



TUGAS AKHIR - TE 141599

**Perencanaan dan Pembuatan Sistem Keamanan Pintu
Berbasis Biometrik Citra Wajah**

Maulana Aulia Ridha Pramadita
NRP 2210100126

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
Ir. Tasripan, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TE 141599

DESIGN AND IMPLEMENTATION DOOR SECURITY
SYSTEM BASED ON FACE BIOMETRIC

Maulana Aulia Ridha Pramadita
NRP 2210100126

Promotor
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
Ir. Tasripan, MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



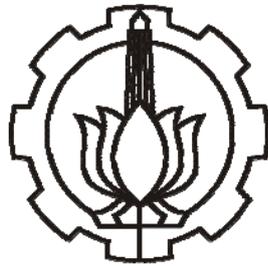
TUGAS AKHIR - TE 141599

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM KEAMANAN
PINTU BERBASIS BIOMETRIK CITRA WAJAH**

Maulana Aulia Ridha Pramadita
NRP 2210100126

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
Ir. Tasripan, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TE 141599

**DESIGN AND IMPLEMENTATION DOOR SECURITY
SYSTEM BASED ON FACE BIOMETRIC**

Maulana Aulia Ridha Pramadita
NRP 2210100126

Promotor
Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
Ir. Tasripan, MT.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Perencanaan dan Pembuatan Sistem Keamanan Pintu Berbasis Biometrik Citra Wajah” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2017



Maulana Aulia Ridha Pramadita
NRP 2210100126

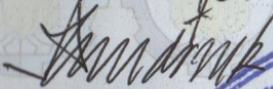
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM KEAMANAN PINTU BERBASIS BIOMETRIK CITRA WAJAH

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elektronika
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

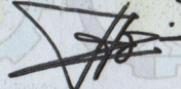
Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Hendra Kusuma, M. Eng. Sc.

NIP. 1964 09 02 1989 03 1003

Dosen Pembimbing II,



Ir. Tasripan, MT.

NIP. 1962 04 18 1990 03 1004



PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM KEAMANAN PINTU BERBASIS BIOMETRIK CITRA WAJAH

Nama : Maulana Aulia Ridha Pramadita
Pembimbing I : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
Pembimbing II : Ir. Tasripan, MT.

ABSTRAK

Identifikasi biometrik adalah suatu teknik yang secara otomatis dapat mengidentifikasi atau mengenali suatu individu berdasarkan karakteristik fisik atau ciri-ciri pribadi seseorang. Istilah ‘otomatis’ memberi arti bahwa sistem identifikasi biometrik harus dapat mengidentifikasi suatu karakteristik atau ciri-ciri pribadi seseorang secara cepat tanpa intervensi dari orang tersebut. Teknologi identifikasi biometrik banyak dikembangkan untuk aplikasi pada sistem keamanan tingkat tinggi dan pada bidang penegakan hukum.

Pada Tugas akhir ini dibuat sistem keamanan pintu berbasis biometrik citra wajah dengan menggunakan pemodelan citra wajah berdasarkan LBP (*Local Binary Pattern*). Sistem keamanan ini dapat mendeteksi citra-citra wajah manusia yang diperoleh oleh kamera dan sekaligus sistem dapat mengenali citra wajah yang telah terdeteksi.

Citra wajah yang dideteksi oleh kamera akan diproses sedemikian hingga citra wajah dikenali oleh basis-data. Jika wajah dikenal yaitu merupakan wajah yang terdapat pada basis-data sistem, maka komputer akan mengirim sinyal ke Arduino untuk membuka pintu. Sistem dikembangkan dengan menggunakan personal komputer dan perangkat lunak Matlab serta sistem minimum Arduino sebagai interface ke bagian input output yaitu Solenoid, Keypad dan LCD display.

Pengujian memberikan hasil bahwa dengan ekspresi wajah yang berbeda beda pun citra wajah dapat dideteksi dan dikenali sehingga pemakai dapat membuka Kunci Solenoid. Persentase keberhasilan adalah 92%.

Kata kunci : Citra Wajah, Identifikasi Biometrik, *Local Binary Pattern*.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

DESIGN AND IMPLEMENTATION DOOR SECURITY SYSTEM BASED ON FACE BIOMETRIC

Name : Maulana Aulia Ridha Pramadita
1st Advisor : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.
2nd Advisor : Ir. Tasripan, MT.

ABSTRACT

Biometric identification is a technique that can automatically identify or recognize an individual based on their physical characteristics or traits of the person. The term 'automatic' gives the sense that the biometric identification system should be able to identify a characteristic or personal traits someone quickly without intervention of the person. Biometric identification technology has been developed for applications in high-level security systems and in the field of law enforcement.

In this final project a Door security system made based biometric face image by using the image-based face modeling LBP (Local Binary Pattern). This security system can detect a human face images obtained by the camera and at the same time the system can recognize a face image has been detected.

The face image detected by the camera will be processed so that the facial image is recognized by the database. If the face is known that a face contained in the database system, the computer will send a signal to the Arduino to open the door. The system was developed using personal computers and software Matlab and minimum system Arduino as an interface to the inputs and outputs are Solenoid, keypad and LCD display.

The test provides results that with different facial expressions also face image can be detected and identified so that the user can open the Lock Solenoid. Percentage of success is 92%.

Keywords: *Face Image, Biometric Identification, Local Binary Pattern.*

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas kasih dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

Perencanaan dan Pembuatan Sistem Keamanan Pintu Berbasis Biometrik Citra Wajah

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan pendidikan program Strata-Satu di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak, Ibu, kakak serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan materiil.
2. Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing 1 dan Ir. Tasripan, MT. selaku dosen pembimbing 2 atas bimbingan dan arahan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar dan staff Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman selama penulis menempuh kuliah.
4. Teman-teman laboratorium Elektronika yang tidak dapat disebutkan satu persatu telah membantu penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak. Selain itu penulis juga berharap supaya Tugas Akhir ini dapat dikembangkan semaksimal mungkin untuk aplikasi yang lebih bermanfaat.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Relevan	4
BAB II PENUNJANG TEORI	
2.1 Struktur Sistem Pengenalan Wajah	5
2.2 Representasi dan Matching	5
2.3 Pemodelan Citra Wajah Dengan LBP	7
2.3.1 <i>Local Binary Patterns</i> (LBP)	7
2.3.2 Representasi Wajah Berbasis LBP	8
2.4 Arduino Uno	9
2.5 Modul Relay 4 Terminal	12
2.5.1 Modul Relay Input	12
2.5.2 Modul Relay Output.....	13
2.5.3 Skematik Modul	14
2.6 Kunci Solenoid.....	15
2.7 Webcam Logitech C525	16
BAB III PERENCANAAN SISTEM	
3.1 Perancangan Mekanik	21
3.1.1 Kamera sebagai sensor visual	21
3.1.2 Kunci Solenoid.....	21
3.1.3 Desain prototype ruangan.....	22
3.2 Perancangan Perangkat Keras	23
3.2.1 Arduino UNO.....	24

3.2.2 Liquid Crystal Display (LCD).....	25
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	27
3.3.1 GUI pada MATLAB	37
3.3.2 Ambil Gambar Citra Wajah	29
3.3.3 Proses Cropping	30
3.3.4 Proses LBP.....	31
3.4 Komunikasi PC ke Arduino	31
BAB IV PENGUJIAN ALAT	
4.1 Pengujian Pengambilan Data Citra Wajah	33
4.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	35
4.3 Pengujian Perangkat Keras	37
4.3.1 Pengujian Memasukkan Password	37
4.3.2 Pengujian Kunci Solenoid.....	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	45
BIODATA PENULIS.....	61

TABLE OF CONTENT

	<i>Page</i>
TITLE PAGE	
ENDORSEMENT PAGE	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PREFACE	v
DAFTAR ISI	vii
TABLE OF CONTENT	ix
LIST OF FIGURES	xi
LIST OF TABLES	xii
CHAPTER 1 PRELIMINARY	
1.1 <i>Background</i>	1
1.2 <i>Problems</i>	1
1.3 <i>Purpose</i>	2
1.4 <i>Scope of Problem</i>	2
1.5 <i>Metodology</i>	2
1.6 <i>Writing System</i>	3
1.7 <i>Relevant</i>	4
CHAPTER II THEORETICAL SUPPORT	
2.1 <i>Face Recognition System Structure</i>	5
2.2 <i>Representation and Matching</i>	5
2.3 <i>Facial Image Modeling With LBP</i>	7
2.3.1 <i>Local Binary Patterns (LBP)</i>	7
2.3.2 <i>LBP-Based Face Representation</i>	8
2.4 <i>Arduino Uno</i>	9
2.5 <i>4 Terminal Relay Module</i>	12
2.5.1 <i>Relay Module Input</i>	12
2.5.2 <i>Relay Module Output</i>	13
2.5.3 <i>Module Schematic</i>	14
2.6 <i>Solenoid Key</i>	15
2.7 <i>Webcam Logitech C525</i>	16
CHAPTER III SYSTEM PLANNING	
3.1 <i>Mechanical Design</i>	21
3.1.1 <i>Camera as a visual sensor</i>	21
3.1.2 <i>Solenoid Key</i>	21
3.1.3 <i>Room Prototype Design</i>	22
3.2 <i>Hardware Design</i>	23

3.2.1 <i>Arduino UNO</i>	24
3.2.2 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	25
3.3 <i>Designing Software</i>	27
3.3.1 <i>GUI on MATLAB</i>	37
3.3.2 <i>Take Face Picture Image</i>	29
3.3.3 <i>Cropping Process</i>	30
3.3.4 <i>LBP Process</i>	31
3.4 <i>PC Communication to Arduino</i>	31
CHAPTER IV TESTING	
4.1 <i>Testing Taking Face Image Data</i>	33
4.2 <i>Software Testing</i>	35
4.3 <i>Hardware Testing</i>	37
4.3.1 <i>Enter Password Testing</i>	37
4.3.2 <i>Solenoid Key Testing</i>	39
CHAPTER V FINALE	
5.1 <i>Conclusion</i>	41
5.2 <i>Suggestion</i>	41
BIBLIOGRAPHY	43
ATTACHMENT	45
AUTHOR BIODATA	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Cara kerja operator Local Binary Patterns (LBP)....	8
Gambar 2.2 Representasi Citra Wajah dengan LB	9
Gambar 2.3 Diagram Pinout Arduino	12
Gambar 2.4 Modul Relay 4 Terminal Input.....	13
Gambar 2.5 Modul Relay 4 Terminal Output	14
Gambar 2.6 Skematik Modul Relay 4 Terminal	15
Gambar 2.7 Kunci Solenoid.....	15
Gambar 2.8 <i>Webcam</i> Logitech C525	16
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem.....	20
Gambar 3.3 <i>Webcam</i> Logitech C525	21
Gambar 3.4 Kunci Solenoid.....	22
Gambar 3.5 Rangkaian Kunci Solenoid.....	22
Gambar 3.6 Desain Prototype ruangan tampak depan	23
Gambar 3.7 Diagram Blok Perangkat Keras.....	23
Gambar 3.8 Contoh Program Arduino	24
Gambar 3.9 LCD 2X16.....	25
Gambar 3.10 Skematik Perangkat Keras.....	26
Gambar 3.11 Diagram Alir Ekstraksi Fitur LBP dari Citra Wajah	27
Gambar 3.12 GUI pada Software MATLAB	28
Gambar 3.13 Pengambilan Gambar Citra Wajah.....	29
Gambar 3.14 Hasil Cropping gambar citra wajah.....	30
Gambar 3.15 Cara kerja operator Local Binary Patterns (LBP)..	31
Gambar 4.1 Alat yang Sudah Jadi Secara Keseluruhan	33
Gambar 4.2 Letak Folder Basis Data	33
Gambar 4.3 Citra Wajah Model 1 Pada Basis Data	34
Gambar 4.4 Citra Wajah Model 2 Pada Basis Data	34
Gambar 4.5 Citra Wajah Model 3 Pada Basis Data	35
Gambar 4.6 Tampilan layar LCD sebelum wajah terdeteksi	37
Gambar 4.7 Keypad 4x4	38
Gambar 4.8 Tampilan layar LCD pada saat meminta password.	38
Gambar 4.9 Tampilan layar LCD jika password salah.....	38
Gambar 4.10 Alat Secara Keseluruhan Kondisi Pintu Terbuka..	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Perintah library LCD pada Arduino	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 1	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 2	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 3	36

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Identifikasi biometrik adalah suatu teknik yang secara otomatis dapat mengidentifikasi atau mengenali suatu individu berdasarkan karakteristik fisik atau ciri-ciri pribadi seseorang. Istilah 'otomatis' memberi arti bahwa sistem identifikasi biometrik harus dapat mengidentifikasi suatu karakteristik atau ciri-ciri pribadi seseorang secara cepat tanpa intervensi dari orang tersebut. Teknologi identifikasi biometrik banyak dikembangkan untuk aplikasi pada sistem keamanan tingkat tinggi dan pada bidang penegakan hukum.

Karakteristik dan penciri biometrik dapat dibagi pada dua kategori yaitu kategori tingkah laku dan kategori fisik. Sebagai contoh yang termasuk pada biometrik tingkah laku adalah tanda tangan dan ritme pengetikan seseorang. Sedangkan pada sistem biometrik fisik akan digunakan mata, jari, tangan, suara dan wajah untuk keperluan identifikasi.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, sistem pengenalan wajah secara otomatis paling banyak menarik perhatian dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya seperti sistem pengenalan retina, sidik jari, maupun telinga. Jika dibandingkan dengan sistem biometrik lain tersebut, sistem pengenalan wajah mempunyai keuntungan utama yaitu proses pengenalannya yang tidak melalui kontak langsung. Citra wajah dapat diperoleh pada jarak tertentu tanpa harus menyentuh obyek manusia yang akan diidentifikasi. Selain itu proses identifikasi tidak membutuhkan interaksi dengan manusia. Berdasarkan hal tersebut di atas maka pada tugas akhir ini digunakan biometrik citra wajah sebagai sistem keamanan pintu.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah:

- a. Merencanakan dan mengimplementasi sistem pengenalan wajah yang digunakan untuk sistem keamanan.

- b. Sistem yang direncanakan harus dapat mendeteksi citra-citra wajah manusia yang diperoleh oleh kamera dan sekaligus sistem harus dapat mengenali citra wajah yang telah terdeteksi.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan teknik pengenalan wajah yang akan tahan terhadap perubahan pencahayaan dan perubahan ekspresi wajah pada citra wajah. Teknik pengenalan wajah ini akan diterapkan pada sistem keamanan ruangan berpintu elektrik.

- a. Mendapatkan sistem keamanan berbasis biometrik citra wajah. Metoda pengenalan wajah yang diterapkan akan tahan (*robust*) terhadap perubahan pencahayaan maupun ekspresi wajah dengan fitur yang diperoleh dari informasi yang berasal dari LBP (*Local Binary Pattern*).
- b. Mendapatkan fitur wajah tambahan sebagai *face-descriptor* untuk meningkatkan unjuk kerja pengenalan wajah.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan di atas dibatasi dengan asumsi sebagai berikut :

- a. Sistem pengenalan wajah akan mendeteksi, mengekstraksi dan mengenali wajah tampak depan (*frontal faces*) yang berasal dari kamera pada lingkungan dalam ruangan (*indoor-environment*).
- b. Sistem tidak digunakan untuk wajah manusia yang memakai kacamata atau aksesoris lain.
- c. Sistem tidak digunakan untuk mendeteksi wajah yang tidak tampak depan (*non-frontal face*) maupun profil wajah.

1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang dikerjakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Studi Literatur.
 - Mempelajari prinsip *Image Processing* dalam teknologi *Machine Vision* yaitu akuisisi citra digital dan pemrosesan citra digital.
 - Mempelajari pemrograman visual menggunakan Matlab dan *Arduino*.
- b. Perencanaan dan pembuatan perangkat keras

- Menyediakan kamera webcam sebagai sensor visual.
 - Menyediakan minimum sistem Arduino.
 - Merancang desain prototype untuk ruang dan pintu.
 - Menyediakan kunci solenoid.
 - Menyediakan keypad.
- c. Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak, meliputi :
- Perencanaan dan pembuatan program untuk mengenali citra wajah.
 - Perencanaan dan pembuatan program arduino untuk membuka kunci solenoid.
- d. Integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak
- Penggabungan sistem hardware yang dapat membuka kunci solenoid jika mendeteksi citra wajah yang sudah ada pada basis data dan software yang digunakan untuk mengenali citra wajah.
- e. Pengujian dan analisa
- Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Dengan parameter keberhasilannya adalah dapat membuka kunci solenoid jika terdeteksi citra wajah yang ada pada basis data.
 - Apabila hasil yang diperoleh dari tahap pengujian terjadi ketidaksesuaian pada alat yang telah dibuat atau mungkin kurang memuaskan secara bentuk dan ketelitian penyelesaian, maka perlu diadakan evaluasi pada software dan hardware serta sistem secara keseluruhan. Kemudian dilakukan pengujian ulang sampai parameter keberhasilan telah dicapai.
- f. Penulisan buku Tugas Akhir

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam buku Tugas Akhir ini, pembahasan mengenai sistem yang dibuat terbagi lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

❖ **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bagian ini menjelaskan beberapa sub bagian yang antara lain berisi Latar Belakang, Permasalahan, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi, Sistematika Penulisan, dan penulisan Tugas Akhir ini.

❖ **BAB II : TEORI PENUNJANG**

Pada bagian ini berisi tentang landasan teori yang digunakan dalam pelaksanaan Tugas akhir yang meliputi struktur system pengenalan wajah, representasi, matching, pemodelan citra wajah dengan *Local Binary Patterns* dan teori tentang Arduino. Bagian ini memaparkan tentang beberapa teori penunjang dan beberapa literatur yang berguna bagi pembuatan Tugas Akhir ini.

❖ **BAB III : PERENCANAAN SISTEM**

Pada bagian ini berisi tentang algoritma kerja program dan pemodelan sistem pengenalan citra wajah ke dalam perangkat lunak yang berguna dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

❖ **BAB IV : PENGUJIAN ALAT**

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang cara kerja sistem pengenalan citra wajah dan hasil uji coba sistem beserta analisisnya.

❖ **BAB V : PENUTUP**

Bagian ini merupakan bagian akhir yang berisikan kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan Tugas Akhir ini, serta saran-saran untuk pengembangannya.

1.7 Relevansi

Pembuatan Sistem keamanan pintu berbasis biometrik citra wajah dapat berguna untuk aplikasi keamanan, dikarenakan pada industri apapun membutuhkan sistem keamanan untuk menjaga keamanan yang ada pada industri tersebut. Dengan sistem keamanan pintu berbasis biometrik citra wajah ini maka dapat dibatasi siapa saja yang dapat memasuki ataupun membuka pintu yang ada pada industri tersebut.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Struktur Sistem Pengenalan Wajah

Ada 2 jenis operasi pengenalan yaitu verifikasi dan identifikasi. Pada mode identifikasi, sistem akan memberikan output berupa identitas wajah di basis data yang paling mirip dengan citra test (dalam hal ini kemiripan berarti ditentukan oleh *feature vector similarity*). Jadi untuk membuat suatu keputusan tentang identitas pemakai maka sistem akan membandingkan vektor-vektor fitur yang diekstraksi dari citra test dengan semua *template/model* yang disimpan pada database sistem. Sebaliknya pada mode operasi verifikasi, user harus menunjukkan *claimed-id* dan sistem kemudian akan membandingkan vektor-vektor fitur dari citra test dengan template yang sesuai yang terdapat pada *claimed-id*. Berdasarkan perbandingan tersebut maka akan diputuskan apakah identitas pengguna sesuai atau tidak.

2.2 Representasi dan Matching

Unjuk kerja dari teknik pengenalan wajah bergantung pada penyelesaian dua masalah yaitu representasi dan *matching*. Pada dasarnya suatu citra wajah adalah array 2 dimensi yang terdiri dari derajat keabu-abuan piksel-piksel pada citra,

$$x = \{x_{i,j} | i, j \in S\} \quad (2.1)$$

dimana S adalah suatu daerah berkotak-kotak merata (*square lattice*). Namun dalam banyak aplikasi seringkali citra wajah dinyatakan sebagai vektor kolom satu dimensi yang berasal dari penyusunan baris-baris piksel dari citra wajah 2-D.

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \quad (2.2)$$

Dimana $n = |S|$ adalah jumlah total piksel-piksel pada citra, sehingga $x \in \mathbb{R}^n$, ruang Euclidean dengan dimensi n .

Untuk suatu representasi citra wajah, ada dua hal penting yaitu daya pemisah (*discriminating power*) dan efisiensi, yaitu seberapa jauh wajah-wajah akan terpisah letaknya karena representasi wajah tersebut dan seberapa praktis representasi tersebut.

Disamping teknik representasi wajah yang sering menggunakan bentuk (1) dan (2) banyak juga yang merepresentasi citra wajah dengan menggunakan vektor fitur, $F(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)]^T$, dimana $f_1(\cdot), f_2(\cdot), \dots, f_m(\cdot)$ adalah fungsi-fungsi linier atau tak linier. Representasi dengan berbasis fitur umumnya lebih efisien karena m biasanya jauh lebih kecil dari pada n.

Suatu cara sederhana untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi adalah dengan menggunakan basis orthonormal dari R^n . Jika e_1, e_2, \dots, e_n adalah basis-basis orthonormal, maka X dapat dinyatakan sebagai,

$$x = \sum_{i=1}^n x_i e_i \quad (2.3)$$

Dimana $x_i = (x, e_i)$ adalah *inner product*, dan x secara ekivalen dapat dinyatakan oleh $\tilde{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$. Contoh dari basis orthonormal adalah yang digunakan pada (2) dengan $e_i = [0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0]^T$, dimana 1 berada pada posisi ke i. Demikian pula basis Fourier

$e_i = \left(\frac{1}{\sqrt{n/2}}\right) \left[1, e^{j2\pi\left(\frac{1}{n}\right)}, e^{j2\pi\left(\frac{2}{n}\right)}, \dots, e^{j2\pi\left(\frac{n-1}{n}\right)}\right]^T$. Jika untuk basis orthonormal, x_i berharga kecil ketika $i \geq m$, maka vektor wajah \tilde{x} dapat dimampatkan menjadi vektor berdimensi m, $\tilde{x} \cong [x_1, x_2, \dots, x_m]^T$.

Hal penting untuk diketahui adalah representasi yang efisien tidak harus memiliki daya pemisah (*discriminating power*) yang bagus.

Pada permasalahan *matching*, suatu input citra wajah akan dikenali dengan mengidentifikasi citra input ini dengan citra-citra wajah yang telah disimpan sebelumnya. Sebagai contoh, misalkan citra input adalah x dan terdapat K citra wajah yang telah disimpan, $c_k, k = 1, 2, \dots, K$. Maka salah satu kemungkinan untuk mendapatkan x sebagai c_{k_0} adalah

$$k_0 = \arg \min_{1 \leq k \leq K} \|x - c_k\| \quad (2.4)$$

Dimana $\|\cdot\|$ menyatakan jarak Euclidean pada R_n . Jika $\|c_k\|$ dinormalisasi sedemikian sehingga $\|c_k\| = c$ untuk semua k, maka jarak

matching minimum pada persamaan (4) akan menjadi korelasi matching, seperti berikut ini,

$$k_0 = \arg \min_{1 \leq k \leq K} (x, c_k) \quad (2.5)$$

Karena jarak dan *inner product* tidak terpengaruh perubahan basis orthonormal maka jarak minimum dan korelasi *matching* dapat dilakukan dengan menggunakan basis orthonormal apapun dan unjuk kerja dari pengenalan akan tetap sama. Untuk itu x dan c_k pada persamaan (4) dan (5) dapat diganti dengan \tilde{x} dan \tilde{c}_k . Dan persamaan (4) dan (5) dapat juga digunakan untuk vektor-vektor fitur.

Karena beberapa faktor seperti sudut pandang, iluminasi, ekspresi wajah, distorsi dan *noise*, citra-citra wajah seseorang akan mempunyai variasi *random* dan karenanya akan lebih baik jika dimodelkan sebagai suatu vektor *random*. Maka dalam hal ini, sering digunakan *maximum likelihood (ML) matching* yaitu,

$$k_0 = \arg \min_{1 \leq k \leq K} \log(p(x|c_k)) \quad (2.6)$$

Dimana $p(x|c_k)$ adalah probabilitas *density* x yang terkondisi orang ke k . Kriteria dari ML adalah meminimumkan probabilitas dari kesalahan pengenalan dimana apriori adalah input wajah yang cenderung sama dengan wajah orang ke k . Dan jika variasi pada vektor-vektor wajah dianggap disebabkan oleh *additive white Gaussian noise (AWGN)* maka,

$$X_k = C_k + W_k \quad (2.7)$$

Dimana W_k adalah AWGN dengan *mean* nol dan pangkat σ^2 , sehingga ML matching akan menjadi matching jarak minimum dari (4).

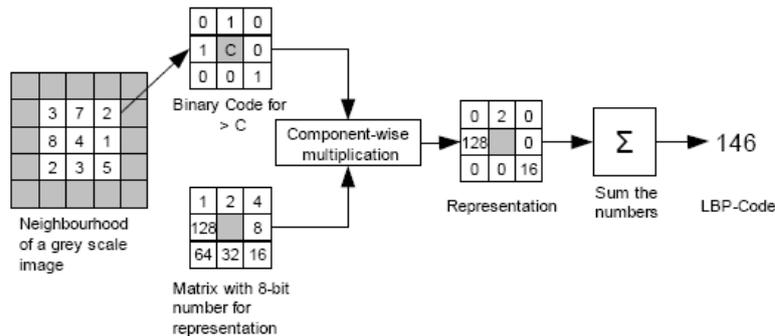
2.3 Pemodelan Citra Wajah Dengan LBP

2.3.1 Local Binary Patterns (LBP)

Operator Local Binary Patterns (LBP) adalah suatu operator yang dapat mendeskripsikan piksel-piksel disekitar suatu piksel pusat dengan suatu kode biner hasil dari proses binary derivatives pada piksel pusat tersebut. Operator LBP umumnya digunakan pada citra gray dan proses derivative dilakukan pada intensitas piksel.

Dalam bentuk yang paling sederhana, operator LBP akan mengambil daerah berukuran 3 x 3 yang mengelilingi suatu piksel untuk menghasilkan angka biner '1' jika intensitas piksel pusat lebih besar dan menghasilkan '0' jika intensitas piksel pusat lebih kecil dari piksel sekitarnya. Sehingga ke 8 piksel disekitar piksel pusat dapat direpresentasikan dengan suatu angka 8 bit yang merupakan suatu deskripsi yang efisien. Gambar 2.1. menunjukkan cara kerja operator LBP.

Fitur Local Binary Pattern (LBP) mempunyai unjuk kerja yang baik pada beberapa aplikasi tekstur, yaitu pada klasifikasi tekstur, segmentasi dan pengarsipan citra maupun pada inspeksi permukaan bidang.



Gambar 2.1. Cara kerja operator Local Binary Patterns (LBP)

Hasil perhitungan LBP setiap piksel pada citra kemudian disusun dalam paket-paket histogram yang kemudian digunakan sebagai texture descriptor.

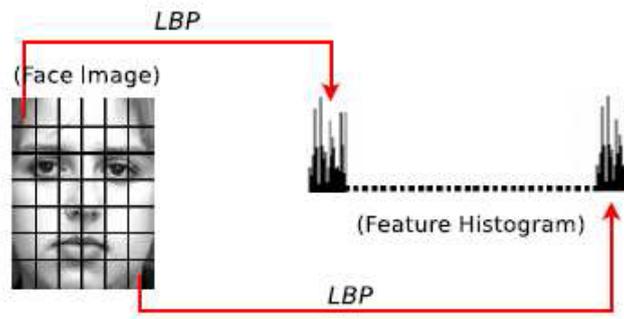
2.3.2 Representasi Wajah Berbasis LBP

Setiap citra wajah dapat dipertimbangkan sebagai suatu komposisi dari pola-pola mikro yang telah terdeteksi secara efektif dengan operator LBP. Ahonen, memperkenalkan suatu representasi wajah berbasis LBP untuk tujuan pengenalan. Untuk mendapatkan informasi wajah, citra wajah dibagi dalam M daerah-daerah kecil yang tidak berhubungan yaitu R_0, R_1, \dots, R_M (lihat gambar 2.2). Histogram LBP yang diperoleh dari

setiap daerah kecil akan digabungkan menjadi suatu histogram fitur yang meliputi informasi spasial yang didefinisikan sebagai,

$$H_{i,j} = \sum_{x,y} I(f_i(x,y) = 0) I((x,y) \in R_j) \quad (2.8)$$

Dimana $i = 0, \dots, L-1$ dan $j = 0, \dots, M-1$. Histogram fitur ini menggambarkan tekstur lokal dan bentuk global wajah yang diperoleh dari citra wajah.



Gambar 2.2. Representasi Citra Wajah dengan LBP

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah mikrokontroler board yang berdasarkan ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital input/output yang 6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 diantaranya digunakan sebagai analog input, resonator 16 MHz, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Uno mempunyai segala yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, dengan mudah dapat disambung ke komputer hanya dengan menggunakan kabel USB atau dengan AC-DC adapter atau dengan baterai untuk menyalakannya.

Uno berbeda dari semua board-board terdahulu, dalam Uno tidak menggunakan FTDI USB-to-serial driver chip. Sebagai gantinya, Uno

menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter.

Spesifikasi:

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Masing-masing dari 14 PIN digital pada Uno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. PIN-PIN tersebut beroperasi pada 5V. Masing-masing PIN dapat menyediakan atau menerima maksimum 40mA dan memiliki internal pull-up resistor sebesar 20-50 kOhm. Tambahannya beberapa PIN memiliki fungsi tersendiri:

- Serial: PIN0 (RX) dan PIN1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial TTL. PIN-PIN ini dihubungkan dengan PIN-PIN yang sama pada ATmega8U2 USB-TTL serial chip.
- External Interrupts: PIN2 dan PIN3. PIN-PIN ini dapat dikonfigurasi untuk mentrigger suatu interrupt pada nilai yang rendah, kenaikan atau penurunan tepi atau suatu perubahan dalam nilai.
- PWM: PIN3, 5, 6, 9, 10, dan PIN11. Menyediakan output PWM 8 bit dengan fungsi `analogWrite()`.

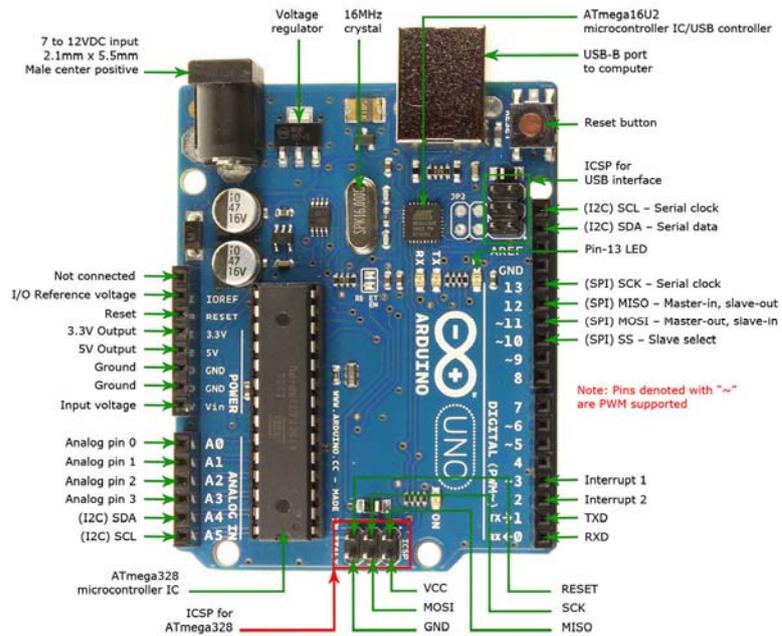
- SPI: PIN10(SS), PIN11(MOSI), PIN12(MISO), PIN13(SCK). PIN-PIN ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- LED: PIN13. Ada LED yang terpasang yang dihubungkan dengan PIN13 digital. Ketika PINnya bernilai HIGH maka LED menyala, ketika bernilai LOW maka LED akan mati.

Uno memiliki 6 input analog, dinamakan A0 sampai A5, masing-masing input menyediakan resolusi 10 bit. Pada dasarnya PIN-PIN tersebut diukur dari ground sampai 5V, namun memungkinkan untuk merubah batas atas dari batasan mereka menggunakan PIN AREF dan fungsi `analogReference()`. Tambahannya beberapa PIN memiliki fungsionalitas tersendiri:

- TWI: PIN A4 atau PIN SDA dan PIN A5 atau PIN SCL. Mendukung komunikasi TWI menggunakan `wire library`.

Terdapat sepasang PIN lainnya pada board:

- AREF. Tegangan referensi untuk input analog. Digunakan bersama fungsi `analogReference()`.
- Reset. Atur PIN ini menjadi LOW untuk mereset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi daerah pada board.



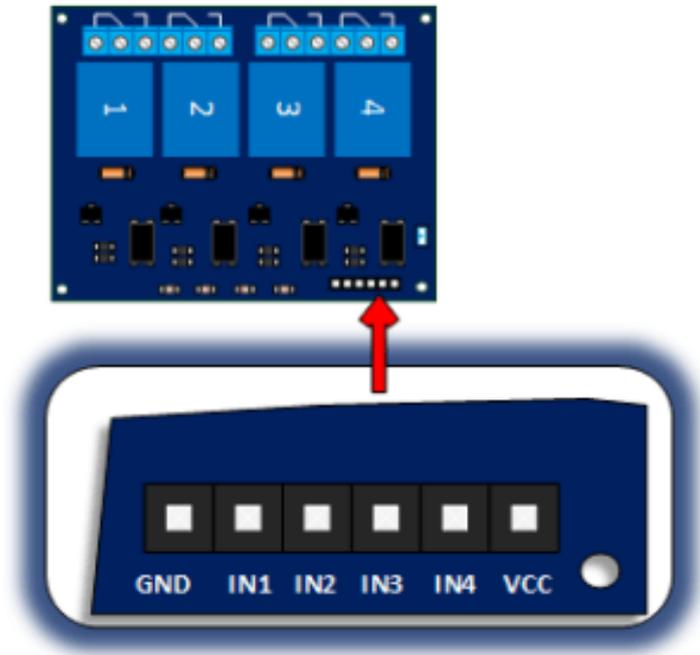
Gambar 2.3. Diagram Pinout Arduino

2.5 Modul Relay 4 Terminal

Modul relay ini memungkinkan untuk menggabungkan kekuatan pemrosesan dari arduino untuk perangkat yang menggunakan arus dan tegangan yang lebih tinggi. Modul ini melakukannya dengan menyediakan empat relay yang bernilai 7A pada 28VDC atau 10A pada 125VAC. Masing-masing relay memiliki *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC).

2.5.1 Modul Relay Input

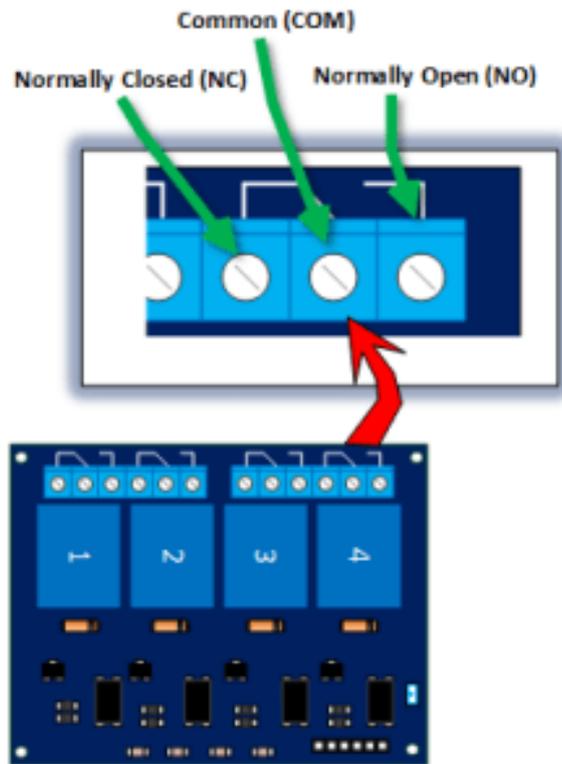
Modul ini disupply dengan daya melalui pin VCC dan ground melalui pin GND. Relay ini diberi energi dengan low input ke input IN1, IN2, IN3 dan IN4.



Gambar 2.4. Modul Relay 4 Terminal Input

2.5.2 Modul Relay Output

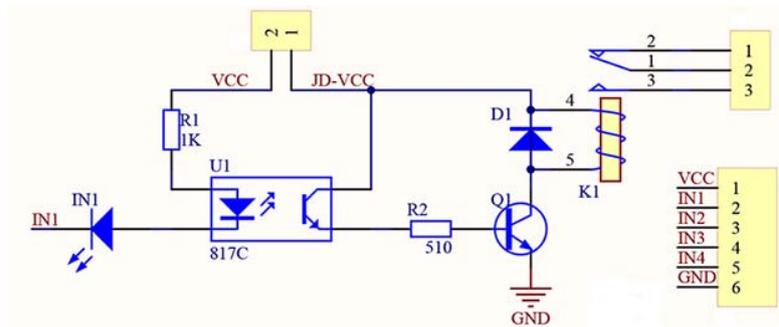
Terdapat empat relay yang masing-masing memberikan output *dry contact*. Yang menyatakan bahwa tiap relay mempunyai terminal *Common (COM)*, *Normally Open (NO)* dan *Normally Closed (NC)*.



Gambar 2.5. Modul Relay 4 Terminal Output

2.5.3 Skematik Modul

Pada dasarnya modul ini adalah empat rangkaian pada satu board yang sama. Selain berbagi VCC dan GND, empat channel ini terpisah satu sama lain.



Gambar 2.6. Skematik Modul Relay 4 Terminal

2.6 Kunci Solenoid

Solenoid pada dasarnya adalah elektromagnet, terbuat dari kumparan besar yang terdiri dari kawat tembaga dengan armatur (potongan logam) di tengahnya. Pada saat kumparan diberi daya, maka potongan logam akan tertarik kedalam kumparan. Hal ini yang membuat solenoid dapat menarik dari satu ujung.

Normalnya kunci ini aktif sehingga pintu tidak bisa terbuka karena potongan logam solenoid menghalangi, pada kondisi ini tidak menggunakan daya apapun. Pada saat diberi 9-12VDC, potongan logam tertarik kedalam sehingga tidak ada yang muncul dan pintu dapat dibuka.



Gambar 2.7. Kunci Solenoid

Detail teknis:

- 12VDC (menggunakan 9-12 DC volt, tetapi tegangan yang rendah menyebabkan operasinya melemah/melambat)
- Menarik 650mA pada 12V, 500mA pada 9V saat aktif.
- Didesain untuk 1-10 detik masa aktif.
- Dimensi Maksimal : 41.85mm / 1.64" x 53.57mm / 2.1" x 27.59mm / 11.08"
- Dimensi : 23.57mm / 0.92" x 67.47mm / 2.65" x 27.59mm / 11.08"
- Panjang kawat : 222.25mm / 8.75"
- Berat : 147.71g

2.7 Webcam Logitech C525



Gambar 2.8. Webcam Logitech C525

Webcam logitech memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Berat : 226.8 g

Panjang : 20.95 cm

Lebar : 7.62 cm

Tinggi : 15.24 cm

Volume : 2.433 dm³

- HD video calling (1280 x 720 pixels)
- HD video capture: Up to 1280 x 720 pixels
- Logitech Fluid Crystal™ Technology
- Autofocus
- Photos: Up to 8 megapixels
- Hi-Speed USB 2.0 certified

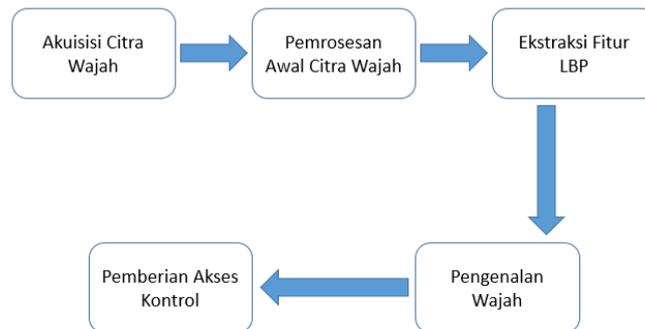
- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB III PERENCANAAN SISTEM

Pada tugas akhir ini, sistem mengidentifikasi dan mengenali citra wajah manusia untuk membuka pintu ruang dirancang dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah data citra wajah yang telah diproses menggunakan perangkat lunak Matlab. Diagram blok sistem ditunjukkan pada gambar 3.1.



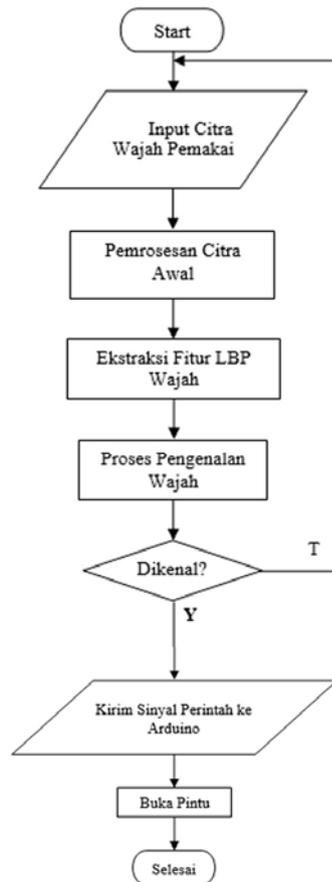
(a)



(b)

Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

- (a) Diagram Blok Perangkat Keras
- (b) Diagram Blok Perangkat Lunak



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem.

Cara kerja keseluruhan sistem adalah:

- a. Kamera mengambil sample citra wajah yang akan di proses.
- b. Sample akan diproses pada perangkat lunak Matlab untuk dilakukan cropping pada citra wajah dan hasilnya akan disimpan pada basis data.
- c. Setelah mendapatkan hasil cropping maka dilakukan proses evaluasi dan pengenalan citra wajah.

- d. Jika citra wajah dikenali dan ada pada basis data, maka user akan dapat mengakses langkah berikutnya yaitu memasukkan password.
- e. Setelah berhasil mengenali citra wajah dan memasukkan password, maka mikrokontroler Arduino akan mengirimkan sinyal kepada kunci solenoid untuk membuka kunci.

3.1 Perancangan Mekanik

3.1.1 Kamera sebagai sensor visual

Modul Kamera yang digunakan sebagai sensor visual dipilih kamera digital jenis *web camera* bermerk Logitech tipe C525.



Gambar 3.3 Webcam Logitech C525.

Pada sistem ini kamera berfungsi sebagai sensor visual yang akan mengambil *real time image* citra wajah untuk diproses pada perangkat lunak Matlab hingga citra wajah dapat dikenali dan dapat membuka kunci solenoid.

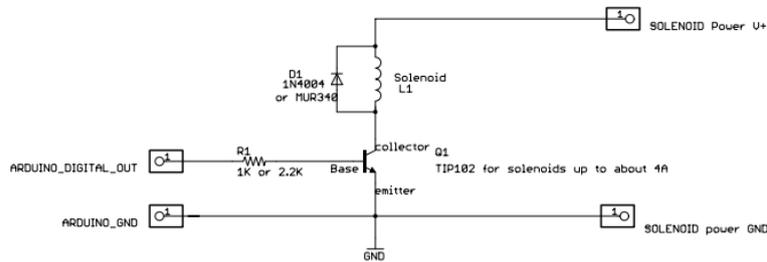
3.1.2 Kunci Solenoid

Kunci solenoid yang digunakan pada sistem ini adalah kunci solenoid seperti pada gambar 3.3 dibawah.



Gambar 3.4 Kunci Solenoid.

Normalnya kunci ini aktif sehingga pintu tidak bisa terbuka karena potongan logam solenoid menghalangi, pada kondisi ini tidak menggunakan daya apapun. Pada saat diberi 9-12VDC, potongan logam tertarik kedalam sehingga tidak ada yang muncul dan pintu dapat dibuka.



Gambar 3.5 Rangkaian Kunci Solenoid

Dioda pada solenoid di pasang secara paralel dengan beban untuk menahan arus balik ketika terjadi kontak dengan beban.

R1 adalah Rbias untuk transistor yang berfungsi sebagai pembatas arus yang masuk ke transistor, nilai pada R1 tidak harus 1K tetapi pada solenoid ini R1 menggunakan nilai 1K/2.2K.

3.1.3 Desain prototype ruangan

Pada sistem ini dibutuhkan prototype sebuah ruangan yang dapat dikunci. Berikut adalah desain daripada prototype ruangan.

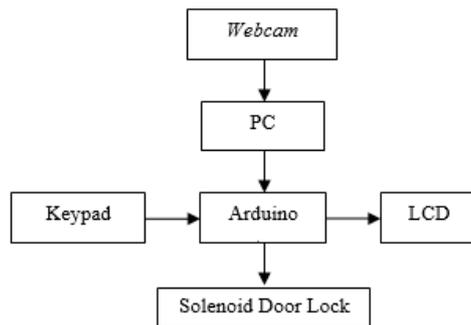


Gambar 3.6 Desain Prototype ruangan tampak depan.

Terdapat dua ruangan pada prototype ini, ruangan pertama yaitu ruangan yang terpasang keypad adalah ruangan untuk meletakkan perangkat keras yang digunakan pada tugas akhir ini. Terdapat lubang pada ruangan ini yang disediakan untuk melewatkan kabel dari hardware keluar dari prototype ruangan.

Ruangan kedua yaitu ruangan yang terpasang kunci solenoid, diruangan ini akan di simulasikan sistem keamanan pintu berbasis biometrik citra wajah.

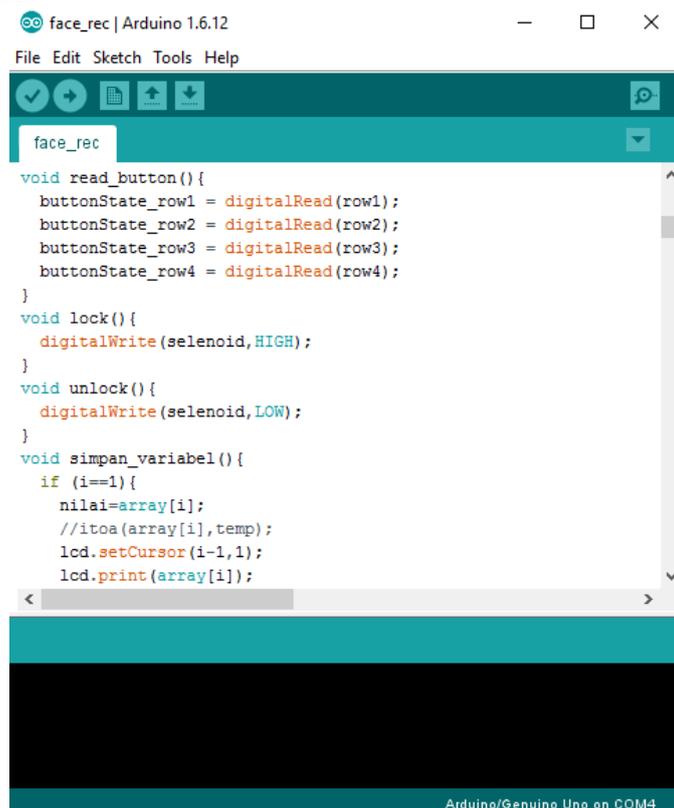
3.2 Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3.7 Diagram Blok Perangkat Keras

3.2.1 Arduino UNO

Mikrokontroler Arduino ini menggunakan Arduino programming language berbasis Wiring dan Arduino development environment berbasis Processing. Arduino menggunakan koneksi USB (*Universal Serial Bus*) menggunakan chip FTDI (*Future Technology Devices International*) untuk melakukan pemrograman, dan biasanya pada chip Arduino sudah dimasukkan bootloader, sehingga dapat dilakukan pemrograman langsung ke dalam chip menggunakan software Arduino.



```
face_rec | Arduino 1.6.12
File Edit Sketch Tools Help
face_rec
void read_button() {
  buttonState_row1 = digitalRead(row1);
  buttonState_row2 = digitalRead(row2);
  buttonState_row3 = digitalRead(row3);
  buttonState_row4 = digitalRead(row4);
}
void lock() {
  digitalWrite(selenoid,HIGH);
}
void unlock() {
  digitalWrite(selenoid,LOW);
}
void simpan_variabel() {
  if (i==1){
    nilai=array[i];
    //ittoa(array[i],temp);
    lcd.setCursor(i-1,1);
    lcd.print(array[i]);
  }
}
Arduino/Genuino Uno on COM4
```

Gambar 3.8 Contoh Program Arduino

3.2.2 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD mempunyai parallel interface, maksudnya mikrokontroler mempunyai beberapa pin yang dapat mengatur display.

- a. **RS (Register select) pin** : mengatur didalam memory LCD yang akan kita masukkan data. Kita dapat memilih data register, memegang apa yang akan terjadi di layar, atau instruksi register, yang mana kontroler LCD mencari instruksi apa yang akan dilanjutkan berikutnya.
- b. **Read/Write (R/W) pin** : memilih reading mode atau writing mode.
- c. **Enable pin** : mengaktifkan writing ke register.
- d. **8 data pins (D0 – D7)** : isi dari pins adalah bits (*high* atau *low*) yang mengisi ke register ketika *mode writing*, atau nilai-nilai yang kita baca ketika *mode reading*.

Ada beberapa **display contrast pin (Vo)**, **power supply pins (+5V and Gnd)** dan **LED Backlight (Bklt+ and Bklt-) pins** yang dapat kita gunakan untuk power di LCD, mengontrol kontras display dan menyalakan atau mematikan lampu *background*.

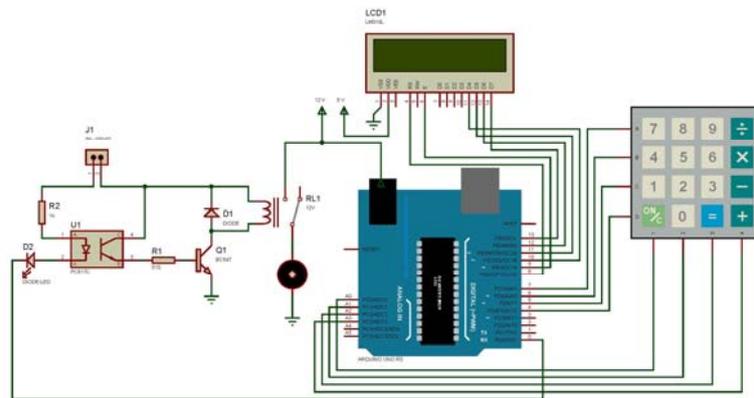
Proses pengontrolan display melibatkan memasukan data yang membentuk gambar dari apa yang kita inginkan ke dalam register data, kemudian menempatkan instruksi kedalam intruksi register. *LiquidCrystal Library* mempermudah ini untuk kita maka kita tidak perlu lagi mengetahui intruksi tingkat rendah.



Gambar 3.9 LCD 2X16

Tabel 3.1 Perintah library LCD pada Arduino

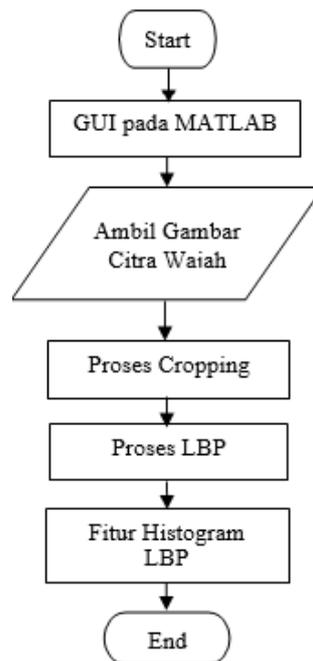
LiquidCrystal Library	
LiquidCrystal()	Display()
Begin()	Nodisplay()
Clear()	scrollDisplayLeft()
Home()	scrollDisplayRight()
setCursor()	autoscroll()
write()	noAutoscroll()
print()	leftToRight()
cursor	rightToLeft()
noCursor()	createChar()
blink()	noBlink()



Gambar 3.10 Skematik Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras dimulai dari *webcam* yang berfungsi mengambil citra wajah pengguna kemudian di proses pada perangkat lunak Matlab hingga mendapatkan hasil yang akan dikirimkan ke Arduino. Setelah mendapatkan hasil maka pengguna akan diminta memasukkan password yang akan dapat membuka kunci solenoid.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak



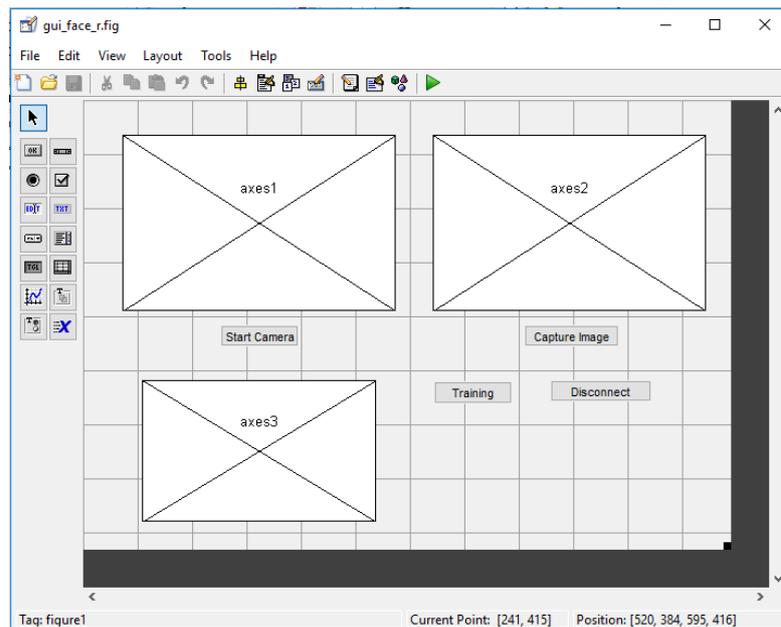
Gambar 3.11 Diagram Alir Ekstraksi Fitur LBP dari Citra Wajah

3.3.1 GUI pada MATLAB

Pada GUI terdapat tiga layar yang akan menampilkan tampilan kamera. Pada Axes1 layar akan menampilkan tampilan kamera secara real time. Axes2 layar akan menampilkan hasil capture image. Pada Axes3 layar menampilkan wajah yang terdeteksi.

Pada GUI ini juga terdapat tombol yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu:

- a. Start Camera
Tombol ini berfungsi untuk mengaktifkan kamera yang digunakan.
- b. Capture Image
Tombol ini berfungsi untuk menyimpan Citra wajah yang terdeteksi pada kamera.
- c. Training
Tombol ini berfungsi untuk melakukan proses pengenalan wajah pada wajah yang terdeteksi oleh kamera hingga mendapatkan hasil pencocokan terhadap sample citra wajah yang tersimpan pada basis data.
- d. Disconnect
Tombol ini berfungsi untuk memutus koneksi terhadap kamera yang digunakan.



Gambar 3.12 GUI pada Software MATLAB

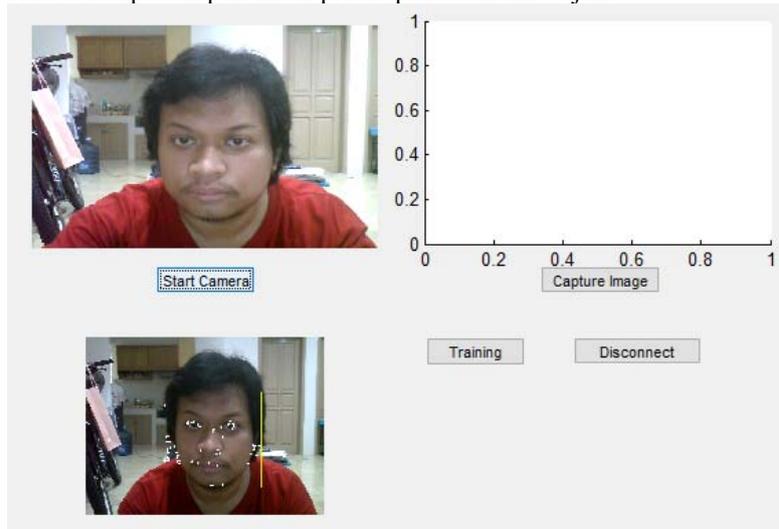
3.3.2 Ambil Gambar Citra Wajah

```
vid=videoinput('winvideo',1,'YUY2_640x480');
```

program diatas merupakan perintah untuk mendapatkan address dari webcam. Sesuaikan dengan webcam yang akan digunakan. Vid adalah variable dari hasil capture pada webcam.

```
faceDetector=vision.CascadeObjectDetector();
```

perintah tersebut merupakan baris program untuk mendeteksi wajah manusia. Fungsi yang digunakan disini adalah CascadeObjectDetector. Ada beberapa tahapan untuk proses pendeteksian wajah.



Gambar 3.13 Pengambilan Gambar Citra Wajah

a. Convert RGB to Binary Image

Hasil dari pembacaan webcam yang masih merupakan image dengan pola RGB akan diubah menjadi abu – abu (binary image). Hal ini bertujuan untuk mempermudah analisis pendeteksian wajah.

b. Scanning Frame

Setelah object diubah menjadi binary image, maka proses berikutnya adalah scanning. Yang dimaksud scanning disini adalah proses pergeseran sample wajah dengan frame yang didapat dari webcam.

c. Compare Image.

Disetiap tahapan pada proses scanning, dilakukan proses pendekatan antara sample object dengan frame yang didapat dari webcam. Kemudian scanning ke pixel berikutnya, lakukan compare lagi, dan begitu seterusnya sampai seluruh frame ter compare.

3.3.3 Proses Cropping

```
result = imcrop(image, [xMin yMin abs(xMax-xMin+1) abs(yMax-yMin+1)]);
```

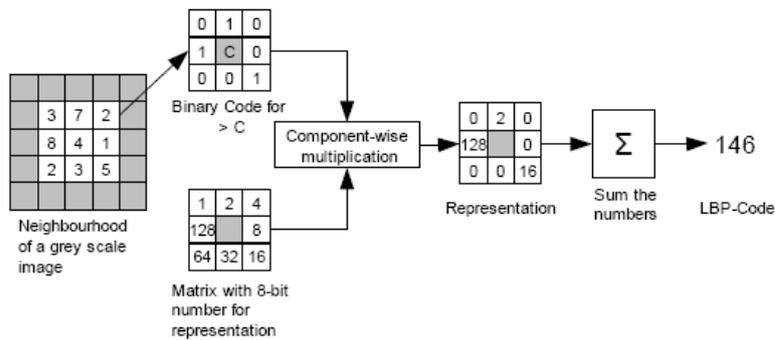
Setelah proses pengambilan gambar citra wajah maka langkah berikutnya adalah cropping image. Cropping image bertujuan untuk mengambil area wajah saja. Sehingga nanti akan mempercepat proses scanning pada langkah berikutnya.



Gambar 3.14 Hasil Cropping gambar citra wajah

3.3.4 Proses LBP

Local Binary Pattern (LBP) adalah deskriptor tekstur yang dapat juga digunakan untuk wajah, karena gambar wajah dapat dilihat sebagai sebuah komposisi micro-texture-pattern yaitu suatu operator non parametrik yang menggambarkan tata ruang lokal citra. LBP didefinisikan sebagai perbandingan nilai biner piksel pada pusat citra dengan 8 nilai piksel disekelilingnya. Misal pada sebuah citra berukuran 3x3, nilai biner pada pusat citra dibandingkan dengan nilai sekelilingnya. Dengan cara mengurangkan nilai piksel pada pusat citra dengan nilai piksel disekelilingnya, jika hasilnya lebih atau sama dengan 0 maka diberi nilai 1 dan jika hasilnya kurang dari 0 maka diberi nilai. Setelah itu, menyusun 8 nilai biner searah jarum jam atau sebaliknya dan merubah 8 bit biner kedalam nilai desimal untuk menggantikan nilai piksel pada pusat citra.



Gambar 3.15 Cara kerja operator Local Binary Patterns (LBP)

3.4 Komunikasi PC ke Arduino

Komunikasi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah komunikasi serial satu arah yaitu dari PC ke Arduino. Karena digunakan komunikasi satu arah maka cukup menggunakan dua kabel yaitu kabel "TX" sebagai pengirim data dan kabel "Rx" sebagai penerima data.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB IV PENGUJIAN ALAT

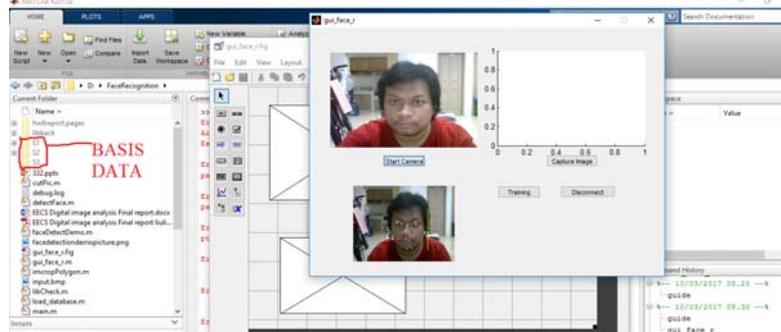
Pada tugas akhir ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem ini terdiri atas pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak serta pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 4.1 Alat yang Sudah Jadi Secara Keseluruhan

4.1 Pengujian Pengambilan Data Citra Wajah

Pada pengujian pengambilan data citra wajah, akan diambil 5 sample wajah pada satu orang dengan raut wajah yang berbeda untuk disimpan pada basis data.

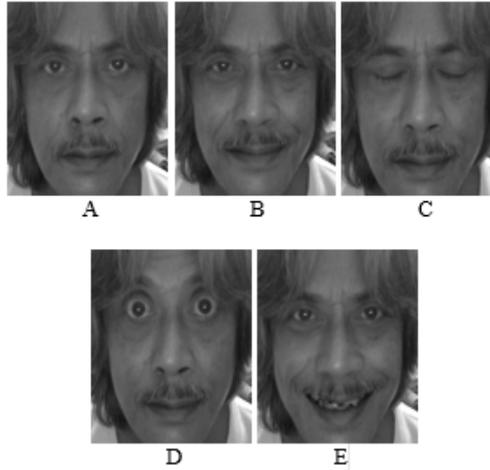


Gambar 4.2 Letak Folder Basis Data

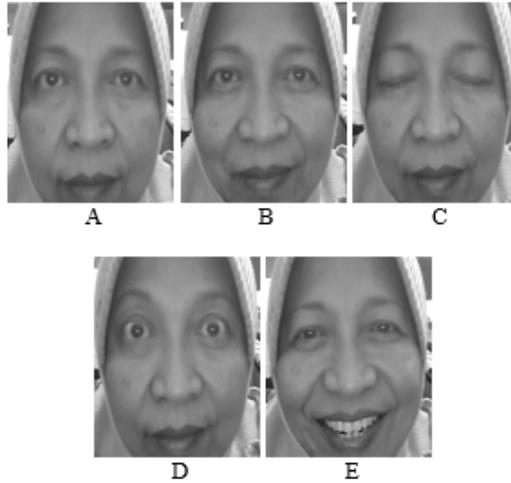
Gambar wajah yang telah disimpan pada basis data akan tersimpan pada folder S1,S2, dan seterusnya. Masing-masing folder berisikan 5 gambar wajah.



Gambar 4.3 Citra Wajah Model 1 Pada Basis Data



Gambar 4.4 Citra Wajah Model 2 Pada Basis Data



Gambar 4.5 Citra Wajah Model 3 Pada Basis Data

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

Pada pengujian perangkat lunak, dilakukan 5 kali pengambilan sample citra wajah pada masing-masing raut wajah yang berbeda.

Citra wajah yang telah diambil sebagai sample akan diproses sehingga dapat dicocokkan dengan citra wajah yang sudah terdapat pada basis data.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 1

Wajah pada Basis Data yang dikenal	Berhasil (1) / Gagal (0)
1A	1
1E	1
1E	1
1E	1
1A	1
1B	1
1B	1
1B	1

1B	1
3D	0
1B	1
1B	1

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 2

Wajah pada Basis Data yang dikenal	Berhasil (1) / Gagal (0)
2C	1
2C	1
2C	1
2B	1
2C	1
1D	0
2C	1
2C	1
2B	1
2B	1
1D	0
2C	1

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengenalan Citra Wajah Model 3

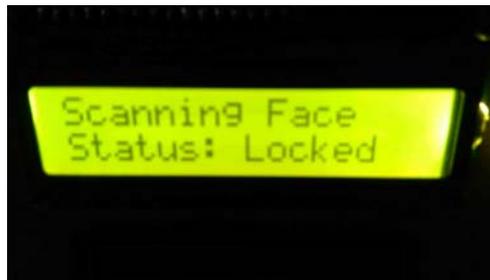
Wajah pada Basis Data yang dikenal	Berhasil (1) / Gagal (0)
3C	1
3D	1
3C	1
3D	1
3C	1

3B	1
3E	1
3A	1
3B	1

4.3 Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian perangkat keras, Setelah mendapatkan hasil dari pengenalan citra wajah maka pemakai dapat memasuki prosedur berikutnya yaitu memasukkan password menggunakan *keypad* yang telah disediakan. Setelah password dimasukkan maka arduino akan mengirimkan sinyal kepada kunci solenoid agar kunci terbuka.

4.3.1 Pengujian Memasukkan Password



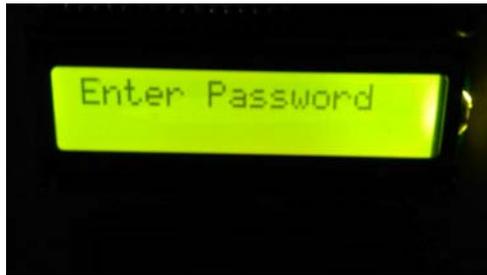
Gambar 4.6 Tampilan layar LCD sebelum wajah terdeteksi

Pada awalnya pemakai melakukan proses pengujian perangkat lunak yaitu mengambil sample wajah dan mencocokkannya dengan basis data. Setelah mendapatkan hasil dari basis data, maka pemakai dapat mengakses ke proses berikutnya yaitu memasukkan password.

Password dimasukkan melalui media *keypad* 4x4 dan memiliki password sejumlah 4 digit yang berbeda pada tiap pemakai.



Gambar 4.7 Keypad 4x4



Gambar 4.8 Tampilan layar LCD pada saat meminta password

Setelah memasukkan password yang benar maka arduino akan mengirimkan sinyal kepada kunci solenoid yang akan membuat kunci solenoid terbuka. Namun jika salah memasukkan password, maka arduino tidak akan mengirimkan sinyal kepada kunci solenoid.



Gambar 4.9 Tampilan layar LCD jika password salah

4.3.2 Pengujian Kunci Solenoid

Setelah memasukkan password yang benar maka arduino akan mengirimkan sinyal kepada kunci solenoid agar kunci solenoid dapat terbuka.

Normalnya kunci ini aktif sehingga pintu tidak bisa terbuka karena potongan logam solenoid menghalangi, pada kondisi ini tidak menggunakan daya apapun. Pada saat diberi 9-12VDC, potongan logam tertarik kedalam sehingga tidak ada yang muncul dan pintu dapat dibuka.

Setelah kunci solenoid terbuka maka sistem secara keseluruhan telah berhasil dan user dapat membuka pintu yang terkunci oleh kunci solenoid.



Gambar 4.10 Alat Secara Keseluruhan Kondisi Pintu Terbuka

Pada pengujian alat Tugas akhir ini telah didapat hasil yaitu 3 kali kegagalan dari 36 kali pengujian pada saat pengenalan citra wajah sehingga didapat persentase keberhasilan 92%.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

BAB V

PENUTUP

Setelah dilakukan rangkaian kegiatan perancangan sistem dan pengujian alat penulis memperoleh kesimpulan dan memberikan beberapa saran sebagai berikut

5.1 Kesimpulan

Dalam Tugas Akhir dengan judul Perencanaan dan Pembuatan Sistem Keamanan Pintu Berbasis Biometrik Citra Wajah dapat diambil kesimpulan :

- Alat dapat mendeteksi citra wajah model yang wajahnya terdapat pada basis data.
- Alat dapat mengidentifikasi citra wajah model dan mencocokkan dengan citra wajah pada basis data.
- Sedemikian jauh hasil tes pengenalan wajah menunjukkan tingkat keberhasilan 92%. (dengan catatan basis data sistem hanya memiliki tiga wajah)
- Toleransi posisi wajah hanya $\pm 15^\circ$ sudut wajah ke kiri, kanan, atas dan bawah.
- Ekspresi wajah hanya senyum dan tanpa aksesoris pada wajah.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

- Dapat digunakan kamera yang spesifikasi nya lebih bagus dari pada kamera pada tugas akhir ini.
- Dibutuhkan algoritma yang lebih canggih untuk memperbaiki kesalahan pada sistem ini yang tidak mampu menyelesaikan masalah ketika ada wajah baru yang tidak terdaftar pada basis data tetapi memiliki kemiripan yang tinggi.
- Penelitian lebih lanjut untuk menemukan metode yang lebih canggih untuk menyelesaikan permasalahan yang disebabkan oleh pencahayaan yang kurang.
- Penelitian lebih lanjut untuk menemukan metode yang lebih canggih untuk menyelesaikan permasalahan mendeteksi citra wajah pada sudut posisi wajah yang berbeda dan citra wajah yang menggunakan aksesoris pada wajah.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

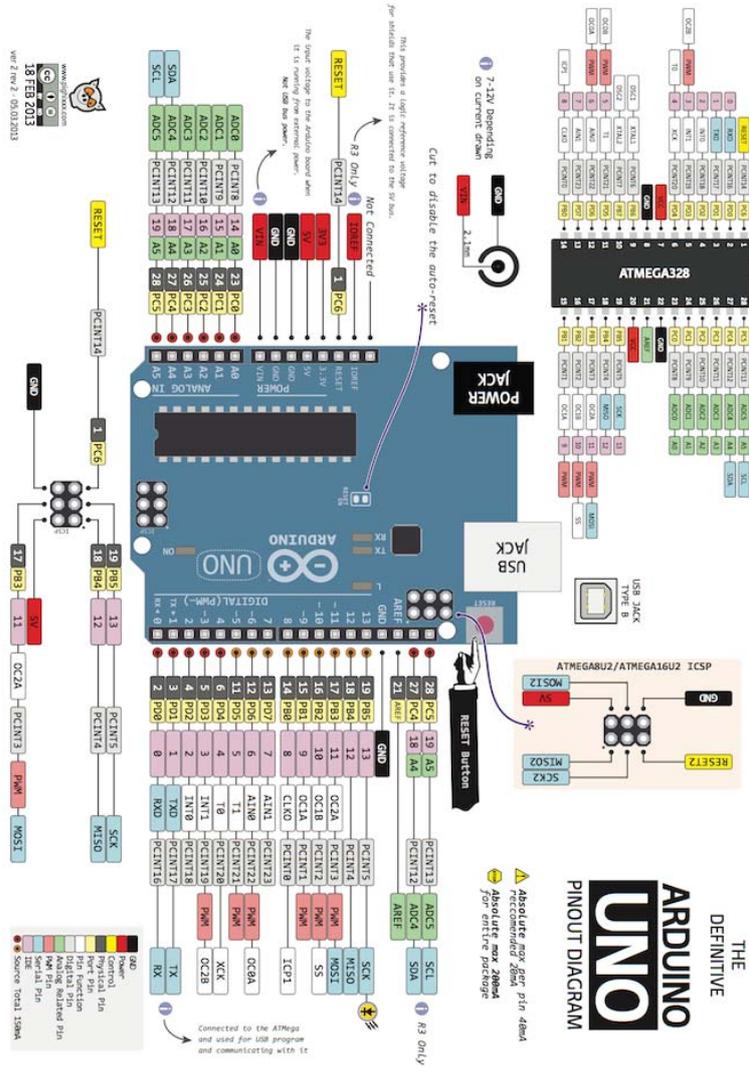
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusuma H., Wirawan, dan Soeprijanto A., “Single Scale Retinex dan Histogram Remapping untuk perbaikan recognition rate pada Eigenspace-based Face Recognition”, 11th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, SITIA, 2010.
- [2] Kusuma H., Wirawan, dan Soeprijanto A., “Pengembangan Teknik Pengenalan Wajah berbasis fitur Gabor”, Laporan Pra-tesis TE-FTI-ITS, 2011.
- [3] Kepenekci, B., “*Face recognition using Gabor wavelet transform*”. M.S. thesis, Dept. of electrical and electronic engineering, The Middle East Technical University. 2001.
- [4] Chellapa, R., Wilson, C., & Sirohey, S., “Human and machine recognition of faces: a survey,” *Proceedings of the IEEE*, Vol. 83, pp. 705-740, 1995.
- [5] Zhao, W., Chellapa, R., Rosenfield, A., & Phillips, P. J., “*Face recognition: A literature survey*” (Rep. No. *CVL Technical Report*), University of Maryland. 2000.
- [6] Struc, V., Vesnicer, B., & Pavesic, N., “The Phase-based Gabor Fisher Classifier and its Application to Face Recognition under Varying Illumination Conditions,” *Proceedings of the 2nd International Conference on Signal Processing and Communication Systems*, pp. 1-6, 978-1-4244-4242-3, Gold Coast, Australia, IEEE, NJ. 2008.
- [7] Liu, C. J. & Wechsler, H. “Gabor feature based classification using the enhanced Fisher linear discriminant model for face recognition,” *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 11, pp. 467-476. 2002.
- [8] Shen, L. & Bai, L. “A Review of Gabor Wavelets for Face Recognition,” *Pattern analysis and applications*, Vol. 9, No. 2, pp. 273-292, 1433-754. 2006.
- [9] Struc, V., Vesnicer, B., & Pavesic, N. “The Complete Gabor-Fisher Classifier for Robust Face Recognition,” *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, Hindawi Publishing Corporation Vol. 2010, Article ID 847680. 2010.
- [10] Ahonen, T., Hadid, A., Pietikäinen, M. “A discriminative feature space for detecting and recognizing faces.” In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 797–804, Washington D.C., USA. 2004.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -

Lampiran

Pinout Arduino UNO



Desain Prototype Ruang



Desain Prototype ruangan tampak depan (samping).



Desain Prototype ruangan tampak belakang (kiri).



Desain Prototype ruangan tampak belakang (kanan).



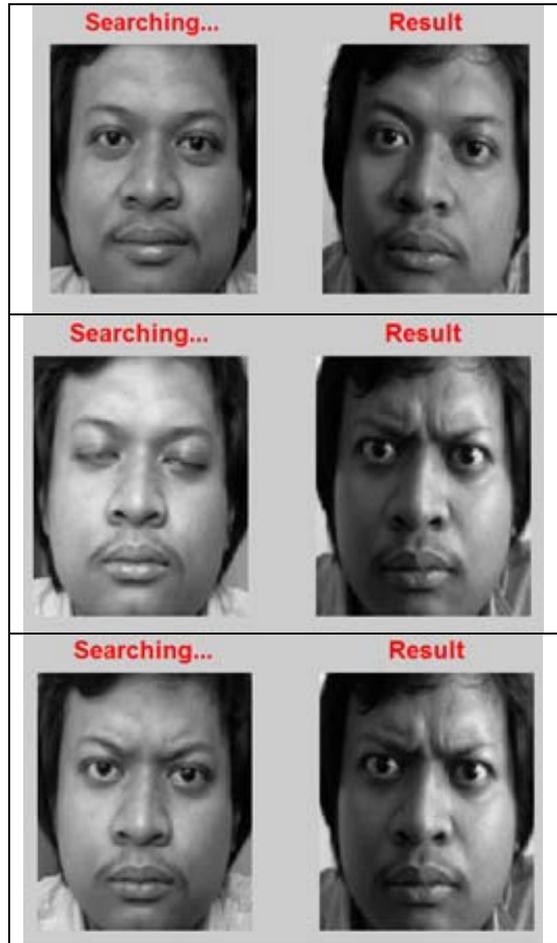
Desain Prototype ruangan tampak depan pintu terbuka.

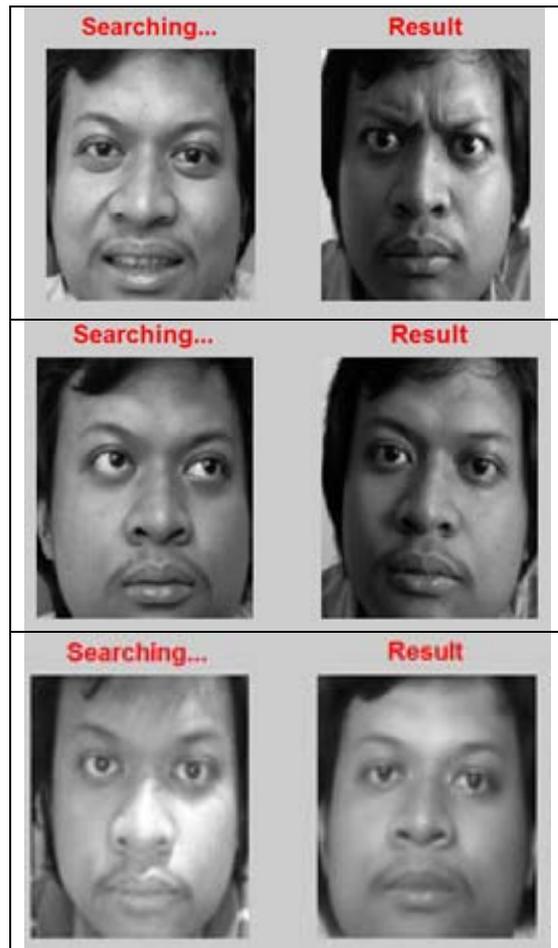


Desain Prototype ruangan tampak depan pintu terbuka (samping).

Hasil Pengujian

Model 1

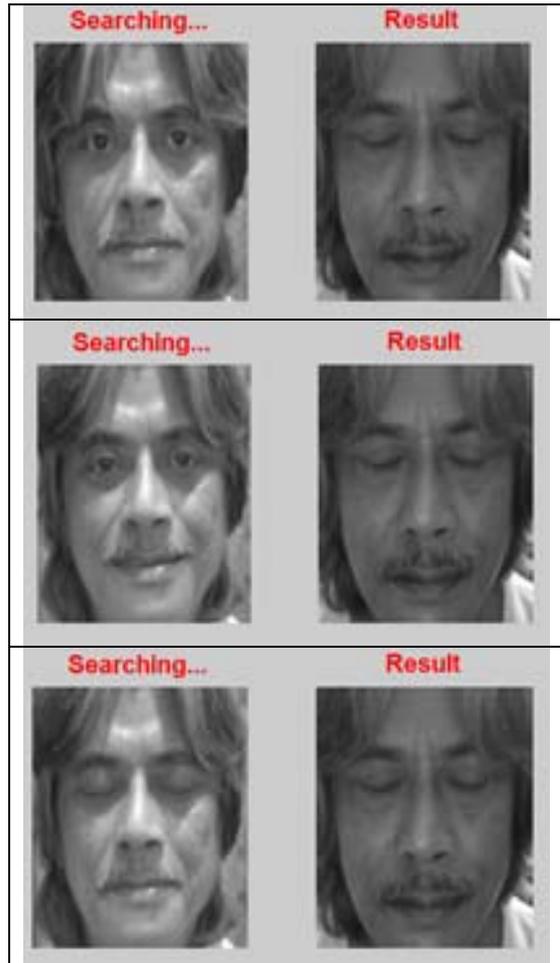


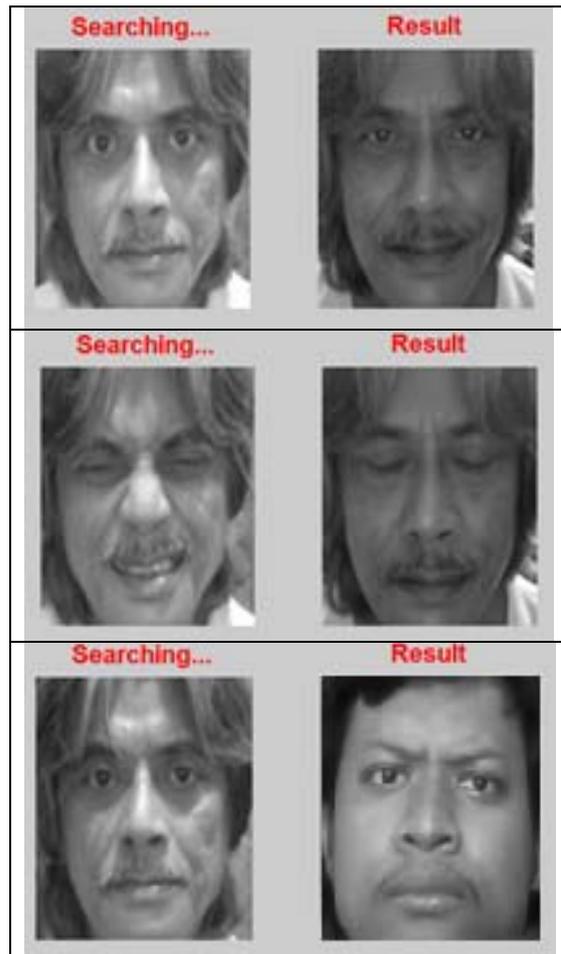


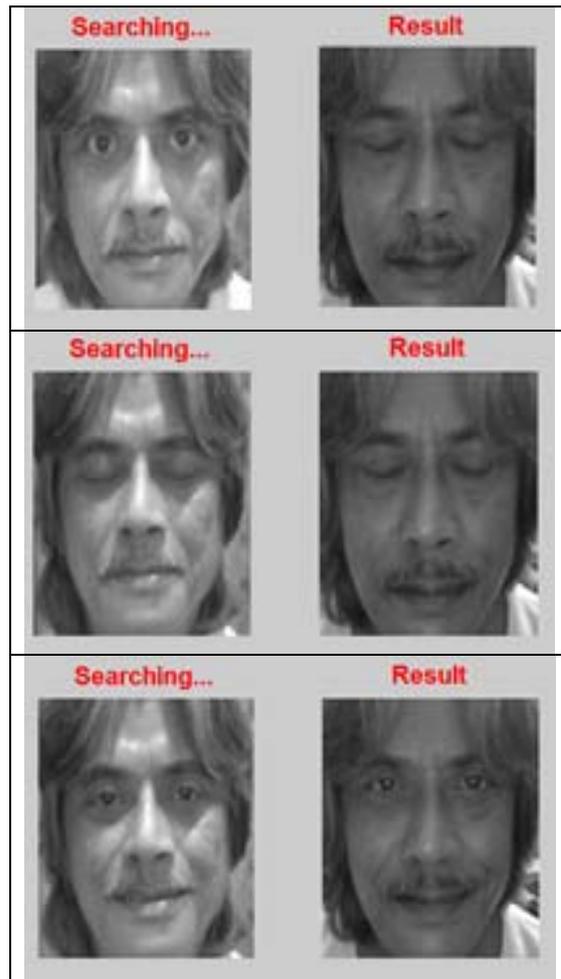


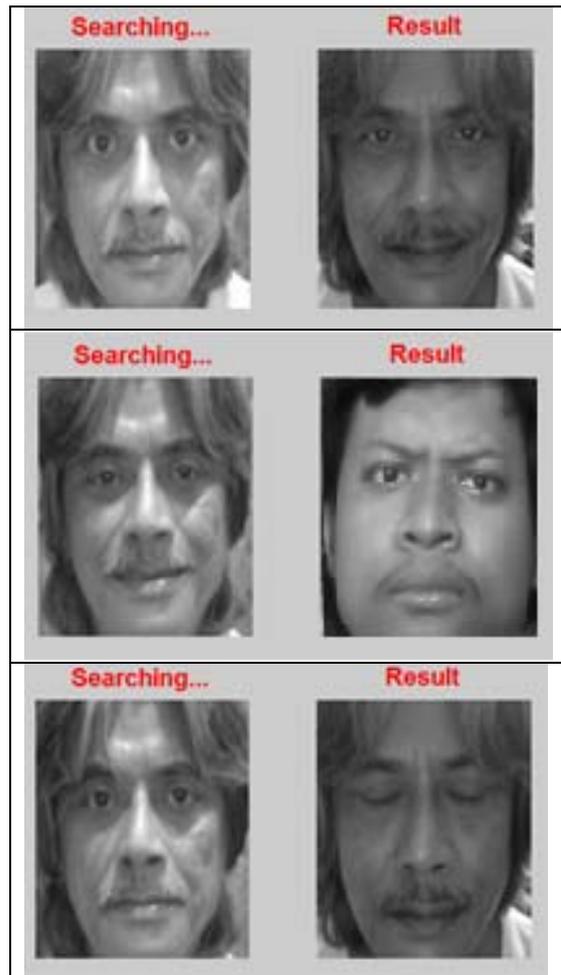


Model 2









Model 3









BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Maulana Aulia Ridha Pramadita. lahir di Surabaya pada tanggal 24 Januari 1992, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mengawali kegiatan pendidikan formal di SDN Ketabang V Surabaya pada tahun 1997, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 29 Surabaya pada tahun 2004, kemudian dilanjutkan di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya pada tahun 2007. Penulis melanjutkan studi ke jenjang perguruan tinggi dan diterima sebagai mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Elektro pada tahun 2010.

Email : maulanaridha126@yahoo.com

- Halaman ini sengaja dikosongkan -