

Rancang Bangun Sistem Gerbang Parkir Otomatis Berbasis RFID dan IoT di Universitas Nurul Jadid

M. Fadhilur Rahman

Universitas Nurul Jadid, Indonesia
M.FadhilurRahman@gmail.com

Moh Irfan Auliya Rahman

Universitas Nurul Jadid, Indonesia
IrfanAuliya@gmail.com

Abstract

The rapid growth in the number of motor vehicles within the Universitas Nurul Jadid environment has created several challenges in parking management, including vehicle queues at entry and exit gates, manual parking data recording, and limited system capabilities in ensuring vehicle security and continuous monitoring. Conventional parking systems that rely heavily on human operators are considered ineffective and inefficient, particularly in supporting integrated and data-driven parking management. This study aims to design and develop an automatic parking gate system based on Radio Frequency Identification (RFID) and Internet of Things (IoT) technologies at Universitas Nurul Jadid. The proposed system utilizes RFID cards as user identification media, an ESP32 microcontroller as the main controller, vehicle detection sensors, and a servo motor as the actuator for opening and closing the gate. User identity data and parking activity records are transmitted in real time via an internet connection to an IoT server and presented through a web-based monitoring dashboard. The research method employed is an engineering approach, which includes requirements analysis, system design, hardware and software implementation, and functional system testing. The test results indicate that the system is capable of performing fast and accurate user identification, automatically operating the parking gate, and recording and displaying parking data in real time. The implementation of this system has been proven to improve parking service efficiency, reduce vehicle queues, and support safer and more structured parking management. The developed system is expected to serve as a supporting solution for the implementation of the smart campus concept at Universitas Nurul Jadid.

Keywords: Automatic Parking System; ESP32; Internet of Things; RFID; Smart Campus.

Abstrak

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di lingkungan Universitas Nurul Jadid menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan parkir, antara lain antrean kendaraan pada pintu masuk dan keluar, pencatatan data parkir yang masih dilakukan secara manual, serta keterbatasan sistem dalam menjamin keamanan dan monitoring kendaraan secara berkelanjutan. Sistem parkir konvensional yang bergantung pada peran petugas dinilai kurang efektif dan efisien, khususnya dalam mendukung pengelolaan parkir yang terintegrasi dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem gerbang parkir otomatis berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dan Internet of Things (IoT) di Universitas Nurul Jadid. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan kartu

RFID sebagai media identifikasi pengguna, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor pendekripsi kendaraan, serta motor servo sebagai aktuator pembuka dan penutup gerbang. Data identitas pengguna dan aktivitas parkir dikirimkan secara real-time melalui jaringan internet ke server IoT dan disajikan dalam bentuk dashboard monitoring berbasis web. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa (*engineering*) yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian fungsional sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi pengguna secara cepat dan akurat, mengoperasikan gerbang parkir secara otomatis, serta mencatat dan menampilkan data parkir secara real-time. Penerapan sistem ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi layanan parkir, mengurangi antrean kendaraan, serta mendukung pengelolaan parkir yang lebih aman dan terstruktur. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi salah satu solusi pendukung penerapan konsep smart campus di Universitas Nurul Jadid.

Kata kunci: ESP32; Internet of Things; RFID; Sistem Parkir Otomatis; Smart Campus.

1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan Internet of Things (IoT) mendukung terciptanya sistem otomatisasi di berbagai sektor, termasuk pengelolaan parkir kendaraan bermotor. Lingkungan kampus yang padat mobilitas seperti Universitas Nurul Jadid membutuhkan sistem parkir yang tidak hanya efisien dan akurat, tetapi juga mampu memberikan pengalaman layanan yang lebih baik bagi pengguna. Implementasi teknologi seperti Radio Frequency Identification (RFID) dan IoT dinilai mampu menjadi solusi terhadap permasalahan tersebut (Santoso et al., 2025).

Permasalahan pokok yang sering ditemui dalam sistem parkir konvensional di kampus adalah antrean panjang kendaraan pada jam sibuk, pencatatan data yang masih manual, serta kurangnya sistem monitoring yang terintegrasi untuk keamanan kendaraan (Dewa & Samsugi, 2024). Akibatnya, proses keluar-masuk kendaraan menjadi lambat dan rentan terhadap kesalahan pencatatan sehingga menghambat aktivitas civitas akademika serta mengurangi kenyamanan pengguna parkir. Hal ini menunjukkan bahwa sistem parkir manual kurang memadai untuk menjawab kebutuhan pengelolaan parkir secara modern.

Dampak dari ketergantungan pada sistem manual juga terlihat dalam aspek keamanan kendaraan. Sistem parkir yang belum terotomatisasi cenderung tidak memiliki kontrol akses yang kuat sehingga meningkatkan risiko pencurian atau penyalahgunaan fasilitas parkir (Tegar et al., n.d.). Selain itu, kurangnya data real-time menghambat pihak pengelola dalam

membuat keputusan berbasis bukti terkait kapasitas dan penggunaan area parkir.

Sebagai solusi potensial, integrasi RFID dengan IoT pada sistem gerbang parkir otomatis memungkinkan identifikasi kendaraan secara cepat dan akurat serta pemantauan data parkir secara real-time melalui jaringan internet. Sistem semacam ini telah dikembangkan pada beberapa studi terdahulu, menunjukkan kemampuan untuk mengurangi antrean kendaraan, meningkatkan keamanan akses, serta memberikan pengelolaan parkir yang lebih terstruktur (Santoso et al., 2025).

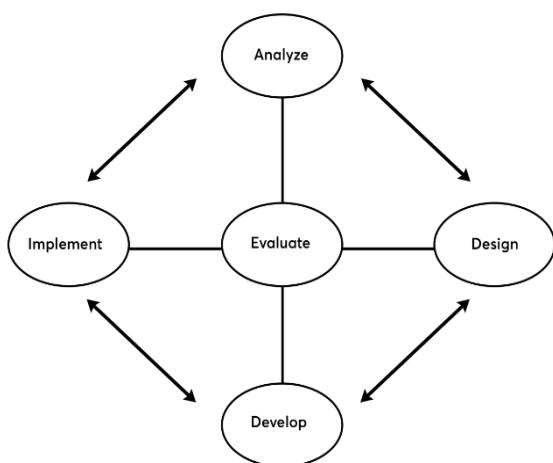
Meskipun banyak penelitian telah mengkaji penerapan RFID pada sistem parkir, masih terdapat gap penelitian terkait implementasi yang terintegrasi dengan IoT secara menyeluruh khususnya di lingkungan kampus, termasuk pemanfaatan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mendukung konektivitas Wi-Fi dan monitoring berbasis web. Beberapa studi masih terbatas pada penggunaan Arduino atau pengujian skala kecil tanpa menyediakan laporan data real-time atau antarmuka monitoring yang komprehensif, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut yang mengevaluasi sistem secara penuh dari sisi perangkat keras sampai perangkat lunak berbasis IoT (Nomor et al., 2025).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan IoT di Universitas Nurul Jadid. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan solusi yang mampu mengelola identifikasi akses kendaraan secara otomatis, meningkatkan efisiensi waktu layanan, serta menyediakan visualisasi data parkir secara real-time melalui dashboard monitoring berbasis web, sehingga memberikan kontribusi

signifikan terhadap pengembangan sistem parkir cerdas di lingkungan kampus.

2 Metode

Penelitian ini menggunakan metode **Research and Development (R&D)**, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk serta menguji keefektifan produk tersebut dalam menyelesaikan permasalahan tertentu. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah **sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan Internet of Things (IoT)** yang diterapkan di lingkungan Universitas Nurul Jadid. Metode R&D dipilih karena sesuai untuk penelitian yang berorientasi pada **rancang bangun sistem teknologi** dan pengujian fungsional produk, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini sebagai tahapan dan alur research and developmen(Prototype et al., 2021).



Gambar 1. Tahapan Research and Development

a. Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem parkir di Universitas Nurul Jadid. Analisis dilakukan melalui observasi lapangan dan studi literatur. Permasalahan yang ditemukan meliputi sistem parkir yang masih manual, antrean kendaraan pada jam sibuk, pencatatan data parkir yang tidak terintegrasi, serta keterbatasan monitoring keamanan kendaraan. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai dasar pengembangan sistem(Aini & Nasional, 2022).

b. Design

Tahap design merupakan proses perancangan sistem berdasarkan hasil analisis. Perancangan

meliputi arsitektur sistem gerbang parkir otomatis, diagram blok sistem, flowchart alur kerja, serta desain sistem IoT dan dashboard monitoring. Pada tahap ini ditentukan penggunaan **RFID sebagai media identifikasi, ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor pendekripsi kendaraan, dan motor servo sebagai aktuator gerbang**, serta pemanfaatan jaringan internet untuk pengiriman data secara real-time(Rahman et al., 2022).

c. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses merealisasikan desain sistem ke dalam bentuk nyata. Kegiatan yang dilakukan meliputi perakitan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler ESP32, integrasi RFID reader, sensor, dan motor servo, serta konfigurasi koneksi IoT ke server. Implementasi dilakukan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan untuk memastikan seluruh komponen bekerja secara terintegrasi.

d. Development (Pengembangan)

Tahap development bertujuan untuk menyempurnakan sistem yang telah diimplementasikan. Pada tahap ini dilakukan pengembangan dashboard monitoring berbasis web, penambahan fitur pencatatan data parkir, serta optimisasi komunikasi data IoT. Pengembangan dilakukan agar sistem menjadi lebih stabil, responsif, dan sesuai dengan kondisi lingkungan parkir Universitas Nurul Jadid(Motlagh et al., 2020).

e. Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menguji kinerja dan efektivitas sistem gerbang parkir otomatis. Evaluasi dilakukan melalui pengujian pembacaan RFID, pengujian kerja gerbang parkir, pengujian sensor kendaraan, serta pengujian pengiriman data IoT secara real-time. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai kesesuaian sistem dengan tujuan penelitian serta sebagai dasar perbaikan sistem. Tahap analisis dilakukan untuk memetakan masalah utama dan kebutuhan sistem parkir di Universitas Nurul Jadid melalui observasi lapangan serta studi literatur. Hasilnya menunjukkan bahwa pengelolaan parkir masih manual sehingga menimbulkan antrean pada jam sibuk, pencatatan data belum terintegrasi, dan monitoring keamanan kendaraan masih terbatas. Dari tahap ini juga dirumuskan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai dasar pengembangan sistem, sehingga solusi yang dibangun benar-benar sesuai dengan kondisi

lapangan dan target peningkatan efisiensi layanan parkir.

Tahap **design– implementasi–development –evaluation** menjadi rangkaian realisasi solusi. Pada design, sistem dirancang meliputi arsitektur gerbang otomatis, diagram blok, flowchart alur kerja, integrasi IoT, serta rancangan dashboard monitoring; komponen inti yang ditetapkan mencakup RFID sebagai identifikasi, ESP32 sebagai pengendali, sensor kendaraan, motor servo, dan koneksi internet untuk pengiriman data real-time. Implementasi kemudian merealisasikan rancangan tersebut lewat perakitan hardware, pemrograman ESP32, integrasi modul RFID–sensor–servo, serta konfigurasi koneksi IoT ke server. Selanjutnya pada development, sistem disempurnakan melalui pengembangan dashboard web, penambahan fitur pencatatan parkir, dan optimasi komunikasi data agar lebih stabil dan responsif. Terakhir, evaluation dilakukan dengan serangkaian uji fungsional (RFID, gerbang, sensor, dan pengiriman data IoT) untuk memastikan sistem bekerja efektif sesuai tujuan penelitian serta menjadi dasar perbaikan lanjutan.

3 Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini merupakan luaran dari tahapan **Research and Development (R&D)** yang meliputi analisis, perancangan, implementasi, pengembangan, dan evaluasi sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan Internet of Things (IoT) di Universitas Nurul Jadid. Sistem yang dihasilkan terdiri dari perangkat keras berupa RFID reader, mikrokontroler ESP32, sensor pendekripsi kendaraan, motor servo sebagai penggerak gerbang, serta perangkat lunak berupa server IoT dan dashboard monitoring berbasis web.

Sistem yang dikembangkan mampu melakukan identifikasi pengguna menggunakan kartu RFID, mengoperasikan gerbang parkir secara otomatis, serta mengirim dan menampilkan data parkir secara real-time. Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan pada tahap design(Fadhil Rahman et al., 2022).

Hasil Implementasi Sistem

1. Sistem Perangkat Keras

Perangkat keras sistem berhasil dirakit dan diintegrasikan sesuai dengan diagram blok sistem.

28

RFID reader MFRC522 terhubung dengan ESP32 untuk membaca ID kartu pengguna. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendekripsi keberadaan kendaraan yang melewati gerbang, sedangkan motor servo berfungsi sebagai aktuator pembuka dan penutup gerbang parkir. Implementasi perangkat keras menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan catu daya yang stabil dan mampu bekerja secara kontinu tanpa gangguan berarti(RAHMAN, 2023).

2. Sistem Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem meliputi pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE dan pengembangan dashboard monitoring berbasis web. Sistem IoT dikonfigurasi untuk mengirimkan data identitas pengguna, waktu masuk, dan waktu keluar kendaraan ke server secara real-time. Dashboard monitoring mampu menampilkan data parkir dalam bentuk tabel dan status gerbang secara langsung(Junaidi, 2015).

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian meliputi pengujian setiap komponen dan pengujian sistem secara keseluruhan.

1. Hasil Pengujian Pembacaan RFID

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan dan akurasi pembacaan kartu RFID oleh sistem.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pembacaan RFID

No	Jumlah Uji	RFID Terbaca	Waktu Respon (detik)	Keterangan
1	10 kali	10	0,8	Berhasil
2	20 kali	20	0,7	Berhasil
3	30 kali	30	0,7	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca kartu RFID dengan tingkat keberhasilan 100% dan waktu respon kurang dari 1 detik. Berdasarkan Tabel 1, pengujian pembacaan RFID dilakukan sebanyak tiga skenario, yaitu 10 kali, 20 kali, dan 30 kali percobaan. Pada seluruh skenario tersebut, jumlah kartu RFID yang berhasil terbaca sama dengan jumlah uji yang dilakukan, yaitu masing-

masing 10 dari 10, 20 dari 20, dan 30 dari 30 percobaan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan pembacaan RFID sebesar 100%, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses identifikasi pengguna berjalan secara konsisten dan akurat pada setiap pengujian.

Dari sisi performa waktu, sistem menunjukkan waktu respon yang cepat dengan rata-rata di bawah 1 detik. Waktu respon tercatat sebesar 0,8 detik pada pengujian 10 kali, serta 0,7 detik pada pengujian 20 kali dan 30 kali. Dengan waktu respon yang stabil dan relatif singkat ini, sistem dinilai mampu mendukung kebutuhan operasional gerbang parkir otomatis, terutama untuk meminimalkan keterlambatan saat proses validasi kartu dan membantu mengurangi antrean kendaraan di pintu masuk maupun keluar area parkir.

2. Hasil Pengujian Gerbang Parkir Otomatis

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan motor servo dapat membuka dan menutup gerbang sesuai perintah sistem.

Tabel 2. Hasil Pengujian Gerbang Parkir

No Skenario Uji	Kondisi Gerbang	Hasil
1	RFID valid	Terbuka
2	Kendaraan lewat Menutup kembali	Berhasil
3	RFID tidak valid	Tetap tertutup
		Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa gerbang parkir dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan kondisi yang diberikan. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, sistem gerbang parkir otomatis menunjukkan kinerja yang sesuai dengan skenario operasional yang dirancang. Pada skenario pertama, ketika kartu RFID yang digunakan teridentifikasi valid, sistem berhasil memverifikasi data pengguna dan memberikan perintah kepada aktuator (motor servo) untuk membuka gerbang. Keberhasilan ini menandakan bahwa proses autentifikasi pengguna dan komunikasi antar komponen (pembaca RFID-mikrokontroler-servo) berjalan dengan baik sehingga akses masuk/keluar dapat dilakukan secara otomatis tanpa intervensi petugas.

Selanjutnya, pada skenario kedua dan ketiga, sistem juga bekerja dengan tepat dalam menjaga alur dan keamanan akses. Saat kendaraan

terdeteksi telah melewati gerbang, sistem mampu memberikan respons lanjutan berupa perintah **menutup kembali gerbang**, sehingga mencegah akses ganda dan membantu menjaga kelancaran arus kendaraan. Sementara itu, ketika RFID yang digunakan **tidak valid**, sistem mempertahankan kondisi gerbang **tetap tertutup**, yang menunjukkan mekanisme penolakan akses berjalan efektif. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa sistem mampu mengendalikan gerbang secara otomatis, konsisten, dan aman sesuai kondisi yang terjadi di lapangan.

3. Hasil Pengujian Sensor Pendekripsi Kendaraan

Pengujian sensor bertujuan untuk memastikan sensor dapat mendekripsi kendaraan dengan akurat.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor

No	Jarak Kendaraan (cm)	Sensor Mendekripsi	Keterangan
1	10	Ya	Akurat
2	20	Ya	Akurat
3	30	Ya	Akurat

Sensor mampu mendekripsi kendaraan dengan baik pada jarak yang telah ditentukan. Berdasarkan Tabel 3, pengujian sensor dilakukan pada variasi jarak kendaraan 10 cm, 20 cm, dan 30 cm untuk melihat kemampuan sistem dalam mendekripsi keberadaan kendaraan. Hasilnya menunjukkan bahwa pada seluruh jarak yang diuji, sensor berhasil mendekripsi kendaraan (Ya) dan diberikan keterangan akurat, yang berarti pembacaan sensor konsisten serta sesuai dengan kondisi sebenarnya. Ini menandakan bahwa sensor mampu bekerja stabil dalam rentang jarak yang telah dirancang sebagai batas deteksi kendaraan pada sistem gerbang parkir.

Keberhasilan sensor dalam mendekripsi kendaraan secara akurat sangat penting karena menjadi pemicu utama proses otomatisasi gerbang, seperti memastikan kapan kendaraan benar-benar berada di area gerbang dan kapan kendaraan sudah melewati palang sehingga gerbang dapat menutup kembali. Dengan kemampuan deteksi yang baik pada jarak yang ditentukan, sistem dapat meminimalkan kesalahan seperti gerbang menutup terlalu cepat

atau tetap terbuka terlalu lama, sehingga mendukung keamanan, kelancaran arus kendaraan, serta meningkatkan keandalan monitoring parkir secara keseluruhan.

4. Hasil Pengujian Pengiriman Data IoT

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan pengiriman data dari ESP32 ke server IoT dan dashboard monitoring.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengiriman Data IoT

No Parameter Uji	Hasil	Keterangan
1 Koneksi WiFi	Stabil	Berhasil
2 Pengiriman data	Real-time	Berhasil
3 Tampilan dashboard	Sesuai data	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data parkir dapat dikirim dan ditampilkan secara real-time tanpa keterlambatan yang signifikan. Pengujian pada aspek koneksi WiFi menunjukkan bahwa modul ESP32 mampu mempertahankan koneksi jaringan secara stabil selama sistem beroperasi. Stabilitas koneksi ini menjadi faktor kunci karena seluruh proses IoT—mulai dari pengiriman identitas pengguna hingga pencatatan aktivitas parkir—bergantung pada ketersediaan jaringan internet. Dengan koneksi yang konsisten, risiko data tidak terkirim atau terputus saat proses masuk/keluar parkir dapat diminimalkan.

Selanjutnya, pada parameter **pengiriman data**, hasil uji memperlihatkan bahwa data parkir dapat dikirimkan ke server dalam kondisi **real-time** dan dinyatakan berhasil. Ini berarti setiap kali kartu RFID terdeteksi atau terjadi perubahan status gerbang/sensor, sistem langsung mengirimkan pembaruan data tanpa menunggu proses manual. Kinerja ini mendukung kebutuhan monitoring cepat, sekaligus memastikan pencatatan aktivitas parkir lebih akurat karena waktu kejadian tercatat sesuai kondisi lapangan.

Pada sisi **tampilan dashboard**, data yang diterima server ditampilkan dengan **sesuai** dan selaras dengan aktivitas aktual, sehingga hasil monitoring dapat dipercaya. Tidak ditemukannya keterlambatan yang signifikan menunjukkan integrasi antara perangkat, jaringan, server IoT, dan antarmuka web berjalan baik. Dengan demikian, dashboard dapat berfungsi sebagai media pemantauan yang efektif untuk petugas

atau pengelola parkir dalam melihat aktivitas parkir secara langsung dan terstruktur.

5. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mensimulasikan proses parkir dari awal hingga akhir.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Skenario	Hasil Sistem	Keterangan
1	Parkir masuk	Sistem berjalan otomatis	Berhasil
2	Parkir keluar	Data tercatat	Berhasil
3	Monitoring	Data tampil real-time	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan IoT mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Identifikasi pengguna menggunakan RFID berjalan cepat dan akurat, sehingga dapat mengurangi antrean kendaraan. Gerbang parkir dapat beroperasi secara otomatis dan responsif, sementara sistem IoT memungkinkan pencatatan dan monitoring data parkir secara real-time. Berdasarkan Tabel 5, pengujian sistem secara menyeluruh menunjukkan bahwa alur parkir masuk dapat berjalan otomatis sesuai rancangan. Ketika pengguna melakukan akses masuk, sistem mampu menjalankan proses identifikasi dan kontrol gerbang tanpa intervensi petugas, sehingga layanan menjadi lebih cepat dan terstandar. Keberhasilan skenario “parkir masuk” menandakan integrasi antara pembacaan identitas, logika kontrol, dan aktuator gerbang berfungsi dengan baik dalam kondisi uji.

Pada skenario **parkir keluar**, sistem terbukti mampu melakukan **pencatatan data** dengan benar, sehingga aktivitas keluar kendaraan tidak hanya menghasilkan tindakan fisik (gerbang merespons), tetapi juga terrekam sebagai data operasional. Selain itu, pada skenario **monitoring**, data yang telah dicatat ditampilkan secara **real-time**, yang menunjukkan komunikasi IoT dan pembaruan dashboard berjalan konsisten. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa sistem RFID dan IoT bekerja sesuai tujuan penelitian: mempercepat proses layanan, meningkatkan keteraturan pencatatan, dan menyediakan monitoring yang responsif

untuk pengelolaan parkir yang lebih aman dan terstruktur.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode R&D berhasil menghasilkan sistem yang fungsional dan aplikatif. Dibandingkan dengan sistem parkir konvensional, sistem yang dikembangkan memberikan peningkatan pada aspek efisiensi layanan, keamanan kendaraan, serta kemudahan pengelolaan data parkir. Dengan demikian, sistem ini layak untuk diterapkan sebagai bagian dari pengembangan smart campus di Universitas Nurul Jadid. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan metode Research and Development (R&D) efektif untuk menghasilkan sebuah sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan IoT yang fungsional, aplikatif, serta sesuai kebutuhan operasional di lingkungan Universitas Nurul Jadid. Melalui tahapan R&D—mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan prototipe, hingga pengujian—sistem berhasil dibangun dengan mengintegrasikan kartu RFID sebagai identifikasi pengguna, ESP32 sebagai pengendali utama, sensor pendekripsi kendaraan, motor servo sebagai aktuator gerbang, serta platform IoT sebagai media pengiriman dan penyajian data. Hasil akhir menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja secara terkoordinasi, sehingga proses parkir masuk dan keluar dapat dilakukan secara otomatis, lebih cepat, dan lebih terstruktur dibandingkan metode konvensional yang masih bergantung pada pencatatan manual serta keterlibatan penuh petugas.

Dari sisi efisiensi layanan, sistem yang dikembangkan memberikan peningkatan nyata pada kecepatan proses identifikasi dan pengambilan keputusan di gerbang. Penggunaan RFID memungkinkan pengguna cukup melakukan tap kartu untuk diverifikasi, sehingga waktu respon menjadi singkat dan konsisten. Pengujian pembacaan RFID menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi, dengan respon yang cepat, yang pada akhirnya membantu mengurangi potensi antrean kendaraan di pintu masuk maupun keluar. Dalam sistem konvensional, antrean sering terjadi karena proses pemeriksaan dilakukan manual, membutuhkan waktu lebih lama, serta rawan ketidakteraturan ketika volume kendaraan meningkat. Dengan otomasi ini, alur layanan menjadi lebih stabil karena keputusan membuka atau menutup gerbang tidak lagi bergantung pada kecepatan respons petugas, melainkan pada hasil verifikasi sistem yang berjalan secara otomatis.

Pada aspek keamanan kendaraan, sistem memiliki mekanisme kontrol akses yang lebih terukur. Skenario pengujian gerbang memperlihatkan bahwa gerbang hanya terbuka ketika RFID valid terdeteksi, sedangkan pada RFID tidak valid gerbang tetap tertutup. Hal ini menciptakan batas kontrol yang jelas terhadap siapa yang berhak masuk atau keluar, sehingga dapat menekan peluang akses tidak sah. Selain itu, setelah kendaraan melintas, sensor memastikan gerbang menutup kembali secara otomatis. Mekanisme ini penting untuk menghindari gerbang terbuka terlalu lama, yang pada sistem manual kerap terjadi karena keterlambatan petugas atau kelalaian operasional. Dengan demikian, keamanan tidak hanya bergantung pada pengawasan manusia, tetapi didukung prosedur sistem yang konsisten dan dapat dipantau.

Keunggulan lain yang menonjol adalah kemudahan pengelolaan data parkir. Sistem IoT memungkinkan data identitas pengguna dan aktivitas parkir dikirimkan ke server secara real-time melalui koneksi internet. Pengujian menunjukkan koneksi WiFi stabil, pengiriman data berlangsung real-time, dan tampilan dashboard sesuai dengan data yang dikirim. Kondisi ini menandakan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pembuka gerbang otomatis, tetapi juga sebagai platform manajemen data parkir yang terintegrasi. Pada sistem konvensional, pencatatan manual berpotensi menyebabkan kesalahan input, kehilangan data, keterlambatan rekapitulasi, dan kesulitan saat dilakukan audit atau penelusuran riwayat parkir. Dengan dashboard monitoring, pihak pengelola dapat memantau aktivitas parkir secara langsung, mengevaluasi kepadatan kendaraan berdasarkan waktu tertentu, serta menyusun kebijakan pengelolaan parkir yang berbasis data.

Dari pengujian sistem keseluruhan, seluruh skenario utama—parkir masuk, parkir keluar, dan monitoring—dapat berjalan sesuai rancangan. Sistem mampu mengelola proses masuk secara otomatis, mencatat aktivitas keluar secara tertib, dan menampilkan informasi monitoring secara real-time tanpa keterlambatan signifikan. Ini memperlihatkan bahwa integrasi antar komponen (RFID, sensor, aktuator gerbang, dan IoT) telah berjalan selaras. Keberhasilan ini juga menunjukkan bahwa sistem bersifat operasional untuk diterapkan dalam kondisi nyata kampus yang memiliki mobilitas kendaraan tinggi, sekaligus dapat menjadi fondasi pengembangan lebih lanjut, misalnya penambahan kapasitas

parkir, integrasi dengan database civitas akademika, atau pengembangan fitur notifikasi dan analitik.

Secara keseluruhan, dibandingkan sistem parkir konvensional, sistem yang dikembangkan memberikan peningkatan pada tiga aspek utama: (1) efisiensi layanan melalui percepatan proses verifikasi dan otomasi gerbang yang mengurangi antrean; (2) keamanan kendaraan melalui kontrol akses berbasis validasi RFID dan penutupan gerbang otomatis setelah kendaraan melintas; serta (3) kemudahan pengelolaan data melalui pencatatan dan monitoring real-time berbasis IoT yang tersaji dalam dashboard web. Dengan kelebihan tersebut, sistem ini dinilai layak untuk diterapkan sebagai bagian dari implementasi konsep smart campus di Universitas Nurul Jadid, karena mendukung layanan kampus yang lebih modern, terintegrasi, dan berbasis data. Penerapan sistem ini tidak hanya menjawab masalah antrean dan pencatatan manual, tetapi juga memperkuat tata kelola parkir secara berkelanjutan dengan monitoring yang lebih transparan, akurat, dan mudah diakses oleh pengelola.

3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem gerbang parkir otomatis berbasis RFID dan Internet of Things (IoT) di Universitas Nurul Jadid, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil menjawab permasalahan pengelolaan parkir konvensional yang masih bersifat manual. Sistem mampu melakukan identifikasi pengguna secara otomatis menggunakan kartu RFID dengan tingkat akurasi tinggi dan waktu respon yang cepat.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi antara RFID reader, mikrokontroler ESP32, sensor pendekripsi kendaraan, motor servo, serta sistem IoT dapat berjalan dengan baik dan stabil. Gerbang parkir dapat membuka dan menutup secara otomatis sesuai dengan kondisi yang diberikan, serta data parkir berhasil dikirim dan ditampilkan secara real-time melalui dashboard monitoring berbasis web.

Penerapan sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi layanan parkir, mengurangi antrean kendaraan, serta meningkatkan keamanan dan ketertiban area parkir di lingkungan Universitas Nurul Jadid. Dengan demikian, metode Research and Development (R&D) yang digunakan dalam penelitian ini berhasil menghasilkan produk sistem

parkir otomatis yang fungsional, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan kampus.

4 Referensi

- Aini, S. N., & Nasional, U. (2022). *Smart Parking System dengan RFID dan Arduino Uno untuk Monitoring Ketersediaan Ruang Parkir*. 21(4), 804–815. <https://doi.org/10.33633/tc.v21i4.6819>
- Dewa, A. A., & Samsugi, S. (2024). *Application of RFID Technology in Automatic Parking Management to Enhance User Comfort in Parking* Penerapan Teknologi RFID dalam Pengelolaan Parkir Otomatis untuk Peningkatan Kenyamanan Pengguna Parkir. 4(October), 1477–1484. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i4.1586>
- Fadhil Rahman, Moh. Anggi Cahyono, Moh. Fedi Hermawan, Moh. Nawawi, & Moh. Farhan Faradika. (2022). Peningkatan Layanan Smart Pemilu Berbasis Website dengan Memanfaatkan Teknologi Canggih Internet of Things (IoT) di KPU Kabupaten Probolinggo. *JILPI: Jurnal Ilmiah Pengabdian Dan Inovasi*, 1(2), 225–232. <https://doi.org/10.57248/jilpi.v1i2.53>
- Junaidi, A. (2015). Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya: Review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, IV(3), 62–66.
- Motlagh, N. H., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., & Zakeri, B. (2020). Internet of things (IoT) and the energy sector. *Energies*, 13(2), 1–27. <https://doi.org/10.3390/en13020494>
- Nomor, V., Santoso, D. B., Jumasa, H. M., & Pasa, I. Y. (2025). Prototipe Tempat Parkir Menggunakan ESP-32 Terintegrasi RFID dan Sensor Infrared Untuk Monitoring Slot Parkir. 8.
- Prototype, P., Keamanan, S., Otomatis, P., Radio, B., Identification, F., Pratama, H., Arif, N., Studi, P., Informatika, T., Makassar, U. I., Km, P. K., Email, M., Terjadinya, A., Identifacation, R. F., Hrc, S. U., Esp, N., Servo, M., Identification, R. F., Kunci, K., & Parkir, S. K. (2021). *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)* Volume 13 No.2/November/2021. 13(2), 146–153. <https://doi.org/10.37424/informasi.v13i2.126>
- RAHMAN, M. F. (2023). Automatic Transfer Switch Kontrol Menggunakan Internet Of Thing (IoT). *Jurnal Advanced Research Informatika*, 2(1), 31–37.

<https://doi.org/10.24929/jars.v2i1.3043>

Rahman, M. F., Afandi, N., & Pratama, W. D. (2022). Rancang Bangun E-Smart Pemilu Menggunakan RFID RC522 Berbasis IOT (Internet Of Thing). *Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi Dan Manajemen (JATIM)*, 3(2), 190–198.

<https://doi.org/10.31102/jatim.v3i2.1509>

Santoso, I., Sultoni, R. M., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Dan, D., Universitas, I., & Suryadarma, M. (2025). *Implementasi Algoritma RFID Pada Sistem Portal Parkir Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa Di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma*. 14(1), 16–25.

<https://doi.org/10.35968/jti.v14i1.1722>

Tegar, D., Saputra, M., Putra, N. A., & Syahbana, R. Y. (n.d.). *ARDUINO DAN RFID*.