

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda motor merupakan salah satu moda transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia karena praktis, ekonomis, dan mampu menjangkau berbagai kondisi jalan. Seiring meningkatnya penggunaan sepeda motor, helm menjadi perlengkapan keselamatan yang wajib digunakan oleh pengendara. Namun, dalam praktiknya helm sering diletakkan secara terbuka pada kendaraan yang diparkir di area umum sehingga rentan terhadap tindakan pencurian. Risiko tersebut semakin tinggi karena helm memiliki nilai ekonomis yang cukup besar serta mudah dipindahtangankan, sementara fasilitas penyimpanan yang aman masih terbatas [1], [5].

Berbagai upaya pengamanan helm telah dilakukan, seperti penggunaan pengait helm, kunci tambahan, maupun penyimpanan di bagasi kendaraan. Akan tetapi, metode tersebut masih memiliki kelemahan karena mudah dirusak, kurang praktis, dan belum mampu memberikan kontrol akses yang baik terhadap pengguna [3]. Selain itu, metode konvensional juga belum menyediakan kemampuan pemantauan secara *real-time* sehingga pengguna tidak dapat mengetahui kondisi keamanan helm ketika kendaraan ditinggalkan dalam waktu tertentu [2].

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pemantauan dan pengendalian secara jarak jauh. Pemanfaatan IoT pada sistem keamanan telah berkembang pesat dan banyak diterapkan pada sistem *smart lock* untuk meningkatkan keamanan akses pengguna [4], [7]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu mendukung proses *monitoring* dan pengendalian perangkat secara lebih fleksibel melalui jaringan internet [6], [10].

Dalam sistem keamanan modern, autentikasi pengguna menjadi salah satu aspek penting untuk mencegah akses oleh pihak yang tidak berwenang. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah *Radio Frequency Identification* (RFID) karena mampu melakukan identifikasi pengguna secara cepat dan akurat [5].

Implementasi RFID pada sistem pengunci pintu berbasis IoT juga terbukti mampu meningkatkan keamanan dan kemudahan pengelolaan akses pengguna [8], [9].

Selain autentikasi, sistem keamanan memerlukan metode pengendalian yang mampu mengatur alur kerja perangkat secara terstruktur. *Finite State Machine* (FSM) merupakan metode yang banyak digunakan untuk mengendalikan perpindahan kondisi sistem berdasarkan masukan tertentu [11]. Penerapan FSM pada berbagai sistem kendali telah terbukti mampu meningkatkan keandalan proses otomatisasi dan mempermudah perancangan logika kontrol [12], [13].

Di sisi lain, perkembangan modul ESP32-CAM memberikan kemampuan tambahan berupa pemantauan visual melalui kamera yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Pemanfaatan ESP32-CAM pada sistem keamanan rumah menunjukkan bahwa perangkat tersebut mampu melakukan pengambilan gambar dan monitoring secara efektif [14], [17]. Integrasi ESP32-CAM dengan Telegram juga memungkinkan sistem mengirimkan notifikasi beserta foto secara *real-time* kepada pengguna ketika terjadi aktivitas yang mencurigakan [16], [18].

Beberapa penelitian lainnya telah mengembangkan sistem keamanan berbasis Telegram untuk meningkatkan kemampuan pemantauan jarak jauh. Telegram dinilai efektif sebagai media komunikasi karena mampu mengirimkan pesan, foto, maupun informasi kondisi sistem secara cepat melalui jaringan internet [15], [20]. Selain itu, kombinasi ESP32-CAM dan Telegram juga telah berhasil diterapkan pada sistem keamanan berbasis pengenalan wajah untuk meningkatkan tingkat keamanan akses pengguna [19].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, sebagian besar pengembangan sistem keamanan berbasis IoT masih difokuskan pada pengamanan pintu, rumah, loker, maupun *smart lock*. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan RFID sebagai autentikasi akses, ESP32-CAM sebagai media monitoring, Telegram sebagai sarana notifikasi, serta FSM sebagai metode pengendalian pada sistem brankas helm masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan RFID sebagai mekanisme autentikasi pengguna, ESP32 sebagai pengendali utama, ESP32-WROVER-CAM dengan kamera OV2640 sebagai

media *monitoring*, Telegram Bot sebagai sarana notifikasi, serta *solenoid door lock* sebagai pengunci elektronik. Metode *Finite State Machine* (FSM) diterapkan untuk mengatur alur kerja sistem agar lebih terstruktur dan andal. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan keamanan penyimpanan helm serta meminimalkan risiko pencurian di area parkir umum.

1.2 Kajian Riset Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu dilakukan untuk mengidentifikasi perkembangan riset yang relevan dengan topik penelitian serta memahami pendekatan, metode, dan teknologi yang telah digunakan sebelumnya. Melalui kajian ini, peneliti dapat membandingkan hasil-hasil penelitian terdahulu, menghindari duplikasi penelitian, serta menemukan celah penelitian (*research gap*) yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Ringkasan kajian penelitian terdahulu yang relevan dengan perancangan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Kajian riset terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun
1	Rancang Bangun Pengaman Brankas Menggunakan RFID, PIN dan GPS Berbasis Arduino Mega dan <i>Internet of Things</i> (IoT)	M. F. Husni, Elfizon	2022
2	<i>Implementation of Door Lock System Using Keyword and RFID</i>	Erina Suwenty, Rahmi Hidayanti, Kartika Sari	2025
3	Sistem Kontrol Keamanan <i>Solenoid Door Lock</i> Berbasis Arduino	Zuriati, Abdurrahman Irfan, Gede Wahyu Pratama, Rosi Dina Fauzan Azim	2023

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun
4	Sistem <i>Smart Lock Door</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) Menggunakan ESP32	R. H. Firmansyah, C. Mukmin	2023
5	Rancang Bangun Sistem <i>Smart Door Lock</i> Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) dan <i>Smartphone Android</i>	I. Maulana, E. Azriadi, R. J. Musridho	2023
6	<i>Implementation of Finite State Machine in Flowchart-Based Visual Programming Game</i>	I. Al Mahdi, S. Bukhori, M. A. Furqon	2025
7	Sistem Keamanan Rumah Berbasis ESP32-CAM dan Telegram sebagai Notifikasi	H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, D. Nusyirwan	2023
8	Perancangan dan Implementasi Sistem <i>Monitoring</i> Keamanan Toko Berbasis IoT dengan ESP32-CAM	N. Imamah, S. WP, A. Reynaldi	2022
9	Implementasi Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis <i>Face Recognition</i> di <i>Proactive Robotic</i> : Integrasi ESP32-CAM dan Telegram	H. Syafutra dkk.	2023
10	Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan ESP32-CAM	A. M., A. Febryan, A. Adriani, R. Rahmania	2024

Penelitian yang dilakukan oleh Husni dan Elfizon mengembangkan sistem pengaman brankas berbasis RFID, PIN, GPS, dan IoT. Sistem tersebut mampu

meningkatkan keamanan melalui autentikasi berlapis dan pelacakan lokasi. Namun, perangkat yang digunakan masih berbasis Arduino Mega sehingga kurang efisien untuk implementasi pada sistem yang membutuhkan dimensi lebih ringkas seperti brankas helm [1].

Penelitian oleh Suwanty, Hidayanti, dan Sari menerapkan RFID sebagai metode autentikasi pada sistem pengunci pintu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RFID mampu memberikan proses identifikasi pengguna secara cepat dan mudah. Akan tetapi, sistem yang dikembangkan belum mendukung *monitoring* jarak jauh melalui internet sehingga fungsionalitasnya masih terbatas pada akses lokal [2].

Penelitian Zuriati, Irfan, Pratama, dan Azim membahas implementasi *solenoid door lock* sebagai aktuator pengunci elektronik berbasis Arduino. Sistem mampu mengendalikan proses penguncian dan pembukaan pintu dengan baik, namun belum mengintegrasikan autentikasi RFID maupun teknologi IoT sebagai sarana monitoring dan pengendalian [3].

Penelitian oleh Firmansyah dan Mukmin mengembangkan *smart lock door* berbasis ESP32 dan IoT yang memungkinkan pengendalian sistem melalui jaringan internet. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa ESP32 memiliki kemampuan yang baik sebagai pengendali utama sistem keamanan. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum memanfaatkan kamera maupun sistem monitoring visual untuk meningkatkan keamanan akses [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Maulana, Azriadi, dan Musridho mengembangkan *smart door lock* berbasis ESP32 dan Android. Sistem mampu memberikan kemudahan akses dan pengendalian melalui perangkat bergerak. Akan tetapi, penelitian tersebut belum mengimplementasikan mekanisme pengawasan visual maupun pengendalian berbasis FSM untuk meningkatkan keandalan sistem [9].

Dari sisi metode pengendalian, penelitian oleh Al Mahdi, Bukhori, dan Furqon menunjukkan bahwa *Finite State Machine* (FSM) mampu mengatur perpindahan kondisi sistem secara sistematis dan mengurangi kesalahan logika

pada proses otomatisasi. Namun, penelitian tersebut belum diterapkan pada sistem keamanan berbasis IoT maupun RFID [11].

Pada aspek *monitoring*, penelitian Kusuma, Wijaya, dan Nusyirwan berhasil mengintegrasikan ESP32-CAM dengan Telegram untuk mengirimkan notifikasi keamanan secara *real-time* kepada pengguna [14]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Imamah, WP, dan Reynaldi yang memanfaatkan ESP32-CAM sebagai perangkat *monitoring* keamanan berbasis IoT [17].

Selain itu, penelitian Syafutra dkk. mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis *face recognition* dengan integrasi ESP32-CAM dan Telegram. Sistem mampu meningkatkan keamanan akses melalui verifikasi visual pengguna [19]. Penelitian A. M. dkk. juga menunjukkan bahwa ESP32-CAM dan Telegram dapat digunakan secara efektif untuk mengirimkan notifikasi serta gambar kondisi lingkungan secara *real-time* [20].

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian hanya berfokus pada salah satu aspek keamanan, seperti autentikasi RFID, *smart lock* berbasis IoT, penggunaan *solenoid door lock*, penerapan FSM, atau monitoring menggunakan ESP32-CAM dan Telegram. Hingga saat ini masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan seluruh komponen tersebut ke dalam satu sistem keamanan terpadu yang secara khusus ditujukan untuk pengamanan helm. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggabungkan RFID sebagai autentikasi akses, ESP32 sebagai pengendali utama, ESP32-WROVER-CAM sebagai media *monitoring*, Telegram Bot sebagai sarana notifikasi, *solenoid door lock* sebagai aktuator pengunci, serta *Finite State Machine* (FSM) sebagai metode pengendalian sistem. Integrasi tersebut diharapkan mampu menghasilkan sistem keamanan helm yang lebih efektif, terstruktur, dan dapat dipantau secara *real-time*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan kajian penelitian terdahulu yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dan pengimplementasian sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID), ESP32-WROVER-CAM, dan Telegram Bot sebagai sistem autentikasi, *monitoring*, dan notifikasi keamanan?
2. Bagaimana menerapkan metode *Finite State Machine* (FSM) pada sistem brankas helm untuk mengatur proses autentikasi, penguncian, pembukaan, dan *monitoring* sistem secara terstruktur?
3. Bagaimana kinerja sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam melakukan autentikasi pengguna, pengendalian pengunci elektronik, pendeteksian kondisi brankas, serta pengiriman notifikasi dan gambar secara *real-time* kepada pengguna?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID), ESP32-WROVER-CAM, dan Telegram Bot sebagai sistem autentikasi, *monitoring*, dan notifikasi keamanan.
2. Menerapkan metode *Finite State Machine* (FSM) untuk mengatur alur kerja sistem brankas helm agar proses autentikasi, penguncian, pembukaan, dan *monitoring* dapat berjalan secara terstruktur.
3. Menguji dan menganalisis kinerja sistem dalam melakukan identifikasi pengguna, pengendalian *solenoid door lock*, deteksi kondisi brankas menggunakan sensor *infrared*, serta pengiriman notifikasi dan gambar melalui Telegram secara *real-time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada bidang sistem tertanam (*embedded system*), *Internet of Things* (IoT), sistem keamanan berbasis mikrokontroler, serta penerapan metode *Finite State Machine* (FSM) dalam pengendalian sistem otomatis. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi sarana penerapan konsep integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang melibatkan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID), ESP32-WROVER-CAM, sensor *infrared*, Telegram Bot, dan pengunci elektronik dalam membangun sistem keamanan yang terstruktur, terotomatisasi, dan dapat dipantau secara *real-time*.

Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem keamanan berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya yang memanfaatkan *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai autentikasi akses, kamera sebagai media *monitoring*, serta Telegram sebagai sarana komunikasi dan notifikasi jarak jauh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan kajian dan pengembangan lebih lanjut bagi penelitian yang berkaitan dengan sistem keamanan cerdas, sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT), serta penerapan metode *Finite State Machine* (FSM) pada sistem kendali berbasis mikrokontroler.

Selain memberikan manfaat dalam pengembangan teknologi, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan solusi alternatif untuk meningkatkan keamanan penyimpanan helm di area parkir umum melalui penerapan sistem brankas helm yang mampu melakukan autentikasi pengguna, penguncian otomatis, pemantauan kondisi brankas, serta pengiriman notifikasi secara *real-time* kepada pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu meminimalkan risiko kehilangan helm dan meningkatkan rasa aman bagi pengguna kendaraan bermotor.

1.6 Batasan Masalah

Permasalahan yang berkaitan dengan sistem keamanan helm berbasis *Internet of Things* (IoT) memiliki ruang lingkup yang cukup luas. Oleh karena itu,

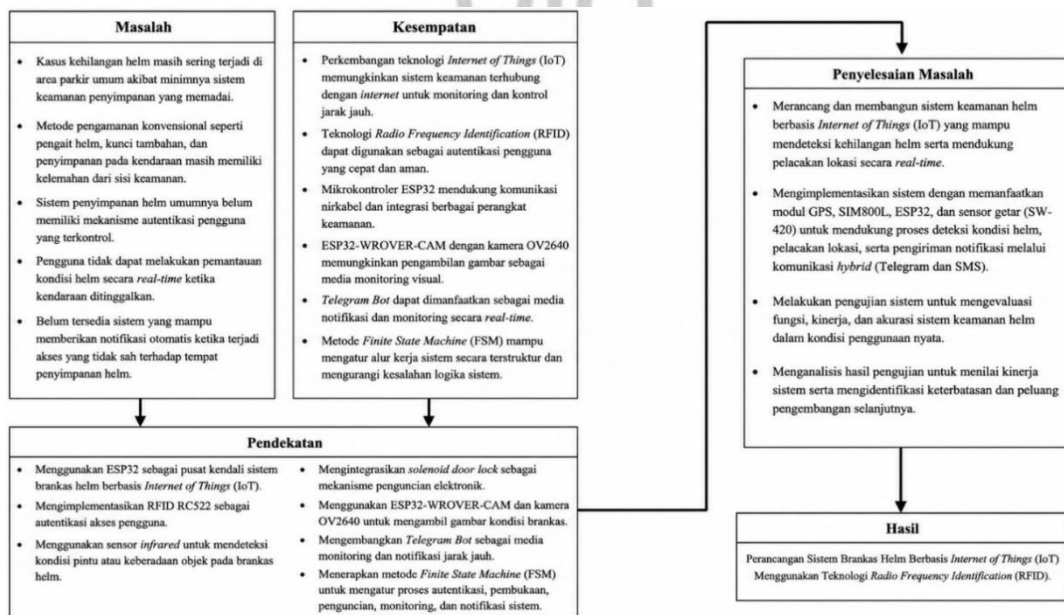
dalam penelitian ini diperlukan batasan masalah agar pembahasan lebih terfokus dan hasil penelitian menjadi lebih spesifik. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang difokuskan pada pengamanan helm menggunakan brankas helm tertutup dan tidak membahas sistem pelacakan lokasi helm maupun kendaraan.
2. Metode autentikasi pengguna menggunakan kartu atau *tag Radio Frequency Identification* (RFID) yang telah terdaftar pada sistem.
3. Mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali utama sistem adalah ESP32.
4. Sistem monitoring menggunakan ESP32-WROVER-CAM yang dilengkapi modul kamera OV2640 untuk mengambil gambar kondisi brankas.
5. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kondisi objek atau pintu brankas adalah sensor *infrared*.
6. Mekanisme penguncian menggunakan *solenoid door lock* yang dikendalikan melalui *relay module*.
7. Sistem komunikasi *Internet of Things* (IoT) menggunakan Telegram Bot sebagai media notifikasi dan *monitoring* jarak jauh.
8. Metode *Finite State Machine* (FSM) digunakan untuk mengatur logika kerja sistem, meliputi proses autentikasi, pembukaan, penguncian, *monitoring*, dan pemberian notifikasi.
9. Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++.
10. Pengujian dilakukan dalam skala prototipe dan lingkungan laboratorium yang mensimulasikan kondisi area penitipan helm.
11. Penelitian tidak membahas aspek keamanan jaringan (*network security*), enkripsi data Telegram, maupun serangan siber terhadap sistem.
12. Penelitian tidak membahas pengenalan wajah (*face recognition*), penyimpanan data berbasis *cloud*, maupun pengembangan aplikasi *mobile* khusus selain Telegram Bot.

13. Sistem dirancang untuk beroperasi menggunakan catu daya (*power supply*) utama. Pengujian dilakukan pada kondisi sumber listrik tersedia, sehingga sistem tidak membahas mekanisme operasi saat terjadi pemadaman listrik maupun penggunaan catu daya cadangan (*backup power*).
14. Pengujian sistem dilakukan sesuai skenario operasional penggunaan brankas helm, yaitu proses registrasi RFID, penyimpanan helm, pengambilan helm, monitoring, dan autentikasi. Penelitian tidak membahas pengujian di luar skenario penggunaan tersebut, seperti penyimpanan objek selain helm atau kondisi penggunaan yang tidak sesuai dengan prosedur sistem.

1.7 Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir penelitian ini disusun untuk menjelaskan alur logis dalam mengidentifikasi permasalahan, melihat peluang pemanfaatan teknologi, serta merumuskan solusi yang tepat dalam perancangan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID). Kerangka berpikir ini menjadi dasar dalam merancang sistem yang terstruktur dan sistematis, sebagaimana digambarkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berfikir

1.8 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian yang dilakukan. Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri atas enam bab yang saling berkaitan, yaitu sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang yang menjelaskan fenomena dan permasalahan terkait risiko pencurian helm serta kebutuhan akan sistem keamanan yang lebih efektif, modern, dan terintegrasi. Pada bab ini juga disajikan kajian riset terdahulu yang digunakan sebagai dasar perbandingan dengan penelitian sebelumnya, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berpikir, serta sistematika penulisan tugas akhir.

Bab II Teori Dasar

Bab ini membahas landasan teori dan konsep-konsep yang mendukung penelitian. Pembahasan meliputi *Internet of Things* (IoT), *Radio Frequency Identification* (RFID), *Finite State Machine* (FSM), mikrokontroler ESP32, ESP32-WROVER-CAM dan modul kamera OV2640, Telegram Bot sebagai media komunikasi sistem, sensor *infrared*, *solenoid door lock*, *relay module*, *Liquid Crystal Display* (LCD), *buzzer*, *humidifier*, serta teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan perancangan sistem brankas helm berbasis IoT.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem brankas helm berbasis *Internet of Things* (IoT). Tahapan penelitian meliputi studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, pengujian sistem, serta analisis hasil pengujian. Pada bab ini juga disajikan jadwal penelitian yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan kegiatan penelitian.

Bab IV Perancangan dan Implementasi Sistem

Bab ini membahas proses perancangan dan implementasi sistem yang dikembangkan. Pembahasan meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan diagram blok, diagram alur sistem, perancangan *Finite State Machine* (FSM), perancangan perangkat keras yang terdiri dari ESP32, RFID RC522, ESP32-WROVER-CAM, sensor *infrared*, *solenoid door lock*, LCD, dan *buzzer*, serta perancangan perangkat lunak berupa algoritma sistem dan Telegram Bot. Selain itu, pada bab ini dijelaskan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dirancang.

Bab V Pengujian dan Analisis

Bab ini menjelaskan proses pengujian dan analisis terhadap sistem yang telah dibangun. Pengujian dilakukan pada setiap komponen perangkat keras dan perangkat lunak, seperti RFID, sensor *infrared*, ESP32-WROVER-CAM, *solenoid door lock*, LCD, *buzzer*, Telegram Bot, dan *Finite State Machine* (FSM). Selain itu, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui tingkat keberhasilan, keandalan, dan waktu respons sistem. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dikembangkan.

Bab VI Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan dan penyempurnaan penelitian di masa mendatang.