



**RANCANG BANGUN PINTU *GATE* BERBASIS WAJAH
MENGUNAKAN METODE VIOLA-JONES MELALUI RASPBERRY PI**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Program Studi
S1 Sistem Komputer**

Oleh:

**Firdha Roofi Irawan
14410200062**

**INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA**

stikom
SURABAYA

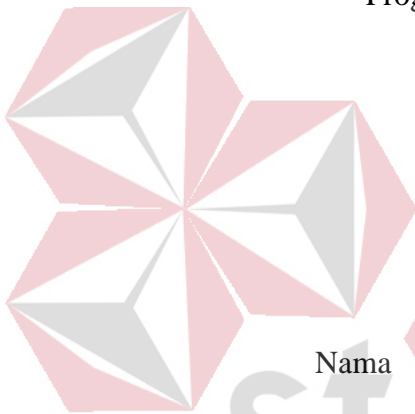
**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM
SURABAYA
2019**

**RANCANG BANGUN PINTU *GATE* BERBASIS WAJAH
MENGUNAKAN METODE VIOLA-JONES MELALUI RASPBERRY PI**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

Nama : Firdha Roofi Irawan

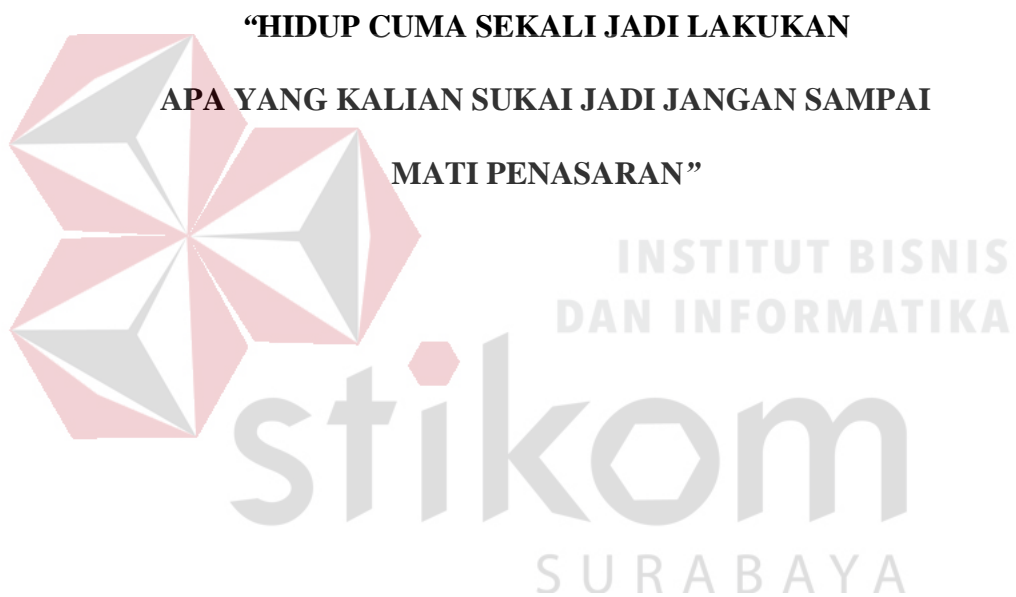
NIM : 14410200062

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

2019



Kupersembahkan Kepada

ALLAH SWT

Ibu, Bapak dan semua keluarga,

**Yang selalu mendukung, memotivasi dan mendoakan yang terbaik untuk
saya.**

**Beserta semua orang dan rekan-rekan S1 Sistem Komputer yang selalu
membantu, mendukung dan memotivasi agar tetap berusaha menjadi lebih
baik.**

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PINTU *GATE* BERBASIS WAJAH MENGUNAKAN METODE VIOLA-JONES MELALUI RASPBERRY PI

Dipersiapkan dan disusun oleh

Firdha Roofi Irawan

NIM : 14410200062

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : 2019

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

I. Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T.

NIDN. 0727097302

II. Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE.

NIDN. 0716117302

Pembahas

I. Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.

NIDN. 0729047501

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar Sarjana



Dr. Jusak

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

SURAT PERNYATAAN

PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Firdha Roofi Irawan
NIM : 14410200062
Program Studi : SI Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **RANCANG BANGUN PINTU GATE
BERBASIS WAJAH MENGGUNAKAN
METODE VIOLA-JONES MELALUI
RASPBERRY PI**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Februari 2019

menyatakan

Firdha Roofi Irawan
NIM : 14410200062



ABSTRAK

Keamanan adalah hal terpenting yang biasa terdapat pada semua tempat. Seiring dengan perkembangan teknologi, keamanan pada tempat dapat dikombinasikan dengan teknologi. Banyak teknologi kemanan yang telah dikembangkan seperti RFID yang menggunakan kartu. Namun RFID mempunyai kelemahan yaitu bila kartu hilang ataupun rusak. Sebagai penggantinya dapat menggunakan metode *Face Recognition* yang telah banyak dikembangkan untuk menjadi sistem keamanan kedepannya.

Pada penelitian ini penulis membuat tugas akhir rancang bangun pintu *gate* berbasis wajah menggunakan metode viola-jones. Pendeteksi wajah tersebut dikontrol oleh Raspberry dan kamera sebagai inputan, sehingga setiap *frame* yang diambil diolah dan menghasilkan *output* berupa wajah yang terdeteksi yang menandakan objek wajah dikenali ataupun tidak dikenali. Sebelum dapat dikenali objek wajah sudah terdahulu didaftarkan.

Hasil pengujian pada tugas akhir ini mampu membedakan objek yang telah didaftarkan dan berhasil dikenali menggunakan metode Viola-Jones dengan sudut 15 derajat dan dengan tingkat keberhasilan 100% pada nilai intensitas cahaya antara 243 Lux hingga 272 Lux.

Kata Kunci: Viola-Jones, *Face Recognition*, Pintu *Gate* Otomatis.

KATA PENGANTAR

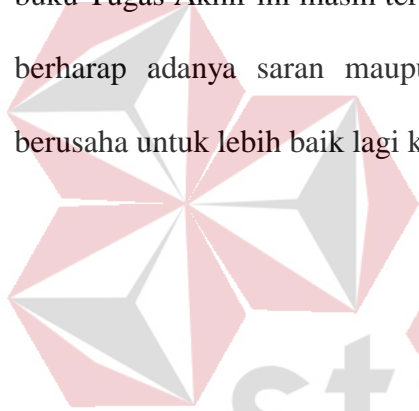
Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin, Rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang merupakan salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Shalawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW.

Di dalam buku Tugas Akhir ini dilakukan pembahasan mengenai pembuatan rancang bangun pintu *gate* berbasis wajah menggunakan metode Viola-Jones. Dalam usaha menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Kepada Bapak Dr. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T dan Bapak Heri Pratikno, M.T. selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Surabaya atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Semua staf dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya.

5. Terima kasih terhadap seluruh rekan-rekan S1 Sistem Komputer khususnya rekan-rekan seperjuangan angkatan 2014 khususnya Prodi S1 Sistem Komputer yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
6. Serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan buku Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap adanya saran maupun kritik dalam memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi kedepannya.



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA
Surabaya, Februari 2019

stikom
Penulis
SURABAYA

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Raspberry Pi	6
2.2 Kamera	7
2.3 Metode Viola-Jones	8
2.4 Fitur Haar (<i>Haarlike Feature</i>)	11

2.5	Citra Integral.....	11
2.6	Algoritma <i>Boosting</i>	13
2.7	<i>Cascaded Classifier</i>	14
2.8	Citra	15
2.9	RGB to <i>Grayscale</i>	16
2.10	Relay.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Metode Penelitian.....	19
3.1.1	Kamera.....	20
3.1.2	Raspberry Pi 3	21
3.1.3	Lampu	27
3.2	Perangkat Keras.....	27
3.2.1	Mekanik.....	27
3.2.2	Hasil Desain Mekanik	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pengujian Raspberry Pi	29
4.1.1	Tujuan.....	29
4.1.2	Alat Yang Digunakan	29
4.1.3	Prosedur Pengujian	30
4.1.4	Hasil Pengujian.....	30
4.2	Pengujian Kamera	31

4.2.1	Tujuan.....	31
4.2.2	Alat Yang Digunakan	31
4.2.3	Prosedur Pengujian	32
4.2.4	Hasil Pengujian.....	32
4.3	Pengujian <i>Remote Desktop Connection</i>	33
4.3.1	Tujuan.....	33
4.3.2	Alat Yang Digunakan	33
4.3.3	Prosedur Pengujian	33
4.3.4	Hasil Pengujian.....	34
4.4	Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Sudut	34
4.4.1	Tujuan.....	34
4.4.2	Alat Yang Digunakan.....	35
4.4.3	Prosedur Pengujian	35
4.4.4	Hasil Pengujian.....	35
4.5	Pengujian Pendeteksian Wajah Menggunakan Aksesoris	42
4.5.1	Tujuan.....	42
4.5.2	Alat yang digunakan	42
4.5.3	Prosedur Pengujian	42
4.5.4	Hasil Pengujian.....	43
4.6	Pengujian Relay Pada Lampu.....	45
4.6.1	Tujuan.....	45

4.6.2	Alat yang digunakan	46
4.6.3	Prosedur Pengujian	46
4.6.4	Hasil Pengujian	47
4.7	Pengujian <i>Face Recognition</i>	49
4.7.1	Tujuan	49
4.7.2	Alat yang digunakan	49
4.7.3	Prosedur Pengujian	49
4.7.4	Hasil Pengujian	50
4.8	Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Jarak	56
4.8.1	Tujuan	56
4.8.2	Alat yang digunakan	56
4.8.3	Prosedur Pengujian	56
4.8.4	Hasil Pengujian	57
4.9	Pengujian Keseluruhan Sistem Berdasarkan Sudut dengan Pencahaya Optimal	59
4.9.1	Tujuan	59
4.9.2	Alat Yang Digunakan	59
4.9.3	Prosedur Pengujian	59
4.9.4	Hasil Pengujian	61
4.10	Pengujian Cahaya Menggunakan Krisbow Environmental	66
4.10.1	Tujuan	66

4.10.2	Alat Yang Digunakan	66
4.10.3	Prosedur Pengujian	66
4.10.4	Hasil Pengujian	67
4.11	Pengujian Keseluruhan Sistem	68
4.11.1	Tujuan	68
4.11.2	Alat yang digunakan	68
4.11.3	Prosedur Pengujian	69
4.11.4	Hasil Pengujian	70
BAB V	PENUTUP	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	82
BIODATA PENULIS	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Gambar Fitur dalam Metode Viola-Jones	9
Gambar 2. 2 <i>Classifier Cascade Image</i>	10
Gambar 2. 3 Nilai <i>Pixel</i> Pada Titik (x,y)	12
Gambar 2. 4 Perbandingan Citra Masukan dengan Citra Integral	12
Gambar 2. 5 Jumlah Seluruh <i>Pixel</i> Yang Ada Pada Persegi Panjang	13
Gambar 2. 6 Tahapan <i>Cascaded Classifier</i>	15
Gambar 2. 7 RGB to <i>Grayscale</i>	17
Gambar 2. 8 Relay.....	18
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	19
Gambar 3. 2 Skematik.....	20
Gambar 3. 3 Blok Diagram <i>Dataset</i>	21
Gambar 3. 4 <i>Flowchart Dataset</i>	22
Gambar 3. 5 Blok Diagram <i>Trainer</i>	23
Gambar 3. 6 <i>Flowchart Trainer</i>	23
Gambar 3. 7 Blok Diagram <i>Trainer</i>	24
Gambar 3. 8 <i>Flowchart Recognition</i>	25
Gambar 3. 9 Desain Mekanik Keseluruhan	27
Gambar 3. 10 Hasil Mekanik	28
Gambar 4. 1 Win32 Disk Imager	30
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Raspberry Pi 3.....	31
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Kamera.....	32
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian <i>Remote Desktop Connection</i>	34
Gambar 4. 5 Pengujian Objek 0 Derajat	36

Gambar 4. 6 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Kiri	36
Gambar 4. 7 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Kiri	37
Gambar 4. 8 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Kanan	37
Gambar 4. 9 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Kanan	38
Gambar 4. 10 Pengujian Objek 15 Derajat Ke Atas	38
Gambar 4. 11 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Atas	39
Gambar 4. 12 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Atas	39
Gambar 4. 13 Pengujian Objek 15 Derajat Ke Bawah.....	40
Gambar 4. 14 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Bawah.....	40
Gambar 4. 15 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Bawah.....	41
Gambar 4. 16 Pengujian Objek Menggunakan Topi.....	43
Gambar 4. 17 Pengujian Objek Menggunakan Topi dan Kacamata.....	44
Gambar 4. 18 Pengujian Objek Menggunakan Masker	44
Gambar 4. 19 Pengujian Objek Menggunakan Bandana	45
Gambar 4. 20 Pengujian Lampu Merah Menyala	47
Gambar 4. 21 Pengujian Lampu Merah Mati.....	48
Gambar 4. 22 Pengujian Lampu Hijau Menyala.....	48
Gambar 4. 23 Pengujian Lampu Hijau Mati	48
Gambar 4. 24 Pengujian Objek 1 Yang Telah Di Daftarkan	51
Gambar 4. 25 Pengujian Objek 2 Yang Telah Di Daftarkan	51
Gambar 4. 26 Pengujian Objek 3 Yang Telah Di Daftarkan	52
Gambar 4. 27 Pengujian Objek 4 Yang Telah Di Daftarkan	52
Gambar 4. 28 Pengujian Objek 5 Yang Telah Di Daftarkan	53
Gambar 4. 29 Pengujian Objek 1 Yang Tidak Di Daftarkan	53

Gambar 4. 30 Pengujian Objek 2 Yang Tidak Di Daftarkan	54
Gambar 4. 31 Pengujian Objek 3 Yang Tidak Di Daftarkan	54
Gambar 4. 32 Pengujian Objek 4 Yang Tidak Di Daftarkan	55
Gambar 4. 33 Pengujian Objek Berjarak 50 cm	57
Gambar 4. 34 Pengujian Objek Berjarak 100 cm	57
Gambar 4. 35 Pengujian Objek Berjarak 150 cm	58
Gambar 4. 36 Pengujian Objek Berjarak 200 cm	58
Gambar 4. 37 Wajah Dikenali 0 Derajat	61
Gambar 4. 38 Wajah Tidak Dikenali 15 Derajat ke Kanan	61
Gambar 4. 39 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kanan	62
Gambar 4. 40 Wajah Dikenali 15 Derajat ke Kiri	62
Gambar 4. 41 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kiri	63
Gambar 4. 42 Wajah Dikenali 30 Derajat ke Atas	63
Gambar 4. 43 Wajah Tidak Dikenali 45 Derajat ke Atas	64
Gambar 4. 44 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Bawah	64
Gambar 4. 45 Wajah Tidak Terdeteksi 45 Derajat ke Bawah	65
Gambar 4. 46 Krisbow Environmental KW0600291	66
Gambar 4. 47 2 Lampu Belakang (Kiri) dan 2 Lampu Belakang Kanan Pada Ruangan M308.	67
Gambar 4. 48 2 Lampu Depan Pada Ruangan M308 dan 2 Lampu Pintu <i>Gate</i>	67
Gambar 4. 49 Pengujian Mendeteksi Wajah dan Menyimpan 75 Hasil Foto	70
Gambar 4. 50 Pengujian Hasil <i>Trainer</i> Sejumlah Banyaknya Foto	71

Gambar 4. 51 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Dedy.	72
Gambar 4. 52 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Fifin.	73
Gambar 4. 53 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Irvianti.	73
Gambar 4. 54 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Renggy.	74
Gambar 4. 55 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Riki.	75
Gambar 4. 56 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Roofi.	75
Gambar 4. 57 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Shandy.	76
Gambar 4. 58 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Sony.	77

Gambar 4. 59 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoy Kiri Atas), Kondisi 2
(Pojoy kanan atas), Kondisi 3 (Pojoy kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoy
kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Haris.77



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengujian Derajat Face Detection.....	41
Tabel 2 Pengujian pendeteksian wajah dengan aksesoris	45
Tabel 3 Tabel Pengujian Face Recogniton.....	55
Tabel 4 Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Berdasarkan Sudut dengan Pencahaaan Optimal.....	65
Tabel 5 Tabel Hasil Pengujian Intensitas Cahaya	68
Tabel 6 Tabel Hasil Pengujian Berdasarkan Intensitas Cahaya.	78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program <i>Image Detector</i>	82
Lampiran 2 Program Relay Test	83
Lampiran 3 Program <i>Dataset</i>	84
Lampiran 4 Program <i>Trainer</i>	85
Lampiran 5 Program <i>Recognition</i>	86



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Keamanan adalah hal terpenting yang biasa terdapat pada semua tempat. Seiring dengan perkembangan teknologi, kemanan pada tempat dapat dikombinasikan dengan teknologi. Banyak teknologi keamanan yang dikembangkan seperti RFID yang menggunakan kartu. Namun RFID mempunyai kelemahan yaitu bila kartu yang digunakan hilang ataupun rusak. Sebagai penggantinya dapat menggunakan metode *Face Recognition* yang telah banyak dikembangkan untuk menjadi sistem keamanan kedepannya.

Oleh karena itu penulis mempunyai gagasan tugas akhir dengan judul rancang bangun kontrol pintu *gate* berbasis wajah menggunakan metode *viola-jones* melalui Raspberry Pi. Pendeteksi wajah tersebut dikontrol oleh Raspberry dimana Raspberry tersebut dipasang kamera untuk merekam wajah sekaligus mengambil *Pixel*. *Pixel* tersebut akan diproses menggunakan metode *viola-jones*. Metode tersebut digunakan untuk mengenali dan mendeteksi objek. Hasil tersebut akan dibandingkan dengan data yang sudah tersimpan di dalam *database*.

Algoritma yang diterapkan dalam *viola-jones* menggunakan sebuah tipe *face detector* yang disebut *Haar-cascade classifier*. Jika ada sebuah citra yang terekam, *face detector* akan menguji setiap *Pixel* dan mengklarifikasinya sebagai “wajah” atau “bukan wajah”. Klasifikasi wajah ini menggunakan sebuah pemisalan skala yang tetap, misalnya 20 x 20 *Pixel*. Jika wajah pada citra lebih besar atau lebih kecil dari *Pixel* tersebut, *classifier* terus menerus jalan beberapa kali, untuk mencari wajah pada Gambar tersebut. Sistem pendeteksian wajah manusia dapat dilakukan berbagai macam pengembangan disiplin ilmu sesuai kebutuhan dan bidang penelitian. Dalam penelitian ini proses pendeteksian wajah akan diteruskan pada tahap pengenalan wajah.

Pengenalan wajah manusia dalam Gambaran visual dapat diimplementasikan ke dalam banyak aplikasi dengan menerapkan beragam metode, hal ini bergantung urgensi dan implementasi pada bidang yang dikaji. Banyak metode yang dapat diimplementasikan ke dalam sistem pengenalan wajah ini, salah satunya adalah metode *viola-jones* diharapkan dapat dikembangkan kedalam berbagai sistem yang membutuhkan aspek pengenalan wajah. Ada banyak pengembangan sistem yang menerapkan. Inilah yang menjadi alasan yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini. yaitu membuat sistem deteksi wajah dengan metode *viola jones* untuk akses kontrol pintu *gate*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan yang akan dihadapi dalam pengerjaan tugas akhir ini diantaranya:

1. Bagaimana cara membuat sistem deteksi wajah (*face detector*) secara *real time*?
2. Bagaimana cara buat sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) secara *real time* ?
3. Bagaimana cara merancang dan membangun kontrol pintu *gate* melalui Raspberry Pi berdasarkan *Face Recognition*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem mendeteksi wajah (*face detector*) secara *real time*.
2. Membuat sistem pengenalan wajah (*Face Recognition*) secara *real time*.
3. Merancang dan membangun kontrol pintu *gate* melalui Raspberry.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini yang akan dilakukan adalah sebagai berikut

1. Membuat kontrol akses pintu *gate* secara otomatis.
2. Meningkatkan keamanan akses pintu *gate* melalui proses deteksi dan pengenalan berbasis wajah.
3. Membuat sistem akses yang efektif, efisien dan murah karena tidak ada koneksi fisik antara manusia/pengguna dengan sistem akses kontrol pintu *gate*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Pusat kontrol menggunakan Raspberry Pi.
2. Metode yang digunakan adalah *Viola-Jones*.
3. Kamera yang digunakan adalah webcam.
4. Tidak mengenali orang kembar yang identik.
5. Pencahayaan/penerangan dalam kondisi ideal.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang rumusan masalah batasan masalah, tujuan dari penelitian ini, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas teori *Viola-Jones*, fitur *Haarlike*, Citra Integral, Algoritma *Boosting*, *Cascaded Classifier*, Citra, RGB to *Grayscale* dan Relay.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian bagaimana algoritma dari program yang bekerja yaitu *Dataset*, *Trainer* dan *Recognition* serta bagaimana hasil desain perangkat keras.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang pengujian baik mulai dari Raspberry Pi, Kamera, *Remote Desktop Connection*, mendeteksi wajah berdasarkan sudut, mendeteksi wajah menggunakan aksesoris, relay pada lampu, *Face Recognition*, mendeteksi wajah berdasarkan jarak, serta pengujian keseluruhan sistem.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan penulis serta saran kedepan sebagai pengembangan penelitian.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Raspberry Pi

Menurut (Mulyaningrati,2014) Raspberry Pi merupakan mini computer yang menggunakan BCM28351 untuk mengintegrasikan sebuah processor (CPU), *graphics processing unit* (GPU), dan memori pada suatu unit tunggal. Ada lima jenis Raspberry Pi yaitu model B+, A+, B, A dan *compute module*. Bagian-bagian Raspberry Pi adalah sebagai berikut:

1. Processor

Processor berupa *chip* BCM28351, 700MHz *Speed System on a Chip*, dengan arsitektur ARM. Raspberry Pi Model B dan *compute module* mempunyai RAM sebesar 512 MB dan Raspberry Pi Model A mempunyai RAM sebesar 256 MB.

2. Slot Secure Digital Card (SD Card)

Raspberry Pi mempunyai slot SD card. SD card dibutuhkan sebagai memory untuk menyimpan seluruh data pada Raspberry Pi model B+ dan A+ menggunakan *micro SD*.

3. Port USB

Raspberry Pi model B mempunyai 4 *port* USB, Raspberry Pi model B mempunyai 2 *port* USB. Raspberry Pi model A dan A+ hanya mempunyai sebuah *port* USB.

4. Port Ethernet

Raspberry Pi model B+, B dan A+ mempunyai *port Ethernet* (RJ45).

5. *Port HDMI*

Port HDMI digunakan sebagai penyedia keluaran video dan audio digital.

Sinyal HDMI mampu dikonversi menjadi DVI sehingga dapat digunakan untuk berbagai monitor.

6. *Port Camera Interface*

Port camera interface sebagai port yang menghubungkan Raspberry Pi dan kamera.

7. *Port LCD Display Interface*

Port LCD Display Interface sebagai port keluaran ke layar LCD.

8. *Output Audio Analog*

Port *Audio Analog* digunakan sebagai penyedia keluaran ke layar LCD.

9. *Keluaran Composite Video*

Jack standard tipe RCA menyediakan keluaran sinyal video NTSC dan PAL. Selain itu terdapat *Port General Purpose Input/Output* (GPIO) digunakan untuk berhubungan dengan suatu *hardware* eksternal. Raspberry Pi mempunyai 26 *pin* GPIO.

2.2 Kamera

Menurut (Pranata, 2012) kamera adalah sebuah alat yang digunakan dalam kegiatan fotografi. Kamera digunakan untuk membentuk atau merekam suatu aytangan ke dalam film / *memory card*. Kamera merupakan alat terpenting di dunia fotografi. Kamera memiliki bermacam macam jenis dan tipe, jenis kamera menurut

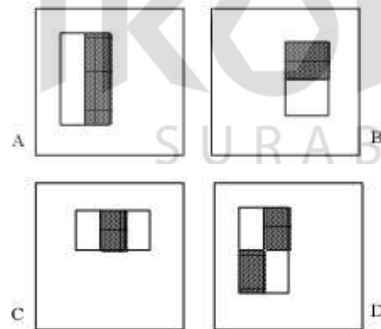
media secara mekanisme kerja dan teknologinya adalah kamera film, kamera polaroid, kamera TLR, kamera saku, kamera prosumer, kamera SLR atau DSLR.

2.3 Metode Viola-Jones

Menurut (Kusumo, 2004) prosedur deteksi wajah dengan metode Viola-Jones adalah dengan mengklasifikasikan Gambar berdasarkan pada nilai fitur sederhana. Terdapat banyak alasan untuk menggunakan fitur dari pada *Pixel* secara langsung. Alasan yang paling umum adalah bahwa fitur dapat digunakan untuk mengkodekan pengetahuan domain *ad-hoc* yang sulit dalam pembelajaran terhadap data latih yang terbatas jumlahnya. Alasan penting kedua untuk fitur adalah sistem fitur berbasis operasi jauh lebih cepat dari pada sistem berbasis *Pixel*. Klasifikasi Gambar dilakukan berdasarkan nilai dari sebuah fitur. Penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan citra ber*Pixel*.

Untuk memilih fitur yang spesifik yang akan digunakan dan untuk mengatur nilai ambangnya (*Threshold*), Viola dan Jones menggunakan sebuah metode machine learning yang disebut *AdaBoost*. *AdaBoost* menggabungkan banyak *classifier* lemah untuk membuat sebuah *classifier* kuat. Lemah disini berarti urutan *filter* pada *classifier* hanya mendapatkan jawaban benar lebih sedikit. Jika keseluruhan *classifier* lemah digabungkan maka akan menjadi *classifier* yang lebih kuat. Viola-Jones menggabungkan beberapa *AdaBoost classifier* sebagai rangkaian *filter* yang cukup efisien untuk menggolongkan daerah image. Masing-masing *filter* adalah satu *AdaBoost classifier* terpisah yang terdiri dari *classifier* lemah atau satu *filter* fitur.

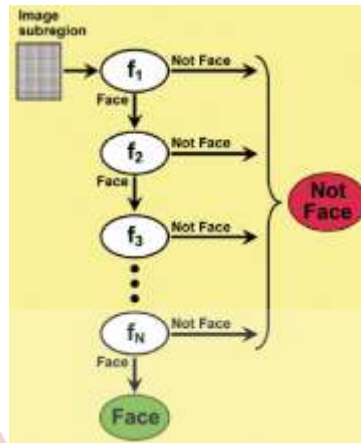
Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian objek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7% dengan kecepatan 15 kali lebih cepat dari pada detector Rowley Baluja-Kenade dan kurang lebih 600 kali lebih cepat dari pada detector Scheneiderman-Kanade. Metode ini, diusulkan oleh Paul Viola-Jones pada tahun 2001. Metode Viola-Jones menggabungkan empat kunci utama yaitu *Haar Like Feature*, *Integral Image*, *AdaBoost Learning* dan *Cascade Classifier*. Wavelet Haar adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Kombinasi-kombinasi yang digunakan untuk pendeteksian objek visual tidak terlalu menyerupai Wavelet Haar yang sebenarnya. Walaupun demikian, kombinasi-kombinasi segi empat itu cocok untuk tugas-tugas pengenalan visual yang lebih baik. oleh karena itu fitur ini disebut fitur Haar, atau fitur Haarlike, bukan Wavelet Haar. Gambar 2.2 dibawah ini menunjukkan fitur yang digunakan OpenCV (Kurniawan, Agus, dkk. 2009).



Gambar 2. 1 Contoh Gambar Fitur dalam Metode Viola-Jones

Untuk memilih fitur Haar yang digunakan dan untuk mengubah nilai *Threshold*, Viola dan Jones menggunakan metode *machine-learning* yang disebut *AdaBoost*. *AdaBoost* menggabungkan banyak *classifier* untuk membuat satu

classifier untuk membuat satu *classifier*. Masing-masing *classifier* menetapkan suatu bobot, dan gabungan dari bobot inilah yang akan membentuk satu *classifier* yang kuat. Viola Jones menggabungkan serangkaian *AdaBoost classifier* sebagai rantai *filter* atau *filter chain*.



Gambar 2. 2 *Classifier Cascade Image*

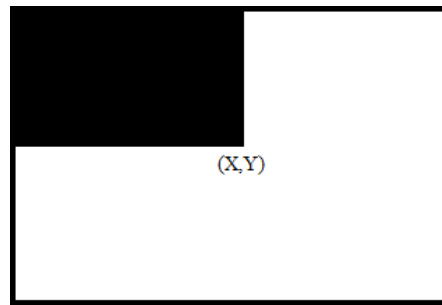
Berdasarkan Gambar 2.2, *filter* pada masing-masing level dlatih untuk mengklasifikasikan Gambar yang sebelumnya telah di*filter* (Training set merupakan *database* dari wajah). Selama penggunaannya, jika satu dari *filter-filter* tersebut gagal, *image region* atau daerah pada Gambar diklasifikasikan sebagai “Bukan Wajah”. Saat *filter* berhasil melewati *image region*, *image region* kemudian masuk pada *filter* yang selanjutnya. *Image region* yang telah melalui semua *filter* akan dianggap sebagai “Wajah” (Viola, P; Michael J; Jones, 2001).

2.4 Fitur Haar (*Haarlike Feature*)

Fitur merupakan tahap paling awal yang diperlukan dalam pendeteksian objek dengan menggunakan metode Viola-Jones. Penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan pemrosesan image per *Pixel*. Fitur Haar (*Haarlike Feature*) adalah pengambilan *Pixel* pada citra membentuk segi empat sederhana yang dibagi menjadi dua bagian, satu bagian, satu bagian gelap dan satu bagian terang. Adanya fitur haar ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata *Pixel* pada daerah gelap dari rata-rata *Pixel* dari daerah terang. Jika nilai perbedaan itu diatas nilai ambang atau *Threshold*, maka dapat dikatakan bahwa fitur itu ada. Untuk menentukan ada tidaknya dari ratusan fitur haar pada sebuah citra dan pada skala yang berbeda secara efisien, viola jones menggunakan Teknik yang dinamakan citra integral atau integral image (Kurniawan, Agus, dkk. 2009).

2.5 Citra Integral

Citra integral merupakan suatu representasi citra baru, dimana nilai *Pixel* dari suatu titik (x,y) pada citra merupakan hasil penjumlahan dari seluruh *Pixel* yang ada disebelah kiri dan atas titik tersebut. Citra integral sangat membantu dalam perhitungan fitur *Haarlike*. Dengan menggunakan citra integral, perhitungan fitur *Haarlike* dapat dilakukan dengan sangat cepat.



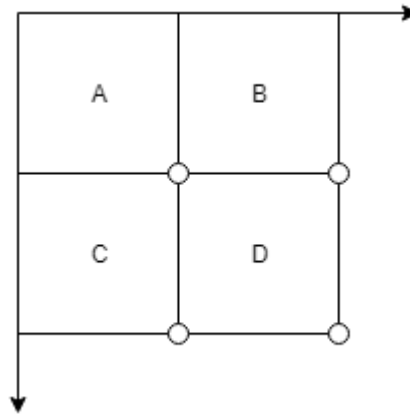
Gambar 2. 3 Nilai *Pixel* Pada Titik (x,y)

Berdasarkan Gambar 2.3 diatas, nilai (x,y) adalah nilai dari seluruh *Pixel* pada daerah yang diarsir.



Gambar 2. 4 Perbandingan Citra Masukan dengan Citra Integral

Pada Gambar 2.4 terlihat perbedaan antara nilai *Pixel* citra asli dengan citra setelah dilakukan proses peng-integral-an. Dengan mendapatkan nilai dari citra integral maka jumlah dari seluruh *Pixel* yang ada dalam setiap persegi Panjang dapat dihitung dengan empat nilai. Nilai-nilai ini merupakan *Pixel* pada citra integral yang bertepatan dengan sudut-sudut persegi Panjang yang ada pada citra masukan.



$$ABCD = D - (B + C) + A$$

Gambar 2. 5 Jumlah Seluruh *Pixel* Yang Ada Pada Persegi Panjang

2.6 Algoritma *Boosting*

Algoritma *Adaboost* berfungsi untuk melakukan pemilihan fitur-fitur dalam jumlah yang banyak, dengan hanya memilih fitur-fitur tertentu. *Boosting* merupakan meta-algoritma dalam *machine learning* untuk melakukan *supervised learning*.

Kebanyakan algoritma *boosting* mengikuti sebuah rancangan. Secara umum *boosting* terjadi dalam iterasi, secara incremental menambah *weak learning* kedalam satu strong learning. Pada setiap iterasi, satu *weak learning* belajar dari suatu data latihan. Kemudian *weak learner* itu ditambahkan, data-data kemudian diubah masing-masing bobotnya. Data-data yang mengalami kesalahan klasifikasi akan mengalami penambahan bobot, dan data-data yang terklasifikasikan dengan benar akan mengalami pengurangan bobot.

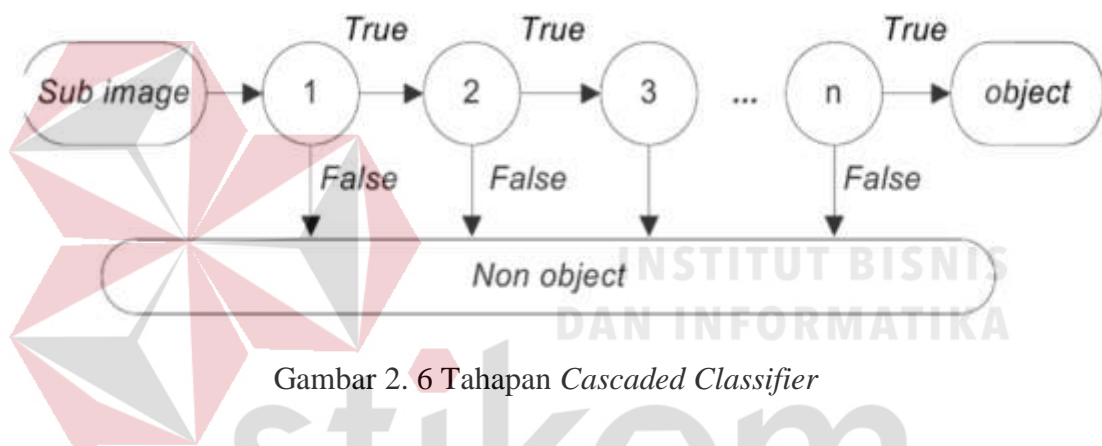
2.7 *Cascaded Classifier*

Cascade Classifier merupakan suatu metode pengklasifikasian bertingkat, dimana input dari setiap tingkatan merupakan *output* dari tingkatan sebelumnya. Pada *classifier* tingkat pertama, yang menjadi inputan adalah seluruh citra *sub-window*. Semua citra *sub-window* yang berhasil melewati *classifier* pertama akan dilanjutkan ke *classifier* ke dua, dan seterusnya. Apabila suatu *sub-window* berhasil melewati semua tingkat *classifier*, maka *sub-window* tersebut dinyatakan sebagai wajah. Sedangkan untuk *sub-window* yang gagal melewati suatu tingkat *classifier* akan langsung dieliminasi dan dinyatakan sebagai bukan wajah (tidak akan diproses lagi).

Hal ini sangat mempercepat proses pengklasifikasian, karena jumlah inputan yang diterima di setiap *classifier* akan semakin berkurang. *Cascaded Classifier* dirancang sedemikian rupa untuk meningkatkan tingkat pendeteksian dan mengurangi jumlah positif palsu. Setiap tingkatan *classifier* merupakan representasi hasil dari algoritma *boosting*. Jadi, di setiap tingkat *classifier* memiliki sejumlah *weak classifier* memberikan aturan pasti mengenai fitur *haarlike* yang digunakan (jenis, ukuran, dan lokasi), nilai *Threshold* terbaik untuk setiap fitur, serta nilai Batasan setiap fitur tersebut.

Semakin tinggi tingkat *classifier* semakin banyak pula jumlah *weak classifier* yang ada. Hal ini mengakibatkan semakin sulitnya suatu *sub-window* untuk berhasil melewati tingkatan *classifier* tersebut, sehingga jumlah *sub-window* yang dieliminasi akan semakin banyak, dan jumlah *sub-window* yang berhasil lolos ke *classifier* tingkat selanjutnya akan semakin sedikit. II-12 oleh karena semakin

sedikit *sub-window* yang berhasil lolos ke *classifier* selanjutnya, maka semakin sedikit pula jumlah false positive (citra negative yang dianggap sebagai citra positif) yang berhasil lolos. Dengan berkurangnya *false positive*, tingkat keakuratan pendeteksian pun meningkat. Jadi, semakin banyak tingkat *classifier* di dalam suatu *Cascaded Classifier*, maka semakin akurat hasil yang akan didapatkan. Untuk lebih jelasnya proses *filter* dari masing-masing *classifier* yang dilalui setiap *sub-window* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Tahapan *Cascaded Classifier*

2.8 Citra

Menurut (Munir,2004) citra merupakan istilah lain untuk Gambar sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Secara harfiah, citra Gambar adalah Gambar pada bidang dwimatra (2 dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continuous*) dari intensitas cahaya pada bidang 2 dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagai dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optic. Misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai, dan sebagainya.

Sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Citra juga tidak lah jauh dari tekstur yang dihasilkan.

Menurut (Fadil, 2012) tekstur dicirikan sebagai distribusi special dari derajat keabuan didalam sekumpulan *Pixel-Pixel* yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat diidentifikasi untuk sebuah *Pixel*, melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Dapat pula dikatakan bahwa tekstur adalah sifat-sifat atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu daerah yang cukup besar sehingga secara alami sifat tersebut dapat berulang dalam daerah tersebut. Pengertian dari tekstur dalam hal ini adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan *Pixel-Pixel* dalam citra. Suatu permukaan dikatakan mempunyai informasi tekstur, jika luasannya diperbesar tanpa mengubah sekala, maka sifat-sifat permukaan hasil perluasan mempunyai sifat kemiripan dengan permukaan asalnya.

Pola-pola yang teratur muncul secara berulang-ulang dengan intercal jara dan arah yang tertentu. Suatu permukaan tak berwarna dalam suatu citra mengandung informasi tekstur bila permukaan itu mempunyai pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan *Pixel-Pixel* dalam citra. Suatu permukaan dikatakan mempunyai informasi tekstur, jika luasannya diperbesar tanpa mengubah skala, maka sifat-sifat permukaan hasil perluasan mempunyai sifat kemiripan dengan permukaan asalnya.

2.9 RGB to Grayscale

Suatu citra *Grayscale* adalah suatu citra yang hanya memiliki warna tingkat keabuan. Penggunaan citra *Grayscale* dikarenakan membutuhkan sedikit informasi yang diberikan pada tiap *Pixel* dibandingkan dengan citra berwarna. Warna abu-

abu pada citra *Grayscale* adalah warna R(*Red*), G(*Green*), B(*Blue*) yang dimiliki intensitas yang sama. Sehingga dalam *Grayscale* image hanya membutuhkan nilai intensitas untuk tiap *Pixel*nya. Intensitas dari *Grayscale* disimpan dalam 8 bit integer yang memberikan 256 kemungkinan yang mana dimulai dari 0 sampai dengan 255 (0 untuk hitam dan 255 untuk putih dan nilai diantaranya adalah derajat keabuan). Dalam pengolahan citra, *Grayscale* merupakan suatu citra yang hanya memiliki satu nilai warna pada setiap *Pixel*nya, dimana warna dari *Grayscale* adalah warna keabuan yang berada diantara hitam dan putih, dengan kata lain nilai $red = green = blue$. Sistem warna *Grayscale* digunakan karena pada proses *Threshold*, citra yang dapat diproses adalah citra dengan derajat keabuan atau disebut dengan *Grayscale*. Rumus RGB to *Grayscale* seperti pada persamaan dibawah ini.

R = 50 G = 65 B = 50	R = 231 G = 12 B = 34	R = 90 G = 95 B = 126	58.81	79.99	97.04
R = 40 G = 80 B = 63	R = 130 G = 13 B = 142	R = 255 G = 128 B = 64	66.1	62.69	158.68
R = 0 G = 233 B = 0	R = 0 G = 65 B = 50	R = 255 G = 255 B = 50	130.9	43.86	231.63

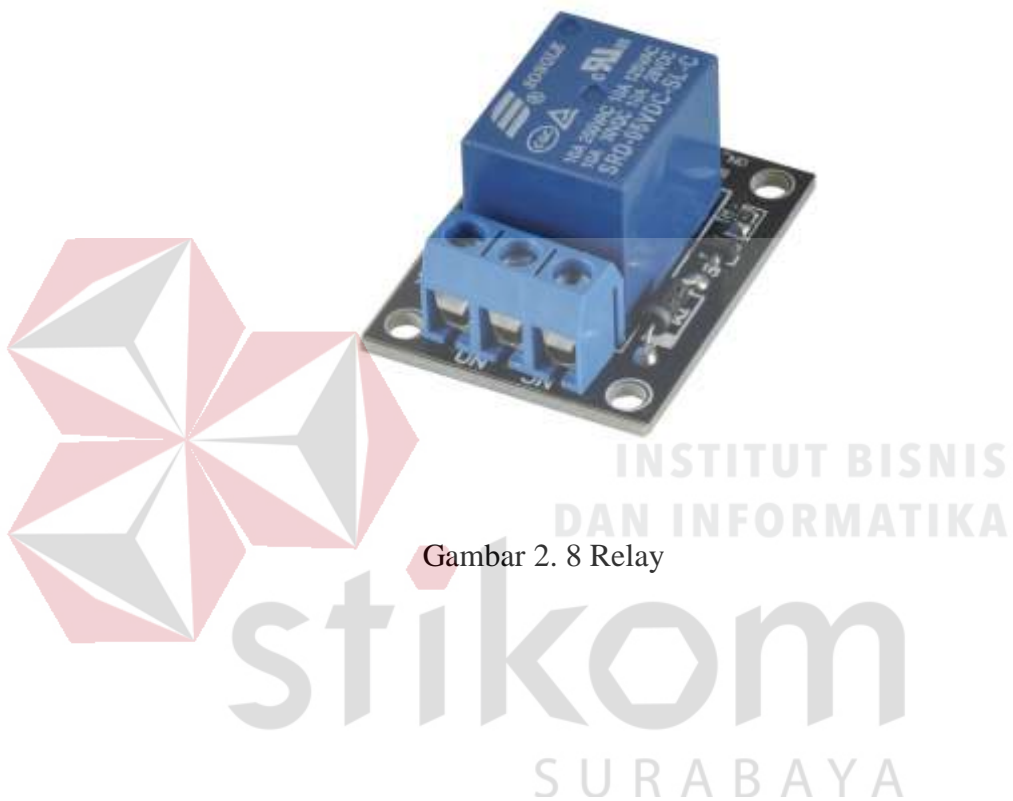
$$Gray = 0.2991 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

Gambar 2. 7 RGB to *Grayscale*

2.10 Relay

Relay adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relay menggunakan prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak

saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*Low Power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Amature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 2. 8 Relay

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan pada pembuatan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak yaitu dengan studi pustaka. Penulis berusaha untuk mendapatkan dan mengumpulkan data baik secara informasi, jurnal, internet serta bahan-bahan materi kuliah yang berkaitan untuk tugas akhir ini.

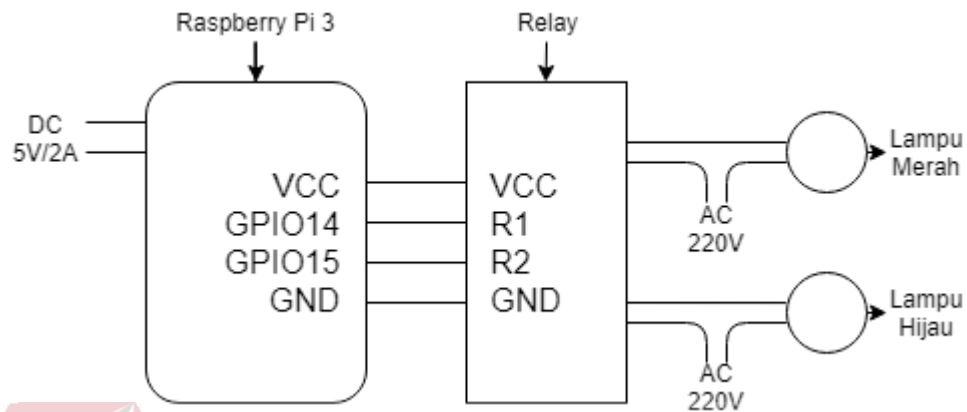
Dari data – data yang telah diperoleh maka dapat disusun perancangan perangkat keras. Dalam pengujian perangkat keras dilakukan pengujian yang didukung dengan program yang telah dibuat. Selanjutnya tahapan pembuatan perangkat lunak dan terakhir penggabungan semua perangkat keras dengan perangkat lunak menjadi sebuah alat.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Dari Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem yang terdiri dari kamera sebagai media pengambilan citra Gambar (input), Raspberry Pi 3 sebagai media mini komputer untuk

mengolah citra Gambar (proses), lampu (*output*) sebagai indikator apabila wajah dikenali maka lampu akan menyala berwarna hijau dan apabila tidak dikenali maka lampu berwarna merah. Adapun schematic / rangkaian seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Skematik

3.1.1 Kamera

Kamera digunakan sebagai media untuk mengambil Gambar. Kamera yang digunakan bertipe Logitech C270. Untuk mendapatkan hasil citra yang bagus dalam pengambilan Gambar penulis memerlukan kamera yang memiliki kualitas HD. Untuk mengambil citra Gambar pada kamera diperlukan pemanggilan program. Sehingga program dapat terus mengambil setiap fram dari kamera. Dibawah merupakan cuplikan program Python untuk memanggil fungsi kamera.

```
import numpy
import cv2

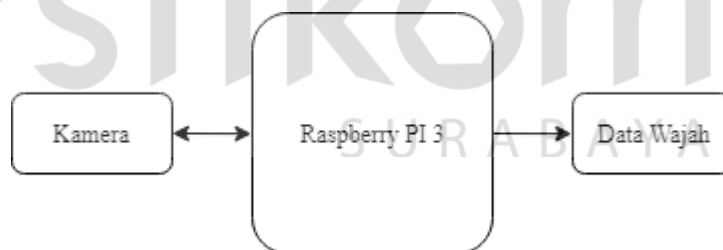
Camera = cv2.VideoCapture(0)
```

Untuk program yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 1.

3.1.2 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi 3 terdapat port GPIO yang digunakan sebagai *output* untuk mengendalikan lampu sebagai *output* apabila terdeteksi wajah. *Memory* yang digunakan pada Raspberry Pi 3 menggunakan *memory* mikroSD. Raspberry Pi 3 menggunakan *memory* sebagai tempat menyimpan ISO, *file*, dan media. Pada penelitian ini penulis menggunakan *memory* 8GB pada Raspberry Pi 3. Selain itu pada Raspberry Pi 3 digunakan untuk tempat memproses program dan kendali lampu. Bahasa pemrograman yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu Python 2.7 yang sudah terdapat pada Raspberry Pi 3. Ketika objek terdeteksi Raspberry Pi 3 mengirimkan perintah kepada lampu saat terdeteksi wajah yang dikenali maupun tidak dikenali. Berikut ini merupakan *flowchart* program yang terdapat pada Raspberry Pi 3 :

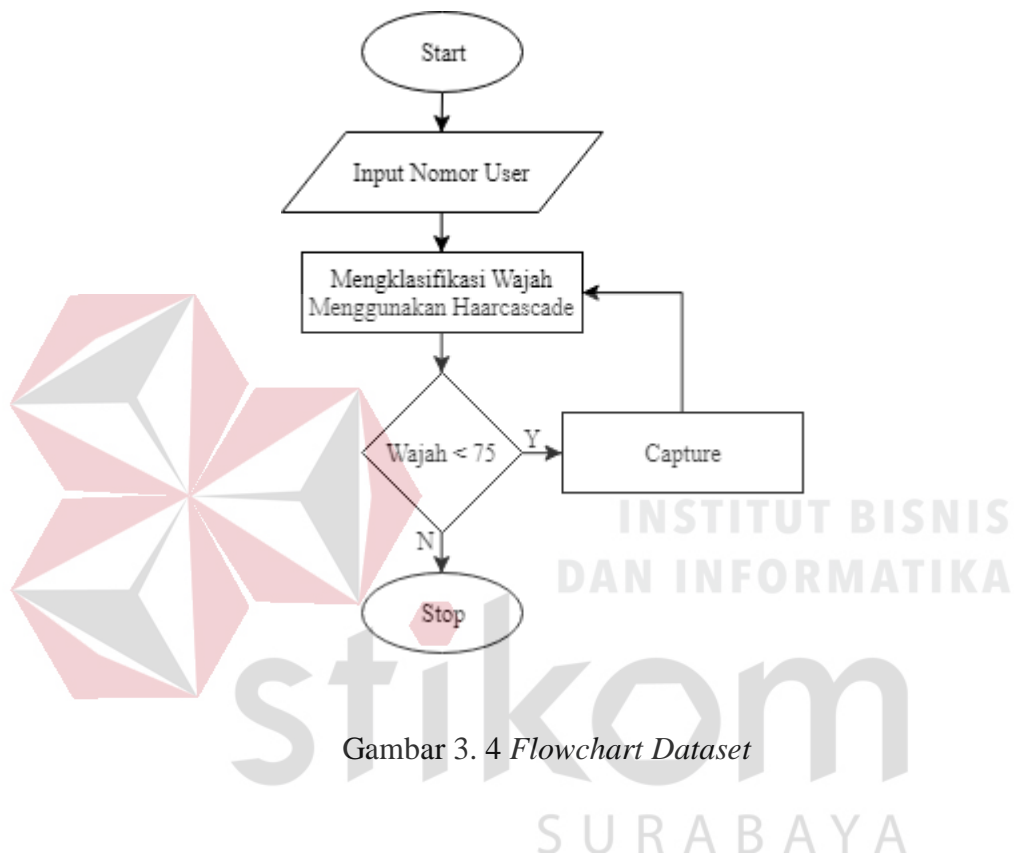
1. *Dataset*



Gambar 3. 3 Blok Diagram *Dataset*

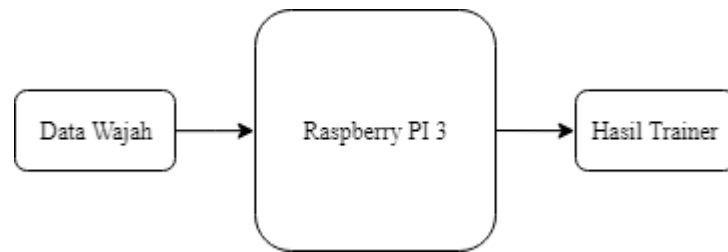
Pada blok diagram Gambar 3.3 *Dataset* memiliki input berupa kamera dan akan diproses oleh Raspberry Pi 3 dan *output* Data Set berupa Data Wajah. Pada program *Dataset*, program akan meminta menginputkan nomor user sebagai identitas (ID), setelah itu kamera akan mengambil setiap *frame* dan mengklasifikasi menggunakan fitur *HaarCascade* dari OpenCV. Setelah *HaarCascade* mendeteksi

objek wajah, program akan mengambil setiap wajah dan disimpan dalam bentuk Jpg sebanyak 75 foto wajah karena semakin banyak jumlah wajah yang di ambil maka semakin akurat saat pengenalan wajah untuk *flowchart* program dapat dilihat pada Gambar 3.4.



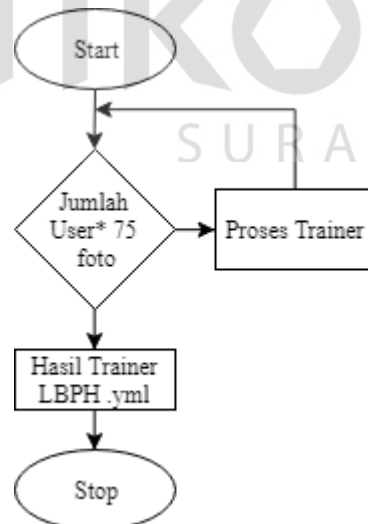
Gambar 3. 4 *Flowchart Dataset*

2. *Trainer*



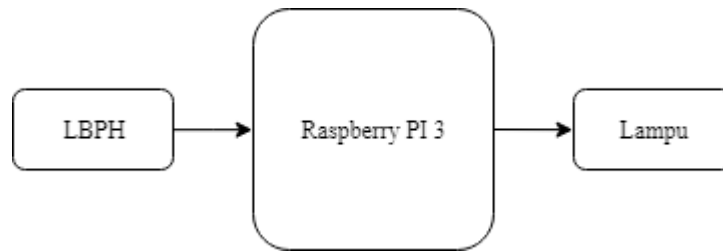
Gambar 3. 5 Blok Diagram *Trainer*

Pada blok diagram Gambar 3.5 data wajah yang telah diambil lalu diproses menggunakan Raspberry Pi 3 dan menghasilkan *file* berupa hasil *Trainer*. Saat program dijalankan, jumlah foto sebanyak 75 setiap user yang telah di daftarkan akan di training sehingga menjadi sebuah data berbentuk yml dengan metode LBPH. Sebagai contoh penulis mendaftarkan 10 user yang telah diambil Gambar wajah akan di training sebanyak $75 \text{ (foto)} * 10 \text{ (user)}$ pada proses *Trainer*, adapun *flowchart* program *Trainer* seperti pada Gambar 3.6.



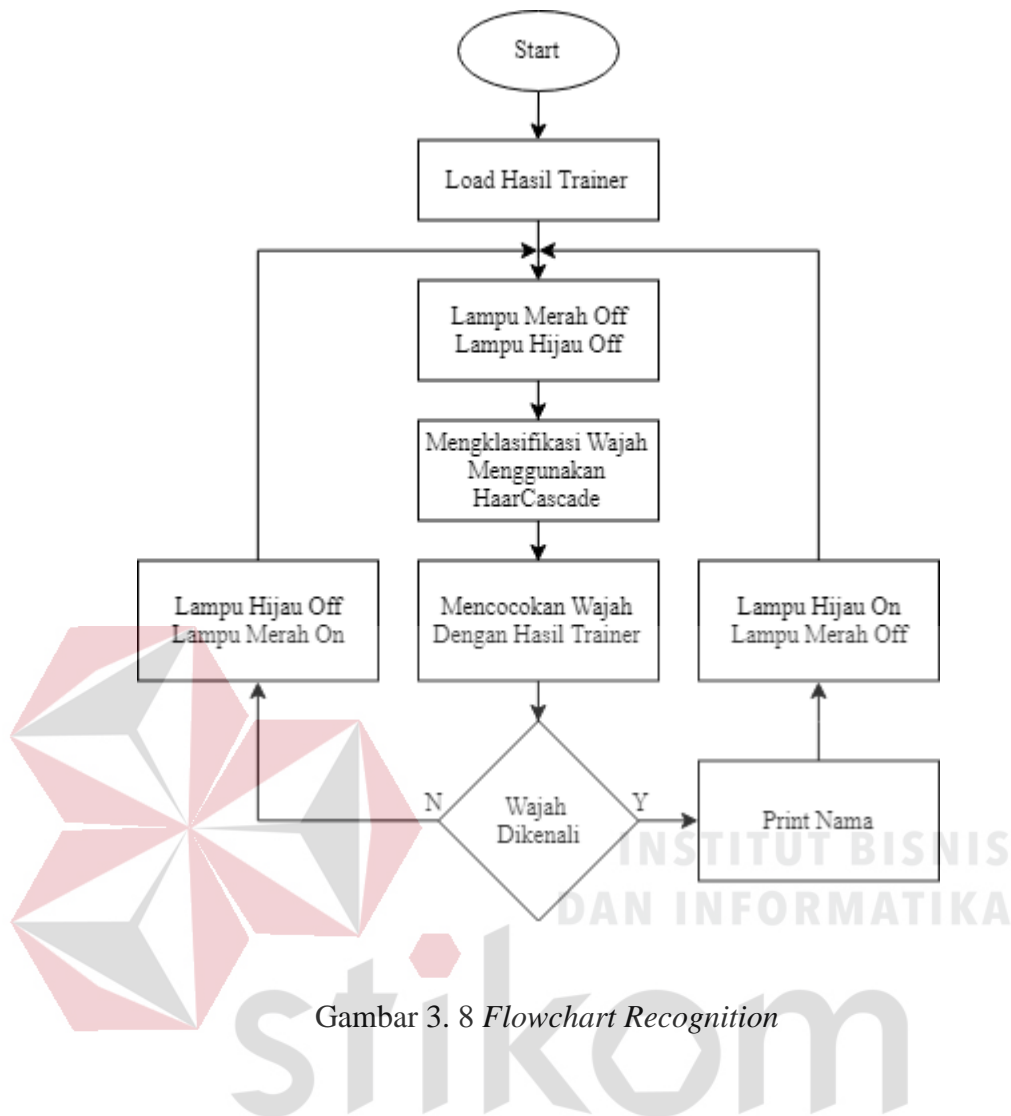
Gambar 3. 6 Flowchart *Trainer*

3. *Recognition*



Gambar 3. 7 Blok Diagram *Trainer*

Pada blok diagram Gambar 3.7 hasil *Trainer* berbentuk .yaml dengan metode LBPH akan diproses menggunakan Raspberry Pi 3 dan lampu akan menjadi *output* dengan kondisi apabila wajah dikenali maupun dikenali. Pada *Recognition*, program yang telah dijalankan, kamera akan mengambil setiap *frame* dan mengklasifikasi wajah menggunakan fitur *HaarCascade* dan membandingkan dengan hasil data yang telah di *Trainer* (wajah yang telah didaftarkan) berbentuk ekstensi .yaml, apabila wajah dikenali maka akan menampilkan nama dan lampu hijau akan menyala, sebaliknya apabila wajah tidak dikenali maka lampu merah akan menyala.



Gambar 3. 8 Flowchart Recognition

Untuk dapat menjalankan program ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti menginstall library yang diperlukan dalam program menggunakan Bahasa pemrograman python2 yaitu PIP. PIP merupakan *Package Management System* yang digunakan untuk mengunduh dan mengelola package Python. Ada beberapa hal yang perlu di *install* sebelum menjalankan program seperti berikut :

1. Numpy

Numpy merupakan *Package/Library* untuk komputasi ilmiah (*scientific computing*) untuk pemrograman Python. Kegunaan Numpy diantaranya adalah

- Membangun data array multidimensi (*N-dimensional*) yang powerful.
- Alat untuk mengintegrasikan kode C/C++ dan Fortran.
- Berkemampuan dalam menangani masalah komputasi aljabar linier, transformasi *fourier* dan bilangan acak.

Adapun cara menginstall numpy dengan menggunakan python-pip dengan perintah :

\$ sudo apt-get install numpy

2. OpenCV

OpenCV adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time. Adapun kegunaan dari OpenCV yaitu

- Salah satu cabang dari bidang ilmu Pengolahan Citra (*Image Processing*).
- Dari vision computer mampu mengenali objek yang sudah ditentukan.
- Sebagai penelitian yang kedepan akan membutuhkan teknologi pengolahan citra.

Adapun cara menginstall OpenCV dengan menggunakan python-pip dengan perintah :

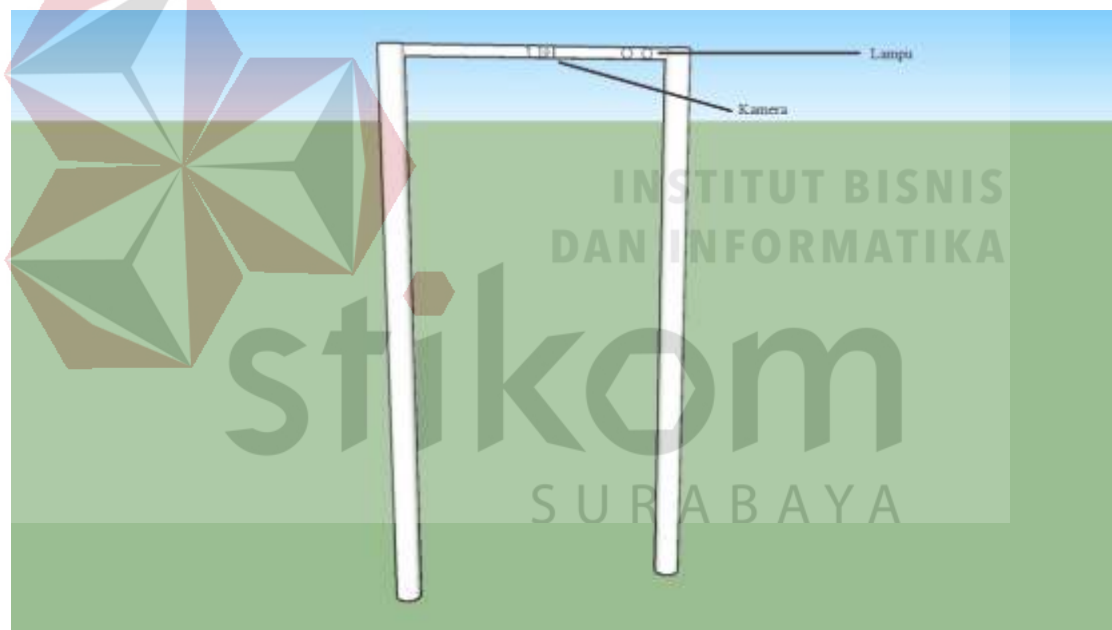
\$ sudo apt-get install python-opencv

3.1.3 Lampu

Lampu digunakan sebagai *output*-an untuk memberi tanda apabila terdeteksi wajah yang terdeteksi dikenali maupun tidak dikenali. Pada tugas akhir ini lampu yang digunakan yaitu 2 dengan lampu berwarna merah dan berwarna hijau. Masing masing lampu memiliki kondisi yang berbeda. Lampu merah menyala saat wajah tidak dikenali dan lampu hijau saat wajah telah dikenali.

3.2 Perangkat Keras

3.2.1 Mekanik



Gambar 3. 9 Desain Mekanik Keseluruhan

Pengerjaan desain mekanik, penulis menggunakan mekanik sederhana agar alat ini bisa digunakan dan mampu menyerupai sebuah pintu *gate* yang mempunyai lampu sebagai indicator sebagai informasi.

3.2.2 Hasil Desain Mekanik

Berikut ini hasil mekanik pada Gambar 3.10



Gambar 3. 10 Hasil Mekanik

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang telah dilakukan penulis ini merupakan pengujian terhadap perangkat keras serta perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui kerja dari sistem berjalan dengan baik atau tidak baik.

4.1 Pengujian Raspberry Pi

4.1.1 Tujuan

Pada pengujian ini penulis menguji untuk bagaimana cara menginstal dan memastikan Raspberry dapat berjalan tanpa kendala.

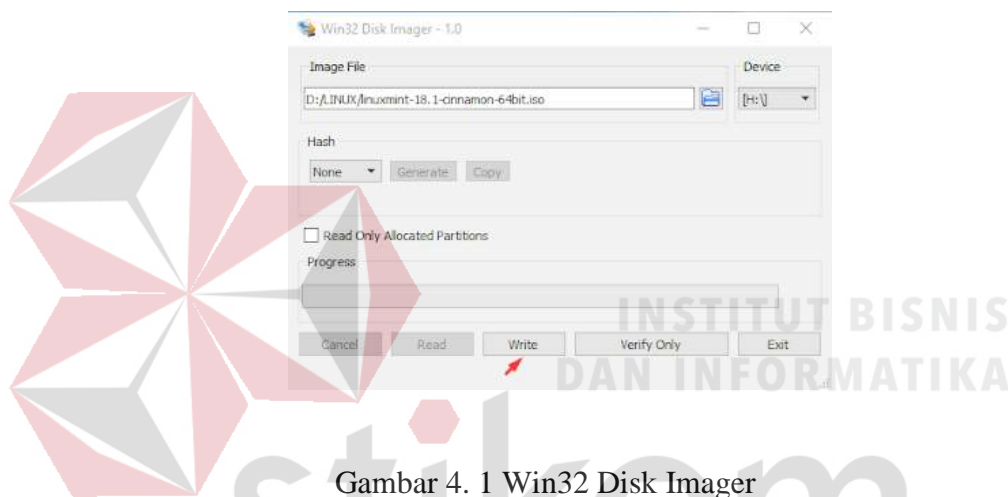
4.1.2 Alat Yang Digunakan

1. Raspberry Pi 3
2. Layar LCD.
3. Memory SD Card 8 GB.
4. Power Supply 5V / 1A
5. Keyboard.
6. Laptop/PC.
7. Win32 Disk Imager.

4.1.3 Prosedur Pengujian

Langkah – langkah untuk melakukan pengujian pada Raspberry Pi 3 seperti berikut

1. Menancapkan Kabel HDMI pada Raspberry Pi dan LCD.
2. Mendownload ISO Raspbian pada <https://www.Raspberrypi.org/downloads/>
3. Menancapkan MicroSD pada Laptop/PC untuk melakukan *install* bootable menggunakan win32 Disk Imager seperti pada Gambar 4.1

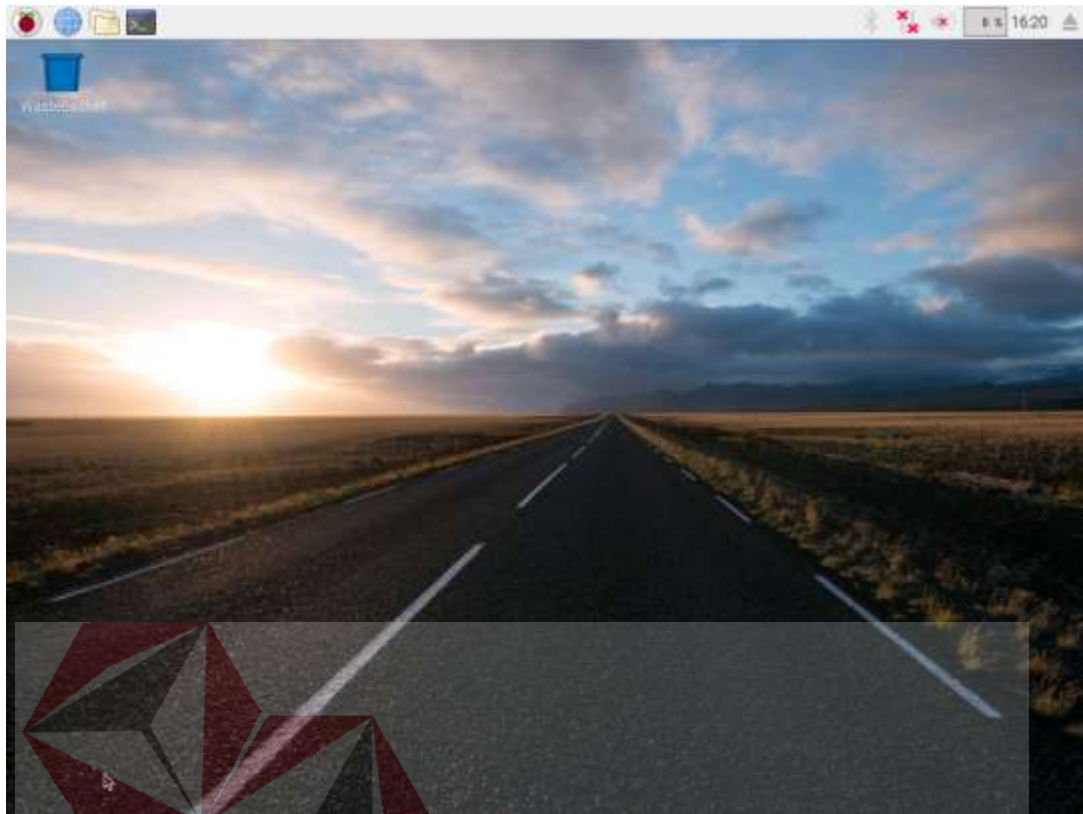


Gambar 4. 1 Win32 Disk Imager

4. Setelah selesai melakukan *install* bootable menancapkan MicroSD pada Raspberry Pi.
5. Menghubungkan HDMI Raspberry pada LCD.
6. Menancapkan Power Supply 5V/1A.

4.1.4 Hasil Pengujian

Gambar 4.2 menunjukkan tampilan awal dari Raspberry. Maka dapat simpulkan pengujian penginstalan Raspberry telah selesai



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Raspberry Pi 3

4.2 Pengujian Kamera

4.2.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji kamera apakah bekerja baik ataupun tidak. Menggunakan program python dalam memanggil kamera USB.

4.2.2 Alat Yang Digunakan

1. Raspberry Pi 3.
2. Kamera USB.
3. Power Supply 5V/1A.

4.2.3 Prosedur Pengujian

1. Menghubungkan kamera usb pada usb Raspberry Pi.
2. Mensambungkan power supply 5V/1A pada Raspberry Pi.
3. Membuka program python2 pada Raspberry Pi.
4. Membuat Program seperti dibawah ini.

```
import cv2

Kamera = cv2.VideoCapture(0)

while True:
    ret, frame = Kamera.read()
    cv2.imshow("Kamera", frame)
    cv2.waitKey(1)
Kamera.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

4.2.4 Hasil Pengujian

Gambar 4. 3 terlihat bahwa kamera mampu menampilkan objek yang terdapat di depan kamera dengan baik.



Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Kamera

4.3 Pengujian *Remote Desktop Connection*

4.3.1 Tujuan

Pengujian ini memiliki tujuan untuk bagaimana menginstall dan menggunakan *Remote Desktop Connection*.

4.3.2 Alat Yang Digunakan

1. *Remote Desktop Connection*.
2. Raspberry Pi.
3. Power Supply 5V/1A.
4. IP Scanner.
5. Layar LCD.
6. Keyboard.
7. Laptop / PC.

4.3.3 Prosedur Pengujian

Langkah langkah untuk melakukan *install* dan menggunakan remote desktop.

1. Menghubungkan LCD dan Raspberry Pi Menggunakan HDMI.
2. Menancapkan Power Supply 5V/1A.
3. Membuka terminal dengan menggunakan perintah CTRL+ALT+T.
4. Menginstal *Install* dengan perintah
\$ sudo apt-get install xdrp
5. Setelah terinstall, buka *Remote Desktop Connection* masukan IP Raspberry Pi.

6. Setelah masukan *username* dan *password*:

username : pi

password : raspberry

4.3.4 Hasil Pengujian

Gambar 4. 4 menunjukkan bahwa Raspberry dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan baik.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian *Remote Desktop Connection*

4.4 Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Sudut

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini adalah proses untuk mengetahui program dalam mendeteksi wajah manusia berdasarkan sudut, dengan menggunakan *HaarCascade* yang tersedia OpenCV.

4.4.2 Alat Yang Digunakan

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 3.
2. Kamera USB.
3. Laptop / Komputer.
4. Program *Face Detection*.
5. *Remote Dekstop Connection*.
6. Power Supply 5V/1A.

4.4.3 Prosedur Pengujian

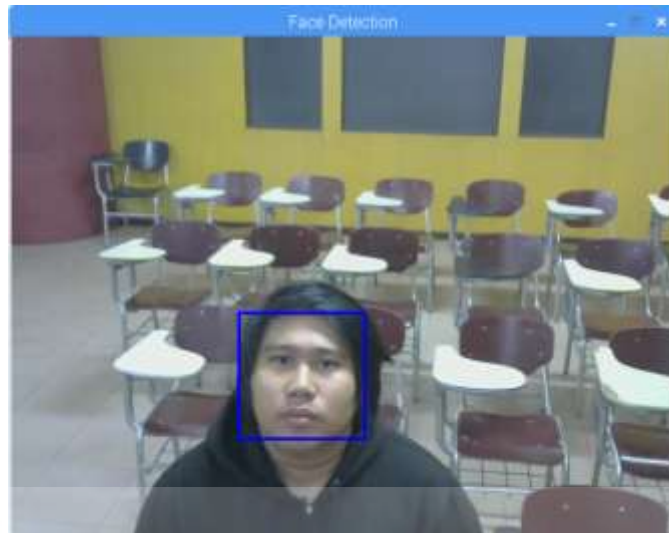
Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sistem adalah seperti berikut

1. Menghubungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi
2. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan *Remote Desktop Connection* menuju IP Raspberry Pi.
3. Menyambungkan kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
4. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal Raspberry Pi.
5. Menjalankan program dengan menggunakan perintah
\$ Python2 Image_Detector.py
6. Mengamati hasil dari program tersebut.

4.4.4 Hasil Pengujian

Dari prosedur pengujian di atas, telah mendapatkan hasil Gambar yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.15

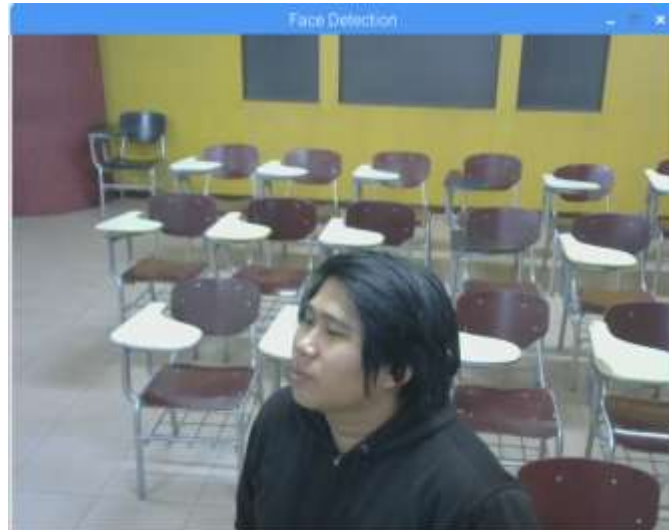
Pengujian Sudut Objek Tengah, Kiri dan Kanan



Gambar 4. 5 Pengujian Objek 0 Derajat



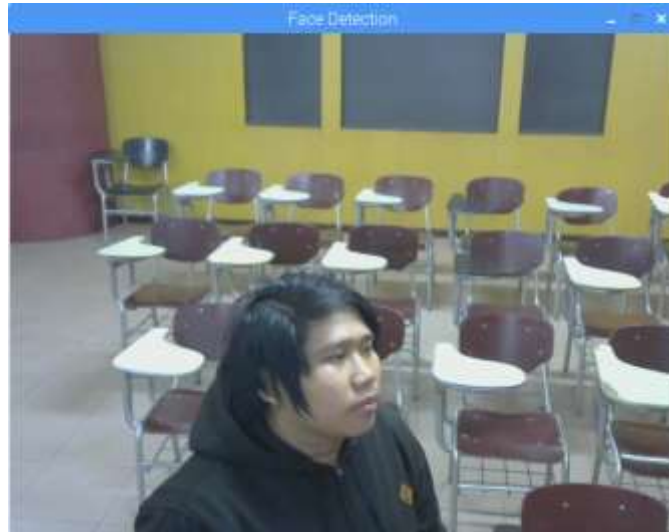
Gambar 4. 6 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Kiri



Gambar 4. 7 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Kiri



Gambar 4. 8 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Kanan

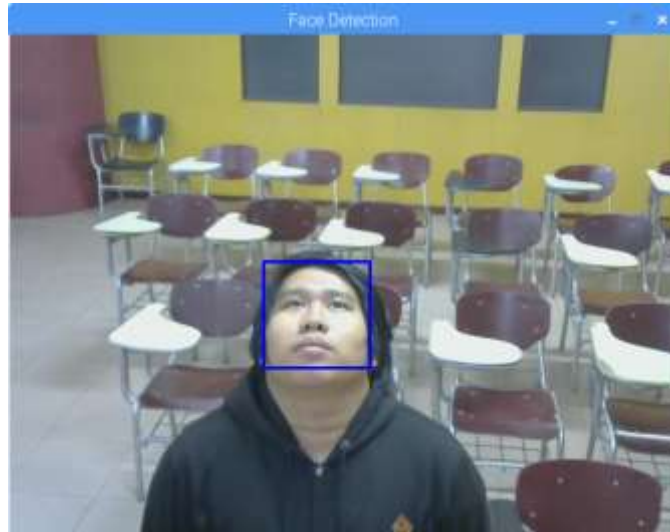


Gambar 4. 9 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Kanan

Pengujian Sudut Objek Atas dan Bawah



Gambar 4. 10 Pengujian Objek 15 Derajat Ke Atas



Gambar 4. 11 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Atas



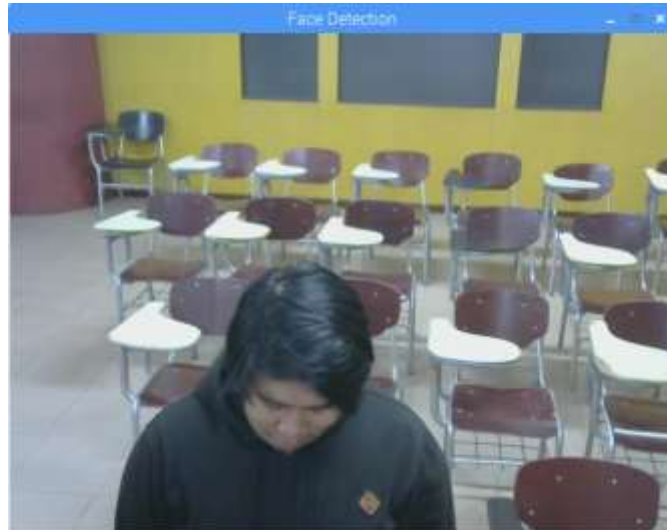
Gambar 4. 12 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Atas



Gambar 4. 13 Pengujian Objek 15 Derajat Ke Bawah



Gambar 4. 14 Pengujian Objek 30 Derajat Ke Bawah



Gambar 4. 15 Pengujian Objek 45 Derajat Ke Bawah

Dari pengujian yang telah dilakukan penulis dari Gambar 4.5 – 4.15, penulis membuat tabel hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 1 Pengujian Derajat *Face Detection*

No	Pengujian	Status
1	Objek 0 Derajat	Berhasil
2	Objek 30 Derajat ke Kiri	Berhasil
3	Objek 45 Derajat ke Kiri	Tidak Berhasil
4	Objek 30 Derajat ke Kanan	Berhasil
5	Objek 45 Derajat ke Kanan	Tidak Berhasil
6	Objek 15 Derajat ke Atas	Berhasil
7	Objek 30 Derajat ke Atas	Berhasil
8	Objek 45 Derajaat ke Atas	Tidak Berhasil
9	Objek 15 Derajat ke Bawah	Berhasil
10	Objek 30 Derajat ke Bawah	Berhasil

No	Pengujian	Status
11	Objek 45 Derajat ke Bawah	Tidak Berhasil

Dari pengujian yang telah dilakukan penulis mendapatkan hasil pada setiap 45 derajat, wajah mulai tidak dapat dideteksi oleh program.

4.5 Pengujian Pendeteksian Wajah Menggunakan Aksesoris

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk wajah dapat terdeteksi dengan wajah yang berbeda dan menggunakan aksesoris tambahan pada wajah/kepala.

4.5.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 3
2. Kamera USB
3. Power Supply 5V/2A
4. Laptop / Komputer.
5. *Remote Desktop Connection.*
6. *Program Face Detection.*

4.5.3 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sistem adalah seperti berikut:

1. Menghubungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi
2. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan Remote Desktop menuju IP Raspberry Pi.
3. Menyambungkan kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
4. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal Raspberry Pi.
5. Menjalankan program dengan menggunakan perintah
\$ Python2 Image_Detector.py
6. Mengamati hasil dari program tersebut.

4.5.4 Hasil Pengujian

Dari prosedur pengujian di atas, telah mendapatkan hasil tabel yang telah diamati oleh penulis dengan dibantu oleh teman-teman.



Gambar 4. 16 Pengujian Objek Menggunakan Topi



Gambar 4. 17 Pengujian Objek Menggunakan Topi dan Kacamata



Gambar 4. 18 Pengujian Objek Menggunakan Masker



Gambar 4. 19 Pengujian Objek Menggunakan Bandana

Dari pengujian yang telah dilakukan penulis dari Gambar 4.12 – 4.15, penulis membuat tabel hasil pengujian ebagai berikut:

Tabel 2 Pengujian pendeteksian wajah dengan aksesoris

No	Aksesoris	Status
1	Pria Bertopi Tanpa Kacamata	Berhasil
2	Pria Bertopi Menggunakan Kacamata	Berhasil
3	Pria Bermasker	Gagal
4	Pria Menggunakan Bandana	Berhasil

Dari Tabel 2 membuktikan bahwa sistem dapat mengenali wajah namun pada pria bermasker tidak dapat dikenali sebagai wajah.

4.6 Pengujian Relay Pada Lampu

4.6.1 Tujuan

Pengujian Relay digunakan untuk mengetahui kinerja relay dalam mengalirkan listrik untuk menyalakan lampu.

4.6.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 3.
2. Relay 2 Channel.
3. *Remote Desktop Connection*.
4. Program Gpio Python.
5. Laptop / Komputer.
6. Lampu.

4.6.3 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sistem adalah seperti berikut:

1. Menghubungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi
2. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan Remote Desktop menuju IP Raspberry Pi.
3. Menyambungkan Pin VCC relay pada Port 5V Raspberry Pi dan Sambungkan Pin GND relay pada Port GND Raspberry Pi
4. Menyambungkan Pin Data 1 dan Data 2 pada Port GPIO 14 dan GPIO 15 Raspberry Pi.
5. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal Raspberry Pi.
6. Menjalankan program dengan menggunakan perintah
\$ Python2 Relay_Test.py

4.6.4 Hasil Pengujian

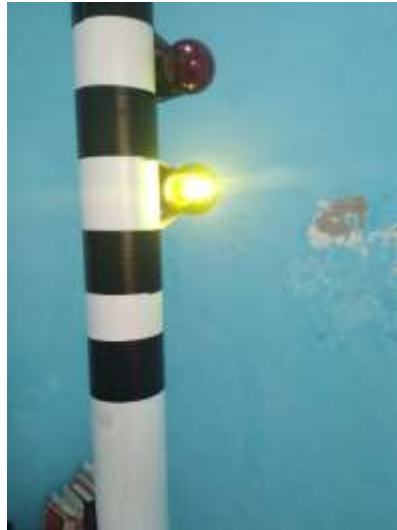
Dari prosedur pengujian di atas, telah mendapatkan beberapa hasil pengujian menggunakan relay sehingga lampu bisa menyala selama 1 detik dan mati selama 1 detik.



Gambar 4. 20 Pengujian Lampu Merah Menyala



Gambar 4. 21 Pengujian Lampu Merah Mati



Gambar 4. 22 Pengujian Lampu Hijau Menyala



Gambar 4. 23 Pengujian Lampu Hijau Mati

Dari pengujian yang dilakukan penulis dari Gambar 4. 20-4. 23, terlihat bahwa program relay untuk menyalakan lampu merah dan lampu hijau dapat berfungsi baik.

4.7 Pengujian *Face Recognition*

4.7.1 Tujuan

Pengujian *Face Recognition* ini bertujuan untuk mengetahui sistem pada tugas akhir ini dapat mengenali wajah secara baik ataupun tidak. Sebelum itu penulis mengambil sebanyak 75 foto dengan 5 objek yang sudah di daftarkan pada program *Dataset* dan 4 objek yang belum di daftarkan, untuk mengetahui dapat dikenali ataupun tidak dikenali.

4.7.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut

1. Raspberry Pi 3
2. Kamera USB.
3. Laptop atau Komputer.
4. Program *Dataset, Trainer, Recognition*.
5. Power Supply 5V/1A.
6. *Remote Desktop Connection*.

4.7.3 Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Menyambungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi.
2. Menyambungkan Kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
3. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan Remote Desktop menuju IP Raspberry Pi.

4. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal.
5. Untuk menjalankan program ***Dataset*** ketikkan perintah
`$ python2 Dataset.py`
6. Memastikan wajah terekam sempurna dengan berdiri tepat didepan kamera.
7. Setelah terekam sempurna dan muncul tulisan “Done” pada terminal, wajah telah terekam.
8. Menjalankan program ***Trainer*** dengan mengetik
`$ python2 Trainer.py`
9. Setelah dilakukan *Trainer* wajah yang telah direkam oleh *Dataset*, akan muncul tulisan “Done” pada terminal yang berarti telah di training.
10. Menjalankan program ***Recognition*** dengan mengetik
`$ python2 Recognition.py`
11. Mengamati hasil pengujian
12. Pada layar *Desktop* akan muncul *frame* video yang memunculkan tulisan apabila wajah dikenali maupun tidak dikenali.

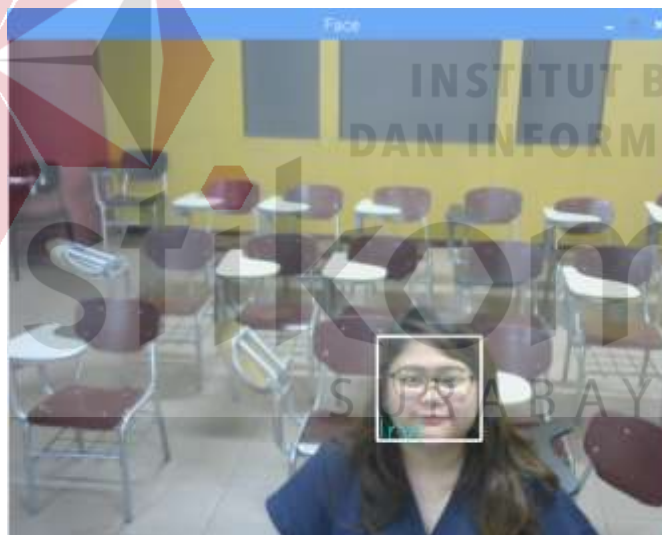
4.7.4 Hasil Pengujian

Pada pengujian ini penulis mengambil 5 orang sebagai objek untuk pengujian program *Face Recognition*.

Pengujian Objek Yang Sudah Di Daftarkan



Gambar 4. 24 Pengujian Objek 1 Yang Telah Di Daftarkan



Gambar 4. 25 Pengujian Objek 2 Yang Telah Di Daftarkan



Gambar 4. 26 Pengujian Objek 3 Yang Telah Di Daftarkan



Gambar 4. 27 Pengujian Objek 4 Yang Telah Di Daftarkan



Gambar 4. 28 Pengujian Objek 5 Yang Telah Di Daftarkan

Pengujian Terhadap Objek Yang Tidak Di Daftarkan



Gambar 4. 29 Pengujian Objek 1 Yang Tidak Di Daftarkan



Gambar 4. 30 Pengujian Objek 2 Yang Tidak Di Daftarkan



Gambar 4. 31 Pengujian Objek 3 Yang Tidak Di Daftarkan



Gambar 4. 32 Pengujian Objek 4 Yang Tidak Di Daftarkan

Dari pengujian pengambilan Gambar sebanyak 5, berikut adalah table hasil pengujian yang telah dilakukan penulis

Tabel 3 Tabel Pengujian Face Recogniton

No	Wajah	Status
1	Gambar 4.24	Berhasil Dikenali
2	Gambar 4.25	Berhasil Dikenali
3	Gambar 4.26	Berhasil Dikenali
4	Gambar 4.27	Berhasil Dikenali
5	Gambar 4.28	Berhasil Dikenali
6	Gambar 4.29	Tidak Dikenali
7	Gambar 4.30	Tidak Dikenali
8	Gambar 4.31	Tidak Dikenali
9	Gambar 4.32	Tidak Dikenali

Hasil pengujian pada Tabel 3 didapatkan *Recognition* yang telah di daftarkan pada *Dataset* dan sudah di Training sebanyak 5 objek berhasil dikenali dan 4 objek yang tidak di daftarkan tidak berhasil dikenali

4.8 Pengujian Pendeteksian Wajah Berdasarkan Jarak

4.8.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menguji tingkat ukuran jarak dalam mendeteksi wajah, dengan ketinggian kamera 2 meter dan sudut 30 derajat.

4.8.2 Alat yang digunakan

1. Raspberry Pi 3
2. Kamera USB.
3. Laptop atau Komputer.
4. Program Image_Detector.
5. Power Supply 5V/1A.
6. *Remote Desktop Connection.*

4.8.3 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah untuk melakukan pengujian sistem adalah seperti berikut

1. Menghubungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi
2. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan Remote Desktop menuju IP Raspberry Pi.
3. Menyambungkan kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
4. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal Raspberry Pi.

5. Menjalankan program dengan menggunakan perintah
\$ Python2 Image_Detector.py

4.8.4 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan jarak 50, 100, 150, dan 200 CM



Gambar 4. 33 Pengujian Objek Berjarak 50 cm



Gambar 4. 34 Pengujian Objek Berjarak 100 cm



Gambar 4. 35 Pengujian Objek Berjarak 150 cm



Gambar 4. 36 Pengujian Objek Berjarak 200 cm

Pada pengujian pendeteksian wajah berdasarkan jarak, saat objek 50 cm wajah tidak terdeteksi, saat objek 100 cm objek terdeteksi sempurna, namun pada saat objek 150 cm wajah terdeteksi namun tidak sempurna dikarenakan terjadi multi objek, dan pada 200 cm objek tidak dapat terdeteksi.

4.9 Pengujian Keseluruhan Sistem Berdasarkan Sudut dengan Pencahayaan Optimal

4.9.1 Tujuan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengetahui sistem dari tugas akhir ini. Sistem ini akan dilakukan uji secara program untuk mulai dari *Face Detection*, hingga dilakukan *Face Recognition* berdasarkan sudut dengan pencahayaan optimal.

4.9.2 Alat Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan untuk pengujian keseluruhan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 3.
2. Kamera USB.
3. 2 Relay yang sudah terhubung pada lampu.
4. Laptop atau Komputer.
5. Program *Dataset, Trainer, Recognition*.
6. Power Supply 5V/1A.
7. *Remote Desktop Connection*.

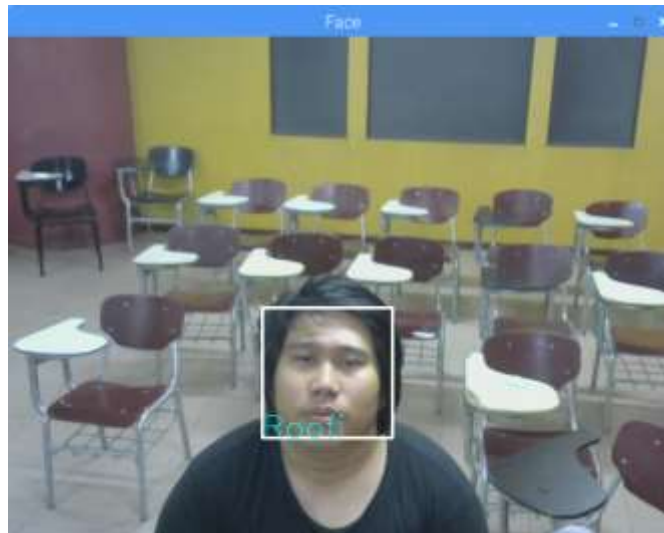
4.9.3 Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian sistem adalah sebagai berikut:

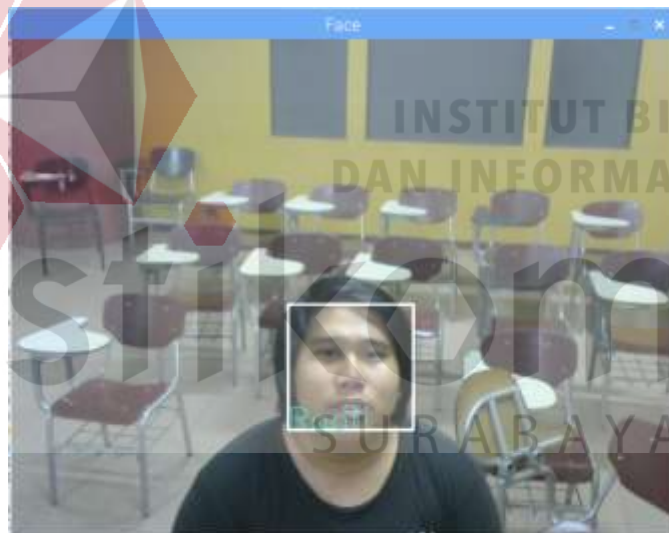
1. Menyambungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi.

2. Menyambungkan Kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
3. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan *Remote Desktop Connection* menuju IP Raspberry Pi.
4. Menyambungkan VCC relay pada 5V dan GND pada GND Raspberry Pi.
5. Menyambungkan Data 1 dan Data 2 pada GPIO 14 dan 15 Raspberry Pi.
6. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal.
7. Untuk menjalankan program *Dataset* ketikkan perintah
`$ python2 Dataset.py`
8. Mempastikan wajah terekam sempurna dengan berdiri tepat didepan kamera.
9. Setelah terekam sempurna dan muncul tulisan “Done” pada terminal, wajah telah terekam.
10. Menjalankan program *Trainer* dengan mengetik
`$ python2 Trainer.py`
11. Setelah dilakukan *Trainer* wajah yang telah direkam oleh *Dataset*, akan muncul tulisan “Done” pada terminal yang berarti telah di training.
12. Menjalankan program *Recognition* dengan mengetik:
`$ python2 Recognition.py`
13. Mengamati hasil pengujian, lampu hijau akan menyala apabila wajah dikenali.
14. Pada *Desktop* akan muncul *frame* video yang memunculkan tulisan apabila wajah dikenali maupun tidak dikenali.

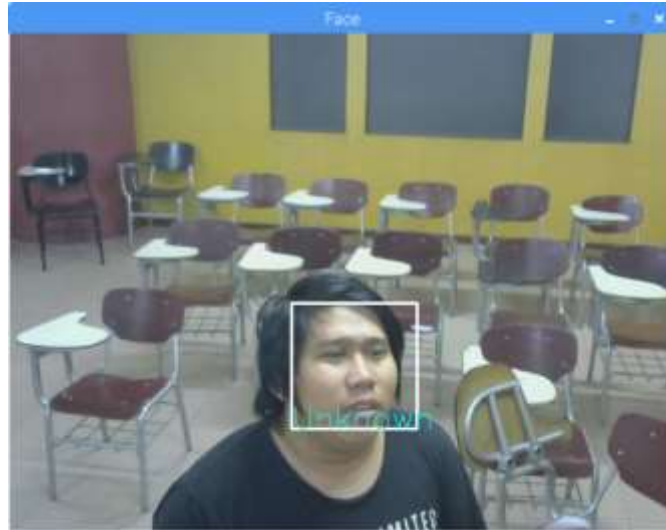
4.9.4 Hasil Pengujian



Gambar 4. 37 Wajah Dikenali 0 Derajat



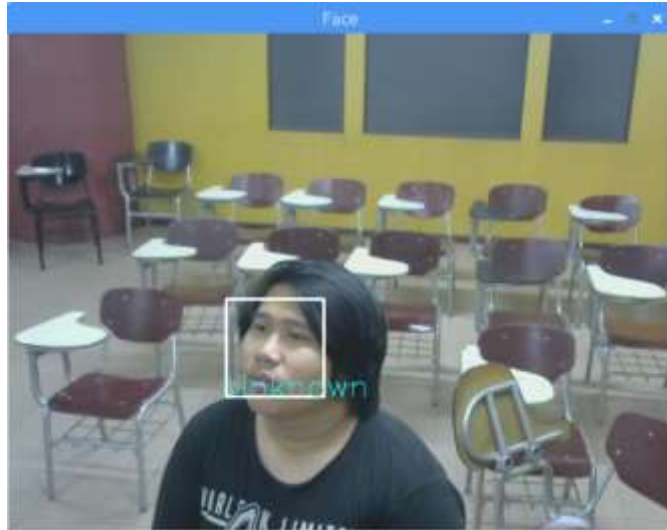
Gambar 4. 38 Wajah Tidak Dikenali 15 Derajat ke Kanan



Gambar 4. 39 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kanan



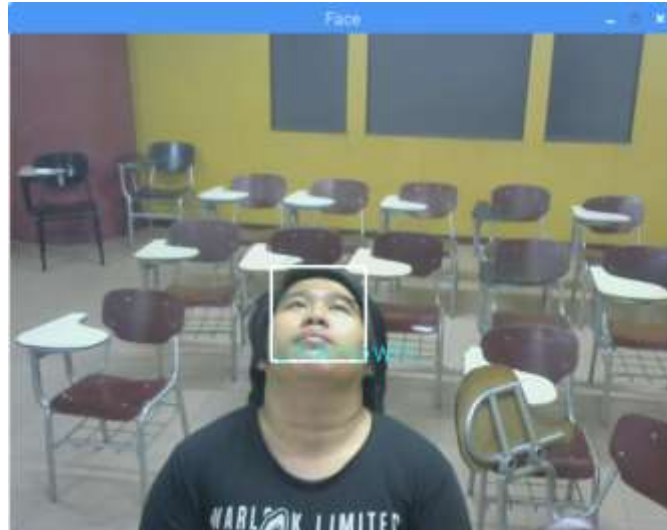
Gambar 4. 40 Wajah Dikenali 15 Derajat ke Kiri



Gambar 4. 41 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kiri



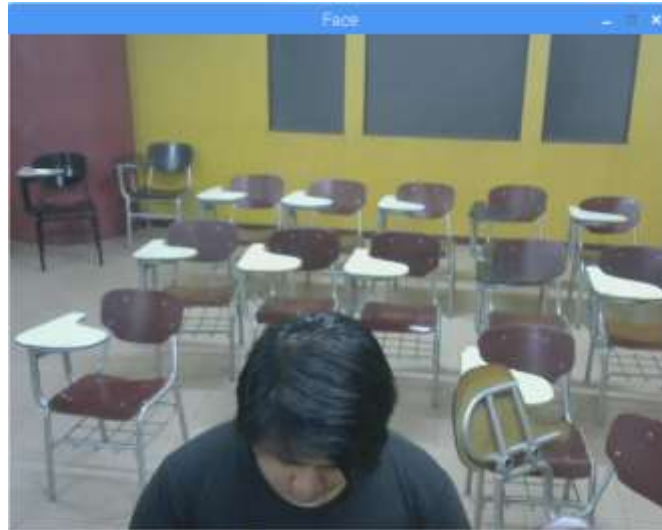
Gambar 4. 42 Wajah Dikenali 30 Derajat ke Atas



Gambar 4. 43 Wajah Tidak Dikenali 45 Derajat ke Atas



Gambar 4. 44 Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Bawah.



Gambar 4. 45 Wajah Tidak Terdeteksi 45 Derajat ke Bawah

Adapun tabel yang telah dibuat penulis pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Berdasarkan Sudut dengan Pencahayaan Optimal.

No	Keterangan	Status
1	Wajah Dikenali 0 Derajat	Berhasil
2	Wajah Tidak Dikenali 15 Derajat ke Kanan	Tidak Berhasil
3	Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kanan	Tidak Berhasil
4	Wajah Dikenali 15 Derajat ke Kiri	Berhasil
5	Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Kiri	Tidak Berhasil
6	Wajah Tidak Dikenali 45 Derajat ke Atas	Tidak Berhasil
7	Wajah Tidak Dikenali 30 Derajat ke Bawah	Tidak Berhasil
8	Wajah Tidak Terdeteksi 45 Derajat ke Bawah	Tidak Berhasil

4.10 Pengujian Cahaya Menggunakan Krisbow Environmental

4.10.1 Tujuan

Pada pengujian ini penulis menggunakan alat pengukur intensitas cahaya untuk menguji tingkat intensitas cahaya pada ruangan M308 dan lampu pada pintu *gate*.

4.10.2 Alat Yang Digunakan

1. Krisbow Environmental KW0600291

4.10.3 Prosedur Pengujian

1. Menyiapkan alat Krisbow Environmental KW0600291.
2. Mengarahkan sensor ke cahaya.
3. Mengamatai nilai yang muncul pada layar alat.



Gambar 4. 46 Krisbow Environmental KW0600291.

4.10.4 Hasil Pengujian

Adapun hasil pengujian pada pengujian intensitas cahaya pada ruangan M308 seperti pada dibawah ini



Gambar 4. 47 2 Lampu Belakang (Kiri) dan 2 Lampu Belakang Kanan Pada Ruangan M308.



Gambar 4. 48 2 Lampu Depan Pada Ruangan M308 dan 2 Lampu Pintu *Gate*.

Pada Gambar 4.47 dan 4.48 penulis membuat tabel hasil nilai uji menggunakan alat Krisbow Environmental KW0600291 yang telah dilakukan oleh penulis.

Tabel 5 Tabel Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

No	Keterangan	Nilai Intensitas Cahaya
1	2 Lampu Belakang (Kiri)	6
2	2 Lampu Belakang (Kanan)	5
3	4 Lampu Belakang (Kiri dan Kanan)	11
4	Lampu Depan dan Belakang Tanpa Lampu Pintu <i>Gate</i>	234
5	Lampu Depan dan Belakang dan 1 Lampu Pintu <i>Gate</i> Kiri	246
6	Lampu Depan dan Belakang dan 2 Lampu Pintu <i>Gate</i> Kanan dan Kiri	272

4.11 Pengujian Keseluruhan Sistem

4.11.1 Tujuan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengetahui sistem dari tugas akhir ini. Sistem ini akan dilakukan uji secara program untuk mulai dari face detection, hingga dilakukan *Face Recognition*.

4.11.2 Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan untuk pengujian keseluruhan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Raspberry Pi 3
2. Kamera USB
3. 2 Relay yang sudah terhubung pada lampu.

4. Laptop atau Komputer.
5. Program *Dataset, Trainer, Recognition*.
6. Power Supply 5V/1A.
7. *Remote Desktop Connection*.

4.11.3 Prosedur Pengujian

Langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian sistem adalah sebagai berikut:

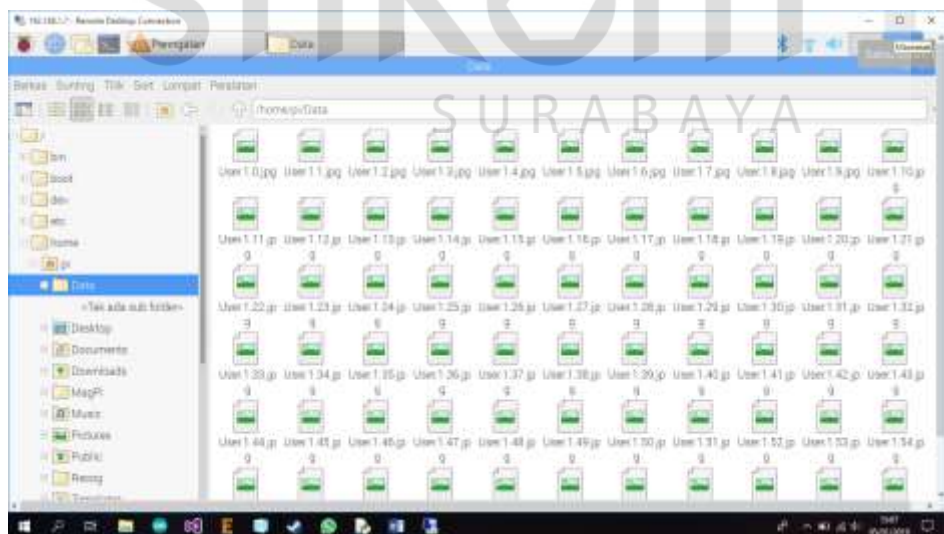
1. Menyambungkan Power Supply 5V/1A pada Raspberry Pi.
2. Menyambungkan Kamera USB pada slot USB Raspberry Pi.
3. Setelah Raspberry Pi menyala lakukan *Remote Desktop Connection* menuju IP Raspberry Pi.
4. Menyambungkan VCC relay pada 5V dan GND pada GND Raspberry Pi.
5. Menyambungkan Data 1 dan Data 2 pada GPIO 14 dan 15 Raspberry Pi.
6. Menekan CTRL+ALT+T untuk membuka terminal.
7. Untuk menjalankan program *Dataset* ketikkan perintah
\$ python2 Dataset.py
8. Memastikan wajah terekam sempurna dengan berdiri tepat didepan kamera.
9. Setelah terekam sempurna dan muncul tulisan “Done” pada terminal, wajah telah terekam.
10. Menjalankan program *Trainer* dengan mengetik
\$ python2 Trainer.py

11. Setelah dilakukan *Trainer* wajah yang telah direkam oleh *Dataset*, akan muncul tulisan “Done” pada terminal yang berarti telah di training.
12. Menjalankan program *Recognition* dengan mengetik
\$ python2 Recognition.py
13. Mengamati hasil pengujian, lampu hijau akan menyala apabila wajah dikenali.
14. Pada *Desktop* akan muncul *frame* video yang memunculkan tulisan apabila wajah dikenali maupun tidak dikenali.

4.11.4 Hasil Pengujian

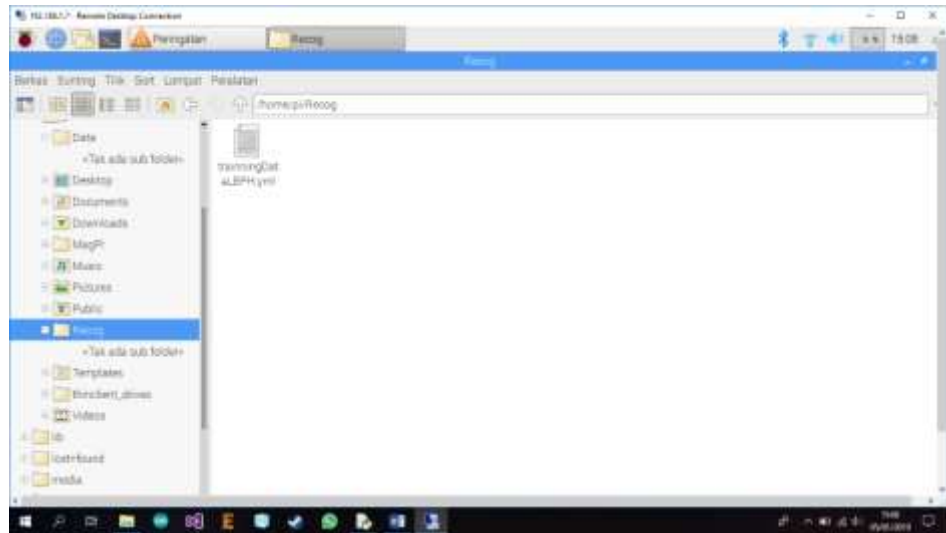
Pada hasil pengujian ini penulis membagi menjadi beberapa bagian hasil pengujian.

Pengujian *Dataset*



Gambar 4. 49 Pengujian Mendeteksi Wajah dan Menyimpan 75 Hasil Foto

Pengujian *Trainer*

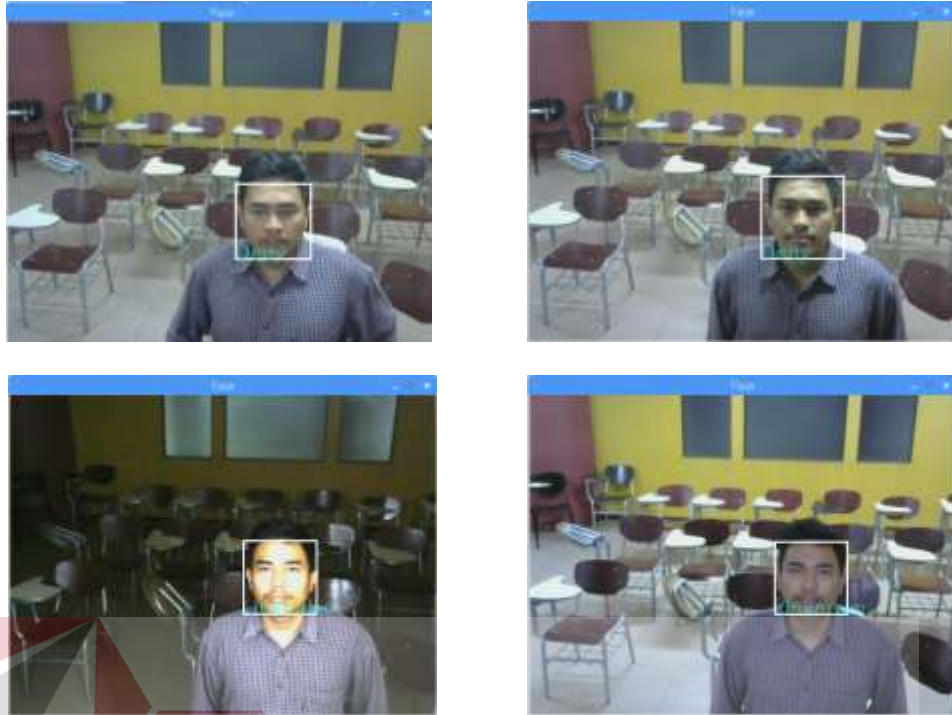


Gambar 4. 50 Pengujian Hasil *Trainer* Sejumlah Banyaknya Foto

Pengujian *Recognition*

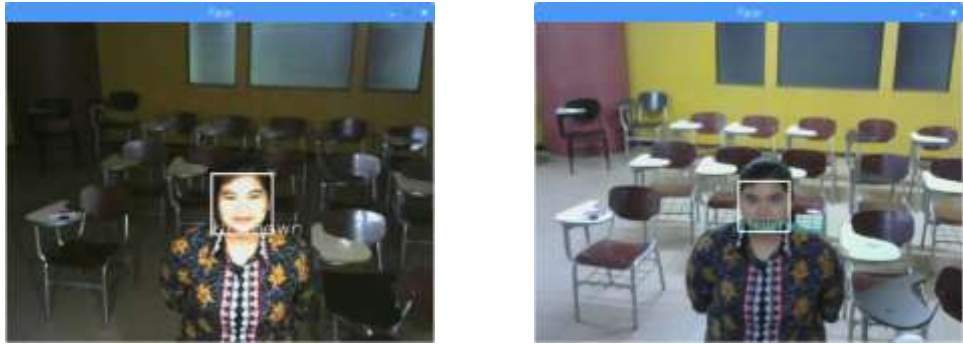
Pada pengujian *Recognition* ini penulis mengambil 10 data wajah di ruangan M308 dengan kondisi pencahayaan yang berbeda yaitu:

1. Lampu Ruangan dinyalakan dan Lampu Pintu *Gate* dinyalakan.
2. Lampu Ruangan dinyalakan dan Lampu Pintu *Gate* dimatikan.
3. Lampu Ruangan dimatikan dan Lampu Pintu *Gate* dinyalakan
4. Lampu Ruangan dinyalakan $\frac{1}{2}$ dan Lampu Pintu *Gate* dimatikan



Gambar 4. 51 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Dedy.





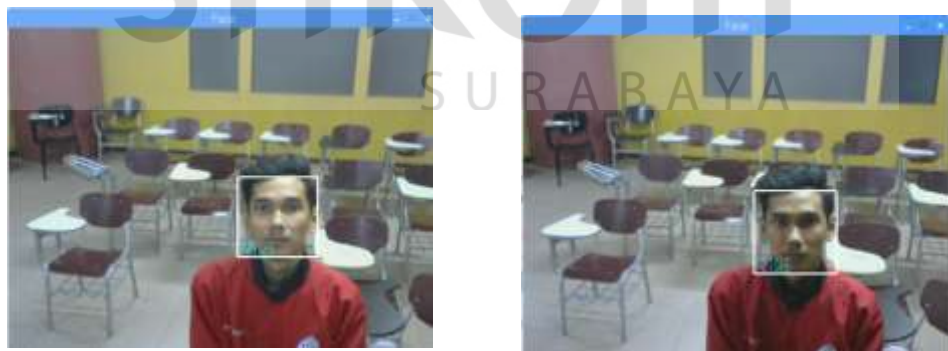
Gambar 4. 52 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoy Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoy kanan atas), Kondisi 3 (Pojoy kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoy kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Fifin.

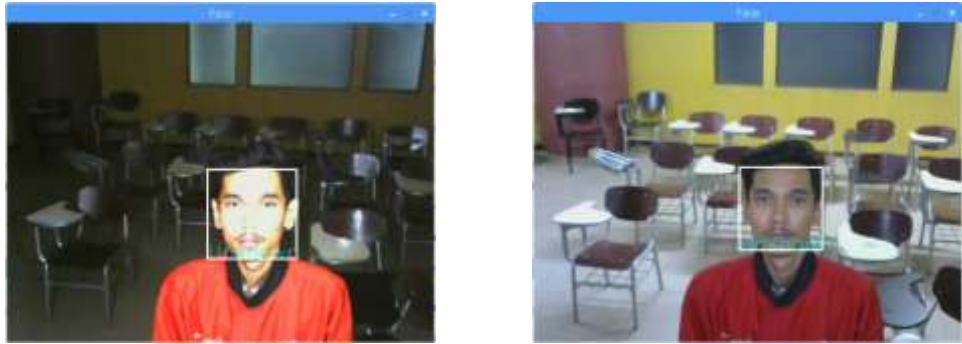


Gambar 4. 53 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoy Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoy kanan atas), Kondisi 3 (Pojoy kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoy kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Irvianti.



Gambar 4. 54 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojok kanan atas), Kondisi 3 (Pojok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Renggy.

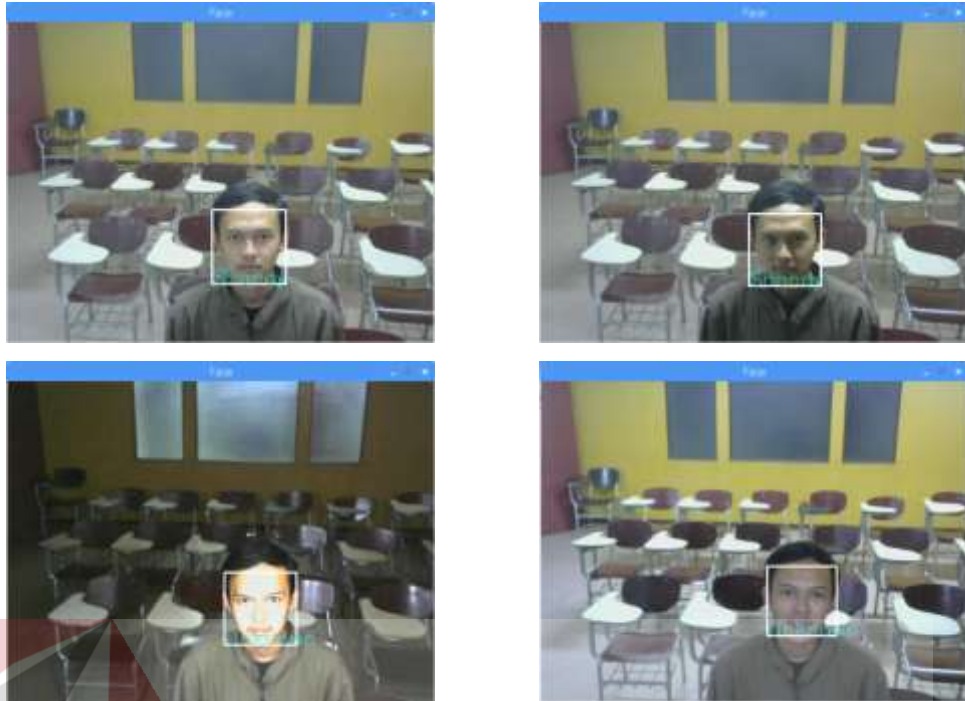




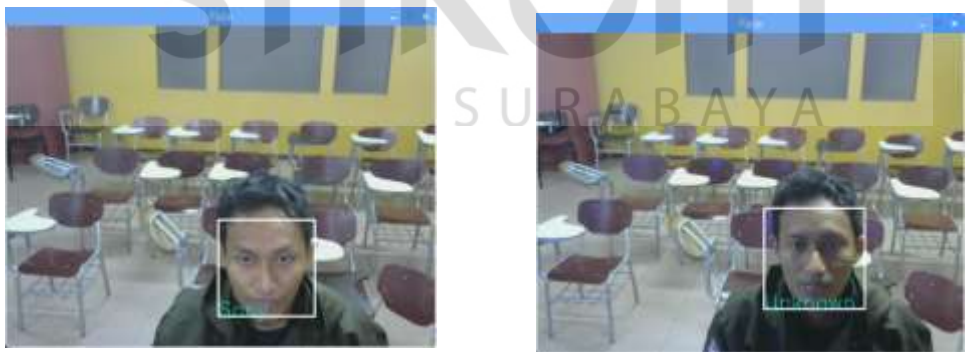
Gambar 4. 55 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (PojoK Kiri Atas), Kondisi 2 (PojoK kanan atas), Kondisi 3 (PojoK kiri bawah), Kondisi 4 (PojoK kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Riki.

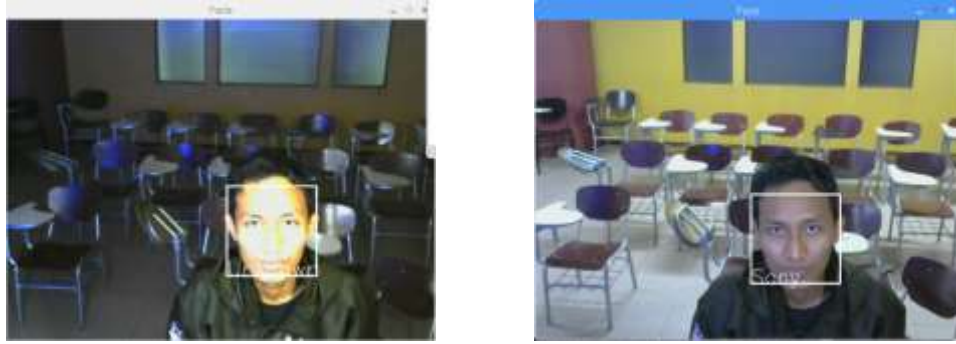


Gambar 4. 56 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (PojoK Kiri Atas), Kondisi 2 (PojoK kanan atas), Kondisi 3 (PojoK kiri bawah), Kondisi 4 (PojoK kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Roofi.

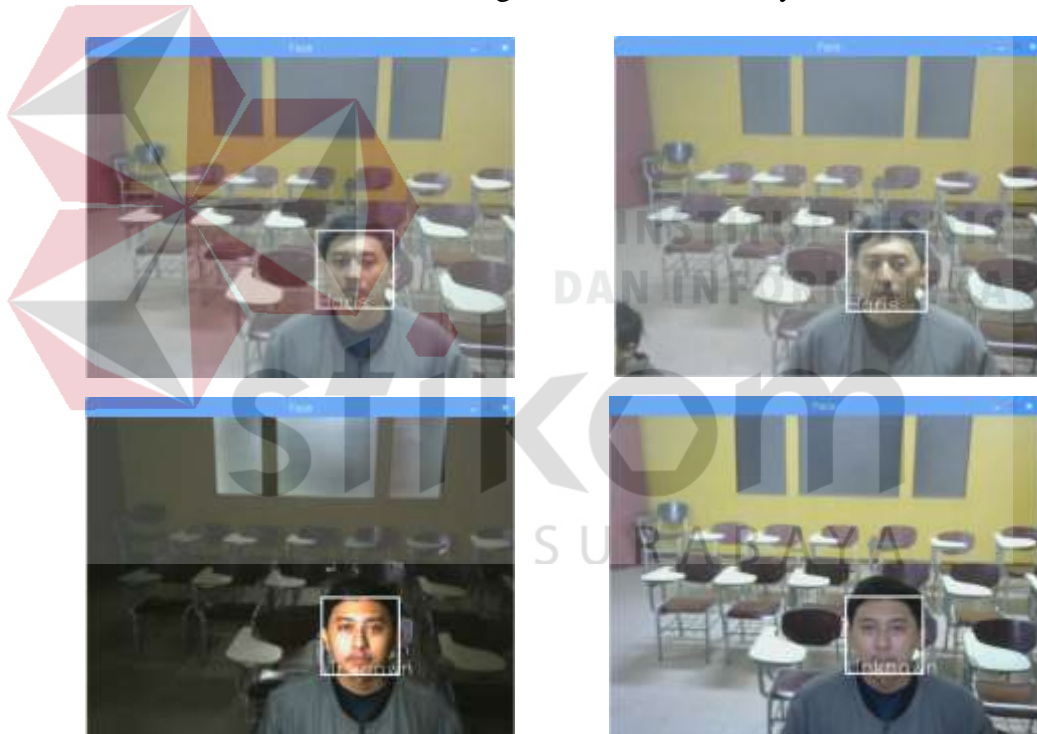


Gambar 4. 57 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojoyok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojoyok kanan atas), Kondisi 3 (Pojoyok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojoyok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Shandy.





Gambar 4. 58 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojok kanan atas), Kondisi 3 (Pojok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Sony.



Gambar 4. 59 Pengenalan Wajah dengan Kondisi 1 (Pojok Kiri Atas), Kondisi 2 (Pojok kanan atas), Kondisi 3 (Pojok kiri bawah), Kondisi 4 (Pojok kanan bawah) dan dikenali dengan user bernama Haris.

Adapun tabel dan keterangan nilai intensitas cahaya yang telah dibuat penulis sebagai berikut:

Keterangan :

1. Kondisi 1 dengan nilai intensitas cahaya sebesar 272 Lux.
2. Kondisi 2 dengan nilai intensitas cahaya sebesar 234 Lux
3. Kondisi 3 dengan nilai intensitas cahaya sebesar 295 Lux.
4. Kondisi 4 dengan nilai intensitas cahaya sebesar 178 Lux.

Tabel 6 Tabel Hasil Pengujian Berdasarkan Intensitas Cahaya.

No	Gambar	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4
1	Orang Ke 1	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
2	Orang Ke 2	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
3	Orang Ke 3	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
4	Orang Ke 4	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
5	Orang Ke 5	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
6	Orang Ke 6	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
7	Orang Ke 7	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
8	Orang Ke 8	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
9	Orang Ke 9	Berhasil	Berhasil	Gagal	Gagal
Tingkat Keberhasilan		100%	100%	0%	0%

Dari pengujian yang telah penulis lakukan dapat kesimpulan yaitu pencahayaan berpengaruh terhadap pengenalan wajah namun jauh lebih dengan nilai intensitas cahaya diatas 234 Lux.

BAB V

PENUTUP

Hasil dari pengujian pada pintu *gate* menggunakan metode Viola-Jones pada tugas akhir ini terdapat kesimpulan dan saran dari penulis diantaranya:

5.1 Kesimpulan

1. Pengujian pada tugas akhir ini mampu membedakan objek yang telah didaftarkan dan berhasil dikenali menggunakan metode Viola-Jones.
2. Sudut wajah dapat mendeteksi wajah hingga 30 derajat dan bila melebihi dari sudut objek sulit dalam mendeteksi wajah.
3. Objek wajah yang telah terdaftar akan sulit dikenali bila objek saat terdaftar tidak menggunakan aksesoris dan saat *Recognition* menggunakan aksesoris.
4. Sudut wajah dapat mengenali wajah hingga 15 derajat dan bila melebihi dari sudut objek sulit dalam mengenali wajah.
5. Wajah dapat dikenali dengan intensitas cahaya diatas 243 Lux. Dengan hasil seperti pada Tabel 6 dengan Kondisi 1 Intensitas Cahaya 272 Lux (100%), Kondisi 2 Intensitas Cahaya 243 Lux (100%), Kondisi 3 Intensitas Cahaya 295 Lux (0%), Kondisi 4 Intensitas Cahaya 178 Lux (0%).

5.2 Saran

1. Kamera dengan resolusi tinggi akan berpengaruh dalam mengenali wajah.

2. Cahaya sangat berpengaruh dalam tugas akhir ini sehingga dibutuhkan cahaya yang optimal dengan intensitas cahaya diatas 243 Lux.
3. Menggunakan *mini computer* dengan spesifikasi tinggi.
4. Untuk penerapan sebaiknya menggunakan PC sehingga pengolahan data lebih cepat.



DAFTAR PUSTAKA

Cahyana A., 2005, Implementasi Teknologi Biometrik Untuk Sistem Absensi Perkantoran, PPI-LIPI.

D. A. Prasetya and I. Nurviyanto, “Deteksi wajah metode viola jones pada opencv menggunakan pemrograman python,” *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, pp. 18–23, 2012.

<https://thecodacus.com/face-Recognition-loading-recognizer/#.XDGrn1z7TIU>

K. Cen, “Study of Viola-Jones Real Time Face Detector.”

M. D. Putro, T. B. Adji, and B. Winduratna, “Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones,” *Sci. Eng. Technol.*, pp. 1–5, 2012.

P. Viola and M. Jones, “Robust Real-time Object Detection,” vol. 57, no. 2, pp. 1–25, 2001.

P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” *Proc. 2001 IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition. CVPR*

Pratiko, Heri. 2014. “Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah”. Surabaya. Stikom Surabaya