

# REAL TIME CCTV DETEKSI WAJAH DENGAN HAAR CASCADE CLASSIFIERS OPENCV

## REAL TIME CCTV FACE DETECTION USING OPENCV WITH HAARCASCADE CLASSIFIERS

Muhammad Reza Aji Pangestu<sup>1</sup>, Dr.Ir.Sony Sumaryo,M.T<sup>2</sup>, Casi Setianingsih,S.T.,M.T<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[m.rezaaji.pangestu@gmail.com](mailto:m.rezaaji.pangestu@gmail.com) <sup>2</sup>[sonysumaryo@telomuniversity.ac.id](mailto:sonysumaryo@telomuniversity.ac.id) <sup>3</sup>[setiacasie@telkomuniversity.ac.id](mailto:setiacasie@telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

Presensi mahasiswa merupakan suatu bukti kehadiran mahasiswa pada saat mata kuliah berlangsung. Universitas Telkom sendiri sudah menggunakan teknologi RFID sebagai bukti bahwa mahasiswa tersebut telah hadir pada saat mata kuliah berlangsung. Akan tetapi, dengan berbagai akal nya mahasiswa dapat memanipulasi presensi tersebut. Sistem *people counting* memanfaatkan *Computer Vision* untuk mendeteksi wajah manusia serta menghitung jumlah manusia yang hadir pada saat mata kuliah berlangsung, IP CCTV untuk menangkap citra, DVR sebagai pengolah informasi yang di terima dari kamera CCTV, router sebagai penghubung jaringan internet antara IP CCTV, DVR dan komputer serta menggunakan metode Viola-Jones untuk mendeteksi wajah yang berada di dalam cakupan IP CCTV.

### Abstract

*Student attendance is proof of student attendance during the course. Telkom University has been using RFID technology as proof that students have been present at the time of course. However, with various students can manipulate attendance. The community calculates the system using Computer Vision to detect human faces and also calculate the number of people present at the time of the course, IP CCTV to capture imagery, DVR as an information processor received from CCTV camera, router as Internet Connection between IP CCTV, DVR and computer as well as using Viola-Jones method to detect faces that are in the coverage of IP CCTV.*

**Keywords:** *Computer Vision, IP CCTV, DVR, Viola-Jones method*

### 1. Pendahuluan

Dewasa ini, teknologi dan informasi sudah berkembang pesat serta sudah menjadi suatu kebutuhan untuk khalayak ramai. Tanpa terkecuali pada suatu institusi. Salah satu teknologi yang berkembang dan digunakan sebagai salah satu protokol keamanan suatu institusi yaitu CCTV. Dengan adanya CCTV, petugas keamanan akan mudah mengawasi suatu ruangan dan dapat di pantau secara *real time* maupun direkam guna menghindari kejadian yang tidak diinginkan. Akan tetapi, fungsi dari CCTV tidak hanya sebagai pengawasan saja, CCTV dapat dimanfaatkan untuk keperluan usaha. Pengusaha akan menggunakan sistem *people counting* guna menghitung jumlah pelanggan yang berkunjung ke tokonya. Hal ini guna meningkatkan kualitas dan inovasi untuk pengusaha agar terus mengembangkan usahanya tersebut. *People counting* menggunakan beberapa teknologi dalam implementasinya. Salah satunya adalah *computer vision*. Salah satu sistem pengolahan citra yang dimiliki oleh *computer vision* itu ada *object detection* yang di temukan oleh Paul Viola dan Michael Jones atau biasa disebut metode Viola-Jones. Metode ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi wajah secara *real time*. Metode ini cocok digunakan untuk sistem *people counting* itu sendiri. Dalam penelitian ini, penulis akan membuat CCTV yang dapat menghitung jumlah manusia secara *real time* dengan memanfaatkan *face detection* dengan metode Viola-jones.

### 2. Dasar Teori

#### 2.1. People Counting

*People counting* merupakan suatu sistem perhitungan jumlah manusia yang memasuki suatu ruangan tertentu yang masih berada dalam cakupan kamera. *People counting* biasanya digunakan sebagai alat penghitung manusia untuk keperluan bisnis sebagai acuan pengembangan dari bisnis tersebut. Terdapat dua metode untuk melakukan *people counting* ini, yaitu dengan memanfaatkan fitur deteksi wajah dan *tracking*.

#### 2.2. Pengenalan Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah sebuah ilmu yang mempelajari teknik-teknik mengolah citra. Maksud dari citra itu sendiri merupakan suatu gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (video). Sehingga citra digital adalah suatu citra/gambar yang dapat diolah oleh komputer[4]. Sebuah citra digital dapat di wakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut

piksel atau elemen terkecil dari sebuah citra. Untuk mempresentasikan citra matriks, dapat diketahui pada gambar 2.1.

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Representasi citra digital matriks[6]

**2.3. Tipe Citra**

Ada beberapa tipe citra yang sering digunakan untuk berbagai penelitian, diantaranya adalah

**2.3.1. Citra Biner**

Pada citra biner, hanya membutuhkan 1 bit memori pada tiap-tiap piksel. Dengan demikian, setiap piksel hanya mempunyai 2 buah kemungkinan nilai intensitas, yaitu 1 atau 0[4]. Berikut contoh gambar citra biner.



Gambar 2. 1 Citra biner

**2.3.2. Citra Greyscale**

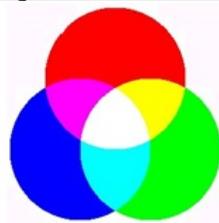
Citra yang ditampilkan oleh citra ini terdiri dari warna abu, bervariasi hitam pada bagian terlemah dan putih pada intensitas yang kuat. Setiap piksel pada citra *grayscale* membutuhkan 8 bit memori yang matriks datanya memiliki nilai yang mewakili intensitas piksel berkisar 0-255. Pada gambar 2.3, citra *grayscale* jika dilihat dari dekat dengan beberapa nilai intensitas piksel.



Gambar 2. 2 Citra grayscale

**2.3.3. Citra Warna**

Citra warna adalah citra yang masing-masing pikselnya memiliki 3 komponen warna yaitu merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*Blue*) atau yang biasa dikenal dengan RGB. Warna pada setiap piksel ditentukan oleh kombinasi intensitas dari warna merah, hijau dan biru. Dari masing-masing warna tersebut mempunyai intensitas yang berbeda dengan jumlah 8 bit, sehingga ruang warna RGB memiliki jumlah 24 bit. Pada gambar 2.4 merupakan garan untuk citra warna dalam RGB



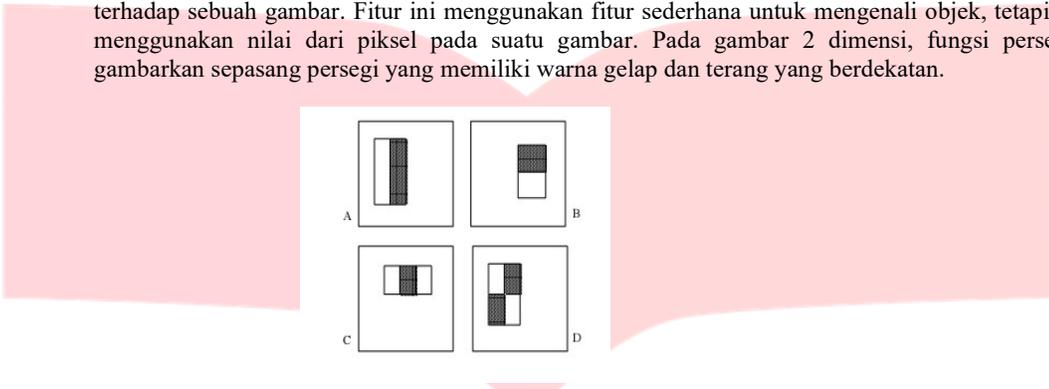
Gambar 2. 3 Citra RGB

**2.4. Metode Viola-Jones**

metode ini memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode deteksi wajah lainnya. Terdapat penggabungan 4 kunci utama dalam metode ini yaitu :

**2.4.1. Haar Like Features**

Metode *haar like features* merupakan fungsi persegi, yang memberikan indikasi secara spesifik terhadap sebuah gambar. Fitur ini menggunakan fitur sederhana untuk mengenali objek, tetapi tidak menggunakan nilai dari piksel pada suatu gambar. Pada gambar 2 dimensi, fungsi persegi di gambarkan sepasang persegi yang memiliki warna gelap dan terang yang berdekatan.



Gambar 2. 4 contoh bentuk Haar Like Features [1]

Nilai *Haar Like Features* dapat diperoleh dari selisih jumlah nilai piksel daerah gelap dengan jumlah piksel yang berada di daerah terang :

$$F(Haar) = \sum F_{white} - \sum F_{black} \quad [8]$$

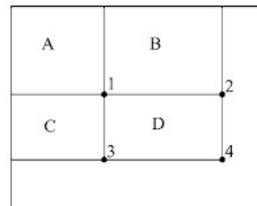
F(Haar) = Nilai fitur total

$\sum F_{white}$  = Nilai fitur pada daerah terang

$\sum F_{black}$  = nilai fitur pada daerah gelap

**2.4.2. Integral Image**

*Integral Image* merupakan suatu teknik penjumlahan intensitas piksel pada daerah tertentu yang menghasilkan representasi baru dari citra sebelumnya. Perhitungan nilai dari salah satu fitur dapat dilakukan secara cepat dengan menghitung nilai citra integral pada 4 buah titik seperti yang bisa dilihat pada gambar 2.6.



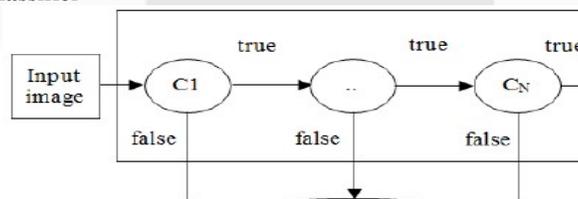
Gambar 2. 5 perhitungan nilai fitur

Jika nilai *integral image* titik 1 adalah A, titik 2 adalah A+B, titik 3 adalah A+C, dan di titik 4 adalah A+B+C+D, maka jumlah piksel di daerah D dapat diketahui dengan cara 4 + 1 - (2 + 3).

**2.4.3. AdaBoost**

*AdaBoost* digunakan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak *classifier* lemah menjadi satu *classifier* kuat. Untuk memaksimalkan performa *AdaBoost* dalam sistem.

**2.4.4. Cascade Classifier**



Gambar 2.6 Struktur dari cascade classifier[1]

input citra akan menuju tingkat klasifikasi pertama. Tiap sub citra akan diklasifikasi. Jika sub citra mencapai *threshold*, maka akan berlanjut ke proses klasifikasi selanjutnya. Jika sub citra tidak mencapai *threshold*, maka sub citra akan ditolak dan berlanjut ke proses klasifikasi berikutnya[2]. Pada proses selanjutnya terdapat hasil yang terdeteksi dan dapat melanjutkan ke sub citra berikutnya. sampai menghasilkan kandidat terkuat untuk mendeteksi wajah.

**2.5. Real Time**

*Real time* adalah mekanisme pengontrolan, perekaman data, pemrosesan yang sangat cepat sehingga menghasilkan output yang dapat diterima dalam waktu yang relatif sama atau *delay* nya hanya sedikit. Terdapat tiga klasifikasi sistem *real time*, yaitu :

- **Clock-based Task**  
Sistem waktu kontanta yang diukur berdasarkan konstanta waktu, yaitu waktu yang diambil dari respon suatu plant terhadap perubahan input.
- **Event-based Task**  
Respon yang terjadi terhadap suatu kejadian. Seperti sistem akan melaporkan jika terjadi kesalahan pada suatu alat yang terekam dalam cakupan kamera
- **Interactive System**  
Sistem waktu nyata yang terjadi karena adanya suatu kejadian dan waktu rata-rata respon kejadian ini tidak boleh melebihi waktu yang sudah ditetapkan

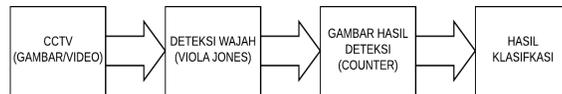
**2.6. Python**

Python merupakan bahasa pemrograman dinamis yang berorientasi objek, interpretasi, dan interaktif. Python didistribusikan dengan beberapa lisensi yang berbeda dari beberapa versi. Namun pada prinsipnya python dapat diperoleh dan digunakan secara bebas. Jenkins (2004) mengatakan bahwa python tersedia secara gratis dan efektif untuk sistem komputer yang memiliki kompilasi C. Kode python bersifat portabel antara sistem operasi pada level kode sumber dan *byte*.

**3. Perancangan Sistem**

**3.1. Desain Sistem**

Berikut merupakan desain sistem dari rancang bangun alat:



Gambar 3.1. Diaram blok sistem

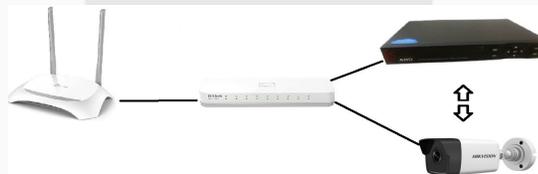
dengan menggunakan metode Viola-Jones, metode ini akan mendeteksi wajah manusia. Ketika objek sudah terdeteksi, sistem akan menghitung objek tersebut dan dapat diketahui hasil hitungan tersebut secara *real time*.

**3.2. Fungsi dan Fitur**

Sistem ini membutuhkan IP CCTV yang berfungsi sebagai pengolah citra, DVR sebagai pengolah informasi pada IP CCTV, *router* sebagai penghubung jaringan yang sama atau berbeda, dan *switch* sebagai manajemen lalu lintas dalam suatu jaringan

**3.3. Perancangan Perangkat Keras**

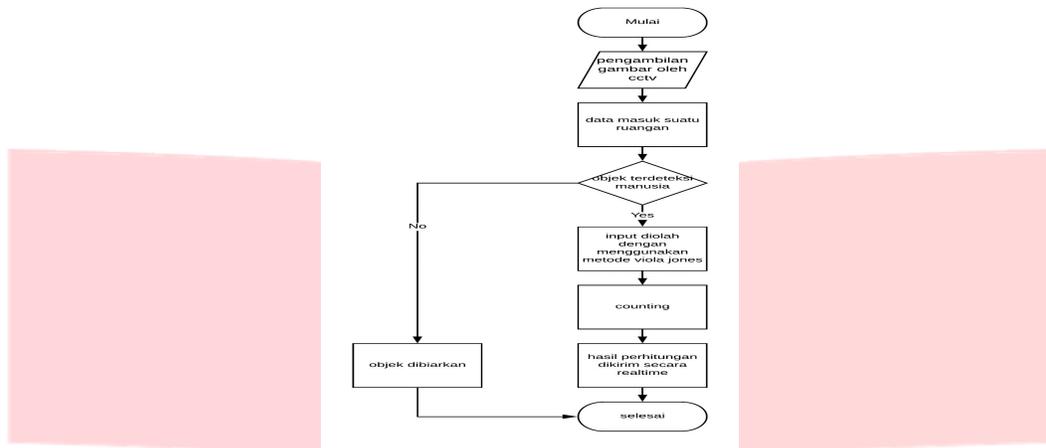
Desain perangkat keras yang akan dirancang berdasarkan gambar 3.2 yaitu menghubungkan IP CCTV dan DVR ke jaringan internet. Pertama pastikan *router* sudah terkoneksi internet. dikarenakan *port* untuk RJ-45 pada *router* terbatas, maka dibutuhkan *switch* agar menambah *port* RJ-45. Berikut merupakan rancangan dari perangkat keras:



Gambar 3.2. Perancangan perangkat keras

**3.4 Perancangan Perangkat Lunak**

Berikut ini merupakan *flowchart* atau desain dari perangkat lunak:



Gambar 3.3. Flowchart

Pada gambar di atas, menjelaskan dari diagram alir proses perhitungan manusia dengan CCTV secara *real time*. CCTV di pasang pada suatu ruangan, CCTV akan merekam ruangan tersebut dan mendeteksi setiap objek yang terekam oleh CCTV. Jika objek terdeteksi wajah manusia, sistem menghitung setiap jumlah manusia yang masuk pada ruangan tersebut. Jika objek tersebut bukan manusia, maka objek tersebut tidak masuk dalam hitungan sistem. Hasil hitungan dari CCTV bisa di pantau secara langsung dan *real time*.

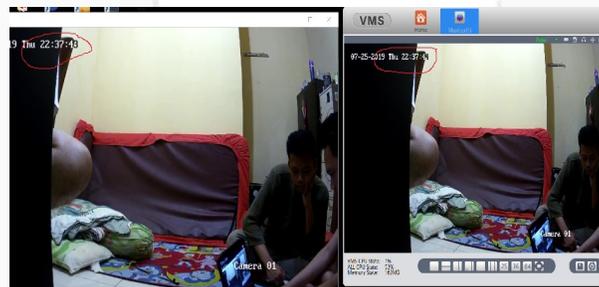
**4. Hasil Pengujian dan Analisis**

**4.1. Pengujian FPS**

Pengujian FPS (*Frame Per Second*) bertujuan untuk mendapatkan nilai FPS agar sistem dapat mengolah citra dengan baik. FPS juga berfungsi untuk mencari waktu *real time* dari pengolahan citra.

Tabel IV-1 Hasil pengujian tingkat akurasi *Loadcell* pada berat 706 gr

No.	FPS	Delay	Hasil
1	25	20 detik	Video Tidak Lancar
2	22	20 detik	Video Tidak Lancar
3	20	20 detik	Video Tidak Lancar
4	18	20 detik	Video Tidak Lancar
5	16	20 detik	Video Tidak Lancar
6	15	20 detik	Video Tidak Lancar
7	12	20 detik	Video Tidak Lancar
8	10	5 detik	Video Tidak Lancar
9	8	2 detik	Video Tidak Lancar
10	6	1 detik	Video Lancar
11	4	1 detik	Video Lancar
12	2	1 detik	Video Tidak Lancar
13	1	1 detik	Video Tidak Lancar



gambar 4.1 pengujian pada FPS

Pada gambar 4.1, pada FPS 4 pengolahan citra pada python memiliki delay 1 detik. Hal ini dibuktikan dengan membandingkan waktu rekam pada python yang menunjukkan pukul 22:37:43 dengan waktu rekam pada monitor yang menunjukkan pukul 22:37:44. Hal ini menunjukkan sistem *real time* tetapi memiliki delay 1 detik.

**4.2. Hasil Pengujian Pada Objek Berbentuk Seperti Kepala**

Pengujian pada objek berbentuk seperti kepala bertujuan untuk memastikan sistem tidak dapat mendeteksi objek lain selain wajah.

Tabel IV-2 Hasil pengujian pada objek seperti wajah

No.	Objek	akurasi
1	Bola Futsal	0%
2	Gambar bentuk Oval	0%
3	Gambar bentuk Wajah	0%
rata-rata		0%

Merujuk pada tabel 4.2, dari 15 kali percobaan dari setiap bentuk objek yang seperti wajah di dapat akurasi sebesar 0%. Persentase akurasi deteksi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$\%Akurasi = \frac{0}{15} \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan persamaan di atas, akurasi yang di dapat adalah 0%. Dapat disimpulkan bahwa sistem tidak dapat mendeteksi selain bentuk wajah manusia.

#### 4.3. Pengujian Pada Posisi Wajah

Pengujian posisi wajah ini bertujuan untuk mengetahui maksimal posisi wajah yang dapat di deteksi oleh sistem.

Tabel IV-3 Hasil pengujian pada posisi wajah

No.	jumlah pengujian	posisi wajah	Akurasi
1.	10	0°	100%
2.	10	15°	100%
3.	10	45°	0%
rata-rata			67%

Berdasarkan hasil hitungan pada persamaan di atas, posisi 0° dan 15° menghadap kamera adalah posisi terbaik untuk sistem dapat mendeteksi wajah dengan baik.

#### 4.4. Pengujian Jarak Deteksi

Pengujian jarak deteksi ini bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal sistem dapat mendeteksi wajah.

Tabel IV-4 Hasil pengujian pada posisi wajah

No.	Jarak	Posisi Wajah	Akurasi
1	50 cm	0°	100%
2	1 m	0°	100%
3	1,5 m	0°	100%
4	2 m	0°	100%
5	2,5 m	0°	100%
6	3 m	0°	93%
7	3,5 m	0°	89%
8	4 m	0°	89%
9	4,5 m	0°	83%
10	5 m	0°	71%
Rata-rata			93%

Berdasarkan hasil pengujian jarak deteksi pada tabel 4.4, Sistem dapat mendeteksi wajah dengan jarak maksimal 5 meter dari kamera dengan rata-rata akurasi yaitu 93%.

#### 4.5. Pengeringan Intensitas Cahaya

Pengujian pada intensitas cahaya bertujuan untuk mengetahui nilai intensitas cahaya dalam sistem mendeteksi wajah. intensitas cahaya mempengaruhi respon sistem dalam mendeteksi wajah.

Tabel IV-5 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

No.	Waktu pengujian	Posisi Wajah	Jarak(m)	Intensitas Cahaya(LX)	akurasi
1	20:00	Tegak Lurus	0,5 m	37 LX	100%
2	20:15	Tegak Lurus	1 m	40 LX	100%
3	20:30	Tegak Lurus	1,5 m	40 LX	100%
4	20:45	Tegak Lurus	2 m	30 LX	100%
5	21:00	Tegak Lurus	2,5 m	35 LX	100%
6	21:20	Tegak Lurus	3 m	38 LX	93%
7	22:40	Tegak Lurus	3,5 m	36 LX	89%
8	22:55	Tegak Lurus	4 m	35 LX	89%
9	23:10	Tegak Lurus	4,5 m	37 LX	83%
10	23:30	Tegak Lurus	5 m	36 LX	71%
11	07:48	Tegak Lurus	0,5 m	158 LX	100%

12	08:05	Tegak Lurus	1 m	158 LX	100%
13	08:22	Tegak Lurus	1,5 m	160 LX	100%
14	08:47	Tegak Lurus	2 m	157 LX	100%
15	09:03	Tegak Lurus	2,5 m	162 LX	100%
16	09:20	Tegak Lurus	3 m	159 LX	100%
17	09:35	Tegak Lurus	3,5 m	167 LX	93%
18	09:50	Tegak Lurus	4 m	159 LX	86%
19	10:05	Tegak Lurus	4,5 m	160 LX	83%
20	10:25	Tegak Lurus	5 m	158 LX	71%
21	13:05	Tegak Lurus	0,5 m	168 LX	100%
22	13:25	Tegak Lurus	1 m	176 LX	100%
23	13:47	Tegak Lurus	1,5 m	175 LX	100%
24	14:12	Tegak Lurus	2 m	177 LX	100%
25	14:27	Tegak Lurus	2,5 m	176 LX	100%
26	14:45	Tegak Lurus	3 m	180 LX	100%
27	15:00	Tegak Lurus	3,5 m	177 LX	100%
29	15:15	Tegak Lurus	4 m	178 LX	86%
30	15:30	Tegak Lurus	4,5 m	175 LX	83%
31	16:00	Tegak Lurus	5 m	173 LX	75%
Rata-rata				124 LX	93%

**4.6. Pengujian Akurasi Dalam Mendeteksi Wajah yang Diam**

Pengujian akurasi sistem dalam mendeteksi wajah posisi diam bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi wajah posisi diam.

Tabel IV-6 Hasil Pengujian Pada Wajah yang Diam

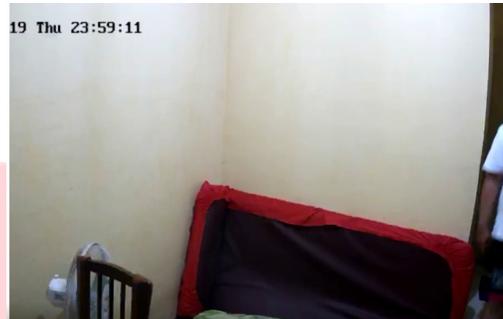
No.	Jarak (m)	Posisi Wajah	ScaleFactor, MinNeighbors	Jumlah Wajah	akurasi
1	3 m	0°	1.5,5	1	100%
2	3 m	0°	1.5,5	2	100%
3	3 m	0°	1.5,5	3	100%
4	3 m	0°	1.5,5	4	93,30%
5	3 m	0°	1.5,5	5	90%
6	3 m	0°	1.5,5	6	90%
7	3 m	0°	1.5,5	7	86%
8	3 m	0°	1.5,5	8	83%
9	3 m	0°	1.5,5	9	83%
10	3 m	0°	1.5,5	10	80%
11	3 m	0°	1.5,5	11	66,60%
12	3 m	0°	1.5,5	12	63,30%
Rata-rata					86%

**4.7. Pengujian Pada Manusia yang Bergerak**

Tabel IV-7 Hasil Pengujian Pada Manusia Bergerak

No.	jumlah pengujian	jumlah wajah	akurasi
1	30	1	90%
2	30	2	83%
3	30	3	83%
4	30	4	80,00%
5	30	5	67%
rata-rata			81%

Berdasarkan pada Tabel 4.7, setelah dilakukan pengujian sebanyak 30 kali akurasi sistem dapat mendeteksi wajah sebesar 81%. Hal ini didapat dari rata-rata akurasi tiap jumlah orang yang terdeteksi.



Gambar 4.2 Hasil deteksi pada manusia yang bergerak

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sistem tidak dapat mendeteksi objek selain bentuk wajah.
2. Pengolahan citra berlangsung *real time*.
3. Sistem dapat mendeteksi posisi wajah pada saat wajah tegak lurus dengan kamera dan 15° menghadap kamera
4. Sistem dapat mendeteksi hingga 5 meter dari CCTV
5. FPS mempengaruhi sistem dalam mendeteksi wajah. semakin tinggi FPS, sistem akan sulit dalam mengolah citra dan dapat menyebabkan eror pada saat sistem mendeteksi wajah
6. Akurasi yang didapat jika menggabungkan semua pengujian yang telah dilakukan menghasilkan akurasi deteksi sebanyak 86%.
7. Akurasi yang didapat dari menghitung orang yang sedang berjalan adalah 81%

### 5.2. Saran

Dilihat dari hasil pengujian dan analisis masih ditemukan banyak kekurangan pada tugas akhir ini. Maka perlu adanya perkembangan lebih lanjut, sehingga penulis memiliki saran sebagai berikut :

1. Mencari formula dan perhitungan yang tepat dalam mendeteksi wajah dan menghitung jumlah manusia
2. Sistem diperbaiki dan diperbaharui agar menciptakan sistem yang memiliki akurasi yang kuat dan tepat dalam menghitung manusia.

### Daftar Pustaka

- [1] Viola, Paul dan Jones, Michael.2001. “*Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Feature*,” Accepted conference on computer vision and pattern recognition.
- [2] Prihambodo, Tito, Purnama, Bedy dan Sthevanie, Febriyanti. 2015. “Sistem Perhitungan Orang Menggunakan Non-Parametric Background Substraction dan Deteksi Fitur KLT,” Bandung : Universitas Telkom.
- [3] Wicaksono, Fajar Ridho.2018. “Perancangan dan Implementasi Alat Penyortir Barang Pada Konveyor Dengan Pengolahan Citra,” Badung : Universitas Telkom.
- [4] Andono, Pulung Nurtanio. T.Sutojo, Mulyono.2017. “Pengolahan Citra Digital.”
- [5] Septian, Muhammad Yogi.2014.”Deteksi Wajah Menggunakan Metode Viola Jones Pada Graphics Processing Unit.” Bandung : Universitas Telkom
- [6] Purwanto, Panji.2015. “Implementasi *Face Detection* dan *Face Recognition* Pada Kamera Pengawas Dalam Mendeteksi Bahaya.” Bandung : Universitas Telkom.
- [7] Pengertian. Temukan, “pengertian citra digital” [Online]. Available : <https://www.temukanpengertian.com/2013/08/pengertian-citra-digital.html> [accessed 19 juli 2019]
- [8] Syafira, Adinda Rizkita dan Ariyanto, Gunawan.2017. “Sistem Deteksi Wajah Dengan Modifikasi Metode Viola Jones”. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [9] Cahyana A., 2005. “Implementasi Teknologi Biometrik Untuk Sistem Absensi Perkantoran.”, PPI-LIPI
- [10] “D-LINK DES 1008C *datasheet*”[Online], Available : <https://www.dlink.co.id/product/58-port-10100-mbps-unmanaged-switch/> [accessed 22 juli 2019]