J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah
Vol.5, No.3, April 2026

Perancangan Sistem Monitoring Parkir Cerdas Berbasis RFID Terintegrasi Kartu Tanda Mahasiswa Menggunakan Metode *Waterfall* (Studi Kasus pada Universitas Primagraha)

Ahmad Rufa'i[1], Nurul Oktaviani[2], Adith Aulia Rahman[3]
[1,2,3]Universitas Primagraha Serang, Indonesia
Email: arufai936@gmail.com[1], nuruloktaviani722@gmail.com[2], adith@upg.ac.id[3]

Article History:
Received: 13 Maret 2026
Revised: 25 April 2026
Accepted: 30 April 2026

Keywords: *Sistem Parkir Cerdas, RFID, KTM, Dashboard Web, Metode Waterfall, Smart Campus*

Abstrak: *Perkembangan teknologi informasi mendorong institusi pendidikan tinggi untuk beralih ke konsep smart campus, termasuk dalam pengelolaan fasilitas parkir. Universitas Primagraha masih menggunakan sistem parkir konvensional yang memiliki kelemahan dalam aspek keamanan, efisiensi, dan pemantauan kendaraan secara real-time. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring parkir cerdas berbasis RFID yang terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) dan dashboard web menggunakan metode Waterfall. Sistem dikembangkan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, modul RFID MFRC522, sensor ultrasonik HC-SR04, servo motor, serta basis data MySQL yang terhubung dengan dashboard web berbasis PHP. Pengujian menggunakan metode Black Box Testing menunjukkan seluruh fungsi utama berjalan sesuai spesifikasi. Sistem mampu mengidentifikasi pengguna parkir secara otomatis, mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan, serta menampilkan data parkir secara real-time kepada administrator. Hasil implementasi membuktikan bahwa integrasi RFID dengan KTM dan dashboard web secara efektif meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kemudahan pengelolaan parkir di Universitas Primagraha, sekaligus mendukung pengembangan konsep smart campus secara berkelanjutan.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital membawa transformasi mendasar dalam pengelolaan fasilitas publik, termasuk di lingkungan perguruan tinggi. Konsep *smart campus* kini menjadi orientasi pengembangan bagi banyak institusi pendidikan di Indonesia, yang mengintegrasikan teknologi mutakhir guna meningkatkan efisiensi operasional, keamanan, serta kenyamanan sivitas akademika. Dalam konteks ini, sistem pengelolaan parkir cerdas berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID) hadir sebagai solusi yang mampu menjawab berbagai tantangan manajemen parkir modern (Hasanah, Satria, & Nugroho, 2021).

Data Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi mencatat bahwa lebih dari 70% perguruan tinggi di Indonesia masih mengandalkan sistem parkir konvensional berbasis

karcis kertas atau kartu barcode sederhana, yang terbukti tidak memadai untuk menghadapi kompleksitas pengelolaan parkir di era digital. Sementara itu, laporan Kepolisian Republik Indonesia mengungkapkan bahwa kasus pencurian kendaraan bermotor di area parkir perkantoran dan pendidikan mengalami peningkatan sebesar 23% dalam lima tahun terakhir. Di sisi lain, Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 mencatat Indonesia menempati peringkat ketiga dunia dalam kepemilikan sepeda motor dengan jumlah lebih dari 115 juta unit, sebagian besar penggunanya adalah mahasiswa dan pekerja kantoran yang membutuhkan fasilitas parkir yang aman dan terkelola dengan baik (BPS, 2024).

Universitas Primagraha sebagai salah satu institusi pendidikan yang terus berkembang menghadapi permasalahan serupa. Sistem parkir konvensional yang mengandalkan lahan tanpa karcis dan tanpa pengawasan penuh menyebabkan rendahnya tingkat keamanan kendaraan, ketiadaan pencatatan lalu lintas kendaraan, serta sulitnya pemantauan ketersediaan slot secara real-time. Observasi awal menunjukkan bahwa sistem yang ada memiliki kelemahan mendasar dalam hal keamanan, *traceability*, dan integrasi data yang menyulitkan proses penelusuran kendaraan ketika terjadi insiden kehilangan.

Tinjauan terhadap penelitian terdahulu mengungkapkan adanya kesenjangan yang perlu diisi. Pratama dan Santoso (2021) berhasil mengembangkan sistem pengendalian akses parkir berbasis RFID, namun belum terintegrasi dengan sistem informasi akademik kampus. Wijaya dan Susanto (2022) mengembangkan sistem dengan notifikasi real-time melalui aplikasi mobile, namun tingkat adopsi pengguna rendah karena memerlukan instalasi aplikasi khusus. Santoso dan Nugroho (2023) mengembangkan dashboard dengan fitur *audit trail* yang komprehensif, namun belum mengintegrasikan verifikasi otomatis dengan sistem akademik kampus. Kesenjangan utama dari penelitian-penelitian tersebut terletak pada ketiadaan integrasi menyeluruh antara identifikasi RFID, verifikasi status akademik, dashboard web yang ramah pengguna, dan mekanisme keamanan yang andal dalam satu platform yang koheren.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring parkir cerdas berbasis RFID yang terintegrasi dengan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) dan dilengkapi dashboard web untuk pemantauan real-time di Universitas Primagraha menggunakan metode *Waterfall*. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan ilmu sistem *embedded* dan *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam integrasi berbagai teknologi untuk menciptakan sistem keamanan yang holistik. Secara praktis, penelitian ini memberikan solusi nyata bagi Universitas Primagraha dalam mengatasi permasalahan kehilangan kendaraan, meningkatkan efisiensi pengelolaan parkir, dan mendukung transformasi menuju kampus cerdas.

TINJAUAN PUSTAKA

Teknologi RFID dalam Sistem Parkir Cerdas

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk membaca dan menyimpan data pada sebuah tag atau chip yang ditempelkan pada objek tertentu. Dibandingkan sistem berbasis barcode atau kartu magnetik, RFID menawarkan keunggulan berupa identifikasi tanpa kontak langsung, kecepatan pembacaan tinggi, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi. Modul RFID RC522 yang beroperasi pada frekuensi 13,56 MHz menjadi komponen pembaca yang banyak digunakan dalam sistem parkir kampus karena kemudahan integrasinya dengan mikrokontroler ESP32 (Sari et al., 2024).

Penerapan RFID dalam pengelolaan parkir memungkinkan identifikasi kendaraan dilakukan secara otomatis tanpa campur tangan manusia, sekaligus mencatat seluruh aktivitas

masuk dan keluar kendaraan ke dalam basis data secara real-time. Dwi Nugraha et al. (2023) membuktikan bahwa kombinasi sensor ultrasonik dan RFID mampu meningkatkan akurasi pemantauan slot parkir hingga 97%, jauh melampaui kemampuan sistem konvensional.

Metode *Waterfall* dalam Pengembangan Sistem

Metode *Waterfall* merupakan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang bersifat sistematis dan berurutan, mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan. Karakteristik linear dan terdokumentasi dengan baik menjadikan metode ini pilihan yang tepat untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah terdefinisi secara jelas sejak awal. Aswan, Julian Efendi, & Subardin (2026) dan Hasanah, Satria, & Nugroho (2021) menggunakan pendekatan *Waterfall* dalam pengembangan sistem parkir otomatis berbasis RFID dan memperoleh hasil yang terstruktur serta mudah direplikasi.

Integrasi KTM dan Dashboard Web

Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) yang dilengkapi chip RFID berfungsi sebagai identitas digital yang mengintegrasikan data akademik mahasiswa dengan sistem akses fisik kampus. Saputra dan Wijaya (2023) menunjukkan bahwa integrasi KTM dengan sistem parkir menggunakan framework Laravel mampu mengurangi waktu antrian di pintu masuk secara signifikan. Sementara itu, dashboard web berbasis PHP dan MySQL terbukti efektif sebagai media pemantauan real-time yang dapat diakses oleh petugas parkir maupun administrator tanpa perlu instalasi perangkat lunak tambahan (Masyarik, Kurnianto, & Zen, 2022).

Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti & Tahun	Judul	Permasalahan	Hasil
1	Sari et al. (2024)	Analisis dan Perancangan Sistem Smart Parking Berbasis RFID dengan Penggunaan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) untuk Mengurangi Risiko Pencurian Kendaraan	Sistem parkir kampus masih konvensional, kurang efisien, dan memiliki kelemahan dalam keamanan kendaraan.	Sistem smart parking berbasis RFID-KTM, IoT, ESP32, dan kamera dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan serta mengurangi risiko pencurian kendaraan.
2	Wahyudi & Saludin (2025)	Perancangan Prototype Sistem Pemantauan Slot Parkir Cerdas dengan Notifikasi Real-Time Berbasis Internet of Things	Pengguna tidak memperoleh informasi ketersediaan slot parkir secara real-time dan pengelolaan akses belum terotomasi.	Sistem mampu mendeteksi ketersediaan slot, memverifikasi pengguna, menyampaikan informasi secara real-time melalui dashboard web, mengendalikan akses kendaraan, dan menyimpan data ke database.
3	Afriadi (2021)	Rancang Bangun Prototipe Sistem Parkir Mobil dengan Validasi Kode QR Berbasis Internet of Things	Sistem parkir konvensional masih menggunakan mekanisme validasi yang kurang efisien dan menghasilkan tiket fisik.	Validasi QR terintegrasi database berhasil diterapkan; waktu validasi rata-rata 2,29 detik dan respons gerbang 2,73 detik, sementara informasi ketersediaan spot dapat dikirim ke database.
4	Alisa (2024)	Sistem Monitoring Tempat Parkir melalui Web	Pengguna kesulitan mengetahui secara akurat	Sistem IoT dapat mendeteksi status setiap slot dan

		Berbasis Internet of Things	slot parkir yang masih tersedia pada area padat.	menyajikannya secara real-time melalui halaman web dengan Firebase Realtime Database.
5	Santoso & Sultoni (2025)	Implementasi Algoritma RFID pada Sistem Portal Parkir Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma	Sistem parkir kampus membutuhkan autentikasi pengguna, pencatatan yang lebih tertib, dan peningkatan keamanan akses kendaraan.	RFID pada KTM digunakan untuk autentikasi, mengontrol portal otomatis, dan mencatat data parkir secara real-time pada database berbasis web; pengujian menunjukkan validasi kartu yang akurat dan respons yang cepat.

Sumber: Diolah dari berbagai referensi (2021-2024)

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian tersebut, teridentifikasi kekosongan riset pada aspek integrasi menyeluruh antara KTM yang sudah dimiliki mahasiswa, verifikasi langsung dengan basis data akademik kampus, serta monitoring komprehensif melalui dashboard web dalam satu platform terpadu. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut.

METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Metode Pengembangan

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem dengan metode *Waterfall* yang terdiri atas lima tahapan berurutan: (1) Analisis Kebutuhan, (2) Perancangan Sistem, (3) Implementasi, (4) Pengujian, dan (5) Pemeliharaan. Pemilihan metode *Waterfall* dilandasi oleh kejelasan ruang lingkup sistem yang akan dikembangkan dan kebutuhan dokumentasi yang terstruktur agar dapat menjadi acuan bagi pengembangan selanjutnya (Nugraha et al., 2022).

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga pendekatan. Pertama, observasi lapangan secara langsung terhadap kondisi parkir kampus Universitas Primagraha, meliputi alur kendaraan, ketersediaan slot, dan prosedur yang berlaku. Kedua, wawancara semi-terstruktur dengan petugas parkir dan staf BAAK untuk menggali kendala operasional serta ekspektasi terhadap sistem baru. Ketiga, studi pustaka dari jurnal ilmiah nasional dan internasional mengenai teknologi RFID, sistem parkir cerdas, dan metode *Waterfall* sebagai landasan teori penelitian.

Arsitektur Sistem

Sistem yang dirancang memiliki arsitektur yang menghubungkan komponen perangkat keras (ESP32, RFID RC522, servo motor, sensor ultrasonik) dengan perangkat lunak (basis data MySQL, dashboard web PHP) melalui jaringan Wi-Fi kampus. Saat KTM ditempelkan pada RFID Reader, ESP32 membaca UID kartu, mengirimkan kueri verifikasi ke basis data melalui HTTP API, menerima respons, dan mengendalikan servo motor serta LCD sesuai hasil verifikasi. Seluruh transaksi otomatis tersimpan dalam basis data dan dapat dipantau secara real-time melalui dashboard web oleh administrator. Komponen prototipe yang digunakan dalam sistem ini disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Komponen Prototipe Sistem Monitoring Parkir Cerdas

No	Komponen	Fungsi
1	RFID Reader RC522	Membaca UID chip RFID pada KTM di pintu masuk dan keluar parkir
2	KTM Berbasis RFID	Media identifikasi mahasiswa yang terintegrasi chip RFID
3	Mikrokontroler ESP32	Pemroses utama: membaca RFID, kontrol palang, kirim data via Wi-Fi
4	Servo Motor	Menggerakkan palang pintu secara otomatis berdasarkan hasil verifikasi

5	LCD Display I2C 16x2	Menampilkan status akses dan informasi slot parkir tersedia
6	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir
7	Buzzer	Notifikasi suara: 1x bunyi (diterima), 3x bunyi (ditolak)
8	Database MySQL	Penyimpanan data mahasiswa, transaksi, dan status slot parkir
9	Aplikasi Web Monitoring	Dashboard pemantauan *real-time* dan pengelolaan laporan parkir

Sumber: Data primer penelitian (2026)

Analisis Kebutuhan Sistem

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, kebutuhan sistem dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 3. Analisis Kebutuhan Sistem Monitoring Parkir Cerdas

No	Jenis	Kebutuhan	Prioritas
1	Fungsional	Sistem membaca chip RFID pada KTM mahasiswa secara otomatis	Tinggi
2	Fungsional	Sistem memverifikasi UID KTM dengan basis data mahasiswa	Tinggi
3	Fungsional	Palang pintu terbuka/tertutup otomatis berdasarkan hasil verifikasi	Tinggi
4	Fungsional	Ketersediaan slot parkir tampil secara real-time di dashboard	Tinggi
5	Fungsional	Histori masuk dan keluar kendaraan tercatat otomatis dalam basis data	Tinggi
6	Fungsional	Laporan penggunaan parkir dapat diekspor dalam format PDF/Excel	Sedang
7	Non-Fungsional	Respons pembacaan KTM kurang dari 2 detik	Tinggi
8	Non-Fungsional	Sistem beroperasi 24 jam tanpa gangguan	Tinggi
9	Non-Fungsional	Sistem mampu menangani minimal 200 data mahasiswa	Sedang

Sumber: Hasil analisis kebutuhan (2026)

Perancangan Basis Data

Basis data sistem dirancang menggunakan MySQL dengan empat tabel utama yang saling berelasi. Tabel *mahasiswa* menyimpan data identitas mahasiswa beserta UID RFID yang terdaftar. Tabel *transaksi_parkir* mencatat seluruh riwayat masuk dan keluar kendaraan beserta durasi parkir. Tabel *slot_parkir* memuat status ketersediaan slot secara real-time berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik. Tabel *admin* digunakan untuk autentikasi pengguna dashboard web. Normalisasi dilakukan hingga bentuk normal ketiga (3NF) untuk meminimalkan redundansi data dan menjaga konsistensi basis data (Santoso & Sultoni, 2025).

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* yang berfokus pada verifikasi fungsi sistem dari sudut pandang pengguna tanpa mempertimbangkan struktur internal kode. Skenario pengujian mencakup pembacaan KTM, kendali palang pintu otomatis, deteksi slot parkir, tampilan dashboard, hingga keamanan akses sistem administrator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pengujian komponen perangkat keras dilakukan secara individual untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai spesifikasi sebelum dilakukan integrasi sistem secara menyeluruh. Hasil pengujian perangkat keras disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Perangkat Keras

No	Komponen	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	ESP32	Menghubungkan ESP32 dengan sumber daya dan menjalankan program	ESP32 menjalankan sistem sesuai program	Berhasil

2	RFID Reader RC522	Melakukan scan KTM berbasis RFID	RFID membaca UID kartu pengguna	Berhasil
3	Servo Motor	Memberikan perintah buka dan tutup palang	Servo bergerak sesuai perintah sistem	Berhasil
4	LCD I2C 16x2	Menampilkan informasi saat proses parkir	LCD menampilkan status transaksi parkir	Berhasil
5	Buzzer	Melakukan proses pembacaan kartu RFID	Buzzer memberikan indikator suara	Berhasil
6	Power Supply 5V/3.3V	Memberikan daya pada seluruh rangkaian	Komponen mendapat tegangan sesuai kebutuhan	Berhasil

Sumber: Hasil pengujian sistem (2026)

Seluruh komponen perangkat keras berhasil berfungsi sesuai yang diharapkan. ESP32 sebagai pusat kendali mampu menjalankan seluruh logika sistem dengan stabil. Modul RFID RC522 berhasil membaca UID kartu pada jarak 1-3 cm dengan tingkat keberhasilan yang konsisten. Servo motor merespons perintah buka dan tutup palang dengan akurat, sementara LCD I2C dan buzzer berfungsi sebagai media umpan balik yang efektif bagi pengguna.

Hasil Pengujian Proses Sistem Parkir

Setelah seluruh komponen terintegrasi, pengujian dilakukan terhadap alur proses utama sistem parkir dari Tap In hingga pemantauan melalui dashboard web:

Tabel 5. Hasil Pengujian Proses Sistem Parkir

No	Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
1	*Proses Tap In*	Pengguna scan KTM pada RFID masuk	Sistem membaca kartu, menyimpan data kendaraan masuk, membuka palang, menampilkan informasi pada LCD	Berhasil
2	*Proses Tap Out*	Pengguna scan KTM pada RFID keluar	Sistem memperbarui transaksi, membuka palang keluar, menampilkan biaya parkir	Berhasil
3	Pengiriman Data	ESP32 mengirimkan data transaksi ke server/database	Data parkir tersimpan pada database MySQL	Berhasil
4	Dashboard Web	Admin membuka halaman monitoring	Dashboard menampilkan data kendaraan dan transaksi parkir	Berhasil

Sumber: Hasil pengujian sistem (2026)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh proses utama sistem berjalan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Proses Tap In berhasil mengintegrasikan pembacaan RFID, verifikasi basis data, kendali palang, dan pencatatan otomatis dalam satu alur yang mulus. Proses Tap Out secara akurat menghitung durasi parkir dan memperbarui status slot. Pengiriman data dari ESP32 ke server berjalan stabil melalui koneksi Wi-Fi kampus, dan dashboard web menampilkan informasi secara real-time tanpa penundaan yang berarti.

Implementasi Prototipe

Prototipe sistem yang dibangun terdiri atas dua bagian utama: perangkat keras dan perangkat lunak. Pada sisi perangkat keras, komponen ESP32, RFID RC522, servo motor, LCD I2C, sensor ultrasonik, dan buzzer dirakit pada sebuah miniatur area parkir sebagai media simulasi. Dua RFID Reader dipasang secara terpisah untuk pintu masuk (Tap In) dan pintu keluar (Tap Out), memungkinkan sistem mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan secara independen.

Pada sisi perangkat lunak, program ESP32 dikembangkan menggunakan Arduino IDE

dengan memanfaatkan library SPI untuk komunikasi RFID dan library WiFi untuk koneksi ke server. Dashboard web dibangun menggunakan PHP dan MySQL, dengan antarmuka yang dirancang minimalis agar mudah dioperasikan oleh petugas parkir tanpa pelatihan teknis khusus. Fitur utama dashboard mencakup tampilan data kendaraan aktif, histori transaksi, manajemen data KTM, dan ekspor laporan dalam format PDF maupun Excel.

Hasil implementasi prototipe membuktikan bahwa sistem mampu mengidentifikasi KTM mahasiswa yang terdaftar, mencatat waktu masuk dan keluar kendaraan secara otomatis, memperbarui status slot parkir berdasarkan pembacaan sensor, serta menampilkan seluruh data tersebut secara real-time pada dashboard web. Sistem juga berhasil menolak akses kartu yang tidak terdaftar dalam basis data, yang tercermin dari respons buzzer tiga kali bunyi dan tampilan pesan penolakan pada LCD.

Pembahasan

Keberhasilan implementasi sistem monitoring parkir berbasis RFID ini menegaskan relevansi integrasi teknologi dalam pengelolaan fasilitas kampus. Dibandingkan sistem konvensional yang mengandalkan pencatatan manual, sistem yang dikembangkan menawarkan tiga keunggulan utama. Pertama, otomatisasi identifikasi pengguna melalui chip RFID pada KTM menghilangkan ketergantungan pada kartu tambahan dan mengurangi potensi kesalahan pencatatan manusia. Kedua, integrasi langsung dengan basis data akademik kampus memastikan hanya sivitas akademika aktif yang dapat mengakses fasilitas parkir, meningkatkan keamanan secara fundamental. Ketiga, dashboard web real-time memberikan visibilitas penuh kepada pengelola parkir mengenai kondisi parkir terkini dan riwayat transaksi yang terstruktur Dhetryansah et al. (2023).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Pratama dan Lestari (2024) yang menunjukkan bahwa integrasi student card dengan sistem parkir mampu mengakomodasi ratusan pengguna dengan tingkat kesalahan minimal. Penelitian Sari et al. (2024) juga membuktikan bahwa penggunaan ESP32 sebagai pengendali utama memberikan fleksibilitas tinggi dalam menghubungkan berbagai komponen sistem parkir cerdas. Kelebihan penelitian ini dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada integrasi langsung KTM yang sudah dimiliki mahasiswa tanpa perlu kartu RFID tambahan, serta fitur dashboard yang lebih komprehensif mencakup monitoring real-time, manajemen data, dan ekspor laporan dalam satu platform.

Kendala yang dihadapi selama pengembangan meliputi variasi jarak baca RFID yang dipengaruhi oleh kondisi fisik KTM dan interferensi sinyal di lingkungan kampus. Hal ini diatasi dengan penetapan jarak optimal 1-3 cm antara KTM dan RFID Reader, yang terbukti memberikan tingkat keberhasilan pembacaan yang konsisten. Stabilitas koneksi Wi-Fi antara ESP32 dan server juga menjadi perhatian, yang diselesaikan melalui mekanisme *reconnect* otomatis pada firmware ESP32.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring parkir cerdas berbasis RFID yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama, sistem monitoring parkir berbasis RFID yang terintegrasi dengan KTM berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, RFID Reader RC522, sensor ultrasonik, servo motor, dan dashboard web berbasis MySQL-PHP dengan mengacu pada metode *Waterfall*. Kedua, sistem mampu mengidentifikasi kartu RFID yang terdaftar, mencatat waktu kendaraan masuk dan keluar secara otomatis, serta menampilkan data transaksi pada dashboard web secara real-time. Ketiga, berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing, seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan

spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Keempat, penggunaan KTM sebagai media akses parkir menghilangkan kebutuhan kartu tambahan dan memperkuat integrasi sistem parkir dengan ekosistem akademik kampus.

DAFTAR REFERENSI

Afriadi, F. (2021). Rancang bangun prototipe sistem parkir mobil dengan validasi kode QR berbasis Internet of Things [Tugas akhir, Politeknik Negeri Jakarta]. Repository Politeknik Negeri Jakarta. https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/974/

Alisa, I. M. P. (2024). Sistem monitoring tempat parkir melalui web berbasis Internet of Things [Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta. https://e-journal.uajy.ac.id/32716/

Aswan, Julian Efendi, I., & Subardin. (2026). Rancang bangun prototipe keamanan parkir otomatis sensor pendeteksi kendaraan menggunakan RFID. AnoaTIK: Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, 4(1), 71–79. https://doi.org/10.33772/anoatik.v4i1.142

Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik transportasi darat 2023.

Dhetryansah, A., Suhartono, Lamada, M. S., Zain, S. G., & Sanatang. (2023). Development of smart parking systems using RFID sensors for online verification in different areas. Internet of Things and Artificial Intelligence Journal, 3(2), 139–147. https://doi.org/10.31763/iota.v3i2.587

Dwi Nugraha, A. A., Eliza, F., Candra, O., & Elfizon, E. (2023). Sistem parkir berbasis radio frequency identification. JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 4(2), 886–896. https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.521

Hasanah, F., Satria, F., & Nugroho, A. T. (2021). Perancangan dan realisasi prototipe sistem parkir menggunakan RFID berbasis mikrokontroler dengan layanan reservasi via website. Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika, 18(2), 64–70. https://doi.org/10.30811/litek.v18i2.2295

Masyarik, Y. E., Kurnianto, D., & Zen, N. A. (2022). Rancang bangun purwarupa sistem parkir otomatis menggunakan RFID dan sensor IR proximity. Elektron: Jurnal Ilmiah, 14(2), 55–60. https://doi.org/10.30630/eji.14.2.300

Santoso, I., & Sultoni, R. M. (2025). Implementasi algoritma RFID pada sistem portal parkir otomatis berbasis IoT menggunakan Kartu Tanda Mahasiswa di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma. Jurnal Teknologi Industri, 14(1), 16–25. https://doi.org/10.35968/jti.v14i1.1722

Sari, D. N., Priyopradono, B., & Akhir, A. F. P. (2024). Analisis dan perancangan sistem smart parking berbasis RFID dengan penggunaan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) untuk mengurangi risiko pencurian kendaraan. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis, 6(4), 791–798. https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i4.1561

Wahyudi, R., & Saludin, S. (2025). Perancangan prototype sistem pemantauan slot parkir cerdas dengan notifikasi real-time berbasis Internet of Things. Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS), 7(4), 1651–1659. https://doi.org/10.51401/jinteks.v7i4.6452