



## SMART PARKING SYSTEM 2 SLOT BERBASIS ESP32

Muhammad Akram Haidar Syah<sup>1</sup>, Aidil Syahputra Indardi<sup>2</sup>, Nesty Aulia  
Hutagaol<sup>3</sup>, Eka Dodi Suryanto, <sup>4</sup>, Dian Putra Saragi, <sup>5</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps.V, Kota Medan, Provinsi  
Sumatera Utara, Negara Indonesia, Kode Pos 20221

<sup>1</sup>[mhdakram.5231230021@mhs.ac.id](mailto:mhdakram.5231230021@mhs.ac.id), <sup>2</sup>[aidil.5231230001@mhs.unimed.ac.id](mailto:aidil.5231230001@mhs.unimed.ac.id),  
<sup>3</sup>[nesty.5232530007@mhs.unimed.ac.id](mailto:nesty.5232530007@mhs.unimed.ac.id), <sup>4</sup>[ekadodisuryanto@unimed.ac.id](mailto:ekadodisuryanto@unimed.ac.id), <sup>5</sup>[dianpsaragi@unimed.ac.id](mailto:dianpsaragi@unimed.ac.id)

**Abstract.** *The rapid growth of motor vehicles has increased the demand for efficient and automated parking management systems. This study aims to design and implement a two-slot smart parking system based on the ESP32 microcontroller to detect parking availability and control vehicle access automatically. The system utilizes HC-SR04 ultrasonic sensors to detect vehicle presence and infrared sensors to validate vehicle movement at entry and exit gates. Servo motors are used to control the barrier gates, while LED indicators provide real-time parking status information. This research adopts an experimental approach including system design, hardware implementation, software development, and functional testing. The results show that the system successfully detects parking conditions, updates status in real-time, and controls vehicle access automatically with responsive and integrated performance. This system is effective as a prototype and has potential for further development into Internet of Things (IoT)-based applications.*

**Keywords:** *ESP32; Infrared Sensor; Ultrasonic Sensor; Parking Automation; Smart Parking*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem smart parking dua slot berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mendeteksi ketersediaan slot parkir serta mengendalikan akses kendaraan secara otomatis. Sistem menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan kendaraan dan sensor infrared sebagai validasi pergerakan kendaraan pada pintu masuk dan keluar. Motor servo digunakan untuk mengendalikan palang, sedangkan LED sebagai indikator status parkir secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen melalui tahapan perancangan sistem, implementasi perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, serta pengujian fungsional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara konsisten dalam mendeteksi kondisi parkir, memperbarui status secara real-time, dan mengontrol akses kendaraan secara otomatis. Sistem ini dinilai efektif sebagai prototipe dan memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi sistem berbasis Internet of Things (IoT).

**Kata kunci:** ESP32; Sensor Infrared; Sensor Ultrasonik; Otomatisasi Parkir; Parkir Cerdas

### LATAR BELAKANG

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang pesat di berbagai kota di Indonesia telah menimbulkan berbagai permasalahan, salah satunya adalah pengelolaan area parkir yang tidak efisien. Kondisi ini diperparah oleh sistem parkir konvensional yang masih bersifat manual, sehingga pengendara kerap menghabiskan waktu yang tidak sedikit hanya untuk mencari slot parkir yang tersedia. Permasalahan ini dijumpai di berbagai

lokasi, seperti pusat perbelanjaan, perkantoran, kampus, dan fasilitas umum lainnya (Gahara, 2025).

Perkembangan teknologi di era Industri 4.0 mendorong hadirnya berbagai solusi berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengotomasi proses pengelolaan parkir secara cerdas dan efisien. Konsep smart parking merupakan salah satu implementasi IoT yang memanfaatkan sensor, mikrokontroler, dan jaringan nirkabel untuk memantau ketersediaan slot parkir secara real-time dan memberikan informasi kepada pengguna secara akurat (Nafisy et al., 2025; Rajasekaran et al., 2025). Sistem semacam ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga membantu pihak pengelola dalam mengoptimalkan kapasitas area parkir yang tersedia.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem parkir pintar menggunakan beragam teknologi. Savitri dan Paramytha (2022) mengembangkan sistem monitoring parkir mobil berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu memantau kondisi slot parkir secara otomatis. Lestari dan Fikri (2024) merancang sistem smart parking berbasis IoT menggunakan modul WiFi ESP32 yang dapat dipantau melalui smartphone. Taufiqurrahman et al. (2023) mengembangkan prototype sistem pengawasan parkir dan kontrol gerbang menggunakan ESP32-CAM dengan notifikasi Telegram. Sementara itu, Herdiansyah et al. (2025) mengimplementasikan sistem e-parking berbasis Arduino dengan teknologi kartu RFID.

Mikrokontroler ESP32 menjadi pilihan yang populer dalam pengembangan sistem parkir pintar karena kemampuannya yang mumpuni, meliputi prosesor dual-core 240 MHz, memori SRAM sebesar 520 KB, serta fitur konektivitas WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi. Selain itu, ESP32 memiliki jumlah pin GPIO yang mencukupi untuk menghubungkan berbagai perangkat sensor dan aktuator secara bersamaan (Rajasekaran et al., 2025; Savitri & Paramytha, 2022). Kemudahan pemrograman melalui Arduino IDE juga menjadikan ESP32 sebagai platform yang sangat sesuai untuk pengembangan sistem parkir pintar berskala prototipe.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Smart Parking System 2 Slot Berbasis ESP32 yang mampu mendeteksi ketersediaan slot parkir secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor infrared, mengendalikan palang pintu masuk dan keluar menggunakan motor servo, serta memberikan informasi

visual melalui indikator LED merah dan hijau pada setiap slot parkir. Sistem ini dirancang sebagai prototipe yang sederhana, fungsional, dan dapat dikembangkan ke arah sistem IoT yang lebih komprehensif di masa mendatang (Lestari & Fikri, 2024; Thof, 2025).

## **KAJIAN TEORITIS**

### **Smart Parking System**

Smart parking system merupakan sistem parkir berbasis teknologi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan parkir secara otomatis dan real-time. Konsep ini memanfaatkan berbagai komponen elektronik seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan jaringan komunikasi untuk memantau kondisi slot parkir dan mengelola akses kendaraan tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung (Nafisy et al., 2025). Implementasi smart parking telah banyak diteliti dan dikembangkan seiring meningkatnya kebutuhan akan sistem transportasi yang lebih cerdas dan efisien.

Nafisy et al. (2025) mengembangkan smart parking system berbasis IoT untuk pemantauan slot parkir secara real-time menggunakan teknologi sensor dan jaringan internet. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi antara sensor fisik dengan platform IoT dapat secara signifikan meningkatkan akurasi dan kecepatan informasi ketersediaan parkir yang diterima oleh pengguna. Rajasekaran et al. (2025) juga membuktikan bahwa penggunaan ESP32 dalam sistem manajemen parkir berbasis IoT mampu menghasilkan sistem pemantauan real-time yang handal dengan biaya komponen yang relatif terjangkau.

Gahara (2025) dalam penelitiannya mengeksplorasi implementasi perhitungan kapasitas parkir kendaraan berbasis kamera menggunakan IoT, yang menunjukkan perkembangan pemanfaatan teknologi visual dalam sistem parkir pintar. Thof (2025) melakukan analisis efektivitas penggunaan sistem e-parkir dalam pembayaran retribusi parkir, yang menegaskan bahwa sistem parkir digital mampu meningkatkan transparansi dan efisiensi pengelolaan retribusi. Berbagai penelitian tersebut memperkuat urgensi pengembangan sistem smart parking sebagai solusi nyata permasalahan pengelolaan parkir di Indonesia.

### **Mikrokontroler ESP32**

ESP32 adalah mikrokontroler serbaguna yang dikembangkan oleh Espressif Systems dengan arsitektur Xtensa LX6 dual-core yang mampu beroperasi pada frekuensi clock hingga 240 MHz. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan memori SRAM sebesar 520 KB, memori Flash internal 4 MB, serta fitur konektivitas WiFi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2/BLE yang terintegrasi secara langsung dalam satu chip (Lestari & Fikri, 2024; Savitri & Paramytha, 2022). Keunggulan-keunggulan tersebut menjadikan ESP32 sebagai platform yang ideal untuk pengembangan aplikasi IoT, termasuk sistem smart parking.

ESP32 memiliki 34 pin GPIO yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau output digital, pin ADC 12-bit untuk pembacaan sinyal analog, dan 16 channel PWM untuk mengendalikan motor servo atau LED dengan presisi tinggi. Mikrokontroler ini juga mendukung berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, dan I<sup>2</sup>C, sehingga memudahkan integrasi dengan berbagai modul sensor dan aktuator (Rajasekaran et al., 2025; Smart & Utomo, 2025). Ketersediaan Arduino IDE sebagai platform pengembangan membuat proses pemrograman ESP32 menjadi mudah dipelajari, bahkan oleh pemula di bidang embedded systems.

Dalam konteks smart parking system, ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat yang menerima data dari sensor ultrasonik dan sensor infrared, memproses informasi ketersediaan slot parkir, dan mengendalikan motor servo serta indikator LED secara otomatis (Lestari & Fikri, 2024; Savitri & Paramytha, 2022). Kemampuan ESP32 untuk memproses data secara paralel melalui dual-core processor memastikan sistem dapat menangani banyak sensor dan aktuator secara bersamaan tanpa mengalami lag atau delay yang signifikan.

### **Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah modul sensor jarak non-kontak yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini memancarkan gelombang suara dengan frekuensi 40 kHz yang tidak dapat didengar oleh telinga manusia, kemudian mengukur waktu yang diperlukan gelombang tersebut untuk dipantulkan kembali setelah mengenai objek (Nafisy et al., 2025; Savitri & Paramytha, 2022). Berdasarkan selisih waktu pancar dan terima (time-of-flight), jarak objek dapat dihitung menggunakan rumus dasar fisika dengan mempertimbangkan kecepatan suara di udara sekitar 343 m/s.

HC-SR04 memiliki jangkauan deteksi efektif antara 2 cm hingga 400 cm dengan akurasi pengukuran sekitar  $\pm 3$  mm. Sensor ini terdiri dari empat pin utama, yaitu VCC (catu daya 5V), GND (ground), Trigger (input untuk memulai pengukuran), dan Echo (output yang memberikan sinyal pulsa proporsional terhadap jarak objek) (Rajasekaran et al., 2025; Taufiqurrahman et al., 2023). Proses pengukuran dimulai dengan memberikan pulsa HIGH selama minimal 10  $\mu$ s pada pin Trigger, yang kemudian memicu sensor untuk memancarkan 8 burst gelombang ultrasonik. Pin Echo akan memberikan pulsa HIGH dengan durasi yang sebanding dengan waktu tempuh gelombang ultrasonik.

Dalam sistem smart parking, sensor HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada setiap slot parkir dan pada pintu masuk serta keluar. Ketika jarak yang terdeteksi di bawah threshold tertentu (misalnya 10 cm untuk slot parkir), sistem akan menginterpretasikannya sebagai kondisi 'terisi', sementara jarak yang lebih besar menandakan kondisi 'kosong' (Lestari & Fikri, 2024; Savitri & Paramytha, 2022). Keandalan sensor ini dalam berbagai kondisi pencahayaan, kemudahan instalasi, serta harga yang terjangkau menjadikannya pilihan utama dalam aplikasi deteksi objek untuk sistem parkir pintar.

### **Motor Servo**

Motor servo SG90 adalah aktuator rotasi yang mampu mengatur posisi sudut putaran secara presisi berdasarkan sinyal kontrol PWM (Pulse Width Modulation). Motor servo ini memiliki rentang rotasi 180° (dari 0° hingga 180°) dengan torsi maksimal sekitar 1.8 kg·cm pada tegangan operasi 5V. SG90 menggunakan sistem closed-loop feedback yang mengintegrasikan motor DC, gearbox penurun kecepatan, dan rangkaian kontrol internal untuk memastikan posisi shaft sesuai dengan sinyal PWM yang diberikan (Rajasekaran et al., 2025; Taufiqurrahman et al., 2023).

Kontrol posisi motor servo dilakukan melalui lebar pulsa sinyal PWM pada pin kontrol. Untuk SG90, pulsa dengan lebar 1 ms akan menggerakkan shaft ke posisi 0°, pulsa 1.5 ms menghasilkan posisi 90° (tengah), dan pulsa 2 ms menggerakkan shaft ke posisi 180°. Sinyal PWM harus diberikan dengan frekuensi standar 50 Hz (periode 20 ms) agar motor servo dapat merespons dengan akurat. ESP32 menyediakan channel PWM hardware yang dapat dikonfigurasi melalui library ESP32Servo untuk menghasilkan sinyal kontrol yang stabil dan presisi tinggi (Lestari & Fikri, 2024; Smart & Utomo, 2025).

Dalam sistem smart parking, motor servo SG90 berfungsi sebagai aktuator untuk membuka dan menutup palang pintu masuk dan keluar secara otomatis. Ketika sensor ultrasonik pada pintu masuk mendeteksi kendaraan dan terdapat slot parkir yang tersedia, ESP32 akan mengirimkan sinyal PWM untuk menggerakkan servo ke posisi 90° (palang terbuka). Setelah kendaraan melewati sensor infrared, palang akan kembali ke posisi 0° (palang tertutup) (Savitri & Paramytha, 2022; Taufiqurrahman et al., 2023). Penggunaan motor servo memberikan keuntungan berupa gerakan yang halus, presisi tinggi, responsif, serta konsumsi daya yang rendah, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi kontrol akses parkir otomatis.

### **LED Indikator**

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri arus listrik dalam arah maju. Dalam sistem smart parking, LED digunakan sebagai indikator visual untuk menampilkan status ketersediaan setiap slot parkir. LED merah digunakan untuk menandakan bahwa slot parkir dalam kondisi terisi, sementara LED hijau digunakan untuk menandakan bahwa slot dalam kondisi kosong (Lestari & Fikri, 2024; Savitri & Paramytha, 2022). Penggunaan LED sebagai indikator visual dinilai efektif karena mudah terlihat dari jarak tertentu, hemat daya, dan memiliki umur pakai yang panjang. Santoso dan Sultoni (2025) mengimplementasikan sistem portal parkir berbasis IoT yang juga memanfaatkan LED sebagai indikator status sistem.

### **Sensor Infrared (IR)**

Sensor infrared (IR) adalah perangkat elektronik yang mendeteksi keberadaan objek atau gerakan berdasarkan pantulan atau pemutusan sinar inframerah. Sensor ini bekerja pada spektrum cahaya inframerah dengan panjang gelombang sekitar 700 nm hingga 1 mm, yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Sensor IR terdiri dari dua komponen utama, yaitu pemancar (IR transmitter) yang memancarkan sinar inframerah, dan penerima (IR receiver) yang mendeteksi pantulan atau pemutusan sinar tersebut (Herdiansyah et al., 2025; Santoso & Sultoni, 2025).

Terdapat dua jenis sensor IR yang umum digunakan, yaitu sensor IR reflektif dan sensor IR obstacle (pemutus). Sensor IR reflektif mendeteksi objek berdasarkan pantulan sinar inframerah dari permukaan objek, dengan jarak deteksi yang bervariasi tergantung

pada warna dan tekstur permukaan. Sensor IR obstacle mendeteksi objek ketika sinar inframerah terhalang oleh objek yang melewati area sensor, menghasilkan output digital HIGH atau LOW sesuai dengan ada tidaknya objek (Smart & Utomo, 2025; Taufiqurrahman et al., 2023). Kedua jenis sensor ini memiliki keunggulan berupa respons yang cepat, sensitivitas tinggi, dan tidak terpengaruh oleh cahaya tampak (visible light).

Dalam sistem smart parking, sensor infrared berfungsi sebagai sensor konfirmasi untuk memastikan kendaraan telah sepenuhnya melewati palang pintu masuk atau keluar. Ketika sensor ultrasonik mendeteksi kendaraan dan membuka palang, sensor IR akan terus memantau area di bawah palang. Setelah kendaraan melewati sensor IR dan tidak ada lagi objek yang terdeteksi, sistem akan mengirimkan sinyal kepada ESP32 untuk menutup kembali palang secara otomatis (Herdiansyah et al., 2025; Taufiqurrahman et al., 2023). Kombinasi sensor ultrasonik dan sensor infrared menghasilkan sistem deteksi yang lebih akurat dan mengurangi kemungkinan palang tertutup sebelum kendaraan sepenuhnya melewati area pintu, sehingga meningkatkan keamanan dan kenyamanan sistem parkir.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sebuah prototipe Smart Parking System 2 Slot Berbasis ESP32. Pendekatan penelitian bersifat eksperimental dengan metode pengujian langsung terhadap prototipe yang dikembangkan.

### **Alat dan Bahan**

Komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan Smart Parking System 2 Slot Berbasis ESP32 dapat dikategorikan sebagai berikut:

#### **1. *Komponen Hardware***

- Mikrokontroler ESP32 DevKit v1 – sebagai unit pemrosesan pusat sistem.
- Sensor Ultrasonik HC-SR04 (4 unit) – untuk mendeteksi jarak kendaraan pada pintu masuk, pintu keluar, dan dua slot parkir.
- Sensor Infrared/IR Obstacle (2 unit) – untuk memastikan kendaraan telah melewati palang pintu masuk dan keluar.

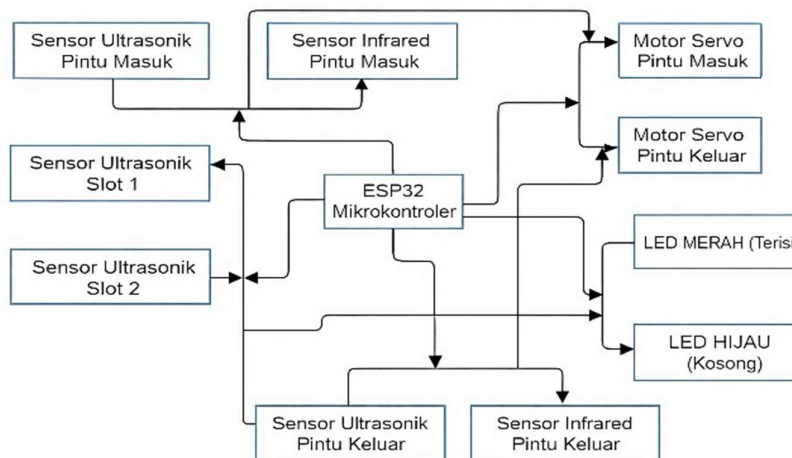
- Motor Servo SG90 (2 unit) – untuk menggerakkan palang pintu masuk dan keluar.
- LED Hijau (2 unit) – indikator slot parkir kosong.
- LED Merah (2 unit) – indikator slot parkir terisi.
- Resistor 220Ω (4 unit) – pembatas arus untuk LED.
- Breadboard ukuran besar – sebagai media perakitan komponen.
- Kabel jumper male-to-male dan male-to-female – untuk koneksi antar komponen.
- Catu daya 5V – untuk menyuplai daya ke sistem.

## 2. *Komponen Software*

- Arduino IDE – sebagai lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) untuk pemrograman ESP32.
- Board ESP32 Package (Arduino Core ESP32) – untuk mendukung pemrograman ESP32 melalui Arduino IDE.
- Library ESP32Servo – untuk mengendalikan motor servo melalui sinyal PWM dari ESP32.
- Wokwi Simulator (opsional) – untuk simulasi rangkaian sebelum implementasi pada hardware nyata.

## Desain dan Arsitektur Sistem

Sistem Smart Parking 2 Slot Berbasis ESP32 dirancang dengan arsitektur yang modular dan terpusat. ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat yang menghubungkan seluruh komponen input (sensor) dan output (aktuator dan indikator). Arsitektur sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut.

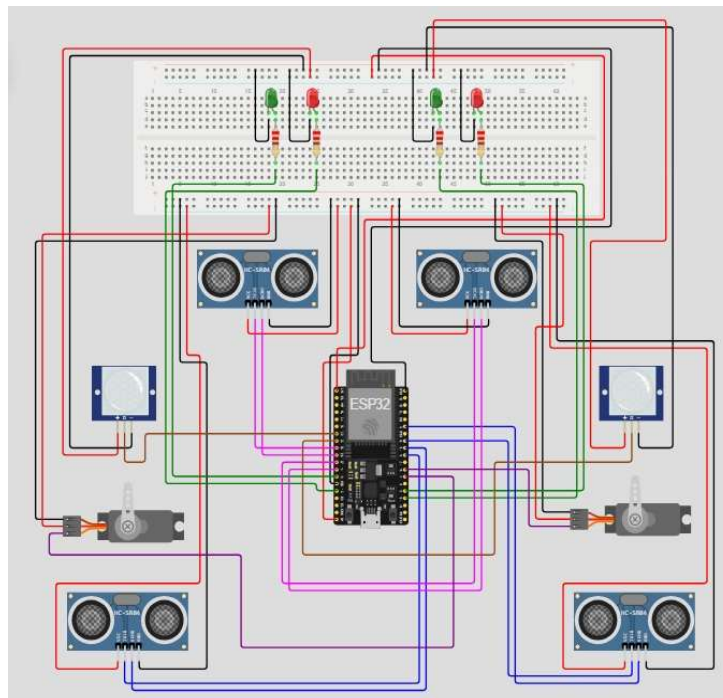


**Gambar 1. Diagram Blok Sistem Smart Parking 2 Slot Berbasis ESP32**

Berdasarkan Gambar 1, sistem terdiri dari tiga kelompok input utama, yaitu sensor pintu masuk (sensor ultrasonik dan sensor infrared), sensor slot parkir (dua buah sensor ultrasonik), serta sensor pintu keluar (sensor ultrasonik dan sensor infrared). Seluruh sinyal dari sensor-sensor tersebut diterima dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Output sistem terbagi menjadi dua kelompok, yaitu aktuator berupa motor servo untuk palang pintu masuk dan keluar, serta indikator LED merah (slot terisi) dan LED hijau (slot kosong) pada setiap slot parkir (Lestari & Fikri, 2024; Savitri & Paramytha, 2022).

### **Perancangan Rangkaian Elektronik**

Perancangan rangkaian elektronik dilakukan berdasarkan spesifikasi pin ESP32 dan kebutuhan daya setiap komponen. Setiap sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan ke ESP32 melalui dua pin, yaitu pin Trigger (output dari ESP32) dan pin Echo (input ke ESP32). Setiap sensor infrared dihubungkan ke pin GPIO ESP32 sebagai input. Motor servo dihubungkan ke pin PWM ESP32 dengan catu daya terpisah untuk menghindari gangguan terhadap sensor. LED dihubungkan ke pin GPIO ESP32 melalui resistor 220Ω sebagai pembatas arus. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut.

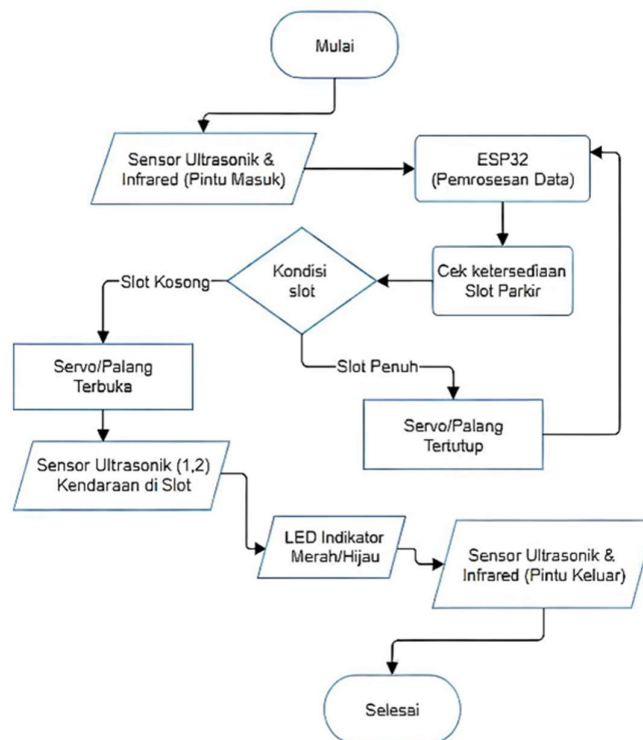


**Gambar 2. Skema Rangkaian Elektronik Sistem Smart Parking 2 Slot**

Gambar 2 menunjukkan skema lengkap rangkaian elektronik sistem smart parking yang diimplementasikan pada breadboard. Seluruh komponen dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 yang ditempatkan di tengah breadboard sebagai pusat pengendali. Empat buah sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang pada posisi masing-masing titik deteksi, sementara dua motor servo terhubung ke pin PWM ESP32 untuk mengendalikan palang pintu. Enam buah LED (merah dan hijau) dipasang melalui resistor 220Ω pada pin GPIO yang bersesuaian (Rajasekaran et al., 2025; Taufiqurrahman et al., 2023).

### Alur Kerja Sistem (Flowchart)

Alur kerja sistem Smart Parking 2 Slot Berbasis ESP32 secara lengkap dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut. Sistem dimulai dengan inialisasi seluruh komponen, kemudian masuk ke dalam loop pemantauan berkelanjutan.



**Gambar 3. Diagram Alir (Flowchart) Sistem Smart Parking 2 Slot Berbasis ESP32**

Berdasarkan Gambar 3, alur kerja sistem dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama, sensor ultrasonik dan sensor infrared pada pintu masuk mendeteksi keberadaan kendaraan

yang akan memasuki area parkir. Data deteksi dikirimkan ke ESP32 untuk diproses. ESP32 kemudian memeriksa ketersediaan slot parkir berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik pada kedua slot. Jika masih terdapat slot kosong, motor servo pada palang pintu masuk akan membuka dan LED hijau akan menyala. Sebaliknya, jika seluruh slot penuh, palang tetap tertutup sebagai tanda area parkir sudah tidak dapat menerima kendaraan baru (Lestari & Fikri, 2024; Nafisy et al., 2025).

Setelah kendaraan masuk dan menempati slot parkir, sensor ultrasonik pada slot tersebut akan mendeteksi keberadaan kendaraan dan mengubah status LED dari hijau menjadi merah. Proses ini berlangsung secara real-time dan berkelanjutan selama sistem beroperasi. Ketika kendaraan hendak keluar, sensor ultrasonik dan sensor infrared pada pintu keluar mendeteksi kendaraan tersebut, kemudian ESP32 membuka palang keluar melalui motor servo. Setelah kendaraan keluar, status slot diperbarui dan LED kembali menyala hijau sebagai tanda slot tersebut telah kosong kembali (Savitri & Paramytha, 2022; Taufiqurrahman et al., 2023).

### **Langkah-Langkah Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan yang sistematis sebagai berikut: (1) Studi literatur untuk mengumpulkan referensi terkait sistem smart parking, mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, sensor infrared, dan aktuator motor servo; (2) Perancangan sistem meliputi desain arsitektur blok diagram, skema rangkaian elektronik, dan diagram alir program; (3) Pengadaan dan pemilihan komponen sesuai spesifikasi yang telah dirancang; (4) Perakitan hardware pada breadboard mengikuti skema rangkaian yang telah dibuat; (5) Pemrograman firmware menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++ untuk ESP32; (6) Pengujian fungsionalitas setiap komponen secara individual (unit testing); serta (7) Pengujian sistem secara terintegrasi (integration testing) untuk memvalidasi alur kerja keseluruhan sistem.

Jadwal pengujian alat direncanakan akan dilaksanakan mulai minggu depan (hari Senin) secara bertahap. Hasil pengujian akan dianalisis dan didokumentasikan sebagai data untuk bagian Hasil dan Pembahasan serta Kesimpulan dan Saran pada karya ilmiah ini.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

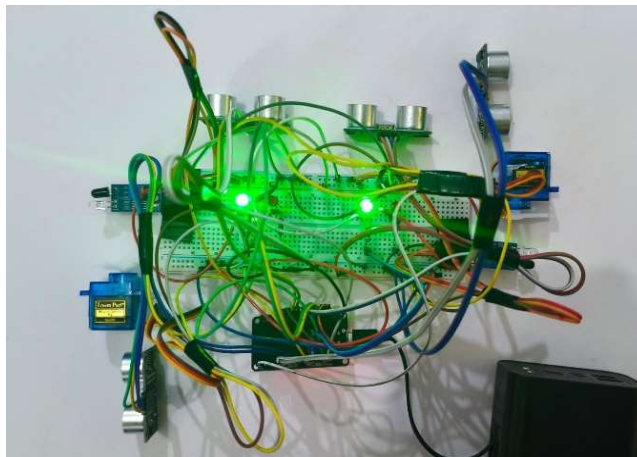
### **Analisis Kinerja Sistem**

Sistem Smart Parking 2 Slot berbasis ESP32 mampu bekerja secara otomatis melalui integrasi sensor ultrasonik dan sensor infrared pada pintu masuk, slot parkir, dan pintu keluar. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, sedangkan sensor infrared berfungsi sebagai konfirmasi pergerakan kendaraan. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan motor servo dalam membuka dan menutup palang sesuai dengan kondisi ketersediaan slot parkir.

Pada bagian slot parkir, sistem mampu memperbarui status secara real-time melalui indikator LED, yaitu merah untuk kondisi terisi dan hijau untuk kondisi kosong. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen sistem bekerja secara terintegrasi dan responsif, sehingga sistem mampu menjalankan fungsi deteksi, pengendalian, dan monitoring parkir secara efektif sesuai dengan tujuan penelitian.

### **Hasil Rangkaian dan Pengujian Sistem**

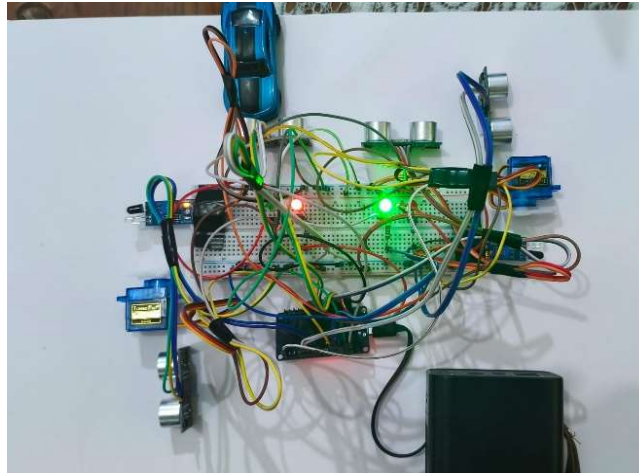
#### ***1. Kondisi Slot 1 dan Slot 2 Kosong***



**Gambar 4. Kondisi Slot Parkir Kosong (Slot 1 dan Slot 2 Tidak Terisi)**

Pada kondisi ini, tidak terdapat kendaraan pada kedua slot parkir. Sensor ultrasonik tidak mendeteksi objek sehingga kedua slot berada dalam kondisi kosong yang ditunjukkan oleh LED hijau. Sistem mengidentifikasi bahwa area parkir masih tersedia untuk kendaraan masuk.

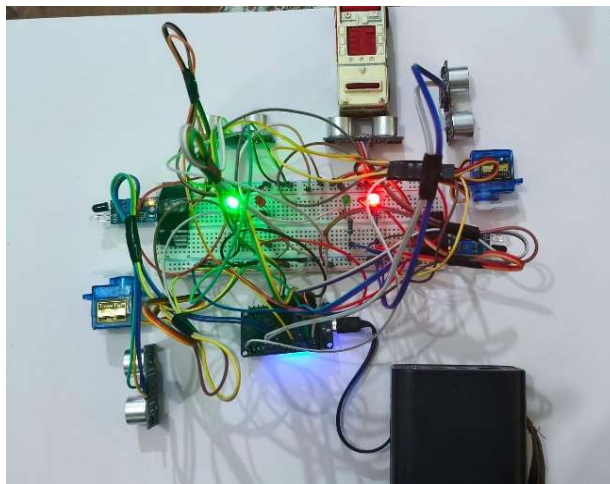
***2. Kondisi Slot 1 Terisi dan Slot 2 Kosong***



**Gambar 5. Kondisi Slot 1 Terisi dan Slot 2 Kosong**

Pada kondisi ini, kendaraan berada pada Slot 1. Sensor ultrasonik mendeteksi objek pada Slot 1 sehingga LED berubah menjadi merah, sedangkan Slot 2 tetap dalam kondisi kosong dengan LED hijau. Sistem tetap mengizinkan kendaraan masuk karena masih terdapat slot tersedia.

***3. Kondisi Slot 1 Kosong dan Slot 2 Terisi***



**Gambar 6. Kondisi Slot 1 Kosong dan Slot 2 Terisi**

Pada kondisi ini, kendaraan berada pada Slot 2. Sensor ultrasonik mendeteksi objek pada Slot 2 sehingga LED berubah menjadi merah, sedangkan Slot 1 tetap kosong dengan LED hijau. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara independen pada masing-masing slot.

#### **4. Kondisi Slot 1 dan Slot 2 Terisi**



**Gambar 7. Kondisi Slot Parkir Penuh (Slot 1 dan Slot 2 Terisi)**

Pada kondisi ini, keke parkir terisi oleh kendaraan. Sensor ultrasonik pada kedua slot mendeteksi objek sehingga seluruh LED berwarna merah. Sistem mengidentifikasi kondisi parkir penuh dan tidak mengizinkan kendaraan baru untuk masuk.

#### **Tabel Hasil Pengujian Sistem**

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Smart Parking Berdasarkan Kondisi Slot Parkir

No	Kondisi Slot 1	Kondisi Slot 2	LED Slot 1	LED Slot 2	Status Sistem
1	Kosong	Kosong	Hijau	Hijau	Tersedia
2	Terisi	Kosong	Merah	Hijau	Tersedia
3	Kosong	Terisi	Hijau	Merah	Tersedia
4	Terisi	Terisi	Merah	Merah	Penuh

## **Hasil Pengujian**

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada empat kondisi, sistem menunjukkan kinerja yang konsisten dalam mendeteksi keberadaan kendaraan dan memperbarui status slot parkir. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek dengan baik, sementara sensor infrared berfungsi sebagai pendukung untuk memastikan pergerakan kendaraan pada pintu masuk dan keluar.

Sistem juga mampu mengontrol motor servo secara otomatis sesuai dengan kondisi slot parkir, yaitu membuka palang saat slot tersedia dan menutup palang saat kendaraan telah melewati sensor atau saat parkir penuh. Indikator LED memberikan informasi visual yang jelas dan real-time kepada pengguna mengenai status slot parkir. Secara keseluruhan, sistem bekerja sesuai dengan perancangan dan mampu menjalankan fungsi utama sebagai smart parking system berbasis ESP32.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, sistem Smart Parking 2 Slot berbasis ESP32 berhasil dikembangkan dan mampu beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini dapat mendeteksi keberadaan kendaraan pada slot parkir menggunakan sensor ultrasonik serta memanfaatkan sensor infrared sebagai sensor konfirmasi pada pintu masuk dan keluar, sehingga meningkatkan keakuratan dalam proses deteksi dan pengendalian.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memperbarui status slot parkir secara real-time melalui indikator LED serta mengontrol pergerakan palang pintu secara otomatis menggunakan motor servo berdasarkan kondisi ketersediaan slot. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator berjalan dengan baik tanpa gangguan yang signifikan, sehingga sistem dinilai efektif, responsif, dan layak digunakan sebagai prototipe smart parking berbasis ESP32.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu dan pembimbing atas bimbingan, arahan, serta dukungan akademik yang diberikan selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan-rekan dalam

kelompok atas kerja sama dan kontribusi aktif dalam setiap tahapan penelitian, mulai dari perancangan, perakitan, hingga pengujian sistem. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh pihak yang telah memberikan dukungan baik secara teknis maupun non-teknis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam pengembangan teknologi smart parking berbasis ESP32 di bidang teknik elektro.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Gahara, L. A. N. G. (2025). *Implementasi perhitungan kapasitas parkir kendaraan berbasis kamera menggunakan Internet of Things* (Tugas akhir). Universitas Islam Indonesia.
- Herdiansyah, M. F., Danny, M., & Astuti, R. F. (2025). Perancangan sistem e-parking berbasis Arduino dengan kartu RFID. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 6(2), 951–964. <https://doi.org/10.47065/josh.v6i2.6467>
- Lestari, M., & Fikri, A. (2024). Rancang bangun sistem smart parking melalui pemantauan smartphone berbasis IoT menggunakan modul WiFi ESP32. *Jurnal Otomasi*, 4(2), 26–30.
- Nafisy, Y., Zain, S. G., & Putra, K. P. (2025). Smart parking system based on Internet of Things technology for realtime parking slot monitoring. *Journal of Embedded System Security and Intelligent Systems*, 4(3), 404–414.
- Rajasekaran, M., Prasanna, B. H., Kumar, S. M., Kumar, K. P., & Yugeshran, R. G. (2025). Smart parking management using IoT and ESP32: A real-time monitoring system. In *Proceedings of ICITSM-Part II 2025*. <https://doi.org/10.4108/eai.28-4-2025.2358039>
- Santoso, I., & Sultoni, R. M. (2025). Implementasi algoritma RFID pada sistem portal parkir otomatis berbasis IoT menggunakan kartu tanda mahasiswa di Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma. *Jurnal Teknologi Industri (JTI)*, 14(1), 16–25. <https://doi.org/10.35968/jti.v14i1.1722>
- Smart, V. G., & Utomo, I. C. (2025). System smart parking berbasis mikrokontroler ESP32 dan RFID untuk otomatisasi akses parkir di PT. Glory Industrial Semarang. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 5(7), 2055–2067.
- Savitri, C. E., & Paramytha, N. (2022). Sistem monitoring parkir mobil berbasis mikrokontroler ESP32. *Jurnal Ampere*, 7(2), 135–142. <http://doi.org/10.31851/ampere>
- Thof, M. T. A. (2025). *Analisis efektivitas penggunaan sistem e-parkir dalam pembayaran retribusi parkir di Kabupaten Jember* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
- Taufiqurrahman, N., Hasanuddin, T., & Mude, M. A. (2023). Prototype sistem pengawasan parkir dan kontrol gerbang menggunakan ESP32-CAM dengan notifikasi Telegram. *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, 4(4), 315–326.