

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Alat dan bahan merujuk pada komponen atau elemen yang digunakan dalam berbagai aktivitas atau proses. Secara umum, alat mengacu pada perangkat atau instrumen yang digunakan untuk melakukan tugas tertentu, sementara bahan mengacu pada materi, zat atau sampel yang diperlukan untuk memahami atau menguji suatu fenomena yang digunakan dalam proses tersebut.

3.1.1 PERANGKAT KERAS

Perangkat keras (*hardware*) merupakan sistem komputer yang digunakan dalam pembuatan *prototype* kendali garasi, alat yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Laptop, dalam penelitian ini, perangkat keras yang digunakan untuk menyusun laporan, *database* server dan membuat antarmuka adalah *portable*.
2. Brankas, memiliki peran penting dalam menjaga keamanan dan memberikan fungsional yang cerdas. Brankas ini dirancang dengan fitur-fitur canggih untuk memastikan akses hanya diberikan kepada pemilik yang sah.
3. ESP 32-CAM, berperan sebagai komponen inti dalam penelitian ini, mengambil gambar wajah, menerapkan metode *fisherface* untuk pengenalan wajah, dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Modul ini memungkinkan integrasi antara pengenalan wajah, fungsi brankas cerdas, dan komunikasi dengan pemilik melalui Telegram untuk memberikan keamanan dan kinerja yang cerdas pada *prototype smart safe*.
4. *Relay Module*, penting dalam *prototype smart safe* dengan metode *fisherface* dan notifikasi Telegram. Modul ini mengontrol *solenoid lock* pintu, memungkinkan akses yang sah setelah pengenalan wajah, meningkatkan keamanan, dan integrasi dengan sistem lain. *Relay module* juga mengendalikan daya listrik untuk komponen brankas.
5. *Solenoid Door Lock*, memiliki peran penting dalam penelitian *prototype smart safe* dengan metode *fisherface* dan notifikasi Telegram. Fungsinya meliputi

pengamanan pintu dengan metode pengunci yang hanya membuka untuk pengguna yang dikenal setelah pengenalan wajah berhasil. Selain itu, *solenoid door lock* dapat diintegrasikan dengan sistem lain, seperti modul mikrokontroler, untuk mengatur akses dan menerima instruksi. Keandalan dan keamanan tinggi juga menjadi keunggulan *solenoid door lock* untuk meningkatkan perlindungan brankas secara keseluruhan.

6. Kabel Jumper, memiliki peran penting dalam koneksi komponen elektronik, penyusunan rangkaian, fleksibilitas, modularitas, dan identifikasi. Digunakan untuk menghubungkan komponen seperti modul mikrokontroler, *relay*, dan perangkat lainnya. Kabel jumper memungkinkan koneksi yang mudah dan sesuai kebutuhan, serta fleksibilitas dalam perancangan *prototype*. Warna atau tanda pada kabel jumper memudahkan identifikasi dan pemeliharaan sistem.
7. LED, Dalam *smart safe* dua LED berwarna, hijau dan merah, memberikan informasi tentang status keamanan. LED merah menyala saat brankas tertutup atau terkunci, menandakan keamanan. Sebaliknya, LED hijau menyala saat brankas terbuka, menunjukkan ketersediaan akses. Dengan dua warna ini, pengguna dapat dengan mudah memahami apakah brankas aman atau dapat diakses, menjadikannya sistem yang intuitif dan cepat dimengerti.

3.1.2 PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak adalah aplikasi komputer yang digunakan untuk membuat *prototype* kendali garasi, perangkat lunak tersebut yaitu:

1. Arduino IDE, memiliki peran penting dalam pengembangan dan pemrograman mikrokontroler, integrasi komponen, pemecahan masalah dan pemantauan, serta memungkinkan pembuatan *prototype* cepat. Arduino IDE digunakan untuk mengembangkan kode program yang mengontrol fungsi sistem, mengintegrasikan komponen elektronik, melakukan pemecahan masalah dan pemantauan melalui fitur serial monitor, serta memfasilitasi pembuatan *prototype* dengan cepat. Dengan demikian, Arduino IDE menjadi alat yang krusial dalam penelitian tersebut.
2. Telegram, digunakan untuk mengirim notifikasi kepada pengguna terkait aktivitas atau peristiwa penting pada brankas, serta memungkinkan komunikasi

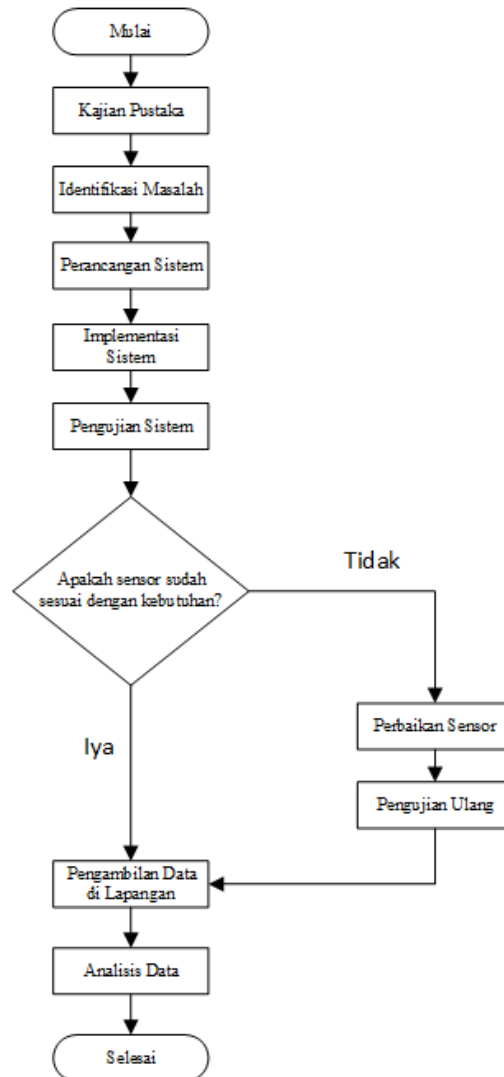
dua arah antara pengguna dan sistem brankas. Selain itu, Telegram juga menyediakan fitur pengarsipan pesan yang berguna untuk menyimpan riwayat komunikasi dan memfasilitasi kolaborasi melalui grup atau kanal. Dengan demikian, Telegram berperan penting dalam memberikan informasi *real-time* kepada pengguna, memungkinkan komunikasi efektif, menyimpan data komunikasi, dan memfasilitasi kolaborasi dalam penelitian tersebut.

3. Sistem Operasi *Windows*, Sistem operasi *Windows* adalah perangkat lunak yang mengontrol dan mengelola sumber daya komputer, seperti *hardware*, perangkat lunak, dan *file*. Tujuan utama dari *Windows* adalah menyediakan antarmuka pengguna yang menyelaraskan interaksi pengguna dengan komputer. *Windows* menyediakan lingkungan yang beragam untuk menjalankan aplikasi, mengelola *file*, mengakses internet, dan melakukan berbagai tugas lainnya.

3.2 ALUR PENELITIAN

Dalam konteks penelitian, memiliki sebuah rencana yang terstruktur dengan baik merupakan komponen kunci yang tidak bisa diabaikan. Pentingnya rencana ini terletak pada kemampuannya untuk memberikan arah dan batasan yang jelas selama proses penelitian berlangsung. Hal ini memastikan bahwa setiap langkah yang diperlukan telah dipertimbangkan dengan matang dan tidak ada aspek penting yang terlewatkan. Rencana yang baik juga membantu dalam mengorganisir dan mengkoordinasikan berbagai aktivitas penelitian sehingga dapat dilaksanakan secara lebih efisien dan efektif. Selain itu, rencana tersebut harus mampu menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi atau temuan baru selama proses penelitian berlangsung. Ini memungkinkan para penelitian untuk tetap fokus pada tujuan utama mereka sambil tetap fleksibel dalam menghadapi situasi tak terduga. Dengan demikian, rencana yang baik tidak hanya membantu dalam mencapai hasil penelitian yang diharapkan tetapi juga meningkatkan kualitas dari proses penelitiannya sendiri. Ketika merancang sebuah rencana, sangatlah penting untuk mempertimbangkan semua faktor relevan termasuk sumber daya yang tersedia, batasan waktu, serta potensi risiko dan tantangan. Proses perencanaan ini sebaiknya melibatkan diskusi mendalam antara semua pihak terkait agar dapat menciptakan sebuah strategi komprehensif yang mencakup semua aspek penting dari penelitian

tersebut. Secara keseluruhan, perencanaan adalah tahapan awal dari sebuah siklus penelitian yang harus didekati dengan serius dan hati-hati. Melalui perencanaan yang matang, peneliti dapat memastikan bahwa setiap langkah diarahkan menuju pencapaian tujuan penelitian dengan efisien dan efektif.



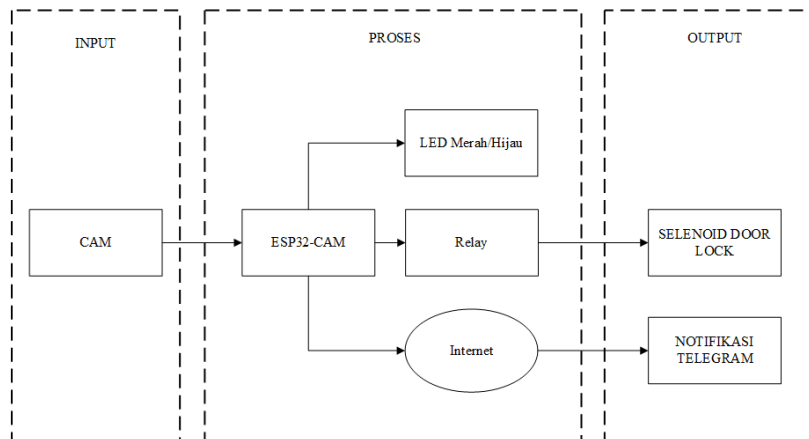
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alur Penelitian

Pada Gambar 3.1 alur penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah studi literatur. Pada tahap ini, mengumpulkan referensi dari berbagai sumber seperti buku, artikel, jurnal, dan situs yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan dari studi literatur adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang topik penelitian dan mengidentifikasi gap atau kekurangan pengetahuan yang dapat menjadi dasar perumusan masalah penelitian. Setelah studi literatur, langkah berikutnya adalah identifikasi masalah. Pada tahap ini, menganalisis dan

mengembangkan referensi yang telah dikumpulkan untuk mengidentifikasi masalah yang akan diteliti. Proses ini melibatkan evaluasi kritis terhadap penelitian terdahulu, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan merumuskan pertanyaan penelitian yang relevan dan signifikan. Setelah identifikasi masalah, penelitian dilanjutkan dengan pengujian sistem. Pengujian sistem melibatkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras bertujuan untuk merancang komponen fisik atau perangkat yang akan digunakan dalam penelitian. Sementara itu, perancangan perangkat lunak melibatkan pengembangan program atau kode menggunakan Bahasa pemrograman, yang akan digunakan dalam pengujian sistem. Selanjutnya, pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan *Flowchart* sistem. *Flowchart* sistem digunakan untuk menggambarkan alur atau urutan langkah dalam sistem yang dirancang. Tujuannya adalah untuk memastikan sistem tertata dengan baik dan dapat dipahami oleh pembaca atau pengguna. Jika terdapat kesalahan atau masalah dalam sistem, dilakukan pengujian ulang dan identifikasi kesalahan untuk memperbaikinya. Setelah pengujian sistem, penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data di lapangan. Data ini diperoleh melalui hasil pengujian dari alat yang telah dirancang. Data yang terkumpul kemudian akan dianalisis dengan menggunakan metode atau teknik analisis yang sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis data ini bertujuan untuk menggali informasi, menarik kesimpulan, dan menjawab pertanyaan penelitian. Secara keseluruhan, alur penelitian ini dimulai dengan studi literatur dan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan perancangan dan pengujian sistem, pengumpulan data di lapangan, dan analisis data. Alur ini membantu dalam merencanakan dan melaksanakan penelitian dengan terstruktur, sehingga memastikan keberhasilan dan keakuratan penelitian yang dilakukan.

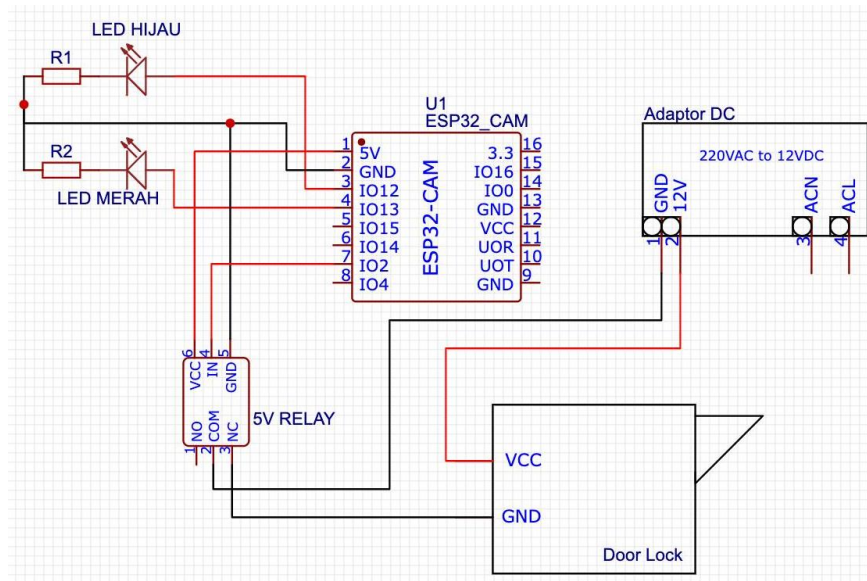
3.3 BLOK DIAGRAM SISTEM

Dalam sebuah sistem atau alat, diagram blok adalah representasi visual yang menggambarkan komponen-komponen utama dan hubungan antara komponen tersebut. Meskipun dalam diagram blok hanya terdapat hubungan jalur antara blok-blok, setiap blok sebenarnya memiliki komponen-komponen yang lebih rinci di dalamnya. Diagram blok di bawah ini menjelaskan tentang cara kerja alat.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Alur Sistem

Pada gambar 3.2 blok diagram sistem ini dimulai dengan input kamera pada ESP32-CAM. Sistem hardware pada ESP32-CAM memiliki alur yang terorganisir untuk mendukung fungsionalitasnya. Pertama, ESP32-CAM berperan sebagai otak dari sistem, menerima *input* dari kamera dan memprosesnya. Hasil pemrosesan tersebut kemudian diarahkan ke LED warna merah dan hijau. LED ini digunakan sebagai indikator pintu terkunci atau terbuka. Selanjutnya, ESP32-CAM terhubung ke *relay*, sebuah saklar elektronik yang dioperasikan secara elektrik. *Relay* ini dapat digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik eksternal, yaitu *solenoid door lock*. Dengan cara ini, sistem dapat mengendalikan penguncian atau pembukaan pintu brankas sesuai dengan kondisi atau perintah yang diterima. Selain itu, ESP32-CAM juga dilengkapi dengan modul *Wi-Fi* yang memungkinkan konektivitas nirkabel ke jaringan. ESP32-CAM juga memiliki koneksi internet yang memungkinkannya terhubung ke jaringan. Melalui koneksi ini, sistem dapat mengirimkan data ke server dan mengonfigurasi pengiriman notifikasi melalui layanan pesan, Telegram. Ini memungkinkan pemilik brankas menerima pemberitahuan tentang status brankas, seperti pembukaan atau penutupan, secara *real-time* melalui aplikasi pesan. Dengan demikian, alur sistem *hardware* ESP32-CAM menciptakan integrasi yang efektif antara input dari kamera, pengolahan data, pengendalian perangkat eksternal, dan komunikasi online untuk memberikan fungsionalitas yang lebih canggih dan notifikasi yang berguna kepada pengguna. Keamanan dan kemudahan penggunaan menjadi prioritas utama dalam desain sistem ini.



Gambar 3. 3 Diagram skematik

Pada Gambar 3.3, ESP32-CAM pin IO2 terhubung langsung ke pin *IN* pada modul *relay*, yang memungkinkan ESP32-CAM untuk mengontrol *relay*. Selain itu, pin IO13 pada ESP32-CAM disambungkan ke anoda (positif) dari LED Merah, sedangkan pin IO12 disambungkan ke anoda (positif) dari LED Hijau. Untuk memastikan kedua LED mendapatkan *ground* yang stabil, pin GND pada ESP32-CAM dihubungkan ke pin GND pada modul *relay* serta ke katoda (negatif) dari kedua LED tersebut. Selain koneksi dengan LED dan modul *relay*, pin 5V dari ESP32-CAM digunakan untuk menyediakan daya ke pin *VIN* pada modul *relay*, memastikan modul *relay* memiliki pasokan daya yang cukup untuk beroperasi. Ketika ESP32-CAM mengirimkan sinyal kontrol melalui pin IO2, modul *relay* menerima sinyal tersebut dan mengaktifkan *relay* jika sinyal tersebut berstatus tinggi (*HIGH*). Dalam kondisi aktif, pin COM dari *relay* terhubung ke sumber daya 12V dari adaptor DC. Hal ini memungkinkan aliran daya menuju *solenoid door lock*, membuat kunci pintu dapat terbuka. Adaptor DC memiliki peran penting dalam sistem ini dengan mengubah tegangan dari 220VAC menjadi 12VDC, yang kemudian digunakan untuk menyuplai daya ke *solenoid door lock* dan modul *relay*. Selain fungsi dasarnya, ESP32-CAM juga memanfaatkan pin IO34 untuk menghubungkan sensor suhu yang memungkinkan sistem untuk memonitor kondisi lingkungan sekitar secara *real-time*. dalam pengendalian lingkungan pada aplikasi yang lebih kompleks.

Tabel 3. 1 Koneksi ESP32-CAM dengan relay

ESP32-CAM	Relay Module
IO2	IN
GND	GND
5V	VIN

Tabel 3. 2 Koneksi ESP32-CAM dengan LED

ESP32-CAM	LED Merah
IO13	POSITIF
ESP32-CAM	LED Hijau
IO12	POSITIF

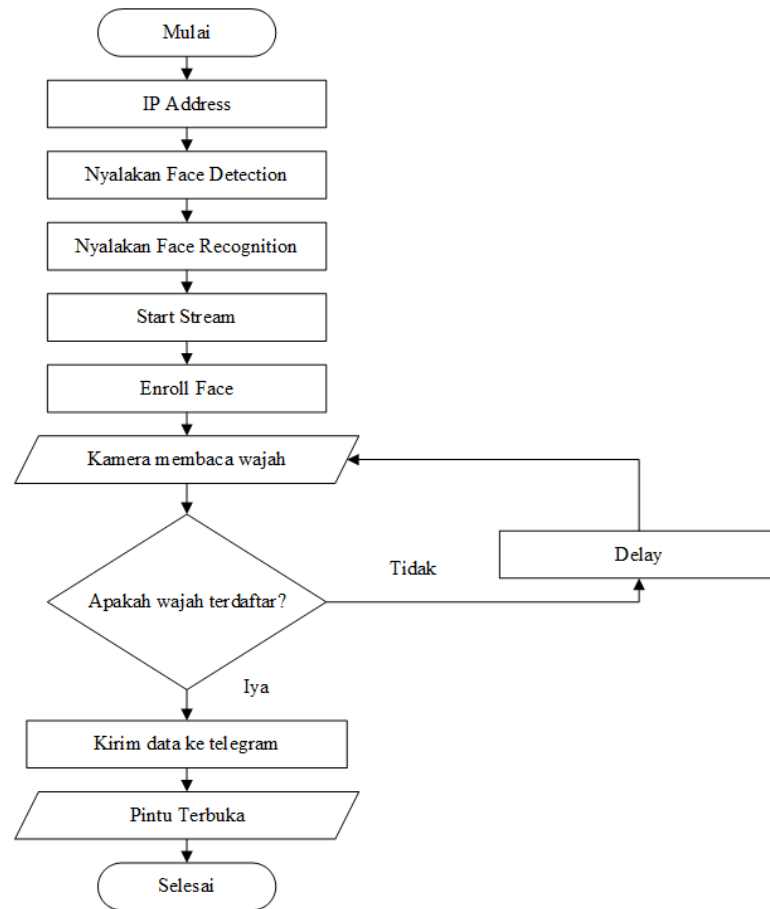
Tabel 3. 3 Koneksi ESP32-CAM dengan selenoid door lock

Relay	Selenoid Door Lock
12V	VCC
NC	GND

Tabel 3.1, tabel 3.2 dan tabel 3.3 menjelaskan koneksi-koneksi pin antara ESP32-CAM dan berbagai komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen-komponen tersebut meliputi *relay*, LED, *selenoid door lock*, dan integrasi dengan Telegram. Koneksi ini menunjukkan bagaimana setiap pin pada ESP32-CAM terhubung ke komponen-komponen tersebut untuk memastikan fungsi yang optimal dan interaksi yang tepat antara semua bagian sistem. *Relay* berfungsi sebagai saklar elektronik, sedangkan LED memberikan indikator visual status kunci. *Selenoid door lock* merupakan mekanisme penguncian. Integrasi dengan Telegram memungkinkan sistem untuk mengirimkan notifikasi *real-time* kepada pengguna.

3.4 FLOWCHART PERANCANGAN SISTEM

Flowchart perancangan sistem adalah alat penting dalam pengembangan sistem untuk menggambarkan alur langkah-langkah dalam perancangan. Dengan *flowchart*, dapat merencanakan secara terperinci, mengidentifikasi bagian penting, dan memastikan tidak ada kesalahan dalam perancangan sistem. *Flowchart* juga membantu memastikan dapat dipahami proses dan tujuannya.



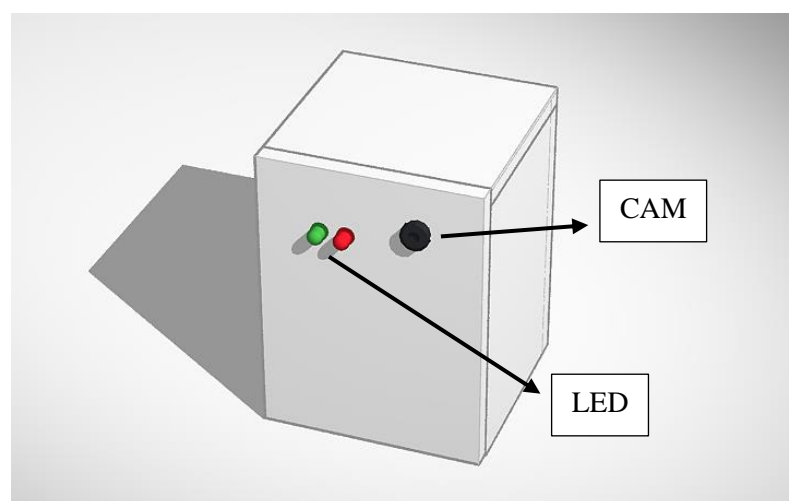
Gambar 3. 4 Flowchart Perancangan Sistem

Pada gambar 3.4 perancangan sistem dimulai dengan langkah awal berupa inisialisasi sistem, dimana sistem melakukan pengaturan *IP Address* untuk memastikan komunikasi yang tepat antara perangkat. Selanjutnya, sistem mengaktifkan fitur *Face Detection* untuk mendeteksi wajah dalam gambar yang diambil oleh kamera. Setelah itu, fitur *Face Recognition* diaktifkan untuk mengenali wajah yang terdeteksi dan mencocokkannya dengan data yang ada dalam database. Kemudian, sistem memulai proses streaming dengan *Start Stream* untuk mengambil gambar secara terus-menerus, dan pada tahap *Enroll Face*, sistem menyimpan wajah yang terdeteksi ke dalam *database* jika wajah tersebut belum terdaftar. Saat kamera aktif, sistem akan mencoba mendeteksi wajah dalam gambar yang diambil. Selanjutnya, hasil deteksi wajah akan dibandingkan dengan data yang ada dalam *datasheet*. Proses perbandingan ini dilakukan untuk menentukan apakah wajah yang terdeteksi cocok dengan data yang sudah tersimpan. Jika tidak ada kecocokan, sistem akan kembali ke langkah membaca wajah melalui kamera, dan

proses ini akan dikenai waktu *delay* sebelum mencoba deteksi lagi. Hal ini memberikan sistem kesempatan untuk mencoba mendeteksi wajah kembali setelah beberapa waktu. Jika wajah terdeteksi dan cocok dengan data pada datasheet, sistem akan beralih ke langkah selanjutnya. Sistem akan mengirimkan data terkait ke *platform* Telegram sebagai pemberitahuan, dan secara bersamaan, pintu atau akses yang terkendali oleh sistem akan dibuka. Proses ini menunjukkan bahwa akses diizinkan untuk orang yang terdeteksi wajahnya dan sesuai dengan data yang tercatat.

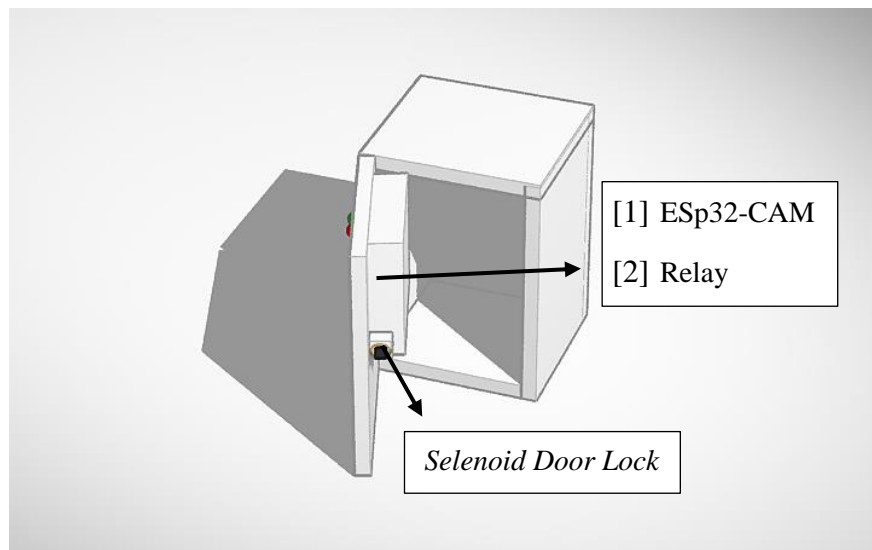
3.5 SIMULASI *PROTOTYPE*

Simulasi *prototype* adalah proses pembuatan model awal atau representasi suatu produk atau sistem yang difungsikan untuk mensimulasikan kinerja dan fungsi yang diinginkan sebelum melangkah ke tahap pembuatan *prototype* fisik yang sesungguhnya. Dengan simulasi *prototype*, langkah ini melibatkan pembuatan model virtual yang mencerminkan secara digital fungsi dan kinerja dari *prototype smart safe*. Proses tersebut memungkinkan untuk mengembangkan dan mengidentifikasi potensi masalah dan memperbaiki desain sebelum menciptakan *prototype* fisik yang sebenarnya. Ukuran *prototype smart safe* tersebut adalah tinggi 40 cm, lebar 30 cm, dan panjang 30 cm. Ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak simulasi yang dapat mensimulasikan fungsi brankas pintar dan integrasinya dengan layanan notifikasi Telegram.



Gambar 3. 5 Simulasi Ketika Pintu Brankas Tertutup

Gambar 3.5 menunjukkan simulasi kondisi ketika pintu brankas dalam keadaan tertutup. Di dalam gambar, terlihat representasi sederhana dari sebuah brankas dengan pintu yang terkunci. Pada panel depan brankas, terdapat tiga lingkaran berwarna yang berfungsi sebagai indikator LED. Di sebelah indikator LED tersebut, terpasang sebuah kamera. Salah satu panah menunjuk langsung ke kamera dengan label "CAM", sementara panah lainnya mengarah ke lingkaran-lingkaran berwarna dengan label "LED". Simulasi ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai posisi dan fungsi dari komponen-komponen utama, yakni kamera dan LED, dalam sistem keamanan brankas. Selain itu, simulasi ini membantu dalam memastikan bahwa desain dan penempatan komponen sesuai dengan tujuan fungsional yang diinginkan.



Gambar 3. 6 Simulasi Ketika Pintu Brankas Terbuka

Gambar 3.6 menampilkan simulasi kondisi ketika pintu brankas terbuka, memberikan representasi tiga dimensi yang jelas mengenai mekanisme kerja pintu. Dalam gambar tersebut, terlihat dua komponen utama yang diberi label pertama, ESP32-CAM yang berfungsi sebagai pengontrol utama, dan kedua, relay yang berperan sebagai saklar elektronik untuk mengoperasikan perangkat eksternal. Pada bagian bawah pintu brankas, terdapat label “*Solenoid Door Lock*” yang menunjukkan posisi dan fungsi dari mekanisme penguncian elektronik. Gambar ini memberikan penjelasan rinci tentang komponen penguncian elektronik.



Gambar 3. 7 Simulasi Notifikasi Telegram Brankas Terbuka

Gambar 3.7 merupakan contoh simulasi notifikasi Telegram yang diterima ketika pintu brankas terbuka. Di bagian tengah layar, terdapat jendela *pop-up* dari aplikasi Telegram dengan pesan berwarna merah muda yang berbunyi "BRANKAS BERHASIL DIBUKA!" Notifikasi ini menunjukkan bahwa sistem keamanan brankas telah mendeteksi pintu terbuka dan mengirimkan peringatan melalui Telegram untuk memberitahu pemiliknya secara *real-time*.



Gambar 3. 8 Simulasi Notifikasi Telegram Brankas Terkunci

Gambar 3.8 menunjukkan simulasi notifikasi Telegram yang diterima ketika pintu brankas terkunci kembali. Di tengah layar, terdapat jendela pop-up dari aplikasi Telegram dengan pesan berwarna merah muda yang berbunyi "BRANKAS TERKUNCI KEMBALI!" Notifikasi ini menandakan bahwa sistem keamanan brankas telah mendeteksi bahwa pintu telah dikunci kembali dan mengirimkan peringatan melalui Telegram untuk memberitahu pemiliknya secara *real-time*.

3.6 PENGUJIAN ESP32-CAM

Pengujian ESP32-CAM merupakan tahap krusial dalam pengembangan sistem untuk memastikan kinerja yang optimal. Proses pengujian ini melibatkan beberapa langkah yang komprehensif, dimulai dari pengujian koneksi fisik untuk memastikan bahwa perangkat telah terpasang dengan benar pada papan pengembangan dan semua kabel terhubung dengan baik. Setelah itu, langkah berikutnya adalah menguji jaringan untuk memverifikasi kemampuan ESP32-CAM terhubung ke *access point* dan mendapatkan akses internet. Selanjutnya, uji kamera dilakukan. Pengujian ini mencakup penggunaan berbagai jarak untuk menentukan jarak optimal di mana ESP32-CAM dapat mendeteksi wajah dengan baik. Dengan menguji deteksi wajah pada berbagai jarak, diharapkan dapat diperoleh data yang komprehensif mengenai kinerja ESP32-CAM dalam situasi dan kondisi yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan 4 wajah orang berbeda, 2 di antaranya wajah terdaftar dan 2 wajah tidak terdaftar. Selain itu, dilakukan pengujian ESP32-CAM dengan menggunakan foto wajah yang ditampilkan di layar *handphone*. Pengujian ini melibatkan 10 wajah orang yang berbeda, dengan 5 wajah orang terdaftar dan 5 orang lagi tidak terdaftar. Dengan serangkaian pengujian yang komprehensif ini, diharapkan sistem ESP32-CAM dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Selain itu, pengujian melibatkan pengecekan akurasi sistem dalam mengirimkan notifikasi status brankas secara *real-time* melalui Telegram.

3.7 PENGUJIAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Pengujian notifikasi melalui bot Telegram pada ESP32-CAM merupakan langkah penting untuk memastikan sistem dapat mengirimkan informasi mengenai status pintu brankas, termasuk upaya akses yang tidak sah dan deteksi wajah, serta

memberikan notifikasi saat brankas dibuka secara *real-time*. Dalam pengujian ini, ESP32-CAM diharapkan dapat terkoneksi ke *access point* dan jaringan internet untuk memfasilitasi pengiriman data. Proses ini melibatkan penggunaan *chat bot Sinfogudar*, yang menggunakan perintah khusus seperti */info* untuk mengirimkan data terkait kondisi pintu brankas dan deteksi wajah. Pengujian mencakup verifikasi koneksi *WiFi*, memastikan bahwa ESP32-CAM dapat mendeteksi peristiwa seperti upaya akses yang tidak sah atau deteksi wajah, dan memastikan bahwa notifikasi yang dikirim melalui bot Telegram diterima dengan baik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan informasi dengan akurat dan tepat waktu kepada pengguna, sehingga meningkatkan keamanan dan responsivitas dalam memantau status brankas.

3.8 PENGUJIAN *CONFUSION MATRIX*

Pengujian menggunakan *confusion matrix* adalah metode evaluasi yang esensial untuk menilai kinerja model atau sistem klasifikasi, terutama dalam konteks *machine learning* atau statistik. *Confusion matrix* menyajikan representasi visual yang menggambarkan sejauh mana model atau sistem mampu mengklasifikasikan data dengan benar atau salah ke dalam berbagai kategori atau kelas yang berbeda. Dalam proses pengujian ini, *confusion matrix* dapat memanfaatkan rumus persamaan (1), (2), dan (3) untuk menyediakan informasi yang lebih rinci mengenai kemampuan model atau sistem dalam menangani setiap kelas atau kategori. Metode ini sangat membantu dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan model, memberikan wawasan yang mendalam tentang area yang memerlukan perbaikan. Selain itu, *confusion matrix* juga memainkan peran penting dalam pembuatan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) dan perhitungan *Area Under the Curve* (AUC), yang merupakan langkah-langkah lanjut untuk evaluasi model klasifikasi yang lebih kompleks. Dengan demikian, penggunaan *confusion matrix* tidak hanya memberikan gambaran umum tentang kinerja model, tetapi juga memungkinkan analisis yang lebih terperinci dan komprehensif untuk meningkatkan akurasi dan efektivitas model klasifikasi.