

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KEAMANAN PARKIR OTOMATIS SENSOR PENDETEKSI KENDARAAN MENGGUNAKAN RFID

Aswan¹, Ilham Julian Efendi^{*2}, Subardin³

^{1,2,3}Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Halu Oleo

Email: ¹aswan120703@gmail.com, ²ilham.julian.efendi@uho.ac.id, ³subardin@uho.ac.id

^{*}Penulis Korespondensi

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *prototype* sistem parkir otomatis berbasis RFID guna meningkatkan efisiensi dan keamanan akses kendaraan. Sistem ini menggunakan modul RFID RC522 untuk membaca UID kartu, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama dan penghubung ke aplikasi *Blynk* berbasis *Internet of Things* (IoT), serta motor servo SG90 sebagai penggerak palang parkir. Metode penelitian yang digunakan adalah *Waterfall*, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan sistem. Proses identifikasi kendaraan dilakukan dengan memanfaatkan modul RFID RC522 yang berfungsi membaca UID (*Unique Identifier*) dari kartu RFID. Data UID tersebut kemudian diverifikasi oleh ESP32. Jika UID sesuai dengan data yang terdaftar, ESP32 akan mengirimkan sinyal untuk menggerakkan motor servo agar membuka palang parkir, sekaligus mengirimkan informasi status ke aplikasi *Blynk* berupa notifikasi “Akses Diterima” atau “Akses Ditolak”. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu membaca kartu RFID dengan tingkat akurasi 100% pada jarak 2–3 cm dan memberikan respons rata-rata 1,3 detik untuk membuka atau menolak akses, serta menampilkan status verifikasi secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk*. Dengan hasil ini, sistem dinilai layak sebagai solusi otomatisasi parkir yang efisien, praktis, dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai kebutuhan pengelolaan akses kendaraan.

Kata kunci: *RFID, ESP32, parkir otomatis, kontrol akses, Blynk*

Abstract

This study aims to design and implement a prototype of an RFID-based automatic parking system to improve the efficiency and security of vehicle access. The system uses an RFID RC522 module to read card UIDs, an ESP32 microcontroller as the main controller and IoT connector via the Blynk application, and an SG90 servo motor as the parking barrier actuator. The research method used is Waterfall, which includes the stages of requirements analysis, design, implementation, testing, and system maintenance. The vehicle identification process is carried out by utilizing the RC522 RFID module, which reads the UID (Unique Identifier) from the RFID card. The UID data is then verified by the ESP32. If the UID matches the registered data, the ESP32 sends a signal to drive the servo motor to open the parking barrier, while sending status information to the Blynk application in the form of an “Access Accepted” or “Access Denied” notification. Based on the test results, the system is able to read RFID cards with a 100% accuracy rate at a distance of 2–3 cm, provides an average response of 1.3 seconds to grant or deny access, and displays real-time access status through the Blynk application. With these results, the system is considered a viable automated parking solution that is efficient, practical, and scalable for future access control applications.

Keywords: *RFID, ESP32, automatic parking, access control, Blynk*

1. PENDAHULUAN

Ilmu dan teknologi pengolahan citra bermanfaat bagi kehidupan, salah satunya ialah membaca dan mengenali kendaraan dengan pengolahan citra sehingga sistem dapat mengawasi dan mengetahui kendaraan yang memasuki area parkir. Pengenalan kendaraan dengan pengolahan citra dapat dimanfaatkan untuk sistem otomatisasi palang pintu parkir pada area parkir. Hal ini dilakukan dengan

mengimplementasikan ilmu pengolahan citra pengenalan kendaraan dan mikrokontroler. Tujuannya adalah mempermudah proses masuk dan keluar pada saat parkir tanpa menggunakan sistem secara manual. Terdapat beberapa proses untuk mengenali kendaraan, yaitu proses pendeteksian kendaraan, *preprocessing*, *segmentation*, dan pengenalan karakter (*optical character recognition/OCR*) [1].

Banyaknya kendaraan pribadi yang dimiliki penduduk perkotaan besar mengakibatkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah sulitnya menemukan lahan parkir yang kosong di tempat umum. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, telah dibuat sistem parkir dengan pendekatan *Internet of Things* (IoT) serta memanfaatkan teknologi pendeteksi kendaraan. Sistem tersebut memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kendaraan masuk dan dirancang untuk mempermudah pendataan lahan parkir kosong sehingga pengguna dapat mengakses informasi lahan parkir di mana pun dan kapan pun [9].

Teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) hadir sebagai solusi yang menawarkan proses identifikasi pengguna secara otomatis tanpa kontak fisik. Dengan memanfaatkan *tag* RFID yang berisi informasi unik dan pembaca RFID (*RFID reader*), sistem dapat dengan cepat menentukan apakah seseorang memiliki hak akses atau tidak [4], [6], [12]. Teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi, mempercepat proses verifikasi, dan mengurangi kemungkinan penyalahgunaan akses. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan *prototipe* keamanan parkir otomatis pendeteksi kendaraan menggunakan RFID yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* berbasis IoT.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall*, yang merupakan pendekatan berurutan dalam pengembangan sistem yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan dan evaluasi. Penelitian dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut.

2.1. Analisis Kebutuhan

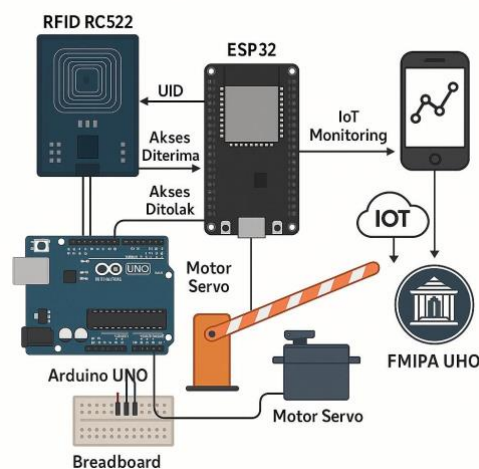
Identifikasi dilakukan terhadap kebutuhan sistem keamanan parkir otomatis, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan meliputi sensor pendeteksi kendaraan (RFID), mikrokontroler, dan *aktuator*. Sementara itu, perangkat lunak mencakup pemrograman mikrokontroler, sistem komunikasi, serta aplikasi pemantauan. Hasil dari tahap ini berupa spesifikasi kebutuhan sistem yang menjadi dasar perancangan selanjutnya.

2.2. Perancangan Sistem

Sistem ini dirancang untuk mengontrol akses masuk melalui palang pintu secara otomatis dengan menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*). Sistem bekerja dengan cara mendeteksi kartu RFID yang didekatkan ke modul pembaca RFID. Komponen utama yang digunakan dalam *prototipe* ini meliputi mikrokontroler, modul pembaca RFID RC522, motor servo sebagai penggerak palang pintu, serta komponen tambahan dan sumber daya listrik.

Saat sistem dinyalakan, modul RFID siap mendeteksi keberadaan kartu. Ketika pengguna menempelkan kartu RFID ke pembaca, sistem akan membaca nomor identifikasi unik (UID) dari kartu tersebut. UID ini kemudian dibandingkan dengan daftar UID yang telah terdaftar dalam sistem. Jika UID cocok dengan salah satu data yang tersimpan, maka sistem akan memberikan akses berupa perintah kepada motor servo untuk membuka palang pintu dan *dashboard* akan menampilkan pesan “Akses Diterima”. Setelah beberapa detik, palang akan kembali ke posisi semula secara otomatis. Sebaliknya, jika UID tidak dikenal oleh sistem, maka akses akan ditolak dan *dashboard* akan menampilkan pesan “Akses Ditolak”. Dengan demikian, hanya pengguna yang memegang kartu RFID terdaftar yang dapat membuka palang pintu.

Sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan, tetapi juga mempercepat proses akses masuk secara otomatis tanpa campur tangan petugas. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem dapat ditambahkan fitur *logging* data, integrasi *internet* (IoT), hingga sistem pengenalan wajah sebagai verifikasi tambahan. Namun, sebagai *prototipe* dasar, rancangan ini sudah cukup untuk mendemonstrasikan konsep kontrol akses otomatis berbasis RFID. Rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 1.

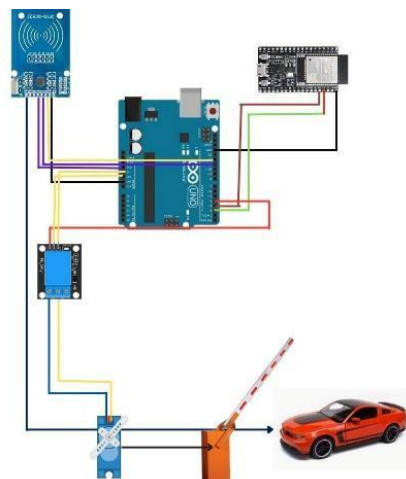


Gambar 1. Perancangan Alat

Pada Gambar 1 dijelaskan rangkaian di setiap alat, yaitu: (1) modul RFID RC522, berfungsi untuk membaca kartu/tag RFID sebagai identifikasi kendaraan; (2) ESP32 (modul Wi-Fi), berfungsi mengirim data ke aplikasi *Blynk*; (3) Arduino UNO, sebagai mikrokontroler pendukung untuk membaca RFID serta mengontrol relai dan motor servo; (4) motor servo (palang otomatis), berfungsi menggerakkan palang parkir naik dan turun secara otomatis; serta (5) mobil (simulasi kendaraan), sebagai representasi kendaraan yang masuk/keluar dalam simulasi sistem parkir.

Setiap komponen dalam sistem memiliki peran tersendiri dan terhubung secara sistematis. Ketika

kartu RFID ditempelkan pada modul pembaca, data yang terbaca akan dikirim ke ESP32 untuk diproses. Jika kartu tersebut terdaftar sebagai pengguna sah, maka palang akan terbuka secara otomatis dan informasi akses akan dikirim ke aplikasi *Blynk*. Seluruh rangkaian ini bekerja secara otomatis tanpa campur tangan pengguna secara langsung. Skema *prototipe* sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema *Prototipe*

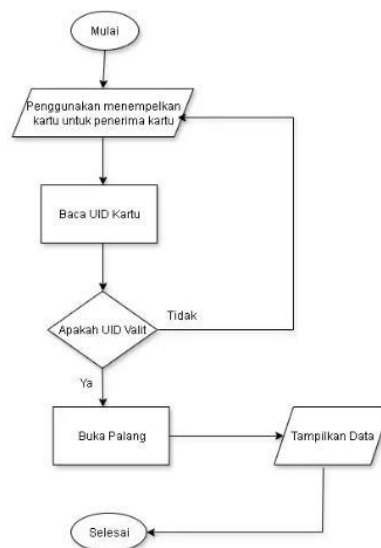
Rangkaian *prototipe* sistem parkir otomatis pada Gambar 2 terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi dan berfungsi sebagai sistem pengendalian akses kendaraan. Modul RFID RC522 berperan membaca kode UID dari kartu RFID yang ditempelkan oleh pengguna. Modul ini terhubung ke mikrokontroler ESP32 melalui antarmuka komunikasi SPI. ESP32 bertugas sebagai pengontrol utama yang memproses data dari RFID, mencocokkan UID yang terbaca dengan daftar UID yang telah disimpan, dan menentukan apakah akses dapat diberikan atau ditolak. Jika kartu terdaftar, ESP32 akan mengirim sinyal ke motor servo untuk membuka palang secara otomatis, lalu setelah beberapa saat palang akan menutup kembali secara mandiri.

ESP32 juga terkoneksi dengan jaringan internet melalui *hotspot* untuk mengirimkan informasi akses ke aplikasi *Blynk*. Aplikasi ini menampilkan status kartu RFID secara langsung ke ponsel pengguna, seperti “Akses Diterima” atau “Akses Ditolak”, sehingga proses pemantauan dapat dilakukan secara *real-time* tanpa perlu perangkat layar tambahan seperti LCD. Dalam tahap perakitan, digunakan *breadboard* dan kabel *jumper* untuk menyusun dan menghubungkan semua komponen secara fleksibel dan sementara. Sistem ini dirancang agar dapat berjalan otomatis tanpa intervensi manusia, sehingga mampu meningkatkan keamanan, efisiensi, dan mengurangi sentuhan fisik secara langsung. Dengan rancangan ini, *prototipe* sistem parkir otomatis berbasis RFID dinilai efektif dalam mendukung

pengelolaan akses kendaraan secara modern dan berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT).

2.3. Perancangan *Flowchart*

Perancangan *flowchart* keamanan parkir otomatis pendeteksi kendaraan menggunakan RFID dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Sistem dirancang menggunakan pendeteksian kendaraan melalui kartu RFID yang berfungsi memvalidasi data. Data dari kartu kemudian diproses oleh mikrokontroler sebagai unit pemrosesan utama yang mengendalikan *aktuator*, seperti motor servo atau sistem pengunci otomatis, untuk mengatur akses buka palang portal. Selain itu, sistem dilengkapi dengan modul komunikasi nirkabel, seperti *Wi-Fi* atau *hotspot*, guna memungkinkan integrasi dengan aplikasi *monitoring* berbasis IoT atau antarmuka seluler. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Perancangan ini juga mencakup penerapan sumber daya listrik yang efisien, baik dari daya utama maupun cadangan, guna menjamin ketersediaan sistem dalam berbagai kondisi operasional. Dengan kombinasi komponen ini, sistem buka-tutup palang parkir otomatis yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam manajemen parkir kendaraan secara otomatis. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Sistem

Flowchart pada Gambar 3 menggambarkan tahapan kerja sistem kontrol akses menggunakan RFID yang dimulai dari proses inisialisasi saat sistem berada dalam kondisi siap menerima perintah. Prosedur dimulai ketika pengguna mendekatkan kartu RFID ke modul pembaca untuk dilakukan proses identifikasi. Sistem akan membaca kode UID (*Unique Identifier*) pada kartu tersebut, kemudian melakukan verifikasi dengan mencocokkannya terhadap data yang tersimpan di basis data. Jika

verifikasi berhasil (UID valid), sistem memberikan hak akses dengan menggerakkan *aktuator* berupa motor servo untuk membuka palang, serta menampilkan data pengguna melalui perangkat keluaran, baik pada sistem pemantauan berbasis IoT. Setelah proses ini selesai, sistem kembali ke kondisi siaga untuk menunggu masukan berikutnya. Sebaliknya, jika UID tidak valid, akses akan ditolak dan alur kembali ke tahap awal tanpa membuka palang.

2.4. Skenario Pengujian

Pengujian sistem dirancang dalam empat skenario, yaitu uji pembacaan kartu RFID, pengujian motor servo, pengujian *delay* pengiriman data ke aplikasi *Blynk*, dan uji keamanan sistem. Skenario pengujian ditunjukkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 4.

Tabel 1. Skenario Uji Pembacaan Kartu RFID

No	Skenario	Masukan	Harapan	Hasil
1	Tag RFID terdaftar dipindai	ID dikenali sistem	Palang terbuka, aplikasi menampilkan "Akses Diterima"	Lulus
2	Tag RFID tidak dikenali	ID tidak ada dalam basis data	Palang tidak bergerak, aplikasi menampilkan "Akses Ditolak"	Lulus
3	Tidak ada RFID yang dipindai	—	Sistem tetap dalam posisi menunggu	Lulus

Tabel 2. Skenario Pengujian Motor Servo

No	Skenario	Kondisi	Harapan	Hasil
1	Akses diizinkan	Tag RFID valid	Palang terbuka selama 10 detik lalu tertutup kembali otomatis	Lulus
2	Akses ditolak	Tag RFID tidak valid	Palang tetap tertutup	Lulus

Tabel 3. Skenario Pengujian *Delay* Data ke Aplikasi *Blynk*

No	Skenario	Masukan	Harapan	Hasil
1	Akses diterima	Tag valid	Aplikasi menampilkan pesan "Akses Diterima"	Lulus
2	Akses ditolak	Tag tidak valid	Aplikasi menampilkan pesan "Akses Ditolak"	Lulus

Tabel 4. Skenario Uji Keamanan Sistem

No	Skenario	Masukan	Harapan	Hasil
1	Tag RFID yang tidak dikenali	ID tidak terdaftar	Sistem menolak akses masuk	Lulus
2	Tag valid digunakan berkali-kali dalam waktu singkat	ID sama	Hanya satu akses diizinkan, lalu sistem menunggu kendaraan keluar	Lulus

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Sistem

Sistem yang dirancang merupakan *prototipe* keamanan parkir otomatis berbasis teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) tanpa menggunakan sensor fisik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Sistem hanya akan merespons ketika pengguna menempelkan kartu RFID ke pembaca (*reader*). Jika kartu RFID tersebut terdaftar dalam sistem, maka palang parkir akan terbuka secara otomatis menggunakan motor servo. Sebaliknya, jika kartu tidak dikenal, maka sistem akan menolak akses. Status akses dan log kejadian juga dikirim dan ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk* IoT.

3.2. Implementasi Sistem

3.2.1. Perakitan Modul RFID RC522 dengan ESP32

Perakitan antara modul RFID RC522 dan mikrokontroler ESP32 menjadi tahap fundamental dalam pembuatan sistem parkir otomatis berbasis RFID. RC522 berfungsi sebagai alat pembaca kartu yang mengenali ID unik (UID) setiap kartu yang ditempelkan, sementara ESP32 berperan sebagai pengendali utama yang memproses data identifikasi tersebut. Keduanya terhubung melalui protokol komunikasi SPI dengan pengaturan pin tertentu, seperti GPIO 5 untuk SDA dan GPIO 18 untuk SCK. Tegangan operasional RC522 sebesar 3,3 V diperhatikan agar modul tidak mengalami kerusakan. Setelah sambungan terpasang dengan baik menggunakan *breadboard* dan kabel *jumper*, dilakukan pengujian awal dengan mengunggah program sederhana guna membaca UID melalui *Serial Monitor*. Bila kartu dikenali dan UID sesuai dengan data yang tersimpan, maka ESP32 akan mengaktifkan motor servo untuk membuka palang. Sebaliknya, jika UID tidak dikenal, sistem akan menolak akses dan mengaktifkan notifikasi melalui aplikasi *Blynk*. Perakitan alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perakitan Modul RFID RC522 dengan ESP32

3.2.2. Pemasangan Motor Servo

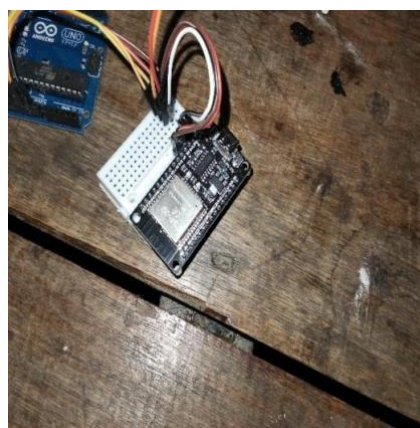
Motor servo digunakan sebagai penggerak utama dalam sistem palang parkir otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Servo dipasang dengan menghubungkan kabel sinyalnya ke salah satu pin digital ESP32, yaitu GPIO 13, sementara kabel daya (VCC) disambungkan ke pin 5V dan kabel *ground* ke GND ESP32. Jenis servo yang digunakan adalah SG90 karena ukurannya kecil dan responsif terhadap sinyal PWM. Ketika kartu RFID yang sah terdeteksi oleh sistem, ESP32 mengirimkan sinyal ke motor servo untuk memutar poros servo hingga membuka palang parkir pada sudut tertentu. Setelah jeda beberapa detik, servo akan bergerak kembali ke posisi semula untuk menutup palang secara otomatis. Proses pemasangan ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan efisien tanpa perlu bantuan manual, serta mendukung fungsionalitas kontrol akses berbasis RFID dan konektivitas IoT. Motor servo dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Motor Servo

3.2.3. ESP32 (Wi-Fi Board)

ESP32 adalah mikrokontroler modern yang dilengkapi dengan fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth* bawaan. Dalam sistem ini, ESP32 berperan sebagai pengendali utama yang memproses hasil pembacaan dari RFID dan mengelola komunikasi data dengan aplikasi *Blynk* secara *online*. Melalui koneksi jaringan *hotspot*, ESP32 mengirim informasi seperti UID kartu dan status validitas ke server *Blynk* agar dapat ditampilkan di *smartphone* pengguna. Berkat kemampuannya menggabungkan pengolahan data dan konektivitas internet dalam satu *chip*, ESP32 sangat cocok digunakan pada sistem *monitoring* otomatis berbasis IoT. ESP32 (Wi-Fi board) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. ESP32 (Wi-Fi Board)

3.2.4. Modul RFID RC522

RC522 merupakan modul pembaca RFID berbasis frekuensi 13,56 MHz yang digunakan untuk mendeteksi UID (*Unique Identifier*) dari sebuah kartu atau *tag* RFID. Modul ini menggunakan komunikasi SPI untuk terhubung dengan ESP32. Dalam sistem ini, RC522 bertugas membaca identitas kartu yang ditempelkan dan mengirimkannya ke ESP32 untuk diverifikasi. Jarak baca optimalnya sekitar 2 hingga 3 cm, dan hanya kartu yang telah terdaftar yang akan dikenali sebagai akses yang sah. Modul ini sangat efisien digunakan dalam sistem identifikasi tanpa sentuhan. Modul RFID dapat dilihat pada Gambar 7.

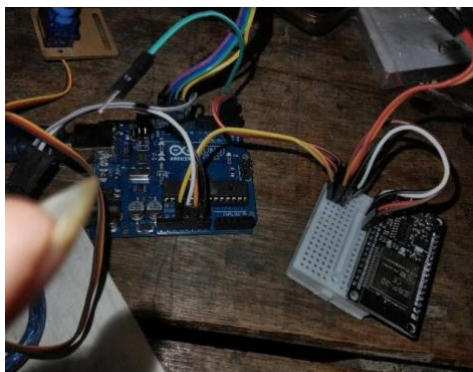


Gambar 7. Modul RFID RC522

3.2.5. Breadboard dan Kabel Jumper

Breadboard adalah papan perakitan elektronik yang memungkinkan penyusunan komponen secara fleksibel tanpa proses penyolderan. Dalam penelitian ini, *breadboard* digunakan untuk merangkai ESP32 dan modul RFID secara sementara sebelum dibuat permanen. Kabel *jumper* berfungsi sebagai penghubung antar-pin komponen, baik untuk koneksi daya, *ground*, maupun sinyal data. Kombinasi *breadboard* dan kabel *jumper* sangat membantu dalam proses pengujian dan pengembangan sistem karena mudah dibongkar-pasang dan dapat

disesuaikan dengan kebutuhan rangkaian. *Breadboard* dan kabel *jumper* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Breadboard dan Kabel Jumper

3.2.6. Aplikasi Blynk

Aplikasi *Blynk* memiliki peran penting sebagai media pemantauan dalam sistem parkir otomatis yang terhubung melalui teknologi *Internet of Things* (IoT). Aplikasi ini digunakan untuk menampilkan informasi hasil verifikasi kartu RFID secara langsung di perangkat *smartphone*. Ketika kartu RFID ditempelkan ke *reader*, sistem akan membaca data UID dan mengirimkan status akses ke *Blynk* melalui koneksi internet menggunakan modul ESP32. Notifikasi seperti “Akses Diterima” atau “Akses Ditolak” akan segera muncul di tampilan aplikasi. Hal ini menjadikan *Blynk* sebagai pengganti perangkat keluaran fisik seperti layar LCD. Selain itu, aplikasi ini memungkinkan pengguna atau pengelola sistem untuk melakukan pemantauan dari lokasi mana pun selama terhubung dengan jaringan. Oleh karena itu, kehadiran *Blynk* memberikan kemudahan dalam proses pemantauan dan pengendalian sistem parkir secara efisien, fleksibel, dan *real-time*. Tampilan aplikasi *Blynk* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi *Blynk*

3.2.7. Integrasi Sistem dengan Aplikasi Blynk untuk Monitoring Akses Kendaraan

Integrasi antara sistem dan aplikasi *Blynk* IoT bertujuan untuk memungkinkan pemantauan aktivitas akses kendaraan secara langsung melalui perangkat seluler. Mikrokontroler ESP32 terhubung ke jaringan internet menggunakan koneksi *hotspot* dan dikonfigurasi untuk berkomunikasi dengan server *Blynk* melalui *token* autentikasi yang diperoleh dari aplikasi. Ketika pengguna menempelkan kartu RFID, sistem akan memproses UID dan mengirimkan informasi hasil verifikasi ke *dashboard Blynk*, baik dalam bentuk notifikasi maupun tampilan teks. Informasi seperti waktu pemindaian, status akses (diterima/ditolak), dan ID kartu juga dapat ditampilkan secara *real-time*.

Dengan integrasi ini, pemilik atau pengelola sistem dapat mengakses data dari mana saja tanpa harus hadir di lokasi. Penggunaan *Blynk* juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut, seperti kontrol palang secara manual dari aplikasi, pencatatan log otomatis, atau pengiriman laporan ke *cloud*. Hal ini menjadikan sistem parkir lebih fleksibel, interaktif, dan sesuai dengan prinsip teknologi *Internet of Things* (IoT).

3.2.8. Pengujian Fungsi Dasar Sistem dan Simulasi Penggunaan

Pengujian terhadap fungsi dasar sistem dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen mampu beroperasi sesuai dengan tugasnya, mulai dari proses pembacaan kartu RFID hingga pergerakan palang parkir secara otomatis. Uji coba ini mencakup pengecekan komunikasi antara modul RFID RC522 dengan mikrokontroler ESP32, kemampuan sistem dalam membaca UID dari kartu RFID, serta pemberian respons berupa pergerakan motor servo apabila kartu yang dipindai termasuk dalam daftar yang valid. Sebagai tambahan, sistem juga diuji ketika kartu yang tidak terdaftar digunakan, untuk melihat apakah mekanisme penolakan akses dapat bekerja dengan baik. Setelah pengujian dasar dilakukan, sistem disimulasikan dalam skenario nyata, di mana pengguna memindai kartu RFID di area masuk parkir. Jika kartu dikenali, palang terbuka secara otomatis dan status akses ditampilkan melalui aplikasi *Blynk*. Simulasi ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons dengan cepat dan mencatat setiap aktivitas akses secara *real-time*. Dari hasil pengujian dan simulasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem sudah berjalan sesuai rancangan dan siap diimplementasikan pada skala terbatas seperti di lingkungan kampus, kompleks perumahan, atau area perkantoran.

3.2.9. Proses Membaca UID dari RFID Reader

Pada sistem ini, proses identifikasi pengguna dilakukan dengan membaca UID (*Unique Identifier*) dari kartu RFID menggunakan modul RC522. Modul ini bekerja pada frekuensi 13,56 MHz dan berfungsi

untuk mendeteksi kartu RFID yang didekatkan pada permukaannya. Saat kartu didekatkan, RC522 akan membaca sinyal elektromagnetik yang dipancarkan oleh *chip* RFID dan mengubahnya menjadi data digital berupa kode UID. UID merupakan serangkaian kode heksadesimal yang bersifat unik untuk setiap kartu dan menjadi kunci utama dalam proses autentikasi akses sistem. Setelah UID berhasil dibaca, data tersebut dikirim ke mikrokontroler ESP32 melalui jalur komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*).

3.2.10. Verifikasi UID terhadap Daftar yang Tersimpan

Setelah UID dari kartu RFID berhasil dibaca oleh modul RC522 dan diteruskan ke mikrokontroler ESP32, sistem akan melakukan proses verifikasi. Verifikasi ini merupakan tahap pengecekan di mana UID yang masuk dibandingkan dengan daftar UID yang sudah ditentukan sebelumnya dalam program. Daftar ini disimpan dalam bentuk *array* atau variabel di dalam kode dan berisi UID kartu-kartu yang telah didaftarkan sebagai pengguna yang sah. Ketika ESP32 menerima UID, perangkat akan mencocokkannya dengan daftar yang tersimpan menggunakan logika pemrograman seperti *if* atau *switch*. Jika terdapat kecocokan, maka UID dianggap valid dan sistem akan melanjutkan untuk memberikan akses, misalnya mencatatkan status “Akses Diterima” ke aplikasi *Blynk*. Sebaliknya, jika UID tidak terdapat dalam daftar, maka akses akan langsung ditolak, dan status tersebut juga dikirim ke aplikasi *Blynk* tanpa ada proses lebih lanjut yang dijalankan.

3.3. Hasil Pengujian

3.3.1. Pengujian Kartu RFID

Tabel 5. Hasil Pengujian Kartu RFID

No	UID Kartu	Status Kartu	Status Blynk	Waktu Respons
1	9A 98 34 02	Valid	Akses Diterima	±1 detik
2	05 86 2C 8C 50 D1 00	Tidak valid	Akses Ditolak	1,3 detik

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian sistem menggunakan dua kartu RFID, yang terdiri dari kartu yang telah terdaftar dalam sistem (valid) dan kartu yang belum terdaftar (tidak valid). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menguji kemampuan sistem dalam mengenali dan membedakan antara kartu yang sah dan tidak sah, serta menilai kecepatan respons sistem dalam menampilkan hasil verifikasi pada aplikasi *Blynk*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kartu valid berhasil dikenali dengan benar oleh sistem. Saat kartu ditempelkan ke modul RC522, mikrokontroler ESP32 segera memverifikasi UID, memberikan akses, dan mengirimkan status “Akses Diterima” ke *dashboard Blynk*. Proses ini berlangsung sangat cepat, dengan

waktu respons sekitar satu detik. Ketika kartu yang tidak terdaftar digunakan, sistem secara otomatis menolak akses karena UID yang dibaca tidak sesuai dengan daftar yang telah diprogram sebelumnya. Tidak ada tindakan lanjutan yang dilakukan oleh sistem, dan status “Akses Ditolak” ditampilkan pada aplikasi *Blynk* secara *real-time*. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses verifikasi UID secara akurat dan cepat. Selain itu, integrasi dengan *Blynk* berjalan dengan baik, memungkinkan informasi akses dapat dimonitor secara langsung dari *smartphone*. Dengan demikian, sistem terbukti efektif dalam mengontrol akses berdasarkan validitas kartu RFID.

3.3.2. Hasil Pengujian Gerakan Motor Servo

Tabel 6. Hasil Pengujian Gerakan Motor Servo

No	Kartu RFID	Status UID	Waktu Buka Palang	Waktu Tutup Otomatis
1	Valid	Diterima	1,10 detik	1,40 detik
2	Valid	Diterima	1,45 detik	1,25 detik
3	Valid	Diterima	0,96 detik	1,03 detik
4	Valid	Diterima	0,76 detik	0,95 detik

Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian performa motor servo SG90 yang berfungsi sebagai penggerak palang parkir otomatis setelah kartu RFID valid terdeteksi. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali dengan kartu yang sama. Pada pengujian pertama, waktu buka palang yang diperoleh adalah 1,10 detik; percobaan kedua 1,45 detik; percobaan ketiga 0,96 detik; dan percobaan keempat 0,76 detik. Perbedaan waktu ini disebabkan oleh faktor respons pembacaan UID, kinerja *aktuator* (servo), serta waktu pemrosesan perintah oleh mikrokontroler. Meski demikian, durasi tersebut tergolong cepat dan menunjukkan sistem mampu merespons masukan dengan baik.

Untuk penutupan palang secara otomatis, percobaan pertama membutuhkan waktu 1,40 detik, percobaan kedua 1,25 detik, percobaan ketiga 1,03 detik, dan percobaan keempat 0,95 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan penutupan palang dengan cepat dan tanpa perlu interaksi manual.

3.3.3. Pengujian Aplikasi Blynk

Tabel 7. Hasil Pengujian Delay Pengiriman Data ke Aplikasi *Blynk*

No	Pengujian	Waktu Tampil di Blynk
1	Pengujian pertama	0,81 detik
2	Pengujian kedua	0,66 detik

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian *delay* pengiriman data ke aplikasi *Blynk*. Pada pengujian pertama, ketika ESP32 terhubung ke jaringan *hotspot*, data UID yang dikirim segera tampil di aplikasi *Blynk*

dalam waktu sekitar 0,81 detik, sedangkan pada pengujian kedua membutuhkan waktu 0,66 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berjalan responsif dan stabil dalam kondisi jaringan yang ideal. Meskipun demikian, terdapat jeda yang dapat terasa antara waktu pemindaian kartu dengan munculnya informasi pada aplikasi ketika kualitas jaringan menurun. Hal ini membuktikan bahwa performa sistem sangat bergantung pada jaringan yang tersedia.

Selanjutnya dilakukan dua skenario pengujian sistem yang dirancang untuk menggambarkan situasi nyata saat sistem parkir otomatis digunakan. Tujuan dari skenario ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana sistem merespons berbagai kondisi akses berdasarkan kartu RFID yang dipindai. Pada skenario pertama, kartu RFID dengan UID 9A 98 34 02 yang telah terdaftar sebagai kartu sah digunakan untuk menguji respons sistem terhadap masukan valid. Ketika kartu ditempelkan ke *reader*, sistem langsung mengenalinya, memberikan akses dengan membuka palang, dan mengirimkan informasi “AKSES DITERIMA” ke aplikasi *Blynk*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat memverifikasi dan merespons UID dengan cepat dan akurat.

Skenario kedua melibatkan penggunaan kartu dengan UID 05 86 2C 8C 50 D1 00 yang tidak termasuk dalam daftar yang tersimpan. Sistem mendeteksi bahwa UID tidak valid, sehingga tidak memberikan izin akses dan palang tetap tertutup. Status penolakan ini juga ditampilkan secara langsung di *Blynk* sebagai “AKSES DITOLAK”, menunjukkan bahwa sistem dapat menolak akses yang tidak sah secara efektif. Secara keseluruhan, kedua skenario tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengelola berbagai kondisi dengan baik, memberikan akses yang tepat, serta menolak akses yang tidak sah. Sistem telah berjalan sesuai perancangan dan siap digunakan pada aplikasi kontrol akses otomatis.

3.4. Pembahasan Hasil Pengujian

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan, sistem parkir otomatis yang dirancang menunjukkan performa yang baik dan sesuai dengan target yang telah ditentukan. Modul RFID RC522 dapat membaca UID kartu RFID secara cepat dan akurat. Sistem mampu mengenali kartu yang telah terdaftar dan mengabaikan kartu yang tidak dikenali, yang menandakan bahwa proses validasi UID telah diterapkan dengan benar dan bekerja sebagaimana mestinya.

Respons motor servo terhadap perintah dari mikrokontroler ESP32 juga cukup cepat. Gerakan membuka palang berlangsung kurang dari satu detik pada kondisi terbaik, dengan sudut bukaan yang sesuai untuk kendaraan berukuran kecil. Fungsi penutupan otomatis setelah jeda waktu sekitar 1,3 detik pun berjalan dengan stabil, membuktikan bahwa mekanisme *delay* pada sistem berfungsi dengan baik dan konsisten dalam setiap pengujian. Keunggulan

lain dari sistem ini terletak pada integrasinya dengan aplikasi *Blynk* berbasis IoT. Melalui aplikasi ini, pengguna atau pengelola parkir dapat memantau akses kendaraan secara langsung melalui *smartphone*. Informasi yang ditampilkan meliputi identitas kartu (UID), waktu akses, serta status validitas kartu tersebut. Seluruh data ditampilkan secara *real-time* di *dashboard* aplikasi tanpa memerlukan perangkat tampilan tambahan seperti LCD, sehingga membuat sistem lebih hemat dari segi biaya dan konsumsi energi.

Dibandingkan dengan sistem manual atau konvensional, sistem ini memiliki sejumlah kelebihan, di antaranya tidak memerlukan kontak fisik saat proses verifikasi, dapat diakses dan dipantau dari lokasi mana pun, serta memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi sistem pencatatan data kendaraan yang lebih lengkap dengan menambahkan fitur basis data atau penyimpanan berbasis *cloud*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem parkir otomatis berbasis RFID dengan mikrokontroler ESP32 telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan awal penelitian. Sistem mampu mendeteksi dan membedakan kartu RFID yang valid dan tidak valid dengan akurasi tinggi, serta memberikan respons sesuai kondisi, baik berupa pembukaan palang menggunakan motor servo maupun penolakan akses. Penambahan fitur *delay* otomatis untuk menutup palang juga bekerja secara stabil dan konsisten selama pengujian. Integrasi dengan aplikasi *Blynk* IoT menjadi salah satu keunggulan sistem ini, karena memungkinkan pemantauan status akses kendaraan secara *real-time* melalui *smartphone* tanpa memerlukan perangkat tambahan seperti LCD. Sistem ini memiliki sejumlah kelebihan dibanding metode konvensional, antara lain tidak memerlukan kontak fisik, dapat dipantau dari jarak jauh, serta memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi sistem pencatatan data kendaraan secara digital dan otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Ali dan M. F. F. Nur, “Pengembangan security parking system berbasis image processing dan RFID,” Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2024.
- [2] M. D. Ardana, D. Hartama, A. Wanto, S. Solikhun, dan S. P. Lestari, “Implementasi system keamanan parkir kendaraan menggunakan sensor jarak HC-SR04 dan kamera cerdas protokol MQTT dengan Telegram,” dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains*, vol. 1, no. 1, hal. 383–389, Nov. 2023.
- [3] F. Auzar, R. Hayati, dan I. Suandi, “Rancang bangun prototype sistem kendali parkir otomatis

- berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi Android,” *Jurnal TEKTR0*, vol. 7, no. 2, hal. 199–203, 2023.
- [4] F. Badri, H. Afifah, A. M. Jannah, M. N. N. Murom, dan A. Andhyka, “Simulasi rancang bangun palang pintu otomatis berbasis RFID (Radio Frequency Identification),” *Jurnal Ilmiah Terapan, Sains dan Teknologi (JITSi)*, vol. 1, no. 3, hal. 137–143, 2023.
- [5] A. Dwitama, M. Wijayanti, M. Meysawati, F. Fauziah, Y. Fitriyani, dan D. Agusten, “Prototipe sistem ketersediaan dan kapasitas tempat parkir mobil berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 4, no. 1, hal. 31–39, 2025.
- [6] I. A. Eko, “Sistem keamanan area parkir STKIP PGRI Tulungagung berbasis Radio Frequency Identification (RFID),” *JoEICT (Journal of Education and ICT)*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [7] S. Farizy dan G. Andrianto, “Rancang bangun smart parking pada area kampus berbasis Arduino menggunakan QR Code,” *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, vol. 32, no. 2, hal. 23–28, 2022.
- [8] A. Z. Hasibuan, H. Harahap, dan U. Sarumaha, “Penerapan teknologi RFID untuk pengendalian ruang kelas berbasis mikrokontroler,” *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [9] M. I. Khotmuniza, J. Sahertian, dan R. Helilintar, “Sistem parkir menggunakan OCR (Optical Character Recognition) plat nomer dan IoT (Internet of Things),” 2020.
- [10] D. T. Laili dan S. Bahri, “Prototipe sistem parkir mobil menggunakan sensor load cell dengan Arduino Mega 2560 berbasis Android,” *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [11] W. Randa, M. I. Bustami, dan W. Riyadi, “Perancangan penyortir kentang berdasarkan ukuran menggunakan load cell berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Informatika dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, vol. 4, no. 1, hal. 818–826, 2024.
- [12] I. P. Sari, M. Basri, F. Ramadhani, dan A. A. Manurung, “Penerapan palang pintu otomatis jarak jauh berbasis RFID di perumahan,” *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 1, hal. 16–25, 2023.
- [13] D. Susandi, W. Nugraha, dan S. F. Rodiyansyah, “Perancangan smart parking system pada prototipe smart office berbasis Internet of Things,” dalam *Prosiding Semnastek*, 2017.
- [14] R. A. Tanjung, T. Rijanto, F. Baskoro, dan R. Firmansyah, “Pengembangan sistem palang pintu otomatis di tempat parkir FT UNESA menggunakan sensor RFID dan sensor ultrasonik berbasis bot Telegram,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 14, no. 3, hal. 230–237, 2025.