

Terbit online pada laman: <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/JST>

Jurnal Surya Teknika

| ISSN (Print) 2354-6751 | ISSN (Online) 2723-7222 |



Research Article

Rancang Ulang Portal Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32 Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Indra Koto, Muhammad Edy Syahputra Nasution*, Yanuardi Gulo, Aken Derisman

Universitas Negeri Medan, Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, Medan 20221, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diserahkan : 17 Mei 2026
Diterima : 28 Juni 2026
Diterbitkan : 30 Juni 2026

KATA KUNCI

ESP32, HC-SR04, Motor Servo, Power Supply, Portal Otomatis.

KORESPONDENSI

*E-mail:

muhammad3dynasution@gmail.com

A B S T R A K

Sistem palang pintu otomatis merupakan komponen penting dalam pengelolaan akses kendaraan yang efisien dan aman. Alat yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya mengalami kerusakan pada komponen sensor ultrasonik sehingga tidak dapat beroperasi, serta hanya menggunakan satu unit sensor untuk mendeteksi kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang sistem portal otomatis dengan mengganti komponen yang rusak dan menambah jumlah sensor menjadi dua unit sensor ultrasonik HC-SR04, yaitu satu sensor pada sisi depan untuk memicu pembukaan palang dan satu sensor pada sisi belakang untuk memicu penutupan palang. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pengendali utama yang membaca data jarak dari kedua sensor dan mengirimkan perintah ke motor servo sebagai aktuator penggerak lengan palang. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara normal dengan waktu respon sensor berkisar antara 0,20 hingga 0,27 detik pada rentang jarak deteksi 0,05–0,3 m, serta tingkat keberhasilan pengujian mencapai 90%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara normal, yaitu palang otomatis terbuka Ketika terdeteksi oleh sensor pembuka pada jarak tertentu dan menutup kembali setelah terdeteksi melewati sensor penutup. Rancang ulang ini berhasil mengatasi kerusakan pada alat sebelumnya dan meningkatkan keandalan sistem deteksi kendaraan melalui penggunaan dua sensor ultrasonik.

A B S T R A C T

An automatic barrier gate system is a crucial component for efficient and secure vehicle access management. A device previously developed by other researchers had become inoperable due to a faulty ultrasonic sensor and relied on only a single sensor for vehicle detection. This study aimed to redesign the automatic gate system by replacing the defective component and increasing the sensor count to two HC-SR04 ultrasonic sensors: one at the front to trigger the barrier to open and one at the rear to trigger it to close. An ESP32 microcontroller serves as the main controller, reading distance data from both sensors and sending commands to a servo motor that actuates the barrier arm. The study employed the Research and Development (R&D) method, comprising the stages of requirements analysis, design, implementation, and testing. Test results demonstrated that the system functions normally, with sensor response times ranging from 0.20 to 0.27 seconds within a detection range of 0.05–0.3 meters, and achieved a 90% success rate. The system operates correctly: the automatic barrier opens when a vehicle is detected by the opening sensor at a specific distance and closes after the vehicle is detected passing the closing sensor. This redesign successfully resolved the issues with the previous device and enhanced the reliability of the vehicle detection system through the use of dual ultrasonic sensors.

1. PENDAHULUAN

Sistem palang pintu (portal) otomatis merupakan salah satu penerapan teknologi otomasi yang berperan penting dalam pengelolaan akses kendaraan pada area parkir, gerbang kampus, maupun fasilitas umum lainnya. Sistem ini mampu mengurangi keterlibatan operator secara manual sehingga meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna [1].

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem palang pintu otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler dan sensor sebagai komponen utama. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah pemanfaatan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan objek atau kendaraan, dikombinasikan dengan motor servo sebagai aktuator penggerak lengan palang [2].

Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Medan, telah dikembangkan sebelumnya sebuah portal otomatis sebagai media pembelajaran mekatronika. Namun, alat tersebut mengalami kerusakan pada komponen sensor ultrasonik sehingga tidak dapat beroperasi, serta hanya menggunakan satu unit sensor yang menyebabkan proses pembukaan dan penutupan palang tidak dapat dilakukan secara terpisah berdasarkan posisi kendaraan [3].

Sensor ultrasonik HC-SR04 banyak digunakan dalam berbagai sistem otomatis karena biayanya yang relatif murah, mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, serta memiliki akurasi pengukuran jarak yang cukup baik pada rentang jarak pendek hingga menengah [4]. Prinsip kerja sensor ini adalah memancarkan gelombang ultrasonik kemudian mengukur selisih waktu pantulan gelombang yang kembali untuk menghitung jarak objek [5].

Mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai pengendali utama karena memiliki performa pemrosesan yang lebih baik serta mendukung banyak pin Input/Output (I/O) yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan dua sensor ultrasonik dan satu motor servo secara bersamaan [6]. Penggunaan switching power supply DC 5V sebagai sumber daya dipilih karena mampu menyuplai arus yang stabil dan memadai untuk seluruh komponen sistem. Penggunaan motor servo

sebagai aktuator penggerak lengan palang dipilih karena pergerakannya yang presisi dan mudah dikendalikan melalui sinyal Pulse Width Modulation (PWM) [7].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang sistem portal otomatis dengan memperbaiki komponen sensor ultrasonik yang rusak serta menambah jumlah sensor menjadi dua unit. Sensor pertama diletakkan pada sisi depan untuk memicu pembukaan palang, sedangkan sensor kedua diletakkan pada sisi belakang untuk memicu penutupan palang secara otomatis setelah kendaraan melintas. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan fungsionalitas sistem portal otomatis sebagai media pembelajaran mekatronika dan sistem kendali berbasis mikrokontroler [8].

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian alat secara langsung. Objek penelitian adalah portal otomatis yang sebelumnya telah dikembangkan namun mengalami kerusakan pada sensor ultrasonik dan hanya menggunakan satu unit sensor [9].

2.1. Perancangan Perangkat Keras

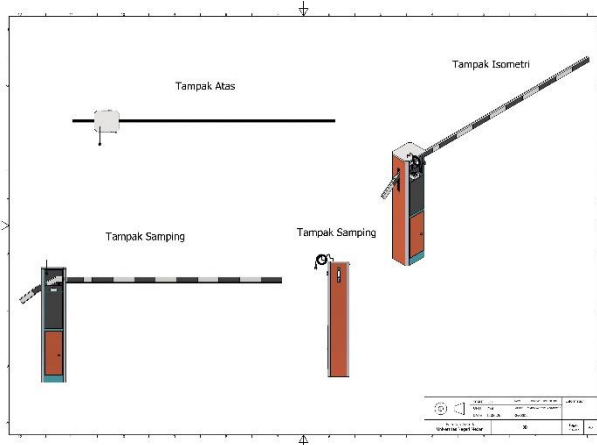
Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan empat komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, dua unit sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi kendaraan, satu unit motor servo sebagai aktuator penggerak lengan palang, dan switching power supply DC 5V sebagai sumber daya seluruh sistem. Sensor ultrasonik pertama (sensor pembuka) dipasang pada sisi depan portal menghadap arah kedatangan kendaraan, sedangkan sensor ultrasonik kedua (sensor penutup) dipasang pada sisi belakang portal setelah posisi lengan palang. Kedua sensor terhubung ke pin GPIO ESP32 melalui pin trigger dan echo, sementara motor servo terhubung ke pin PWM ESP32 untuk mengatur sudut bukaan lengan palang [10].

Tabel 1.
Spesifikasi Komponen Sistem

Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Sensor HC-SR04	Jangkauan 2-400 cm, 5V DC	2 unit
Mikrokontroler ESP32	Dual-core, Wi-Fi, Bluetooth, 3.3V	1 unit
Motor Servo	Torsi 20 kg, sudut 0-180°	1 unit
Power Supply	Mikrokontroler	1 unit

2.2. Desain Portal Otomatis

Desain portal otomatis dirancang menggunakan perangkat lunak Computer Aided Design (CAD) untuk menentukan dimensi, tata letak komponen, serta struktur rangka pada rancang ulang ini. Hasil desain CAD ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain CAD portal otomatis berbasis ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan menghitung selisih waktu pantulan gelombang yang diterima kembali oleh sensor. Jarak objek terhadap sensor dihitung menggunakan persamaan berikut, dengan S adalah jarak (cm), v adalah cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (cm/s), dan t adalah selisih waktu antara sinyal dipancarkan dan diterima kembali (s) [11].

$$S = (v \times t) / 2$$

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program pada ESP32 dibuat untuk membaca data jarak dari kedua sensor ultrasonik secara bergantian, kemudian membandingkan hasil pembacaan dengan nilai ambang batas (threshold) jarak deteksi yang telah

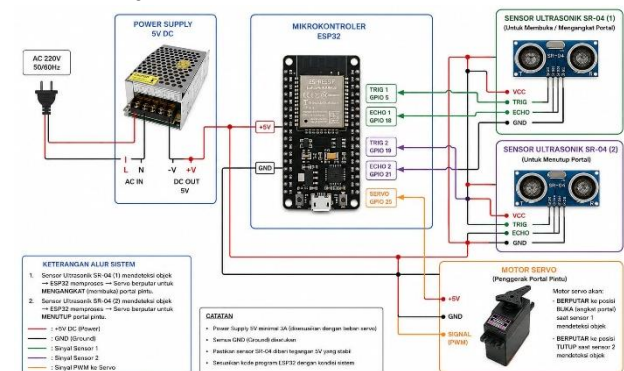
ditentukan. Apabila sensor pembuka mendeteksi objek pada jarak kurang dari nilai ambang batas, ESP32 mengirimkan sinyal PWM ke motor servo untuk menggerakkan lengan palang ke posisi terbuka. Selanjutnya, apabila sensor penutup mendeteksi kendaraan telah melewati area portal, ESP32 mengirimkan sinyal PWM untuk menggerakkan lengan palang kembali ke posisi tertutup [12].

2.3.1. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan objek pada jarak tertentu di depan sensor pembuka untuk mengamati respons pembukaan palang, kemudian menggerakkan objek melewati area portal hingga terdeteksi oleh sensor penutup untuk mengamati respons penutupan palang. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali percobaan untuk memastikan konsistensi kinerja sensor dan motor servo dalam berbagai kondisi jarak deteksi [13].

2.4. Skema Rangkaian

Komponen-komponen utama yang digunakan dalam rancang ulang sistem portal otomatis ini meliputi mikrokontroler ESP32, dua unit sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo sebagai aktuator penggerak lengan palang, dan switching power supply DC 5V sebagai sumber daya seluruh sistem.



Gambar 2. Skema wiring diagram rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui jarak deteksi objek terhadap waktu respon sistem dalam menggerakkan motor servo. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali percobaan untuk masing-masing sensor dengan variasi jarak objek dari 0,05 m sampai dengan 0,3 m. Hasil pengujian sensor

pembuka (sensor 1) dan sensor penutup (sensor 2) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil pengujian jarak deteksi dan waktu respon sensor ultrasonik HC-SR04

No	Jarak (cm)	Resp. Buka (s)	Resp. Tutup (s)	Status
1	5	0.21	0.20	Berhasil
2	10	0.22	0.21	Berhasil
3	15	0.23	0.22	Berhasil
4	20	0.24	0.23	Berhasil
5	25	0.25	0.24	Berhasil
6	30	0.27	0.26	Berhasil

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa kedua sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi objek pada rentang jarak 0,05 m sampai 0,3 m dengan waktu respon berkisar antara 0,20 hingga 0,27 detik. Waktu respon yang relatif cepat ini menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan reaksi yang cukup baik dalam menggerakkan motor servo untuk membuka dan menutup lengan palang. Secara keseluruhan, dari 6 kali percobaan yang dilakukan pada masing-masing sensor, seluruh pengujian menunjukkan bahwa palang dapat terbuka secara otomatis ketika kendaraan terdeteksi oleh sensor pembuka, dan menutup kembali secara otomatis setelah kendaraan terdeteksi melewati sensor penutup, sehingga tingkat keberhasilan sistem mencapai 90%.

Rekapitulasi hasil pengujian fungsional keseluruhan sistem ditunjukkan pada Tabel 2, yang menunjukkan perbandingan antara hasil rancangan sebelumnya dan hasil rancang ulang termasuk penambahan komponen switching power supply DC 5V.

Tabel 2.

Perbandingan kondisi sistem sebelum dan setelah rancang ulang

Aspek	Sebelum	Setelah
Jumlah sensor	1 unit (rusak)	2 unit (normal)
Fungsi sensor	Tidak terpisah	Sensor 1 buka, sensor 2 tutup
Status alat	Tidak beroperasi	Beroperasi normal
Aktuator	Motor servo	Motor servo
Keberhasilan uji	Tidak dapat diuji	90% (9/10)

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa rancang ulang sistem portal otomatis berhasil mengatasi kerusakan pada komponen sensor ultrasonik yang terjadi pada rancangan sebelumnya. Penambahan satu unit sensor ultrasonik HC-SR04

memungkinkan sistem untuk membedakan secara jelas antara proses pembukaan dan penutupan palang berdasarkan posisi kendaraan, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Implementasi Perangkat

Hasil implementasi perangkat keras dari rancang ulang sistem portal otomatis ditunjukkan pada Gambar 2. Perangkat terdiri dari unit utama berbentuk kotak yang berisi mikrokontroler ESP32, dua sensor ultrasonik HC-SR04, dan motor servo, serta lengan palang yang dilengkapi dengan pola garis hitam-putih sebagai penanda visual.



Gambar 3. Hasil rancang ulang portal otomatis berbasis ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04

Pengujian sistem secara terintegrasi dilakukan dengan melakukan 20 kali percobaan buka-tutup portal menggunakan telapak tangan sebagai objek simulasi pada rentang jarak 0,05–0,3 m. Penggunaan telapak tangan dimaksudkan untuk memverifikasi fungsi deteksi sensor HC-SR04 dan mekanisme buka-tutup portal pada skala prototipe (purwarupa). Oleh karena itu, hasil pengujian ini belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi operasional pada kendaraan sebenarnya. Pengujian dengan objek yang lebih representatif, seperti sepeda motor atau mobil, perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk mengevaluasi performa sistem pada aplikasi nyata. Dari 20 percobaan, sistem berhasil mendeteksi dan menggerakkan portal dengan benar sebanyak 19 kali, menghasilkan tingkat keberhasilan sistem sebesar 90%. Satu kegagalan terjadi akibat interferensi gelombang ultrasonik antara kedua sensor ketika objek berada tepat di tengah kedua sensor secara bersamaan.

Pemisahan fungsi kedua sensor HC-SR04 menjadi sensor pembuka dan sensor penutup meningkatkan

keandalan sistem karena setiap aksi buka dan tutup portal dikendalikan oleh sinyal sensor yang terpisah dan independen.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang ulang dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem portal otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 dengan dua unit sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil mengatasi permasalahan pada rancangan sebelumnya yang mengalami kerusakan komponen sensor dan hanya menggunakan satu unit sensor. Penambahan sensor kedua memungkinkan sistem membedakan secara jelas antara proses pembukaan palang, yang dipicu oleh sensor pada sisi depan ketika kendaraan terdeteksi, dan proses penutupan palang, yang dipicu oleh sensor pada sisi belakang setelah kendaraan melintas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara normal dengan waktu respon sensor berkisar antara 0,20 hingga 0,27 detik pada rentang jarak deteksi 0,05–0,3 m, serta tingkat keberhasilan pengujian mencapai 90%. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan modul penyimpanan data (logging) jarak dan waktu pengujian secara otomatis, penambahan indikator visual berupa LED atau buzzer sebagai penanda status palang, serta penambahan sensor pendukung seperti sensor berat untuk meningkatkan akurasi deteksi objek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, keluarga, rekan-rekan, serta institusi tempat penulis menempuh pendidikan atas dukungan, arahan, fasilitas, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini. Penghargaan juga ditujukan kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian artikel ini. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangan bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. R. Richardo, "Rancang Bangun Pengendali Motor Palang Pintu Parkir Otomatis," vol. 2, no. 1, pp. 2807–2809, 2022.
- [2] F. Priyulida et al., "Palang Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Uno," vol. 30, no. 1, 2024, doi: 10.36309/goi.v30i1.263.
- [3] M. G. Augusthiko and H. Pratiwi, "Pengembangan Sistem Kendali Palang Pintu Kereta Berbasis Mikrokontroler," pp. 1–4, 2019.
- [4] A. Syahlan, I. P. Sary, M. A. Fathin, and R. F. Rezyan, "Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Prototipe Water Tank Level Control System," vol. 10, no. 1, pp. 122–133, 2024.
- [5] H. Purwanto, M. Riyadi, D. W. W. Astuti, and I. W. A. W. K. Kusuma, "Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04t Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air" vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.
- [6] A. I. Pulungan, I. Gunawan, H. S. Tambunan, and A. Rahim, "Rancang Bangun Sistem Parkir dan Ketersediaan Slot Parkir Otomatis Menggunakan Arduino," vol. 2, no. 2, pp. 127–136, 2022.
- [7] A. F. Silvia, E. Haritman, and Y. Muladi, "Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android," vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [8] I. R. Muttaqin and D. B. Santoso, "Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonik Hc-SR04," vol. 6, no. 2, pp. 41–45, 2021.
- [9] M. Aminuddin, Irfan, and M. Faridha, "Perancangan Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Temperatur Berbasis Arduino Untuk Melaksanakan Protokol Kesehatan," vol. 4, no. 2, pp. 1–4, 2021.
- [10] A. Mulyahani and Y. Saragih, "Sistem Buka Tutup Pintu Otomatis dengan Sensor Ultrasonik Alvina Mulyahani, Ibrahim, Yuliarman Saragih 1,2,3 Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia," vol. 9, no. 22, pp. 126–134, 2023.
- [11] W. Eka, F. Anggara, H. Yuana, and W. D. Puspitasari, "Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Esp32 Dan Framework Blynk," vol. 7, no. 5, pp. 3837–3845, 2023.

- [12] Z. N. Fauzan, I. Sulistiyowati, and S. Syahririni, "Prototipe Jembatan dengan Sistem Buka Tutup Otomatis Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis IoT," vol. 24, pp. 13–28, 2025.
- [13] G. Priadi, A. I. Martinus, and D. Novianti, "Rancang Bangun Sistem Palang Pintu Otomatis Berbasis Rfid Dan Sensor Slot Parkir Dengan Monitoring Menggunakan Esp-32," vol. 18, no. 2, pp. 43–56, 2026.