

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem keamanan digital merupakan kumpulan metode, teknologi, dan prosedur yang digunakan untuk melindungi sistem informasi, jaringan, serta data dari ancaman seperti akses tanpa izin, kerusakan, atau pencurian. Dalam dunia yang semakin bergantung pada teknologi, penerapan sistem keamanan digital menjadi krusial guna mencegah berbagai risiko siber yang terus berkembang, seperti peretasan, penyalahgunaan identitas, dan kebocoran informasi. Sistem ini mencakup berbagai mekanisme seperti enkripsi, verifikasi identitas, kontrol akses, serta sistem pemantauan untuk mendeteksi gangguan atau aktivitas mencurigakan. Dengan penerapan keamanan digital yang tepat, kepercayaan terhadap teknologi dapat meningkat, dan pengguna bisa beraktivitas secara lebih aman dan terlindungi di lingkungan digital.

Internet of Things atau lebih dikenal dengan istilah IoT merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data secara otomatis. Teknologi ini telah menjadi salah satu pendukung utama dalam perkembangan digitalisasi, karena mampu mengintegrasikan perangkat-perangkat yang sebelumnya berdiri sendiri menjadi sebuah ekosistem yang lebih cerdas dan efisien. Dengan IoT, perangkat seperti sensor dan sistem kontrol dapat bekerja secara bersama untuk mendukung berbagai aktivitas manusia, baik di rumah, tempat kerja, maupun lingkungan publik.

Kemudahan dan kenyamanan bagi penggunanya, serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya dengan kemampuan untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara real-time, IoT tidak hanya membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik, tetapi juga memungkinkan prediksi dan pencegahan masalah sebelum terjadi. Misalnya dalam konteks otomasi rumah sistem IoT dapat belajar dari kebiasaan penghuninya dan menyesuaikan pengaturan perangkat secara otomatis, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih responsif dan adaptif. Inovasi-inovasi ini menunjukkan bagaimana IoT tidak hanya sekedar teknologi, tetapi juga sebuah solusi yang dapat meningkatkan kualitas hidup dan memberikan nilai tambah dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari.

Kemajuan teknologi IoT telah membawa dampak besar pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam keamanan dan otomasi rumah. IoT memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui internet, bertukar data, dan bekerja secara

otomatis. Contoh penerapan inovatif teknologi ini meliputi sistem kontrol keamanan pagar berbasis mikrokontroler ESP32 dan motor DC yang dilengkapi driver L298N serta limit switch sebagai detektor posisi, lampu pintar yang bisa dikendalikan melalui aplikasi di ponsel, alat pengatur waktu otomatis untuk mematikan perangkat elektronik, dan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT yang dapat melacak kondisi tubuh secara langsung. Semua inovasi ini dirancang untuk memberikan solusi yang lebih praktis dan modern dibandingkan metode konvensional.

Implementasi teknologi ini tidak hanya memberikan kenyamanan, tetapi juga menjadi bagian dari gaya hidup digital yang menuntut efisiensi dan kemudahan dalam segala aspek. Dalam konteks sistem keamanan, kemampuan IoT untuk mengotomatisasi dan mengontrol perangkat dari jarak jauh menjadi nilai tambah yang signifikan. Hal ini mendorong transformasi dari sistem konvensional menuju sistem yang lebih cerdas dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna masa kini.

Seiring dengan tumbuhnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya teknologi dalam mendukung kehidupan sehari-hari, berbagai perangkat otomatis mulai diterapkan dalam lingkungan tempat tinggal dan kerja. Kebutuhan akan sistem yang cerdas dan responsif semakin mendesak, terlebih dalam aspek pengelolaan akses yang sebelumnya dilakukan secara manual. Inovasi berbasis IoT dianggap sebagai jawaban atas tuntutan efisiensi dan keamanan tersebut, karena mampu menawarkan solusi yang terintegrasi, fleksibel, dan mudah digunakan.

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan kenyamanan dan keamanan, masyarakat mulai mencari solusi yang mampu menggantikan metode lama yang tidak lagi efisien. Salah satu aspek penting dalam kehidupan sehari-hari yang mulai dilirik untuk diotomatisasi adalah sistem akses masuk ke properti, seperti pagar atau gerbang yang dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32, motor DC dengan driver L298N, serta limit switch sebagai detektor posisi pagar. Sistem ini memainkan peran krusial dalam menjaga keamanan rumah atau lingkungan, namun kenyataannya masih banyak yang bergantung pada metode tradisional yang memiliki berbagai keterbatasan.

Penggunaan pagar manual yang masih banyak digunakan di perumahan, rumah kost, dan perusahaan memiliki berbagai kelemahan, seperti risiko kehilangan kunci, kerusakan fisik, serta ketidakpraktisan dalam situasi darurat. Ketergantungan pada metode manual ini juga menyulitkan pengelolaan akses dalam lingkungan dengan banyak penghuni. Salah satu contoh nyata dari kelemahan tersebut dapat

dilihat pada kasus percobaan pembobolan rumah kost di Pasuruan yang terekam CCTV dan sempat viral. Dalam video tersebut, pelaku terlihat dengan mudah membuka pagar secara manual tanpa adanya sistem pengamanan yang memadai. Gambar 1.1 menunjukkan cuplikan dari rekaman tersebut, yang semakin menegaskan pentingnya penerapan sistem kontrol keamanan gerbang hunian yang lebih canggih dan terintegrasi.



Gambar 1.1 Pembobolan Rumah Kos di Pasuruan

Sumber : <https://malang.suara.com/read/2022/01/24/155456/viral-video-percobaan-pembobolan-rumah-kosdi-pasuruanterekam-cctv>

Seiring dengan perkembangan teknologi, solusi yang lebih inovatif dan terintegrasi mulai muncul untuk mengatasi kelemahan penggunaan pagar manual yang rentan serta keterbatasan sistem kontrol keamanan pagar konvensional yang ada saat ini. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penerapan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT yang dilengkapi dengan fitur verifikasi identitas dan manajemen akses yang lebih canggih. Berbagai teknologi keamanan seperti biometrik, RFID, atau aplikasi mobile yang terhubung cloud memang sudah mulai diterapkan, namun sistem tersebut belum sepenuhnya sesuai untuk lingkungan hunian padat. Oleh karena itu, penelitian ini lebih difokuskan pada integrasi mikrokontroler ESP32 dengan motor DC, sensor ultrasonik, limit switch, NTP, serta Telegram Chatbot sebagai media perizinan akses.

Permintaan akan sistem keamanan digital yang lebih aman dan terintegrasi semakin meningkat, khususnya di era digital ini. Kehadiran teknologi yang dapat meminimalkan risiko kehilangan kunci, mempercepat proses akses, dan

meningkatkan tingkat keamanan menjadi sebuah kebutuhan. Beberapa inovasi sistem kontrol keamanan pagar telah muncul, seperti sistem yang menggunakan remote kontrol atau aplikasi ponsel untuk membuka dan menutup pagar. Meskipun lebih modern, sistem ini masih memiliki keterbatasan. Hal ini menjadi tantangan, terutama ketika diperlukan pengelolaan akses, layanan pengiriman, atau penghuni sementara.

Teknologi IoT memberikan peluang besar untuk mengatasi tantangan ini melalui pengembangan sistem kontrol keamanan pagar berbasis IoT yang lebih canggih dan efisien. Salah satu fitur utama yang dapat diterapkan adalah integrasi dengan Telegram Chatbot. Dengan fitur ini, pengguna dapat mengajukan akses melalui platform Telegram, di mana chatbot akan memverifikasi identitas pengguna, mencatat alasan, dan memproses durasi permintaan secara otomatis. Selain meningkatkan keamanan, penggunaan Telegram sebagai media komunikasi memberikan kemudahan akses, dengan dukungan sinkronisasi waktu melalui NTP (Network Time Protocol) untuk memastikan pencatatan aktivitas lebih akurat.

Dengan demikian, penerapan teknologi IoT dalam sistem keamanan digital tidak hanya menawarkan kemudahan dalam pengelolaan akses, tetapi juga meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan. Melalui integrasi dengan Telegram Chatbot, pengguna dapat berinteraksi dengan sistem secara real-time, memungkinkan mereka untuk mendapatkan informasi status permintaan akses dengan cepat dan efisien. Selain itu, fitur notifikasi yang dapat diatur melalui chatbot akan memberikan pembaruan langsung kepada pengguna mengenai status permohonan mereka, sehingga menciptakan rasa aman dan kontrol yang lebih baik terhadap akses masuk ke area yang dilindungi.

Penggunaan sistem kontrol keamanan pagar berbasis IoT semakin relevan di lingkungan perumahan, rumah kost, dan perusahaan, mengingat kebutuhan akan solusi yang lebih efisien dan aman dalam pengelolaan akses. Sistem ini mengurangi ketergantungan pada cara manual yang kurang efisien dan meningkatkan transparansi dalam pengelolaan izin masuk, dengan integrasi Telegram Chatbot sebagai sistem perizinan, pengguna dapat dengan mudah mengajukan permintaan akses melalui platform digital, yang kemudian akan diverifikasi oleh sistem secara otomatis.

Proses ini dimulai dengan pengajuan permintaan akses oleh pengguna, yang diikuti dengan verifikasi identitas dan alasan kunjungan. Jika permintaan disetujui, sistem keamanan digital ini akan memberikan akses dan mencatat semua aktivitas

yang terjadi dalam database untuk memastikan transparansi dan keamanan. Alur ini tidak hanya memberikan kenyamanan bagi penghuni atau penjaga, tetapi juga mengurangi potensi risiko penyalahgunaan akses, serta memberikan rasa aman dan nyaman, terutama di lingkungan dengan tingkat hunian padat.

Integrasi teknologi IoT dalam sistem kontrol keamanan pagar ini juga memungkinkan analisis data yang lebih mendalam terkait pola akses dan perilaku pengguna. Dengan mengumpulkan informasi dari setiap permintaan akses, pengelola dapat mengidentifikasi pengguna. Data ini tidak hanya berguna untuk meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga dapat digunakan untuk merancang kebijakan keamanan yang lebih baik dan menyesuaikan sistem dengan kebutuhan spesifik lingkungan tersebut. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pengelola akses, tetapi juga sebagai sumber informasi yang berharga untuk pengambilan keputusan yang lebih strategis dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman dan terkelola dengan baik.

Sistem ini juga berperan penting dalam menciptakan ekosistem yang lebih aman dan nyaman, baik di lingkungan perumahan maupun perusahaan. Dengan kemampuan untuk memverifikasi identitas pengguna secara otomatis, sistem ini mampu mengeliminasi risiko akses tidak sah yang sering terjadi pada sistem manual. Selain itu, fitur seperti pemberian notifikasi real-time kepada penjaga/security ketika ada aktivitas buka-tutup pagar memberikan transparansi lebih dalam pengelolaan akses.

Beberapa penelitian sebelumnya juga menjadi bagian dari pengembangan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT dengan fitur perizinan. Penelitian Widiyastuti et al., (2022) Sistem Pengontrol Otomatis Pagar Rumah Berbasis IoT berhasil dirancang untuk mengontrol buka tutup pagar menggunakan smartphone dengan aplikasi blynk. Penelitian yang dilakukan oleh Raditya et al., (2022) mengungkapkan bahwa teknologi IoT dapat mempermudah berbagai pekerjaan manusia, termasuk meningkatkan keamanan rumah. Sistem yang menggunakan ESP8266 dan MQTT memungkinkan pengendalian gerbang menjadi lebih efisien, disertai notifikasi otomatis ke Telegram. Sensor Ultrasonik dan magnet digunakan untuk mendeteksi aktivitas maupun kondisi gerbang, sementara bot Telegram mengirimkan notifikasi secara real-time jika gerbang tidak tertutup atau terdapat aktivitas di sekitarnya. Sistem ini dinilai lebih efektif dan memiliki jangkauan lebih luas dibandingkan sistem keamanan berbasis Bluetooth, yang terbatas oleh jarak pendek.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rama dkk. (2021), sebuah prototipe pagar berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk membuka dan menutup pagar secara otomatis dengan bantuan motor DC yang dikendalikan oleh Arduino, sehingga lebih efisien dibandingkan cara manual, terutama saat cuaca buruk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menggerakkan benda dengan berat hingga 69,02 kg, meskipun pada pengujian prototipe hanya diuji hingga beban 50 kg. David dkk. (2024) mengembangkan sistem kontrol keamanan berbasis IoT yang memanfaatkan integrasi teknologi RFID, kunci elektromagnetik, sensor ultrasonik, dan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan, kemudahan akses, serta keselamatan pengguna, dengan dilengkapi fitur pengendalian jarak jauh melalui aplikasi mobile.

Sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT dengan sistem perizinan diharapkan mampu memberikan solusi yang tidak hanya efektif tetapi juga berkelanjutan. Teknologi ini memiliki potensi untuk menjadi standar baru dalam pengelolaan akses, memberikan manfaat tidak hanya bagi pengguna individu tetapi juga untuk masyarakat luas. Dengan inovasi yang tepat, penerapan sistem ini dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman, nyaman, dan modern.

Penerapan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT dapat mendorong sinergi antara berbagai pihak seperti pengembang teknologi dan pengguna. Dukungan serta masukan dari pengguna juga penting agar sistem bisa terus diperbarui dan ditingkatkan, dengan cara ini sistem tidak hanya menyelesaikan persoalan akses, tetapi juga terus berkembang sesuai kebutuhan.

Tidak hanya berfokus pada aspek teknis, sistem ini juga memperhatikan keberlanjutan dan kemampuan beradaptasi dalam menghadapi perubahan kebutuhan pengguna. Partisipasi aktif dari berbagai elemen masyarakat memungkinkan pengembangan sistem yang terus berinovasi seiring dengan perkembangan teknologi dan tantangan keamanan yang semakin kompleks.

Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk merancang dan membangun “Penerapan Sistem Keamanan Digital Gerbang Hunian Berbasis IoT”. Sistem ini dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan metode manual dalam pengelolaan akses, dengan memanfaatkan integrasi mikrokontroler ESP32, motor DC yang dikendalikan oleh driver L298N, serta limit switch sebagai pendeteksi posisi pagar. Sinkronisasi waktu dilakukan melalui NTP (Network Time Protocol), dan sistem juga

dilengkapi dengan Telegram Chatbot guna menghadirkan solusi keamanan yang lebih efisien, responsif, dan terkelola secara real-time. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas sistem dalam meningkatkan akurasi pengelolaan izin akses dan transparansi aktivitas di lingkungan perumahan, rumah kost, maupun perusahaan. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan teknologi ini mampu menjadi solusi inovatif dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman, modern, dan adaptif terhadap kebutuhan masyarakat.

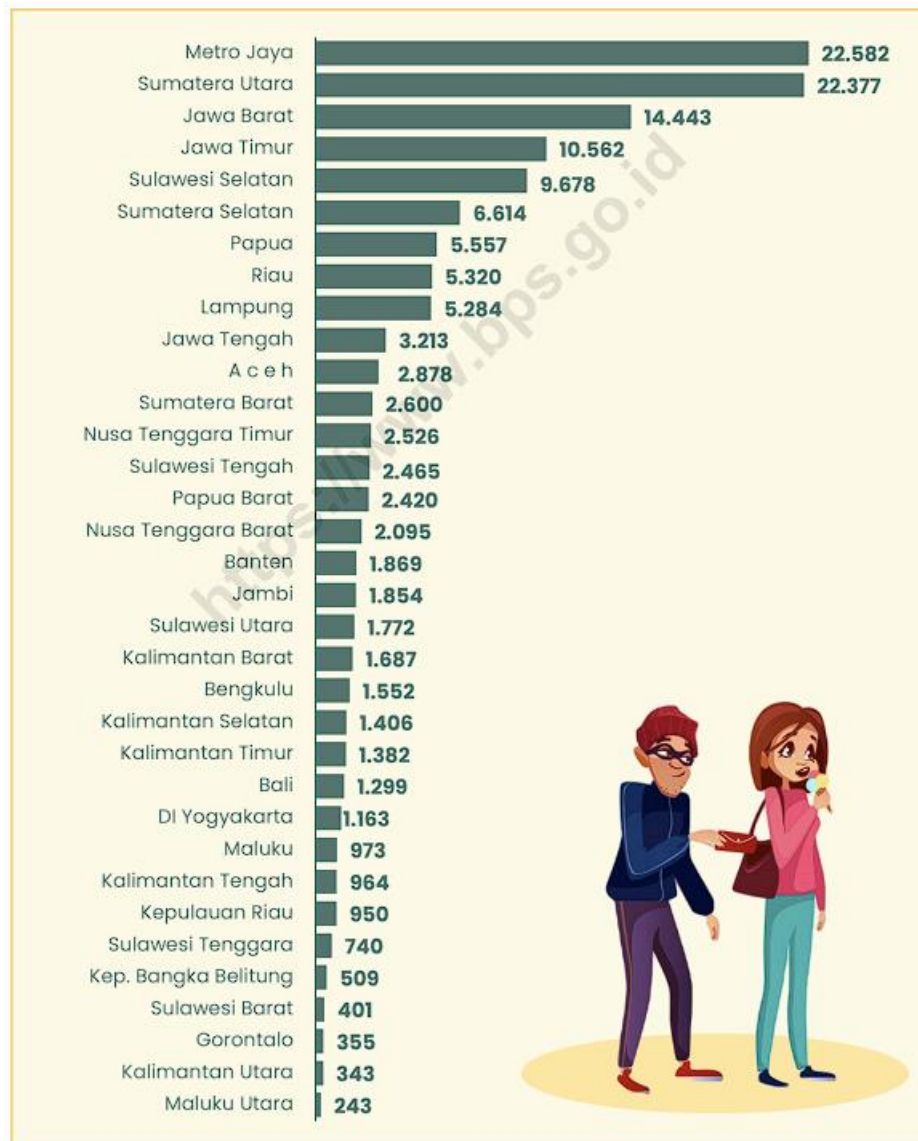
B. Permasalahan

Di tengah kemajuan teknologi informasi dan komunikasi, sistem keamanan digital telah menjadi bagian penting dalam upaya perlindungan aset, privasi, dan keselamatan di berbagai lingkungan, termasuk perumahan, rumah kost, dan perusahaan. Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa penerapan sistem kontrol keamanan pagar berbasis digital masih belum optimal dan menyisakan berbagai permasalahan signifikan. Penggunaan metode konvensional seperti kunci manual, remote control, dan tombol fisik masih mendominasi, sementara pemanfaatan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) yang lebih adaptif dan terintegrasi belum banyak digunakan.

Selain lemahnya infrastruktur fisik, banyak lingkungan tempat tinggal juga belum memiliki sistem pengelolaan akses berbasis identitas yang terintegrasi. Siapa pun yang memegang perangkat fisik seperti kunci atau remote dapat membuka pagar tanpa melalui proses verifikasi yang sah, sehingga membuka peluang terjadinya penyalahgunaan akses. Tidak adanya pencatatan aktivitas keluar-masuk secara digital juga menyebabkan kurangnya transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan sistem keamanan. Situasi ini sangat rawan di area hunian dengan tingkat mobilitas tinggi, seperti rumah kost, di mana aktivitas penghuni sering kali tidak terdokumentasi dengan baik.

Kondisi ini semakin relevan jika dikaitkan dengan fakta kriminalitas di Jawa Barat. Berdasarkan Statistik Kriminal 2024 (BPS & Mabes Polri), jumlah kejahatan terhadap hak milik/barang tanpa kekerasan di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 140.076 kasus. Dari jumlah tersebut, Jawa Barat menempati posisi ketiga tertinggi secara nasional dengan 14.443 kasus, setelah Metro Jaya (22.582 kasus) dan Sumatera Utara (22.377 kasus). Data ini memperlihatkan bahwa tingkat kerawanan terhadap tindak pencurian di Jawa Barat cukup tinggi, sehingga memperkuat urgensi

penelitian ini. Gambaran distribusi jumlah kasus pencurian di beberapa wilayah Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Jumlah Kejadian Kejahatan

Sumber : Biro Pengendalian Operasi, Mabes Polri

Dari sisi teknis, sebagian besar sistem keamanan yang ada hanya menyediakan fungsi dasar buka-tutup tanpa adanya integrasi kecerdasan tambahan. Penelitian oleh Wayan Raditya dkk. (2022) berjudul “Penerapan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Berbasis Telegram Menggunakan ESP8266” menunjukkan bahwa meskipun sistem tersebut sudah mampu mengendalikan gerbang melalui aplikasi Telegram, masih

terdapat keterbatasan, yaitu belum adanya untuk membedakan pemilik rumah dengan orang luar serta belum tersedianya pencatatan waktu dan hari saat gerbang terbuka maupun tertutup. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang ada masih terbatas pada fungsi dasar kontrol gerbang tanpa pencatatan aktivitas dan verifikasi identitas yang lebih cerdas.

Mengingat berbagai kelemahan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa permasalahan dalam penelitian ini mencakup aspek konseptual dan teknis. Dari sisi konseptual, permasalahan terletak pada belum diterapkannya pendekatan klasifikasi dalam pengelolaan perizinan akses yang seharusnya mampu membedakan identitas pengguna berdasarkan waktu. Selain itu, belum ada penerapan teori pengambilan keputusan berbasis logika yang dapat menyaring akses masuk secara lebih cerdas dan terarah, serta minimnya integrasi teori klasifikasi dalam pengembangan sistem keamanan digital untuk meningkatkan kecerdasan sistem dalam mengenali dan memverifikasi pengguna. Sementara dari sisi teknis, sistem saat ini belum mendukung pencatatan dan notifikasi aktivitas secara real-time, serta masih mengandalkan metode manual yang kurang adaptif terhadap kebutuhan mobilitas dan kompleksitas lingkungan pengguna.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem keamanan digital gerbang berbasis ESP32, limit switch, dan motor DC yang terintegrasi dengan Telegram bot untuk verifikasi akses serta server dan web dashboard untuk monitoring dan manajemen data penghuni secara real-time.

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan pemaparan yang dikemukakan di atas, maka dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a. Sistem keamanan gerbang hunian yang masih menggunakan metode manual (kunci atau remote) memiliki tingkat keamanan yang rendah dan rentan terhadap penyalahgunaan akses, karena tidak dilengkapi sistem autentikasi dan pengawasan digital.
- b. Belum efektifnya proses akses pagar masih manual tanpa verifikasi identitas dan pencatatan digital, sehingga keamanan, pemantauan izin akses tidak efisien, dan sulit dipantau secara langsung oleh pengelola maupun penghuni.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bahwa sistem keamanan pagar yang ada saat ini belum akurat dan belum efektif dalam mengelola akses keluar-masuk karena tidak adanya mekanisme verifikasi identitas digital, pencatatan aktivitas, dan notifikasi real-time, sehingga masih berisiko disalahgunakan oleh pihak yang tidak berwenang.

Untuk menindaklanjuti permasalahan tersebut, pertanyaan penelitian yang dirumuskan adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan menerapkan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT dengan memanfaatkan ESP32, limit switch, motor DC, serta integrasi Telegram bot dan web dashboard untuk mempermudah proses verifikasi akses penghuni?
- b. Seberapa akurat dan efektif sistem ini dalam mencatat, memverifikasi, dan memberikan notifikasi aktivitas akses penghuni secara real-time?

C. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menerapkan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT yang terintegrasi dengan ESP32, limit switch, motor DC, serta chatbot Telegram dan web dashboard, sehingga proses perizinan akses dapat berlangsung lebih aman, efisien, dan terpantau secara real-time, sementara tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem yang mampu memverifikasi identitas penghuni melalui PIN yang terhubung dengan chatbot Telegram untuk memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses gerbang.
2. Menerapkan kendali otomatis gerbang menggunakan ESP32, motor DC, dan limit switch untuk memastikan gerbang terbuka dan tertutup dengan aman.
3. Menyediakan pencatatan aktivitas dan notifikasi real-time melalui Telegram dan web dashboard, serta menguji efektivitas sistem dengan metode System Usability Scale (SUS).

D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem keamanan digital yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan konvensional dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan akses secara langsung. Spesifikasi utama sistem yang dikembangkan adalah:

1. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang terhubung dengan server Node.js melalui Socket.IO. ESP32 menerima perintah buka/tutup dari dashboard web maupun chatbot Telegram, serta mengontrol motor penggerak pagar.
2. Motor DC dengan driver motor digunakan sebagai aktuator untuk membuka dan menutup pagar.
3. Sensor limit switch sebagai sensor mekanik untuk mendeteksi posisi pagar terbuka atau tertutup penuh, sehingga motor berhenti tepat di batas akhir guna mencegah kerusakan.
4. NTP (Network Time Protocol) + cron job di server digunakan untuk mengatur jadwal operasional sistem. Akses otomatis menggunakan PIN hanya diperbolehkan pada pukul 04.00–22.00 WIB, sedangkan di luar jam tersebut akses memerlukan persetujuan admin.
5. Chatbot Telegram API digunakan untuk verifikasi perizinan akses. Penghuni dapat membuka pagar dengan memasukkan PIN. Jika PIN valid pada jam operasional, pagar langsung terbuka. Jika di luar jam operasional, permintaan akses diteruskan ke admin untuk konfirmasi.
6. Notifikasi real-time dikirim melalui Telegram untuk melaporkan status pagar (terbuka/tertutup), hasil verifikasi PIN, serta aktivitas akses penghuni.
7. Database MySQL menyimpan data pengguna, PIN, log aktivitas akses, serta pengaturan sistem yang dapat dikelola melalui dashboard web.
8. Dashboard web berbasis Node.js + Socket.IO disediakan untuk admin, dengan fitur pemantauan status pagar secara real-time, manajemen data penghuni (tambah, ubah, hapus), serta pengelolaan log aktivitas akses.

E. Signifikansi Penelitian & Pengembangan

Penelitian ini dilakukan dalam rangka pengembangan sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT dengan dukungan mikrokontroler ESP32, sinkronisasi waktu NTP, dashboard web, serta integrasi chatbot Telegram untuk verifikasi perizinan akses. Adapun manfaat utama dari penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi, khususnya implementasi IoT dalam sistem keamanan digital gerbang hunian.

2. Manfaat Teknis

Menghasilkan sistem keamanan gerbang hunian otomatis yang mampu mengelola akses penghuni secara real-time melalui dashboard web dan chatbot Telegram, sehingga lebih efisien, transparan, dan meningkatkan keamanan dibanding metode manual.

3. Manfaat Kebijakan:

Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengelola rumah kost, perumahan, perusahaan, maupun rumah pribadi dalam mengadopsi sistem keamanan digital gerbang hunian berbasis IoT. Dengan adanya sistem ini, proses pengelolaan akses menjadi lebih modern, efisien, dan dapat mendukung kebijakan peningkatan standar keamanan lingkungan berbasis teknologi.

F. Asumsi dan Keterbatasan

Penelitian ini diasumsikan dapat diterapkan pada lingkungan seperti rumah kost, perumahan, perusahaan, maupun rumah pribadi yang memiliki koneksi internet stabil dan pasokan listrik memadai. Sistem juga diasumsikan digunakan oleh pengguna terdaftar yang memahami alur perizinan akses melalui chatbot Telegram maupun dashboard web. Adapun beberapa keterbatasan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Akses penuh terbatas bagi pengguna terdaftar akun Telegram. Meskipun pengguna tetap dapat mengajukan permintaan akses diluar jam operasional melalui chatbot, prosesnya bergantung pada verifikasi dan persetujuan dari admin.
2. Penelitian ini dilakukan pada skala prototipe terbatas dan belum diuji pada skenario lingkungan dengan jumlah pengguna besar atau kondisi ekstrem (misalnya gangguan sinyal WiFi dan listrik padam berkepanjangan).
3. Sistem hanya menggunakan komponen utama berupa ESP32, limit switch sebagai pendeteksi posisi gerbang, serta motor DC dengan motor driver sebagai aktuator pembuka dan penutup gerbang. Sistem belum dilengkapi sensor keselamatan sehingga mekanisme keamanan masih mengandalkan pengaturan waktu tunda otomatis.

G. Definisi Istilah dan Definisi Operasional

Bagian ini menjelaskan istilah-istilah penting yang digunakan dalam penelitian agar pembaca memahami komponen dan konsep yang digunakan secara teknis dan operasional sebagai berikut:

1. ESP32 Dev Kit
mikrokontroler dengan koneksi Wi-Fi dan Bluetooth yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem untuk memproses input sensor, mengontrol motor, serta menghubungkan ke server dan Telegram Chatbot.
2. Telegram Chatbot
Bot otomatis dalam aplikasi Telegram yang digunakan untuk verifikasi PIN, memberikan notifikasi, serta menyampaikan permintaan akses penghuni kepada admin.
3. Motor DC Gearbox
Aktuator yang berfungsi membuka dan menutup pagar berdasarkan perintah dari mikrokontroler setelah validasi akses berhasil.
4. NTP (Network Time Protocol)
Protokol sinkronisasi waktu berbasis jaringan yang digunakan oleh server Node.js untuk mengatur jadwal operasional sistem (misalnya 04:00–22:00 WIB) melalui cron job.
5. Limit Switch
Saklar pembatas mekanik yang memastikan pergerakan motor berhenti pada titik maksimal saat pagar terbuka atau tertutup.
6. PIN Akses
Kode angka yang dimasukkan pengguna untuk memverifikasi identitas sebagai penghuni sebelum sistem memproses izin masuk.
7. Notifikasi Akses
Pesan otomatis yang dikirim sistem melalui Telegram kepada admin atau penghuni untuk memberitahukan aktivitas masuk, termasuk saat PIN salah atau di luar jam operasional.
8. Waktu Akses Terjadwal
Batasan waktu operasional sistem yang memperbolehkan akses otomatis menggunakan PIN pada pukul 04.00–22.00 WIB, sementara di luar waktu tersebut diperlukan persetujuan admin.

9. Node.js

Server pusat yang mengatur komunikasi antara ESP32, Telegram, database, dan web dashboard.

10. Dashboard Web

Tampilan berbasis web yang digunakan admin untuk memantau status gerbang, mengelola data penghuni, dan melihat catatan aktivitas secara real-time.