

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sistem pengenalan wajah menjadi salah satu solusi biometrik yang banyak digunakan dalam pengembangan teknologi keamanan dan otomatisasi, termasuk pada sistem *smart door lock* [1]. Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk mengenali individu berdasarkan karakteristik wajah yang unik. Namun, dalam praktiknya, proses deteksi wajah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan ekspresi wajah pengguna [1]. Salah satu kendala utama yang masih dihadapi adalah kebutuhan pencahayaan yang cukup terang agar sistem dapat mengenali wajah secara akurat. Dalam kondisi cahaya redup, kualitas citra yang ditangkap oleh kamera menurun, sehingga mengakibatkan kegagalan deteksi atau klasifikasi yang tidak tepat. Selain itu, ekspresi wajah seperti tertawa atau menyeringai dapat mengubah struktur fitur wajah, yang menyebabkan model kesulitan dalam melakukan pencocokan citra dengan data pelatihan. Di samping itu, beberapa sistem terdahulu tidak menggunakan data pelatihan secara khusus dan hanya mengandalkan model bawaan, sehingga akurasi deteksi cenderung rendah dan tidak adaptif terhadap kondisi nyata. Permasalahan ini menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah masih memiliki keterbatasan yang perlu diatasi agar dapat berfungsi secara optimal di kondisi nyata yang dinamis [2].

Salah satu penelitian yang relevan adalah karya Fadly, Wibowo, dan Sasmito [3], yang mengembangkan sistem keamanan pintu kamar kos menggunakan teknologi pengenalan wajah. Penelitian ini mengintegrasikan sistem pengenalan wajah dengan aplikasi Telegram sebagai media *monitoring* dan *controlling*, memungkinkan pengguna memantau akses pintu secara *real-time* dari jarak jauh. Fitur ini memberikan fleksibilitas tinggi dan cocok untuk lingkungan kos yang sering membutuhkan pengawasan lebih ketat. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan utama, yaitu ketergantungan pada koneksi internet. Jika jaringan tidak stabil atau tidak tersedia, fungsi *monitoring* dan *controlling* tidak dapat berjalan dengan optimal, sehingga mengurangi keandalan sistem dalam kondisi tertentu. Penelitian lain oleh Suradi, dkk. [4], memanfaatkan ESP32-CAM sebagai

perangkat utama untuk merancang sistem pintu otomatis berbasis pengenalan wajah. Keunggulan utama penelitian ini adalah penggunaan ESP32-CAM, yang memiliki ukuran kecil, biaya yang terjangkau, dan efisiensi tinggi, menjadikannya pilihan ideal untuk desain perangkat keras yang hemat sumber daya. Namun, penelitian ini tidak memanfaatkan platform pelatihan data untuk meningkatkan kemampuan deteksi wajah, sehingga akurasi sistem dalam kondisi pencahayaan rendah atau situasi kompleks masih menjadi tantangan yang belum terselesaikan. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian oleh Singh, dkk. [5], yang menekankan desain perangkat keras minimalis menggunakan ESP32-CAM untuk mendeteksi wajah. Keterbatasan akurasi pada kondisi tertentu, seperti perubahan pencahayaan, masih menjadi kendala utama yang perlu diatasi dalam implementasi sistem ini.

Penelitian ini hadir untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut dengan mengembangkan sistem *smart door lock* berbasis ESP32-CAM. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan *Edge Impulse* sebagai *platform* pelatihan data, yang memungkinkan pengembangan model deteksi wajah yang lebih akurat dan efisien [6]. Selain itu, komponen utama yang digunakan, seperti *solenoid door lock* sebagai aktuator untuk membuka kunci pintu dan *buzzer* sebagai indikator jika wajah tidak dikenali, dirancang untuk bekerja secara optimal dalam lingkungan dengan keterbatasan jaringan. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem dapat memberikan solusi keamanan yang lebih andal, hemat sumber daya, dan relevan untuk kebutuhan keamanan modern di berbagai situasi.

## **1.2. Kajian Penelitian**

Dalam upaya untuk memverifikasi validitas penelitian yang akan dilakukan serta untuk meningkatkan kualitas literasi dan diskusi dalam penelitian ini, Tabel 1.1 menyajikan daftar referensi utama yang mencakup berbagai penelitian terkait yang relevan. Tabel tersebut berfungsi sebagai sumber rujukan yang menggabungkan hasil-hasil penelitian terdahulu yang memiliki hubungan langsung dengan topik yang akan diteliti. Dengan meninjau referensi tersebut, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perkembangan teknologi yang digunakan serta memberikan wawasan tentang pendekatan-

pendekatan yang telah diterapkan dalam penelitian serupa, yang pada gilirannya akan membantu dalam merancang metodologi dan strategi penelitian yang lebih baik..

Tabel 1.1. Rujukan utama.

No.	Judul	Nama Peneliti	Tahun
1.	Sistem Keamanan Pintu Kamar Kos Menggunakan <i>Face Recognition</i> Dengan Telegram Sebagai Media <i>Monitoring</i> Dan <i>Controlling</i>	Erviansyah Fadly, Suryo Adi Wibowo, Agung Panji Sasmito	2021
2.	Rancang Bangun Sistem <i>Smart Door Lock</i> Menggunakan Deteksi Wajah	Carollin Baretina, dkk	2021
3.	Perancangan Sistem Pintu Otomatis Menggunakan ESP32-CAM	Suradi, dkk	2022
4.	<i>ESP32 CAM Face Detection Door Lock</i>	Namrata Singh, dkk	2022
5.	<i>Smart Door Lock Using Face Recognition Access Based on Internet Of Things (IoT)</i>	Farrel Laogi Murjitama, dkk	2024

Peneliti pertama [3] membahas tentang pengembangan sistem keamanan pintu kamar kos yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) untuk memastikan akses hanya diberikan kepada pemilik yang sah. Sistem ini dirancang agar dapat terintegrasi dengan aplikasi Telegram, yang berfungsi sebagai media *monitoring* dan pengendalian jarak jauh. Dengan adanya fitur ini, pemilik dapat memantau status pintu secara *real-time*, membuka atau mengunci pintu dari jarak jauh, serta menerima notifikasi terkait aktivitas pintu, seperti upaya akses yang berhasil atau gagal. Sistem ini menggabungkan teknologi

pengenalan wajah dengan konsep *Internet of Things* (IoT), memberikan kemudahan dalam pengelolaan akses sekaligus meningkatkan keamanan dengan memanfaatkan infrastruktur digital modern.

Peneliti kedua [4] membahas tentang perancangan sistem *smart door lock* yang menggunakan teknologi deteksi wajah sebagai mekanisme utama untuk membuka kunci pintu secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan tingkat keamanan rumah atau ruangan dengan memastikan bahwa hanya individu yang terdaftar dalam database sistem yang dapat diberikan akses. Teknologi deteksi wajah yang diterapkan berbasis pengolahan citra digital, memungkinkan sistem untuk mengenali wajah pengguna dengan akurasi tinggi, sehingga mengurangi risiko akses oleh pihak yang tidak berwenang. Dibandingkan dengan metode keamanan konvensional, seperti kunci fisik atau kode PIN, teknologi ini memberikan perlindungan yang lebih baik karena tidak dapat dengan mudah dimanipulasi atau disalin. Sistem ini menjadi solusi modern yang tidak hanya meningkatkan keamanan, tetapi juga memberikan kenyamanan bagi pengguna melalui proses akses yang cepat dan otomatis.

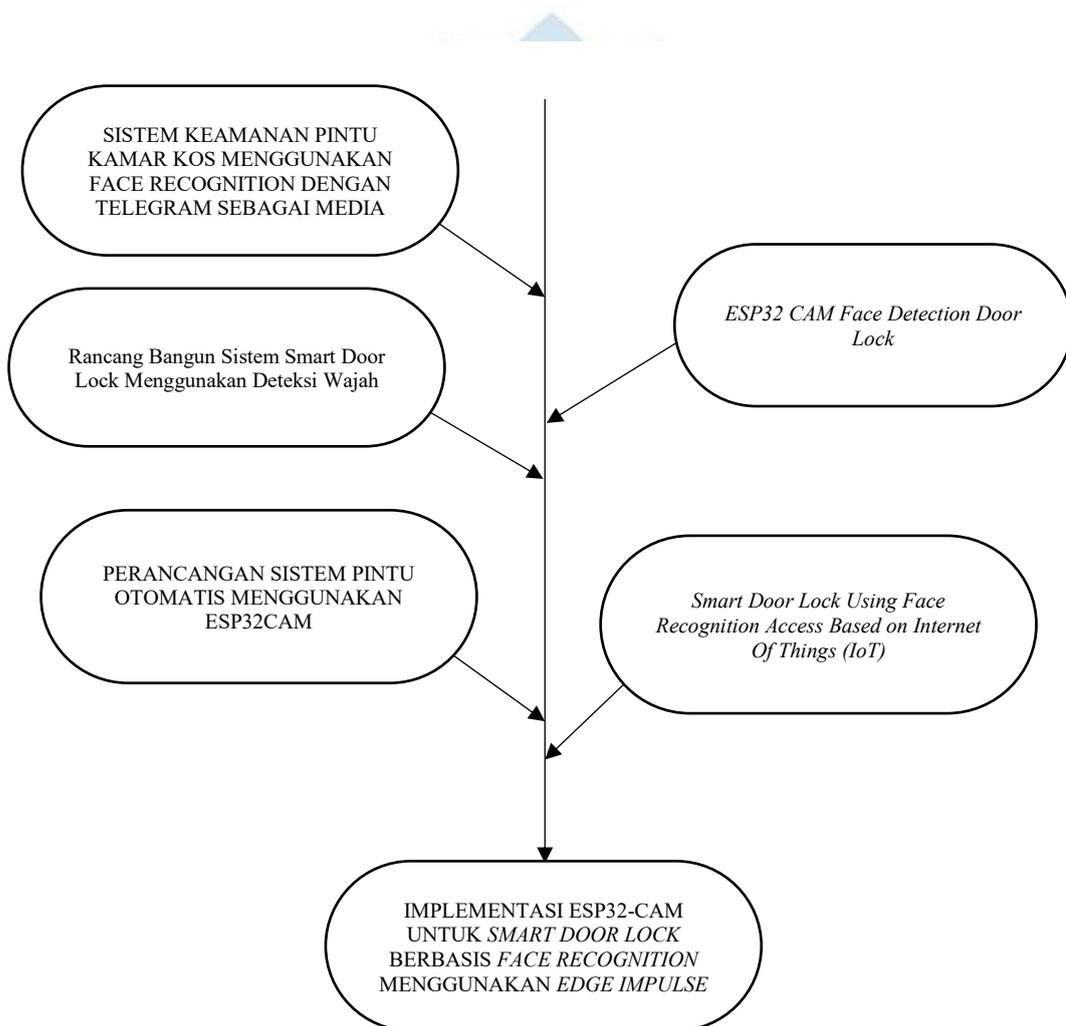
Peneliti ketiga [5] memfokuskan pada perancangan sistem pintu otomatis yang memanfaatkan ESP32-CAM sebagai perangkat utama untuk mendeteksi wajah dan membuka kunci pintu secara otomatis. Dengan menggunakan ESP32-CAM, sistem ini tidak hanya mampu melakukan deteksi wajah dengan tingkat akurasi yang baik, tetapi juga dilengkapi dengan kemampuan untuk terhubung ke jaringan internet, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengendalikan pintu dari lokasi yang jauh melalui koneksi jaringan. Keunggulan penggunaan ESP32-CAM terletak pada ukurannya yang kecil, biaya yang terjangkau, serta kemampuannya dalam menangani pemrosesan citra, menjadikannya solusi ideal untuk sistem keamanan pintu yang efisien dan terjangkau. Penelitian ini memberikan wawasan yang berharga mengenai potensi ESP32-CAM dalam pengembangan sistem keamanan otomatis berbasis deteksi wajah, serta menggaris bawahi pentingnya integrasi teknologi IoT dalam meningkatkan fungsionalitas dan kemudahan penggunaan dalam sistem keamanan modern.

Peneliti keempat [6] Jurnal ini membahas aplikasi penggunaan ESP32-CAM dalam sistem *smart door lock* yang memanfaatkan *face detection* untuk mengidentifikasi pengguna dengan cara yang otomatis. Dalam sistem ini, ESP32-CAM berfungsi untuk mendeteksi wajah pengguna, dan berdasarkan hasil pengenalan tersebut, sistem secara otomatis akan mengunci atau membuka pintu. Teknologi *machine learning* diterapkan dalam proses pengenalan wajah untuk meningkatkan akurasi deteksi, di mana model pengenalan wajah yang diterapkan pada ESP32-CAM dapat memproses citra wajah pengguna secara efisien. Penelitian ini menyoroti bagaimana teknologi *machine learning* digunakan untuk melatih sistem agar dapat mengenali wajah dengan presisi tinggi, yang kemudian diintegrasikan dengan mekanisme penguncian pintu otomatis. Integrasi ini memungkinkan sistem untuk memberikan solusi keamanan yang lebih baik dan lebih canggih, di mana pengguna tidak perlu lagi menggunakan kunci fisik atau PIN untuk mengakses ruangnya. Sistem ini menawarkan kenyamanan, keamanan, serta teknologi yang dapat diandalkan untuk mengatur akses pintu berdasarkan identifikasi wajah secara otomatis.

Peneliti kelima [7] membahas implementasi sistem *smart door lock* yang memanfaatkan teknologi *face recognition* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pengendalian akses pintu. Sistem ini dirancang untuk terhubung langsung ke jaringan internet, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau status akses pintu dari perangkat lain, seperti smartphone, tablet, atau komputer, melalui aplikasi atau *browser web*. Dengan mengintegrasikan ESP32-CAM sebagai perangkat utama untuk deteksi wajah dan kemampuan IoT untuk komunikasi data, sistem ini menawarkan solusi keamanan yang cerdas dan fleksibel. Pengguna dapat mengakses dan mengendalikan sistem kapan saja dan di mana saja, memberikan kenyamanan dan kemudahan tanpa tergantung pada lokasi fisik. Teknologi ini memberikan keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional, karena hanya individu yang terdaftar yang dapat mengakses pintu, sementara juga menyediakan kontrol jarak jauh yang meningkatkan kenyamanan pengguna.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi berbagai keterbatasan dari penelitian

sebelumnya dengan mengembangkan sistem smart door lock berbasis ESP32-CAM yang bersifat mandiri dan tidak bergantung pada konektivitas internet. Sistem ini menggunakan platform *Edge Impulse* untuk melatih model pengenalan wajah, sehingga meningkatkan akurasi deteksi, termasuk dalam kondisi pencahayaan rendah atau gangguan visual lainnya. Dengan mengintegrasikan *solenoid door lock* sebagai mekanisme utama untuk membuka pintu dan *buzzer* sebagai indikator jika akses ditolak, penelitian ini menawarkan solusi keamanan yang lebih andal, efisien, serta cocok untuk digunakan di lingkungan dengan keterbatasan jaringan internet. Hubungan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Hubungan penelitian.

### 1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi dari ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse*?
2. Bagaimana kinerja dari implementasi ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse*?

### 1.4. Tujuan dan Manfaat

#### 1.4.1. Tujuan

Adapun tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini berfokus pada:

1. Merancang dan mengimplementasikan ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse*.
2. Menganalisis kinerja *smart door lock* berbasis ESP32-CAM untuk *face recognition* menggunakan *edge impulse* dengan berbagai pengujian.

#### 1.4.2. Manfaat

Pada penelitian ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat berupa:

1. Manfaat Akademis

Penelitian mengenai implementasi ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse* memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi. Penelitian ini memperdalam pemahaman tentang cara mengintegrasikan IoT dengan *Machine Learning*, khususnya dalam mengoptimalkan algoritma pengenalan wajah pada perangkat dengan sumber daya yang terbatas. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi yang berguna bagi para akademisi dan peneliti yang tertarik untuk mengembangkan sistem serupa atau melakukan penelitian lebih lanjut di bidang kendali. Selain itu, penelitian ini juga berperan dalam mengembangkan metode-metode efisien dalam pemrosesan citra, yang memberikan kontribusi penting bagi dunia akademis.

## 2. Manfaat Praktis

Penelitian ini menawarkan solusi keamanan yang praktis dan efisien untuk kehidupan sehari-hari. Dengan menggunakan teknologi pengenalan wajah sebagai metode membuka pintu, sistem ini menghilangkan kebutuhan akan kunci fisik atau PIN yang rentan hilang atau disalahgunakan. Pemilihan ESP32-CAM sebagai platform utama memberikan solusi yang ekonomis dan efektif, mengintegrasikan kamera dengan prosesor dalam satu perangkat berbiaya rendah. Sistem ini cocok untuk diterapkan di berbagai lingkungan seperti rumah tinggal, kantor, atau laboratorium, di mana keamanan yang handal diperlukan tanpa menambah kompleksitas atau biaya tinggi.

### 1.5. Batasan Masalah

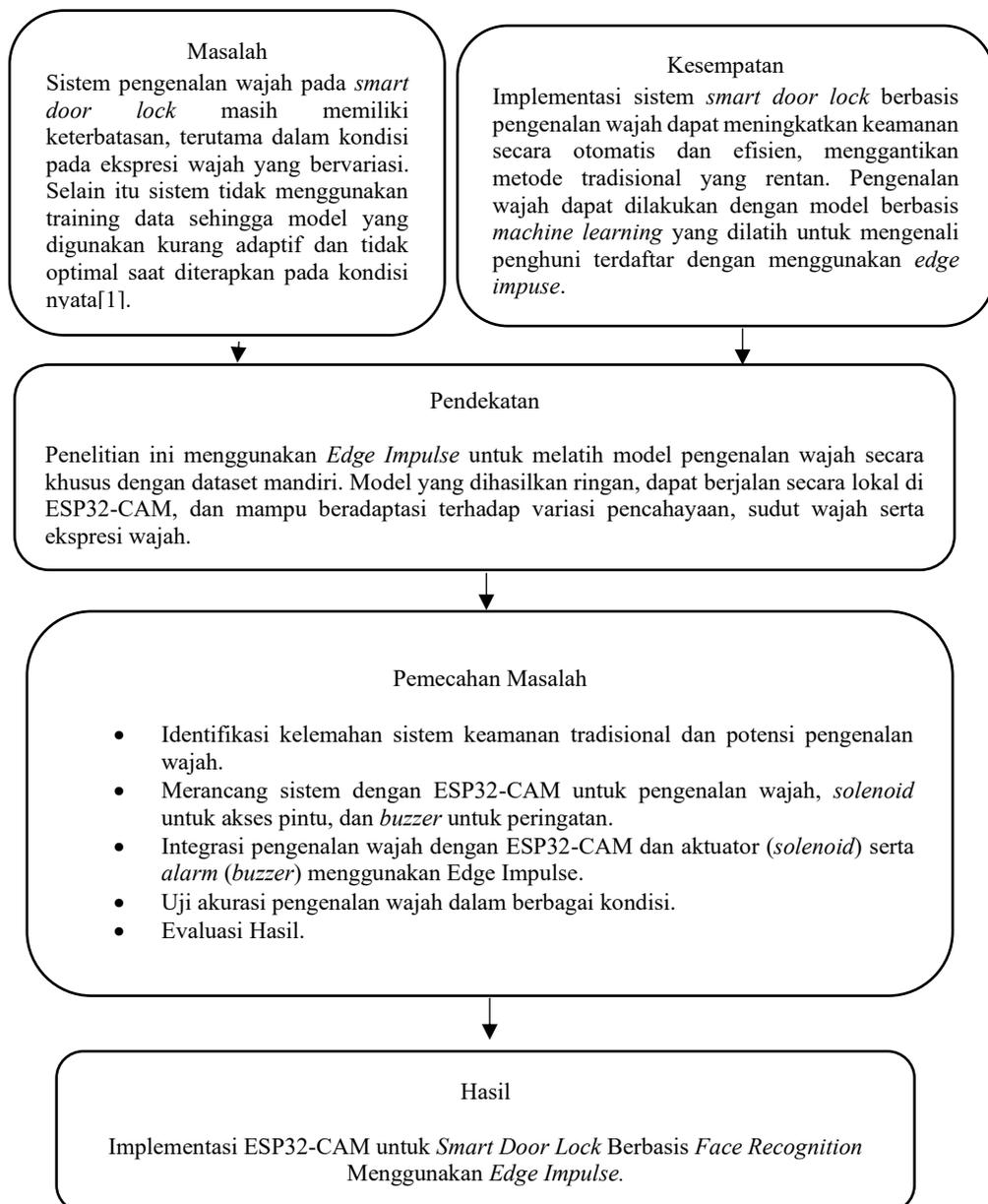
Masalah yang berhubungan dengan fokus penelitian ini sangat luas, oleh karena itu penulis membatasi metode masalah berupa:

1. Sistem menggunakan ESP32-CAM sebagai perangkat utama untuk melakukan pengenalan wajah dan mengontrol aktuator.
2. Dataset yang digunakan terdiri dari gambar wajah yang diambil manual menggunakan kamera ESP32-CAM, dengan total data 80 citra wajah.
3. Sistem bekerja dengan sudut pandang wajah yang wajar (frontal atau sedikit miring) dan tidak dirancang untuk pengenalan wajah dari sudut ekstrem.
4. Sistem hanya mengontrol *solenoid door lock* untuk membuka kunci pintu ketika wajah dikenali. Sistem memberikan peringatan suara melalui *buzzer* apabila wajah tidak dikenali.
5. Evaluasi model dapat dilakukan menggunakan *confusion matrix*, seperti *precision*, *recall*, dan *F1-Score*

### 1.6. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah suatu alur logis yang menggambarkan hubungan antara konsep-konsep atau variabel yang akan diteliti, berdasarkan teori atau penelitian terdahulu. Kerangka ini membantu peneliti merumuskan hipotesis atau asumsi dasar yang ingin diuji, serta menunjukkan bagaimana penelitian akan

dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Dengan adanya kerangka berpikir, peneliti dapat memastikan bahwa penelitian berjalan sistematis dan fokus pada masalah yang telah dirumuskan. Hal ini menjadi landasan dalam melakukan penulisan ilmiah. Oleh karena itu, dalam menguraikan gagasan-gagasan penelitian, dikembangkan suatu kerangka berpikir. pada tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Kerangka berpikir.

## 1.7. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ditulis secara metodis dan disusun dalam enam bab, yang masing-masing bab mempunyai beberapa sub-bab. Bab-bab tersebut adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berupa pendahuluan menjelaskan mengenai permasalahan berupa latar belakang, penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan praktis, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

### **BAB II TEORI DASAR**

Bab ini memberikan justifikasi teoritis untuk topik-topik yang berkaitan dengan penelitian, seperti metode pengenalan wajah berbasis *edge impulse*, serta survei literatur mengenai teori dasar sistem pengolahan citra, fungsi perangkat keras ESP32-CAM, integrasi *solenoid door lock* dan *buzzer*, serta desain sistem *smart door lock* berbasis *face recognition* yang berhubungan langsung dengan keamanan pintu otomatis.

### **BAB III METODOLOGI DAN JADWAL PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode atau jadwal penelitian yang mencakup tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian pada implementasi ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition*. Tahapan tersebut meliputi perancangan sistem pengenalan wajah, pengumpulan data wajah menggunakan ESP32-CAM, proses *training* data dengan *edge impulse*, pengujian sistem pada perangkat keras seperti *solenoid door lock* dan *buzzer*, analisis data hasil pengujian, serta rencana jadwal penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT**

Bab ini menjelaskan alur tahap-tahap perancangan, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi baik dalam segi *software* maupun *hardware* untuk implementasi ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse*.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini memaparkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis data yang diperoleh pada saat pengujian sistem implementasi ESP32-CAM untuk *smart door lock* berbasis *face recognition* menggunakan *edge impulse*.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang bagian penutup dari penelitian. Bagian ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian, serta saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

