

## SISTEM KEAMANAN PARKIR DIREKTORAT INOVASI DAN INKUBATOR BISNIS (DIIB) UNIVERSITAS BINA DARMA TERINTEGRASI IOT DENGAN VALIDASI AKSES RFID DAN SENSOR ULTRASONIK

Muhammad Fikri Rafliansyah<sup>1\*)</sup> dan Rahmat Novrianda Dasmen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

\* E-mail: mfikrirafliansyah@gmail.com

### Abstrak

Keamanan di area parkir Direktorat Inovasi dan Inkubator Bisnis (DIIB) Universitas Bina Darma masih mengandalkan sistem manual yang rentan terhadap risiko pencurian kendaraan dan kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem pemantauan keamanan yang lebih modern dan terintegrasi. Menggunakan metode Action Research, sistem ini dikembangkan dengan basis teknologi RFID. Sistem ini mengintegrasikan sensor RFID untuk otorisasi akses kendaraan dan sensor ultrasonik untuk deteksi ketersediaan slot parkir secara *real-time*. Hasil pengujian fungsional dan analisis persentase kesalahan menunjukkan bahwa sistem yang dirancang berfungsi dengan akurasi dan keandalan tinggi. Sensor RFID berhasil mengidentifikasi dan memvalidasi kartu yang terdaftar, sementara sensor ultrasonik secara akurat membedakan antara slot kosong dan terisi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti menjadi solusi yang efektif dan layak diimplementasikan. Dengan sistem otomatis ini, keamanan tempat parkir dapat ditingkatkan secara signifikan, ketergantungan pada pengawasan manual dapat dikurangi, dan manajemen parkir menjadi lebih efisien bagi seluruh komunitas akademik.

*Kata kunci: Sistem Keamanan Parkir, RFID, Sensor Ultrasonik, Otomasi, Action Research.*

### Abstract

Security at the parking area of the Directorate of Innovation and Business Incubator (DIIB) at Bina Darma University still relies on a manual system, which is vulnerable to risks like vehicle theft and human error. This research aims to design, implement, and test a more modern and integrated security monitoring system. Using the Action Research method, this system was developed based on RFID technology. It integrates an RFID sensor for vehicle access authorization and an ultrasonic sensor for real-time parking slot availability detection. The results of functional tests and percentage error analysis show that the designed system functions with high accuracy and reliability. The RFID sensor successfully identifies and validates registered cards, while the ultrasonic sensor accurately differentiates between empty and occupied slots. Overall, this system is proven to be an effective and viable solution for implementation. With this automated system, parking lot security can be significantly improved, dependence on manual supervision can be reduced, and parking management can become more efficient for the entire academic community.

*Keywords: Parking Security System, RFID, Ultrasonic Sensor, Automation, Action Research*

### 1. Pendahuluan

Keamanan area parkir adalah aspek krusial dari lingkungan pendidikan di Universitas Bina Darma, terutama di Area Parkir Direktorat Inovasi dan Inkubator Bisnis (DIIB) yang berlokasi di Gedung Prof. Bochari Rachman 3, sebuah area dengan mobilitas tinggi. Keamanan memiliki dua tujuan penting: melindungi aset berharga milik mahasiswa, dosen, dan staf dari pencurian atau kerusakan, sekaligus menciptakan rasa aman yang memungkinkan seluruh komunitas akademik fokus pada aktivitas utama mereka [1][2]. Pengalaman negatif di masa lalu, seperti pencurian

sepeda motor, pencurian komponen, dan insiden kecil lainnya, membuktikan bahwa celah keamanan masih ada dan menjadi pengingat penting untuk terus meningkatkan sistem pengawasan dan kesadaran kolektif. Oleh karena itu, langkah proaktif untuk menjaga keamanan bukan hanya upaya teknis, hal tersebut mencerminkan komitmen universitas dalam menyediakan lingkungan yang kondusif dan aman, yang pada akhirnya akan meningkatkan citra dan reputasi institusi [3][4]. Meskipun penelitian ini berfokus pada pembangunan sistem, secara akademik terdapat "security gap" yang perlu diatasi, dimana keterbatasan sistem keamanan manual saat ini memicu

permasalahan seperti inefisiensi pencatatan dan kerentanan aset. Permasalahan ini dapat dikaji secara ilmiah dengan pendekatan sistem cerdas dan *data-driven*, yakni dengan memodelkan kontrol akses dan monitoring hunian sebagai upaya mitigasi risiko berbasis data. Oleh karena itu, solusi akademik yang diusulkan adalah merancang sistem terintegrasi berbasis *Internet of Things* (IoT), khususnya implementasi teknologi RFID dan sensor dengan arsitektur yang dikenal sebagai *Smart Parking Environment*. Arsitektur ini tidak hanya menyelesaikan masalah spesifik di DIIB tetapi juga menghasilkan model yang dapat direplikasi atau dikembangkan lebih lanjut (*scalable*) untuk implementasi keamanan parkir pada skala kampus yang lebih luas (*campus-scale implementation*).

Saat ini, sistem keamanan di Area Parkir DIIB masih mengandalkan pemantauan manual oleh sejumlah personel keamanan yang terbatas melalui patroli rutin. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk jumlah personel yang terbatas, kurangnya cakupan pengawasan yang komprehensif, dan keterlambatan dalam mendeteksi kejadian mencurigakan. Dengan demikian, dibutuhkan sistem yang lebih modern dan efektif untuk meningkatkan keamanan di area parkir.

Penelitian ini dibangun di atas studi-studi sebelumnya, seperti karya Tri Yolanda tentang pemantauan ketersediaan slot parkir menggunakan sensor ultrasonik dan PIR untuk menyediakan informasi parkir melalui aplikasi desktop. Studi relevan lainnya mengintegrasikan teknologi RFID untuk mencatat data pengunjung di area parkir. Teknologi ini memungkinkan verifikasi data yang cepat, meningkatkan akurasi pencatatan, dan mengurangi risiko kehilangan atau kesalahan data. Sistem tersebut juga memberikan transparansi dan kemudahan manajemen parkir secara *real-time*, mendukung analisis dan pengambilan keputusan yang lebih efektif.

Berdasarkan studi-studi tersebut, penelitian ini mengusulkan untuk mengembangkan sistem pemantauan keamanan berbasis RFID untuk Area Parkir DIIB [5][6]. Sistem ini akan menggunakan berbagai sensor dan teknologi pintar untuk memastikan keamanan kendaraan. Sistem ini akan mengintegrasikan sensor RFID untuk otorisasi dan pendaftaran kendaraan, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di setiap slot parkir. Dengan sistem ini, kami berharap dapat meningkatkan keamanan area parkir, memberikan kemudahan bagi pengguna, dan membantu manajemen dalam memantau serta mengelola parkir dengan cara yang lebih modern dan terintegrasi.

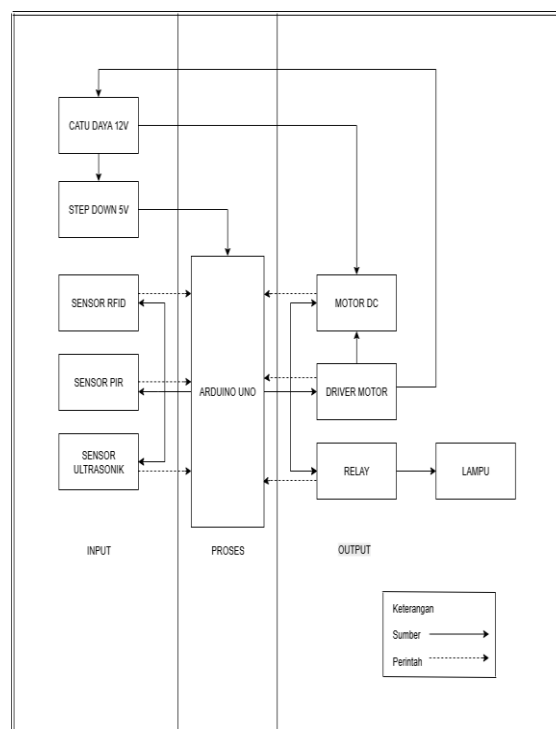
## 2. Metode

Metode penelitian tindakan atau *action research* adalah metode yang digunakan untuk menguji, mengembangkan, menemukan dan menciptakan tindakan baru, sehingga tindakan tersebut jika diterapkan dalam pekerjaan, maka

proses pelaksanaan kerja akan lebih mudah, lebih cepat, dan hasilnya lebih banyak dan berkualitas [7].

### 2.1. Perancangan Sistem

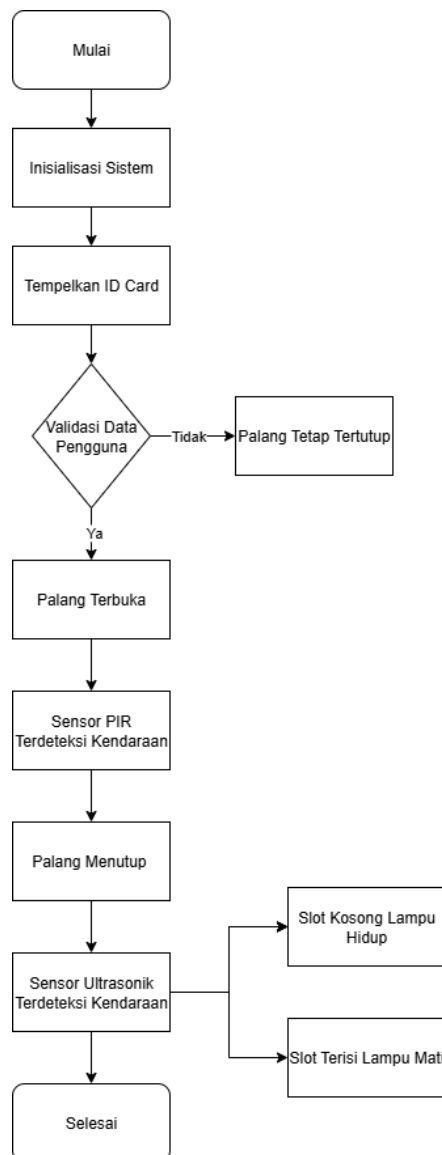
Perancangan sistem ini dimulai dengan menyiapkan seluruh komponen utama: Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul RFID untuk otentikasi pengguna, sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor ultrasonik untuk memantau status slot parkir, dan motor DC untuk menggerakkan palang. Semua komponen ini kemudian dihubungkan secara fisik dan elektronik ke Arduino [8]. Secara fungsional, sistem ini diprogram agar saat kartu RFID terverifikasi, Arduino akan mengaktifkan motor untuk membuka palang. Palang akan tertutup kembali secara otomatis setelah sensor PIR mendeteksi kendaraan telah melewatinya. Sementara itu, sensor ultrasonik memantau ketersediaan setiap slot parkir dan mengontrol lampu indikator; lampu menyala jika slot kosong dan mati jika terisi [9][10]. Sistem ini siap digunakan sebagai solusi pengelolaan parkir yang otomatis dan efisien. Gambaran umum dari proses pembuatan sistem pada penelitian Ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok sistem monitoring keamanan berbasis RFID dan sensor ultrasonik

Dari gambar 1 diagram blok secara ringkas menjelaskan alur kerja sistem parkir otomatis yang terintegrasi, yang beroperasi melalui tiga tahap utama. Sistem dimulai dengan tahap Input, dimana data dikumpulkan dari lingkungan sekitar melalui beberapa sensor: Sensor RFID untuk otorisasi akses, Sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan kendaraan, dan Sensor Ultrasonik untuk

memantau ketersediaan slot parkir [11]. Semua sinyal dari sensor ini kemudian dikirim ke Arduino Uno, yang berperan sebagai pusat Proses untuk mengolah data dan membuat keputusan. Berdasarkan logika program, Arduino akan mengirimkan perintah ke komponen-komponen Output, seperti menggerakkan Motor DC (melalui Driver Motor) untuk membuka atau menutup palang parkir, serta mengendalikan Lampu (melalui Relay) untuk memberikan indikasi status slot parkir. Dengan demikian, seluruh proses parkir dapat dikelola secara otomatis dan efisien. Penjelasan alur kerja sistem dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart sistem monitoring keamanan berbasis RFID dan sensor ultrasonik

Sesuai gambar 2, Sistem monitoring keamanan kawasan parkir DIIB Universitas Bina Darma berbasis RFID dirancang untuk mengelola parkir kendaraan roda dua

secara otomatis dan efisien. Sistem ini mengintegrasikan sensor PIR untuk mendeteksi kehadiran kendaraan, modul RFID untuk otentikasi akses, dan sensor ultrasonik untuk memantau ketersediaan slot parkir secara *real-time* [12][13].

Prinsip kerjanya dimulai saat sensor PIR mendeteksi kendaraan, yang kemudian meminta pengguna melakukan *tapping* kartu RFID. Setelah kartu terverifikasi, motor DC akan membuka palang secara otomatis untuk memberikan akses. Sensor ultrasonik kemudian akan terus memantau setiap slot parkir, dengan lampu indikator yang menyala saat slot kosong dan mati saat terisi. Proses keluar juga serupa, memastikan seluruh alur parkir berlangsung secara aman dan tertib. Dengan sistem ini, pengelolaan parkir dapat dilakukan secara terotomasi, efisien, dan efektif [14].

## 2.2. Perancangan Hardware

Perancangan sistem ini dimulai dengan menyiapkan seluruh komponen utama seperti Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul RFID, sensor PIR, sensor ultrasonik, dan motor DC power window. Setelah semua komponen dirakit dan dihubungkan secara fisik serta elektronik ke Arduino, sistem diprogram untuk beroperasi secara otomatis. Cara kerjanya dimulai saat pengguna menempelkan kartu RFID; jika kartu terverifikasi, Arduino akan mengaktifkan motor DC untuk membuka palang. Setelah kendaraan masuk, sensor PIR mendeteksi pergerakan, memicu Arduino untuk memerintahkan motor agar menutup palang kembali. Sementara itu, sensor ultrasonik terus memantau status setiap slot parkir, menyalakan lampu indikator jika slot kosong dan mematikannya jika terisi. Dengan demikian, sistem ini menyediakan solusi pengelolaan parkir yang efisien dan otomatis [15].

## 3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. Hasil Alat Pengujian Sensor Rfid

Setelah pembuatan alat selesai, langkah berikutnya adalah pengujian alat tersebut. Dalam proses pengujian ini, beberapa aspek yang dianalisis meliputi pengujian sensor RFID, sensor PIR, sensor ultrasonik, serta pengujian secara keseluruhan.

Berikut adalah hasil pengujian Sistem Monitoring Keamanan Kawasan Parkir Direktorat Inovasi dan Inkubator Bisnis (DIIB) Universitas Bina Darma Berbasis RFID.

### 3.1. Hasil Pengujian Sensor RFID

Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi fungsionalitas utama dari modul sensor RFID-RC522 sebagai salah satu komponen kunci dalam sistem palang pintu otomatis. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sensor dapat secara akurat mengidentifikasi kartu yang sah dan menolak kartu yang tidak terdaftar, sesuai dengan logika program yang telah dibuat.



**Gambar 4. Pengujian Sensor RFID**

Pengujian	Kondisi Pengujian	Respons Sistem
1	Kartu Terdaftar	Motor DC membuka palang
2	Kartu Tidak Terdaftar	Motor dc tidak bergerak

### 3.2. Hasil Pengujian Sensor PIR



**Gambar 5. Pengujian Sensor PIR**

Pengujian	Sensor Pir	Motor DC	Delay
1	High	Tertutup	9,35 detik
2	High	Tertutup	9,70 detik
3	High	Tertutup	10 detik
4	High	Tertutup	10 detik

### 3.3. Pengujian Motor DC

Uji coba untuk menempatkan objek ke sensor ultrasonik dibagian slot tempat parkir, saat slot terisi LAMPU mati, dan saat slot kosong LAMPU otomatis Hidup. Pengujian sensor pada slot parkir ini dilakukan dengan cara menguji setiap slot parkir yang ada dengan meletakkan objek benda pada tiap sensor yang ada. Untuk hasilnya dapat berjalan dengan baik dan mampu menghasilkan sisa slot tempat parkir yang tersedia. Berikut berbagai pengujian yang dilakukan pada setiap sensor ultrasonic:

No	Kondisi	Pembaca Sensor	Output Lampu	Keterangan
1	Tidak Ada Objek	Jarak > 30 cm	ON	Lampu menyala karena tidak ada objek yang terdeteksi, menandakan jalur kosong.
2	Ada Objek	Jarak ≤ 25 cm	OFF	Lampu mati karena objek (Motor) terdeteksi dalam batas jarak.
3	Ada Objek	Jarak ≤ 25 cm	OFF	Lampu tetap mati selama objek berada di dalam jangkauan deteksi.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik berfungsi dengan akurasi dan konsistensi tinggi. Sensor berhasil membedakan dua kondisi utama, yaitu "jalur kosong" dan "jalur terisi", yang ditunjukkan oleh respons lampu yang sesuai.

Pada Kondisi 1 dan 3, saat tidak ada objek dalam jarak deteksi (lebih dari 30 cm), lampu menyala. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem berhasil mengidentifikasi area kosong dan memberikan sinyal visual yang tepat kepada pengguna. Logika ini sangat krusial untuk panduan navigasi di area parkir.

Pada Kondisi 2 dan 3, ketika objek seperti motor memasuki area deteksi (jarak kurang dari atau sama dengan 25 cm), lampu langsung mati. Respons ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan objek secara *real-time* dan mengubah status lampu indikator. Ini membuktikan bahwa integrasi antara sensor dan aktuator (dalam hal ini, lampu yang dikendalikan oleh relay) telah berhasil.

Pengujian ini juga secara tidak langsung memverifikasi keandalan fungsi *digitalWrite()* dan *if-else* dalam kode program. Logika program yang membandingkan nilai jarak dari sensor dengan batas deteksi (30 cm) telah bekerja

dengan sempurna, memicu respons yang tepat pada lampu. Dengan demikian, pengujian ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik adalah komponen yang tepat dan efektif untuk sistem deteksi keberadaan kendaraan dalam proyek ini.

Tabel 1. Perbandingan Literatur

Studi Terdahulu (Tahun) & Metode Kunci (Fokus Utama)	Perbedaan & Kebaruan Penelitian Ini (Novelty)
Masyarik et al. (2022): RFID & IR Proximity (Fokus Purwarupa Otomatis).	Integrasi Tripartit: Menggunakan Ultrasonik untuk akurasi <i>slot</i> dan menambahkan PIR untuk deteksi gerakan anomali (aspek keamanan).
Santoso & Date Bay (2022): Penerapan RFID (Fokus Monitoring Antrean).	Menambahkan Sensor Ultrasonik untuk monitoring status hunian <i>slot</i> , mendukung keamanan aset di dalam area parkir.
Fahri et al. (2025): RFID Metode FIFO (Fokus Manajemen Antrean).	Fokus Keamanan Kampus: Mengintegrasikan Sensor PIR untuk deteksi gerakan anomali (keamanan area), bukan hanya antrean.
Nanda et al. (2025): Long Range RFID (Akses, cost tinggi & rentan duplikasi).	Menggunakan sistem RFID <i>Tap</i> jarak dekat yang <i>cost-effective</i> , divalidasi dengan Ultrasonik di gerbang, dan PIR untuk <i>monitoring</i> keamanan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh proses perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring keamanan berbasis RFID dan sensor yang dirancang ini menyediakan solusi yang terintegrasi dan efektif untuk kawasan parkir DIIB. Sistem ini berhasil menggabungkan teknologi RFID untuk otorisasi akses dan sensor ultrasonik untuk pemantauan ketersediaan *slot*, sehingga mampu meningkatkan keamanan dan efektivitas pengelolaan parkir secara signifikan. Dengan menyediakan data akurat mengenai status hunian (*slot* terisi/kosong), sistem ini membantu pengelola dalam mengoptimalkan pemanfaatan lahan parkir dan mengurangi waktu yang dihabiskan pengguna untuk mencari tempat. Otomasi ini secara substansial mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual, menekan risiko kesalahan manusia, dan meminimalkan potensi tindak kriminalitas.

Namun, implementasi di lapangan mengungkapkan tantangan yang memerlukan analisis lebih lanjut: akurasi sistem sangat sensitif terhadap variasi jarak deteksi dan posisi sensor ultrasonik, yang dapat terpengaruh oleh interferensi sinyal atau pantulan objek di sekitar kendaraan. Selain itu, tantangan penerapan di lapangan seperti fluktuasi cuaca, perubahan suhu ekstrem, dan potensi interferensi dari struktur logam di area parkir perlu diperhitungkan, karena dapat menurunkan akurasi pembacaan sensor. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan landasan implementasi yang kuat, namun menunjukkan bahwa validitas data sangat bergantung pada mitigasi faktor-faktor lingkungan tersebut.

Pada penelitian berikutnya, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi IoT berbasis *cloud* untuk memungkinkan monitoring dan pengelolaan data secara jarak jauh (*remote monitoring*), serta penyediaan sistem notifikasi *real-time* yang canggih kepada pengguna dan petugas keamanan.

#### Referensi

- [1]. V. Habsyah, Y. Christyono, and I. Santoso, "APLIKASI SISTEM PARKIR DENGAN AUTOMATISASI PEMBIAYAAN BERBASIS RFID ( RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION ) bernama RFID tag atau transponder . Suatu RFID merespon terhadap suatu query yang dipancarkan oleh suatu RFID transceiver Sebuah sistem RFID terdiri dar".
- [2]. A. D. Utama, "Perancangan Sistem Perparkiran Kendaraan Roda Empat Menggunakan Teknologi Rfid Di Universitas Sebelas Maret," pp. 65–74, 2009, [Online]. Available: Utama, A.D., 2009. Perancangan sistem perparkiran kendaraan roda empat menggunakan teknologi rfid di universitas sebelas maret.
- [3]. I. A. E. Prasetyo and R. Kartadie, "Sistem Keamanan Area Parkir STKIP PGRI Tulungagung Berbasis Radio Frequency Identification (RFID)," *JOEICT J. Educ. Inf. Commun. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 66–75, 2019.
- [4]. E. B. Setiawan and B. Kurniawan, "Sistem Parkir Kendaraan Bermotor Untuk Perguruan Tinggi Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID)," *Semnasteknomedia Online*, vol. 4, no. 1, pp. 1–4, 2020.
- [5]. A. Fitriansyah, "Struktur Data Sistem Parkir Otomatis Berbasis Teknologi Radio Frequency Identification ( Rfid )," *J. Univ. Indraprasta*, vol. 9, no. 2, pp. 143–153, 2016, [Online]. Available: [https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor\\_Exacta/article/view/793](https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/793)
- [6]. A. Oktaviani, D. Sarkawi, and A. Priadi, "Perancangan Sistem Parkir Pada Gedung Menara Palma Jakarta," *Petir*, vol. 12, no. 2, pp. 231–241, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i2.532.
- [7]. Rani Oktaviani, Nazwirman, Djamaludin, and Vina Septiana Windyarsari, "Aplikasi Sistem Parkir Kendaraan Bermotor Menggunakan Teknologi Radio FrequencyIdentification (RFID) di Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang," *Jimtek*, vol. Vol.1, no. Vol. 1 No. 2 (2020): Juli-Oktober 2020, pp. 1–8, 2020.
- [8]. B. Y. Geni and O. Kurnia, "Sistem Parkir Berbasis Web + Iot Project Kit Seri Rfid Di Hasim Teknik Karawang," *Saintekbu*, vol. 13, no. 01, pp. 48–55, 2021, doi: 10.32764/saintekbu.v13i01.2514.
- [9]. M. Z. Fathan Abdullah, "Penggunaan RFID Sistem Informasi Parkir Berbasis Web," *Nuansa Inform.*, vol. 18, no. 1, pp. 121–127, 2024, doi: 10.25134/ilkom.v18i1.86.
- [10]. S. A. Syarif and A. Karman, "SIMULASI IMPLEMENTASI RFID PADA SISTEM PARKIR MOTOR (Studi Kasus: Fakultas Teknik Univ. Muhammadiyah Jakarta)," *Cross-border*, vol. 5, no. 2, pp. 1240–1254, 2022, [Online]. Available: <https://journal.iaisambas.ac.id/index.php/Cross-Border/article/view/1268>

- [11]. M. R. Ramadhan, R. K. Lesmana, F. S. Siregar, R. Ridho, and M. H. I. Isnan, "Rancangan Teknologi RFID Gerbang Parkir Pada UINSU Medan," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2023, doi: 10.47233/jsit.v3i1.464.
- [12]. Y. E. Masyarik, D. Kurnianto, and N. A. Zen, "Rancang Bangun Purwarupa Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID dan Sensor IR Proximity," *Elektron J. Ilm.*, vol. 14, no. November, pp. 55–60, 2022, doi: 10.30630/eji.14.2.300.
- [13]. B. Santoso and R. B. Date Bay, "Penerapan Teknologi RFID pada Sistem Monitoring Antrean Parkir di Universitas Amikom Yogyakarta," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 4, p. 395, 2022, doi: 10.26418/justin.v10i4.46716.
- [14]. M. Fahri, D. Mustari, and F. Widyatun, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Parkir Menggunakan Teknologi RFID (Radio Frequency Identification) Menggunakan Metode FIFO," *Semnas Ristek (Seminar Nas. Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 9, no. 1, pp. 134–141, 2025, doi: 10.30998/semnasristek.v9i1.7557.
- [15]. N. Nanda, E. D. A. Eriene, T. A. Tesa Anggraini, and V. S. Vina Sumsari, "Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis Dengan Menggunakan Long Range RFID Reader Berbasis Arduino Uno," *J. Komput. Teknol. Inf. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 70–78, 2025, doi: 10.62712/juktisi.v4i1.333.