



## RESEARCH ARTICLE

# Pengembangan Sistem Akses Cerdas Berbasis RFID dan Sensor Ultrasonik untuk Kendali Gerbang Otomatis Berbasis IoT pada Perumahan Griya Wastu Kencana

Bembi Aradea Kardika Putra <sup>1\*</sup> | Rudjiono <sup>2</sup> | Setiyo Adi Nugroho <sup>3</sup>

<sup>1\*2,3</sup> Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Studi Akademik, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

### Correspondence

<sup>1</sup> Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Studi Akademik, Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.  
Email: bembiaradea73@gmail.com

### Funding information

Universitas Sains dan Teknologi Komputer.

### Abstract

Vehicle access management at Griya Wastu Kencana Housing Estate is currently performed manually by security personnel, leading to inefficiencies and potential operational errors. This study aims to develop an intelligent access control system based on RFID and ultrasonic sensors to enhance security and efficiency. The research employs the Research and Development (R&D) methodology, including problem identification, system design, development, validation, and testing. The system utilizes an ESP32 microcontroller, RC522 RFID module for authenticating security cards, HC-SR04 ultrasonic sensor to detect vehicles beneath the gate, a stepper motor for automatic gate operation, along with LEDs and a buzzer as status indicators, and the Blynk application for real-time monitoring and remote control. Experimental results demonstrate that the system successfully authenticates registered RFID cards, automatically opens the gate for authorized access, prevents closing while a vehicle is underneath, and allows remote monitoring and control via Blynk. The system is deemed feasible and effective for improving vehicle access management at the estate.

### Keywords

ESP32; Internet Of Things; Blynk; Smart Gate.

### Abstrak

Pengelolaan akses kendaraan di Perumahan Griya Wastu Kencana masih dilakukan secara manual oleh petugas keamanan, menyebabkan proses yang tidak efisien dan berpotensi kesalahan operasional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kendali akses cerdas berbasis RFID dan sensor ultrasonik untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D), meliputi identifikasi masalah, perancangan, pengembangan, validasi, dan pengujian sistem. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, modul RFID RC522, sensor ultrasonik HC-SR04, motor stepper, indikator LED dan buzzer, serta aplikasi Blynk untuk monitoring dan kendali jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengautentikasi RFID, membuka dan menutup gerbang secara otomatis, serta memonitor kondisi secara real-time melalui Blynk. Sistem ini dinilai layak dan efektif sebagai solusi pengelolaan akses kendaraan yang lebih aman dan efisien.

### Kata Kunci

ESP32; Internet of Things; Blynk; Gerbang Pintar.

## 1 | PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah memberikan dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pada *security systems* di lingkungan perumahan. Penerapan teknologi *IoT* memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui *internet network* sehingga mampu melakukan proses *monitoring*, *controlling*, dan pertukaran data secara otomatis dan *real-time*. Salah satu implementasi *IoT* yang berkembang saat ini adalah *smart access system* yang digunakan untuk meningkatkan *security* serta efisiensi pengelolaan akses kendaraan pada kawasan tertentu (Yusuf, 2023; Ahmad, 2024; Sari, 2022). Perumahan merupakan kawasan hunian yang membutuhkan *security system* yang mampu mengontrol aktivitas keluar masuk kendaraan maupun penghuni. Pada umumnya, *gate access system* di perumahan masih dilakukan secara manual oleh petugas keamanan dengan membuka dan menutup portal secara langsung. Pendekatan tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti waktu pelayanan yang relatif lambat, ketergantungan terhadap petugas keamanan, serta potensi terjadinya kesalahan dalam pengoperasian portal. Selain itu, sistem manual juga belum mampu memberikan perlindungan ketika kendaraan masih berada di bawah portal yang sedang menutup, sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan maupun kerusakan kendaraan (Budianto, 2021; Dewi, 2022). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di Perumahan Griya Wastu Kencana, diketahui bahwa proses pembukaan dan penutupan portal masih sepenuhnya dilakukan secara manual oleh petugas keamanan. Proses tersebut menyebabkan antrean kendaraan pada jam-jam tertentu dan memerlukan perhatian penuh dari petugas selama operasional gerbang berlangsung. Selain itu, belum tersedia sistem *autentikasi* elektronik maupun sistem *deteksi kendaraan* yang dapat membantu meningkatkan *security* dan efisiensi proses akses kendaraan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem akses otomatis menggunakan teknologi *RFID* sebagai media *autentikasi*. Teknologi *RFID* mampu melakukan identifikasi kartu secara cepat tanpa kontak langsung sehingga banyak digunakan pada sistem keamanan berbasis *mikrokontroler* (Hidayat, 2021; Pratama, 2023). Penelitian lain juga memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai *detektor objek* untuk meningkatkan aspek keselamatan pada sistem otomatis. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada fungsi *pembukaan portal otomatis* dan belum mengintegrasikan fitur *keselamatan* portal dengan sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (Sari, 2022; Rahayu, 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan *Sistem Akses Cerdas* berbasis *RFID* dan sensor ultrasonik di Perumahan Griya Wastu Kencana. Sistem ini menggunakan *ESP32* sebagai pusat pengendali, *RFID RC522* sebagai *autentikasi kartu* yang hanya dimiliki petugas keamanan, *HC-SR04 ultrasonic sensor* sebagai *pendeteksi keberadaan kendaraan* di bawah portal agar portal tidak menutup sebelum kendaraan melewati area, *stepper motor* sebagai *aktuator* pembuka dan penutup portal, *LED* dan *buzzer* sebagai indikator status sistem, serta *Blynk* sebagai media *monitoring* dan *manual override* melalui *smartphone* (Andini, 2023; Wibowo, 2024). Keunggulan sistem yang dikembangkan terletak pada integrasi beberapa teknologi dalam satu sistem, yaitu *RFID* untuk *autentikasi*, sensor ultrasonik sebagai fitur *keselamatan*, indikator visual dan audio, serta pengendalian jarak jauh berbasis *Internet of Things*. Dengan adanya integrasi tersebut, diharapkan sistem mampu meningkatkan *security*, mempercepat proses akses kendaraan, mengurangi kesalahan pengoperasian portal, serta membantu petugas keamanan dalam mengelola akses keluar masuk kendaraan secara lebih efektif dan efisien (Fadlianda, 2024; Robiyanto, 2023).

## 2 | LANDASAN TEORI

*Internet of Things (IoT)* adalah konsep di mana berbagai perangkat dan sistem dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis dan *real-time* (Ashton, 2009). Penerapan *IoT* dalam bidang keamanan dan otomasi rumah telah menunjukkan peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sistem keamanan (Li et al., 2020). Salah satu teknologi yang umum digunakan dalam sistem kendali akses adalah *Radio Frequency Identification (RFID)*, yang menggunakan gelombang radio untuk komunikasi antara tag dan pembaca dalam proses identifikasi dan autentikasi (Finkenzeller, 2010). Teknologi *RFID* ini banyak diaplikasikan karena kemampuannya dalam melakukan identifikasi cepat tanpa kontak langsung dan kemudahan integrasi dengan sistem otomasi (Kumar & Singh, 2018). Selain itu, sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pengukuran jarak melalui gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali dari objek (Yao et al., 2014). Sensor ini banyak digunakan sebagai *detektor keberadaan objek* karena keakuratannya dalam mengukur jarak tanpa kontak langsung dan mampu beroperasi dalam berbagai kondisi lingkungan (Sharma & Kumar, 2019). Mikrokontroler *ESP32* merupakan salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam sistem *IoT* karena dilengkapi dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth serta banyak GPIO yang memudahkan pengendalian perangkat (Espressif Systems, 2016). Keunggulan utama dari *ESP32* adalah kemampuannya menjalankan berbagai aplikasi secara bersamaan, sehingga sangat cocok sebagai pusat kendali dalam sistem otomasi (Yadav & Kumar, 2019). Untuk sistem monitoring dan kendali jarak jauh, platform *Blynk* menawarkan kemudahan integrasi dan penggunaannya melalui aplikasi di *smartphone*, memungkinkan pengguna melakukan pengawasan dan pengendalian perangkat secara *real-time*.

(Blynk, 2020). Keunggulan ini menjadikan *Blynk* sebagai platform populer dalam pengembangan sistem otomasi berbasis *IoT* (Kumar & Reddy, 2021).

### 3 | METODE

#### 3.1 Jenis Penelitian

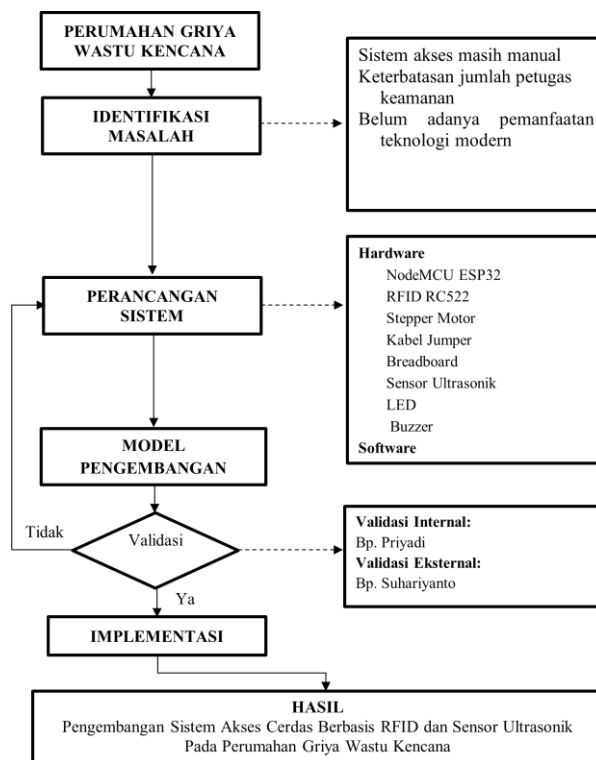
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan mengembangkan sebuah produk berupa *sistem akses cerdas* berbasis *RFID* dan sensor ultrasonik, serta menguji kelayakannya sebelum diimplementasikan. Metode ini dipilih karena tidak hanya menghasilkan produk, tetapi juga melalui proses validasi dan pengujian agar sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perumahan Griya Wastu Kencana sebagai lokasi objek penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi kondisi gerbang dan wawancara dengan pihak terkait. Sedangkan pengujian prototipe dilakukan pada mekanisme gerbang yang merepresentasikan kondisi akses kendaraan di lokasi penelitian.

#### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), pengembangan sistem, implementasi, pengujian setiap komponen, validasi sistem, serta analisis hasil pengujian. Seluruh proses dilakukan secara bertahap hingga diperoleh *Sistem Akses Cerdas* berbasis *RFID* dan sensor ultrasonik yang mampu mengotomatisasi proses pembukaan dan penutupan portal perumahan. Sistem ini menggunakan *RFID RC522* sebagai media *autentikasi* kartu akses petugas keamanan, *HC-SR04 ultrasonic sensor* untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di bawah portal agar portal tidak menutup sebelum kendaraan melewati area, *stepper motor* sebagai *penggerak* portal, *LED* dan *buzzer* sebagai indikator status sistem, serta *Aplikasi Blynk* sebagai media *monitoring* dan *manual override* secara *real-time* (Suryanto, 2022).

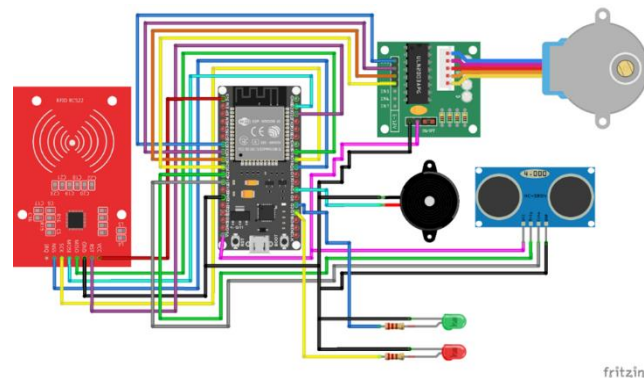


Gambar 1. Diagram alur penelitian

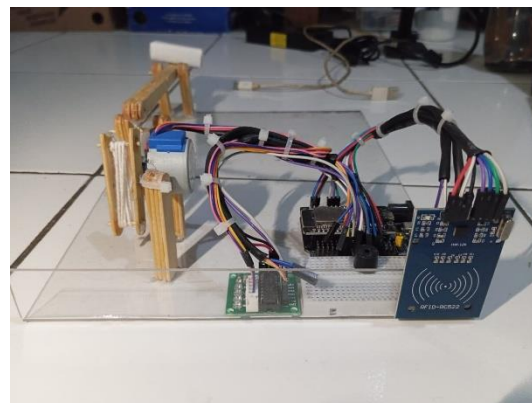
#### 3.4 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dalam sistem ini dirancang dengan menghubungkan seluruh komponen ke mikrokontroler *ESP32* sebagai pusat pengendali utama. Modul *RFID RC522* dihubungkan ke antarmuka *SPI* pada *ESP32* dan berfungsi untuk membaca kartu akses yang dimiliki oleh petugas keamanan. Data *UID* kartu yang terbaca akan diproses oleh *ESP32* untuk

menentukan apakah kartu tersebut memiliki hak akses membuka portal atau tidak (Wang *et al.*, 2019). Sensor ultrasonik *HC-SR04* dihubungkan ke pin *Trigger* dan *Echo* pada *ESP32*. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di bawah portal. Selama kendaraan masih terdeteksi, *ESP32* akan menahan proses penutupan portal agar tidak menutup secara otomatis dan menghindari benturan dengan kendaraan. Sebagai aktuator utama, sistem menggunakan *stepper motor* yang dikendalikan oleh *ESP32* untuk menggerakkan mekanisme buka dan tutup portal. Ketika kartu RFID dinyatakan valid, *ESP32* akan mengirimkan perintah kepada *stepper motor* untuk membuka portal. Setelah kendaraan melewati area gerbang dan sensor ultrasonik tidak lagi mendeteksi objek, *ESP32* akan memerintahkan *stepper motor* untuk menutup portal secara otomatis. Sistem juga dilengkapi dengan *buzzer* dan dua buah *LED indikator* sebagai media informasi status sistem. Berdasarkan program yang diimplementasikan, *LED* merah menyala selama proses pembukaan portal, sedangkan *LED* hijau menyala selama proses penutupan portal. *Buzzer* berbunyi satu kali apabila kartu RFID valid, dan berbunyi dua kali apabila kartu tidak valid. Selain bekerja secara otomatis, sistem terintegrasi dengan aplikasi *Blynk IoT* melalui jaringan WiFi. Integrasi ini memungkinkan petugas keamanan melakukan monitoring kondisi sistem serta melakukan *manual override* untuk membuka atau menutup portal melalui *smartphone* apabila diperlukan. Dengan integrasi seluruh komponen tersebut, sistem mampu meningkatkan *security*, efisiensi, dan kenyamanan dalam pengelolaan akses kendaraan di Perumahan Griya Wastu Kencana.



Gambar 3. Rangkaian alat

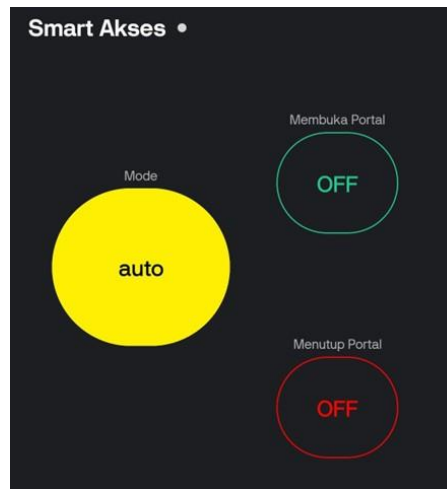


Gambar 5. Hasil alat setelah dirangkai

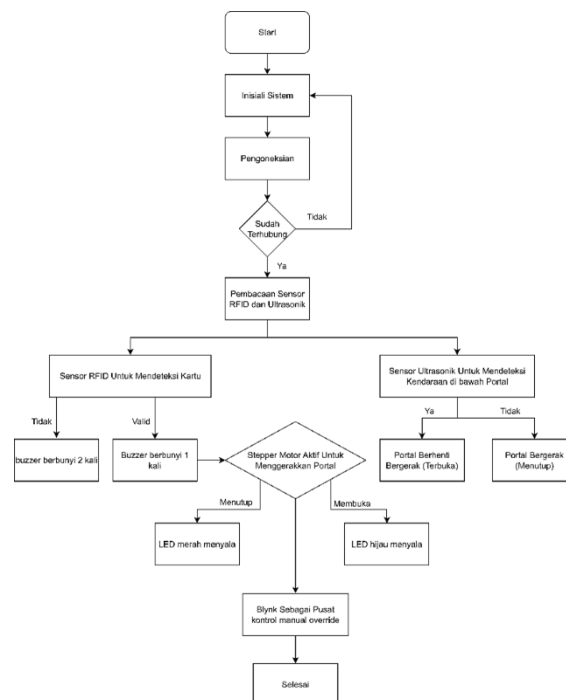
### 3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dalam sistem ini dikembangkan menggunakan *Arduino IDE* dengan bahasa pemrograman C++ sebagai media untuk membuat, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler *ESP32*. Program dirancang untuk mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras sehingga dapat bekerja secara otomatis maupun manual sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Dalam pengembangan program, digunakan beberapa library pendukung, yaitu *WiFi.h* untuk menghubungkan *ESP32* ke jaringan internet, *BlynkSimpleEsp32.h* untuk menghubungkan sistem dengan aplikasi *Blynk* sebagai media monitoring dan *manual override*, *SPI.h* untuk komunikasi *Serial Peripheral Interface* (SPI) antara *ESP32* dan modul RFID *RC522*, *MFRC522.h* sebagai library pembacaan UID kartu RFID, serta *Stepper.h* untuk mengendalikan pergerakan *stepper motor* sebagai aktuator pembuka dan penutup portal. Program diawali dengan proses inialisasi seluruh pin input dan output, konfigurasi koneksi Wi-Fi, autentikasi ke server *Blynk*, serta inialisasi modul RFID *RC522* dan *stepper motor*. Setelah proses inialisasi selesai, *ESP32* membaca kartu RFID. Apabila UID kartu sesuai dengan UID yang telah terdaftar, sistem akan mengaktifkan *stepper motor* untuk membuka portal, membunyikan *buzzer* satu kali, dan menyalakan *LED* merah selama proses pembukaan. Sebaliknya, apabila kartu tidak

terdaftar, portal tetap tertutup dan *buzzer* berbunyi dua kali. Selanjutnya, program membaca data sensor ultrasonik *HC-SR04* untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Setelah proses pembukaan, sistem memberikan waktu tunggu sebelum melakukan pemeriksaan penutupan. Jika hasil pembacaan menunjukkan kendaraan masih berada pada jarak  $\leq 10$  cm, proses penutupan akan ditahan. Jika kendaraan tidak terdeteksi atau jaraknya  $> 10$  cm, sistem akan menjalankan proses penutupan. Proses penutupan juga memiliki batas waktu agar sistem tidak menunggu tanpa batas.



Gambar 5. Tampilan Blynk IoT



Gambar 6. Flowchart system

### 3.6 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja setiap komponen serta memastikan seluruh sistem bekerja sesuai dengan rancangan. Setiap skenario fungsional dilakukan minimal tiga kali pengulangan agar hasil pengujian tidak bergantung pada satu percobaan saja. Parameter yang diamati meliputi: (1) RFID, berupa status valid/invalid, jarak baca efektif, dan waktu respons; (2) sensor ultrasonik *HC-SR04*, berupa jarak aktual, jarak terbaca, error absolut, dan persentase error; (3) *stepper motor*, meliputi arah gerak, jumlah langkah, posisi akhir, serta waktu pembukaan dan penutupan; (4) *Blynk*, berupa keberhasilan perintah dan waktu respons dari penekanan tombol sampai gerbang mulai bergerak; dan (5) keberhasilan skenario secara keseluruhan. Persentase keberhasilan dihitung dengan rumus  $(\text{jumlah pengujian berhasil} / \text{jumlah seluruh pengujian}) \times 100\%$ , sedangkan persentase error sensor dihitung dengan  $|\text{jarak terbaca} - \text{jarak acuan}| / \text{jarak acuan} \times 100\%$ .

Pengujian modul RFID RC522 dilakukan menggunakan dua jenis kartu, yaitu kartu yang terdaftar (valid) dan tidak terdaftar (invalid), untuk mengetahui kemampuan modul dalam membaca UID dan memastikan bahwa hanya kartu petugas keamanan yang dapat membuka portal secara otomatis. Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan menempatkan objek atau kendaraan pada berbagai jarak di bawah portal, bertujuan untuk memastikan sensor mampu mendeteksi keberadaan kendaraan sehingga portal tidak menutup selama kendaraan masih berada di area gerbang. Pengujian *stepper motor* dilakukan untuk memastikan motor mampu menggerakkan mekanisme portal sesuai perintah dari *ESP32*, termasuk proses pembukaan saat kartu RFID valid dan penutupan setelah sensor ultrasonik tidak lagi mendeteksi kendaraan. Pengujian *buzzer* dan *LED* dilakukan untuk memastikan indikator suara dan visual bekerja sesuai kondisi sistem; *buzzer* harus berbunyi satu kali saat kartu RFID valid dan dua kali saat tidak valid, sementara *LED* hijau menyala saat portal membuka dan *LED* merah menyala saat portal menutup atau akses ditolak. Terakhir, pengujian aplikasi *Blynk* dilakukan untuk memastikan fitur monitoring dan *manual override* berjalan dengan baik, termasuk proses pergantian mode otomatis dan manual serta pengoperasian portal melalui smartphone, dengan hasil yang diharapkan seluruh perintah dapat diterima dan dijalankan secara real-time melalui jaringan WiFi.

Tabel 1. Kondisi pengujian system

| No | Kondisi Pengujian                         | Buzzer       | LED             | Stepper Motor                        | Hasil    |
|----|-------------------------------------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|----------|
| 1  | Kartu Valid dan Tidak Ada Kendaraan       | Bunyi 1 Kali | Hijau dan Merah | Membuka dan Menutup Portal           | Berhasil |
| 2  | Kartu Valid dan Kendaraan di Bawah Portal | Bunyi 1 Kali | Hijau           | Membuka Portal dan Menahan Penutupan | Berhasil |
| 3  | Kartu Tidak Terdaftar                     | Bunyi 2 Kali | -               | Tidak Bergerak                       | Berhasil |
| 4  | Kendaraan Sudah Lewat Portal              | Tidak Bunyi  | Merah           | Menutup Portal                       | Berhasil |

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan *Sistem Akses Cerdas Berbasis RFID dan Sensor Ultrasonik* di Perumahan Griya Wastu Kencana dalam mengendalikan portal secara otomatis serta memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian meliputi komponen RFID *RC522*, sensor ultrasonik *HC-SR04*, *stepper motor*, *buzzer*, *LED indikator*, serta integrasi sistem dengan aplikasi *Blynk*. Setiap kondisi pengujian diamati berdasarkan respons sistem, status portal, indikator LED dan buzzer, serta kemampuan sistem dalam melakukan pengendalian melalui aplikasi *Blynk*. Pada pengujian RFID, digunakan dua kondisi kartu, yaitu kartu yang terdaftar dan tidak terdaftar, untuk memastikan kemampuan modul dalam membaca UID dan membandingkannya dengan data yang tersimpan. Ketika kartu terdaftar didekatkan, *ESP32* akan membaca UID dan jika cocok, sistem akan mengaktifkan *stepper motor* untuk membuka portal, menyalakan *LED* hijau, dan membunyikan *buzzer* satu kali sebagai indikator akses diterima. Sebaliknya, jika kartu tidak terdaftar, portal tetap tertutup, *LED* merah menyala, dan *buzzer* berbunyi dua kali sebagai indikator penolakan. Pengujian *stepper motor* dilakukan untuk memastikan motor mampu menggerakkan mekanisme portal sesuai perintah dari *ESP32*, termasuk arah putaran dan jumlah langkah yang sesuai. Pengujian sensor ultrasonik *HC-SR04* bertujuan untuk memastikan sensor mampu mendeteksi keberadaan kendaraan di bawah portal; apabila kendaraan terdeteksi, portal tidak akan menutup, dan setelah kendaraan tidak lagi terdeteksi, sistem akan mengirim perintah penutupan. Pengujian *buzzer* dan *LED* indikator dilakukan untuk memastikan indikator suara dan visual bekerja sesuai kondisi, yaitu *buzzer* bunyi satu kali saat akses diterima dan dua kali saat akses ditolak, sedangkan *LED* hijau menyala saat portal membuka dan *LED* merah saat menutup. Pengujian aplikasi *Blynk* dilakukan untuk memastikan koneksi jaringan Wi-Fi dan fungsi *manual override* berjalan dengan baik, sehingga petugas keamanan dapat mengendalikan portal dari jarak jauh melalui smartphone. Secara keseluruhan, pengujian dilakukan dalam berbagai skenario seperti pengujian kartu RFID valid dan tidak valid, proses pembukaan dan penutupan portal, deteksi kendaraan, serta pengendalian melalui aplikasi *Blynk*. Hasil dari pengujian digunakan untuk menilai kesesuaian sistem dengan rancangan dan kondisi nyata di lapangan. Selanjutnya, validasi sistem dilakukan setelah pengujian fungsional untuk menilai kesesuaian antara rancangan dan kebutuhan pengguna. Validator internal adalah Setiyo Adi Nugroho, S.E., S.Kom., M.Kom., sedangkan validator eksternal adalah Kliwon, petugas keamanan. Uji pengguna dilakukan terhadap dua pengguna untuk menilai kemudahan penggunaan dan keandalan sistem. Instrumen validasi menggunakan skala 1–4 pada aspek desain sistem, fungsi RFID, deteksi kendaraan, aktuator gerbang, indikator, *Blynk*, keandalan, dan kemudahan penggunaan. Nilai validasi harus diisi berdasarkan lembar penilaian yang benar-benar diperoleh, tanpa rekayasa angka. Persentase kelayakan dihitung dengan rumus: (skor yang diperoleh / skor maksimum) × 100%.

## 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

#### 4.1.1 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem akses cerdas berbasis RFID dan sensor ultrasonik pada Perumahan Griya Wastu Kencana menggunakan ESP32 sebagai pusat pengendali. Pengujian dilakukan terhadap fungsi autentikasi RFID, sensor ultrasonik, stepper motor sebagai penggerak gerbang, buzzer dan LED sebagai indikator, serta aplikasi Blynk IoT sebagai media pemantauan dan kendali manual. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menjalankan mode otomatis dan mode manual sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Dengan demikian, pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Data kuantitatif seperti jarak baca RFID, error HC-SR04, waktu gerak stepper, dan waktu respons Blynk harus diambil dari pengukuran aktual sebelum naskah dikirim kembali.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem

| No | Kondisi Pengujian                       | Mode        | RFID RC522          | Sensor Ultrasonik   | Stepper Motor              | Buzzer          | LED                            | Blynk IoT                    | Hasil    |
|----|-----------------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|----------|
| 1  | Kartu RFID terdaftar                    | Auto        | Terbaca/Valid       | Area gerbang kosong | Gerbang terbuka            | 1 kali bunyi    | LED merah menyala saat membuka | Status sistem dapat dipantau | Berhasil |
| 2  | Kartu RFID tidak terdaftar              | Auto        | Terbaca/Tidak Valid | -                   | Gerbang tetap tertutup     | 2 kali bunyi    | Tidak melakukan pembukaan      | Status dapat dipantau        | Berhasil |
| 3  | Kendaraan berada di bawah gerbang       | Auto        | -                   | Jarak $\leq 10$ cm  | Gerbang tidak ditutup      | -               | Indikator sesuai kondisi       | Status dapat dipantau        | Berhasil |
| 4  | Area di bawah gerbang kosong            | Auto        | -                   | Jarak $> 10$ cm     | Gerbang menutup            | 2 kali bunyi    | LED hijau menyala saat menutup | Status dapat dipantau        | Berhasil |
| 5  | Kendaraan tetap berada di bawah gerbang | Auto        | -                   | Jarak $\leq 10$ cm  | Gerbang tetap terbuka      | -               | Indikator tetap sesuai         | Status dapat dipantau        | Berhasil |
| 6  | Mode manual diaktifkan                  | Manual      | -                   | -                   | Dikendalikan melalui Blynk | Sesuai perintah | Sesuai arah gerakan            | Tombol manual aktif          | Berhasil |
| 7  | Tombol Maju pada Blynk ditekan          | Manual      | -                   | -                   | Gerbang bergerak membuka   | 1 kali bunyi    | LED merah menyala              | Perintah diterima            | Berhasil |
| 8  | Tombol Balik pada Blynk ditekan         | Manual      | -                   | -                   | Gerbang bergerak menutup   | 2 kali bunyi    | LED hijau menyala              | Perintah diterima            | Berhasil |
| 9  | Sistem terhubung Wi-Fi                  | Auto/Manual | Dapat digunakan     | Dapat digunakan     | Dapat dikendalikan         | Berfungsi       | Berfungsi                      | Terhubung                    | Berhasil |

|    |                              |      |                                    |               |                                  |           |           |                 |          |
|----|------------------------------|------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------|
| 10 | Sistem tidak terhubung Wi-Fi | Auto | Tetap dapat digunakan secara lokal | Tetap bekerja | Tetap bekerja pada mode otomatis | Berfungsi | Berfungsi | Tidak terhubung | Berhasil |
|----|------------------------------|------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------|

Tabel 3. Hasil rata-rata pengujian

| Parameter | Variabel              | Jumlah Uji         | Hasil Aktual | Rumus/Indikator                                        | Keterangan                    |
|-----------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|
| RFID      | Jarak baca efektif    | $\geq 3$           | 3cm          | Jarak maksimum kartu masih terbaca                     | Maksimal 3cm                  |
| RFID      | Waktu respons         | $\geq 3$           | 50ms         | Rata-rata waktu respons                                | Rata – rata waktu respon 55ms |
| HC-SR04   | Error pengukuran      | $\geq 3$ per jarak | 0%           | $ \text{ukur}-\text{acuan} /\text{acuan} \times 100\%$ | Sensor error 0%               |
| Stepper   | Waktu buka            | $\geq 3$           | 7s           | Rata-rata waktu buka                                   | Rata-rata waktu buka 7,4s     |
| Stepper   | Waktu tutup           | $\geq 3$           | 7s           | Rata-rata waktu tutup                                  | Rata-rata waktu tutup 7,2s    |
| Blynk     | Waktu respons         | $\geq 3$           | 40m/s        | Rata-rata waktu tombol→gerak                           | Rata-rata waktu respon 46m/s  |
| Sistem    | Keberhasilan skenario | 10                 | 100%         | Berhasil/seluruh skenario $\times 100\%$               | Berhasil 100%                 |

Pada pengujian kartu RFID yang terdaftar, kartu yang digunakan oleh petugas keamanan dibaca oleh RFID RC522. UID kartu kemudian dibandingkan dengan UID yang telah didaftarkan pada program. Apabila UID sesuai, sistem memberikan status “AKSES DITERIMA”, buzzer berbunyi satu kali, dan stepper motor menggerakkan gerbang ke posisi terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa RFID RC522 dapat digunakan sebagai media autentikasi akses gerbang. Pada pengujian kartu RFID yang tidak terdaftar, RFID RC522 tetap dapat membaca kartu, tetapi UID yang diperoleh tidak sesuai dengan UID yang telah ditentukan dalam program. Sistem memberikan status “AKSES DITOLAK” dan buzzer berbunyi dua kali. Gerbang tidak melakukan gerakan membuka sehingga akses hanya diberikan kepada kartu RFID yang telah terdaftar. Dalam sistem ini, kartu RFID digunakan dan disimpan oleh petugas keamanan sebagai pihak yang memiliki hak akses. Pengujian berikutnya dilakukan terhadap sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada area di bawah gerbang. Apabila kendaraan masih terdeteksi pada jarak yang telah ditentukan, yaitu  $\leq 10$  cm, sistem mempertahankan kondisi gerbang tetap terbuka sehingga gerbang tidak menutup ketika masih terdapat kendaraan pada area tersebut. Fungsi ini digunakan sebagai pengamanan untuk mengurangi risiko gerbang menutup terhadap kendaraan yang masih berada di bawah gerbang. Ketika area di bawah gerbang sudah tidak terdapat kendaraan dan hasil pembacaan sensor menunjukkan jarak lebih dari 10 cm atau tidak terdapat objek yang terdeteksi, sistem menjalankan proses penutupan gerbang. Stepper motor bergerak berlawanan arah dari proses pembukaan sehingga gerbang kembali ke posisi tertutup. Pada proses penutupan, LED hijau digunakan sebagai indikator visual dan buzzer memberikan tanda suara sesuai program. Pengujian stepper motor dilakukan untuk mengetahui kemampuan motor dalam menggerakkan mekanisme gerbang. Pada proses pembukaan, stepper motor bergerak sesuai jumlah langkah yang telah ditentukan dalam program. Setelah gerbang terbuka, sistem menyimpan status gerbang sebagai kondisi terbuka. Ketika kondisi area gerbang telah aman untuk ditutup, stepper motor bergerak pada arah sebaliknya untuk menutup gerbang. Pengujian buzzer dilakukan sebagai indikator suara untuk memberikan informasi mengenai kondisi akses. Ketika RFID yang digunakan sesuai dengan kartu yang telah terdaftar, buzzer berbunyi satu kali sebagai tanda akses diterima. Sebaliknya, ketika kartu RFID tidak sesuai, buzzer berbunyi dua kali sebagai tanda akses ditolak. Buzzer juga digunakan pada proses kendali manual sesuai dengan arah pergerakan gerbang. Pengujian LED dilakukan untuk mengetahui keberhasilan indikator visual pada sistem. Berdasarkan program yang digunakan, LED merah menyala ketika gerbang melakukan proses pembukaan, sedangkan LED hijau menyala ketika gerbang melakukan proses penutupan. Setelah proses pergerakan selesai, LED kembali dalam kondisi mati. Indikator LED membantu petugas keamanan mengetahui kondisi pergerakan gerbang secara visual. Selanjutnya dilakukan pengujian Blynk IoT sebagai media pemantauan dan kendali sistem. Blynk digunakan untuk memilih mode Auto/Manual serta memberikan perintah Maju dan Balik ketika sistem berada dalam mode manual.

Pada mode otomatis, sistem bekerja berdasarkan pembacaan RFID dan sensor ultrasonik. Sementara itu, pada mode manual, petugas keamanan dapat memberikan perintah pergerakan gerbang melalui aplikasi Blynk. Pada pengujian mode manual, ketika tombol Maju pada aplikasi Blynk ditekan, sistem memberikan perintah kepada stepper motor untuk menggerakkan gerbang ke arah membuka. Buzzer berbunyi satu kali dan LED merah menyala selama proses tersebut. Ketika tombol Balik ditekan, stepper motor bergerak ke arah sebaliknya untuk menutup gerbang, buzzer memberikan dua bunyi, dan LED hijau menyala selama proses penutupan. Pengujian koneksi Wi-Fi dan Blynk IoT dilakukan untuk mengetahui kemampuan ESP32 dalam terhubung dengan jaringan internet. Ketika koneksi berhasil, ESP32 dapat berkomunikasi dengan aplikasi Blynk sehingga mode dan perintah kendali dapat digunakan. Apabila koneksi internet terputus, fungsi kendali melalui Blynk tidak dapat digunakan sampai koneksi kembali tersedia. Namun, fungsi utama pada mode otomatis yang dijalankan oleh ESP32 tetap bergantung pada program yang berjalan pada perangkat.

#### 4.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rancangan memiliki pola integrasi yang lebih lengkap dibandingkan sistem yang hanya menggunakan RFID untuk membuka portal. Penelitian Robiyanto, Putra, dan Raswa (2023) menunjukkan penerapan ESP32 dan RFID pada automasi barrier gate, sedangkan penelitian Anggreini, Ekawati, dan Ichsan (2023) mengembangkan kendali gerbang otomatis berbasis IoT. Penelitian ini memperluas pendekatan tersebut dengan menempatkan sensor ultrasonik sebagai lapisan keselamatan penutupan serta menyediakan mode Auto/Manual melalui Blynk. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian bukan pada satu komponen tunggal, melainkan pada integrasi autentikasi, pengamanan area gerbang, aktuasi, indikator, dan kendali IoT dalam satu prototipe. Secara teknis, penggunaan ambang 10 cm pada HC-SR04 memberikan aturan keputusan yang sederhana dan mudah diterapkan pada mikrokontroler. Kelebihannya adalah sistem dapat menahan penutupan ketika objek masih berada pada area deteksi. Namun, keterbatasannya adalah hasil sangat bergantung pada posisi sensor, karakteristik permukaan kendaraan, sudut pantul, dan kondisi lingkungan. Karena itu, akurasi sensor dan jarak efektif harus dilaporkan berdasarkan pengukuran lapangan, bukan hanya berdasarkan fungsi program. Demikian pula, waktu buka/tutup dan waktu respons Blynk perlu dinyatakan sebagai hasil pengukuran agar klaim kinerja dapat diverifikasi. Dari sisi penerapan, sistem sesuai untuk skenario ketika kartu akses dikelola oleh petugas keamanan. Pembatasan kepemilikan kartu membuat autentikasi lebih terkontrol, tetapi belum menyediakan pencatatan riwayat akses secara otomatis. Sistem juga belum dilengkapi kamera, limit switch/position sensor, dan mekanisme pencatatan kejadian. Pengembangan berikutnya dapat menambahkan log akses, kamera, sensor posisi, serta pengujian jangka panjang pada kondisi cuaca dan variasi kendaraan yang lebih beragam.

## 5 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan validasi, penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem akses cerdas berbasis RFID dan sensor ultrasonik pada Perumahan Griya Wastu Kencana menggunakan ESP32 sebagai pusat pengendali. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan RFID RC522, sensor ultrasonik HC-SR04, stepper motor, buzzer, LED indikator, serta aplikasi Blynk IoT. Setiap komponen tersebut dirancang untuk bekerja secara terintegrasi dalam mendukung proses autentikasi, pengoperasian gerbang, pendeteksian kendaraan, serta pemantauan dan pengendalian sistem. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengembangkan sistem akses gerbang yang lebih terkontrol dan terintegrasi dapat tercapai. Hasil pengujian RFID RC522 menunjukkan bahwa sistem dapat membaca dan memverifikasi kartu RFID berdasarkan UID yang telah didaftarkan pada program. Kartu RFID yang digunakan dalam sistem hanya dipegang oleh petugas keamanan sebagai pihak yang memiliki hak akses. Ketika kartu yang digunakan sesuai dengan UID yang telah terdaftar, sistem memberikan status akses diterima, buzzer berbunyi satu kali, dan stepper motor menggerakkan gerbang ke posisi terbuka. Sebaliknya, apabila kartu RFID tidak sesuai dengan UID yang telah terdaftar, sistem memberikan status akses ditolak, buzzer berbunyi dua kali, dan gerbang tetap dalam kondisi tertutup. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi autentikasi RFID telah berjalan sesuai dengan rancangan. Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada area di bawah gerbang. Sensor bekerja dengan membaca jarak objek yang berada di area deteksi. Ketika kendaraan masih terdeteksi pada jarak  $\leq 10$  cm, sistem mempertahankan gerbang dalam kondisi terbuka sehingga proses penutupan tidak dilakukan. Setelah area di bawah gerbang tidak lagi mendeteksi kendaraan atau jarak objek berada di atas batas yang ditentukan, sistem dapat melanjutkan proses penutupan gerbang. Dengan demikian, penerapan sensor ultrasonik dapat mendukung fungsi pengamanan gerbang dengan memberikan informasi mengenai keberadaan kendaraan sebelum proses penutupan dilakukan. Stepper motor berhasil digunakan sebagai aktuator untuk menggerakkan gerbang pada proses pembukaan dan penutupan. Ketika akses RFID diterima, stepper motor bergerak sesuai jumlah langkah yang telah ditentukan untuk membuka gerbang. Setelah kondisi area gerbang dinyatakan kosong, stepper motor

bergerak berlawanan arah untuk menutup gerbang. Selain itu, stepper motor juga dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi Blynk ketika sistem berada dalam mode manual. Hal tersebut menunjukkan bahwa fungsi penggerak gerbang dapat diintegrasikan dengan sistem autentikasi dan kendali manual. Sistem juga berhasil menggunakan buzzer dan LED sebagai indikator kondisi gerbang. Buzzer memberikan informasi suara berdasarkan kondisi akses, yaitu satu kali bunyi ketika akses RFID diterima dan dua kali bunyi ketika akses RFID ditolak. Berdasarkan program yang digunakan, LED merah digunakan sebagai indikator ketika gerbang melakukan proses pembukaan, sedangkan LED hijau digunakan sebagai indikator ketika gerbang melakukan proses penutupan. Penggunaan indikator suara dan visual tersebut membantu memberikan informasi mengenai kondisi sistem selama proses pengoperasian gerbang. Penerapan Blynk IoT memungkinkan sistem terhubung dengan aplikasi melalui jaringan Wi-Fi. Blynk digunakan untuk memilih mode Auto/Manual serta memberikan perintah Maju dan Balik ketika sistem berada pada mode manual. Pada mode otomatis, sistem menjalankan proses akses berdasarkan pembacaan RFID dan kondisi kendaraan yang dideteksi oleh sensor ultrasonik. Pada mode manual, petugas dapat memberikan perintah kepada stepper motor melalui aplikasi Blynk. Dengan demikian, Blynk dapat digunakan sebagai media pemantauan dan kendali tambahan pada sistem akses gerbang. Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan autentikasi RFID, pendeteksian kendaraan menggunakan sensor ultrasonik, penggerak gerbang menggunakan stepper motor, indikator buzzer dan LED, serta pemantauan dan kendali melalui Blynk IoT. Sistem dapat digunakan dalam mode otomatis maupun manual sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut menghasilkan sistem akses cerdas yang dapat mendukung proses pengoperasian gerbang pada Perumahan Griya Wastu Kencana, khususnya dalam membantu proses autentikasi akses dan memberikan pengamanan tambahan saat kendaraan berada di bawah gerbang. Pengembangan selanjutnya disarankan menambahkan penyimpanan log akses untuk mencatat waktu dan identitas kartu, integrasi kamera untuk verifikasi visual, limit switch atau sensor posisi untuk memastikan posisi akhir gerbang, serta mekanisme fail-safe ketika sensor atau jaringan mengalami gangguan. Pengujian juga perlu diperpanjang pada kondisi lapangan sebenarnya dengan variasi jarak RFID, jenis kendaraan, kondisi pencahayaan, suhu, dan gangguan koneksi Wi-Fi. Nilai pengukuran kuantitatif dan skor validasi aktual perlu dimasukkan ke dalam tabel hasil agar performa sistem dapat dibandingkan secara objektif dengan penelitian terdahulu.

## REFERENSI

- Anggreini, N. L., Ekawati, N., & Ichsan, H. N. (2023). Prototype sistem kendali pintu gerbang otomatis berbasis Internet of Things (IoT): Indonesia. *Infotekmesin*, 14(2), 257–264. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1893>.
- Erika, T. A., & Elfizon, E. (2023). Sistem keamanan berlapis pada pintu menggunakan RFID, fingerprint, dan keypad dengan output suara berbasis Internet of Things ESP32. *Jurnal Tekno Elektro Indonesia*, 4(1), 226–234. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.386>.
- Fadlianda, D., Fikry, M., & Nunsina. (2024). Innovative IoT-based automatic gate system with RFID and electromagnetic lock for secure access. *Procedia Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICOms)*, 4, 00005. <https://doi.org/10.29103/micom.v4i1.884>.
- Fakhrudin, A., Irawan, D., & Agustin, S. (2024). Rancang bangun sistem keamanan pintu rumah berbasis Internet of Things dengan ESP32 dan aplikasi Blynk. *E-Link: Jurnal Teknologi Elektro dan Informasi*, 19(1), 53–59. <https://doi.org/10.30587/e-link.v19i1.10770>.
- Febriansyah, A., & Yunanda, A. (2025). Simulasi sistem keamanan dan kendali gerbang otomatis pada portal perumahan menggunakan teknologi tanpa kunci berbasis IoT. *Jurnal Sistem Komputer dan Teknologi Informasi*, 2(3), 324–337. <https://doi.org/10.70248/jcsit.v2i3.2088>.
- Fikri, R., Samala, A. D., Faiza, D., & Almasri, A. (2025). Performance analysis of an ESP32-based integrated smart home access system: A laboratory scale study. *Voteknik: Jurnal Teknologi Vocat. Elektron. dan Inform.*, 13(4), 223–231. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v13i4.136492>.
- Geovani, W. A., & Islami, S. (2025). Smarthome security system based on Internet of Things (IoT) using ESP32. *Jurnal Industri Otomasi Elektronik*, 2(2), 277–283. <https://doi.org/10.24036/jiaee.v2.i2.pp277-283>.

- Koto, I., Nasution, M. E. S., Gulo, Y., & Derisman, A. (2026). Rancang ulang portal otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. *Jurnal Surya Teknik*, 13(1), 362–367. <https://doi.org/10.37859/jst.v13i1.11841>.
- Lovella, N., & Yuhendri, M. (2025). Control and monitoring system of railway level crossings for traffic safety based on IoT. *Jurnal Industri Otomasi Elektronik*, 2(1), 32–38. <https://doi.org/10.24036/x5bq5n96>.
- Robiyanto, R., Putra, W. P., & Raswa, R. (2023). Implementasi sistem pada automasi barrier gate palang pintu parkir menggunakan ESP32 dan RFID. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 11(3), 457. <https://doi.org/10.26418/coding.v11i03.72516>.
- Setyanto, H., & Hasanudin, H. (2026). Rancang bangun purwarupa smart parking system dengan arsitektur keamanan area terintegrasi berbasis IoT. *SABER: Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 4(3), 27–45. <https://doi.org/10.59841/saber.v4i3.3840>.
- Suasneda, G., Adiarta, A., & Wiratama, W. M. P. (2026). Rancang bangun smart door lock berbasis IoT menggunakan ESP32-S3 dan ESP32-CAM dengan monitoring Blynk. *Jurnal Teknologi*, 19(1), 53–62. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v19i1.5528>.
- Suraswati. (2025). Implementasi IoT pada sistem pintu akses cerdas berbasis RFID untuk ruang Kepala Suku Dinas Kominfo Jakarta Timur. *Implementation of IoT in a smart door access system based on RFID for the Office of the Head of the East Jakarta Department of Communication, Informatics, and Statistics*. Diakses 6 Oktober 2026 dari <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/170060>.
- Trabelsi, R., Fersi, G., & Jmaiel, M. (2023). Access control in Internet of Things: A survey. *Computers & Security*, 135, 103472. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2023.103472>.
- Wibowo, A. D., & Susanto, E. S. (2024). Perancangan purwarupa smart door lock berbasis Internet of Things. *JEIS: Jurnal Elektro dan Informasi Swadharma*, 4(2), 1–8. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol4no2.425>.
- Wijanarko, Y., Alfarizal, N., & Pratama, M. R. (2025). Implementation of an RFID RC522 and IoT-based automatic door security system in an electrical engineering laboratory. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 8(2), 478–489. <https://doi.org/10.24014/ijaidm.v8i2.37007>.

How to cite this article: Putra, B. A. K., Rudjiono, R., & Nugroho, S. A. (2026). Pengembangan Sistem Akses Cerdas Berbasis RFID dan Sensor Ultrasonik untuk Kendali Gerbang Otomatis Berbasis IoT pada Perumahan Griya Wastu Kencana. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF)*, 5(2), 125–135. <https://doi.org/10.59431/jmasif.v5i2.1041>.