Jurnal Mema (Jurnal Mesin dan Manufaktur)
Vol. 3., No. 2, Oktober 2026, pp. 76-85

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

Desain Sistem Sensor Parkir Kendaraan Berbasis Esp32 Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04

Nurlaila [a,1], Alfira Miranda [b,2], Adi Nurhadi [c,3], Oscar Haris [d,4*]

[a,b,c,d] Universitas Boash, Jl. Raya Atang Senjaya KM 02 Bogor 16310, Indonesia
[1]nurlaila@universitas-boash.ac.id;[2]alfira.miranda@universitas-boash.ac.id, [3]adi.nurhadi@universitas-boash.ac.id id; [4]oscar.haris@universitas-boash.ac.id
* Penulis Korespondensi

Diterima 02 Oktober 2026; Direvisi 08 Oktober 2026; Diterima 13 Oktober 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji prototipe sistem sensor parkir kendaraan berbasis ESP32 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, pemrograman mikrokontroler, pengujian alat, dan analisis hasil pengujian. Sistem mengintegrasikan HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak, ESP32 sebagai unit pemrosesan dan pengendali, serta LED dan buzzer sebagai indikator visual dan audio. Pengujian dilakukan pada jarak aktual 10, 15, 25, 40, dan 60 cm. Hasil pengujian menunjukkan rentang pembacaan sensor masing-masing sebesar 8–12, 13–17, 23–27, 38–42, dan 58–62 cm. Pada setiap titik pengujian, jarak aktual berada dalam rentang pembacaan sensor. LED dan buzzer memberikan respons sesuai dengan kondisi sangat dekat, bahaya, waspada, dan aman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa prototipe mampu mendeteksi jarak objek dan memberikan peringatan kepada pengguna melalui indikator visual dan audio.

KATA KUNCI
ESP32;
Sensor Ultrasonik;
HC-SR04;
Sistem Parkir

ABSTRACT

This study aims to design and test a prototype vehicle parking sensor system based on the ESP32 and the HC-SR04 ultrasonic sensor. The research employed a Research and Development (R&D) approach, comprising requirement identification, system design, prototype development, microcontroller programming, device testing, and test-result analysis. The system integrates the HC-SR04 for distance detection, the ESP32 for data processing and control, and LEDs and a buzzer as visual and audio indicators. Testing was conducted at actual distances of 10, 15, 25, 40, and 60 cm. The corresponding sensor reading ranges were 8–12, 13–17, 23–27, 38–42, and 58–62 cm. At each test point, the actual distance fell within the sensor reading range. The LEDs and buzzer responded according to four conditions: very close, danger, caution, and safe. These results indicate that the prototype can detect object distance and provide warnings to users through visual and audio indicators.

KEYWORD
ESP32;
Ultrasonic;
Sensor HC-SR04;
Parking System

This is an open-access article under the CC–BY-SA license

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi elektronika dan sistem tertanam (*Embedded System*) telah mendorong inovasi dalam pengembangan sistem otomasi, termasuk pada sektor transportasi dan kendaraan. Salah satu permasalahan yang masih dihadapi pengendara, khususnya di kawasan perkotaan, adalah keterbatasan ruang parkir dan risiko terjadinya benturan ketika kendaraan melakukan manuver pada area dengan jarak pandang terbatas. Kondisi tersebut dapat meningkatkan potensi kerusakan kendaraan akibat benturan dengan objek di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pendeteksi jarak yang mampu memberikan informasi secara akurat dan responsif untuk membantu pengendara melakukan proses parkir secara lebih aman.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dan objek berdasarkan waktu tempuh gelombang yang dipancarkan hingga diterima kembali setelah mengalami pemantulan. HC-SR04 memiliki tingkat akurasi pengukuran yang cukup baik dan dapat diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler untuk mengembangkan sistem pendeteksi jarak. Karakteristik tersebut menjadikan sensor ultrasonik sebagai salah satu alternatif yang relevan dalam pengembangan sistem bantuan parkir kendaraan berbasis elektronika.

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

Pengembangan sistem pendeteksi jarak juga memerlukan pemilihan mikrokontroler yang sesuai dengan kebutuhan pengolahan data dan pengendalian perangkat keluaran. ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan pemrosesan data, antarmuka input-output, serta konektivitas nirkabel melalui Wi-Fi dan Bluetooth. Kemampuan tersebut memberikan fleksibilitas dalam pengembangan sistem otomasi dibandingkan dengan penggunaan mikrokontroler konvensional yang memiliki keterbatasan sumber daya komputasi dan konektivitas. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan Arduino Nano sebagai pengendali sistem parkir dapat mendukung integrasi sensor dan perangkat indikator untuk memberikan informasi jarak kepada pengendara. Namun, pengembangan sistem menggunakan ESP32 memberikan peluang integrasi yang lebih luas, khususnya untuk pengembangan sistem monitoring dan otomasi berbasis Internet of Things (IoT).

Meskipun sensor ultrasonik dan mikrokontroler telah banyak digunakan dalam pengembangan sistem pendeteksi jarak, diperlukan perancangan dan pengujian sistem yang mengintegrasikan sensor HC-SR04 dengan ESP32 secara terstruktur untuk aplikasi bantuan parkir kendaraan. Aspek yang perlu diperhatikan meliputi kemampuan sensor dalam mendeteksi objek, respons pengendali terhadap perubahan jarak, serta ketepatan indikator dalam menyampaikan informasi kepada pengendara. Integrasi ketiga aspek tersebut menjadi penting untuk menghasilkan sistem yang mampu memberikan peringatan secara konsisten berdasarkan kondisi jarak kendaraan terhadap objek penghalang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem sensor parkir kendaraan berbasis ESP32 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor sebagai perangkat pendeteksi jarak, ESP32 sebagai unit pemrosesan dan pengendali, serta Light Emitting Diode (LED) dan buzzer sebagai indikator visual dan audio. Mekanisme peringatan dirancang berdasarkan klasifikasi jarak objek sehingga sistem dapat memberikan respons yang berbeda sesuai dengan tingkat kedekatan kendaraan terhadap penghalang. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan prototipe sistem bantuan parkir yang sederhana, ekonomis, dan mudah diimplementasikan, sekaligus menjadi dasar pengembangan sistem parkir cerdas dengan memanfaatkan kemampuan konektivitas ESP32.

Pengembangan sistem parkir berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam penelitian ini diarahkan pada integrasi proses akuisisi data jarak, pengolahan informasi oleh mikrokontroler, serta pengendalian indikator visual dan audio secara terkoordinasi. Sistem menerapkan mekanisme peringatan bertingkat berdasarkan zona jarak antara kendaraan dan objek penghalang, sehingga perubahan kondisi jarak dapat direspons melalui perubahan status LED dan pola peringatan buzzer. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan objek, tetapi juga pada keterpaduan antara ketepatan pengukuran, kecepatan respons pengendali, dan konsistensi pemberian informasi kepada pengendara. Integrasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan sistem bantuan parkir yang lebih informatif dan responsif serta memberikan landasan teknis bagi pengembangan sistem parkir kendaraan berbasis mikrokontroler yang dapat diimplementasikan lebih lanjut.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem sensor parkir merupakan suatu sistem elektronik yang dirancang untuk membantu pengemudi mengetahui jarak antara kendaraan dengan objek di sekitarnya saat proses parkir berlangsung. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi keberadaan objek di depan atau belakang kendaraan, kemudian memberikan informasi kepada pengemudi dalam bentuk bunyi buzzer, nyala lampu LED. Dengan adanya sistem sensor parkir, risiko terjadinya benturan saat parkir dapat diminimalkan sehingga proses parkir menjadi lebih aman dan efisien. Selain digunakan pada kendaraan modern, sistem sensor parkir juga banyak dikembangkan sebagai media pembelajaran pada bidang elektronika dan sistem kendali. Landasan teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian ini diuraikan dalam beberapa pembahasan berikut:

2.1 ESP 32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dapat dimanfaatkan sebagai pusat pengendalian pada sistem elektronik berbasis Internet of Things (IoT). Penggunaannya memungkinkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam menjalankan fungsi pemantauan serta pengendalian secara terprogram. ESP32 mengelola komunikasi antar perangkat serta meneruskan perintah pengendalian menuju aktuator. Implementasi tersebut menunjukkan bahwa ESP32 dapat digunakan sebagai komponen pengendali yang

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

mengintegrasikan berbagai perangkat elektronik untuk menjalankan fungsi sistem secara terkoordinasi[1]. Kemampuan ESP32 sebagai pusat pengendalian tersebut didukung oleh karakteristik perangkat keras dan fasilitas komunikasi yang memungkinkan integrasi dengan berbagai komponen elektronik. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dapat dimanfaatkan sebagai pusat pengendalian pada sistem elektronik berbasis Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini memiliki kemampuan konektivitas nirkabel melalui fitur Wi-Fi dan Bluetooth serta dilengkapi dengan 36 pin General Purpose Input/Output (GPIO) yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik [2]. Selain kemampuan konektivitas dan antarmuka GPIO, ESP32 juga mendukung komunikasi antar mikrokontroler yang memungkinkan pertukaran data dalam pengembangan sistem elektronik otomatis. Kemampuan ESP32 dalam mengintegrasikan proses akuisisi, pengolahan data, dan pengendalian perangkat juga ditunjukkan melalui penerapannya pada sistem berbasis komunikasi nirkabel. ESP32 sebagai mikrokontroler master sekaligus gateway yang menerima data dari beberapa node sensor menggunakan protokol ESP-NOW. Data yang diterima selanjutnya diproses berdasarkan batas parameter yang telah ditentukan untuk menghasilkan perintah pengendalian terhadap perangkat keluaran. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ESP32 mampu menjalankan fungsi pemrosesan dan pengendalian secara terintegrasi, termasuk mendukung komunikasi data antarmikrokontroler dalam suatu sistem otomatis [3]. Kemampuan tersebut juga dapat diterapkan pada sistem yang memanfaatkan data hasil pembacaan sensor sebagai dasar dalam menentukan tindakan pengendalian terhadap perangkat keluaran. Kemampuan ESP32 dalam melakukan pemrosesan data masukan dan pengendalian perangkat pengembangan sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). Dalam penelitian tersebut, NodeMCU ESP32 berperan sebagai pusat pengendalian yang menerima data dari sensor, kemudian mengolah informasi tersebut untuk menentukan tindakan terhadap perangkat keluaran sesuai dengan kondisi yang terukur. Data hasil pemrosesan selanjutnya dikirimkan menuju server untuk ditampilkan melalui aplikasi web. Implementasi tersebut memperlihatkan bahwa NodeMCU ESP32 dapat mengintegrasikan proses akuisisi data sensor, pengolahan informasi, pengendalian perangkat elektronik, serta komunikasi data dalam satu sistem otomatis [4]. Selain kemampuan mengolah data sensor dan mengendalikan perangkat keluaran, ESP32 juga memiliki fasilitas komunikasi terintegrasi yang mendukung pengembangan sistem monitoring dan kendali berbasis jaringan. Karakteristik ESP32 sebagai mikrokontroler dengan modul Wi-Fi yang terintegrasi di dalam chip memberikan kemudahan dalam pengembangan sistem elektronik berbasis Internet of Things (IoT). ESP32 merupakan pengembangan dari mikrokontroler ESP8266 yang dilengkapi dengan pin General Purpose Input/Output (GPIO) untuk mendukung konfigurasi perangkat masukan dan keluaran. Dalam implementasinya, ESP32 digunakan untuk menerima dan mengolah data dari sensor serta menjalankan fungsi pengendalian perangkat melalui komunikasi berbasis MQTT. Penerapan tersebut menunjukkan bahwa ESP32 mampu mengintegrasikan fungsi akuisisi data, pemrosesan informasi, komunikasi nirkabel, dan pengendalian perangkat elektronik dalam suatu sistem terotomatisasi [5]. Di samping fasilitas konektivitas dan antarmuka input-output, kemampuan pemrosesan ESP32 juga menjadi aspek penting yang mendukung pelaksanaan fungsi pengendalian secara responsif dan terprogram. Kemampuan pemrosesan ESP32 didukung oleh arsitektur prosesor dual-core dengan kecepatan hingga 240 MHz serta fasilitas konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi, karakteristik tersebut mendukung pemanfaatan ESP32 sebagai pusat pengendalian dalam sistem elektronik yang membutuhkan pemrosesan informasi dan komunikasi data. Dalam implementasinya, ESP32 bisa digunakan untuk menerima data identifikasi dari RFID Reader, melakukan verifikasi berdasarkan data yang tersimpan, kemudian meneruskan perintah kepada relay untuk mengendalikan perangkat keluaran. Penerapan tersebut menunjukkan bahwa ESP32 mampu mengintegrasikan proses penerimaan data, pengolahan informasi, dan pengendalian perangkat elektronik secara terprogram [6] .

2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan perangkat elektronik yang memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi untuk mendeteksi keberadaan objek dan mengukur jarak antara sensor dengan objek tersebut. Prinsip kerjanya didasarkan pada pemancaran gelombang ultrasonik oleh transmitter yang kemudian dipantulkan oleh permukaan objek dan diterima kembali oleh receiver, mekanisme pengukuran jarak tersebut memanfaatkan pantulan gelombang suara, sehingga keberadaan objek dapat diketahui berdasarkan karakteristik gelombang yang diterima oleh sensor. Sensor ini memiliki empat terminal utama, yaitu VCC sebagai sumber tegangan, Trigger sebagai pemicu pengiriman gelombang ultrasonik, Echo sebagai keluaran sinyal pantulan, dan Ground sebagai terminal referensi, HC-SR04 bekerja menggunakan tegangan DC 5 V dengan arus sebesar 15 mA, serta memiliki rentang pengukuran nominal 2–400 cm dan sudut pengukuran 15°. Karakteristik tersebut menjadikan HC-SR04 dapat digunakan sebagai komponen pendeteksi jarak dalam pengembangan sistem elektronik [7]. Kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 dalam

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

melakukan pengukuran jarak juga dipengaruhi oleh tingkat akurasi dan kesalahan pembacaan yang dihasilkan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 98,93%, dengan persentase kesalahan pengukuran berkisar antara 0,54% hingga 2,66%. Akurasi tertinggi diperoleh pada jarak 60 cm sebesar 99,46% dengan tingkat kesalahan sebesar 0,54%. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa karakteristik lingkungan, seperti suhu dan kelembapan, serta kondisi permukaan objek dapat memengaruhi hasil pengukuran sensor. Temuan ini memperlihatkan bahwa HC-SR04 memiliki kemampuan pengukuran jarak dengan tingkat akurasi yang relatif tinggi, meskipun konsistensi hasil pembacaannya tetap dipengaruhi oleh kondisi pengukuran [8]. Penerapan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam sistem pengukuran jarak juga ditunjukkan melalui pengembangan perangkat pemantauan ketinggian air berbasis mikrokontroler. Dalam penelitian tersebut, HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak antara posisi sensor dengan permukaan air melalui mekanisme pemancaran dan penerimaan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki empat terminal utama, yaitu VCC, Trigger, Echo, dan Ground yang berfungsi sebagai sumber tegangan, pemicu pengiriman gelombang, keluaran sinyal pantulan, serta terminal referensi. Hasil pengujian pada jarak 10–150 cm menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,89%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa HC-SR04 dapat dimanfaatkan sebagai perangkat pengukur jarak dalam sistem pemantauan otomatis dengan tingkat ketelitian pengukuran yang tinggi [9]. Keandalan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam melakukan pengukuran jarak juga dapat ditingkatkan melalui proses kalibrasi, Pengujian dilakukan pada enam variasi jarak, yaitu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 cm, dengan 30 kali pengambilan sampel pada setiap variasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kalibrasi mampu meningkatkan ketelitian dan ketepatan pengukuran sensor. Pada jarak 5, 15, 20, dan 30 cm, nilai ketelitian dan ketepatan mencapai 100%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa proses kalibrasi dapat menjadi salah satu pendekatan untuk meningkatkan konsistensi dan kesesuaian hasil pembacaan HC-SR04 terhadap jarak aktual objek [10]. Karakteristik kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 dalam melakukan pengukuran jarak dapat ditinjau berdasarkan tingkat akurasi dan presisi hasil pembacaannya. penelitian eksperimental dengan membandingkan kinerja sensor HC-SR04, JSN-SR04T, dan A02YYUW pada variasi jarak pengukuran 25–70 cm dengan lima kali pengulangan untuk setiap variasi menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 memiliki tingkat akurasi berkisar antara 98–99% dan presisi sebesar 95–99%. Meskipun menunjukkan kemampuan pengukuran yang cukup baik, hasil pembacaan sensor cenderung mengalami fluktuasi pada beberapa variasi jarak. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa performa pengukuran sensor ultrasonik dapat dipengaruhi oleh karakteristik objek dan kondisi lingkungan di sekitar area pendeteksian [11].

2.3 Buzzer

Buzzer merupakan perangkat keluaran yang menghasilkan bunyi sebagai indikator suara. Pada sistem sensor parkir, buzzer berfungsi memberikan peringatan kepada pengemudi ketika kendaraan semakin dekat dengan penghalang. Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai perangkat keluaran (output) untuk menghasilkan sinyal suara sebagai bentuk pemberian informasi atau indikator terhadap kondisi suatu sistem. Dalam implementasinya pada sistem berbasis mikrokontroler, buzzer dapat dikendalikan melalui program untuk menghasilkan isyarat audio berdasarkan kondisi atau perubahan status yang telah ditentukan. Dalam penelitian buzzer sebagai indikator audio pada sistem programmable timer berbasis ESP32-C3 Supermini. Penerapan buzzer digunakan untuk memberikan konfirmasi terhadap masukan pengguna, menandai dimulainya dan berakhirnya proses, serta memberikan informasi ketika terjadi perubahan status sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa buzzer mampu memberikan respons suara sesuai dengan kondisi pengendalian yang diprogram. Penerapan tersebut memperlihatkan bahwa buzzer dapat dimanfaatkan sebagai media informasi audio yang melengkapi keluaran sistem elektronik berbasis mikrokontroler [12]. Buzzer juga berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara sebagai bentuk indikator atau peringatan terhadap kondisi tertentu pada suatu sistem elektronik. Buzzer dapat dimanfaatkan sebagai perangkat pemberi isyarat ketika sensor mendeteksi kondisi yang telah ditentukan melalui pemrograman mikrokontrol, pada pendeteksi kebocoran gas diintegrasikan dengan Arduino Uno dan sensor gas MQ2, MQ3, serta MQ5 akan memberikan peringatan berdasarkan tingkat konsentrasi gas yang terdeteksi. Respons buzzer dibedakan berdasarkan kondisi pembacaan sensor, yaitu tidak berbunyi ketika gas tidak terdeteksi, menghasilkan bunyi pelan pada tingkat konsentrasi pertama, bunyi sedang pada tingkat kedua, dan bunyi cepat pada tingkat ketiga. Hasil menunjukkan bahwa buzzer dapat digunakan sebagai indikator audio dengan respons yang disesuaikan terhadap kondisi masukan sensor, sehingga informasi mengenai perubahan kondisi sistem dapat diketahui melalui sinyal suara [13]. Penerapan buzzer sebagai indikator peringatan audio pada sistem sensor parkir kendaraan ditunjukkan melalui pengembangan sistem peringatan jarak parkir mobil yang mengintegrasikan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan mikrokontroler Arduino Uno. Dalam penelitian tersebut, buzzer digunakan sebagai aktuator yang menghasilkan variasi pola suara berdasarkan jarak antara kendaraan dan objek penghalang. Pengaturan respons buzzer dibagi menjadi beberapa kategori jarak, yaitu tidak berbunyi pada jarak lebih dari 100 cm, menghasilkan bunyi dengan interval lambat pada jarak 51–100 cm, bunyi dengan interval cepat pada jarak 21–50 cm, serta bunyi kontinu ketika jarak objek mencapai 20 cm atau kurang. Hasil

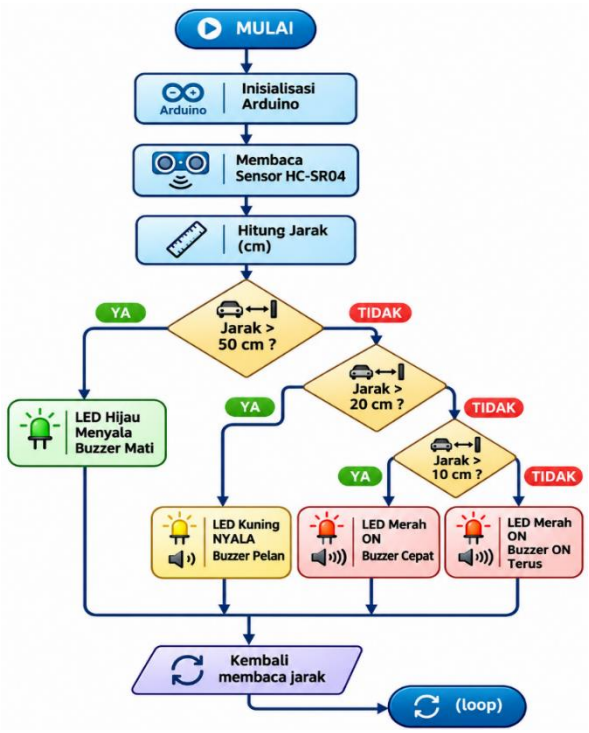
P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan respons suara sesuai dengan kategori jarak yang telah ditentukan. Penerapan tersebut menunjukkan bahwa buzzer dapat digunakan sebagai indikator audio yang memberikan informasi tingkat kedekatan objek secara real-time untuk membantu pengemudi melakukan manuver parkir [14].

3. Metodologi Penelitian

3.1 Blok Diagram Penelitian

Desain sistem sensor parkir kendaraan dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan, mulai dari proses inisialisasi mikrokontroler, pembacaan data jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, hingga pengolahan data untuk menentukan kondisi peringatan. Sistem kemudian mengendalikan indikator LED dan buzzer berdasarkan nilai jarak yang terdeteksi, sehingga pengemudi memperoleh informasi mengenai tingkat kedekatan kendaraan terhadap objek penghalang. Keseluruhan tahapan proses kerja dan mekanisme pengendalian sistem tersebut ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram Diagram Alir Sistem Sensor Parkir Kendaraan

Diagram alir pada Gambar 1 menunjukkan tahapan kerja sistem sensor parkir kendaraan yang dimulai dengan proses inisialisasi mikrokontroler, dilanjutkan dengan pembacaan jarak objek menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Data hasil pembacaan selanjutnya diolah untuk menentukan kondisi jarak antara kendaraan dan objek penghalang. Sistem menerapkan tiga batas pengukuran, yaitu 50 cm, 20 cm, dan 10 cm sebagai dasar pengaturan indikator peringatan. Pada jarak lebih dari 50 cm, LED hijau menyala dan buzzer berada dalam kondisi mati. Ketika jarak berada pada rentang lebih dari 20 cm hingga 50 cm, LED kuning menyala disertai bunyi buzzer dengan interval pelan. Selanjutnya, pada jarak lebih dari 10 cm hingga 20 cm, LED merah menyala dan buzzer menghasilkan bunyi lebih cepat. Apabila jarak objek mencapai 10 cm atau kurang, LED merah tetap menyala dengan buzzer aktif secara kontinu. Setelah kondisi peringatan ditentukan, sistem kembali melakukan pembacaan jarak secara berulang sehingga proses deteksi dan pemberian peringatan berlangsung secara berkelanjutan.

3.2 Desain *Hardware*

Desain *Hardware* dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen sesuai fungsi masing-masing, berikut data desain Hardware yag tersaji pada tabel 1.

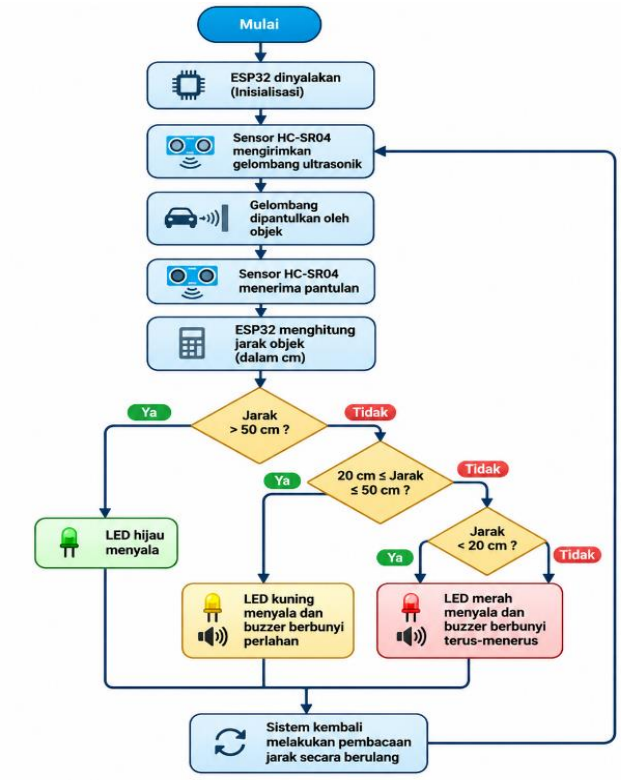
P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

Tabel 1. Konfigurasi Pin Arduino Nano

KOMPONEN	PIN ARDUINO
Trig HC-SR04	D9
Echo HC-SR04	D10
LED Hijau	D2
LED kuning	D3
LED Merah	D4
Buzzer	D5
VCC Sensor	5V
GND Sensor	GND

3.3 Algoritma Pemrograman

Algoritma pemrograman disusun sebagai dasar pengendalian sistem sensor parkir kendaraan berbasis ESP32 dengan sensor ultrasonik HC-SR04. Algoritma ini menggambarkan urutan instruksi yang dijalankan mikrokontroler dalam menginisialisasi perangkat, melakukan pembacaan jarak objek, mengolah data hasil pengukuran, serta menentukan respons indikator LED dan buzzer berdasarkan kondisi jarak yang terdeteksi. Setiap tahapan pemrograman dirancang secara berurutan dan berulang untuk memastikan proses pendeteksian serta pemberian peringatan dapat berlangsung secara berkelanjutan. Adapun urutan logika dan tahapan instruksi pemrograman sistem tersebut disajikan dalam diagram alir algoritma pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Algoritma Pemrograman Sistem Sensor Parkir Kendaraan

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

4. Hasil Pembahasan

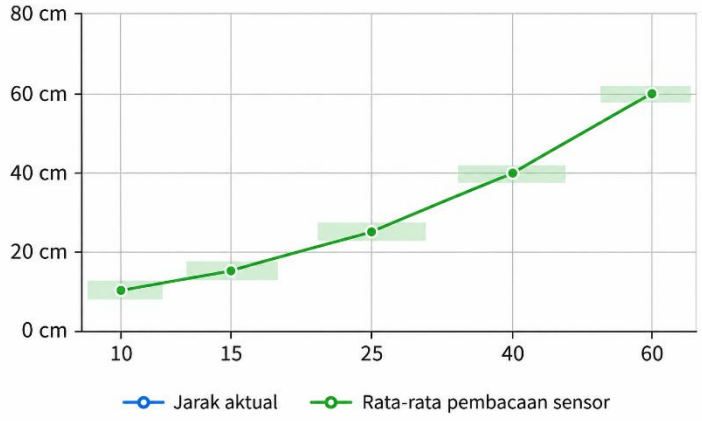
4.1. Hasil

Pengujian sistem sensor parkir kendaraan dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mendeteksi jarak objek serta respons indikator LED dan buzzer terhadap perubahan jarak yang terukur. Pengujian dilakukan pada beberapa variasi jarak aktual untuk mengevaluasi kesesuaian hasil pembacaan sensor dan mekanisme pemberian peringatan berdasarkan batas jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian sistem secara keseluruhan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian

No.	Jarak aktual (cm)	Rentang pembacaan HC-SR04 (cm)	LED	Buzzer	Kondisi
1	10	8–12	Merah	Bunyi kontinu	Sangat dekat
2	15	13–17	Merah	Bunyi cepat	Bahaya
3	25	23–27	Kuning	Bunyi sedang	Waspada
4	40	38–42	Kuning	Bunyi pelan	Waspada
5	60	58–62	Hijau	Tidak berbunyi	Aman

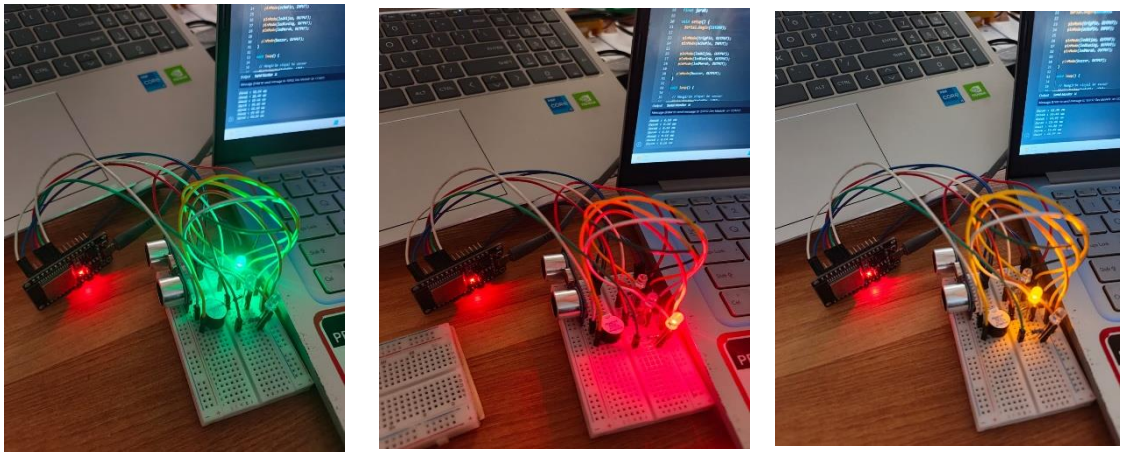
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan hasil pembacaan jarak yang mendekati nilai jarak sebenarnya pada seluruh variasi pengujian. Pada jarak aktual 10, 15, 25, 40, dan 60 cm, sensor menghasilkan rentang pembacaan masing-masing sebesar 8–12 cm, 13–17 cm, 23–27 cm, 38–42 cm, dan 58–62 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai jarak aktual berada di antara batas bawah dan batas atas pembacaan sensor pada setiap variasi pengujian. Data pengukuran tersebut selanjutnya digunakan oleh ESP32 sebagai dasar penentuan kondisi peringatan melalui indikator LED dan buzzer. Respons sistem menunjukkan perubahan dari kondisi aman yang ditandai LED hijau tanpa bunyi buzzer, menjadi kondisi waspada dan bahaya yang ditandai perubahan warna LED serta peningkatan respons bunyi buzzer seiring berkurangnya jarak objek. Untuk memperjelas hubungan antara jarak aktual dan hasil pembacaan sensor pada setiap variasi pengujian, perbandingan kedua parameter tersebut disajikan secara grafis pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Jarak Aktual dan Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian fungsional dilakukan dengan mengamati respons sistem terhadap perubahan jarak objek yang dideteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa ESP32 mampu mengendalikan indikator LED dan buzzer sesuai dengan kategori jarak yang telah ditentukan. Perubahan indikator LED hijau, kuning, dan merah menunjukkan kondisi peringatan yang berbeda, sedangkan buzzer memberikan respons suara sebagai informasi tambahan kepada pengguna. Dokumentasi implementasi dan pengujian respons indikator sistem pada setiap kondisi ditunjukkan pada Gambar 4.

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index



Gambar 4. Dokumentasi Pengujian Fungsional Sistem Sensor Parkir Kendaraan Berdasarkan Respons Indikator LED dan Buzzer

4.2 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi jarak objek pada seluruh variasi pengujian, yaitu 10, 15, 25, 40, dan 60 cm. Pada setiap jarak aktual tersebut, sensor menghasilkan rentang pembacaan masing-masing sebesar 8–12 cm, 13–17 cm, 23–27 cm, 38–42 cm, dan 58–62 cm. Rentang pembacaan tersebut memperlihatkan bahwa nilai jarak aktual berada di antara batas bawah dan batas atas hasil pengukuran sensor. Perbedaan antara jarak aktual dan rentang pembacaan sensor menunjukkan adanya variasi hasil pengukuran pada setiap kondisi pengujian. Meskipun demikian, pola pembacaan sensor memperlihatkan kecenderungan yang konsisten terhadap perubahan jarak objek, yaitu semakin besar jarak aktual, semakin besar pula nilai pembacaan yang dihasilkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa HC-SR04 dapat digunakan sebagai perangkat pendeteksi jarak untuk menyediakan data masukan bagi sistem pengendalian parkir kendaraan. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya diproses oleh ESP32 sebagai dasar penentuan kondisi peringatan. Dengan demikian, fungsi HC-SR04 tidak hanya terbatas pada pendeteksian keberadaan objek, tetapi juga menyediakan informasi jarak yang digunakan oleh mikrokontroler untuk menentukan respons sistem berdasarkan ambang batas yang telah diprogram. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa ESP32 mampu mengolah data jarak dari sensor HC-SR04 untuk menentukan kondisi peringatan berdasarkan tiga kategori utama, yaitu aman, waspada, dan bahaya. Penentuan kondisi tersebut dilakukan melalui penerapan batas jarak yang telah ditetapkan dalam program, sehingga setiap perubahan jarak menghasilkan respons keluaran yang berbeda.

Pada jarak aktual 60 cm, sistem menunjukkan kondisi aman yang ditandai dengan LED hijau menyala dan buzzer tidak berbunyi. Ketika jarak objek berkurang menjadi 40 cm dan 25 cm, sistem memasuki kondisi waspada yang ditunjukkan melalui LED kuning dan aktivasi buzzer dengan intensitas pola bunyi yang berbeda. Selanjutnya, pada jarak 15 cm, sistem memberikan indikasi bahaya melalui LED merah yang disertai bunyi buzzer cepat. Pada jarak 10 cm, sistem menunjukkan kondisi sangat dekat dengan LED merah tetap menyala dan buzzer menghasilkan bunyi secara kontinu. Perubahan respons tersebut menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan mekanisme pengendalian berdasarkan kondisi jarak objek. ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan yang menghubungkan hasil pembacaan sensor dengan perangkat keluaran, sehingga informasi mengenai tingkat kedekatan objek dapat disampaikan kepada pengguna melalui indikator visual dan audio.

Pengujian perangkat keluaran menunjukkan bahwa kombinasi LED dan buzzer dapat digunakan untuk menyampaikan informasi mengenai kondisi jarak kendaraan terhadap objek penghalang. LED memberikan informasi visual melalui perubahan warna, sedangkan buzzer memberikan informasi audio melalui variasi pola bunyi. Kombinasi kedua indikator tersebut memungkinkan pengguna mengenali perubahan kondisi parkir melalui dua bentuk respons yang saling melengkapi.

Pada kondisi aman, LED hijau memberikan informasi bahwa jarak kendaraan terhadap objek masih berada pada rentang yang ditentukan sebagai kondisi aman, sehingga buzzer tidak diaktifkan. Pada kondisi waspada, LED kuning menyala disertai bunyi buzzer pelan atau sedang untuk menunjukkan bahwa kendaraan mulai mendekati objek penghalang. Sementara itu, LED merah digunakan sebagai indikator kondisi bahaya dan sangat dekat, dengan respons buzzer yang meningkat dari bunyi cepat menjadi bunyi

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

kontinu. Hasil pengujian tersebut memperlihatkan bahwa variasi warna LED dan pola bunyi buzzer dapat membedakan tingkat peringatan berdasarkan jarak objek. Penggunaan indikator visual dan audio secara bersamaan memberikan informasi yang lebih mudah dikenali oleh pengguna selama proses parkir kendaraan. Dengan demikian, integrasi kedua perangkat keluaran tersebut mendukung fungsi sistem sebagai perangkat bantu dalam memberikan peringatan terhadap keberadaan objek di sekitar kendaraan.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, LED, dan buzzer telah mampu menjalankan fungsi utama sistem sensor parkir kendaraan sesuai dengan rancangan pengendalian. Sensor HC-SR04 berfungsi mendeteksi jarak objek, ESP32 melakukan pemrosesan data dan menentukan kondisi peringatan, sedangkan LED dan buzzer memberikan respons keluaran berdasarkan hasil pengolahan tersebut.

Dokumentasi pengujian perangkat keras memperlihatkan implementasi sistem melalui perubahan indikator LED pada beberapa kondisi pengujian. Respons tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara perangkat masukan, unit pemrosesan, dan perangkat keluaran telah diterapkan dalam satu kesatuan sistem. Proses pembacaan jarak yang dilakukan secara berulang juga memungkinkan sistem memperbarui informasi kedekatan objek selama pengoperasian.

Berdasarkan hasil tersebut, rancangan sistem sensor parkir kendaraan berbasis ESP32 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 telah menunjukkan kemampuan dalam mendeteksi perubahan jarak dan memberikan peringatan melalui indikator LED dan buzzer. Sistem ini dapat digunakan sebagai perangkat bantu yang memberikan informasi visual dan audio kepada pengemudi ketika kendaraan mendekati objek penghalang selama proses parkir.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem sensor parkir kendaraan berbasis ESP32 menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil dirancang untuk mendeteksi jarak objek dan memberikan peringatan melalui indikator LED dan buzzer. Sensor HC-SR04 mampu melakukan pembacaan pada variasi jarak aktual 10–60 cm dengan rentang hasil pengukuran yang mengikuti perubahan jarak objek. ESP32 mampu mengolah data hasil pembacaan sensor dan mengendalikan respons keluaran berdasarkan kategori jarak yang telah ditentukan. Kombinasi indikator LED dan buzzer menghasilkan informasi visual dan audio yang membedakan kondisi aman, waspada, bahaya, dan sangat dekat. Dengan demikian, prototipe yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai perangkat bantu untuk memberikan informasi jarak objek selama proses parkir kendaraan.

5.2. Saran

Pengembangan selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian sensor pada variasi jarak yang lebih luas dengan jumlah pengulangan yang lebih banyak guna memperoleh data akurasi dan presisi pengukuran. Selain itu, penempatan sensor perlu dioptimalkan agar kemampuan deteksi lebih sesuai dengan kondisi aktual kendaraan saat parkir. Pengembangan sistem juga dapat dilakukan dengan menambahkan indikator tampilan jarak secara digital serta menguji kinerja perangkat pada kondisi lingkungan dan objek penghalang yang lebih beragam.

Daftar Pustaka

[1] S. A. Wicaksono and A. Setia Budi, "IMPLEMENTASI KONTROLING PAKAN IKAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN MENGGUNAKAN PROTOKOL ESP-NOW," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 11, pp. 2548–964, 2026, [Online]. Available: http://j-ptiik.ub.ac.id

[2] I. P. Gede *et al.*, "Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology menggunakan ESP-32 untuk mengendalikan motor DC pada motorized valve," *J. Appl. Mech. Eng. green Technol.*, vol. 3, pp. 99–103, 2022.

[3] Muhamad, C. Ardi, S. Kusumastuti, and F. A. Busono, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Budidaya Jangkrik Menggunakan Protokol Esp-Now," *Jur. Tek. Elektro, Politek. Negeri Semarang*, vol. 19, no. 1, pp. 52–59, 2024.

P-ISSN : 3064-5980, E-ISSN: 3064-6464
https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index

[4] R. Nandika and E. Amrina, "SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," *Sigma Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.33373/sigmateknika.v4i1.3253.

[5] W. Yuniarto, I. I, S. S, R. Man, M. Diponegoro, and E. E, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Energi Listrik Pada Beban 3 Fasa Menggunakan Esp32 Berbasis Internet of Think (Iot)," *J. Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 1, pp. 30–38, 2023, doi: 10.32722/pt.v22i1.5102.

[6] A. W. Bramantyo, M. Prakarsa, T. Komputer, P. Ganesha, J. J. G. Subroto, and P. Korespondensi, "Perancangan Sistem Kontrol Akses Rumah Pintar Menggunakan RFID dengan Mikrokontroler," *Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 374–382, 2025, [Online]. Available: https://restikom.nusaputra.ac.id

[7] T. N. Arifin, G. F. Pratiwi, A. Janrafsasih, U. D. Nusantara, and J. Tera, "Jurnal Tera is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4 . 0 International License ultrasonic untuk mendeteksi objek di depanya . Cara kerja sensor jarak ultrasonik sama seperti Sensor Ultrasonik Menurut Santoso bahwa Sensor ultrasonik me," *J. Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2022.

[8] A. R. Adha, M. A. Musthofa, G. A. A. R. Putra, and I. Harjanto, "Analisis Kinerja Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan AKurasi Tinggi dan Error Rendah," *Sci. Eng. Natl. Semin.*, vol. 9, no. 9, pp. 115–122, 2024.

[9] M. Hardjianto, D. Ariyanto, and A. Aryasanti, "Penerapan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Hujan untuk Memantau Ketinggian Air dan Pendeteksi Hujan," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 251, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3486.

[10] A. Syahlan *et al.*, "Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Prototipe Water Tank Level Control System," *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 122–133, 2024.

[11] Akbar Rizki Priadi, Regita Aulia Safitri, Tyo Bima Pratama, and Ulinnuha Latifa, "Comparison of Accuracy and Precision of Distance Readings on Hc-Sr04, Jsn-Sr04T, and a02Yyuw Ultrasonic Sensors," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 27, no. 1, pp. 19–29, 2025, doi: 10.24912/tesla.v27i1.33372.

[12] M. Dodik Kurniawan and A. Budjianto, "Implementasi Sistem Programable Timer Menggunakan Esp32-C3 Supermini Dengan Tampilan Oled Dan Indikator Buzzer," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 6, pp. 9950–9956, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i6.15785.

[13] N. Hidayat, S. Hidayat, N. A. Pramono, and U. Nadirah, "Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno," *Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 181–186, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i2.6737.

[14] M. A. R. P. Buntaran, Muhammad Farih Ibnu Arifin, and Farhan Yazid Musthofa, "Sistem Arduino untuk Peringatan Jarak Parkir Mobil dengan Sensor Ultrasonik dan Buzzer," *INDOTERA - Indones. Dissem. Eng. Appl. Technol. Res. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 34–42, 2026, doi: 10.68167/indotera.v2i2.51.