

INOVASI PENGHITUNGAN KENDARAAN PADA MANAJEMEN PARKIR DENGAN SENSOR INFRARED BERBASIS IOT

(VEHICLE COUNTING INNOVATION IN PARKING MANAGEMENT WITH IOT-BASED INFRARED SENSOR)

Hanifatuss Sa'diyah Widihasaniputri¹⁾, Wahyu Tjahjo Saputro²⁾, Hamid Muhammad Jumasa³⁾

^{1, 2,3)} Universitas Muhammadiyah Purworejo, Purworejo, Indonesia

e-mail: wahjusaputro@umpwr.ac.id¹⁾, wahjusaputro@umpwr.ac.id²⁾, hamidjumasa@umpwr.ac.id³⁾

ABSTRAK

Lalu lintas dan pengelolaan parkir masih menjadi isu utama di kawasan perkotaan. Rata-rata pengemudi menghabiskan 7,8 menit untuk menemukan tempat parkir, dan sekitar 30% kemacetan lalu lintas disebabkan oleh aktivitas tersebut. Penelitian ini terfokus pada perancangan sistem yang mengadopsi sensor inframerah dan teknologi Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi jumlah kendaraan pada smart parking system. Metode yang digunakan adalah metode prototype, yang dipilih karena memungkinkan pengembang membuat model awal sistem untuk diuji secara langsung dan diperbaiki secara berulang berdasarkan umpan balik kinerja. Pendekatan ini sesuai dengan karakteristik sistem parkir berbasis IoT yang membutuhkan validasi komponen sensor, mikrokontroler, dan aktuator secara iteratif. Proses sistem dimulai dengan aktivasi perangkat untuk memantau kendaraan yang masuk dan keluar area parkir. Setiap kendaraan yang terdeteksi kemudian dianalisis: apabila kendaraan masuk, sistem secara otomatis mengurangi jumlah slot yang tersedia, sedangkan jika kendaraan keluar, sistem menambahkan satu slot pada kapasitas parkir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen, termasuk sensor PIR, LCD, sensor inframerah, mikrokontroler Arduino Uno R3, dan motor servo, berfungsi dengan baik dan saling terintegrasi. Selain itu, rata-rata waktu tunda (delay response) sistem sebesar 1,50 detik menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan termasuk dalam kategori responsif dan layak diterapkan sebagai solusi smart parking system..

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Manajemen Parkir, Sensor Inframerah, Smart Parking

ABSTRACT

Traffic congestion and parking management remain major challenges in urban areas. On average, drivers spend 7.8 minutes searching for a parking space, and approximately 30% of traffic congestion is caused by this activity. This study focuses on designing a system that adopts infrared sensors and Internet of Things (IoT) technology to detect the number of vehicles in a smart parking system. The prototype method was employed because it enables developers to create an initial system model that can be directly tested and iteratively refined based on performance feedback. This approach is well suited for IoT-based parking systems that require repeated validation of sensor, microcontroller, and actuator components. The system begins by activating the devices responsible for monitoring vehicles entering and exiting the parking area. Each detected vehicle is then analyzed: when a vehicle enters, the system automatically reduces the number of available parking slots; conversely, when a vehicle exits, the system increases the slot count accordingly. The experimental results show that all components—including the PIR sensor, LCD, infrared sensors, Arduino Uno R3 microcontroller, and servo motor—functioned properly and were well integrated. Furthermore, the system achieved an average delay response of 1.50 seconds, indicating that the developed model performs responsively and is feasible to be applied as a smart parking system solution.

Keywords: Internet of Things (IoT), Parking Management, Infrared Sensor, Smart Parking

I. PENDAHULUAN

Munculnya *Internet of Things* (IoT) menghadirkan transformasi digital yang mampu meningkatkan kualitas hidup masyarakat diberbagai bidang, salah satunya pada sektor lalu lintas dan pengelolaan parkir. Persoalan lalu lintas dan pengelolaan parkir masih menjadi isu utama di kota-kota besar[1]. Lebih lanjut [2] menyoroti

bahwa rata-rata pengemudi menghabiskan sekitar 7,8 menit untuk menemukan tempat parkir, dan sekitar 30% dari kemacetan lalu lintas harian disebabkan oleh pencarian tempat parkir. Hal ini tidak hanya meningkatkan frustrasi pengemudi, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar yang berkontribusi pada polusi udara di perkotaan. Solusi *smart parking system* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cara mengoptimalkan waktu,

mengurangi konsumsi bahan bakar, dan emisi karbon dioksida[3]. Hal ini mejadi upaya penciptaan *smart city* yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Sensor inframerah, khususnya sensor berbasis teknologi laser atau LED, memiliki keunggulan mendeteksi dan menghitung kendaraan dengan akurasi tinggi. Lebih dari itu, [3] [4] menjabarkan sensor infrared digunakan untuk mengukur jarak antara mobil dan objek di sekitarnya. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi status tempat parkir (kosong atau terisi).

Penelitian ini terfokus pada perancangan sistem yang mengadopsi sensor inframerah dan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mendeteksi jumlah kendaraan pada *smart parking system*. Meskipun otomatisasi *smart parking system* telah banyak dikaji dalam penelitian terdahulu, penelitian ini secara khusus menitikberatkan pada evaluasi efektivitas integrasi sensor inframerah dan IoT dalam mendukung pengelolaan kapasitas parkir secara *real-time*. Fokus ini penting karena akurasi deteksi kendaraan dan kecepatan respons sistem merupakan komponen utama dalam memastikan kinerja *smart parking system* yang handal, namun belum menjadi sorotan utama dalam studi-studi sebelumnya yang lebih banyak menggunakan sensor ultrasonik, LDR, atau RFID.

Berdasarkan hal tersebut, tujuan utama penelitian ini adalah mempelajari seberapa efektif integrasi kedua teknologi tersebut (sensor inframerah dan IoT) dalam mendukung pengelolaan *smart parking system*, khususnya pada aspek akurasi deteksi kendaraan dan responsivitas sistem. Selain itu, penelitian ini juga memberikan manfaat praktis, yaitu menyediakan bahan pertimbangan berdasarkan hasil pengujian untuk pengembangan *smart parking system* di masa mendatang, terutama dalam memilih jenis sensor, merancang mekanisme deteksi yang lebih efisien, serta meningkatkan keandalan sistem parkir berbasis IoT secara keseluruhan.

II. STUDI PUSTAKA

Sebagai referensi [5][6] merancang sistem parkir otomatis berbasis IoT. Dua penelitian ini sama-sama merancang sistem parkir berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna. Sistem pertama menggunakan RFID, NodeMCU, dan *Fuzzy Logic* untuk mengelola

parkir otomatis dan menentukan kapasitas parkir secara cerdas. Sistem kedua mengimplementasikan sensor LDR, kamera ANPR, dan QR Code, yang terintegrasi dengan aplikasi mobile dan e-money untuk pemantauan dan pembayaran parkir secara digital. Keduanya terbukti mampu mengurangi antrean, meningkatkan keamanan, dan mempermudah pencarian lahan parkir, meski masih terdapat ruang untuk pengembangan fitur tambahan.

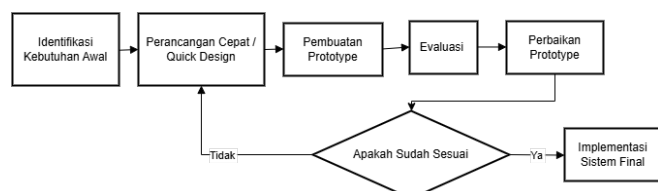
Beberapa referensi lain juga memperkuat pengembangan sistem manajemen parkir, [7][8] membahas dua inovasi *modern smart parking* melalui penekatan *internet of things* untuk mengatasi masalah keterbatasan dan ketidakefisienan parkir di kawasan urban dan gedung bertingkat. Sistem pertama [7] *Smart Parking Management System* (SPMS), memanfaatkan Arduino, sensor IR, ESP8266, dan aplikasi Android untuk mendeteksi serta memesan slot parkir secara *real-time* melalui cloud. Sistem kedua[8] fokus pada monitoring parkir bertingkat, menggunakan Arduino Uno, sensor ultrasonik, dan website monitoring untuk menampilkan ketersediaan slot dan kondisi area parkir secara langsung. Keduanya dilengkapi dengan komponen pendukung seperti NodeMCU, motor servo, kamera IP, dan QR code, serta mendukung pemantauan jarak jauh. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi, pengurangan waktu pencarian parkir, dan kemudahan manajemen bagi pengelola. Sistem tersebut berkontribusi pada penerapan *smart city* yang ramah lingkungan dan masih dapat diperluas pengembangannya seperti integrasi sensor kualitas udara dan identifikasi slot lebih spesifik. Penggunaan IoT dengan Arduino Uno dan ESP8266 yang dilakukan oleh [9] terbukti mampu menyediakan konektivitas internet yang memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh secara *real-time*, dengan hasil pengujian menunjukkan performa sistem yang efektif dan responsif dalam kondisi optimal. Temuan ini menjadi acuan penting dalam pengembangan smart parking system berbasis IoT yang membutuhkan responsivitas dan konektivitas *real-time*.

Implementasi *smart parking system* juga juga di kembangkan oleh [10] berbasis web yang mengintegrasikan sensor IR dan mikrokontroler ESP8266 untuk menampilkan ketersediaan lahan parkir secara *real-time*. Sistem ini berhasil mengurangi waktu pencarian parkir dari 29 detik

menjadi 16 detik, sehingga meningkatkan efisiensi dan mendukung implementasi *smart city* secara praktis dan berkelanjutan. *Smart parking system* berbasis *Internet of Things* (IoT) menurut [11] diterapkan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik, Raspberry Pi 4, modul Wi-Fi, dan LED untuk mendeteksi serta menampilkan informasi ketersediaan lahan parkir secara real-time. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang lebih menekankan pada penggunaan sensor ultrasonik, RFID, atau LDR, penelitian ini menawarkan kontribusi baru berupa analisis efektivitas integrasi langsung antara sensor inframerah dan platform IoT dalam mendeteksi kendaraan masuk-keluar dan memperbarui kapasitas lahan parkir secara *real-time*. Kebaruan lain terletak pada fokus pengujian responsivitas sistem, yaitu pengukuran waktu tunda (*delay*) dari setiap proses sistem mulai dari deteksi sensor hingga tindakan aktuator, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait kinerja *smart parking system* berbasis IoT.

III. METODE PENELITIAN

Proses pengembangan dilakukan dengan menggunakan metode prototype. Lebih lanjut [12] metode prototype memberikan peluang bagi seorang developer untuk membuat versi awal sistem yang selanjutnya dapat dicoba oleh pengguna. Dari hasil percobaan tersebut, sistem diperbaiki secara bertahap hingga benar-benar sesuai dengan kebutuhan. Karena melibatkan proses uji coba dan perbaikan berulang, metode ini sangat cocok digunakan untuk proyek teknologi seperti sistem parkir berbasis IoT, yang menggabungkan aspek teknis dan interaksi langsung dengan pengguna. tahapan penyelesaian penelitian dengan metode prototype ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Langkah Metode Prototype

Hasil dari desain dan implementasi alat ini menghasilkan sebuah model sistem dengan beberapa ketentuan, yaitu sistem dirancang untuk area parkir satu lantai yang terbagi menjadi dua blok parkir, sensor inframerah ditempatkan di sisi area parkir, setiap blok parkir dilengkapi dengan

dua pasang sensor yang berfungsi mendeteksi keberadaan kendaraan, serta sistem ini dikendalikan menggunakan Raspberry Pi model B.

A. Perancangan Sistem

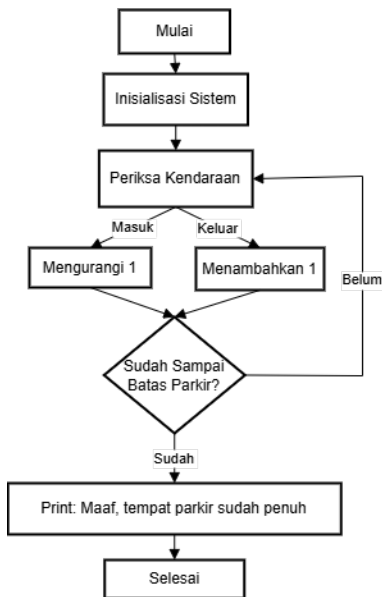
Desain sistem ini berlandaskan pada analisis kebutuhan dari sistem yang dikembangkan. Proses kerjanya dimulai dengan pengumpulan input melalui sensor yang dipasang di area parkir, selanjutnya data yang masuk diproses oleh mikrokontroler. Tahap berikutnya, informasi dikirim melewati NodeMCU ke platform IoT untuk ditampilkan. Pada tahap akhir sistem ini, output yang dihasilkan menunjukkan lokasi slot parkir yang tersedia serta total jumlah tempat parkir yang kosong. Luaran sistem ini menampilkan lokasi slot parkir yang tersedia dan total jumlah parking yang tidak digunakan dan masih tersedia.

B. Perancangan perangkat

Untuk memperoleh kinerja yang optimal, perancangan perangkat keras harus direncanakan secara hati-hati serta didasari pada analisis sistem yang telah dilakukan sebelumnya. Pengembangan sistem ini menggunakan komponen yang bermutu karena mempertimbangkan alat akan dioperasikan secara berkelanjutan. Langkah awal yang dilakukan dengan pembuatan blok yang terdiri dari sumber daya, mikrokontroler, sensor, dan output. Komponen yang digunakan meliputi Arduino Uno, LCD L2r, motor servo, dan sensor inframerah.

C. Flowchart Sistem

Prinsip kerja alat ini yaitu menghitung kapasitas parkir berdasarkan kendaraan yang masuk dan keluar, lalu memberikan peringatan jika parkir penuh secara real-time. Gambar 2 secara detail menjelaskan struktur alur kerja sistem perangkat keras.



Gambar 2 Struktur Alur kerja Sistem Perangkat Keras

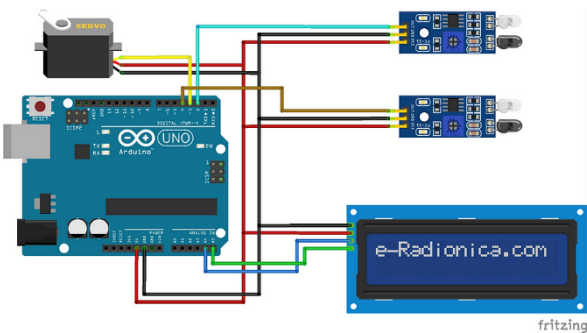
Gambar 2 menunjukkan struktur alur kerja dengan langkah awal inisialisasi sistem. Perangkat keras dan perangkat lunak sistem diaktifkan untuk memantau kendaraan yang masuk dan keluar area parkir. Setelah sistem berstatus aktif, kendaraan yang terdeteksi akan diperiksa apakah sedang masuk atau keluar. Jika kendaraan masuk, maka sistem secara otomatis mengurangi jumlah slot parkir yang tersedia. Sebaliknya, jika kendaraan keluar, maka sistem akan menambahkan satu slot ke jumlah parkir yang tersedia.

Selanjutnya, sistem akan memeriksa apakah kapasitas parkir sudah mencapai batas maksimal. Jika sudah penuh, maka sistem akan menampilkan pesan peringatan berupa “maaf, tempat parkir sudah penuh” kepada pengguna. Namun jika kapasitas belum penuh, sistem akan kembali ke tahap pemeriksaan kendaraan untuk terus memantau arus keluar-masuk secara real-time. Alur ini akan berulang selama sistem aktif, sehingga dapat memberikan informasi akurat dan terkini mengenai ketersediaan lahan parkir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Perakitan Komponen Fisik

Realisasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino Uno dan dibagi menjadi lima bagian utama pada setiap alat, yaitu Sensor Infrared 1, Sensor Infrared 2, Servo 1, Servo 2, LCD L2r, serta mikrokontroler yang digunakan.



Gambar 3 Implementasi Rangkaian Perangkat Keras

Gambar 3 memperlihatkan model alat penghitung otomatis yang dibuat untuk mempermudah pengawasan area parkir. Pintu masuk dan pintu keluar area parkir akan ditempatkan sensor inframerah untuk mengetahui keberadaan kendaraan. Selanjutnya informasi daya tampung parkir akan di tunjukkan melalui LCD 16x2 di depan pintu masuk area parkir sekaligus menampilkan kecepatan kendaraan yang masuk. Berikutnya, komponen sensor PIR akan memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka palang pintu (*boom gate*). LCD L2r pada single board melengkapi informasi ketika volume parking mencapai puncak dan tidak mampu menampung parkir. Komponen-komponen tersebut bekerja secara terhubung dan dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 yang bertugas sebagai pusat kendali dan pemrosesan sistem.

B. Pengujian Komponen Sistem

Pengujian komponen sistem dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai perannya. Tabel 1 berikut menyajikan nama alat, fungsi, serta hasil pengamatan selama pengujian sistem parkir otomatis.

Tabel 1 Pengujian Komponen Sistem

Nama Alat	Fungsi	Pengamatan	Hasil Uji Coba
Sensor Infrared 1 & 2	Mendeteksi kendaraan masuk dan keluar dengan memutus sinyal inframerah.	Sensor bekerja responsif saat kendaraan melintas, dan memberikan sinyal ke mikrokontroler.	Melakukan restart ulang jika sinyal tidak terdeteksi
LCD 16x2	Menampilkan informasi kapasitas parkir yang tersedia dan kecepatan kendaraan.	LCD mampu memperbarui data secara real-time.	Baik
Sensor PIR	Mendeteksi pergerakan kendaraan untuk memicu pembukaan palang pintu.	Sensor mampu mendeteksi gerakan dan memberi sinyal ke servo motor.	Baik

Motor Servo 1 & 2	Menggerakkan palang pintu (boom gate) secara otomatis saat kendaraan terdeteksi.	Motor servo membuka dan menutup palang.	Baik
LCD L2R	Memberikan informasi tambahan, seperti peringatan saat parkir penuh.	Berfungsi baik dalam menampilkan status penuh atau kosong secara tepat waktu.	Baik
Mikrokontroler Arduino Uno R3	Mengontrol dan memproses seluruh input dari sensor dan output ke aktuator serta LCD.	Arduino berjalan stabil dan mampu menangani seluruh proses logika sistem tanpa delay berarti.	Baik

C. Pengujian Delay Respons Sistem

Untuk mengukur kecepatan respon sistem terhadap input dari sensor, dilakukan pengujian delay waktu antara deteksi kejadian dan tindakan sistem. Pengujian ini mencatat jeda waktu (*delay*) antara saat sensor mendeteksi kendaraan atau kondisi tertentu hingga sistem memberikan respon, seperti membuka palang atau memperbarui slot parkir. Rangkuman hasil pengujian ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Delay Respons Sistem

No	Kendali	Respons	Delay (detik)
1	Jika sensor masuk terdeteksi	Palang servo 1 membuka	2,00
2	Jika sensor keluar terdeteksi	Palang servo 2 membuka	2,00
3	Jika sensor masuk terdeteksi	Slot Berkurang	1,00
4	Jika sensor keluar terdeteksi	Slot bertambah	1,00
5	Jika slot sudah penuh	Palang servo 1 dan 2 tidak akan membuka	1,00
6	Jika slot masih kosong	Palang servo 2 tidak akan membuka	1,00
Rata-rata <i>delay</i> (detik)			1,50

Berdasarkan Tabel 2, sistem *smart parking* yang dirancang mampu merespons setiap kondisi dengan rata-rata waktu tunda sebesar 1,50 detik. Seluruh komponen yang terlibat, mulai dari sensor masuk dan keluar, motor servo, hingga mekanisme pembaruan slot parkir, menunjukkan kinerja yang stabil dan berfungsi sesuai dengan kebutuhan sistem. Perbedaan waktu tunda antara pembukaan

palang servo (2,00 detik) dan pembaruan slot parkir (1,00 detik) disebabkan oleh sifat proses yang berbeda pada masing-masing komponen.

Pembukaan palang servo melibatkan gerakan mekanis yang memerlukan durasi lebih panjang untuk memastikan palang terbuka secara penuh dan memberikan ruang aman bagi kendaraan untuk melintas. Proses ini sengaja dirancang memiliki waktu tunda lebih lama guna meminimalkan risiko kesalahan deteksi atau potensi tabrakan apabila kendaraan belum benar-benar melewati batas sensor. Sebaliknya, pembaruan slot parkir hanya memerlukan pemrosesan logika sederhana pada mikrokontroler, sehingga dapat terjadi lebih cepat dan tanpa hambatan mekanis.

Dengan perbedaan fungsi tersebut, sistem mampu mengatur akses masuk dan keluar kendaraan berdasarkan ketersediaan slot parkir secara otomatis, sekaligus mempertahankan akurasi informasi jumlah kendaraan yang berada dalam area parkir. Respons sistem yang konsisten ini menunjukkan bahwa integrasi sensor inframerah, mikrokontroler, dan aktuator bekerja secara efektif untuk mendukung pengelolaan *smart parking system* secara *real-time*.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bermaksud mengembangkan smart parking system berbasis Internet of Things (IoT) dengan mengadopsi sensor inframerah pada proses deteksi kendaraan masuk dan keluar area parkir. Sistem ini dirancang sebagai upaya mendukung implementasi smart city.

Berdasarkan hasil pengujian komponen yang dilakukan, di dapatkan bahwa seluruh komponen, termasuk sensor PIR, LCD, infrared, mikrokontroler Arduino Uno R3, dan motor servo, telah berfungsi dan terintegrasi dengan baik. Hal ini di dukung dengan rata rata pada pengujian delay respons system yang hanya mencapai 1,50 detik dan termasuk kategori responsif untuk sebuah smart parking system. Ke depan, pengembangan sistem dapat diarahkan pada penambahan fitur pemantauan berbasis cloud, notifikasi mobile secara real-time

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Floris, S. Porcu, L. Atzori, and R. Girau, "A Social IoT-based platform for the deployment of a smart parking solution," *Comput. Networks*, vol. 205, no. January, 2022, doi: 10.1016/j.comnet.2021.108756.

- [2] P. Doods, “SCORM 2004 3rd Edition Overview,” *Advanced Distributed Learning Initiative*, 2006. <https://adlnet.gov/projects/scorm-2004-3rd-edition/> (accessed Jan. 20, 2020).
- [3] J. J. Barriga *et al.*, “Smart parking: A literature review from the technological perspective,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 21, 2019, doi: 10.3390/app9214569.
- [4] W. A. Jabbar, C. W. Wei, N. A. A. M. Azmi, and N. A. Haironnazli, “An IoT Raspberry Pi-based parking management system for smart campus[Formula presented],” *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 14, p. 100387, 2021, doi: 10.1016/j.iot.2021.100387.
- [5] B. Trengginas, H. Handayani, and ..., “Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis pada Kampus UBP Berbasis IoT,” *Sci. Student J. Information, Technol. Sci.*, vol. III, pp. 268–283, 2022, [Online]. Available: <http://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/view/449%0Ahttps://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/download/449/363>.
- [6] G. R. Koten *et al.*, “Penerapan internet of things pada smart parking system untuk kebutuhan pengembangan smart city,” *J. Tek. Ind. dan Manaj. Rekayasa*, vol. 1, no. 1, pp. 49–59, 2023, doi: 10.24002/jtimr.v1i1.7204.
- [7] A. A. Elsonbaty and M. Shams, “The Smart Parking Management System,” *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 12, no. 4, pp. 55–66, 2020, doi: 10.5121/ijcsit.2020.12405.
- [8] Y. Maskurdianto, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontroling Parkir Bertingkat Otomatis Berbasis Arduino Dengan Implementasi Internet Of Think(IoT),” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 2, pp. 113–119, 2019, doi: 10.36040/jati.v3i2.878.
- [9] A. K. Zulkarnaen, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Dengan Voice Recognition Dan Rfid Gelang Berbasis Iot,” *TEKNIMEDIA*, vol. 5, no. 2, pp. 249–254, 2024.
- [10] S. Yudha, Y. Rahmanto, and S. Styawati, “Implementasi Teknologi Berbasis Web untuk Efisiensi Waktu Pencarian Lahan Parkir,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 614–622, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1269.
- [11] R. Atiqur, “Smart car parking system model for urban areas,” *Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 95–102, 2021, doi: 10.11591/csit.v2i2.p95-102.
- [12] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.