

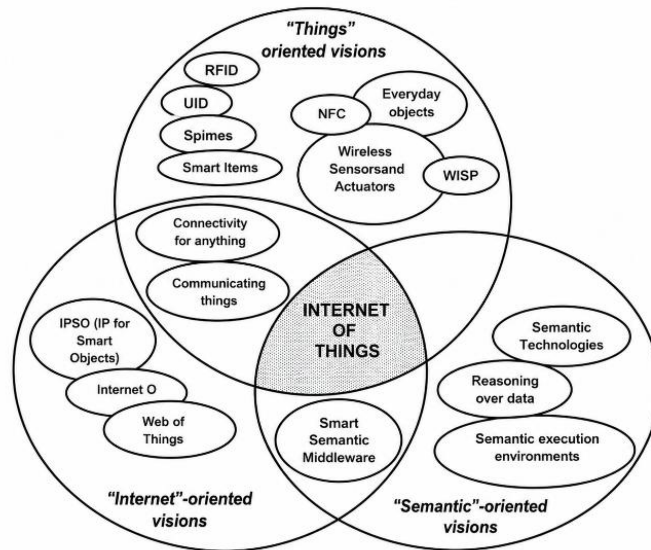
BAB II KERANGKA TEORITIS

A. Landasan Teori

Landasan teori ini memberikan dasar konsep terkait teknologi yang digunakan dalam sistem keamanan gerbang berbasis IoT. Teori-teori yang dibahas mendukung bagaimana perangkat keras, perangkat lunak, serta komunikasi data diterapkan dalam sistem pada tahap implementasi.

1. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet untuk bertukar data secara otomatis. Menurut Tri Rachmadi (2020), Internet of Things adalah jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung dan mampu mengirim serta menerima data melalui internet tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Selain itu, konsep IoT tidak hanya terbatas pada konektivitas perangkat, tetapi juga dibangun berdasarkan tiga visi utama menurut Yudhanto (2019), yaitu thing-oriented vision, internet-oriented vision, dan semantic-oriented vision sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1. Thing-oriented vision berfokus pada objek atau perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan perangkat identifikasi yang dapat diintegrasikan ke dalam sistem digital, internet-oriented vision menekankan pada konektivitas jaringan sebagai media komunikasi antar perangkat untuk memungkinkan pertukaran data secara real-time, sedangkan semantic-oriented vision berfokus pada pengolahan dan pemaknaan data sehingga informasi yang dihasilkan dapat digunakan dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, Internet of Things merupakan integrasi antara perangkat fisik, konektivitas jaringan, serta pengolahan data yang saling mendukung dalam membentuk suatu sistem yang terhubung secara cerdas.

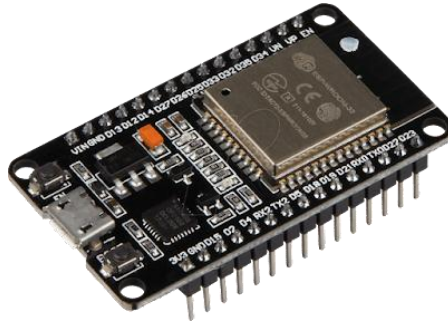


Gambar 2.1 Konsep Utama Lahirnya IoT

Sumber: (Yudhanto, 2019, Pengantar Teknologi *Internet of Things* (IoT)).

2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dirancang untuk kebutuhan aplikasi Internet of Things karena memiliki modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi serta efisiensi daya yang tinggi. Menurut (Dodi Yudo Setyawan, n.d., p. 7), ESP32 merupakan mikrokontroler efisien yang telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth dual-mode, sehingga mendukung pengembangan berbagai aplikasi berbasis Internet of Things (IoT). Dalam penelitian ini, ESP32 difungsikan sebagai pusat kendali utama yang terhubung dengan limit switch sebagai input status gerbang dan motor DC sebagai aktuator pembuka dan penutup gerbang. ESP32 juga berperan dalam mengirim dan menerima data melalui protokol HTTP ke server Node.js serta memicu notifikasi real-time ke Telegram Bot. Dengan kemampuan pemrosesan dan komunikasi tersebut, ESP32 mendukung operasional sistem keamanan gerbang secara otomatis, responsif, dan dapat dipantau jarak jauh.

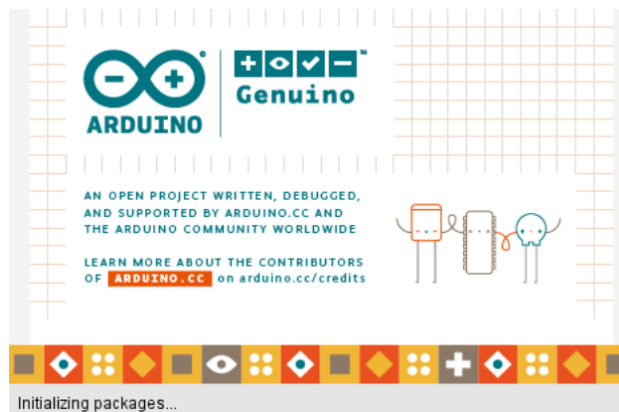


Gambar 2.2 NodeMCU ESP32

Sumber: <https://www.petunjuk.co.id/joy-it/nodemcu-esp32/petunjuk>

3. Arduino IDE

Arduino IDE digunakan sebagai lingkungan pemrograman untuk mikrokontroler. Menurut Rahmat Fauzi Siregar (2024, pp. 55–56), “Arduino IDE merupakan perangkat lunak lintas platform yang berfungsi untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler dengan antarmuka sederhana serta pustaka C/C++ yang mendukung operasi input/output.” Pada penelitian ini, Arduino IDE digunakan untuk menuliskan logika kontrol ESP32 seperti verifikasi PIN, pembacaan limit switch, serta pengaturan motor DC agar sistem gerbang dapat bekerja otomatis sesuai rancangan.



Gambar 2.3 Arduino IDE

Sumber: <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>

4. NTP (Network Time Protocol)

Network Time Protocol (NTP) digunakan untuk menjaga sinkronisasi waktu perangkat secara otomatis melalui internet. Menurut Magazine (2019, p. 84), NTP memungkinkan perangkat memperoleh waktu yang akurat tanpa membutuhkan pengaturan manual sehingga tetap konsisten selama terhubung ke jaringan. Dalam penelitian ini, NTP diterapkan pada ESP32 untuk memastikan kontrol akses mengikuti

jadwal operasional secara tepat, seperti pembatasan buka–tutup gerbang berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

5. Motor DC Gearbox

Motor DC berfungsi sebagai aktuator utama pada sistem pagar otomatis karena mampu menghasilkan torsi dan kecepatan sesuai kebutuhan gerak mekanik gerbang. Menurut Arifianto et al., (2011, p. 60), motor DC bekerja dengan suplai tegangan searah serta dapat dipasangkan gearbox untuk meningkatkan kekuatan torsi ataupun mengatur kecepatan putaran. Pada penelitian ini, motor DC gearbox dikendalikan oleh ESP32 melalui motor driver untuk melakukan proses buka dan tutup pagar secara presisi sesuai logika program, yang dijelaskan lebih lanjut pada implementasi.



Gambar 2.4 Motor DC Gearbox

Sumber: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61Se2X3yu6L. SL1500 .jpg>

6. Limit Switch

Limit switch merupakan sensor mekanik yang digunakan untuk mendeteksi batas pergerakan aktuator. Menurut Susanthi & Andrianto (n.d., p. 14), ketika tuas limit switch tertekan, kondisi saklar berubah dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menghentikan motor secara otomatis. Dalam penelitian ini, limit switch diterapkan pada posisi buka dan tutup gerbang guna memastikan motor berhenti tepat pada batas aman serta mencegah kerusakan mekanik saat proses buka–tutup.



Gambar 2.5 Limit Switch

Sumber: <https://down-id.img.susercontent.com/file/id-11134201-23030-a1fx846jcs0v3c>

7. Telegram Chatbot

Telegram bot digunakan sebagai antarmuka komunikasi bagi pengguna untuk mengirim perintah akses dan menerima notifikasi secara real-time. Menurut Tasripin et al. (2024, p. 34), pemanfaatan Telegram Bot API memungkinkan pengembang mengelola perintah dan interaksi pesan secara fleksibel dalam sistem otomatis. Dalam penelitian ini, chatbot Telegram terhubung dengan ESP32 dan server untuk memverifikasi PIN, mengirim status pagar, serta mencatat aktivitas akses.

8. Node.JS

Node.js merupakan platform pemrograman berbasis JavaScript yang mendukung modularitas melalui penggunaan library atau package sebagai fungsi siap pakai. Menurut Supardi (2024, p. 58), modul pada Node.js dapat di-import melalui NPM dan bekerja secara terpisah sehingga pengembangan aplikasi menjadi lebih terstruktur dan mudah dipelihara. Dalam penelitian ini, Node.js digunakan sebagai server untuk mengelola komunikasi real-time antara ESP32, database, dan Telegram Bot, termasuk pemrosesan log aktivitas dan penyajian data pada web dashboard sebagaimana.

9. Database

Database digunakan untuk menyimpan dan mengelola data secara terstruktur sehingga mudah dipanggil kembali sesuai kebutuhan sistem. Menurut Hesnanda (2025, pp. 8–9), database memodelkan data dalam bentuk tabel untuk mempermudah pengolahan dan akses data menggunakan query SQL. Dalam penelitian ini, database berperan penting dalam mencatat data penghuni, log aktivitas akses gerbang, dan

status sistem secara real-time yang kemudian ditampilkan melalui web dashboard, sehingga mendukung pemantauan keamanan hunian.

10. WebSocket

WebSocket merupakan teknologi komunikasi dua arah yang memungkinkan pertukaran data secara real-time tanpa perlu melakukan request berulang. Menurut Dharani, Idayanti, dan Rahayu (2024, p. 54), WebSocket menyediakan saluran komunikasi yang terhubung terus-menerus antara server dan browser sehingga aplikasi web dapat merespons perubahan data dengan lebih cepat dan efisien. Dalam penelitian ini, WebSocket diterapkan pada dashboard web untuk menampilkan status gerbang dan log aktivitas secara langsung sesuai perubahan yang dikirim dari server dan ESP32.

B. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini disusun dengan mengacu pada berbagai penelitian terdahulu yang membahas sistem keamanan digital berbasis Internet of Things (IoT), khususnya dalam penerapan kontrol akses pada pagar. Rujukan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya digunakan untuk memperkuat landasan teori serta menegaskan orisinalitas arah pengembangan sistem yang diajukan. Adapun penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam pengembangan sistem ini dijelaskan sebagai berikut:

1. **Alam dkk. (2022)** telah berhasil mengembangkan sistem kendali pintu pagar otomatis berbasis pengolahan citra menggunakan OCR untuk membaca pelat nomor kendaraan secara otomatis, namun sistem ini memiliki tantangan dalam penerapan karena membutuhkan kamera beresolusi tinggi dan pencahayaan optimal, sehingga membuka peluang untuk sistem yang lebih ringan dan praktis tanpa ketergantungan pada pemrosesan citra kompleks.
2. **Fitri dan Yohanes (2015)** menunjukkan keberhasilan dalam merancang sistem buka-tutup pagar dengan remote RF315 yang efektif untuk kontrol jarak dekat, namun sistem ini masih memiliki kelemahan berupa keterbatasan jangkauan dan risiko kehilangan perangkat remote, sehingga dibutuhkan pendekatan alternatif dengan sistem kontrol yang lebih aman dan berbasis identitas digital.
3. **Rama dan Budhi (2021)** telah mengembangkan prototipe pagar otomatis menggunakan Arduino Uno dan sensor ultrasonik untuk membuka pagar berdasarkan jarak, namun penelitian ini belum mencakup fitur autentikasi atau sistem perizinan pengguna, yang menjadi celah penting untuk pengembangan sistem keamanan yang lebih cerdas dan terkendali.

4. **Widiasari dkk. (2022)** berhasil menerapkan sistem kontrol otomatis pagar rumah berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan aplikasi Blynk dengan kontrol real-time, namun sistem ini belum mengintegrasikan logika perizinan atau identitas pengguna, sehingga tantangan selanjutnya adalah mengembangkan sistem otorisasi dan notifikasi dalam satu platform terintegrasi.
5. **Medvedyk dkk. (2023)** merancang chatbot Telegram untuk pemrosesan bahasa slang di bidang TI yang efektif dalam mengenali input pengguna, namun belum difokuskan pada integrasi sistem keamanan, sehingga tantangannya adalah menerapkan teknologi chatbot tersebut untuk verifikasi akses dalam sistem kontrol pagar otomatis berbasis IoT.
6. **Indra dan Thamrin (2020)** telah membangun sistem akses pintu gerbang menggunakan remote RF315 yang terbukti mempermudah operasional buka-tutup pagar, tetapi belum dilengkapi dengan sistem autentikasi pengguna atau pencatatan log, yang menjadi celah penting untuk ditingkatkan ke dalam sistem yang berbasis kontrol akses digital dan keamanan data.
7. **Benedict dan Marta (2023)** merancang alat pengunci otomatis pada pintu dan gerbang yang mampu mendeteksi status pintu dan mencegah pembobolan, namun sistem ini masih terbatas pada kontrol manual dan belum menggunakan sistem izin atau bot otomatis, sehingga peluang pengembangannya terletak pada penerapan fitur otorisasi dengan notifikasi real-time berbasis aplikasi.
8. **Yohanes Bala (2023)** merancang prototipe pagar otomatis berbasis sensor Ultrasonik dan Arduino Uno yang mampu mendeteksi pergerakan dengan baik, namun keterbatasan utama sensor Ultrasonik seperti sudut deteksi yang sempit menjadikan sistem ini kurang optimal dalam kondisi tertentu, sehingga diperlukan alternatif sensor dan sistem kontrol akses yang lebih adaptif.
9. **Muthmainnah dan Afiq (2021)** sukses merancang sistem akses berbasis cloud dan Wi-Fi yang terhubung dengan aplikasi Android dan Firebase untuk menyimpan data pengguna, namun ketergantungan penuh terhadap koneksi internet menjadi hambatan utama, yang menantang untuk dirancang solusi hibrid dengan akses lokal saat offline namun tetap aman.
10. **Fadlianda dkk. (2024)** berhasil mengembangkan sistem gerbang otomatis berbasis ESP32 dan RFID yang fleksibel dalam kontrol akses, serta menggunakan sensor ultrasonik untuk keamanan fisik, namun belum menyertakan mekanisme

chatbot sebagai sistem perizinan interaktif, yang menjadi potensi pengembangan penting untuk sistem keamanan berbasis IoT yang lebih komprehensif.

Tabel 2.1 berikut ini menyajikan ringkasan kontribusi dari sejumlah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.1 Kontribusi Penelitian

No	Nama Penulis Tahun	Judul	Sumber	Kontribusi
1	Alam dkk (2022)	Rancang Bangun Sistem Kendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Pengolahan Citra Digital Pelat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Optical Character Recognition (OCR)	Faktor Exacta, Vol. 15 No. 2, Juni 2022, halaman 92–100. p-ISSN 1979-276X; e-ISSN 2502-339X. DOI: 10.30998/faktorexacta.v15i2.12922 https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v15i2.12922	Mengembangkan sistem kendali gerbang otomatis berbasis OCR untuk membaca pelat nomor kendaraan, tetapi belum mendukung verifikasi identitas penghuni non-kendaraan maupun pencatatan aktivitas digital.
2	Fitri dan Yohanes (2015)	Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Pagar Rumah Menggunakan Remote Control Wireless RF315	Jurnal SISFOKOM, Vol. 4 No. 2, September 2015. DOI: 10.32736/sisfokom.v4i2.197 https://jurnal.atm.aluhur.ac.id/index.php/sisfokom	Membangun sistem buka tutup pagar dengan remote RF315 yang lebih efisien dibanding manual, namun tidak memiliki autentikasi pengguna, integrasi

No	Nama Penulis Tahun	Judul	Sumber	Kontribusi
			x.php/sisfokom/article/view/197	IoT, maupun notifikasi.
3	Rama dan Budhi (2021)	Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik Hc-SR04	JE-Unisla, Vol. 6 No. 2, 2021, halaman 41. DOI: 10.30736/j e-unisla.v6i2.695 https://jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/elektronika/article/view/695/469	Merancang pagar otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik, tetapi hanya mengandalkan deteksi jarak tanpa verifikasi identitas, logging, atau notifikasi real-time.
4	Widiasari dkk (2022)	Sistem Kontrol Otomatis Pagar Rumah Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	Jurnal Elektro dan Mesin Terapan (ELEMENTER), Vol. 8 No. 2, November 2022, halaman 162–174. p-ISSN 2443-4167; e-ISSN 2460-5263. DOI: 10.35143/elementer.v8i2.5748 https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/article/view/5748	Mengembangkan kontrol pagar berbasis IoT dengan NodeMCU dan aplikasi Blynk, namun belum menyediakan mekanisme perizinan akses berbasis identitas maupun chatbot.

No	Nama Penulis Tahun	Judul	Sumber	Kontribusi
5	Medvedyk dkk (2023)	Pengembangan Chatbot di Telegram untuk Analisis Slang IT	Proceedings – Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS), Vol. 3396, halaman 152–162, 2023. https://ceur-ws.org/Vol-3396/paper12.pdf	Penelitian ini mengimplementasikan chatbot Telegram untuk analisis bahasa slang, relevan pada sisi pemanfaatan chatbot, tetapi tidak berhubungan dengan sistem keamanan fisik berbasis IoT.
6	Indra dan Thamrin (2020)	Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Menggunakan Remote Control Wireless RF315	Jurnal Informatika & Komputasi, Vol. 14 No. 1, April 2020, halaman 1–7. ISSN 1412-0232. https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Rancang+Bangun+Akses+Kontrol+Pintu+Gerbang+Menggunakan+Remote+Control+Wireless+RF315&btnG=	Menghasilkan akses kontrol gerbang dengan remote RF315, namun terbatas jarak (<1 m), tidak ada integrasi IoT, serta tanpa autentikasi pengguna.

No	Nama Penulis Tahun	Judul	Sumber	Kontribusi
7	Benedict dan Marta (2024)	Rancang Bangun Sistem Pintu Gerbang Otomatis Berbasis <i>Internet of Things</i> dengan Aplikasi Android	Jurnal UC (JUISI), Vol. 10 No. 1, 2024. DOI: 10.37715/j uisi.v10i1.4708 https://journal.uc.ac.id/index.php/JUISI/article/view/4708	Penelitian ini Merancang sistem gerbang otomatis IoT berbasis Android dengan sensor dan enkripsi data, tetapi belum memanfaatkan chatbot Telegram untuk perizinan akses maupun logging aktivitas.
8	Yohanes bala (2023)	Prototype Buka Tutup Pintu Pagur Geser Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno Atmega 328P	Jurnal Spektro / Vol. 6 /No. 1P- ISSN: 2655-577 Universitas Nusa Cendana, 2023. https://ejurnal.un dana.ac.id/index .php/spektro/article/view/11916	Membuat prototipe gerbang geser otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik, tetapi tidak dilengkapi autentikasi identitas penghuni maupun pencatatan akses digital.
9	Muthmainnah dan Afiq (2021)	Smart Gate Using Android Applications	Journal of Physics: Conference Series 1755 (2021) 012003 doi:10.1088/174 2- 6596/1755/1/01 2003	Mengembangkan smart gate berbasis aplikasi Android dengan ESP8266, tetapi belum menyediakan perizinan berbasis chatbot Telegram dan pencatatan aktivitas real-time.

No	Nama Penulis Tahun	Judul	Sumber	Kontribusi
			https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1755/1/012003/pdf	
10	Fadlianda dkk(2024)	Innovative IoT-Based Automatic Gate System with RFID and Electro-Magnetic Lock for Secure Access	MICOMS Proceedings, 2024. DOI : https://doi.org/10.29103/micoms.v4.2024 ISSN: 2963-2536 https://proceedings.unimal.ac.id/micoms/article/view/884/636	Mengintegrasikan RFID, kunci elektromagnetik, sensor ultrasonik, dan ESP32 untuk gerbang otomatis, namun masih berfokus pada RFID tanpa pemanfaatan chatbot Telegram dan notifikasi interaktif real-time.

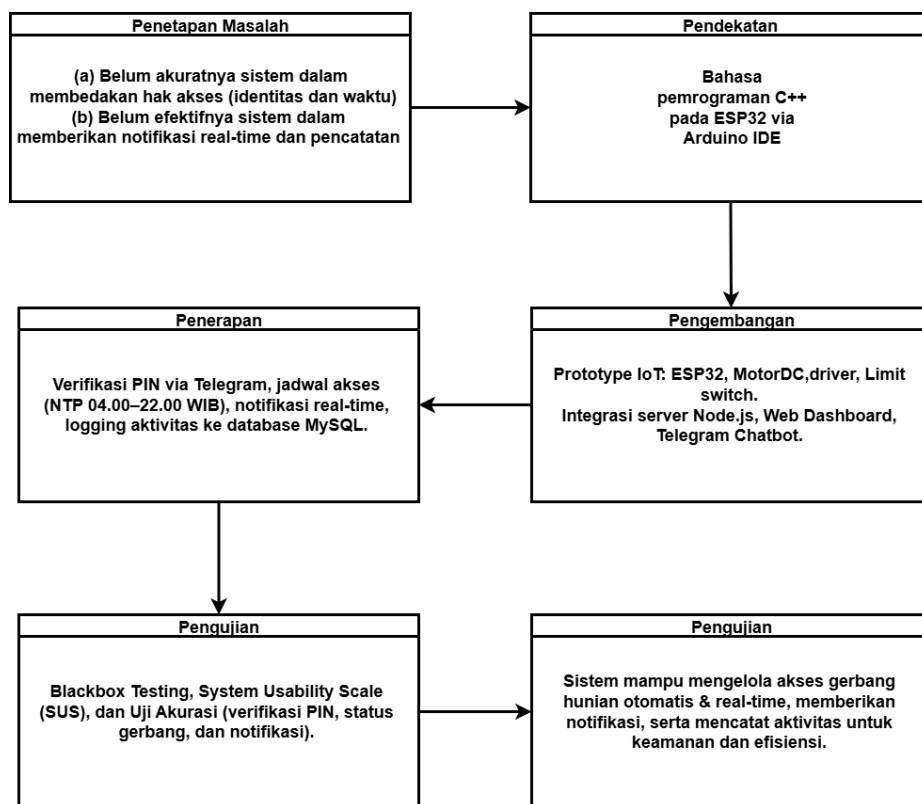
Berdasarkan tinjauan literatur, meskipun berbagai penelitian telah membahas sistem keamanan digital berbasis Internet of Things (IoT), penelitian ini memiliki orisinalitas pada integrasi sistem keamanan gerbang hunian dengan Telegram Chatbot. Keunikan utama terletak pada mekanisme perizinan akses yang memanfaatkan verifikasi identitas pengguna melalui PIN, pencatatan aktivitas otomatis (logging), serta notifikasi real-time yang dikirim langsung ke Telegram. Hal ini membedakan penelitian ini dari studi sebelumnya yang umumnya hanya menekankan otomatisasi buka-tutup gerbang atau aplikasi mandiri tanpa pencatatan detail maupun interaksi dua arah.

Kontribusi penting dari penelitian ini adalah perancangan sistem yang tidak hanya mengotomatisasi gerbang, tetapi juga menyediakan transparansi melalui pencatatan aktivitas (misalnya percobaan akses, waktu buka/tutup, dan status gerbang), serta meningkatkan keamanan dengan autentikasi berbasis Telegram yang

terhubung dengan akun penghuni terdaftar. Dengan pendekatan ini, sistem menawarkan solusi yang lebih proaktif, informatif, dan adaptif dibandingkan metode konvensional, sekaligus memperluas penerapan IoT dalam konteks keamanan digital baik di rumah pribadi, rumah kost, maupun lingkungan perusahaan.

C. Kerangka Berfikir

Gambar 2.6 di bawah ini menunjukkan kerangka berpikir penelitian yang menggambarkan alur proses mulai dari penetapan masalah hingga hasil yang diharapkan dalam perancangan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT.



Gambar 2.6 Kerangka Berfikir

1. Penetapan Masalah

Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah bahwa sistem akses gerbang hunian pada umumnya masih dilakukan secara manual dengan kunci fisik, remote, atau tombol sederhana. Sistem ini dinilai belum akurat dalam mengelola hak akses, kurang efisien dari segi waktu, serta rawan penyalahgunaan karena tidak ada verifikasi identitas dan pencatatan aktivitas. Kondisi tersebut mendorong perlunya sistem otomatis berbasis IoT yang lebih aman, adaptif, dan terintegrasi.

2. Pendekatan

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut digunakan pendekatan pemrograman berbasis mikrokontroler ESP32 yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui Arduino IDE. Dalam pendekatan ini, sistem dirancang agar dapat memproses input pengguna berupa PIN akses, memeriksa waktu operasional menggunakan Network Time Protocol (NTP), serta melakukan otorisasi admin melalui Telegram Bot. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengeksekusi perintah buka atau tutup gerbang sesuai kondisi yang telah ditentukan.

Sistem diintegrasikan dengan server Node.js untuk mengatur komunikasi real-time antara perangkat ESP32, Telegram Bot, dan dashboard web, serta menyimpan seluruh data aktivitas pada database MySQL sebagai dasar pemantauan dan keamanan akses secara digital.

3. Pengembangan

Tahap pengembangan dilakukan dengan membangun prototipe sistem keamanan digital gerbang hunian menggunakan mikrokontroler ESP32, motor DC gearbox dengan driver motor, serta limit switch sebagai sensor pendeteksi posisi gerbang. ESP32 dipilih karena memiliki koneksi Wi-Fi yang mendukung integrasi sistem berbasis Internet of Things (IoT).

Sistem perangkat keras ini dikombinasikan dengan perangkat lunak yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui Arduino IDE, serta diintegrasikan dengan server Node.js, database MySQL, dan Telegram API. Integrasi ini memungkinkan sistem beroperasi secara otomatis dan real-time, di mana ESP32 mengontrol gerakan gerbang, mengirimkan data ke server, serta memberikan notifikasi melalui Telegram Bot kepada pengguna atau admin untuk memastikan keamanan dan transparansi akses.

4. Penerapan

Sistem diterapkan dengan memanfaatkan Telegram bot sebagai media interaksi pengguna. Input berupa PIN yang dikirim melalui bot diproses oleh ESP32 dan server untuk menentukan aksi: membuka gerbang, menutup kembali, atau meminta konfirmasi admin jika di luar jam operasional. Limit switch memastikan motor berhenti pada posisi aman (terbuka penuh/tertutup). Semua aktivitas dicatat dalam database dan dapat dipantau melalui dashboard web.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna dengan menggunakan metode Blackbox Testing untuk menguji fungsi utama, System Usability Scale (SUS) untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan, serta uji akurasi untuk mengukur ketepatan sistem dalam mengeksekusi perintah, verifikasi PIN, dan respons sensor.

6. Hasil

Sistem yang dikembangkan mampu memverifikasi identitas penghuni maupun admin secara otomatis melalui PIN yang terhubung ke akun Telegram terdaftar, memberikan notifikasi real-time setiap aktivitas akses, serta mencatat seluruh log ke database yang dapat dipantau melalui dashboard web. Dengan fitur ini, sistem terbukti lebih efisien, praktis, dan aman dibandingkan metode manual konvensional.

D. Hipotesis

Sistem keamanan gerbang berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, motor DC gearbox, limit switch, motor driver, dashboard web, server Node.js, serta chatbot Telegram diduga mampu meningkatkan akurasi serta efektivitas pengelolaan akses dibandingkan metode manual. Mekanisme verifikasi identitas menggunakan PIN terdaftar, kontrol gerbang otomatis, sinkronisasi waktu berbasis NTP, dan notifikasi real-time diperkirakan dapat menghasilkan proses akses yang lebih cepat, tepat, dan terdokumentasi. Dugaan ini diperkuat oleh temuan Wayan Raditya dkk. (2022), yang menunjukkan bahwa sistem gerbang otomatis berbasis IoT dan Telegram dapat berfungsi stabil dalam pengujian 10 hari serta layak diterapkan pada gerbang kosan karena mampu memberikan notifikasi kondisi gerbang secara real-time.

Telah diperkirakan bahwa sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu meningkatkan efisiensi pengawasan bagi penghuni maupun penjaga dengan menyediakan pencatatan aktivitas digital yang lebih terstruktur melalui dashboard web. Dengan integrasi komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang saling mendukung, sistem ini diyakini dapat meminimalkan risiko penyalahgunaan akses, mengurangi keterlambatan deteksi aktivitas, serta meningkatkan keamanan lingkungan hunian maupun tempat usaha. Temuan jurnal sebelumnya juga menunjukkan bahwa penerapan IoT pada sistem gerbang dapat meningkatkan

efektivitas kontrol akses dan memberikan pengalaman penggunaan yang lebih praktis dan responsif.