

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH *SMART DOOR*
DENGAN METODE *FACE RECOGNITION* BERBASIS ESP32 CAM**

Skripsi

Oleh

Rizki Dwi Aptiant Putra

1817041060



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH SMART DOOR DENGAN METODE FACE RECOGNITION BERBASIS ESP32 CAM

Oleh

RIZKI DWI APTIANT PUTRA

Telah dilakukan penelitian pembuatan rancang bangun *smart door* berbasis ESP32 Cam sebagai alat pendeteksi wajah pengguna untuk mengakses solenoid agar pintu terbuka menggunakan algoritma *Haar Cascade*. Algoritma Haar Cascade berperan dalam klasifikasi pada wajah bagian rambut, dahi, mata, alis, hidung dan bibir. Tujuan pembuatan alat ini adalah untuk meningkatkan sistem keamanan rumah yang lebih akurat menggunakan teknologi terbaru. Berdasarkan penelitian, diperoleh hasil akurasi *scanning* alat pada jarak 20 cm sebesar 12%, 40 cm sebesar 80% dan 60 cm sebesar 16%. Pengujian aksesoris diperoleh tingkat akurasi sebesar 68% untuk sampel wajah normal, 6% untuk sampel wajah dengan aksesoris penutup mulut, 66% untuk sampel wajah dengan aksesoris kacamata dan 14% untuk sampel dengan aksesoris penutup kepala. Pengujian manipulasi menggunakan foto berorientasi pada tingkat kegagalan dengan persentase 100% sehingga dapat disimpulkan alat tidak dapat disabotase.

Kata kunci : *ESP32 Cam, Solenoid, wajah, deteksi*

ABSTRACT

DESIGN OF A SMART DOOR HOME SECURITY SYSTEM USING ESP32 CAM-BASED FACE RECOGNITION METHOD

By

RIZKI DWI APTIANT PUTRA

Research has been conducted on making ESP32 Cam based smart door designs as a user face detection tool to access the solenoid so that the door opens using the Haar Cascade algorithm. The Haar Cascade algorithm plays a role in the classification of facial hair, forehead, eyes, eyebrows, nose and lips. The purpose of making this tool is to improve the home security system more accurately using the latest technology. Based on the study, the results of the accuracy of scanning the tool at a distance of 20 cm were 12%, 40 cm by 80% and 60 cm by 16%. Accessories testing obtained an accuracy rate of 68% for normal face samples, 6% for face samples with mouth cover accessories, 66% for face samples with eyeglass accessories and 14% for samples with head covering accessories. Manipulation testing using photos is oriented to the failure rate with a percentage of 100% so that it can be concluded that the tool cannot be sabotaged.

Keywords : *ESP32 Cam, Solenoid, face, detection*

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH *SMART DOOR*
DENGAN METODE *FACE RECOGNITION* BERBASIS ESP32 CAM**

Skripsi

Oleh

Rizki Dwi Aptiant Putra

1817041060

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Penelitian : **RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN
RUMAH SMART DOOR DENGAN METODE
FACE RECOGNITION BERBASIS ESP32
CAM**

Nama Mahasiswa : **Rizki Dwi Aptiant Putra**


Nomor Pokok Mahasiswa : **1817041060**


Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**




1. **Komisi Pembimbing**


Drs. Amir Supriyanto, M.Si.
NIP. 196594971991111001


Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.
NIP. 19901125201903218

2. **Ketua Jurusan Fisika**


Gurum Ahmad Pauzi, S. Si., M.T.
NIP. 19801010200501100

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. Amir Supriyanto, M.S.i.**



Sekretaris : **Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **3 Oktober 2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukuman yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Oktober 2023



Rizki Dwi Aptiant Putra
NPM. 1817041060

RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama lengkap Rizki Dwi Aptiant Putra dilahirkan pada tanggal 29 April 2000 di Bandung. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara putra dari pasangan Chandra Agustina dan Eka Noerrakhman.

Penulis menyelesaikan Pendidikan di TK Tunas Nusa Bandung pada tahun 2006. SD Negeri 1 Siraman Lampung Timur pada 2012. SMP Negeri 1 Pekalongan Lampung Timur pada tahun 2015 dan SMA Negeri 1 Pekalongan Lampung Timur pada tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2018. Selama menempuh Pendidikan, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota Kaderisasi pada periode 2020-2021, Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung (BEM U) sebagai staff ahli Aksi dan Propaganda periode 2020-2021 dan Badan Eksekutif Mahasiswa FMIPA (BEM F) sebagai wakil Gubernur periode 2021-2022.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Ruang Workshop Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada tahun 2021 dan menyelesaikan laporan PKL dengan judul “Aplikasi *Microcontroller* TCN4S sebagai Pengatur Suhu pada *Electrical Furnace* Tipe Induksi”. Penulis pernah melakukan pengabdian Masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2021 di Desa Cempaka Nuban, Kec. Batanghari Nuban, Kab. Lampung Timur. Penulis Pernah menjadi Anggota *Executor Punishment* Karya Wisata

Ilmiah (KWI) ke-30 pada tahun 2019, dan penulis juga pernah menjadi Asisten praktikum dari Mata Kuliah Elektronika Dasar II pada tahun 2022. Penulis juga menyelesaikan penelitian skripsi di Jurusan Fisika dengan Judul “**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH *SMART DOOR* DENGAN METODE *FACE RECOGNITION* BERBASIS ESP32 CAM**”.

PERSEMBAHAN

Dengan rasa Syukur kepada Allah SWT, Skripsi ini ku persembahkan kepada

Bapak Eka Noerrakhman dan Ibu Chandra Agustina

Kedua Orang tuaku yang telah membesarkan, mendidik, mendukung, mendoakan,
dan menjadi motivasiku dalam menjalani kehidupan selama ini

Kakakku Reza Gustiant Putra dan Adikku Keysa Reyhandia serta Keluarga

Selalu memberi semangat, dorongan dan motivasi kepada penulis

Bapak/Ibu Guru dan Bapak/Ibu Dosen

Terima kasih atas bekal ilmu pengetahuan yang begitu luas dan budi pekerti yang
telah membuka hati dan wawasanmu

Para sahabat dan teman-teman seperjuangan Fisika

FMIPA Unila 2018

Terimakasih atas kebersamaan yang kita lalui dan dukungan satu sama lain

Serta Almamater tercinta

“Universitas Lampung”

MOTTO

“Idealisme adalah kemewahan terakhir yang hanya dimiliki oleh pemuda”
(Tan Malaka)

“Terbentur, Terbentur, Terbentur, **TERBENTUK**”
(Tan Malaka)

“Tidak ada seorang yang genius tanpa sebuah pemikiran yang gila”
(Aristoteles)

“I am nothing, but I must be everything”
(Karl Marx)

“Jika darah dan keringat ini dapat merubah suatu peradaban, maka akan aku berikan dengan senyuman yang menawan”
(Rizki Dwi Aptiant Putra)

“Hal yang memalukan itu bukanlah kegagalan, tapi memalukan itu adalah ketidakmauan untuk belajar dari kegagalan”
(Plato)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah *Smart Door* Dengan Metode *Face Recognition* Berbasis ESP32 Cam**”.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada bidang Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penekanan dalam skripsi ini adalah perancangan dan pemanfaatan ESP32 Cam sebagai alat sistem keamanan pada rumah untuk mengurangi terjadinya kejahatan berupa pembobolan.

Skripsi ini merupakan sebuah karya yang ditulis sejak Februari 2022 dan diselesaikan pada September 2023. Skripsi ini adalah saksi bisu atas perjuangan melawan keegoisan, keputusasaan, ketidakontetikan, keterasingan, dan ketidakpastian.

Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini masih banyak kekurangan dalam penulisan maupun refrensi data. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi rujukan untuk penelitian berikutnya agar lebih sempurna.

Bandar Lampung, 12 Oktober 2023

Penulis

SANWACANA

Alhamdulillah puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahat dan nikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Smart Door Dengan Metode Face Recognition Berbasis ESP32 Cam**”.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penelitian tidak lepas dari dukungan, motivasi dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si. Selaku dosen pembimbing pertama yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, motivasi serta ilmunya selama penulisan skripsi.
2. Ibu Humairoh Ratu Ayu S.Pd., M.Si. Selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberi saran, masukan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
3. Ibu Sri Wahyu Suciwati S.Si., M.Si. Selaku dosen penguji yang telah memberi evaluasi dan masukan kepada penulisan dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. Selaku Ketua Jurusan Fisika
5. Bapak Dr. rer.nas. Roniyus Marjunus, S.Si., Selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingannya serta saran kepada penulis selama masa kuliah.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. Selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, yang sudah memberikan banyak ilmu serta pengalaman kepada penulis selama kuliah.
8. Seluruh Tenaga Kependidikan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu administrasi penulis selama masa kuliah.
9. Pintu Surgaku Bapak Eka Noerrakhman dan Ibu Chandra Agustina yang selalu memberikan kasih sayang, membesarkan dan mendidik sampai saat ini tanpa pamrih.

10. Kakak Reza Gustiant Putra dan adik Keysa Reyhandia yang selalu mendukung dan mendoakanku hingga sampai saat ini.
11. Lyla Khairunnisa Kanti Susilo sebagai Wanita yang selalu memberi semangat, dukungan dan motivasi bagi penulis.
12. Teman-teman dekat, Rizky Esa Ramadhan, Herlambang Sihombing, I Made Agus Rianta, Raihan Irvana, Septian Priambodo, Ramadhani Abidin, Dimas Hartadi, Dendi Rosandi, Adrian Reza, dan Rizki Alam yang selalu memberi motivasi dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman seperjuangan Fisika 2018, Kakak serta adik tingkat yang telah membantu dan memberikan semangat dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
14. Semua pihak yang tidak penulis cantumkan, yang telah memberi bantuan moril maupun materil kepada penulis.
15. Untuk Rizki Dwi Aptiant Putra, Terimakasih sudah mau menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit dan menyelesaikan semua ini. Tidak peduli seberapa putus asanya kamu dan selalu mencoba bangkit. Karena yang memalukan bukanlah sebuah kegagalan, tapi yang memalukan itu dimana kita tidak bisa bangkit dari kegagalan dan tidak pernah menyerah.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan senantiasa memberi Rahmat serta hidayah-Nya kepada kita Aamiin.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MENGESAHKAN	v
PERNYATAAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN.....	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6

2.2	<i>Face Recognition</i>	8
2.3	Algoritma Haar Cascade	9
2.4	ESP32 CAM	15
2.5	LCD	16
2.6	Solenoid <i>Lock Door</i>	18
2.7	<i>Relay</i>	21
2.8	FTDI FT232RL	22
2.8	Kabel <i>Jumper</i>	24
2.9	Kabel USB.....	25
2.10	<i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	26
2.11	<i>Internet of Things (IoT)</i>	26
2.12	<i>Webserver</i>	27
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2	Alat dan Bahan	30
3.3	Prosedur Penelitian.....	31
3.3.1	Tahapan Penelitian	33
3.3.2	Desain Alat.....	35
3.3.3	Perancangan Sistem Pendeteksi Wajah.....	36
3.3.4	Perancangan Elektronika.....	36
3.3.5	Perancangan Sistem	38
3.3.6	Metode Pengujian Alat.....	39
3.3.7	Pengujian Fungsionalitas	40
3.3.8	Pengujian Kemiripan.....	40
3.3.9	Pengujian Manipulasi Foto	40
3.3.10	Rancangan Data Hasil Penelitian	40

3.3.11 Rancangan Data Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Pembuatan Sistem Pendeteksi Wajah <i>Face Recognition</i>	45
4.2 Implementasi Sistem	46
4.3 Analisis Data Hasil Penelitian	52
4.3.1 Skema Pengujian Sistem	52
4.3.2 Pengujian Sistem Pengenalan Wajah	55
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Simpulan	65
5.1 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Rancangan keseluruhan prototype smart door.....	7
Gambar 2.2. Tahapan sistem pengenalan wajah.....	9
Gambar 2.3. Fitur Haar.....	11
Gambar 2.4. Piksel dalam persegi panjang	12
Gambar 2.5. Contoh pemrosesan gambar (a) gambar latar pertama; (b) gambar 14 bingkai saat ini; (c) gambar skala abu-abu (b); (d) gambar gaussian blur dari (c); (e) pengurangan bingkai menggunakan gambar cv2.absdiff; (f) gambar ambang batas; (g) gambar hasil yang dicapai dari (f)	14
Gambar 2.6. Haar feature pada objek wajah	14
Gambar 2.7. Modul Mikrokontroler ESP32-CAM.....	15
Gambar 2.8. Mekanisme ESP32 CAM.....	16
Gambar 2.9. LCD 20x4 I2C	17
Gambar 2.10. Rangkaian ESP32 Cam dengan LCD 20x4 I2C	17
Gambar 2.11. Jenis Solenoid (a) solenoid rotary, (b) solenoid linier.....	18
Gambar 2.12. <i>Solenoid lock door</i>	19
Gambar 2.13. Model elektromagnetik pada solenoid.....	19
Gambar 2.14. <i>Relay</i>	22
Gambar 2.15. FTDI FT232RL.....	22
Gambar 2.16. Kabel <i>Jumper</i>	24
Gambar 2.17 USB	25
Gambar 2.18. PCB.....	26
Gambar 2.19. Mekanisme <i>WebServer</i>	27
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	32
Gambar 3.2. Desain Alat <i>Smart door</i>	35
Gambar 3.3. Sistem pendeteksi wajah.....	36
Gambar 3.4 Perancangan elektronika.....	36
Gambar 3.6. Rangkaian Keseluruhan Alat	37
Gambar 3.7. Diagram Blok Perancangan Sistem	38
Gambar 3.8. Grafik hasil data pengujian Sistem Keamanan Rumah	44
Gambar 4.1. Pendaftaran SSID	46
Gambar 4.2. Deklarasi menampilkan Webserver.....	47

Gambar 4.3. Deklarasi keterangan pada <i>Webserver</i>	48
Gambar 4.4. Deklarasi memasukan data user.....	48
Gambar 4.5. Void loop	49
Gambar 4.6. Tampilan <i>Webserver</i>	50
Gambar 4.7 Tampilan sampel wajah yang telah tersimpan.....	51
Gambar 4.8 Proses pengambilan sampel wajah dan pencocokkan	52
Gambar 4.8. Proses pengambilan sampel wajah	53
Gambar 4.9. Proses pencocokkan wajah	54
Gambar 4.10. Grafik Fungsional Alat jarak 20 cm	56
Gambar 4.11. Grafik Fungsional Alat jarak 40 cm	57
Gambar 4.11. Grafik Fungsional Alat jarak 60 cm	58
Gambar 4.12. Aplikasi Fitur Haar Cascade.....	62
Gambar 4.13. Pixel RGB pada bagian mulut	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian.....	29
Tabel 3.2 Alat dan bahan yang digunakan	30
Tabel 3.3 Identifikasi nilai keberhasilan	34
Tabel 3.4 Pengambilan Data Jarak Wajah Menggunakan ESP32.....	41
Tabel 3.5 Pengambilan Data Jarak Wajah Menggunakan ESP32.....	41
Tabel 3.6 Pengambilan Data Jarak Wajah Menggunakan ESP32.....	41
Tabel 3.7. Pengambilan Data Kemiripan Wajah Menggunakan ESP32	42
Tabel 3.8. Pengambilan Data Manipulasi Wajah Menggunakan ESP32 Cam.....	43
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsionalitas pada 20 cm.....	55
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Fungsionalitas pada 40 cm.....	56
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Fungsionalitas pada 60 cm.....	58
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kemiripan Wajah	60
Tabel 4.5. Total Hasil Pengujian Kemiripan Wajah.....	61
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Manipulasi Foto	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan yang berdampingan dengan perkembangan teknologi akan menawarkan kepraktisan dan kecepatan. Proses digitalisasi telah diterapkan pada berbagai aspek. Digitalisasi pada sistem keamanan merupakan upaya peningkatan keamanan dalam menangani kasus tindak kriminal. Tindakan kriminal dapat berupa pencurian, pembobolan rumah, perampokan, curanmor, pembongkaran minimarket, dan pemalsuan identitas (Maruli, 2021). Berdasarkan data keamanan Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung pada tahun 2020 terjadi peningkatan jumlah kejahatan dan tingkat resiko terkena kejahatan. Pada tahun 2018 terjadi 6.361 kasus kejahatan dengan 75,93 % resiko terkena kejahatan, tahun 2019 terjadi 7.321 kasus kejahatan dengan 86,56 % resiko terkena kejahatan dan pada tahun 2020 terjadi 10.191 kasus kejahatan dengan 119,40 % resiko terkena kejahatan. Tingginya tingkat kriminalitas pada suatu wilayah menandakan ketidakamanan pada suatu wilayah (Badan Pusat Statistika, 2020).

Penanggulangan kasus kriminalitas dapat dicegah dengan meningkatkan sistem keamanan. Lingkup terkecil dalam menangani kasus ini yakni lingkungan rumah. Peningkatan keamanan rumah dapat dilakukan dengan memperhatikan akses rumah. Pengaturan akses rumah umumnya dilakukan dengan menggunakan kunci gembok serta berbagai sensor untuk sistem keamanan otomatis. Beberapa contoh alat yang menggunakan sensor dalam menjalankan sistem keamanan otomatis antara lain *Tap ID* yang menggunakan sensor RFID yang mengidentifikasi suatu objek dengan frekuensi radio, *remote control* yang menggunakan sensor infra merah yang

memancarkan radiasi pada sebuah objek serta pemanfaatan sensor biometrik pada *fingerprint* dan *face recognition* berupa *Face ID*.

Sensor biometrik merupakan sensor yang dirancang khusus untuk mengenal karakteristik biologis yang memungkinkan sistem dapat mendeteksi serta mengidentifikasi objek dalam layar digital. Mekanisme sistem biometrik dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu fase penggolongan (*enrolment*) dimana pada fase ini masukan akan dipindai oleh sensor biometrik yang merupakan representasi karakteristik digital. Tahapan berikutnya yaitu fase pencocokan dimana *input database* akan dicocokkan dengan identifikasi data. Hasil yang didapatkan akan diproses dengan ekstraktor ciri untuk menghasilkan suatu representasi yang ekspresif dalam bentuk *template*. *Template* dapat disimpan dalam sistem biometrik atau dapat direkam kartu magnetik (*smartcard*). Berikutnya fase pengenalan dimana karakteristik individu dibaca oleh pembaca biometrik (*reader*). Selanjutnya dikonversi dengan format digital untuk diproses sebagai ekstraktor ciri (*template*). Hasil *template* tersebut selanjutnya dicocokkan dengan identifikasi individu (Sarwoko, 2006). Beberapa sensor yang menggunakan sistem biometrik seperti *fingerprint scanning*, *retina scanning*, *DNA scanning* hingga *face recognition*.

Beberapa dekade terakhir, banyak penelitian yang dilakukan terkait dengan penerapan deteksi biometrik dalam peningkatan sistem keamanan. Keunggulan dari penggunaan sistem deteksi biometrik yakni tingkat akurasi tinggi, bersifat permanen, serta penerapan sistem yang cukup mudah (Wardoyo et al., 2019). Penelitian yang telah dilakukan dalam penerapan sistem deteksi biometrik berupa *fingerprint* yang diterapkan pada sistem penguncian pintu laboratorium universitas. Rancangan sistem penguncian tersebut menggunakan Arduino uno yang dihubungkan ke sensor *fingerprint* dilengkapi dengan menu teks untuk menambahkan atau menghapus sidik jari pengguna melalui LCD untuk mengendalikan solenoid (Nusri dan Alimuddin, 2022). Berkaitan dengan pengembangan sistem deteksi biometrik, Putri Hayati, 2022 melakukan penelitian tentang sistem pengamanan berangkas dengan menggunakan *Face ID* berbasis *Raspberry Pi 3*, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan pada

berangkas melalui deteksi wajah. Mekanisme rancangan alat pada penelitian tersebut diawali dengan proses inialisasi wajah pengguna oleh kamera yang akan terbaca dan dijadikan sebagai *database* sehingga solenoid akan aktif membuka selama beberapa detik lalu terkunci kembali. Penggunaan *Face ID* didasarkan pada keunggulan meliputi tingkat akurasi tinggi karena menggunakan algoritma dalam mendeteksi wajah seseorang, biaya lebih murah karena menggunakan kamera atau sensor infrared dan selalu terhubung dengan internet sehingga mudah melakukan *monitoring*.

Penggunaan *Face ID* yang banyak dikembangkan sebagai sistem keamanan dengan menempatkan wajah pada posisi tertentu dalam waktu beberapa detik sehingga kamera dapat memindai wajah pengguna dan meneruskan pada solenoid *lock door*. Perbedaan pada penelitian ini yaitu rancang bangun kamanan tersebut menggunakan sistem komunikasi dua mikrokontroler dan *Liquid Crystal Display* (LCD). Penggunaan LCD dipilih sebagai serial monitor untuk menampilkan wajah pengguna dengan ukuran yang lebih kecil sehingga lebih efisien. Beberapa parameter tersebut antara lain terbaca atau tidaknya wajah pengguna, tingkat akurasi pembacaan pada wajah yang sudah terdaftar. Jika hasil deteksi wajah terbaca dan sesuai, maka *Relay* akan memberikan perintah untuk membuka solenoid sehingga pintu terbuka, begitu sebaliknya jika hasil deteksi wajah tidak terbaca dan tidak sesuai maka *Relay* akan memberikan perintah untuk tetap menutup pintu dan *Buzzer* akan memberikan tanda melalui suara. Komponen utama yang digunakan pada penelitian ini antara lain ESP32 Cam, LCD dan *Buzzer*.

Sebelum digunakan, semua komponen akan dirangkai dan diuji tingkat akurasi pembacaan pada wajah untuk dapat menentukan berfungsi atau tidaknya sistem keamanan *smart door* berdasarkan beberapa parameter yang telah disebutkan sebelumnya. Metode *face recognition* yang digunakan adalah *Face ID* yang dibaca menggunakan ESP32 CAM. Setelah itu akan ditampilkan melalui LCD secara *real time* serta dapat diakses melalui *webserver* ESP32 CAM.

Pengembangan pada sistem keamanan rumah dalam penelitian ini berupa *smart door* dengan metode *Face ID* berbasis ESP32 Cam untuk mengantisipasi terjadinya

pembobolan rumah. Pemilihan ESP32 Cam dibandingkan dengan *Raspberry Pi 3* dikarenakan harga yang lebih ekonomis sehingga terjangkau bagi masyarakat luas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat dan mengimplementasikan rancangan sistem keamanan rumah *smart door* berbasis ESP32 Cam dengan metode *Face Recognition*?
2. Bagaimana pengaruh jarak terhadap akurasi alat dalam mengenali objek wajah?
3. Bagaimana pengaruh modifikasi objek wajah terhadap ketepatan alat dalam mengenali objek wajah?
4. Apakah alat dapat disabotase menggunakan foto pengguna yang telah terinput?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Membuat dan mengimplementasikan rancangan sistem keamanan rumah *smart door* menggunakan metode *Face Recognition* berbasis ESP32 Cam.
2. Mengetahui tingkat akurasi alat terhadap jarak ideal dalam pendeteksian wajah.
3. Mengetahui tingkat akurasi alat terhadap sampel wajah yang dimodifikasi menggunakan aksesoris.
4. Mengetahui kemampuan alat dalam mendeteksi manipulasi menggunakan foto.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut.

1. Tercapainya sistem keamanan rumah *smart door* menggunakan metode *Face Recognition* berbasis ESP32 Cam.
2. Mengetahui tingkat akurasi alat terhadap objek wajah melalui modifikasi dan pengujian kemiripan.

3. Memungkinkan penggunaan sistem keamanan rumah dengan metode *Face Recognition* oleh seluruh kalangan masyarakat.
4. Memberikan kemudahan *monitoring* keamanan menggunakan metode *Face Recognition*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Kamera pendeteksi wajah yang digunakan dalam penelitian ini berupa ESP32 Cam dengan resolusi 2 *megapixel*.
2. Metode yang digunakan pada sistem keamanan rumah *smart door* yaitu *Face ID* sebagai teknologi pengamanan *biometric*.
3. Modul mikrokontroler yang digunakan dalam sistem keamanan *smart door* yaitu ESP32 Cam.
4. Aplikasi yang digunakan untuk menjalankan program yakni Arduino IDE.
5. Monitoring pada sistem keamanan rumah *smart door* menggunakan LCD.

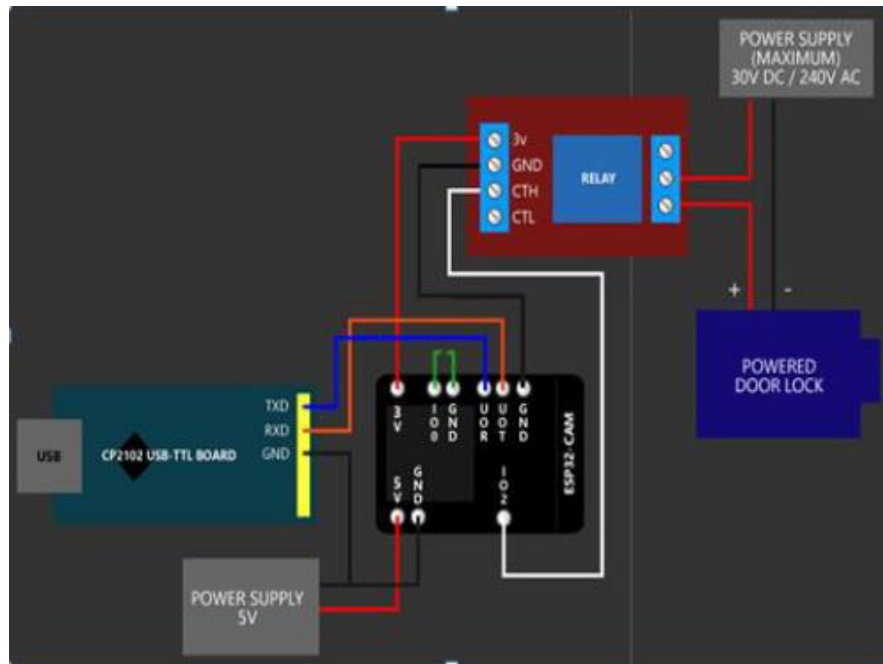
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Jurnal referensi yang digunakan dalam penelitian ini membahas rancangan alat *smart door* dengan metode pendeteksian wajah menggunakan ESP32 Cam. Rancangan alat *smart door* menggunakan *Relay* yang terhubung pada mikrokontroler dan solenoid untuk mengunci pintu. Jika terdeteksi adanya upaya pemaksaan untuk akses masuk maka mikrokontroler akan mengunci pintu dan mengirimkan pesan melalui *Short Message Service* (SMS). Penelitian tersebut menghasilkan keluaran berupa *prototype* (Yanto et al., 2022).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perancangan alat *smart door* terbagi menjadi 2 proses yakni perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras merupakan proses perakitan komponen-komponen perangkat keras (*hardware*) dengan parameter keberhasilan ditandai dengan berfungsinya komponen yang dirakit. Sementara itu, perancangan perangkat lunak merupakan pemberian perlakuan pada Arduino melalui aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) menggunakan bahasa C untuk mengaktifkan komponen *hardware* sesuai instruksi dengan bantuan kabel USB untuk pengiriman kode program. Adapun rancangan keseluruhan yang meliputi hardware dan software seperti pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1. Rancangan keseluruhan prototype smart door (Yanto et al., 2022).

Selanjutnya pada rancangan sistem keamanan pintu rumah dengan menggunakan metode *face recognition* berbasis pengenalan wajah melalui modul ESP32 Cam dan aplikasi telegram. Pada penelitian tersebut, proses pemrograman ESP32 Cam digunakan aplikasi pemrograman bahasa C melalui Arduino IDE. Untuk menguji apakah ESP32 Cam berfungsi dengan baik menggunakan FTDI USB 232 yang dihubungkan langsung ke ESP32. Pada perancangan software diawali dengan pembuatan BOT telegram selanjutnya jika berhasil akan mendapatkan IDBot. Penguncian pintu pada rancangan alat menggunakan solenoid *lock door*. Pengembangan berdasarkan penelitian tersebut terletak pada penambahan *Buzzer*, penggunaan LCD serta penyempurnaan alat yang dapat diimplementasikan (Koroy et al., 2020).

Penelitian terkait sistem keamanan dengan objek brankas menggunakan *Raspberry Pi 3*. Pada rancangan alat tersebut diawali dengan proses inialisasi wajah menggunakan modul kamera *Raspberry Pi 3*. Selanjutnya kamera dihubungkan pada *Raspberry Pi 3* sebagai mikrokontroler. Wajah yang telah terdeteksi akan tersimpan. Bahasa pemrograman yang digunakan berupa Bahasa pemrograman python. Mikrokontroler *Raspberry Pi 3* terhubung dengan *Buzzer* sebagai alarm

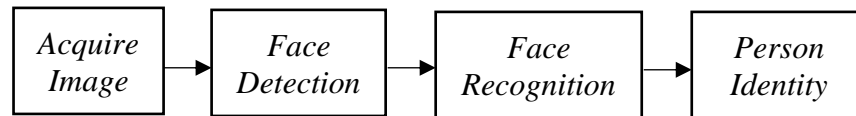
serta IRF 540 sebagai *Relay* yang terhubung pada solenoid untuk penguncian pintu berangkas. Pada rancangan alat keamanan tersebut menggunakan LCD HDMI untuk memudahkan penyesuaian posisi wajah pada kamera (Putri Hayati, 2022).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Ibrahim dkk pada tahun 2020 terkait dengan sistem keamanan pintu rumah dibuat rancangan sistem dengan mengembangkan metode *face recognition* yakni *triangle face*. Pada rancangan tersebut pengambilan citra wajah menggunakan webcam. Selanjutnya data diolah oleh mikrokontroler *Raspberry Pi 3* untuk memproses pendeteksian dan mencocokkan wajah dari database. Data yang telah diproses selanjutnya dikirimkan kepada *user* menggunakan telegram serta untuk menggerakkan *actuator*. Penggunaan *Relay* pada rancangan alat berperan sebagai pengatur solenoid *lock door*.

2.2 *Face Recognition*

Penggunaan sistem biometrik berkembang cukup pesat. Metode biometrik umumnya menggunakan bagian wajah untuk deteksi dengan *face recognition* (Suryansah et al., 2020). *Face recognition* memiliki definisi sebagai suatu teknologi menggunakan pengelolaan komputer untuk mengidentifikasi wajah secara visual melalui kamera. Mekanisme identifikasi wajah tersebut menyerupai penglihatan manusia. Cara kerja alat pendeteksi wajah yakni dengan mencocokkan bentuk wajah, tekstur wajah ataupun beberapa hal lain yang dapat diidentifikasi yang menjadi ciri khas suatu individu (Alfauzan et al., 2017). Visualisasi yang diolah menggunakan komputer berupa *pixel* atau *picture elements*. Tampilan visual umumnya berupa *monochrome*, *grayscale* dan *true color*. Adapun beberapa elemen yang mempengaruhi hasil tampilan visual meliputi kecerahan (*brightness*), kontras (*contrast*), kontur (*contour*), warna (*color*), bentuk (*shape*) dan tekstur (*texture*) (Bambang Yuwono et al., 2019).

Secara singkat metode pengolahan *biometric face recognition* melewati beberapa tahapan seperti yang tertera pada **Gambar 2.2**



Gambar 2.2. Tahapan sistem pengenalan wajah

Langkah pertama *Acquire Image* merupakan pengambilan gambar objek atau wajah. Setelah terdeteksi pada proses *Face Detection*, wajah diproses dengan algoritma pengenalan dalam tahap *Face Recognition*. Tahap berikutnya yaitu *Person Identity* yaitu sistem dapat mengenali objek atau *user*. Berdasarkan penelitian, metode pengenalan wajah terbagi menjadi dua jenis yakni metode berbasis 2D dan metode berbasis 3D. Pada metode 3D digunakan pendekatan dengan titik pada wajah, rata-rata setengah wajah dan ukuran geometris 3D. Sementara itu, untuk metode 2D menggunakan pendekatan gambar 2D sebagai *input* data yang akan diolah (Gürel, 2012).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, proses pengenalan wajah menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)*. Terdapat beberapa teknik untuk mereduksi dimensi dari *image* yang akan diproses. Salah satunya *eigenface algorithm*. *Eigenface* merupakan algoritma yang didasarkan pada PCA. PCA mencari *eigenface* yang merupakan kumpulan dari vektor *eigen*. *Eigenface* merupakan *principal component* (ciri-ciri penting) dari distribusi citra wajah yang didapatkan dari vektor *eigen* (Budi & Maulana, 2016).

Metode dalam *face recognition* lainnya yaitu *Linear Discriminant Analysis (LDA)*. LDA merupakan Teknik statistika yang digunakan untuk reduksi dimensi. LDA bekerja sebagai pencari atribut yang dapat mengklasifikasikan kelas dalam dataset dan meminimalkan varian dalam masing-masing kelas. Tujuan LDA adalah untuk mengurangi dimensi dataset berdimensi- i , dengan memproyeksikannya ke sub ruang berdimensi- j , dimana $j < i$ (Rahman, 2015).

2.3 Algoritma Haar Cascade

Algoritma Haar Cascade merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mendeteksi sebuah objek wajah. Algoritma ini memiliki kemampuan komputasi deteksi lebih cepat dan *real time* (Abidin, 2018). Penelitian ini berfokus pada wajah

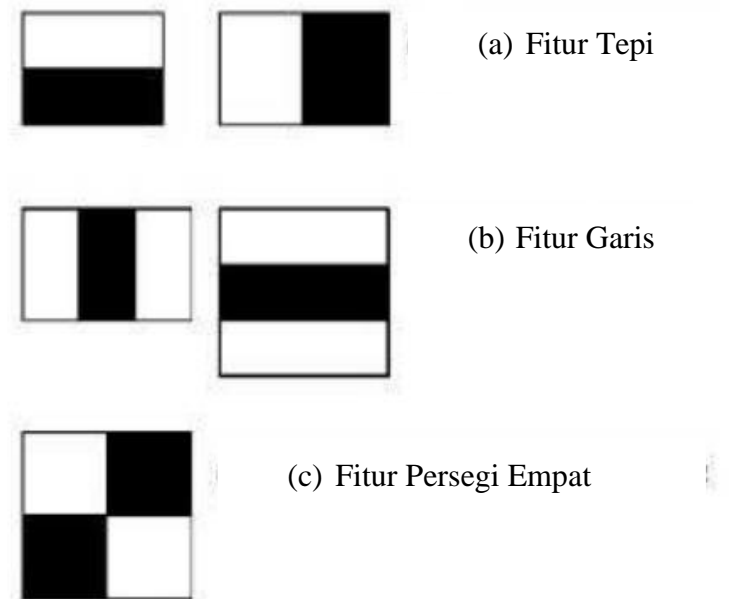
manusia yang terdiri dari beberapa bagian. Dalam implementasinya algoritma Haar Cascade menyandikan fitur wajah (Heryana et al., 2020). Algoritma Haar Cascade memiliki nama lain *haar-like features* merupakan fungsi persegi yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar. Prinsip *haar-like features* adalah mengenali objek berdasarkan nilai sederhana dari fitur bukan merupakan nilai piksel dari gambar objek tersebut. Untuk mengoptimalkan perhitungan *haar-like features*, digunakan *Integral Image* (gambar integral). *Integral Image* adalah representasi dari gambar asli di mana setiap piksel dalam *Integral Image* merupakan jumlah dari semua piksel di atas dan kiri dari piksel tersebut di gambar asli. Teknik ini memungkinkan perhitungan nilai *haar-like features* dengan cepat, terlepas dari ukuran filter atau area yang dituju. Tujuan dari Haar Cascade adalah untuk menyaring sebanyak mungkin wilayah yang tidak berisi objek dengan cepat. Jika sebuah wilayah ditolak oleh salah satu klasifikasi tahap, maka tidak perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut pada tahap-tahap berikutnya. Ini memungkinkan algoritma untuk mempercepat proses deteksi, karena hanya wilayah yang menjanjikan akan diproses lebih lanjut oleh klasifier berikutnya. (Septyanto et al., 2019).

Adapun sistem pendeteksian menggunakan algoritma Haar Cascade diawali dengan pendefinisian model pengenalan wajah dengan memanfaatkan *library*. *Library* digunakan untuk membuat model detektor wajah dibuat (Indriawan, 2022).

Integral Image adalah teknik pengoptimalan yang digunakan dalam algoritma Haar Cascade untuk mempercepat perhitungan *haar-like features* pada gambar. Secara sederhana, *Integral Image* adalah representasi radiasi dari intensitas piksel dalam gambar asli. Setiap elemen (x,y) dalam *Integral Image* menyimpan jumlah total dari intensitas semua piksel yang berada di atas dan kiri dari titik tersebut dalam gambar asli. Algoritma Haar Cascade dinilai cukup akurat dalam mendeteksi wajah pada gambar (Bradley et al., 2007).

Prosedur pendeteksian objek wajah didasari oleh nilai fitur sederhana berupa daerah gelap dan daerah terang. Filter akan memeriksa satu daerah pada satu waktu. Kemudian daerah gelap dan terang akan dijumlahkan, lalu dihitung selisih dari setiap nilai yang dijumlahkan (Yulina, 2021). Haar Cascade mengekstraksi fitur

dari gambar menggunakan filter yang disebut fitur Haar yang disajikan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3. Fitur Haar

Adapun langkah dalam proses deteksi wajah secara *realtime* dengan menghitung fitur persegi panjang menggunakan representasi gambar yang dikenal dengan gambar integral (ii). Gambar integral pada lokasi x,y terdiri dari jumlah piksel dengan persamaan

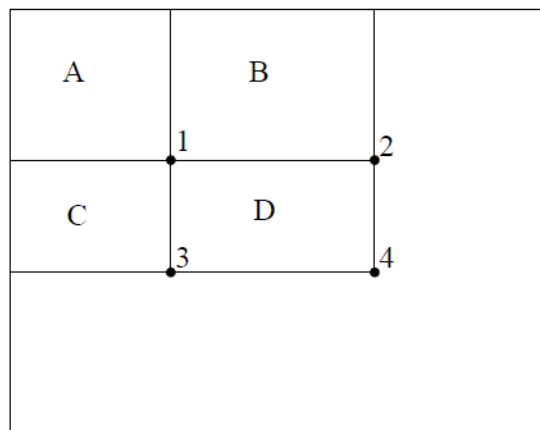
$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x',y') \quad (2.1)$$

Keterangan :

ii = *integral image* / gambar integral

i = *image*

Jika persamaan (2.1) diimplementasikan dalam suatu bidang persegi seperti pada **Gambar 2.3** maka diperoleh persamaan (2.2) dan (2.3).



Gambar 2.4. Piksel dalam persegi panjang

$$s(x, y) = s(x, y - 1) + i(x, y) \quad (2.2)$$

$$ii(x, y) = ii(x - 1, y) + s(x, y) \quad (2.3)$$

Keterangan :

$s(x, y)$ = jumlah baris kumulatif

$ii(x, y)$ = nilai integral image

Berdasarkan **Gambar 2.4**, nilai integral image pada titik 1 merupakan jumlah piksel pada persegi panjang A. Nilai pada titik 2 merupakan jumlah dari A + B, nilai pada titik 3 adalah penjumlahan A + C dan nilai pada titik 4 merupakan A + B + C + D. Berdasarkan penjelasan tersebut, didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Titik 1} = A, \text{Titik 2} = A, \text{Titik 3} = A+B+C+D \quad (2.4)$$

$$\text{Titik 1} + \text{Titik 4} - \text{Titik 3} = A + A + B + C + D - A - B - A - C = D \quad (2.5)$$

Persamaan 2.2 merupakan persamaan rekursif yang digunakan dalam pemrosesan gambar. Dalam konteks ini $s(x, y)$ mewakili suatu nilai dari suatu fitur yang dianalisis yang dihitung berdasarkan nilai sebelumnya dalam rentetan data $i(x, y)$. $s(x, y)$ merupakan nilai hitung pada posisi x, y dalam suatu matriks. $s(x, y - 1)$ adalah nilai pada posisi $x, y - 1$ dalam matriks yang sama atau merupakan nilai sebelumnya pada baris yang sama. $i(x, y)$ merupakan kontribusi atau perubahan yang diberikan oleh posisi x, y dalam matriks i (Prathivi & Kurniawati, 2020).

Secara konseptual, persamaan ini menggambarkan akumulasi nilai-nilai $i(x, y)$ sepanjang baris y dalam matriks untuk menghitung nilai $s(x, y)$ pada setiap posisi

x, y . Proses ini sebagai bentuk filter atau operasi pengolahan data yang digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan gambar.

$ii(x, y)$ merupakan integral image yang diperoleh dari hasil perhitungan jumlah nilai piksel pada daerah yang dideteksi oleh fitur Haar.

Selanjutnya, untuk mencari nilai threshold pada wajah dimana sistem akan melakukan *scanning* menggunakan haar fitur. *Threshold* merupakan batas ambang untuk mengubah citra hasil *grayscale* menjadi citra biner. Pada haar fitur terdapat dua bagian berupa bagian hitam dan bagian putih. Nilai *threshold* diperoleh dari penjumlahan pada bagian hitam dan bagian putih. Nilai *threshold* didapatkan dari persamaan 2.6.

$$Putih = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan Piksel} - \text{Jumlah Hitam}}{\text{Dimensi Gambar}} \quad (2.6)$$

$$Hitam = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan Piksel} - \text{Jumlah Putih}}{\text{Dimensi Gambar}} \quad (2.7)$$

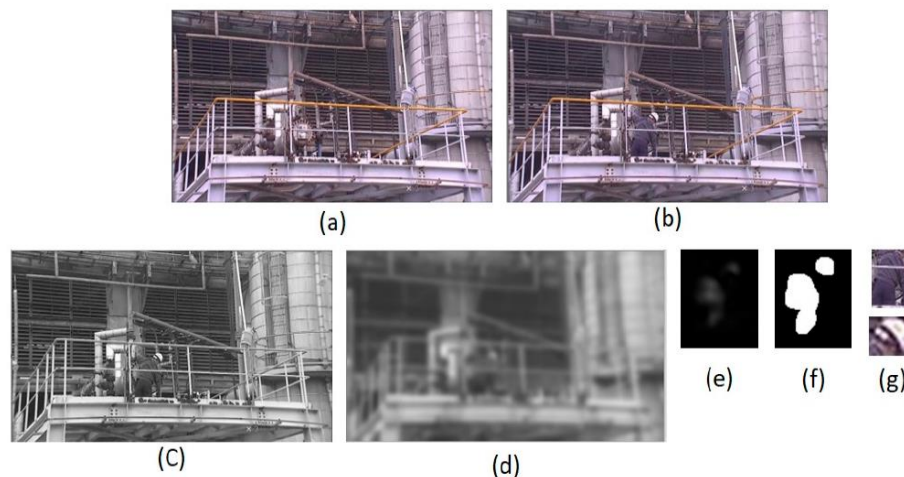
$$threshold_{fitur} = Putih + Hitam \quad (2.8)$$

Threshold pada persamaan 2.8 merupakan persamaan dari satu jenis haar feature. Untuk menghitung keseluruhan threshold digunakan persamaan berikut.

$$threshold_{total} = \frac{threshold_1 + threshold_2 + \dots + fitur_n}{n} \quad (2.9)$$

(Rifaldi & Indriyani, 2017)

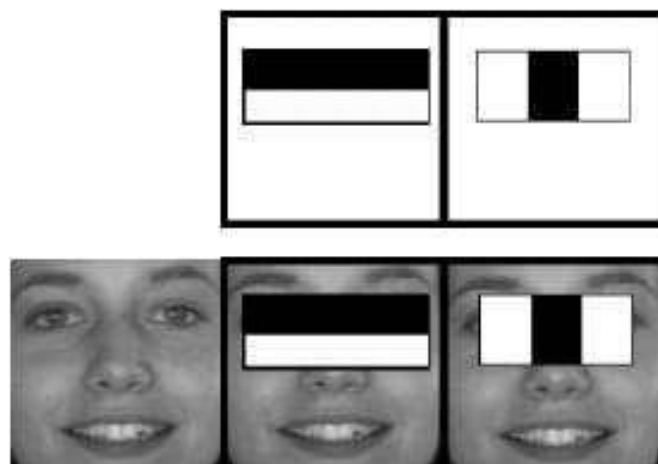
Algoritma Haar Cascade terdiri dari empat tahap pemrosesan gambar meliputi pemilihan fitur Haar, pembuatan integral gambar, pelatihan AdaBoost dan pengklasifikasi berjenjang seperti yang tersaji pada **Gambar 2.5**. Algoritma ini merupakan pendekatan berbasis *machine learning*.



Gambar 2.5. Contoh pemrosesan gambar (a) gambar latar pertama; (b) gambar bingkai saat ini; (c) gambar skala abu-abu (b); (d) gambar gaussian blur dari (c); (e) pengurangan bingkai menggunakan gambar `cv2.absdiff`; (f) gambar ambang batas; (g) gambar hasil yang dicapai dari (f)

Setelah gambar diperoleh, ukuran gambar masukan bervariasi dari 10 x 10 piksel hingga 200 x 200 piksel. Dalam penggunaan algoritma Haar Cascade, gambar dikategorikan menjadi positif dan negatif. Citra positif adalah citra yang mengandung objek yang harus dideteksi. Citra negatif tidak mengandung objek yang perlu dideteksi (Phuc et al., 2019).

Pada pendeteksian wajah, objek wajah yang diperoleh melalui kamera akan dirubah menjadi *grayscale* seperti pada **Gambar 2.5**. Pada kondisi *grayscale* ESP32 Cam akan mendeteksi bagian wajah menggunakan algoritma Haar cascade. Hasil deteksi wajah oleh Haar cascade tertera pada **Gambar 2.6**.

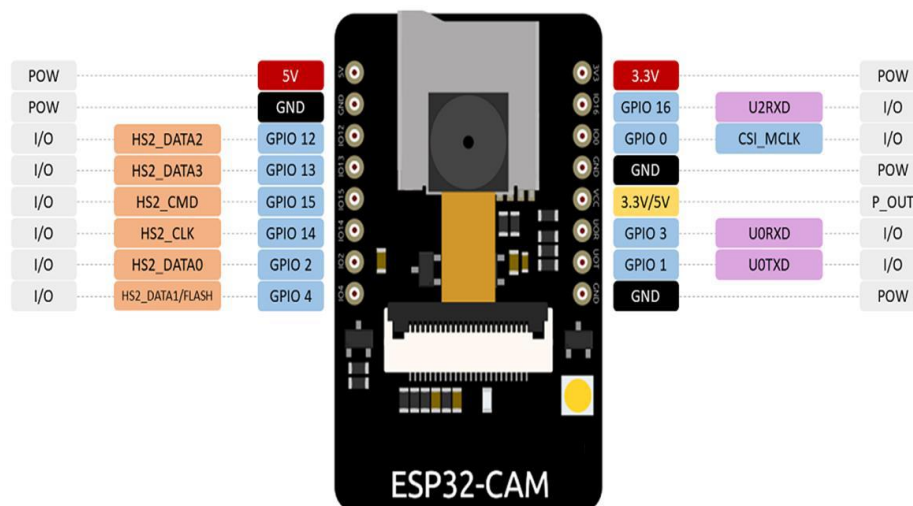


Gambar 2.6. Haar feature pada objek wajah

Prosedur pendeteksian wajah terutama mengikuti tiga Langkah. Pertama, algoritma pengklasifikasi Haar cascade terutama menggunakan berbagai jenis Haar feature untuk mendeteksi dan mengidentifikasi fitur pada gambar input. Kedua, algoritma memperkenalkan ilustrasi gambar baru yang dikenal sebagai gambar integral ke detektor yang memungkinkan fitur-fitur dihitung dengan sangat cepat. Selanjutnya, algoritma yang sederhana dan efisien untuk memilih sejumlah kecil fitur visual yang khas dari sekumpulan fitur potensial yang sangat besar dibangun dengan menggunakan algoritma pembelajaran AdaBoost. Terakhir, menggabungkan pengklasifikasi dalam sebuah kaskade yang memungkinkan daerah latar belakang gambar dihapus dengan cepat sambil menghabiskan perhitungan pada daerah yang diharapkan mirip dengan wajah.

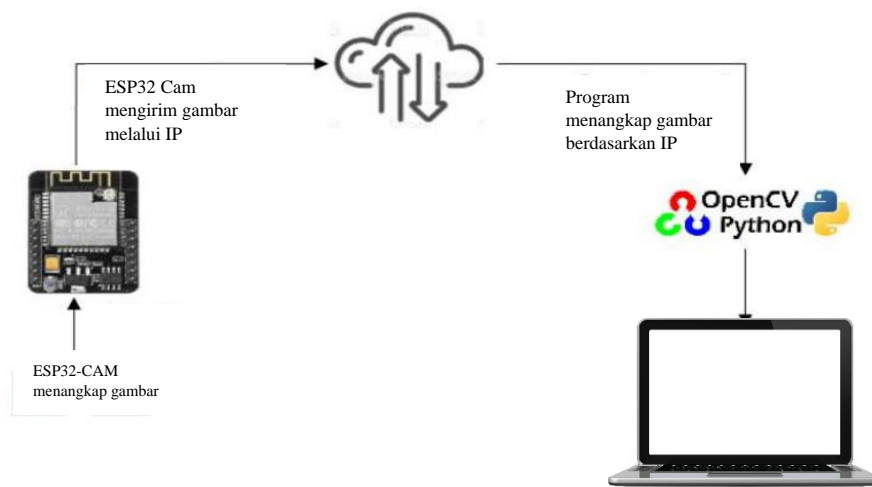
2.4 ESP32 CAM

Mikrokontroler ESP32 Cam dilengkapi dengan *chip* ESP32 S, modul kamera dan slot kartu micro SD. Slot kartu micro SD berfungsi untuk menyimpan gambar yang diambil dari kamera. Modul ESP32 Cam ini dapat digunakan secara luas pada berbagai aplikasi IoT (Isrofi et al., 2021). ESP32 Cam yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam **Gambar 2. 7**.



Gambar 2.7. Modul Mikrokontroler ESP32-CAM

Cara kerja ESP32 Cam diawali dengan kamera akan menangkap citra lalu hasil dari citra tersebut akan dikirimkan melalui *IP Address*. Setelah itu, program *python* akan mengakses citra secara *real time* melalui *IP Address*. Pada program tersebut citra akan diproses berdasarkan model yang telah *diinput* sebelumnya. Hasil dari pendeteksian tersebut akan muncul berupa model beserta tingkat akurasinya (Ghifari et al., 2021). Berikut merupakan rancangan sistem yang akan ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8. Mekanisme ESP32 CAM

Spesifikasi ESP32 Cam terdiri dari modul SoC Wi-Fi BT 802. 11, CPU 32 bit berdaya rendah, kecepatan *clock* 160 MHz, SRAM 520 KB, mendukung UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC, mendukung kamera OV2640 dan OV7670, mendukung unggah Wi-Fi gambar, mendukung kartu TF, tertanam Lwip dan FreeRTOS, mendukung mode operasi STA/AP/STA+AP, mendukung teknologi *Smart Config*/AirKiss dan terdapat dukungan untuk *upgrade firmware local* dan jarak jauh *port serial* (FOTA) (Ai-Thingker Technology, 2017).

2.5 LCD

Umumnya display elektronik seperti LCD berfungsi sebagai tampilan data berupa karakter, huruf, atau grafis. LCD merupakan media yang memanfaatkan kristal cair sebagai tampilan utama. LCD digunakan dalam berbagai alat seperti computer, kalkulator, smartphone, televisi dan sebagainya. Salah satu jenis LCD yang

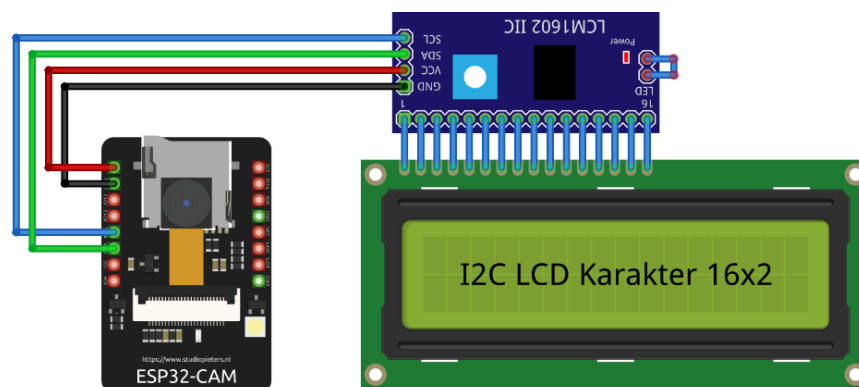
digunakan dalam penelitian ini yaitu LCD yang mana merupakan salah satu perangkat yang dapat digunakan oleh arduino untuk menampilkan visualisasi grafis yang dilengkapi dengan layar sentuh dengan kemampuan mendeteksi jari tangan atau *stylus* (Sardadi, 2018).



Gambar 2.9. LCD 20x4 I2C

Layar LCD berukuran 20x4 karakter yang dilengkapi dengan *chip module* I2C untuk mempermudah pengaksesan LCD. I2C merupakan modul pelengkap untuk meminimalisir banyaknya pin dalam LCD yang akan dihubungkan ke mikrokontroler, dari 16 pin menjadi 4 pin

(Ahmad Fauzi Yuliandri & Almasri, 2022).



Gambar 2.10. Rangkaian ESP32 Cam dengan LCD 20x4 I2C

Komunikasi visual menggunakan ESP32 Cam memerlukan LCD dengan ukuran tertentu yang pada penelitian ini menggunakan LCD I2C berukuran 20x4 yang mampu menampilkan 80 karakter. Adapun *datasheet* pada LCD 20x4 I2C meliputi

digital *interface* sebanyak 8 bit dengan 4 pin. Dimana pin pertama berupa Vcc yang berfungsi menerima tegangan *input* yang berasal dari ESP32 Cam. Pin ini dihubungkan dengan pin *output* 5v yang terdapat pada ESP32 Cam. Pin kedua yaitu GND yang berfungsi sebagai kutub negatif (-), sehingga Vcc yang teraliri listrik positif (+) dapat bekerja. Pin tersebut akan dihubungkan dengan pin GND pada ESP32 Cam. Pin ketiga adalah SDA yang berfungsi untuk jalur data, sedangkan pin keempat adalah SCL yang berfungsi sebagai jalur yang mensinkronkan pengiriman data pada jalur I2C. (Noventra & Lim., 2020).

2.6 Solenoid Lock Door

Solenoid *lock door* merupakan komponen elektromagnetik dengan kemampuan merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tarikan atau dorongan. Terdapat dua jenis solenoid diantaranya *rotary* solenoid dan linear solenoid. *Rotary* solenoid berfungsi untuk menghasilkan gerakan dengan gerakan menyudut atau memutar yang mana dapat menggantikan fungsi motor DC kecil (*motor stepper*). Sedangkan linear solenoid memiliki prinsip kerja yang serupa dengan *Relay electromagnetic* (Yudhana et al., 2018). Berikut Gambar *rotary* solenoid dengan linear solenoid.



Gambar 2.11. Jenis Solenoid (a) solenoid rotary, (b) solenoid linier

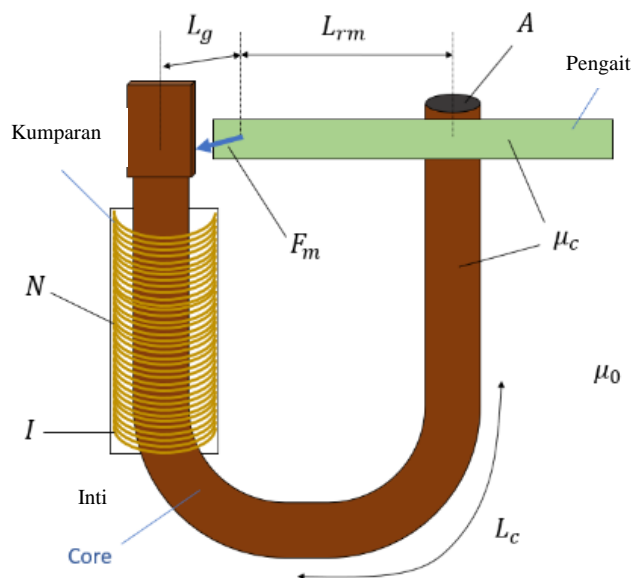
Solenoid *lock door* memiliki prinsip kerja yang didasarkan pada tegangan masukan untuk mengoperasikan sistem penguncian dengan kisaran tegangan sebesar 6V, 12V hingga 24V (Nurhadian & Junaedi, 2020). Solenoid *lock door* terdiri atas kumparan listrik yang dililitkan pada sebuah inti besi dengan actuator feromagnetik atau *plunger* yang mampu bergerak masuk serta keluar dari kumparan. Pergerakan pada solenoid diawali dengan arus listrik yang masuk dan melewati lilitan kawat tersebut sehingga terbentuk medan magnet yang menghasilkan energi untuk

menggerakkan inti besi di dalamnya. Pada kondisi normal besi akan memanjang dan dalam keadaan mengunci. Sedangkan ketika besi diberikan tekanan akan memendek yang menandakan penunci tersebut telah terbuka (Lonika, 2019).



Gambar 2.12. Solenoid lock door

Untuk pengoperasian solenoid perlu dihubungkan ke port (*Common*) COM, (*Normally Open*) NO, ataupun (*Normally Closed*) NC yang terdapat pada *Relay* secara seri. Kemudian *Relay* dihubungkan ke pin (*Voltage Collector Current*) VCC dan pin (*Ground*) GND pada mikrokontroler yang digunakan (Guntoro et al., 2013). Solenoid *lock door* memiliki fenomena fisika yang diformulasikan berdasarkan **Gambar 2.13**.



Gambar 2.13. Model elektromagnetik pada solenoid

Umumnya pada solenoid *lock door* gaya yang dihasilkan dihitung menggunakan hukum ampere. Persamaan dasar yang digunakan untuk menghitung gaya solenoida yaitu

$$F = (N \times I) \times B \times \ell \quad (2.10)$$

Berdasarkan persamaan (1) F merupakan gaya yang dihasilkan oleh solenoida (Newton). Dimana N yang merupakan jumlah lilitan pada solenoida, I merupakan arus yang mengalir melalui solenoida, B merupakan kekuatan medan magnet di sekitar solenoida dan ℓ merupakan panjang efektif solenoida (meter).

Persamaan gaya solenoida (F) diturunkan dari persamaan hukum ampere yaitu

$$\oint B \times dl = \mu_0 \times I \quad (2.11)$$

$\oint B \times dl$ merupakan integral melingkar dari medan magnet (B) dot elemen panjang lintasan (dl) di sepanjang solenoida. Solenoida dengan panjang ℓ dapat diartikan lintasan melingkari seluruh solenoida. Dikarenakan medan magnet pada solenoida berbentuk seragam dan sejajar dengan sumbu solenoida, maka persamaan hukum ampere dapat disederhanakan menjadi

$$B \times I = \mu_0 \times I \quad (2.12)$$

Kemudian gaya (F) pada solenoida menghasilkan interaksi medan magnet (B) dan arus (I) dengan persamaan

$$F = I \times \ell \times B \quad (2.13)$$

Pada persamaan ini, jumlah lilitan (N) berasal dari perkalian jumlah lilitan per satuan panjang (n) dengan panjang solenoida (ℓ), Sehingga

$$N = n \times \ell \quad (2.14)$$

Selanjutnya persamaan ini disubstitusikan ke dalam persamaan gaya

$$F = (n \times \ell \times I) \times B \quad (2.15)$$

Sehingga didapatkan persamaan

$$F = (N \times I) \times B \quad (2.16)$$

Perhitungan medan magnet (B) di sekitar solenoida menggunakan persamaan

$$B = \frac{\mu_0 \times (N \times I) \times A}{L} \quad (2.17)$$

Berdasarkan persamaan (2.16) diperoleh nilai medan magnet dengan μ_0 dimana permeabilitas ruang hampa (konstanta magnetik $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm / A}$), N merupakan jumlah lilitan pada solenoida, I merupakan arus yang mengalir melalui solenoida (dalam Ampere), A merupakan luas penampang solenoida (dalam meter persegi),

L merupakan panjang solenoida (dalam meter). Hukum ampere menyatakan bahwa integral melingkar dari medan magnet (B) di sepanjang lintasan tertutup sejajar dengan arus (Jackson, 2019).

2.7 *Relay*

Komponen berikutnya berupa *Relay* yang merupakan komponen elektronika yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetik. Medan magnet muncul akibat penghantar pada *Relay* dialiri arus listrik kemudian diinruksikan ke logam ferromagnetis. Logam formagnetis merupakan logam yang mudah terinduksi oleh medan elektromagnetik. Ketika logam diinduksikan magnet yang berasal dari lilitan yang membelit logam, logam akan memiliki sifat magnet secara buatan yang sementara. Sifat kemagnetan tersebut akan tetap ada selama logam dialiri arus listrik. Serta sebaliknya jika arus listrik diputuskan maka sifat kemagnetan pada logam juga akan terputus. Pada *Relay* terdapat kontak antar kutub dengan 3 dasar pemakaian yakni bila kumparan dialiri arus listrik maka kontaknya akan menutup yang biasa disebut dengan kontak NO, berikutnya bila kumparan dialiri arus listrik maka kontaknya akan membuka yang dinamakan dengan NC, serta tukar-sambung yang dinamakan *Change Over (CO)* (Bishop).

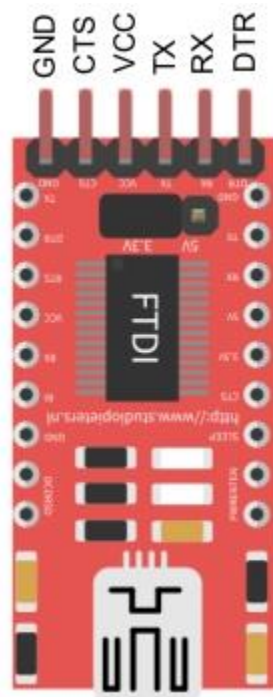
Pada rangkaian elektronika, *Relay* memiliki peranan sebagai eksekutor dan interface antar beban serta sistem kendali yang berbeda sumber dayanya. Adapun bagian utama dari *Relay* meliputi kumparan electromagnet saklar atau kontraktor *Swing Armatur Spring* (pegas). Berikut tampilan *Relay* dapat dilihat pada **Gambar 2.14**.



Gambar 2.14. *Relay*

Peranan *Relay* lainnya yaitu sebagai pengendali motor AC dengan rangkaian *control* DC atau beban lain dengan sumber daya yang berbeda. Aplikasi *Relay* yang sering ditemui diantaranya *Relay* sebagai *control ON/OFF* beban dengan sumber tegangan berbeda *Relay* sebagai *selector* atau pemilih hubungan, *Relay* sebagai eksekutor rangkaian *delay* (tunda) serta *Relay* sebagai *protector* atau pemutus arus pada kondisi tertentu (Turang, 2015).

2.8 FTDI FT232RL



Gambar 2.15. FTDI FT232RL (Sharma et al., 2015).

FTDI FT232RL merupakan modul *converter* USB ke Transistor-Transistor *Logic* (TTL)/UART pada rangkaian elektronika berbasis mikrokontroler. FTDI FT232RL berfungsi sebagai antar muka untuk *upload source code* pada mikrokontroler (Maulana et al., 2022). FTDI FT232RL termasuk salah satu *chip* USB ke serial yang diproduksi oleh *Future Technology Devices International* (FTDI). Chip ini digunakan untuk mengubah antar muka USB menjadi antar muka TTL. Terdapat beberapa keunggulan FTDI FT232RL to TTL yaitu:

1) Kemudahan penggunaan

FTDI FT232RL menyediakan antar muka yang mudah digunakan dan telah mendukung berbagai sistem operasi. Driver yang kompatibel dengan Windows, macOS dan Linux tersedia secara umum.

2) Kecepatan transfer tinggi

Chip FT232RL mendukung kecepatan transfer data hingga 3 Mb. Hal ini memungkinkan transfer data yang cepat antar perangkat TTL dan komputer

3) Dukungan jumlah saluran serial

FT232RL mendukung hingga empat saluran serial yang dapat digunakan secara independent. Hal ini memungkinkan koneksi serentak ke beberapa TTL melalui satu kabel USB

4) Sumber daya yang dapat disesuaikan

FT232RL dapat diatur dengan memberikan berbagai tegangan sinyal TTL, termasuk 3,3 V dan 5 V . Hal ini memungkinkan kompatibilitas yang luas dengan berbagai perangkat TTL

(Sharma et al., 2015).

2.8 Kabel *Jumper*



Gambar 2.16. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* juga dikenal sebagai kabel penghubung yang merupakan kabel pendek dengan konektor di kedua ujungnya. Kabel ini juga digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik baik dalam rangkaian atau dengan rangkaian yang berbeda. Kabel *jumper* umumnya digunakan dalam proyek elektronika, eksperimen dan *prototyping* untuk menyambungkan komponen secara sementara atau menciptakan koneksi yang fleksibel. Adapun beberapa karakteristik dan kegunaan utama kabel *jumper* diantaranya panjang dan fleksibel sehingga memungkinkan pengguna dapat menyesuaikan dengan kebutuhan, konektor yang beragam sehingga kompatibel dengan *header* atau *port* pada komponen elektronik, warna yang berbeda dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan koneksi yang berbeda serta kabel yang fleksibel yang terbuat dari kawat tembaga halus yang dilapisi dengan plastik fleksibel sehingga mudah ditekuk dan ditempatkan (Constantin et al., 2006).

2.9 Kabel USB



Gambar 2.17 USB

Kabel *Universal Serial Bus* (USB) merupakan kabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik dengan komputer atau perangkat lainnya. Kabel USB digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi seperti pengisian daya, transfer data dan koneksi peripheral. Beberapa karakteristik dan fitur yang dimiliki oleh kabel USB diantaranya terdapat empat tipe dan versi USB meliputi USB 2.0, USB 3.0, USB 3.1 dan USB C yang memiliki kecepatan transfer data dan kompatibilitas yang berbeda, daya dan pengisian mendukung daya yang berbeda sesuai dengan tipe USB, panjang dan ketebalan kabel bervariasi yang mempengaruhi kualitas sinyal dan pengisian daya, serta kabel penghubung dan pengaman pada USB memiliki konektor pada kedua ujungnya dilengkapi fitur pengaman lainnya seperti lapisan isolasi, konektor magnetik, atau pelindung terhadap gangguan elektromagnetik (EMI) (Dobbelaere et al., 2017).

2.10 Printed Circuit Board (PCB)



Gambar 2.18. PCB

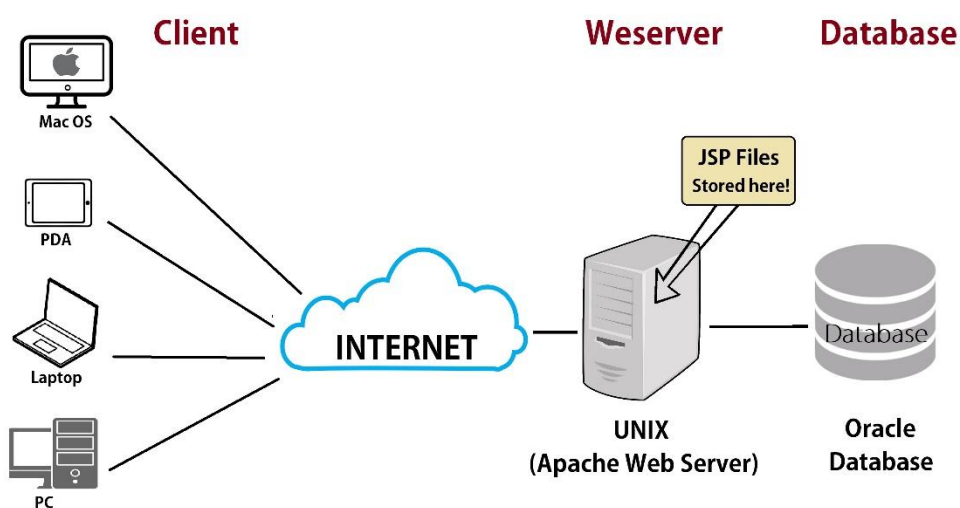
Printed Circuit Board (PCB) merupakan komponen yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik pada perangkat elektronik. PCB terdiri dari lapisan bahan isolasi seperti *fiber glass* atau keramik yang dilapisi dengan jalur tembaga yang membentuk jalur konduktif untuk mengaliri listrik antar komponen. Berikut beberapa aspek penting terkait PCB diantaranya desain PCB melibatkan pemilihan lapisan PCB yang tepat dalam perencanaan koneksi listrik antar komponen, material dasar PCB yang berupa *fiber glass* yang diperkuat dengan resin epoxy sehingga bersifat fleksibel, proses fabrikasi PCB yang melibatkan beberapa Langkah yaitu pemotongan laminasi, pengeboran lubang, penempatan jalur tembaga, aplikasi resistensi hingga pengujian kualitas menghasilkan PCB yang berkualitas serta Teknik desain lanjutan PCB seperti routing jalur multi-lapisan, *grounding* dan *shielding*, *impedance matching* dan perencanaan thermal untuk mengoptimalkan performa dan kendala sirkuit (Fan et al., 2010).

2.11 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep dimana objek sehari-hari seperti perangkat elektronik, kendaraan dan bahkan bangunan dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak dan konektivitas internet untuk mengumpulkan dan bertukar data.

IoT memungkinkan objek tersebut berkomunikasi dan berinteraksi secara mandiri, memberikan kemampuan monitoring, pengontrolan dan analisis data canggih. Berikut beberapa aspek penting terkait IoT diantaranya konsep dan arsitektur IoT yang melibatkan jaringan perangkat yang terhubung dengan kemampuan komunikasi dan berbagi data, aplikasi IoT pada berbagai bidang, keamanan dan privasi meliputi proteksi data enkripsi, otorisasi akses dan perlindungan terhadap serangan *cyber* serta jaringan dan *protocol* IoT memanfaatkan berbagai jaringan baik itu berupa Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, dan NB IoT dan protocol berupa MQTT, CoAP dan HTTP (Popli et al., 2019).

2.12 Webserver



Gambar 2.19. Mekanisme *WebServer*

Webserver merupakan perangkat lunak yang menyediakan konten web kepada pengguna melalui HTTP. *Webserver* mengelola permintaan dari klien web dan mengirimkan file HTML, gambar, dokumen atau konten web lainnya. Beberapa aspek penting terkait *webserver* diantaranya arsitektur *webserver* yang umumnya berjalan pada perangkat keras khusus atau sebagai perangkat lunak yang dijalankan di komputer, teknologi *webserver* untuk implementasi pada perangkat lunak yang beragam termasuk Apache HTTP Server, Nginx, Microsoft IIS dan Node.js., fungsi *webserver* seperti pemrosesan

permintaan HTTP, pemrosesan sesi, pengamanan keamanan dan penyediaan konten statis atau dinamis dalam mendukung protokol lain seperti HTTPS, FTP dan *WebSocket* serta skalabilitas dan kinerja yang dapat menangani volume lalu lintas yang tinggi dan memberikan kinerja yang baik kepada pengguna, konfigurasi yang tepat, manajemen cach dan teknik optimasi lainnya (Al-Allawee et al., 2022).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Mei 2023. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan meliputi perancangan alat, pengujian ESP32 CAM, perancangan sistem IoT, pengambilan data, dan analisis hasil. Serangkaian kegiatan tersebut dilaksanakan di Ruang Workshop, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Jadwal pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan		
		Oktober	November	Mei
1	Perancangan alat			
2	Pengujian ESP32 CAM			
3	Perancangan sistem IoT			
4	Pengambilan data			
5	Analisis hasil			

3.2 Alat dan Bahan

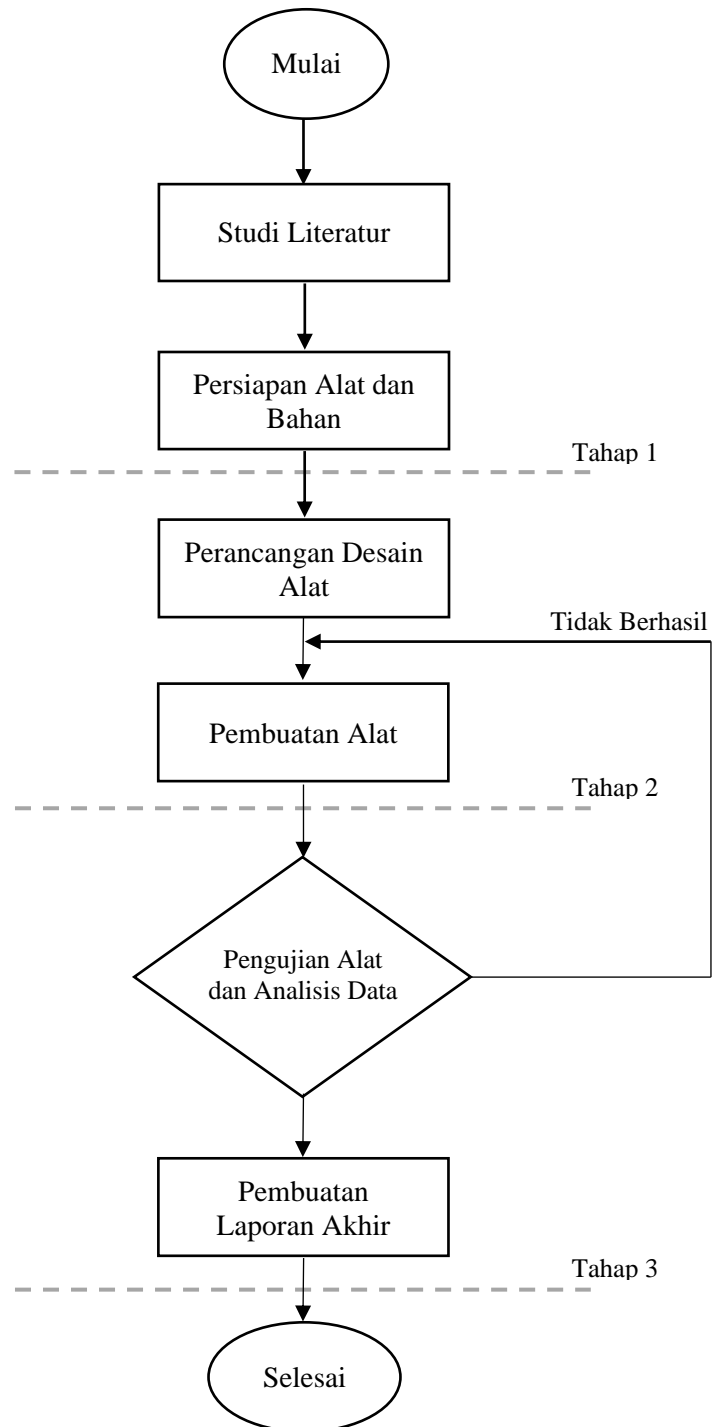
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.2 Alat dan bahan yang digunakan

No	Nama Alat dan Bahan	Fungsi
1	ESP32 Cam	Sebagai mikrokontroler yang mengolah sinyal masukan serta mengendalikan <i>Relay</i> dan LCD, serta dilengkapi dengan fitur kamera untuk menangkap gambar dan IoT
2	Selonoid <i>lock door</i>	Sebagai pengunci pintu elektronik
3	<i>Relay</i>	Sebagai pengendalian arus listrik
4	PCB	Sebagai media meragkai rangkaian elektronika
5	Kabel <i>Jumper</i>	Untuk menghubungkan antara dua atau lebih komponen elektronika
6	LCD 20x4 I2C	Untuk menampilkan display yang terbaca berupa tulisan selamat datang kepada <i>user/pengguna</i> yang telah terdaftar
7	Catu daya 12V	Pemasok energi listrik untuk satu atau lebih beban listrik
8	LED	Sebagai penanda akses telah diterima
9	FTDI FT232RL	Sebagai penghubung ESP32 Cam dengan komputer pada saat akan memasukan <i>coding</i>
10	<i>Software</i> Arduino IDE	<i>Software</i> untuk membuat, mengedit kode program, memverifikasi dan mengunggah program
11	Foto wajah <i>user</i>	Sebagai bahan penguji kemiripan saat proses <i>scanning</i>
12	Kacamata dan penutup kepala	Sebagai bahan dalam pengujian modifikasi sampel wajah

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri atas beberapa tahapan antara lain perancangan alat, pengujian ESP32 CAM, perancangan sistem IoT, pengambilan data, dan analisis hasil. Secara keseluruhan tahapan pembuatan sistem keamanan rumah *smart door* menggunakan metode *Face recognition* berbasis ESP32 CAM disajikan dalam diagram alir seperti pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahap 1

Pada tahap ini dilakukan persiapan penelitian berupa studi literatur serta persiapan alat dan bahan. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan diperoleh informasi terkait sistematika utama rancangan alat. Pada penelitian ini, metode yang digunakan merupakan pendeteksian objek wajah yang mengacu pada algoritma Haar Cascade. Algoritma Haar Cascade sesuai untuk deteksi objek wajah secara *real time* seperti deteksi wajah pada kamera (Li et al., 2013). Dengan menggunakan algoritma Haar Cascade, ESP32 Cam dapat diimplementasikan dalam deteksi wajah secara *real time*. Integrasi antara ESP32 Cam dan algoritma Haar Cascade memerlukan pemrograman mikrokontroler. Pemrograman pada penelitian ini memanfaatkan *software* Arduino IDE melalui *webserver*. Selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk menunjang keberhasilan penelitian. Persiapan alat dimulai dari mengumpulkan alat dan bahan seperti ESP32 Cam, solenoid, relay, PCB, kabel *jumper*, LCD 20x4 I2C, catu daya 12V, LED, FTDI FT232RL, *software* Arduino IDE, kacamata, penutup kepala dan foto wajah *user*.

Tahap 2

Tahap ini terdiri dari perancangan desain alat dan pembuatan alat. Perancangan alat pada penelitian ini menggunakan *software* Fusion 360 dan *Thinkercad* untuk membuat *circuit* rangkaian. Rancangan alat menggunakan Fusion 360 terdiri dari tiga desain yaitu desain luar alat seperti pada **Gambar 3.2**, desain sistem deteksi wajah seperti pada **Gambar 3.3** dan rancangan elektronika seperti pada **Gambar 3.4**. Circuit rangkaian alat didesain menggunakan *Thinkercad* yang disajikan pada **Gambar 3.6**.

Tahap 3

Tahap ini terdiri dari pengujian alat dan analisis data serta pembuatan laporan akhir. Pada Pengujian ini, data yang digunakan berupa objek wajah yang diambil sebagai data *user* secara *real time* dengan beberapa aspek batasan yang meliputi

fungsionalitas alat terhadap jarak objek wajah sejauh 20 cm, 40 cm dan 60 cm diamana objek wajah harus sejajar tegak lurus menghadap kamera dengan pencahayaan yang cukup dan tidak boleh terhalang oleh objek lain, pengujian akurasi alat dengan modifikasi sampel wajah dan manipulasi sampel wajah menggunakan foto pengguna. Pengujian fungsionalitas alat terhadap jarak objek wajah, modifikasi wajah dan manipulasi menggunakan foto dinilai dari tingkat keberhasilan dalam mendeteksi wajah. Adapun tingkat keberhasilan alat dalam mendeteksi objek tersaji dalam **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Identifikasi nilai keberhasilan

No.	Kategori	Notifikasi Alat	Simbol	Keterangan
1	Berhasil	<i>Face Detected</i>	✓	Wajah terdeteksi dan dikenali
2	Gagal	<i>Face No Recognised</i>	×	Wajah terdeteksi namun tidak dikenali
3		<i>Face No Detected</i>	-	Wajah tidak terdeteksi

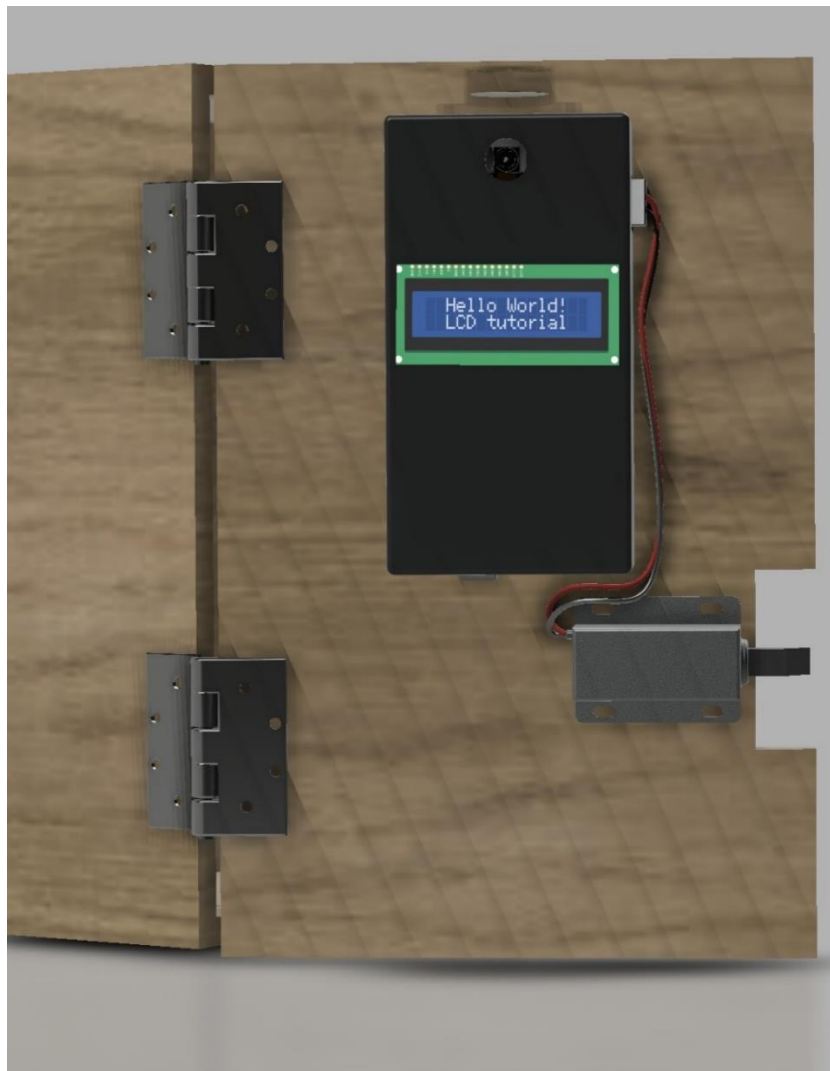
Berdasarkan **Tabel 3.2**, data yang didapatkan saat proses deteksi dikategorikan berhasil dan gagal. Kategori berhasil apabila terdapat notifikasi *Face Detected* lalu solenoid akan terbuka. Notifikasi *Face Detected* berarti bahwa objek wajah terdeteksi dan dikenali sesuai dengan identitas pengguna yang telah diinput melalui *webserver*. Kategori gagal terdiri dari *Face No Recognised* dan *Face No Detected* yang mana pada kondisi ini solenoid tidak terbuka. Notifikasi *Face No Recognised* menandakan objek wajah terdeteksi namun tidak dikenali sebagai pengguna yang terdaftar. Sementara itu, untuk *Face No Detected* mengindikasikan bahwa tidak ada objek wajah yang terdeteksi. Data hasil yang didapatkan akan diakumulasikan kedalam bentuk persen dan dibandingkan mana yang paling efektif. Persentase yang mendekati nilai 100% dikatakan paling efektif.

Pada tahap ini jika alat tidak berfungsi dengan baik maka akan dilakukan perombakan susunan komponen elektronika alat maupun sistem pemrograman hingga alat dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi objek wajah. Jika alat sudah dapat bekerja dengan baik maka data hasil yang diperoleh sudah lengkap,

Langkah berikutnya yaitu Menyusun laporan akhir sesuai dengan ketentuan penulisan yang tercantum pada buku panduan.

3.3.2 Desain Alat

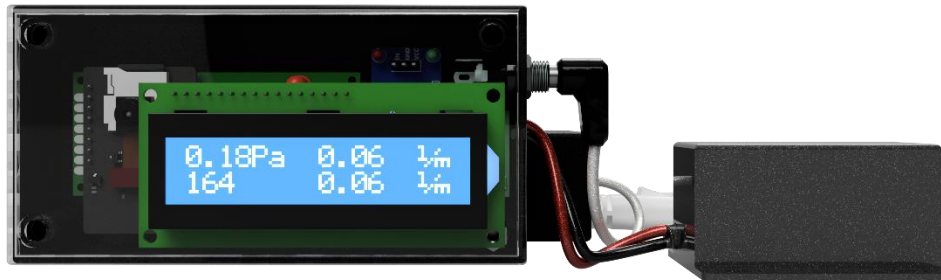
Desain sistem keamanan rumah menggunakan prinsip *Face ID* atau pendeteksi wajah merupakan suatu alat dengan sistem penguncian yang tersusun dari beberapa rangkaian yang dimulai dari sistem pendeteksi wajah menggunakan ESP32 Cam, kemudian keluaran yang diperoleh dari ESP32 Cam sebagai pengolah data, dan akan ditampilkan pada LCD 20x4 I2C sebagai keluaran. Desain alat penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2. Desain Alat *Smart door*

3.3.3 Perancangan Sistem Pendeteksi Wajah

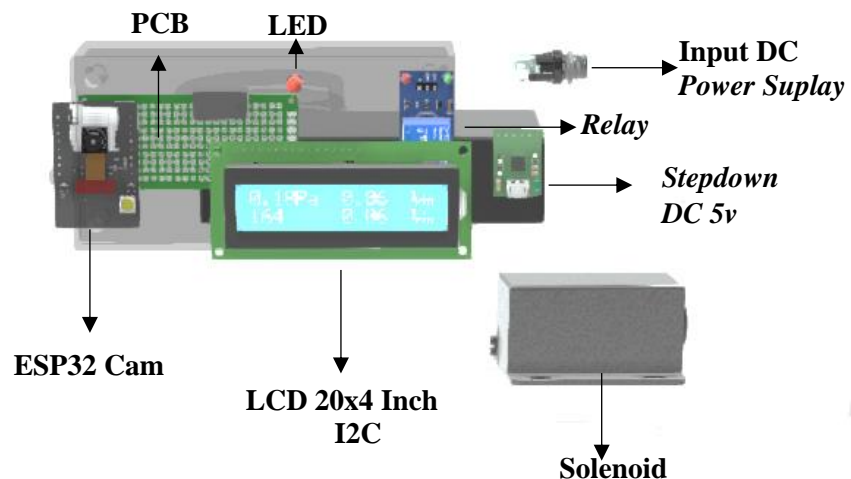
Bagian-bagian dari perancangan sistem pendeteksi wajah ialah ESP32 Cam, LCD 20x14 I2C, *Buzzer* dan *Relay 5v 1 channel*. Desain rancangan sistem gerak ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3. Sistem pendeteksi wajah

3.3.4 Perancangan Elektronika

Bagian-bagian dari perancangan elektronika sistem keamanan rumah *smart door* ialah mikrokontroler ESP32 Cam, Solenid *Lock Door*, LCD 20x4 I2C, *Buzzer*, *Relay 5v 1 Channel*, dan *Catu Daya 12v*. Desain perancangan sistem elektronik ditunjukkan pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.4 Perancangan elektronika

a. ESP32 Cam

Pada rancang bangun ini menggunakan mikrokontroler yang berupa ESP32 Cam yang digunakan sebagai penghasil pulsa PWM sebagai pengendali Solenoid *Lock door* dan pengedali *Relay*. Mikrokontroler ESP32 Cam digunakan sebagai akses kamera untuk mendeteksi wajah dan sebagai penghasil keluaran IoT.

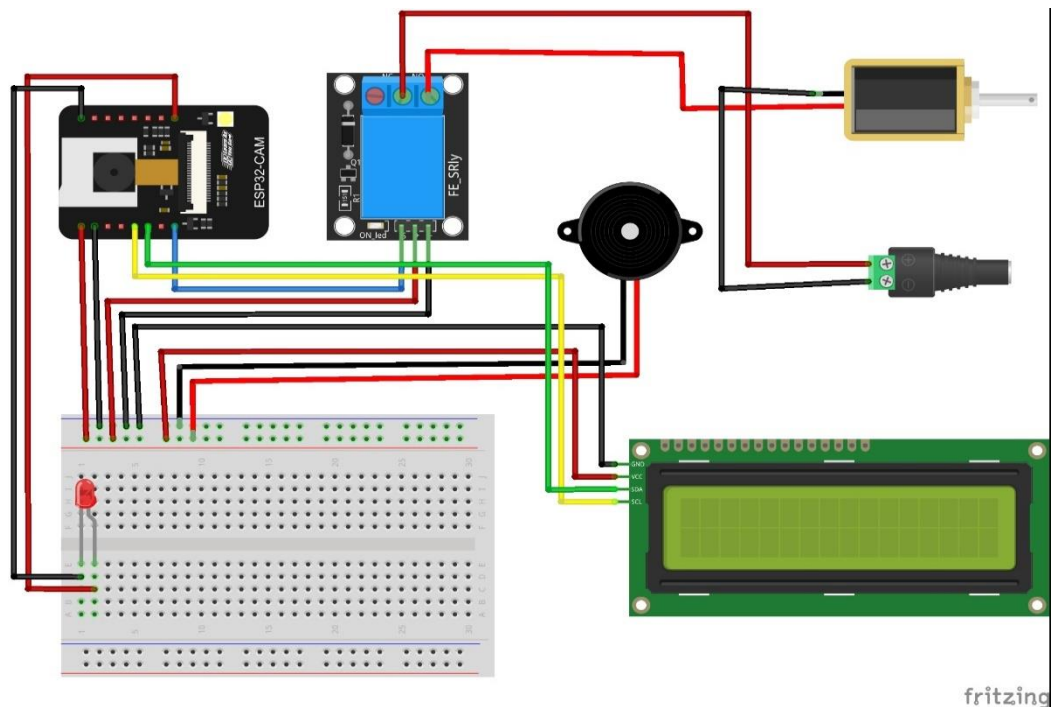
b. LCD 20x4 I2C

LCD yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi 20x4. Fungsi LCD tersebut sebagai tampilan berupa keterangan untuk mengakses kunci pintu. LCD ini akan menampilkan berupa tulisan dan notifikasi pada saat akses ditolak atau diterima.

c. *Relay 5v 1 Channel*

Relay berfungsi sebagai pengendali dan mengalirkan listrik kepada Solenoid *Lock Door*.

Rangkaian keseluruhan dari alat ini dapat dilihat pada **Gambar 3.6**

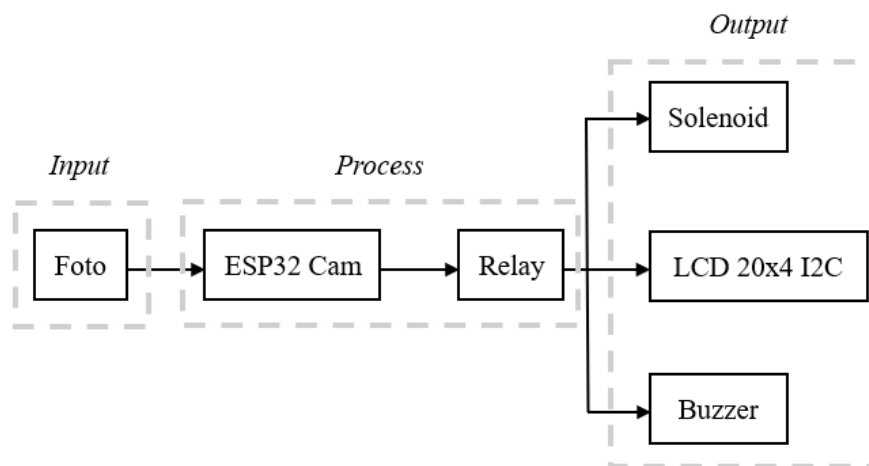


Gambar 3.6. Rangkaian Keseluruhan Alat

Berdasarkan **Gambar 3.6** merupakan rangkaian keseluruhan pada alat yang digunakan. Hubungkan ESP32 Cam dengan LCD I2C dimana hubungkan pin IO 15 dengan pin SCL, hubungkan IO 14 dengan pin VCC, dan hubungkan pin GND dengan pin GND. Selanjutnya, hubungkan Esp32 Cam dengan *Relay 1 channel 5V* dimana hubungkan GND dengan GND, hubungkan Pin VCC dengan pin 5V, dan hubungkan *In* dengan IO 16. Selanjutnya hubungkan *solenoid* dengan *relay* dimana hubungkan kabel Positif *solenoid* dengan pin *common* pada *relay*, selanjutnya hubungkan kabel positif pada *power supplay* dengan pin NO pada *relay*, dan hubungkan kabel GND *solenoid* dengan kabel GND pada *power supplay*.

3.3.5 Perancangan Sistem

Berdasarkan uraian diatas, diagram blok dari rancangan sistem yang akan dibuat ditampilkan pada **Gambar 3.7**



Gambar 3.7. Diagram Blok Perancangan Sistem

1) *Input*

Proses *input* meliputi sistem menerima masukan data berupa foto melalui kamera. ESP32 Cam menerima masukan foto yang kemudian diteruskan pada bagian *processing*.

2) *Process*

Data *input* yang berupa foto diterima ESP32 Cam kemudian dilanjutkan dengan pemrosesan. ESP32 Cam menerima dan mengolah sinyal dari kamera

yang akan diteruskan ke *Relay*. *Relay* berperan sebagai pengalir listrik terhadap solenoid *lock door* yang akan memberikan akses buka tutup pintu berdasarkan sistem penguncian.

3) *Output*

Lalu proses *output*, mikrokontroler bertugas mengeluarkan tampilan wajah pengguna pada layar LCD dan IoT berupa *Webserver*. LCD menampilkan secara *real time* pada saat pengguna menempatkan wajah pada posisi yang telah ditentukan. LCD menampilkan keterangan berupa teks nama pengguna. *Buzzer* akan mengeluarkan suara sebagai pemberitahuan jika akses di terima. Apabila wajah yang dideteksi sesuai dengan wajah yang terdaftar pada sistem maka pintu akan terbuka sesuai dengan peranan solenoid.

3.3.6 Metode Pengujian Alat

Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa data deteksi objek wajah yang diambil secara *real time* menggunakan metode Haar Cascade dimana pengguna akan memposisikan wajahnya pada jarak efisien dengan cahaya yang normal dan tanpa terhalang oleh suatu objek. Metode ini menggunakan *haal-like features* dimana perlu dilakukan *training* terlebih dahulu untuk mendapatkan suatu pohon keputusan dengan nama *cascade classifier* sebagai penentu apakah ada obyek atau tidak dala tiap frame yang diproses. Proses pengambilan data ini dilakukan dengan *menginputkan* sebanyak 5 sampel wajah pengguna pada alat. Pada penelitian ini digunakan beberapa perlakuan dalam *penginputan* wajah sampel. Pengujian dibedakan menjadi pengujian fungsionalitas dengan dua variasi jarak yaitu 20 cm dan 40 cm, pengujian dengan manipulasi wajah sampel dan pengujian menggunakan foto wajah sampel. Hasil scanning wajah pengguna dikategorikan menjadi terdeteksi dan dikenali (✓), wajah tidak terdeteksi (-) dan wajah terdeteksi namun tidak dikenali (✗). Hasil scanning tersebut dapat dilihat dari keterangan yang muncul pada *Webserver* setelah proses scanning wajah pengguna. Keterangan pada *Webserver* berupa *Face Detecting* jika wajah terdeteksi dan dikenali lalu setelahnya akan muncul keterangan *Door Open* dan nama pengguna, *Face No Detected* jika wajah pengguna tidak terdeteksi dan *Face Not Recognised* jika wajah

terdeteksi namun tidak dikenali. Adapun prosedur pengujian alat pada penelitian ini sebagai berikut.

3.3.7 Pengujian Fungsionalitas

Pada pengujian ini pengguna dikondisikan dengan dua jarak berbeda yaitu 20 cm, 40 cm dan 60 cm dari alat. Setelah itu dilakukan *scanning* wajah oleh alat. Jika terdeteksi dan dikenali maka kunci akan terbuka dan sebaliknya jika wajah tidak dikenali maka kunci tidak akan terbuka. Pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali pada setiap sampel. Hasil data akan diakumulasikan ke dalam bentuk grafik untuk melihat akurasi alat dalam mengenali objek serta berfungsi sesuai dengan tujuan pembuatan alat.

3.3.8 Pengujian Kemiripan

Pengujian kemiripan dilakukan dengan memberikan modifikasi pada wajah pengguna. Pada pengujian ini wajah sampel diberikan 4 perlakuan diantaranya penggunaan penutup mulut, kacamata, penutup kepala serta wajah pengguna tanpa perlakuan. Pengulangan dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap wajah sampel.

3.3.9 Pengujian Manipulasi Foto

Pengujian manipulasi foto bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat disabotase menggunakan foto wajah pengguna yang telah terdaftar sebelumnya. Pendeteksian dilakukan dengan menempatkan foto pengguna untuk proses *scanning*. Pengulangan dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap wajah sampel.

3.3.10 Rancangan Data Hasil Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini yaitu ketepatan pembacaan sistem terhadap wajah pengguna dengan jarak, kemiripan objek dan manipulasi wajah yang ditentukan hingga solenoid *lock door* dapat membuka dan menutup, rancangan data hasil penelitian disajikan pada **Tabel 3.3.**, **Tabel 3.4.**, **Tabel 3.5** dan **Tabel 3.6.**

Pengujian fungsionalitas pada **Tabel 3.6** bertujuan untuk mengetahui akurasi alat dalam mendeteksi objek wajah pada jarak 60 cm. Pengujian ini dilakukan terhadap 5 sampel wajah dengan pengulangan sebanyak 10 kali pada setiap sampel.

Tabel 3.7. Pengambilan Data Kemiripan Wajah Menggunakan ESP32

No	Wajah <i>User</i>	Variasi	Pengulangan										Akurasi %	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1		Normal Penutup Mulut Kacamata Penutup kepala												
2		Normal Penutup Mulut Kacamata Penutup Kepala												
5														
Total			Normal											
			Penutup Mulut											
			Kacamata											
			Penutup Kepala											

Pada **Tabel 3.7** pengujian kemiripan wajah dilakukan dengan variasi modifikasi sampel wajah yang disimbolkan dengan variasi sampel wajah dengan tanpa modifikasi, modifikasi penutup mulut, sampel wajah dengan modifikasi penggunaan kacamata dan modifikasi sampel wajah menggunakan penutup kepala. Setiap sampel diujikan pada keempat variasi dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Pengambilan data dilakukan pada jarak optimal alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi alat dalam mengenali sampel wajah.

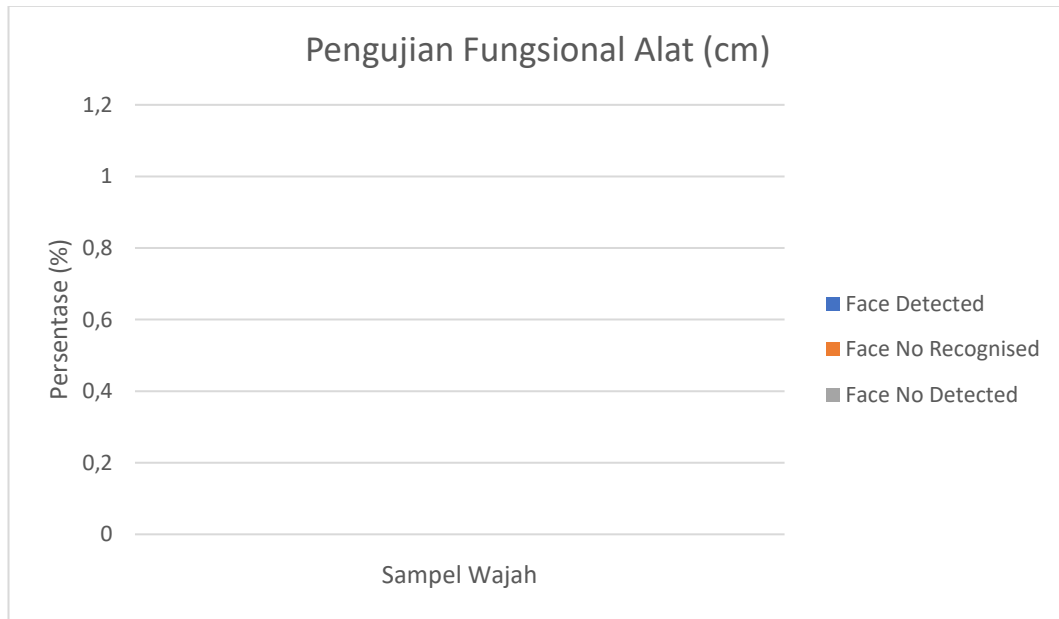
Tabel 3.8. Pengambilan Data Manipulasi Wajah Menggunakan ESP32 Cam

No	Foto <i>User</i>	Pengulangan										%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1												
2												
3												
4												
5												

Tabel 3.8 terkait dengan pengujian alat menggunakan foto wajah sampel. Pada manipulasi dengan foto indikasi keberhasilan ditunjukkan oleh banyaknya data hasil yang gagal untuk dideteksi oleh alat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi pendeteksian alat dalam upaya meminimalisir adanya sabotase terhadap alat. Pada pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali dan data hasil diakumulasikan ke dalam persentase untuk melihat akurasi alat

3.3.11 Rancangan Data Penelitian

Data hasil pengujian fungsionalitas alat terhadap jarak yang diperoleh akan dibuat grafik dan dianalisis bagaimana akurasi wajah pengguna terhadap jarak yang berbeda.



Gambar 3.8. Grafik hasil data pengujian Sistem Keamanan Rumah

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Rancangan sistem keamanan rumah *smart door* dapat berfungsi dengan baik. Pintu akan terbuka jika alat dapat mendeteksi dan mengenali objek wajah sampel yang telah terdaftar.
2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat dapat bekerja efektif pada jarak 40 cm dengan persentase keberhasilan membuka kunci solenoid sebesar 80% dibandingkan dengan pengujian pada jarak 20 cm hanya didapatkan keberhasilan sebesar 12% dan jarak 60 cm sebesar 16%.
3. Pada modifikasi wajah alat dapat mendeteksi objek wajah menggunakan aksesoris penutup mulut diperoleh keberhasilan sebesar 4%, dengan kacamata sebesar 66% dan penggunaan aksesoris penutup kepala diperoleh keberhasilan sebesar 14%
4. Alat tidak dapat disabotase menggunakan foto wajah sehingga meminimalisir terjadinya pembobolan pintu rumah.

5.1 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Memodifikasi alat dengan penambahan komponen untuk meningkatkan akurasi alat.
2. Menambahkan variasi modifikasi wajah sampel untuk melihat akurasi yang lebih tinggi.
3. Menggunakan IoT jenis lain seperti *whatsapp* atau *telegram*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S. (2018). Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab. *Jurnal Teknologi ElektriKa*, 15(1), 21–27.
- Ai-Thingker Technology. (2017). *ESP32-CAM Wi-Fi+BT SoC Module V1.0 ESP32-CAM Module Overview*.
- Al-Allawee, A., Lorenz, P., Abouaissa, A., & Abualhaj, M. (2022). A Performance Evaluation of In-Memory Databases Operations in Session Initiation Protocol. *MDPI*, 3(1), 1–14.
- Alfauzan, A. S., Novianty, A., & Raharjo, A. S. (2017). Implementasi Perhitungan Deteksi Wajah melalui Face Recognition pada Miniboard. *Proceeding of Engineering*, 4(1), 842–847.
- Budi, A. S., & Maulana, H. (2016). Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA). *Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 166–175.
- Constantin, G. C., Perrone, G., Abrate, S., & Puşcaş, N. N. (2006). Fabrication and Characterization of Low-Cost Polarimetric Fiber-Optic Pressure Sensor. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 8(4), 1635–1638.
- Dobbelaere, T., Vereecken, P. M., & Detavernier, C. (2017). A USB-controlled potentiostat/galvanostat for thin-film battery characterization. *HardwareX*, 2, 34–49.
- Fan, J., Ye, X., Kim, J., Archambeault, B., & Orlandi, A. (2010). Signal integrity design for high-speed digital circuits: Progress and directions. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 52(2), 392–400.
- Ferreira, J. C. V., Contreras, M. F., & Sierra, E. (2018). Prototype for Consultation Cloud IoT Supported Medical Records on RFID Technology. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(42), 1–18.
- Ghifari, H. G., Darlis, D., & Hartaman, A. (2021). Pendeteksi Golongan Darah Manusia Berbasis Tensorflow menggunakan ESP32-CAM. *Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 359–373.
- Guntoro, H., Somantri, Y., & Haritman, E. (2013). Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Electrans*, 12(1), 39–48.

- Gürel, C. (2012). Design of a Face Recognition System. *International Conferences on Machine Design and Production*, 1–12.
- Hayati, P. (2022a). Sistem Keamanan Berangkas dengan Menggunakan Id Face Berbasis Raspbrry Pi 3. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 1(2), 1–10.
- Hayati, P. (2022b). Sistem Pengamanan Berangkas menggunakan Face Id Brbasis Raspbrry Pi 3. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 1(2), 1–10.
- Isrofi, A., Utama, S. N., & Putra, O. V. (2021). Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Otomatis menggunakan Wireless Kontroler Modul ESP32-CAM berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknoinfo*, 15(1), 45–55.
- Koroy, A. M., Mandar, G., & Muhammad, A. H. (2020). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah menggunakan ESP32-CAM. *Jurnal Teknologi Informatika*, 3(1), 27–31.
- Li, X., Hu, W., Shen, C., Zhang, Z., Dick, A., & Hengel, A. van den. (2013). A Survey of Appearance Models in Visual Object Tracking. *ACM Transaction on Intelligent Systems and Technology*, 4(4), 1–40.
- Lonika, T., & Hariyanto, S. (2019). Simulasi Smart Door Lock Berbasis QR Code menggunakan Arduino UNO pada Penyewaan Apartemen Online. *Jurnal Algoritma*, 1(1), 9–15.
- Maulana, D., Agung, I. G. A. P. R., & Nugraha, I. P. E. D. N. (2022). Sistem Monitor Budi Daya Sarang Burung Walet Berbasis ESP32 Cam dilengkapi Aplikasi Telegram. *Jurnal SPEKTRUM*, 9(1), 143–150.
- Nurhadian, T. H., & Junaedi, M. (2020). Prototype Smart Home dengan Konsep IoT (Internet of Thing) berbasis Nodemcu dan Telegram. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, 3(1), 85–93.
- Nursaid, M. I., Taqwa, A., & Solihin. (2020). Rancangan Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Purwarupa dengan Pengenalan Wajah menggunakan Metode Triangle Face. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 13(1), 44–48.
- Nusri, A. Z., & Alimuddin, A. (2022). Rancangan Bangun Security Door Lock menggunakan Fingerprint Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknik Informatika*, 5(1), 23–28.
- Phuc, L. T. H., Jeon, H. J., Truong, N. T. N., & Hak, J. J. (2019). Applying The Haar Cascade Algorithm for Detecting Safety Equipment in Safety Management Systems for Multipleworking Environments. *Electronics*, 8(10), 1–14.
- Popli, S., Jha, R. K., & Jain, S. (2019). A Survey on Energy Efficient Narrowband Internet of Things (NB IoT): Architecture, Application and Challenges. *IEEE Access*, 7, 16739–16776.

- Prathivi, R., & Kurniawati, Y. (2020). SISTEM PRESENSI KELAS MENGGUNAKAN PENGENALAN WAJAH DENGAN METODE HAAR CASCADE CLASSIFIER. *Jurnal SIMETRIS*, 11(1), 135–142.
- Rifaldi, M. R. dan Nelly I. W. (2017). Algoritma Haar Cascade Classifier untuk Mengenali Objek Tersebar. [Tesis]. Universitas Komputer Indonesia.
- Sardadi, A. B. (2018). *Rancang Bangun Alat Display Harga secara Otomatis menggunakan LCD Grafis*. STIKOM.
- Septyanto, Moh. W., Sofyan, H., Jayadianti, H., Samuel, O., & Boedi, D. (2019). Aplikasi Presensi Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier. *Jurnal Informasi Dan Teknologi Informasi*, 16(2), 87–96.
- Sharma, M., Agarwal, N., & Reddy, S. R. N. (2015). Design and Development of Daughter Board for USB-UART Communication between Raspberry Pi and PC. *International Conference on Computing, Communication and Automation*, 1(2), 944–948.
- Simangunsong, D., Diah Damayanti, D., & Sukma Eka, D. A. (2016). Optimasi Sensor Kamera pada Proses Identifikasi Warna dengan Pengolahan Citra menggunakan Design of Experiment. *E-Proceeding of Engineering*, 3(2), 3050–3057.
- Situmeang, S. M. (2021). Fenomena kejahatan di Masa Pandemi Covid-19: Prespektif Kriminologi. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 19(1), 35–43.
- Suryansah, A., Habibi, R., Awangga, R. M., & Fatonah, N. S. (2020). Implementasi Face Recognition Untuk Mengakses Ruangan. *Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 3(3), 25–28.
- Turang, D. A. O. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobie. *Seminar Nasional Informatika*, 75–85.
- Wardoyo, J., Hudallah, N., & Utomo, A. B. (2019). Smart Home Security System Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(1), 367–374.
- Yanto, B., Basorudin, Anwar, S., Lubis, A., & Karmi. (2022). Smart Home Monitoring Pintu Rumah dengan Identifikasi Wajah Menerapkan Camera ESP32 Berbasis IoT. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(1), 53–59.
- Yudhana, A., Dahlan, A., & Soepomo Janturan, J. (2018). Perancangan Pengaman Pintu Rumah berbasis Sidik Jari menggunakan Metode UML. *Jurnal Tekologi*, 10(2), 131–138.

- Yulina, S. (2021). Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale menggunakan OpenCV. *Jurnal Komputer Terapan*, 7(1), 100–109.
- Yuwono, B., Sania, Y. I., Yanu, M., & Ashrianto, P. D. (2019). *Face and Facial Expressions Recognition* (Vol. 1). Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.