



Sistem Monitoring Ketersediaan Slot Parkir Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32 dan Sensor Ultrasonik

Andi Saenong^{1,*}, Khaerunnisa Hanapi², Fitriani³, Sartika⁴, Fettyana⁵

¹ Prodi Manajemen Informatika, Universitas Dipa, Makassar, Indonesia

² Prodi Sistem Informasi, Universitas Dipa, Makassar, Indonesia

³ Prodi Teknik Informatika, Universitas Dipa, Makassar, Indonesia

⁴ Program Studi Nautika, Politeknik Maritim AMI Makassar, Makassar, Indonesia

⁵ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Matematika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

Email: ^{1,*}andi.saenong@undipa.ac.id, ²khaerunnisa.hanapi@undipa.ac.id, ³fitriani@undipa.ac.id, ⁴sartika162@gmail.com,

⁵fettyana@unm.ac.id

Email Penulis Korespondensi: andi.saenong@undipa.ac.id

Abstrak—Keterbatasan informasi ketersediaan slot parkir secara real-time menjadi salah satu faktor yang menyebabkan antrean kendaraan, lamanya waktu pencarian tempat parkir, serta potensi kemacetan pada area parkir gedung, pertokoan, maupun pusat perbelanjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi ketersediaan slot parkir secara otomatis dan menampilkan informasi melalui website secara real-time. Sistem dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah dan pengirim data, database sebagai penyimpanan status slot, website sebagai media monitoring, LCD sebagai media informasi lokal, serta motor servo sebagai pengontrol palang pintu parkir. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Prototyping, yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi status slot parkir kosong dan terisi, mengirimkan data dari ESP32 ke database, serta memperbarui tampilan website dalam waktu rata-rata 2–3 detik pada kondisi jaringan stabil. Selain itu, sistem mampu mengontrol palang pintu secara otomatis berdasarkan ketersediaan slot parkir. Berdasarkan hasil pengujian, sistem memperoleh rata-rata akurasi sebesar 94,16%. Dengan demikian, sistem parkir cerdas yang dikembangkan dapat menjadi solusi monitoring dan manajemen parkir yang lebih efektif, efisien, otomatis, dan mudah diakses melalui jaringan internet.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT); Smart Parking; Sistem Kendali; ESP32; Manajemen Ruang Parkir

Abstract—Limited real-time information on parking slot availability is one of the factors that causes vehicle queues, long parking search times, and potential congestion in parking areas of buildings, shops, and shopping centers. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based smart parking system that is able to automatically detect parking slot availability and display information via a website in real-time. The system was developed using an ultrasonic sensor to detect the presence of vehicles in parking slots, an ESP32 microcontroller as a data processor and sender, a database as a slot status storage, a website as a monitoring medium, an LCD as a local information medium, and a servo motor as a parking barrier controller. The research method used is Research and Development (R&D) with a Prototyping model, which includes the stages of needs analysis, system design, prototype creation, implementation, testing, and evaluation. The test results show that the system is able to detect the status of empty and occupied parking slots, send data from the ESP32 to the database, and update the website display in an average of 2–3 seconds under stable network conditions. In addition, the system is able to automatically control the barrier based on parking slot availability. Based on the test results, the system achieved an average accuracy of 94.16%. Therefore, the developed smart parking system can be a more effective, efficient, automated, and easily accessible parking monitoring and management solution via the internet.

Keywords: Internet of Things (IoT); Smart Parking; Control System; ESP32; Parking Space Management

1. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah kendaraan roda empat di wilayah perkotaan terus mengalami peningkatan (BPS-Statistics Indonesia, 2025). Namun, kondisi tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan lahan parkir yang memadai. Penggunaan kendaraan pribadi sebagai sarana transportasi harian juga semakin dominan di berbagai kalangan masyarakat. Salah satu dampak dari meningkatnya penggunaan kendaraan pribadi adalah bertambahnya kebutuhan akan lahan parkir, terutama pada lokasi-lokasi yang ramai dikunjungi, seperti pusat perbelanjaan, pertokoan, dan mal. Kondisi ini menyebabkan pengendara sering mengalami kesulitan dalam menemukan slot parkir yang kosong. Pengelolaan lahan parkir saat ini, khususnya di area pertokoan dan mall, masih banyak dilakukan secara konvensional. Pada sistem tersebut, juru parkir bertugas mengarahkan kendaraan menuju area parkir yang masih tersedia. Namun, dalam kondisi tertentu, terutama ketika jumlah kendaraan yang keluar masuk sangat tinggi, juru parkir sering kali tidak mampu mengatur arus kendaraan secara optimal. Akibatnya, pengendara membutuhkan waktu lebih lama untuk mencari tempat parkir. Hal ini dapat menimbulkan kemacetan di area parkir, meningkatkan polusi udara, memicu parkir liar, serta menimbulkan stres bagi pengemudi. Permasalahan tersebut semakin kompleks karena belum tersedianya sistem pemantauan ketersediaan slot parkir secara *real-time* yang mampu memberikan informasi akurat kepada pengendara.

Permasalahan lahan parkir juga menjadi perhatian pemerintah kota Makassar, Sulawesi Selatan. Digitalisasi menjadi solusi terhadap permasalahan lahan parkir di kota Makassar (Makassar, 2025). Berbagai penelitian digitalisasi lahan parkir dengan pemanfaatan teknologi berbasis IoT menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan, sistem informasi parkir berbasis *website* dan IoT (Vincent & Primawan, 2020) sistem memanfaatkan sensor ultrasonik,



NodeMCU, *Raspberry pi* dan *website* untuk monitoring lahan parkir. Sistem ini memiliki kelemahan dimana tidak dilakukan pengaturan kendaraan keluar masuk sesuai ketersediaan lahan parkir. Penelitian dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk pemantauan ketersediaan lahan parkir berbasis arduino (Pulungan et al., 2022). *System* ini terbatas pada akses *local* dimana *system* tidak dapat diakses secara *online*. Penggunaan RFID (*Radio Frequency Identification*) sebagai id yang digunakan untuk sistem buka tutup gerbang (Saputra et al., 2024). Pada penelitian (Darpono & Aldi, 2020) *system* monitoring lahan parkir dengan menggunakan sensor infrared dan aplikasi blink.

Teknologi *mikrokontroler* dan *Internet of Things (IoT)* menjadi salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan dalam sistem manajemen parkir modern. Penerapan IoT memungkinkan proses pemantauan ketersediaan slot parkir dilakukan secara otomatis, terhubung, dan real-time, sehingga informasi mengenai kondisi lahan parkir dapat disampaikan kepada pengguna secara lebih cepat dan akurat. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem parkir berbasis IoT dengan berbagai jenis sensor dan media pemantauan. Namun, masih terdapat beberapa keterbatasan, antara lain penggunaan sensor infrared yang memiliki rentang deteksi terbatas, ketergantungan pada aplikasi tertentu yang harus diinstal terlebih dahulu, serta sistem monitoring yang masih bersifat lokal sehingga belum sepenuhnya fleksibel untuk diakses secara daring oleh pengguna. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sensor *infrared* memiliki keterbatasan pada rentang pengukuran tertentu, misalnya sekitar 15–150 cm (Yunardi et al., 2017), sehingga penggunaannya perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan parkir yang sebenarnya. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem parkir cerdas berbasis *Internet of Things* dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik HC-SR04 dipilih karena mampu melakukan pengukuran jarak pada rentang sekitar 2–400 cm dengan tingkat presisi tertentu, sehingga lebih sesuai digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir. Dalam konteks sistem parkir, penggunaan sensor ultrasonik telah banyak diterapkan karena mampu mendeteksi objek kendaraan dan mendukung proses pemantauan ketersediaan ruang parkir secara otomatis (Purwanto et al., 2019). Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini dirancang agar dapat memantau ketersediaan slot parkir secara real-time melalui dashboard berbasis web. Pemanfaatan website sebagai media pemantauan bertujuan untuk memberikan kemudahan akses bagi pengguna tanpa harus menginstal aplikasi tambahan. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui informasi ketersediaan slot parkir secara langsung melalui perangkat yang terhubung ke internet. Pendekatan serupa juga telah diterapkan pada beberapa penelitian terdahulu, seperti sistem monitoring slot parkir berbasis ESP32, sensor ultrasonik, dan web *dashboard* IoT, serta sistem ketersediaan ruang parkir berbasis IoT yang menampilkan informasi melalui *platform* daring dan LCD.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan website sebagai media pemantauan ketersediaan slot parkir secara otomatis dan real-time. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kondisi slot parkir, baik kosong maupun terisi, melalui pembacaan sensor ultrasonik yang kemudian diproses oleh ESP32 dan dikirimkan ke sistem berbasis website. Dengan adanya integrasi tersebut, informasi ketersediaan slot parkir dapat diperbarui secara otomatis tanpa memerlukan pencatatan manual, sehingga pengguna dapat memperoleh data kondisi parkir secara cepat, akurat, dan mudah diakses melalui jaringan internet. Pada implementasinya, sistem ini diharapkan mampu meminimalkan kemacetan di area parkir yang disebabkan oleh kurangnya informasi mengenai ketersediaan slot kosong secara real-time. Melalui sistem parkir cerdas ini, pengguna dapat memantau ketersediaan slot parkir pada area perkantoran, pertokoan, maupun pusat perbelanjaan sebelum tiba di lokasi. Informasi yang ditampilkan melalui website secara real-time diharapkan dapat membantu pengendara dalam menghemat waktu pencarian tempat parkir, mengurangi antrean kendaraan di pintu masuk, serta menekan potensi kepadatan lalu lintas di sekitar area parkir. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan sistem manajemen parkir yang lebih efektif, efisien, otomatis, dan terintegrasi berbasis IoT.

2. METODOLOGI PENELITIAN

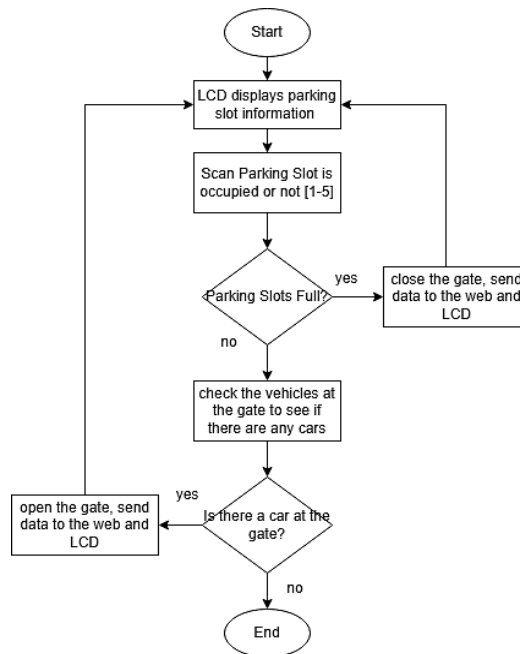
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan Prototyping (Okpatrioka, 2023). Metode R&D bertujuan untuk menghasilkan produk atau sistem tertentu, kemudian menguji keefektifan dan kelayakannya dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi. Model *Prototyping* digunakan karena penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) yang membutuhkan proses perancangan, pembuatan purwarupa, pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan sistem secara bertahap. Melalui model ini, sistem dapat dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengguna dan kondisi lapangan, sehingga hasil akhir yang diperoleh lebih sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, sistem parkir cerdas dikembangkan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kondisi slot parkir, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah dan pengirim data, serta website sebagai media pemantauan ketersediaan slot parkir secara otomatis dan real-time. Sistem yang dikembangkan kemudian diuji melalui serangkaian pengujian fungsional dan pengujian kinerja untuk memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi slot parkir kosong maupun terisi secara akurat, efisien, dan dapat diandalkan dalam lingkungan nyata.

2.1 Perancangan sistem

Tahapan perancangan sistem merupakan tahap awal dalam penelitian ini yang mencakup persiapan perangkat keras, penyusunan algoritma sistem, serta perancangan antarmuka berbasis website. Pada tahap ini, seluruh komponen utama,

seperti sensor ultrasonik (Purwanto et al., 2019), mikrokontroler ESP32 (Azhar & Nurpulaela, 2024), dan website monitoring, dirancang agar dapat saling terintegrasi dalam mendeteksi serta menampilkan informasi ketersediaan slot parkir secara otomatis dan *real-time*. Perancangan ini menjadi dasar dalam proses implementasi sistem parkir cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)*. Pada penelitian ini, sistem parkir cerdas dikembangkan dengan menggunakan algoritma pemrograman sederhana untuk mengontrol servo motor yang digunakan dalam membuka dan menutup gerbang parkir secara otomatis. Algoritma ini memanfaatkan enam buah sensor yang memiliki peran masing-masing dalam mendeteksi status slot parkir dan kendaraan yang akan masuk ke area parkir.

Sensor 1 hingga sensor 5 digunakan untuk mendeteksi apakah slot parkir terisi atau kosong, dengan masing-masing sensor berfungsi untuk memonitor keberadaan kendaraan pada slot yang terpisah. Sensor 6, di sisi lain, digunakan untuk mendeteksi kendaraan yang akan masuk melalui gerbang parkir. Berdasarkan data yang diterima dari sensor-sensor tersebut, servo motor akan dikendalikan untuk membuka atau menutup gerbang sesuai dengan ketersediaan slot parkir dan status kendaraan yang terdeteksi. Dalam sistem ini, terdapat dua kondisi utama yang mengontrol pergerakan servo motor: pertama, jika semua slot parkir terisi, maka gerbang parkir tidak akan terbuka meskipun ada kendaraan yang ingin masuk. Kedua, jika dalam waktu 30 detik ada slot parkir yang kosong, maka gerbang parkir akan terbuka ketika kendaraan terdeteksi pada sensor gerbang. Dengan logika ini, sistem dapat mengatur alur kendaraan yang masuk dengan efisien, mengurangi kemacetan, dan memaksimalkan penggunaan ruang parkir yang tersedia seperti terlihat **Gambar 1**.



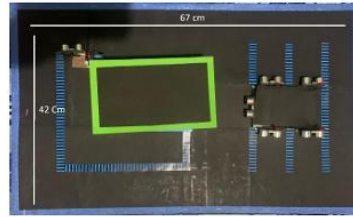
Gambar 1. Arsitektur Sistem Parkir

Sistem parkir cerdas ini dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* (Sutisna & Novita, 2025) untuk mendeteksi dan menampilkan informasi ketersediaan slot parkir secara otomatis dan *real-time* pada area parkir gedung maupun pusat perbelanjaan. Sensor *ultrasonik* dipasang pada setiap slot parkir untuk mendeteksi keberadaan kendaraan. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk menentukan status slot parkir, apakah kosong atau terisi. Selanjutnya, informasi tersebut ditampilkan melalui LCD di area parkir dan *website* monitoring yang dapat diakses oleh pengguna secara *real-time*. Sistem ini memiliki beberapa fungsi utama, yaitu:

1. Deteksi slot parkir, yaitu sensor ultrasonik mengidentifikasi kondisi setiap slot parkir berdasarkan keberadaan kendaraan.
2. Penyajian informasi ketersediaan slot, yaitu status slot kosong dan terisi ditampilkan melalui LCD serta website secara *real-time*.
3. Kontrol gerbang parkir, yaitu sistem mengatur akses masuk kendaraan berdasarkan ketersediaan slot parkir. Apabila seluruh slot telah terisi, gerbang parkir akan tetap tertutup dan LCD menampilkan informasi “Slot Penuh”.

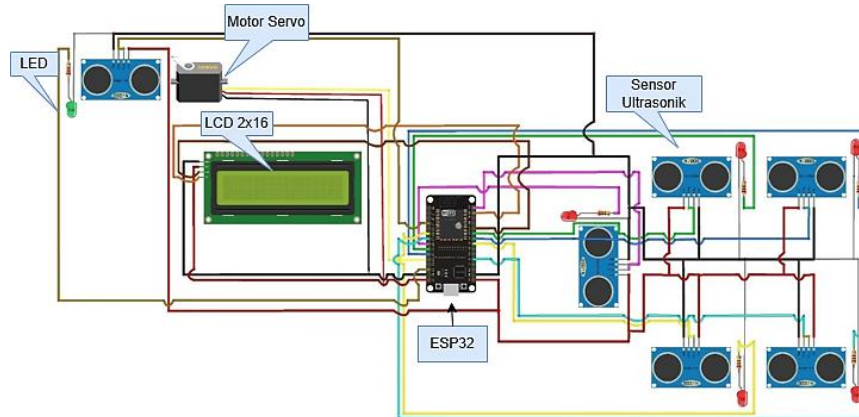
2.2 Prototype System Parkir

Sistem yang dikembangkan dengan menggunakan perangkat *mikrokontroler* dan *Internet of Things (IoT)* bisa mencakup berbagai komponen yang saling terhubung untuk membentuk *prototype* yang dapat berfungsi dengan baik. Model atau versi kecil seperti terlihat pada **Gambar 2** merupakan sistem yang dikembangkan digunakan untuk demonstrasi atau pengujian. Miniatur ini memungkinkan pengujian ide, fungsionalitas, dan interaksi antar perangkat tanpa memerlukan implementasi skala penuh Gambar 2. Pada penelitian ini menggunakan 6 sensor, dimana sensor 1 sampai 5 digunakan untuk deteksi slot kosong, dan untuk sensor 6 digunakan untuk membuka gerbang.



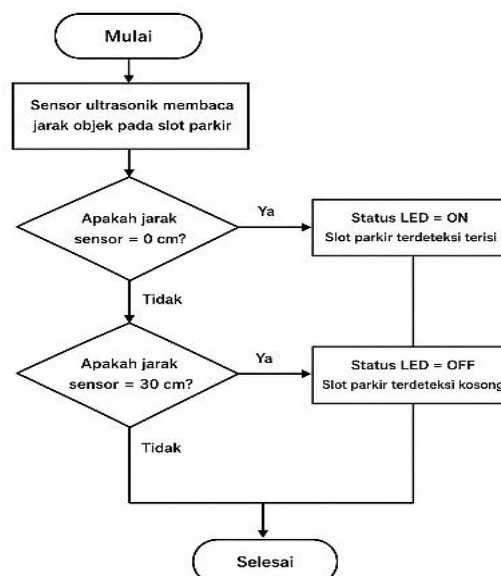
Gambar 2. Miniatur Prototype

Secara keseluruhan, desain sistem dan wiring diagram yang dikembangkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Wiring diagram sistem

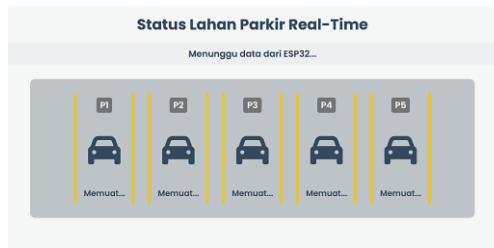
1. Mikrokontroler ESP32 (Node MCU) dengan kemampuan *Wi-Fi* dan *Bluetooth built-in*, yang ideal untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)*. ESP32 ini digunakan untuk menghubungkan perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat untuk mengirim data ke website (Gutomo et al., 2026). Esp32 tidak hanya mengirim data ke website tetapi juga mengirim data ke layar LCD.
2. Sensor *ultrasonic HC-SR04* digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang *ultrasonic* (Fitriani et al., 2025). Sensor ini digunakan untuk mendeteksi apakah sebuah slot parkir kosong atau penuh dengan mengukur jarak antara sensor dan objek dengan toleransi + 5cm. Hasil pengukuran akan dikirimkan oleh ESP32 untuk memantau ketersediaan slot (Ilmaghfiroh & Sujono, 2026).
3. *LCD: (Liquid Crystal Display)* digunakan untuk menampilkan informasi secara visual. Dalam sistem ini, LCD digunakan untuk menunjukkan status slot parkir, misalnya menampilkan "Slot Tersedia" atau "Slot Penuh," yang memberikan informasi langsung kepada pengguna atau pengelola parkir (Lubis et al., 2022).
4. *Light Emitting Diode (LED)* digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan status atau kondisi sensor apakah ada kendaraan atau tidak:



Gambar 4. Logika Indikator LED

Jika jarak yang terdeteksi oleh sensor HC-SR04 adalah 0 mm, maka LED akan ON. LED (Light Emitting Diode) komponen elektronik yang mengeluarkan cahaya saat diberi tegangan listrik. LED digunakan untuk memberikan umpan balik yang mudah dilihat oleh pengguna, sehingga pengguna lahan parkir dapat mengetahui slot dalam kondisi kosong atau terisi dari jarak yang cukup jauh dari slot yang kosong (Azhar & Nurpulaela, 2024). Dengan cara ini, LED memberikan umpan balik yang jelas dan cepat kepada pengguna, meningkatkan efisiensi dalam mencari slot parkir kosong dan mengurangi waktu yang terbuang dalam mencari tempat parkir. Servo Motor DC (Direct Current) Jenis motor listrik yang dirancang untuk memberikan kontrol yang sangat presisi terhadap posisi arah putaran berbasis derajat. Servo motor bekerja dengan menggunakan sistem umpan balik (feedback system) untuk mengontrol posisi rotor (Lesmana & Sukarno, 2025). Servo motor terdiri dari beberapa komponen seperti Motor: Menggerakkan rotor, Gearbox: Menerjemahkan putaran motor menjadi gerakan linier atau rotasi dengan tingkat presisi tinggi, Encoder atau Potensiometer: Mengukur posisi motor secara real-time dan mengirimkan informasi ke pengontrol, dan Pengontrol: Menyediakan sinyal kontrol untuk memutar motor ke posisi yang diinginkan. Pada penelitian ini servo berfungsi untuk membuka dan menutup gerbang parkir dimana buka bernilai 90 derajat dan tutup bernilai 0 derajat.

Untuk memudahkan akses informasi ketersediaan slot parkir, sistem ini dilengkapi dengan antarmuka berbasis website (Anggono et al., 2023) yang dapat diakses melalui jaringan internet. Perancangan website dibantu menggunakan Bahasa pemrograman HTML dan menggunakan database *Firebase* (Cahyadi et al., 2019). Website tersebut berfungsi sebagai media monitoring yang menampilkan informasi jumlah slot parkir kosong dan terisi secara *real-time* (Rahman et al., 2024). Dengan adanya antarmuka ini, pengguna lahan parkir dapat mengetahui ketersediaan slot kosong sebelum tiba di lokasi tujuan, sehingga proses pencarian tempat parkir menjadi lebih efektif dan efisien. Tampilan antarmuka website sistem parkir cerdas ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Website-based interface display

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk menilai berbagai komponen sistem, seperti sensor, indikator LED, LCD, dan servo motor yang digunakan untuk mengontrol buka tutup gerbang parkir. Pada pengujian ini, sistem akan diuji dalam beberapa kondisi untuk memastikan bahwa sensor dapat mendeteksi objek dengan akurat, indikator LED memberikan umpan balik yang jelas kepada pengguna, LCD menampilkan informasi yang sesuai mengenai ketersediaan slot parkir, dan servo motor berfungsi dengan baik untuk membuka dan menutup gerbang parkir secara otomatis. Pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang seberapa efektif sistem dalam mengoptimalkan alur kendaraan dan mengurangi kemacetan di area parkir, serta sejauh mana sistem dapat memberikan solusi praktis dalam pengelolaan lahan parkir.

3.1 Pembacaan slot parkir

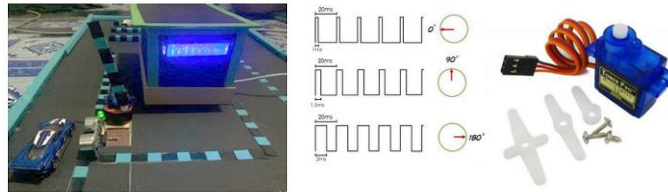
Pengujian dilakukan untuk menguji kinerja sensor dalam mendeteksi objek di lahan parkir. Dalam pengujian ini seperti terlihat pada gambar 6, sebuah LED digunakan sebagai indikator visual untuk memberikan umpan balik secara langsung mengenai status deteksi objek pada setiap slot parkir. LED berfungsi untuk memperjelas apakah slot parkir terisi atau kosong, sehingga mempermudah pengguna dalam mengetahui kondisi slot parkir tanpa perlu mendekati setiap lokasi. Sistem ini dirancang untuk mengenali objek sesuai dengan skenario yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, ketika sensor mendeteksi objek (seperti kendaraan yang terparkir), LED akan menyala untuk menunjukkan bahwa slot tersebut terisi. Sebaliknya, jika sensor tidak mendeteksi objek, LED akan mati, mengindikasikan bahwa slot parkir kosong. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi objek dengan baik dan memberikan informasi yang jelas kepada pengguna melalui indikator LED.



Gambar 6. Hasil Pengujian pembacaan sensor ultrasonik

3.2 Pembukaan Gerbang

Pengujian pembukaan gerbang pada **Gambar 7** dimana motor servo berfungsi dengan baik dalam mengendalikan plang gerbang parkir otomatis, dengan gerakan yang telah ditentukan pada 90 derajat untuk membuka dan 0 derajat untuk menutup. Respon terhadap input sensor berjalan lancar dan cepat, tanpa masalah, baik saat slot parkir penuh maupun kosong. Servo motor menunjukkan kinerja yang stabil, dapat membuka atau menutup gerbang sesuai dengan kondisi, dan memberikan respon dalam waktu kurang dari 2 detik. Dengan kinerja yang efisien dan stabil, sistem parkir otomatis ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan ruang parkir dan meminimalkan kemacetan.



Gambar 7. Servo berhasil membuka gerbang

3.3 Respon System Pada Kondisi Full

Sensor ultrasonik yang dipasang pada pintu masuk berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan yang akan memasuki area parkir. Ketika kendaraan terdeteksi dan sistem mengidentifikasi bahwa masih terdapat slot parkir kosong, maka mikrokontroler ESP32 akan mengaktifkan motor servo untuk membuka palang pintu parkir secara otomatis hingga sudut 90 derajat. Pada saat yang sama, LCD menampilkan informasi jumlah slot parkir yang masih tersedia sebagai umpan balik visual bagi pengemudi. Sebaliknya, apabila seluruh slot parkir telah terisi, maka palang pintu parkir tidak akan terbuka dan LCD akan menampilkan pesan “MAAF PARKIRAN PENUH”. Pesan tersebut memberikan informasi secara langsung kepada pengemudi bahwa tidak tersedia slot parkir kosong. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu merespons kondisi kendaraan dan ketersediaan slot parkir dengan waktu respons sekitar 2 detik.



Gambar 8. Tampilan LCD slot full

3.4 Pengujian Interface Berbasis Website

Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor ultrasonik dapat dikirim oleh ESP32 ke database dan ditampilkan pada website secara *real-time*. Ketika sensor mendeteksi kendaraan pada slot parkir, sistem mengirimkan status “terisi” ke database dan website menampilkan indikator berwarna merah. Sebaliknya, ketika slot tidak terdeteksi kendaraan, sistem mengirimkan status “kosong” dan website menampilkan indikator berwarna hijau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan kondisi pada perangkat keras dapat diperbarui pada database dan ditampilkan pada website sesuai dengan kondisi aktual slot parkir.













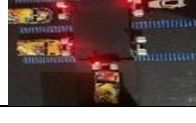

Gambar 9. Tampilan website

3.5 Pembacaan Slot Kosong Di Website

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap kinerja sensor ultrasonik dalam mendeteksi status slot parkir serta pengujian integrasi data antara perangkat keras dan sistem berbasis website. Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan bahwa sensor mampu mendeteksi keberadaan objek atau kendaraan secara akurat, baik ketika slot parkir dalam kondisi terisi maupun kosong. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke database sebagai sumber data utama pada sistem monitoring. Selanjutnya, antarmuka website diuji untuk memverifikasi bahwa data yang tersimpan pada database dapat ditampilkan secara *real-time* sesuai dengan kondisi aktual slot parkir. Status slot terisi divisualisasikan dengan indikator gambar mobil berwarna merah, sedangkan status slot kosong divisualisasikan dengan indikator berwarna hijau. Dengan demikian, pengujian ini tidak hanya menilai

tampilan antarmuka website, tetapi juga memastikan bahwa alur integrasi data dari sensor ultrasonik, ESP32, database, hingga website telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem.


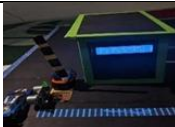






Tabel 1. Pembacaan slot pada website







Sensor Reading (A1)	Slot monitoring results (B1) database	Test Results	Distance Between Sensor and Vehicle
		A1: all slots are filled. B1: all slots are filled	1,2cm
		A1: p1 is empty B1: p1 is empty	1,5cm
		A1: p2 is empty B1: p2 is empty	2cm
		A1: p3 is empty B1: p3 is empty	2,1cm
		A1: p4 is empty B1: p4 is empty	2,2cm
		A1: p5 is empty B1: p5 is empty	2,3cm

3.6 Pengujian Servo

Tahapan pengujian ini bertujuan untuk menguji algoritma pengendalian servo motor yang berfungsi membuka dan menutup gerbang parkir secara otomatis. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa servo motor dapat merespons sinyal dari sensor sesuai dengan logika yang telah dirancang, yaitu membuka gerbang ketika terdapat kendaraan yang akan masuk dan masih tersedia slot parkir kosong, serta menutup gerbang ketika seluruh slot parkir terisi. Melalui pengujian ini, dapat diketahui tingkat keakuratan dan keandalan algoritma dalam mengatur pergerakan servo agar sistem parkir otomatis dapat beroperasi dengan lancar dan efisien.

Tabel 2. Pengujian gerbang





Website (A2)	Servo (B2)	Information
		A2: all slots are empty B2: open servo <i>servo response time 2 seconds</i>
		A2: p1 is empty B2: open servo <i>servo response time 1,6 seconds</i>
		A2: p2 is empty B2: open servo <i>servo response time 2 seconds</i>
		A2: p3 is empty B2: open servo <i>servo response time 2,1 seconds</i>

Website (A2)	Servo (B2)	Information
		A2: p4 is empty B2: open servo <i>servo response time 2 seconds</i>
		A2: p5 is empty B2: open servo <i>servo response time 2 seconds</i>
		A2: Full Slot B2: Close Servo <i>servo response time 2 seconds</i>

3.7 Pengujian Pembacaan Jarak

Pengujian pada tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan deteksi slot parkir yang disebabkan oleh posisi kendaraan yang tidak sesuai dengan area parkir yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan kendaraan, baik pada kondisi kendaraan terparkir secara tepat di dalam area slot maupun pada kondisi kendaraan bergeser ke kiri, ke kanan, atau berada terlalu jauh dari jangkauan sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa posisi kendaraan yang tidak sejajar dengan area deteksi dapat memengaruhi akurasi pembacaan sensor, sehingga sistem berpotensi menampilkan status slot parkir yang tidak sesuai dengan kondisi aktual. Kondisi ini menjadi salah satu keterbatasan sistem karena sensor ultrasonik memiliki area deteksi yang bergantung pada jarak dan arah pantulan objek.

Tabel 3. Pembacaan jarak sensor

Website database (A3)	Motor Servo (B3)	Information
		A3: p5 is empty B3: sensor reading failed due to car shifting to the left
		A3: p5 is empty B3: sensor reading failed due to the car going too far

3.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem parkir cerdas dalam menjalankan fungsi utama yang telah dirancang. Pengujian ini mencakup kemampuan sensor ultrasonik dalam mendeteksi kondisi slot parkir kosong dan terisi, proses pengiriman data dari ESP32 ke database, pembaruan informasi pada website secara real-time, tampilan informasi pada LCD, serta *respons* motor servo dalam mengontrol palang pintu parkir. Setiap skenario pengujian dilakukan beberapa kali untuk memperoleh gambaran tingkat keberhasilan dan kegagalan sistem. Hasil pengujian tersebut kemudian dihitung menggunakan persentase akurasi berdasarkan jumlah pengujian yang berhasil dibandingkan dengan total pengujian yang dilakukan. Rekapitulasi hasil pengujian akurasi sistem parkir cerdas ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Akurasi Sistem Parkir Cerdas

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Pengujian	Berhasil	Gagal	Akurasi
1	Deteksi slot parkir kosong	20	19	1	95%
2	Deteksi slot parkir terisi	20	18	2	90%
3	Pengiriman data ESP32 ke database	20	19	1	95%
4	Pembaruan status pada website	20	19	1	95%
5	Kontrol motor servo saat slot tersedia	10	9	1	90%
6	Kontrol motor servo saat parkir penuh	10	10	0	100%
7	Tampilan informasi pada LCD	20	19	1	95%

Rata-rata akurasi sistem:

Total pengujian = 120

Total berhasil = 113

Total gagal = 7



Rata-rata akurasi sistem = 94,16%

Rumus yang digunakan:

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{\text{Jumlah Pengujian Berhasil}}{\text{Total Pengujian}} \right) * 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, sistem parkir cerdas yang dikembangkan menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 94,16% dari total 120 skenario pengujian. Pengujian deteksi slot kosong memperoleh akurasi sebesar 95%, sedangkan deteksi slot terisi memperoleh akurasi sebesar 90%. Kegagalan deteksi umumnya terjadi pada kondisi kendaraan tidak berada tepat pada area pembacaan sensor, seperti kendaraan bergeser ke kiri, ke kanan, atau terlalu jauh dari jangkauan sensor ultrasonik.

Selain itu, pengiriman data dari ESP32 ke database dan pembaruan status pada website masing-masing memperoleh akurasi sebesar 95% dengan waktu pembaruan rata-rata 2–3 detik pada kondisi jaringan stabil. Pengujian kontrol motor servo juga menunjukkan hasil yang baik, yaitu 90% pada kondisi slot tersedia dan 100% pada kondisi parkir penuh. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah mampu bekerja secara otomatis dan real-time dalam mendeteksi ketersediaan slot parkir, memperbarui database, menampilkan informasi pada website, serta mengontrol palang pintu parkir sesuai kondisi aktual di lapangan.

4. KESIMPULAN

Beberapa hasil dari pengujian system pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu (Darpono & Aldi, 2020; Gutomo et al., 2026; Ilmaghifroh & Sujono, 2026; Pulungan et al., 2022; Sutisna & Novita, 2025; Vincent & Primawan, 2020) pada *system* yang dikembangkan memiliki keunggulan system dapat mengontrol buka tutup gerbang sesuai kondisi slot parkir, *system* dikembangkan menggunakan website dengan database yang responsive dengan waktu di antara 2-3 *seconds*. Sistem website terbuka umum tanpa ada login. System ini memudahkan monitoring slot parkir bagi pengguna sejak mulai berangkat sampai tiba di lokasi parkir. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem parkir cerdas berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, database, website, LCD, dan motor servo. Sistem ini mampu mendeteksi kondisi slot parkir kosong maupun terisi secara otomatis, kemudian mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke database untuk ditampilkan pada website secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses pengiriman data dari ESP32 ke database membutuhkan waktu rata-rata 2–3 detik pada kondisi jaringan yang stabil. Informasi status slot parkir yang ditampilkan pada website telah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan, yaitu indikator merah untuk slot terisi dan indikator hijau untuk slot kosong. Selain itu, sistem juga mampu mengontrol palang pintu parkir secara otomatis. Apabila masih tersedia slot kosong, motor servo akan membuka palang pintu hingga sudut 90 derajat, sedangkan ketika seluruh slot telah terisi, palang pintu tetap tertutup dan LCD menampilkan informasi bahwa parkir penuh. Berdasarkan hasil pengujian akurasi, sistem memperoleh rata-rata akurasi sebesar 94,16%. Kegagalan deteksi yang terjadi umumnya disebabkan oleh posisi kendaraan yang tidak sesuai dengan area deteksi sensor, seperti kendaraan bergeser ke kiri, ke kanan, atau berada terlalu jauh dari jangkauan sensor ultrasonik. Oleh karena itu, untuk meningkatkan keandalan sistem, pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan dua sensor pada setiap slot parkir, yaitu sensor dari arah depan kendaraan dan sensor dari arah atas kendaraan. Dengan adanya mekanisme deteksi ganda tersebut, sistem diharapkan mampu meminimalkan kesalahan pembacaan dan meningkatkan akurasi informasi ketersediaan slot parkir. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi alternatif solusi dalam manajemen parkir modern karena mampu memberikan informasi ketersediaan slot parkir secara otomatis, real-time, dan terbuka melalui website tanpa proses login. Sistem ini dapat membantu pengguna mengetahui ketersediaan slot parkir sebelum tiba di lokasi, mengurangi waktu pencarian tempat parkir, menekan antrean kendaraan di pintu masuk, serta mendukung pengelolaan parkir yang lebih efektif dan efisien.

REFERENCES

- Anggono, S. U., Siswanto, E., Fajri, L. R. H. A., & Munifah4. (2023). User Interface Berbasis Web Pada Perangkat Internet Of Things. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Informatika (TEKNIK)*, 3(1), 35–54.
- Azhar, M. F., & Nurlaela, L. (2024). Implementasi Penggunaan Esp32 Sebagai Iot Pada Project Smart Charger di PT. Pasifik Satelit Nusantara Bekasi. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 7248–7253.
- BPS-Statistics Indonesia. (2025, February 21). *Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Kendaraan di Provinsi Sulawesi Selatan (unit), 2024 - Statistical Data - BPS-Statistics Indonesia Sulawesi Selatan Province*. BPS-Statistics Indonesia. <https://sulsel.bps.go.id/en/statistics-table/3/VjJ3NGRGa3dkRk5MTIU1bVNFOTVVbmQyVURSTVFUMDkjMw==/jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-kendaraan-di-provinsi-sulawesi-selatan--2016.html?year=2024>
- Cahyadi, R., Damayanti, A., & Setiawan, I. (2019). Teknologi Firebase Untuk Aplikasi Laporan Akakom. *Jurnal Informatika Dan Komputer (JIKO)*, 4(1), 11–17.
- Darpono, R., & Aldi, M. F. (2020). Sistem Monitoring Parkir Mobil Bertema IoT (Internet of Things). *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 9(2), 47–51. <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2012>



- Fitriani, Saenong, A., & Idris, M. A. (2025). Optimasi Kinerja Sensor Ultrasonik pada Prototype Sistem Monitoring Slot Parkir. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 6(2), 189–196. <https://doi.org/10.47065/tin.v6i2.8066>
- Gutomo, Y. E. O., Aditya, L., & Naibaho, N. (2026). Implementasi IoT pada Sistem Parkir Pintar Berbasis ESP32 dengan Monitoring Real-Time ThingSpeak. *Jurnal Elektro*, 14(1), 1–10.
- Ilmaghfiroh, S. L., & Sujono. (2026). Sistem Monitoring Slot Parkir Berbasis Esp32 Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Web Dashboard Iot. *Jurnal Sistem Komputer (SISKOM)*, 6(1), 33–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.35870/siskom.v6i1.1799>
- Lesmana, K., & Sukarno, S. A. (2025). Prototipe Penggunaan Motor Servo Untuk Dispenser Otomatis Berbasis Arduino dan Sensor HC-SR04. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 13(2), 16–22.
- Lubis, A. K., Yanie, A., & Sawitri, D. (2022). Desain Dan Perancangan Alat Pantau Energi Listrik Di Rumah Jarak Jauh Berbasis IoT. *JURNAL MeSTeRI*, 01(01), 46–53.
- Makassar, P. K. (2025). *Digitalisasi Parkir Makassar Resmi Diluncurkan, 27 Jukir di 16 Titik Jadi Percontohan - Portal Resmi Pemerintah Kota Makassar*. <https://makassarkota.go.id/2025/09/digitalisasi-parkir-makassar-resmi-diluncurkan-27-jukir-di-16-titik-jadi-percontohan/>
- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *DHARMA ACARIYA NUSANTARA: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>
- Pulungan, A. I., Sumarno, Gunawan, I., Tambunan, H. S., & Damanik, A. R. (2022). Rancang Bangun Sistem Parkir dan Ketersediaan Slot Parkir Otomatis Menggunakan Arduino. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 2(2), 127–136. <https://doi.org/10.54082/jiki.33>
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.
- Rahman, R. M. A., Nurchim, & Muhammad, N. F. (2024). *Rancang Bangun UI/UX Website Laboratorium Internet of Things Universitas Duta Bangsa Surakarta*. 17, 93–108.
- Saputra, D., Martias, & Meilinda, E. (2024). Pengembangan Sistem Pengaman Pintu Gudang Menggunakan Metode R&D Berbasis RFID Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Pendidikan*, 4(1), 18–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.25008/jitp.v4i1.75>
- Sutisna, B., & Novita, D. (2025). Implementasi Internet of Things (IoT) dan Sensor Cerdas dalam Optimalisasi Manajemen Sistem Parkir. *Jurnal Ilmiah Ilmu Teknik Mesin, Industri & Komputer (MURATEK)*, 1(1), 11–20.
- Vincent, N., & Primawan, A. B. (2020). Sistem Informasi Parkir Pintar berbasis Web dan IoT. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 101–112.
- Yunardi, R. T., Winarno, & Pujiyanto. (2017). Analisa Kinerja Sensor Inframerah dan Ultrasonik untuk Sistem Pengukuran Jarak pada Mobile Robot Inspection. *Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 6(1), 33–41.