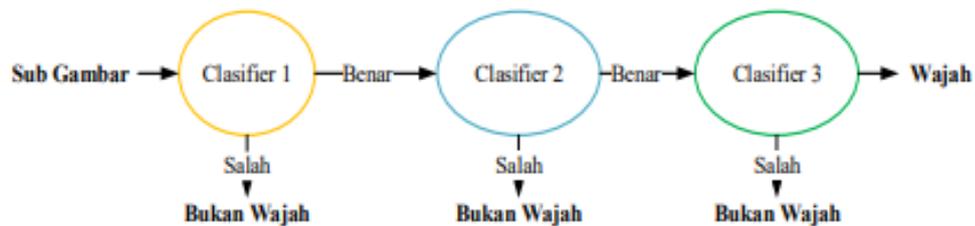
β_t = Nilai bobot setelah error rate pada gambar positif

H_j^- = *Weak* atau *basic classifiers* (awal dari klasifikasi) gambar negatif

H_t = *Weak* atau *basic classifiers* (awal dari klasifikasi) gambar positif.

2.8. Cascade Classifier

Cascade Classifier adalah turunan dari *decision tree* dimana bagian *clasifier* dilatih hampir semua *object of interest* dan menolak bagian tertentu yang tidak termasuk dalam *object pattern*. Ilustrasi dari *Cascade Clasifier* dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 7 Cascade Classifier

2.9. Python

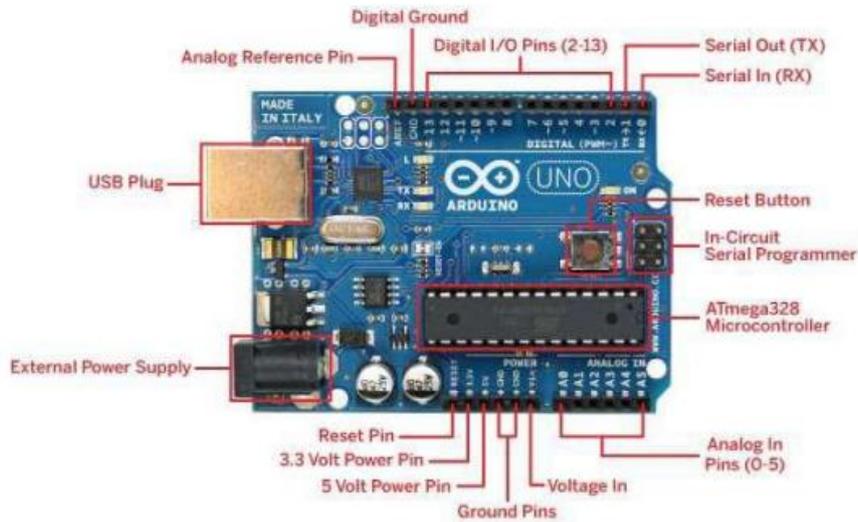
Bahasa pemrograman yang paling matang dalam menyediakan *library OpenCV* adalah bahasa pemrograman Python. Pada penelitian ini penulis menggunakan Python3 dalam uji coba sistem *Face Recognition*. Python3 merupakan *script language* yang berorientasi objek. Bahasa pemrograman ini dapat digunakan untuk pengembangan perangkat lunak dan bisa dijalankan melalui berbagai sistem operasi. Python juga merupakan bahasa pemrograman yang populer di bidang *data science* dan analisis karena bahasa pemrograman Python ini sangat mendukung terhadap *library* yang didalamnya menyediakan fungsi analisis data dan fungsi *machine learning*, *data preprocessing tools*, serta visualisasi data [10].

2.10. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, *jack* listrik, *header ICSP* dan tombol *reset*. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler. Spesifikasi arduino uno R3 dapat dilihat pada tabel 2.1 dan arduino uno R3 dapat dilihat pada gambar 2.1.

Tabel 1 Spesifikasi Arduino Uno R3

Mikrokontroler	ATmega328
Operasi Tegangan	5 Volt
Input Tegangan	7-12 Volt
Pin I/O Digital	14
Pin Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC ketika 3.3V	50 mA
Memori <i>flash</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan <i>Lock</i>	16 MHz



Gambar 8 Arduino Uno R3

2.11 Motor Servo SG90

Adalah jenis Aktuator elektromekanis yang tidak berputar secara kontinu seperti *motor DC* atau *motor stepper*. Motor servo digunakan untuk posisi dan memegang beberapa objek. Motor jenis ini digunakan dimana rotasi kontinu tidak diperlukan sehingga tidak digunakan untuk mengendalikan roda (kecuali servo ini dimodifikasi). Sebaliknya, motor servo digunakan dimana sesuatu yang dibutuhkan pindah ke posisi tertentu dan kemudian berhenti dan bertahan pada posisi itu.



Gambar 9 Motor Servo SG90

2.12. Kabel Jumper

Kabel *jumper* adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya kegunaan kabel *jumper* ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel *jumper* digunakan pada *breadboard* atau alat *prototyping* lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang ada pada ujung kabel terdiri atas dua jenis yaitu konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*). Konektor jantan fungsinya untuk menusuk dan konektor betina fungsinya untuk ditusuk.



Gambar 10 Kabel Jumper

2.13. Webcam

WebCam adalah sebuah periferal berupa kamera sebagai pengambil citra/gambar dan mikropon (optional) sebagai pengambil suara/audio yang dikendalikan oleh sebuah komputer atau oleh jaringan komputer. Gambar yang diambil oleh *WebCam* ditampilkan ke layar monitor, karena dikendalikan oleh komputer maka ada interface atau port yang digunakan untuk menghubungkan *WebCam* dengan komputer atau jaringan. Ada beberapa orang mengartikan *WebCam* sebagai *Web pages + Camera*, karena dengan menggunakan *WebCam* untuk mengambil gambar video secara aktual bisa langsung di upload bila komputer yang mengendalikan terkoneksi *internet*.



Gambar 11 Webcam