



## Sistem Pengamanan Pintu Gerbang Polres Wonogiri Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Afuw Cahya Putra<sup>1\*</sup>, Pramono<sup>2</sup>, Marta Ardiyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa, Indonesia

Correspondence: E-mail: [210103147@mhs.udb.ac.id](mailto:210103147@mhs.udb.ac.id)<sup>1\*</sup>, [pramono@udb.ac.id](mailto:pramono@udb.ac.id)<sup>2</sup>, [marta.ardiyanto@udb.ac.id](mailto:marta.ardiyanto@udb.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pengamanan pintu gerbang Polres Wonogiri berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan keamanan dan pengawasan akses kendaraan secara otomatis dan *real-time*. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *Prototype*, melalui tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pembuatan *prototype*, pengujian, dan evaluasi. Sistem dibangun menggunakan ESP32 yang terintegrasi dengan RFID reader, sensor ultrasonik, servo motor, buzzer, LED indikator, dan Telegram sebagai media notifikasi. Pengujian dilakukan menggunakan *Black Box Testing* dan kuesioner pengguna. Hasil pengujian menunjukkan RFID mampu membaca kartu pada jarak maksimal 3 cm dengan waktu respons 2–3 detik, sensor ultrasonik mendeteksi objek pada jarak efektif 2–300 cm, servo menggerakkan palang pintu kurang dari 2 detik, serta notifikasi Telegram terkirim cepat dan akurat. Hasil kuesioner menunjukkan 97,2% jawaban responden berada pada kategori sangat setuju dan 2,8% setuju. Dengan demikian, sistem dinilai efektif dan efisien dalam meningkatkan keamanan akses gerbang.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Submitted/Received 4 June 2026

First Revised 5 June 2026

Accepted 6 June 2026

First Available online 8 June 2026

Publication Date 8 June 2026

#### Keyword:

Black Box Testing, ESP32,

Internet of Things (IoT),

Prototype, RFID.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di era digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang keamanan. Pemanfaatan teknologi tidak lagi sekadar sebagai pelengkap, tetapi telah menjadi kebutuhan utama untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan akurasi dalam sistem pengawasan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan perangkat saling terhubung dan bertukar data secara *real-time* melalui jaringan *internet* (Fakhrudin, 2024).

Dalam sistem keamanan fisik, pintu gerbang merupakan titik krusial karena menjadi akses utama keluar-masuk suatu area (Bertoli et al., 2023). Di lingkungan institusi seperti Polres Wonogiri, pengamanan pintu gerbang memiliki peran strategis karena berkaitan langsung dengan keamanan personel, tamu, serta aset negara. Selain itu, pengelolaan akses kendaraan juga menjadi bagian penting dalam menjaga ketertiban dan kelancaran aktivitas operasional di dalam lingkungan kantor. Di lingkungan Polres Wonogiri, area parkir dibedakan antara parkir internal yang diperuntukkan bagi anggota kepolisian dan parkir pengunjung yang disediakan bagi masyarakat umum di bagian depan kantor. Pengaturan ini bertujuan untuk menjaga keteraturan serta memastikan bahwa fasilitas internal digunakan sesuai dengan peruntukannya. Namun, berdasarkan kondisi riil di lapangan, masih sering terjadi pelanggaran terhadap aturan tersebut. Kendaraan milik masyarakat umum kerap masuk dan menggunakan area parkir internal karena belum adanya sistem pembatas akses yang tegas dan terkontrol secara otomatis. Sistem pengawasan yang masih bersifat manual menyebabkan petugas kesulitan dalam memantau dan mengontrol setiap kendaraan yang keluar-masuk, terutama pada jam-jam sibuk (Hasib et al., 2026). Selain itu, tidak adanya sistem pencatatan aktivitas secara otomatis juga menyebabkan keterbatasan dalam dokumentasi dan evaluasi. Dampak dari kondisi ini antara lain berkurangnya kapasitas parkir bagi anggota kepolisian, terganggunya aktivitas operasional, serta meningkatnya potensi risiko keamanan di lingkungan kantor. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis RFID dan ESP32 yang mampu mendukung sistem keamanan akses secara otomatis, cepat, dan *real-time* (Bertoli et al., 2023).

Meskipun lingkungan Polres Wonogiri dijaga selama 24 jam oleh petugas, sistem pengamanan yang mengandalkan manusia tetap memiliki keterbatasan. Penjagaan manual sangat bergantung pada kondisi fisik, tingkat kewaspadaan, serta jumlah personel yang tersedia. Dalam situasi tertentu, seperti pada jam sibuk atau saat terjadi peningkatan aktivitas masyarakat, petugas tidak selalu mampu melakukan pengawasan secara optimal terhadap seluruh kendaraan yang keluar-masuk. Selain itu, keterlambatan dalam mendeteksi dan merespons pelanggaran juga dapat terjadi karena tidak adanya sistem *monitoring* dan notifikasi secara *real-time*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem pendukung yang mampu membantu tugas petugas dalam melakukan pengawasan secara lebih efektif, efisien, dan terintegrasi. Penerapan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas sistem keamanan. Sistem ini memungkinkan pengawasan dilakukan secara *real-time*, menyediakan pencatatan data secara otomatis, serta mampu memberikan notifikasi apabila terjadi aktivitas yang tidak sesuai dengan ketentuan (Arwandi Panjaitan et al., 2025).

Sebagai media monitoring visual untuk merekam aktivitas kendaraan yang keluar-masuk secara langsung. Selain itu, penggunaan buzzer dapat berfungsi sebagai alarm atau peringatan apabila terjadi akses yang tidak sesuai, sedangkan lampu LED dapat digunakan

sebagai indikator status akses, seperti tanda diizinkan atau ditolak. Integrasi komponen-komponen tersebut dalam satu sistem akan membantu meningkatkan responsivitas serta mempermudah pengawasan oleh petugas. Dengan adanya sistem berbasis IoT, proses kontrol akses kendaraan dapat dilakukan secara lebih terstruktur, di mana hanya pihak yang memiliki hak akses tertentu yang dapat memasuki area internal. Selain itu, sistem juga dapat membantu dalam meningkatkan kedisiplinan penggunaan area parkir serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem pengamanan pintu gerbang yang mampu bekerja secara otomatis, konsisten, serta tidak dipengaruhi oleh faktor kelelahan manusia. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengamanan, memperkuat kontrol akses, serta mendukung terciptanya lingkungan yang lebih tertib dan aman.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

Berbagai penelitian mengenai sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan efektivitas pengawasan dan keamanan akses pintu maupun gerbang. Penelitian oleh (Febriyan et al., 2024) mengembangkan sistem keamanan pintu gerbang otomatis berbasis Arduino Uno, RFID, sensor ultrasonik, dan NodeMCU ESP32 yang terintegrasi dengan notifikasi Telegram. Penelitian lain oleh (Kn & Adul, 2022) menerapkan RFID dan NodeMCU pada sistem keamanan pintu otomatis yang mendukung pemantauan jarak jauh dan pengiriman notifikasi melalui Telegram. Selain itu, (Nova Amalia, 2024) memanfaatkan RFID dan NodeMCU ESP8266 untuk validasi akses pintu otomatis berbasis WiFi, sedangkan (Anjayani Syahputra, Lalu Delsi Samsumar, 2024) merancang sistem akses gerbang berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, Blynk, dan Google Assistant untuk kontrol suara jarak jauh. Penelitian oleh (Dzaky Zulfian, 2022) juga menerapkan RFID dan NodeMCU ESP8266 dengan pemantauan berbasis website dan database MySQL guna merekam aktivitas akses pintu. Berdasarkan penelitian tersebut, teknologi IoT terbukti mampu mendukung pemantauan real-time, kontrol jarak jauh, notifikasi otomatis, dan peningkatan keamanan akses, sehingga penelitian "Sistem Pengamanan Pintu Gerbang Polres Wonogiri Berbasis Internet of Things (IoT)" dikembangkan untuk meningkatkan keamanan serta efektivitas pengawasan akses keluar masuk di lingkungan Polres Wonogiri.

## **Sistem**

Sistem merupakan kesatuan berbagai komponen yang saling berhubungan, mempengaruhi, dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu melalui mekanisme input, process, dan output, serta didukung oleh komponen lain seperti control, feedback, dan boundary agar sistem berjalan sesuai tujuan (Sutabri, 2022). Dalam perkembangan teknologi, sistem banyak diterapkan secara otomatis menggunakan perangkat elektronik dan perangkat lunak komputer karena dinilai lebih cepat, akurat, dan efisien dibandingkan sistem manual. Salah satu penerapannya terdapat pada sistem pengamanan pintu gerbang yang berfungsi mengontrol akses keluar masuk suatu area melalui integrasi perangkat keras seperti sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, relay, dan aktuator dengan perangkat lunak yang saling terhubung secara terintegrasi (Al-Fuqaha et al., 2023).

Pada penelitian ini, sistem pengamanan pintu gerbang dirancang berbasis Internet of Things (IoT) sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat dilakukan secara real-time melalui jaringan internet guna membantu petugas keamanan di lingkungan Polres Wonogiri

dalam mengontrol akses keluar masuk kendaraan maupun pengguna secara lebih aman, cepat, dan efisien.

### **Pengamanan Pintu Gerbang**

Pengamanan pintu gerbang merupakan proses pengawasan, pengendalian, dan pembatasan akses keluar masuk suatu area untuk menjaga keamanan dan ketertiban, karena gerbang menjadi jalur utama akses orang maupun kendaraan (Hasib et al., 2026). Pada sistem konvensional, pengawasan masih dilakukan secara manual oleh petugas keamanan sehingga memiliki kelemahan berupa keterbatasan pengawasan, risiko human error, kurang optimalnya pencatatan data akses, serta lambat dalam memberikan informasi ketika terjadi pelanggaran keamanan atau akses tidak sah. Seiring perkembangan teknologi, sistem pengamanan gerbang mulai dikembangkan menggunakan perangkat elektronik dan sistem otomatis berbasis komputer dengan memanfaatkan sensor, kamera, RFID, sidik jari, keypad, hingga teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan keamanan akses secara otomatis (Bertoli et al., 2023).

Pengamanan berbasis teknologi memiliki kelebihan seperti meningkatkan keamanan akses masuk dan keluar, mengurangi kesalahan manusia, mempermudah monitoring secara real-time, memungkinkan pengendalian jarak jauh, menyimpan data aktivitas pengguna secara otomatis, serta mempercepat respon terhadap gangguan keamanan. Dalam penelitian ini, sistem pengamanan pintu gerbang diterapkan pada lingkungan Polres Wonogiri dengan memanfaatkan teknologi IoT sebagai media komunikasi data agar mampu melakukan monitoring kondisi gerbang, mendeteksi aktivitas pengguna, dan memberikan kontrol akses otomatis melalui jaringan internet sehingga proses pengamanan menjadi lebih efektif, efisien, dan optimal dalam meningkatkan kualitas keamanan area Polres Wonogiri.

### **Internet of Things (IoT)**

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung, berkomunikasi, serta bertukar data melalui jaringan internet secara otomatis tanpa harus selalu dikendalikan langsung oleh manusia (Al-Fuqaha et al., 2023). Teknologi ini memanfaatkan sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan perangkat lunak untuk mendukung proses monitoring serta kontrol secara real-time sehingga mampu menciptakan sistem yang lebih cerdas, efisien, dan terintegrasi. Dalam penerapannya, IoT telah digunakan pada berbagai bidang seperti smart home, kesehatan, industri, pertanian, transportasi, dan keamanan untuk memudahkan pengawasan dan pengendalian perangkat dari lokasi berbeda secara online (Hasib et al., 2026). Karakteristik utama IoT meliputi konektivitas internet, pertukaran data antar perangkat, monitoring dan kontrol jarak jauh, otomatisasi sistem, serta kemampuan real-time system. Pada penelitian ini, teknologi IoT diterapkan dalam pengembangan sistem pengamanan pintu gerbang Polres Wonogiri menggunakan mikrokontroler yang terhubung ke jaringan internet sehingga proses monitoring kondisi gerbang, status akses pengguna, dan aktivitas keamanan dapat dilakukan secara real-time melalui aplikasi monitoring. Penerapan IoT pada sistem tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengawasan, efisiensi kerja petugas keamanan, mempercepat penyampaian informasi, memungkinkan kontrol gerbang dari jarak jauh, serta meminimalkan risiko akses ilegal pada area tertentu (Bertoli et al., 2023).

### **ESP32**

Berikut gambar 1 merupakan gambar ESP32



Gambar 1. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan untuk sistem embedded dan Internet of Things (IoT) dengan fitur WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi dalam satu chip sehingga banyak digunakan pada sistem otomatis dan monitoring berbasis internet (Espressif Systems, 2023). ESP32 memiliki performa tinggi karena menggunakan prosesor dual-core dengan konsumsi daya relatif rendah serta mendukung banyak pin input/output untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat elektronik. Selain itu, ESP32 mampu mendukung komunikasi data secara real-time sehingga banyak diterapkan pada pengembangan smart system dan perangkat IoT (Al-Fuqaha et al., 2023).

Pada penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali sistem pengamanan pintu gerbang Polres Wonogiri dengan menerima data dari sensor RFID dan sensor ultrasonik, kemudian memrosesnya untuk mengontrol buzzer, LED, dan sistem pembuka gerbang, sekaligus mengirimkan data monitoring ke aplikasi atau server melalui jaringan internet. Kelebihan ESP32 meliputi dukungan WiFi dan Bluetooth internal, kompatibilitas dengan sistem IoT, kecepatan pemrosesan yang tinggi, konsumsi daya rendah, serta kemudahan pemrograman menggunakan Arduino IDE.

### **RFID (Radio Frequency Identification)**

Berikut gambar 2 merupakan gambar Radio Frecuency



Gambar 2. Radio Frecuency

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang memanfaatkan gelombang radio untuk membaca data dari kartu atau tag RFID melalui dua komponen utama, yaitu RFID tag sebagai media penyimpanan identitas pengguna dan RFID reader sebagai alat pembaca data yang kemudian diproses oleh mikrokontroler (Finkenzeller, 2023). Pada sistem pengamanan pintu gerbang, RFID digunakan sebagai media autentikasi sehingga hanya kartu yang telah terdaftar yang dapat membuka akses gerbang. Penggunaan

RFID dinilai lebih praktis dan aman dibandingkan kunci manual karena setiap pengguna memiliki identitas akses tersendiri (Want, 2022).

Selain itu, RFID memiliki beberapa keunggulan, yaitu proses identifikasi yang cepat dan otomatis, mengurangi risiko penggunaan kunci palsu, mudah digunakan, memungkinkan penyimpanan serta pemantauan data pengguna, dan mendukung sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT). Pada penelitian ini, RFID diterapkan pada sistem pengamanan pintu gerbang Polres Wonogiri untuk melakukan proses autentikasi akses kendaraan secara otomatis sehingga sistem mampu meningkatkan keamanan, mempercepat proses identifikasi pengguna, dan meminimalkan risiko akses ilegal pada area tertentu (Bertoli et al., 2023).

### Sensor Ultrasonik

Berikut gambar 3 merupakan gambar HC-SR04



Gambar 3. HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak objek menggunakan gelombang ultrasonik dengan cara memancarkan gelombang suara frekuensi tinggi melalui transmitter dan menerima pantulannya melalui receiver (Mahali, 2022). Jarak objek dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang dari sensor menuju objek dan kembali ke sensor. Dalam penelitian ini, sensor ultrasonik dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan atau objek di sekitar pintu gerbang sehingga sistem dapat memberikan respons otomatis sesuai program, seperti membuka gerbang atau mengaktifkan alarm keamanan. Sensor ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu mampu mendeteksi objek tanpa kontak langsung, memiliki akurasi yang cukup baik, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, harga relatif terjangkau, serta sesuai digunakan pada sistem otomatisasi (Suryadi et al., 2023).

### Buzzer

Berikut gambar 4 merupakan gambar active buzzer



Gambar 4. Active Buzzer

Active Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi menghasilkan bunyi dengan mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara (Prasetyo & Nugroho, 2022). Pada sistem pengamanan pintu gerbang, buzzer digunakan sebagai indikator peringatan ketika terjadi kondisi tertentu, seperti akses tidak dikenal, kesalahan pembacaan RFID, atau gangguan keamanan, sehingga membantu petugas mengetahui kondisi sistem secara cepat. Jenis buzzer yang digunakan dalam penelitian ini adalah active buzzer karena mampu menghasilkan suara secara langsung tanpa memerlukan rangkaian tambahan. Adapun fungsi buzzer dalam penelitian ini meliputi sebagai alarm keamanan, indikator akses berhasil atau gagal, pemberi notifikasi suara kepada pengguna, serta membantu monitoring kondisi sistem.

### LED Light

Berikut gambar 5 merupakan gambar LED



Gambar 5. LED

LED atau *Light Emitting Diode* merupakan komponen elektronika yang mampu memancarkan cahaya saat dialiri arus listrik dan banyak digunakan sebagai indikator pada berbagai perangkat elektronik karena konsumsi daya yang rendah serta umur pemakaian yang panjang (Boylestad & Nashelsky, 2021). Dalam sistem pengamanan pintu gerbang, LED berfungsi sebagai indikator status sistem, seperti LED hijau yang menandakan akses diterima atau gerbang terbuka dan LED merah yang menunjukkan akses ditolak atau kondisi bahaya. Selain itu, LED memiliki beberapa keunggulan, yaitu hemat energi, respons cahaya cepat, berukuran kecil, mudah dipasang, serta cocok digunakan sebagai indikator sistem. Pada penelitian ini, LED digunakan sebagai media notifikasi visual pada sistem pengamanan pintu gerbang di lingkungan Polres Wonogiri sehingga membantu pengguna dan petugas keamanan mengetahui status akses secara cepat dan jelas.

### Kabel Jumper

Berikut gambar 6 merupakan gambar kabel jumper



Gambar 6. Kabel Jumper

Kabel jumper (*jumper wire*) merupakan kabel penghubung yang digunakan untuk menghubungkan antar komponen elektronik dalam suatu rangkaian, khususnya pada breadboard dan prototipe mikrokontroler (Pratama & Wijaya, 2022). Kabel jumper terdiri dari beberapa jenis, yaitu *male to male*, *male to female*, dan *female to female*, yang penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan koneksi antar perangkat. Pada penelitian ini, kabel jumper digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan sensor RFID, sensor ultrasonik, buzzer, LED, dan komponen lainnya agar seluruh perangkat dapat terintegrasi serta bekerja sesuai program yang telah dirancang. Selain itu, kabel jumper berfungsi untuk mempermudah proses perakitan dan pengujian sistem tanpa memerlukan penyolderan pada tahap prototipe.

## Motor Servo

Berikut gambar 7 merupakan gambar Servo Motor



Gambar 7. Servo Motor

Servo motor merupakan aktuator atau motor listrik yang dirancang untuk menghasilkan gerakan putar secara presisi berdasarkan sinyal kontrol dari mikrokontroler sehingga posisi sudut putarannya dapat diatur sesuai kebutuhan sistem (Boylestad & Nashelsky, 2021). Servo motor terdiri dari motor DC, rangkaian kontrol, gear, dan potensiometer yang berfungsi menentukan posisi sudut putaran agar pergerakan motor lebih akurat. Umumnya servo motor memiliki sudut putar  $0^{\circ}$ – $180^{\circ}$  dan dikendalikan menggunakan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dari mikrokontroler seperti ESP32 (Espressif Systems, 2023).

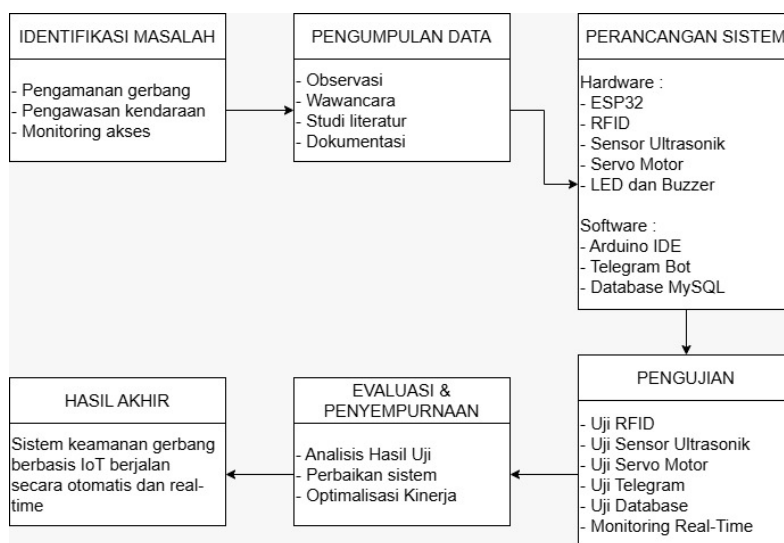
Pada penelitian ini, servo motor digunakan sebagai penggerak mekanisme buka tutup pintu gerbang otomatis, di mana ESP32 mengirimkan sinyal untuk membuka gerbang ketika kartu RFID terdaftar dan menutup kembali secara otomatis setelah akses selesai atau ditolak. Servo motor dipilih karena memiliki tingkat presisi yang baik, mudah dikendalikan menggunakan mikrokontroler, konsumsi daya relatif rendah, mampu bekerja otomatis sesuai program, serta cocok diterapkan pada sistem otomatisasi dan keamanan berbasis Internet of Things (IoT) sehingga proses buka tutup gerbang menjadi lebih efektif dan efisien pada lingkungan Polres Wonogiri.

## 2. METODE

### Metode RnD

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, serta menguji suatu produk berupa sistem pengamanan pintu gerbang berbasis *Internet of Things (IoT)*. Metode ini dipilih karena penelitian tidak hanya menganalisis, tetapi juga menghasilkan produk yang dapat

diimplementasikan secara langsung. Berikut gambar 8 merupakan diagram tahapan penelitian



Gambar 8. Diagram Tahapan Penelitian

Berdasarkan diagram alur penelitian, proses pengembangan sistem diawali dengan tahap identifikasi masalah yang meliputi kebutuhan pengamanan gerbang, pengawasan kendaraan, dan monitoring akses. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, studi literatur, dan dokumentasi sebagai dasar dalam perancangan sistem. Pada tahap perancangan, sistem dibangun menggunakan perangkat keras berupa ESP32, RFID, sensor ultrasonik, servo motor, LED, dan buzzer, serta didukung perangkat lunak seperti Arduino IDE, Telegram Bot, dan database MySQL. Setelah sistem selesai dirancang, dilakukan pengujian terhadap seluruh komponen dan fungsi sistem, meliputi RFID, sensor ultrasonik, servo motor, integrasi Telegram, database, serta monitoring secara real-time. Hasil pengujian kemudian dievaluasi untuk mengetahui kinerja sistem dan melakukan perbaikan maupun optimalisasi apabila diperlukan. Tahap akhir menghasilkan sistem keamanan gerbang berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu bekerja secara otomatis dan *real-time* dalam mengelola akses keluar masuk kendaraan.

### Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh melalui observasi dan wawancara terkait sistem pengamanan pintu gerbang di Polres Wonogiri untuk mengetahui kondisi sistem yang berjalan serta permasalahan yang terjadi. Data kuantitatif diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner kepada 18 petugas yang terlibat dalam pengamanan dan pengawasan pintu gerbang guna mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

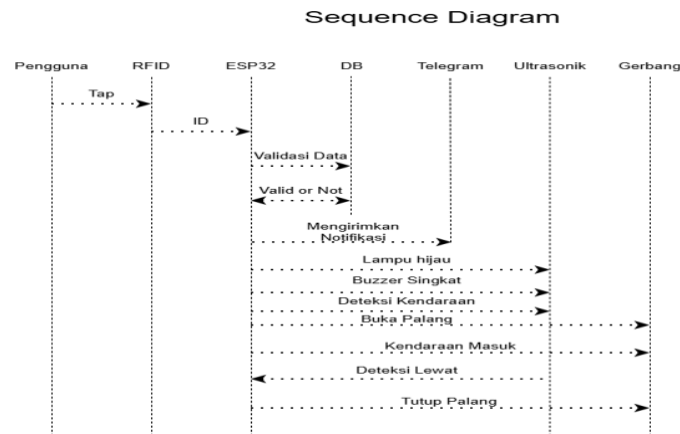
Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer meliputi hasil observasi, wawancara, dan kuesioner pengguna sistem berbasis skala Likert 1–5 yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, keamanan, kecepatan akses, efektivitas notifikasi Telegram, dan monitoring secara real-time. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari jurnal ilmiah, buku referensi, dokumentasi, serta literatur yang berkaitan dengan *Internet of Things* (IoT) dan sistem keamanan.

### Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Prototype, yaitu metode yang berfokus pada pembuatan model awal sistem yang kemudian diuji dan disempurnakan sesuai kebutuhan pengguna. Tahapan metode ini meliputi analisis kebutuhan yang mencakup kebutuhan perangkat keras seperti ESP32/ESP8266, RFID, motor gerbang, sensor, buzzer, dan lampu LED, kebutuhan perangkat lunak berupa program mikrokontroler, web server, dan database, serta kebutuhan pengguna yaitu petugas keamanan, kemudian dilanjutkan dengan tahap perancangan sistem yang meliputi desain dan pengembangan sistem sesuai kebutuhan pengguna:

**Diagram blok system**

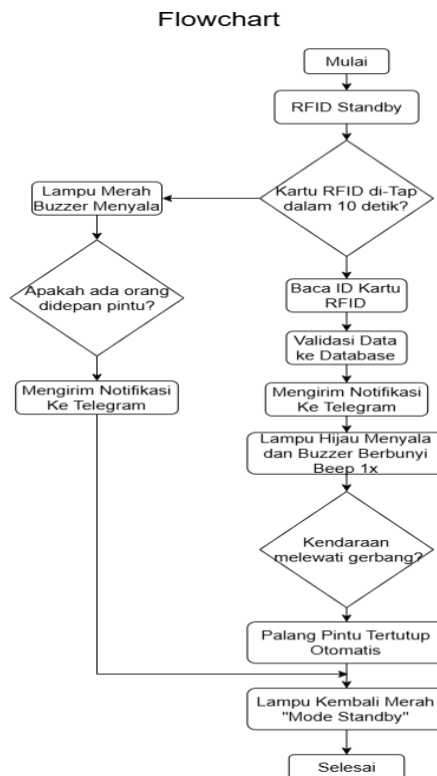
Berikut gambar 9 merupakan diagram blok sistem



Gambar 9. Diagram Blok Sistem

**Flowchart proses**

Berikut gambar 10 merupakan gambar flowchart proses



Gambar 10. Flowchart proses

## **Pembuatan Prototype**

Membangun sistem awal menggunakan mikrokontroler, RFID, serta sensor pendukung lainnya. Sistem diintegrasikan dengan buzzer sebagai alarm atau peringatan, dan lampu LED sebagai indikator status akses. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan monitoring berbasis web atau aplikasi untuk memudahkan pengawasan dan pengendalian secara real-time (Alfonsius et al., 2024).

## **Pengujian Sistem**

Sistem RFID mampu membaca kartu dengan baik, gerbang dapat membuka dan menutup secara otomatis, data akses tersimpan di database, monitoring dilakukan secara real-time melalui sistem berbasis web atau aplikasi, serta buzzer dan lampu LED berfungsi sebagai indikator dan peringatan (Wijanarko et al., 2025). Selain itu, sensor ultrasonik mampu mendeteksi kendaraan secara akurat dan ESP32 berhasil terhubung dengan jaringan internet sehingga sistem dapat berjalan sesuai fungsi yang dirancang.

## **Evaluasi dan Penyempurnaan**

Melakukan perbaikan berdasarkan hasil pengujian hingga sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi yang diharapkan. Tahap evaluasi dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem dapat bekerja secara optimal, stabil, dan terintegrasi dengan baik dalam mendukung keamanan akses pintu gerbang pada lingkungan Polres Wonogiri.

## **Perangkat yang Digunakan**

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini meliputi ESP32/ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, RFID reader beserta kartu RFID untuk identifikasi akses, motor servo atau motor DC sebagai penggerak, sensor pendukung seperti ultrasonik atau magnetic switch untuk mendeteksi kondisi akses, buzzer sebagai alarm/peringatan, lampu LED sebagai indikator status akses, serta laptop/PC/handphone sebagai media monitoring. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan terdiri atas Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, web server seperti PHP atau Node.js untuk pengelolaan sistem, database MySQL sebagai penyimpanan data, dan browser untuk proses monitoring sistem (Nurohman et al., 2025).

## **Teknik Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* yang berfokus pada pengujian fungsi sistem tanpa memperhatikan struktur kode program. Pengujian meliputi uji autentikasi RFID untuk memastikan validitas kartu, uji buka dan tutup gerbang otomatis, uji pengiriman data ke server atau database, uji fungsi buzzer dan lampu LED sebagai indikator akses, uji kestabilan koneksi jaringan, uji performa atau *delay* respon sistem, uji akurasi pembacaan RFID, uji jaringan untuk mengetahui keandalan komunikasi data, uji motor servo dalam membuka dan menutup gerbang, serta uji sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek atau kendaraan secara akurat (Ningrum & Basyir, 2022).

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Implementasi Sistem**

Pada penelitian ini telah berhasil diimplementasikan sistem pengamanan pintu gerbang berbasis *Internet of Things* (IoT) pada lingkungan Polres Wonogiri. Sistem dibangun dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga mampu bekerja secara

otomatis dalam mengontrol akses keluar masuk kendaraan. Implementasi sistem memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali yang terhubung dengan RFID *reader*, sensor ultrasonik HC-SR04, servo motor, buzzer, dan LED indikator.

RFID *reader* digunakan untuk membaca identitas pengguna melalui RFID *tag* yang telah terdaftar pada sistem. Sensor ultrasonik berfungsi mendeteksi keberadaan objek atau kendaraan di area gerbang, sedangkan servo motor digunakan sebagai penggerak otomatis palang pintu gerbang. Selain itu, buzzer dan LED indikator digunakan sebagai media notifikasi suara dan visual untuk menunjukkan status akses pengguna. Seluruh komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper sesuai konfigurasi *input* dan *output* pada ESP32.

Implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Sistem bekerja ketika pengguna menempelkan kartu RFID pada RFID *reader*, kemudian data kartu dikirim ke ESP32 untuk dilakukan proses validasi. Jika data sesuai dengan *database* yang tersimpan, maka servo motor akan membuka gerbang secara otomatis, LED hijau menyala, dan buzzer berbunyi singkat sebagai indikator akses diterima. Setelah kendaraan melewati gerbang dan sensor ultrasonik tidak lagi mendeteksi objek, sistem akan menutup gerbang secara otomatis. Sebaliknya, apabila kartu RFID tidak dikenali, sistem akan menolak akses, LED merah menyala, dan buzzer berbunyi sebagai tanda peringatan. Implementasi sistem ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keamanan akses pintu gerbang secara otomatis, cepat, dan efisien.

### Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan *prototype* dalam menjalankan seluruh fungsi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan pada setiap komponen perangkat keras maupun perangkat lunak untuk memastikan sistem dapat bekerja secara optimal dan terintegrasi dengan baik. Hasil pengujian sistem meliputi kemampuan RFID dalam membaca kartu, sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek, servo motor dalam menggerakkan palang pintu, buzzer dan LED sebagai indikator akses, serta Telegram sebagai media notifikasi dan kontrol jarak jauh. Adapun hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	Komponen	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian
1	RFID <i>Reader</i>	Kartu RFID terdaftar ditempelkan pada <i>reader</i>	RFID mampu membaca kartu pada jarak maksimal 3 cm dengan waktu respons 2–3 detik dan akses diterima
2	RFID <i>Reader</i>	Kartu RFID tidak terdaftar ditempelkan pada <i>reader</i>	Sistem menolak akses dan buzzer berbunyi sebagai tanda peringatan
3	Sensor Ultrasonik	Objek atau kendaraan berada di depan sensor	Sensor mampu mendeteksi objek pada jarak efektif 2 cm–300 cm
4	Sensor Ultrasonik dan Buzzer	Objek atau orang diam di depan sensor selama 10 detik	Buzzer berbunyi sebagai tanda peringatan
5	Servo Motor	Perintah buka dan tutup palang pintu	Servo mampu menggerakkan palang pintu dalam waktu kurang dari 2 detik
6	LED Indikator	Kondisi akses diterima dan ditolak	LED <i>standby</i> berwarna merah dan berubah menjadi hijau ketika RFID valid

7	Buzzer	RFID membaca kartu akses	Buzzer berbunyi kurang dari 2 detik setelah RFID membaca kartu
8	ESP32 dan IoT	Koneksi jaringan internet	ESP32 berhasil terhubung dengan jaringan internet secara <i>real-time</i>
9	Telegram Bot	Pengiriman notifikasi akses	Notifikasi Telegram terkirim dengan cepat dan akurat
10	Telegram Bot	Kontrol akses gerbang secara manual	Palang pintu dapat diakses melalui Telegram selama terhubung dengan jaringan internet

Berdasarkan hasil pengujian sistem, seluruh komponen pada sistem pengamanan pintu gerbang berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. RFID *reader* mampu membaca kartu pada jarak maksimal 3 cm dengan waktu respons 2–3 detik, sehingga proses identifikasi pengguna dapat dilakukan secara cepat. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek atau kendaraan pada jarak efektif 2 cm–300 cm, serta buzzer akan berbunyi apabila terdapat objek atau orang yang diam di depan sensor selama 10 detik. Servo motor dapat menggerakkan palang pintu dalam waktu kurang dari 2 detik, sedangkan LED indikator bekerja sesuai kondisi sistem, yaitu merah pada kondisi *standby* dan berubah menjadi hijau ketika RFID valid. Selain itu, ESP32 mampu terhubung dengan jaringan internet secara *real-time*, notifikasi Telegram terkirim dengan cepat dan akurat, serta palang pintu dapat diakses secara manual melalui Telegram selama sistem terkoneksi internet.

### Hasil Kuesioner Pengguna Sistem

Pengujian sistem juga dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 20 responden petugas yang terlibat dalam pengamanan dan pengawasan pintu gerbang. Instrumen kuesioner menggunakan skala Likert dengan lima kategori jawaban, yaitu Sangat Setuju, Setuju, Netral, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju. Hasil perhitungan kuesioner ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan Hasil Kuesioner Pengguna Sistem

No	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS	Jumlah
1	Mempermudah akses anggota menggunakan RFID	20	0	0	0	0	20
2	Notifikasi Telegram membantu pemantauan keamanan	20	0	0	0	0	20
3	Gerbang lebih aman dibandingkan gerbang manual	18	2	0	0	0	20
4	Mempermudah petugas mengidentifikasi tamu	18	2	0	0	0	20
5	Gerbang otomatis mudah digunakan oleh petugas	18	2	0	0	0	20
6	Mempermudah identifikasi anggota kepolisian	18	2	0	0	0	20
7	Sistem menggunakan teknologi modern dan canggih	18	2	0	0	0	20
8	Akses lebih cepat dan dapat dilakukan melalui smartphone	20	0	0	0	0	20
9	Monitoring petugas lebih mudah dan <i>real-time</i>	20	0	0	0	0	20
10	Mengurangi pekerjaan manual petugas	20	0	0	0	0	20
11	Meningkatkan keamanan Polres	20	0	0	0	0	20
12	Sistem dapat diakses dari jarak jauh	20	0	0	0	0	20

13	Notifikasi Telegram masuk secara <i>real-time</i>	20	0	0	0	0	20
14	Membantu petugas jaga menjaga keamanan Mapolres	20	0	0	0	0	20
15	Sistem responsif dari tap kartu hingga notifikasi Telegram	20	0	0	0	0	20
16	Mengurangi kesalahan petugas jaga gerbang	20	0	0	0	0	20
17	Sistem tap kartu efektif digunakan	20	0	0	0	0	20
18	Memper memudahkan pengawasan petugas jaga gerbang	20	0	0	0	0	20
<b>Total</b>		<b>350</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>360</b>

Rekapitulasi persentase jawaban responden berdasarkan kategori penilaian disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Persentase Jawaban Responden

Kategori Jawaban	Jumlah Jawaban	Perhitungan	Persentase
Sangat Setuju	350	$350/360 \times 100$	97,2%
Setuju	10	$10/360 \times 100$	2,8%
Netral	0	$0/360 \times 100$	0%
Tidak Setuju	0	$0/360 \times 100$	0%
Sangat Tidak Setuju	0	$0/360 \times 100$	0%
<b>Total</b>	<b>360</b>		<b>100%</b>

Berdasarkan hasil perhitungan kuesioner, diperoleh total 360 jawaban responden, dengan 350 jawaban atau 97,2% berada pada kategori Sangat Setuju dan 10 jawaban atau 2,8% berada pada kategori Setuju. Tidak terdapat jawaban pada kategori Netral, Tidak Setuju, maupun Sangat Tidak Setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengamanan pintu gerbang berbasis *Internet of Things* (IoT) memperoleh tingkat penerimaan yang sangat baik dari pengguna. Sistem dinilai mudah digunakan, membantu mempercepat akses, meningkatkan keamanan gerbang, serta mendukung proses monitoring secara *real-time* melalui notifikasi Telegram.

## Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem pengamanan pintu gerbang berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu bekerja dengan baik sesuai tujuan penelitian. Penggunaan RFID pada sistem memberikan kemudahan dalam proses identifikasi pengguna karena akses dapat dilakukan secara otomatis tanpa menggunakan kunci manual. RFID mampu membaca kartu pada jarak maksimal 3 cm dengan waktu respons 2–3 detik, sehingga sistem dapat melakukan validasi akses secara cepat dan terkontrol.

Sensor ultrasonik yang digunakan pada sistem berperan penting dalam mendukung otomatisasi gerbang. Sensor ini mampu mendeteksi objek atau kendaraan pada jarak efektif 2 cm–300 cm, sehingga sistem dapat mengetahui keberadaan kendaraan di area gerbang. Selain itu, apabila terdapat objek atau orang yang diam di depan sensor selama 10 detik, buzzer akan berbunyi sebagai tanda peringatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik tidak hanya berfungsi untuk mendeteksi kendaraan, tetapi juga membantu meningkatkan keamanan area gerbang.

Servo motor mampu menggerakkan palang pintu dalam waktu kurang dari 2 detik, sehingga proses buka dan tutup gerbang dapat berlangsung lebih cepat dibandingkan sistem manual. LED indikator dan buzzer juga berfungsi dengan baik sebagai media informasi visual dan suara. LED berada pada kondisi *standby* berwarna merah dan berubah menjadi hijau

ketika RFID valid, sedangkan buzzer berbunyi sebagai tanda akses diterima maupun peringatan ketika terjadi kondisi tertentu.

Penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler utama mampu mendukung koneksi internet secara *real-time*. Hal ini dibuktikan dengan notifikasi Telegram yang dapat terkirim dengan cepat dan akurat. Selain itu, palang pintu juga dapat diakses secara manual melalui Telegram selama sistem terhubung dengan jaringan internet. Fitur ini memberikan kemudahan bagi petugas dalam melakukan monitoring dan pengendalian akses dari jarak jauh.

Hasil kuesioner pengguna juga memperkuat hasil pengujian sistem yang telah dilakukan. Tingginya tingkat persetujuan responden menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berjalan dengan baik secara teknis, tetapi juga dapat diterima dan digunakan dengan mudah oleh petugas pengamanan. Mayoritas responden memberikan penilaian Sangat Setuju terhadap kemudahan akses, efektivitas notifikasi Telegram, peningkatan keamanan gerbang, serta kemudahan monitoring secara *real-time*. Dengan demikian, sistem pengamanan pintu gerbang berbasis IoT dinilai mampu meningkatkan keamanan akses secara lebih efektif dan efisien pada lingkungan Polres Wonogiri, mengurangi ketergantungan terhadap sistem manual, serta membantu petugas dalam melakukan pengawasan dan pengendalian akses gerbang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem pengamanan pintu gerbang Polres Wonogiri berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan ESP32 sebagai pusat pengendali yang terintegrasi dengan RFID, sensor ultrasonik, servo motor, buzzer, dan LED indikator sehingga mampu bekerja secara otomatis dan *real-time*. Sistem dapat melakukan autentikasi akses menggunakan RFID dengan baik, di mana kartu yang terdaftar dapat membuka gerbang secara otomatis, sedangkan kartu yang tidak terdaftar akan ditolak oleh sistem. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan kendaraan atau objek sehingga proses buka dan tutup gerbang berjalan otomatis sesuai kondisi yang diprogram. Selain itu, buzzer dan LED indikator dapat memberikan informasi kondisi sistem melalui tanda suara dan visual.

Berdasarkan hasil pengujian *prototype*, seluruh komponen sistem dapat bekerja sesuai fungsi dan tujuan penelitian. RFID mampu membaca kartu pada jarak maksimal 3 cm dengan waktu respons 2–3 detik, sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek pada jarak efektif 2 cm–300 cm, servo motor mampu menggerakkan palang pintu dalam waktu kurang dari 2 detik, serta notifikasi Telegram dapat terkirim secara cepat dan akurat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan keamanan dan pengawasan akses keluar masuk secara lebih cepat, efektif, dan efisien pada lingkungan Polres Wonogiri.

Untuk penelitian yang akan datang, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan kamera atau ESP32-CAM agar petugas dapat melakukan monitoring visual terhadap kendaraan maupun pengguna yang mengakses gerbang. Selain itu, penggunaan *database online* atau *cloud database* dapat diterapkan agar penyimpanan data akses lebih aman, terpusat, dan mudah dipantau dari jarak jauh. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan fitur autentikasi ganda, seperti *fingerprnt*, *face recognition*, atau kombinasi RFID dan PIN untuk meningkatkan keamanan sistem. Selain itu, pengujian dapat dilakukan dalam skala yang lebih luas dengan jumlah pengguna dan kondisi operasional yang lebih

bervariasi, sehingga sistem dapat dievaluasi secara lebih komprehensif sebelum diterapkan secara permanen pada lingkungan instansi.

## 5. REFERENCES

- Adjie Febriansyah, A. Y. (2025). Simulasi Sistem Keamanan Dan Kendali Gerbang Otomatis Pada Portal Perumahan Menggunakan Teknologi Tanpa Kunci Berbasis Iot. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 2(Vol. 2 No. 3 (2025): Juni). <https://doi.org/https://doi.org/10.70248/jcsit.v2i3.2088>
- Alfonsius, E., Ruitan, A. S., & Liuw, D. (2024). Pengembangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Prototype Berbasis RFID dan Keypad 4x4 dengan Arduino Nano. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, 3(2), 110–123. <https://doi.org/10.58602/jima-ilkom.v3i2.33>
- Anjayani Syaputra, Delsi Samsuma, M. M. E. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM AKSES PINTU GERBANG BERBASIS IOT DENGAN PERINTAH SUARA. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 2(Vol. 2 No. 1 (2024): Desember), 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.70248/jcsit.v2i1>
- Apriansa Arwandi Panjaitan 1, Annastia Reza Dzulha 2, S. S. 3. (2025). PROTOTYPE SISTEM MONITORING STATUS PINTU BERBASIS IOT DENGAN NOTIFIKASI WEB DAN TELEGRAM. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 8(Volume 8, No 2, November 2025), 9. <https://doi.org/https://doi.org/10.30812/jire.v8i2.1761>
- Aziz H, & suharjo I. (2024). Pengembangan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Smart Home Berbasis IoT dengan Metode RnD. *JEKIN - Jurnal Teknik Informatika*, 5(1), 13–23. <https://rumahjurnal.or.id/index.php/JEKIN/article/view/839>
- Bertoli, G. de C., Fernandes, G. V. C., Monici, P. H. B., Guibo, C. H. d. A., Dos Santos, A. L., & Pereira Junior, L. A. (2024). Design and implementation of intelligent packet filtering in IoT microcontroller-based devices. *Journal of Internet Services and Applications*, 15(1), 289–301. <https://doi.org/10.5753/jisa.2024.3835>
- Djabir, S. N., Azis, M. F., & Amin Kurniadi. (2022). Design and Development of a Monitoring and Alarm System for Home Security Door Using Antares IoT Platform. *JEAT : Journal of Electrical and Automation Technology*, 1(2), 56–61. <https://doi.org/10.61844/jeat.v1i2.283>
- Erwan Efendi, Rahman Asro Bil'ibad, M. S. A. F. (2023). Konsep Sistem, Jenis-Jenis Sistem Dan Model Sistem. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5(Vol. 5 No. 2 (2023): Jurnal Pendidikan dan Konseling), 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i2.13919>
- Fakhrudin, A. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things Dengan Esp32 Dan Aplikasi Blynk. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 19(1), 53. <https://doi.org/10.30587/e-link.v19i1.7600>
- Febriansyah, A. (2025). *Pada Portal Perumahan Menggunakan Teknologi Tanpa*. 2(3), 324–337.
- Febriyan, A., Halomoan Tampubolon, T., Hs, S. C., Elektronika, T., Elektro, T., & Medan, P. N. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS

ARDUINO UNO. <https://doi.org/https://doi.org/10.51510/konsep.v5i1.1831>

- Hasib, A., Akib, A. S. M. A. S., Ankur, N. Das, & Giri, A. (2026). *Dual-Modality IoT Framework for Integrated Access Control and Environmental Safety Monitoring with Real-Time Cloud Analytics*. <http://arxiv.org/abs/2601.20366>
- Hilman Aziz, I. S. (2024). Pengembangan Sistem Keamanan Gerbang Rumah Smart Home Berbasis IoT dengan Metode RnD. *Jurnal Teknik Informatika*, 4(Vol. 4 No. 3 (2024)), 12. <https://doi.org/10.58794/jekin.v5i1.839>
- Juliansyah, F., Supit, Y., & Islah, A. M. (2025). *Menggunakan Web Server Berbasis Iot*. 10(1), 140–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.51876/simtek.v10i1.1518>
- Khairafi Dzaky Zulfian, K. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Gudang Menggunakan RFID Berbasis IoT. *MSI Transaction on Education*, 03(Volume 03 Number 04, 2022), 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.46574/mted.v3i4.93>
- Khasanah, U. N., & Nurhadi, N. (2023). Aplikasi Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Ukur Jarak Digital Berbasis Arduino. *Journal of Science Nusantara*, 3(4), 135–140. <https://doi.org/10.28926/jsnu.v3i4.1343>
- Kn, N., & Adul, B. (2022). Perancangan Sistem Keamanan Pintu Ruang Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 24(1), 21–27. <https://doi.org/https://doi.org/10.33557/jurnalatrik.v24i1.1651>
- Maulana Ilham, M., Khairil Ihsan, M., Yofinaldi, S., & Paduloh. (2024). Design Using Rfid Sensor Based on Arduino Uno. *Scientica*, 2(2), 16–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.572349/scientica.v2i2.875>
- Ningrum, N. K., & Basyir, A. (2022). PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN PINTU RUANGAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RFID BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Jurnal Ilmiah Matrik*, 24(1), 21–27. <https://doi.org/10.33557/jurnalatrik.v24i1.1651>
- Nova Amalia, M. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Gudang Menggunakan RFID Berbasis IoT. *MSI Transaction on Education*, 1(04), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.46574/mted.v3i4.93>
- Nurohman, H. A. (2025). *Pengembangan Sistem Kontrol Akses Pintu Otomatis Menggunakan RFID , Keypad , Servo SG90 , dan ESP32 untuk*. 779–787. <https://doi.org/https://doi.org/10.47701/yt6r2225>
- Shailesh, K. R., & Shailesh, T. (2023). Revisiting multi-domain empirical modelling of light-emitting diode luminaire. *Cogent Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2288423>