

SIMULASI SISTEM PARKIR PINTAR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MENGUNAKAN PLATFORM WOKWI (IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK DAN KENDALI SERVO)

Akhlis Munazilin¹⁾ Muhammad Nabil Ghifari²⁾ Muhammad Ferdian Zakaria³⁾
Muhammad Riski⁴⁾

¹⁾Ilmu Komputer Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo, Indonesia

²⁾³⁾⁴⁾Sistem Informasi Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo, Indonesia

akhlistmunazilin@gmail.com, muhammadnabil200701@gmail.com

mferdianz72@gmail.com, Jackrizki92@gmail.com

Received: 03-06- 2026

Revised: 17-06-2026

Approved: 27-06-2026

ABSTRAK

Dalam manajemen transportasi, parkir memegang peranan penting yang kerap menghadapi berbagai kendala, seperti rendahnya efisiensi serta terbatasnya informasi secara langsung (real-time). Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menguji coba simulasi sistem parkir cerdas otomatis berbasis Arduino, dengan memanfaatkan sensor ultrasonik serta kendali servo melalui platform daring Wokwi. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengetahui ada tidaknya kendaraan, sementara motor servo berfungsi menggerakkan palang pintu parkir. Berdasarkan hasil simulasi, sistem mampu mengukur jarak objek dengan tingkat ketelitian yang memadai dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,37%; palang terbuka oleh motor servo saat objek terdeteksi dalam rentang 20 cm, dan menutup kembali apabila tidak ada objek di area tersebut. Platform Wokwi terbukti efektif sebagai sarana pembelajaran sekaligus pembuatan purwarupa tanpa biaya, sehingga memungkinkan mahasiswa maupun peneliti untuk memahami sistem berbasis mikrokontroler tanpa harus menggunakan perangkat keras sungguhan. Studi ini memberikan sumbangan terhadap pengembangan pendekatan belajar yang praktis dan efisien dalam ranah sistem tertanam (embedded systems) serta Internet of Things. Ke depan, sistem ini dapat dikembangkan dengan penambahan fitur pemantauan jarak jauh berbasis IoT serta integrasi sistem autentikasi untuk keamanan parkir, sehingga memberikan solusi parkir yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna.

Kata Kunci: *Arduino, Motor Servo, Parkir Cerdas, Sensor Ultrasonik, Simulasi Wokwi*

ABSTRACT

In transportation management, parking plays a crucial role but often faces challenges such as low efficiency and a lack of real-time information. This study aims to develop and test an Arduino-based automated smart parking system simulation using ultrasonic sensors and servo control via the Wokwi online platform. An HC-SR04 sensor is used to detect the presence of vehicles, while a servo motor operates the parking barrier. Simulation results demonstrate that the system measures object distance with adequate accuracy—showing an average measurement error of 2.37%—and that the servo motor opens the barrier when an object is detected within a 20 cm range, closing it again when the area is clear. The Wokwi platform proves effective as a cost-free tool for both learning and prototyping, enabling students and researchers to understand microcontroller-based systems without requiring physical hardware. This study contributes to the development of practical and efficient learning approaches in the fields of embedded systems and the Internet of Things (IoT). Future developments could include IoT-based remote monitoring features and integrated authentication systems for enhanced security, thereby providing a more comprehensive parking solution that adapts to user needs.

Keywords: *Arduino, Servo Motor, Smart Parking, Ultrasonic Sensor, Wokwi Simulation*

PENDAHULUAN

Setiap tahun terjadi peningkatan volume kendaraan bermotor, sementara ketersediaan lahan untuk parkir cenderung tetap atau tidak mengalami perluasan signifikan. Akibatnya, berbagai persoalan muncul seperti kepadatan lalu lintas, antrean panjang di gerbang masuk area parkir, serta kesulitan pengemudi dalam menemukan lokasi parkir yang kosong. (Salamah & Putra, 2019) menyatakan bahwa pendekatan parkir konvensional yang masih menggunakan petugas dan tiket parkir dinilai tidak efisien karena pengemudi harus mencari sendiri slot parkir secara manual. Kondisi ini semakin rumit di wilayah perkotaan yang memiliki tingkat mobilitas tinggi, misalnya pusat perbelanjaan, kawasan perkantoran, dan lingkungan kampus.

Perkembangan pesat dalam teknologi IoT (Internet of Things) serta sistem tertanam (embedded system) telah melahirkan berbagai solusi cerdas untuk pengelolaan parkir, yang dikenal sebagai smart parking. Sistem ini mengintegrasikan teknologi sensor, mikrokontroler, dan komunikasi data guna mengoptimalkan pemanfaatan lahan parkir. Menurut Hernikawati (2021), penerapan smart parking memberikan keuntungan bagi pengguna berupa penghematan waktu, biaya, maupun tenaga selama proses parkir. Studi sebelumnya yang dilakukan Pala dan Inanc (2007) telah mendemonstrasikan efisiensi manajemen parkir berbasis RFID, sementara Alimuddin (2018) mengembangkan sistem parkir cerdas sederhana dengan memanfaatkan Arduino Mega 2560.

Kendati demikian, tantangan utama dalam pengembangan sistem parkir cerdas adalah kebutuhan akan perangkat keras fisik yang relatif mahal serta potensi kerusakan komponen. Hambatan ini terasa khususnya dalam konteks pendidikan, di mana mahasiswa dituntut untuk memahami konsep sekaligus melakukan praktik secara langsung. Karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang memungkinkan proses pembelajaran dan pembuatan prototipe sistem embedded tanpa terbatas oleh ketersediaan perangkat fisik. Sebagai solusi, platform simulasi seperti Wokwi muncul sebagai alternatif yang efektif untuk mengatasi kendala tersebut (Tulodo et al., 2025).

Penelitian oleh Vydia dkk. (2025) membuktikan bahwa pemanfaatan simulator daring Wokwi dalam pembelajaran Arduino mampu meningkatkan pemahaman siswa secara nyata, dengan lonjakan rata-rata nilai dari 68 menjadi 88. Candra dkk. (2025) juga melaporkan bahwa penggunaan simulator Wokwi untuk pembelajaran mikrokontroler memberikan dampak positif, dengan tingkat respons baik mencapai 92,6% dari total peserta. Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis simulasi sangat prospektif untuk diterapkan dalam pembelajaran sistem embedded dan IoT.

Pemilihan simulasi sistem parkir sebagai objek penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa sistem parkir merupakan representasi ideal dari sistem embedded yang mengintegrasikan berbagai komponen penting—sensor, aktuator, dan logika kontrol—dalam satu kesatuan fungsional. Sistem parkir mencakup seluruh elemen fundamental pembelajaran mikrokontroler, yaitu input (sensor ultrasonik), proses (kondisional jarak), dan output (servo, LED, buzzer), sehingga sangat sesuai untuk menguji dan mendemonstrasikan efektivitas platform Wokwi sebagai media simulasi. Selain itu, sistem parkir memiliki relevansi tinggi dengan permasalahan nyata di masyarakat, sehingga memberikan konteks pembelajaran yang bermakna bagi mahasiswa.

Bertolak dari uraian latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan mensimulasikan sistem parkir pintar otomatis berbasis Arduino dengan

memanfaatkan platform Wokwi. Implementasi meliputi penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi kehadiran kendaraan serta motor servo sebagai penggerak palang pintu parkir. Kebaruan dari studi ini terletak pada penggabungan komponen-komponen tersebut dalam lingkungan simulasi Wokwi yang bersifat lengkap dan dapat diakses secara cuma-cuma. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi berupa: (1) rancangan sistem parkir pintar yang dapat diimplementasikan secara virtual, (2) dokumentasi teknis yang komprehensif untuk keperluan pembelajaran, serta (3) evaluasi terhadap efektivitas platform Wokwi sebagai media simulasi untuk sistem embedded. Secara pedagogis, metodologi pengujian dalam penelitian ini dirancang untuk mengukur tingkat pemahaman konseptual mahasiswa melalui pendekatan learning-by-doing, di mana setiap tahapan simulasi—mulai dari perancangan rangkaian, pemrograman, hingga analisis hasil—dilakukan secara mandiri oleh peserta untuk membangun kompetensi teknis yang aplikatif. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental melalui pendekatan simulasi.

Tabel 1. Komponen yang Digunakan dalam Simulasi

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah	Fungsi
1	Arduino Uno R3	ATmega328P	1	Mikrokontroler utama
2	Sensor Ultrasonik	HC-SR04	1	Mendeteksi jarak kendaraan
3	Motor Servo	SG90	1	Menggerakkan palang pintu
4	LED Merah	5mm	1	Indikator palang tertutup
5	LED Hijau	5mm	1	Indikator palang terbuka
6	Buzzer	Piezoelectric	1	Indikator suara
7	Resistor	220 Ω	2	Pembatas arus LED

METODE

Seluruh proses perancangan dan pengujian dilakukan pada platform Wokwi yang menyediakan lingkungan simulasi online untuk berbagai mikrokontroler termasuk Arduino Uno. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan: identifikasi kebutuhan sistem, perancangan rangkaian, pengembangan kode program, simulasi dan pengujian, serta analisis hasil.

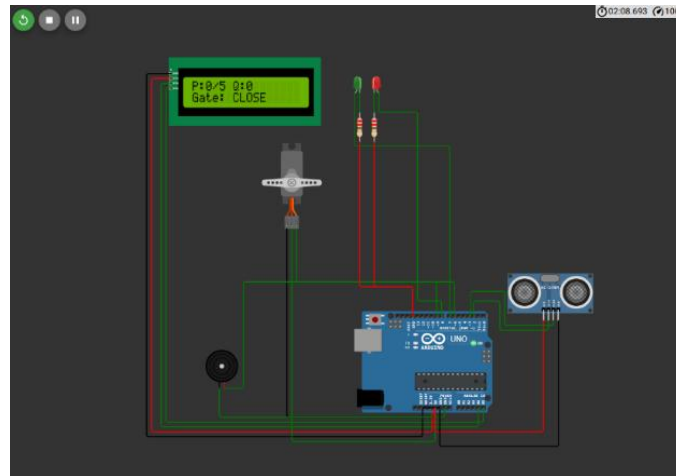
Komponen Sistem

Mengacu pada rancangan dari Parwansa dkk. (2025) serta Mustaaf (2021), sistem parkir cerdas ini dibangun dengan komponen-komponen yang disajikan pada Tabel 1.

Perancangan Rangkaian

Koneksi antar komponen pada sistem ini dilakukan sebagai berikut: pin Trigger sensor HC-SR04 terhubung ke D9 Arduino, sedangkan pin Echo ke D10. Motor servo disambungkan ke pin D8 dan memperoleh catu daya 5V dari papan Arduino. Dua LED

(merah dan hijau) masing-masing terhubung ke pin D7 dan D6 dengan resistor 220Ω sebagai pembatas arus. Buzzer ditempatkan pada pin D5. Semua komponen tersebut dirangkai menjadi satu unit yang terintegrasi.



Gambar 1. Rangkaian Simulasi Sistem Parkir Pintar pada Platform Wokwi dan Tampilan Serial Monitor Wokwi saat Simulasi Berjalan

Serial Monitor pada Wokwi menampilkan data jarak terukur secara real-time beserta status sistem, yang meliputi kondisi palang (terbuka/tertutup) dan indikator LED yang menyala. Tampilan ini berfungsi sebagai antarmuka untuk memantau dan memverifikasi kinerja sistem selama simulasi berlangsung.

Perancangan Perangkat Lunak

Prosedur kerja perangkat lunak disusun sebagai berikut: (1) Sensor HC-SR04 mengambil data jarak objek di depannya. (2) Data waktu pantulan gelombang ultrasonik dikonversi menjadi satuan sentimeter. (3) Berdasarkan nilai jarak, kondisi palang ditentukan: apabila jarak terukur ≤ 20 cm, servo diinstruksikan menuju sudut 90° (membuka); sebaliknya jika jarak > 20 cm, servo kembali ke 0° (menutup). (4) Untuk indikasi, LED hijau aktif saat palang membuka, LED merah saat menutup. (5) Buzzer dibunyikan singkat setiap kali palang bergerak. Implementasi kode program mengikuti logika tersebut dan diunggah ke simulator Wokwi untuk proses simulasi.

Pengujian dan Evaluasi

Pengujian sistem dilakukan melalui skenario berikut:

1. Pengujian deteksi jarak: mengukur akurasi sensor ultrasonik pada berbagai jarak
2. Pengujian respons servo: mengamati pergerakan servo saat mendeteksi objek
3. Pengujian indikasi: memverifikasi LED dan buzzer bekerja sesuai logika
4. Pengujian end-to-end: mensimulasikan proses masuk kendaraan secara lengkap

Data hasil pengujian dikumpulkan melalui serial monitor pada Wokwi yang menampilkan nilai jarak dan status sistem secara real-time.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Proses simulasi pada Wokwi berlangsung tanpa kendala. Setiap komponen menunjukkan kinerja yang selaras dengan rancangan awal. Tabel 2 menyajikan rincian hasil pengujian.

Tabel 2. Hasil Pengujian Deteksi Jarak Sensor Ultrasonik HC-SR04

Jarak Aktual (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Error (%)	Status Sistem
5	4.8	4.0	Kendaraan terdeteksi
10	10.2	2.0	Kendaraan terdeteksi
15	14.7	2.0	Kendaraan terdeteksi
20	20.3	1.5	Kendaraan terdeteksi (batas)
25	24.5	2.0	Tidak terdeteksi
30	30.8	2.7	Tidak terdeteksi

Berdasarkan data pada Tabel 2, sensor ultrasonik menunjukkan kinerja yang konsisten dengan rata-rata error sebesar 2,37%. Pada jarak 5 cm, error terukur sebesar 4,0%, sedangkan pada jarak 20 cm (batas deteksi) error hanya 1,5%, yang mengindikasikan bahwa sensor memiliki tingkat presisi yang lebih baik pada rentang deteksi kritis (mendekati ambang batas). Temuan ini memperkuat pernyataan bahwa sensor HC-SR04 efektif untuk aplikasi parkir, sebagaimana dilaporkan oleh Punuh (2024).

Tabel 3. Hasil Pengujian Kendali Servo dan Indikasi

Kondisi	Jarak (cm)	Posisi Servo	LED Merah	LED Hijau	Buzzer
Tidak kendaraan	ada > 20	0° (Tertutup)	ON	OFF	OFF
Kendaraan mendekat	15 - 20	90° (Terbuka)	OFF	ON	Bunyi 1x
Kendaraan tepat di depan	< 15	90° (Terbuka)	OFF	ON	Bunyi 1x

Berdasarkan Tabel 3, kendali palang pintu berfungsi sebagaimana mestinya. Servo bergerak ke sudut 90° ketika ada kendaraan, lalu kembali ke 0° setelah kendaraan melintas. LED dan buzzer turut memberikan konfirmasi status yang mudah dikenali pengguna.

PEMBAHASAN

1. Efektivitas Platform Wokwi

Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh, platform Wokwi menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam mendukung proses pengembangan sekaligus pengujian sistem parkir cerdas. Selama penelitian berlangsung, teridentifikasi sejumlah keunggulan dari platform ini, yakni:

1. Bebas Perangkat Fisik: Semua komponen yang diperlukan dapat diakses secara virtual sehingga tidak membutuhkan investasi perangkat keras. Hal ini selaras dengan pernyataan Tulodo dkk. (2025) bahwa Wokwi mendukung pembelajaran virtual tanpa kehadiran perangkat fisik ataupun sensor sungguhan.
2. Lingkungan yang Terpadu: Antarmuka web Wokwi menggabungkan editor kode, simulasi rangkaian, dan monitor serial dalam satu tampilan. Kondisi ini memudahkan proses penelusuran kesalahan (debugging) serta pengujian sistem.
3. Kelengkapan Komponen: Platform ini menyediakan beragam komponen elektronik standar, seperti Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, LED, buzzer, serta resistor secara lengkap.
4. Visualisasi Waktu Nyata: Pergerakan servo, kondisi nyala LED, maupun keluaran pada serial monitor dapat diamati secara langsung, sehingga memberikan pengalaman yang hampir serupa dengan implementasi pada perangkat nyata..

2. Analisis Kinerja Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 yang dijalankan dalam lingkungan simulasi Wokwi memperlihatkan karakteristik yang hampir setara dengan sensor fisik sesungguhnya. Prinsip operasional sensor ini bertumpu pada pemantulan gelombang suara ultrasonik berfrekuensi 40 kHz, yang dipancarkan oleh bagian transmitter lalu ditangkap kembali oleh receiver setelah memantul dari suatu objek. Perhitungan jarak dilakukan dengan persamaan: $\text{Jarak} = (\text{waktu tempuh} \times \text{kecepatan suara}) / 2$. Mengingat cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s (0,034 cm/ μ s), maka dalam kode program digunakan formulasi $\text{distance} = \text{duration} * 0.034 / 2$. Berdasarkan hasil pengukuran, sensor menunjukkan tingkat akurasi yang memadai pada rentang deteksi 2–30 cm, yang dinilai sesuai untuk keperluan pendeteksian kendaraan pada pintu parkir. Studi oleh Hoomod dan Al-chalabi (2017) mengungkapkan bahwa sensor HC-SR04 efektif dalam mendeteksi objek dan sudut pantulannya. Temuan simulasi ini memperkuat pernyataan tersebut, di mana sensor secara konsisten mampu mendeteksi objek pada sudut 0° (tegak lurus) terhadap permukaan benda yang diukur.

3. Integrasi Kendali Servo

Pada simulasi yang dilakukan, motor servo tipe SG90 terbukti bekerja optimal sebagai aktuator penggerak palang pintu. Pengendalian servo dilakukan melalui sinyal PWM (Pulse Width Modulation) dengan rentang lebar pulsa 1–2 ms yang merepresentasikan posisi sudut 0° hingga 180°. Dalam implementasi sistem ini, servo diprogram pada posisi 0° untuk kondisi palang tertutup dan 90° untuk palang terbuka. Pemilihan sudut 90° dinilai cukup memberikan ruang bagi kendaraan untuk melintasi palang.

Kemampuan servo dalam mengontrol posisi secara presisi menjadikannya komponen yang sangat cocok untuk aplikasi palang pintu otomatis. Sebagaimana dijelaskan oleh Rasman (2016), motor servo dilengkapi dengan mekanisme umpan

balik tertutup (closed-loop feedback) sehingga mampu mempertahankan posisi sudut secara akurat tanpa memerlukan rangkaian penggerak (driver) tambahan.

4. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Secara konseptual, studi ini sejalan dengan Mustaaf (2021) yang juga mengungkap sistem parkir pintar, hanya saja Mustaaf mengandalkan RFID untuk autentikasi pengguna, sementara penelitian ini lebih menitikberatkan pada deteksi keberadaan kendaraan melalui sensor ultrasonik. Dibandingkan dengan laporan Vydia dkk. (2025) yang lebih terfokus pada peningkatan kompetensi siswa, penelitian ini memberikan dokumentasi teknis yang lebih rinci. Nilai tambah utama dari studi ini ialah pemanfaatan Wokwi yang gratis dan berbasis web, berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu yang masih memerlukan lisensi perangkat lunak (misalnya Proteus) atau perangkat keras fisik. Dengan demikian, penelitian ini memiliki potensi adopsi yang lebih luas di lingkungan pendidikan dengan keterbatasan sumber daya.

Tabel 4. Perbandingan Kinerja dan Metode Pengujian dengan Penelitian Terdahulu

Aspek	Mustaaf (2021)	Vydia dkk. (2025)	Penelitian Ini
Metode Deteksi	RFID	Pembelajaran langsung (hands-on)	Sensor Ultrasonik HC-SR04
Platform	Perangkat keras fisik	Perangkat keras fisik	Wokwi (Simulasi daring)
Biaya	Tinggi (komponen fisik)	Tinggi (komponen fisik)	Rendah (gratis)
Akurasi Deteksi	Tergantung pembacaan RFID	Tidak diukur	Rata-rata error 2,37%
Komponen Output	Servo	Tidak ada	Servo, LED, Buzzer
Tujuan Utama	Sistem parkir berbasis RFID	Peningkatan kompetensi siswa	Simulasi dan pembelajaran sistem parkir
Ketersediaan	Terbatas perangkat	Terbatas perangkat	Akses terbuka (online)

5. Keterbatasan dan Pengembangan ke Depan

Meskipun simulasi Wokwi memberikan banyak kemudahan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, simulasi tidak sepenuhnya merepresentasikan kondisi nyata seperti noise sensor, variasi suhu, dan gangguan lingkungan. Kedua, tidak semua komponen fisik tersedia dalam library Wokwi, misalnya modul RFID RC522 tidak tersedia dalam versi standar Wokwi pada saat penelitian ini dilakukan.

Untuk pengembangan ke depan, sistem dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur-fitur berikut:

1. Penambahan LCD 16x2 untuk menampilkan jumlah slot parkir kosong (seperti penelitian Parwansa et al., 2025)
2. Implementasi metode Fuzzy Logic Tsukamoto untuk penentuan status slot parkir (seperti penelitian Mukti, 2026)
3. Integrasi dengan platform IoT seperti Blynk untuk monitoring jarak jauh (Nurrohman & Wibisono, 2020)
4. Penambahan sistem autentikasi menggunakan RFID untuk keamanan (Sari et al., 2024)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem parkir cerdas otomatis berbasis Arduino yang mengintegrasikan sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo SG90, LED indikator, dan buzzer berhasil dikembangkan dan diuji melalui platform Wokwi dengan seluruh komponen berfungsi sesuai peran masing-masing.
2. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan kendaraan dengan tingkat akurasi tinggi, tercermin dari rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 2,37% pada rentang jarak 5-30 cm, dengan ambang batas deteksi ≤ 20 cm untuk membuka palang.
3. Motor servo bekerja presisi menggerakkan palang pada sudut 90° saat kendaraan terdeteksi dan kembali ke 0° setelah kendaraan melintas.
4. Platform Wokwi terbukti efektif sebagai lingkungan simulasi sistem tertanam yang memberikan pengalaman setara implementasi nyata tanpa perangkat fisik, sehingga menjadi alternatif strategis untuk pembelajaran dan purwarupa di lingkungan dengan keterbatasan sumber daya.

Dampak penelitian ini adalah tersedianya cetak biru teknis sistem parkir pintar yang lengkap dengan dokumentasi rangkaian, kode program, dan prosedur pengujian yang dapat diadopsi langsung dalam kegiatan pembelajaran atau pengembangan lebih lanjut. Kelebihan kontribusi penelitian ini terletak pada tersedianya sistem parkir pintar berbasis simulasi yang dapat diakses secara gratis dan terbuka, sehingga memungkinkan adopsi luas di berbagai institusi pendidikan tanpa kendala biaya perangkat keras. Metodologi yang disajikan dilengkapi dengan gambar skematis rangkaian dan flowchart pemrograman, menjadikannya panduan teknis yang komprehensif dan mudah direplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Sistem Informasi Universitas Ibrahimy yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan teknis dalam penyusunan jurnal ini. Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan terkait dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. S. Salamah and D. L. Putra, "Rancang Bangun Kontrol Smart Parking Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 34-39, 2019.

- [2] D. Hernikawati, "Perbandingan Solusi Parkir Konvensional dengan Smart Parking," *Majalah Semi Ilmiah Populer Komunikasi Massa*, vol. 2, no. 2, pp. 118-130, 2021.
- [3] Z. Pala and N. Inanc, "Smart Parking Applications Using RFID Technology," in *2007 1st Annual RFID Eurasia*, Istanbul, Turkey, 2007, pp. 1-3.
- [4] Alimuddin, "Sistem Parkir Cerdas Sederhana Berbasis Arduino Mega 2560 Rev3," *Jurnal Electro Luceat*, vol. 4, no. 1, pp. 1-12, 2018.
- [5] R. P. Tulodo, R. I. Fitria, A. Sofyan, and E. Budiharjo, "Penggunaan Simulator Wokwi untuk Meningkatkan Literasi Pemrograman Mikrokontroler dalam Proyek Internet of Things," *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 72-81, 2025.
- [6] V. Vydia, A. Hendrawan, and L. M. Huizen, "Peningkatan Kemampuan Penggunaan Arduino Pada Siswa SMAN 1 Tahunan Jepara," *DIMASTIK: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 54-63, 2025.
- [7] R. A. Candra, D. N. Ilham, E. Sipahutar, A. Budiansyah, and Fardiansyah, "Penerapan Simulator Online Wokwi untuk Pembelajaran Mikrokontroler bagi Guru Smk Kabupaten Aceh Selatan," *Jurnal Pengabdian Masyarakat (DCS)*, vol. 1, no. 2, pp. 34-39, 2025.
- [8] D. Parwansa, A. R. Hakim, and A. Triyono, "Rancang Bangun Smart Parking System Berbasis Internet of Things pada Tempat Parkir di Mall," *Kohesi: Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 3, no. 2, pp. 1-12, 2025.
- [9] M. I. Mustaaf, "Perancangan Smart Parking System untuk Menentukan Slot Parking Menggunakan Sensor Radio Frequency Identification," Bachelor thesis, Universitas Semarang, Semarang, Indonesia, 2021.
- [10] E. M. Punuh, "Rancang Bangun Sensor Parkir Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 18-24, 2024.
- [11] H. K. Hoomod and S. M. M. Al-chalabi, "Objects Detection and Angles Effectiveness by Ultrasonic Sensors HC-SR04," *International Journal of Science and Research*, vol. 6, no. 6, pp. 918-928, 2017.
- [12] Rasman, "Prototipe Sistem Manajemen Parkir Mobil Menggunakan Sensor RFID Berbasis Arduino Mega," Bachelor thesis, Universitas Jember, Jember, Indonesia, 2016.
- [13] A. Nurrohman and K. Wibisono, "Pengelolaan Smart Parking System Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Blynk Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, pp. 1-8, 2020.
- [14] D. N. Sari, B. Priyopradono, and A. F. P. Akhir, "Analisis dan Perancangan Sistem Smart Parking Berbasis RFID dengan Penggunaan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM) untuk Mengurangi Risiko Pencurian Kendaraan," *IJTEKSIS: Jurnal Ilmiah Teknik Sistem Informasi*, vol. 6, no. 4, pp. 1-8, 2024.
- [15] D. E. Mukti, "Analisis dan Perancangan Sistem Smart Parking Berbasis RFID dengan Penggunaan Kartu Tanda Mahasiswa (KTM)," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 1-15, 2026.