

Perancangan dan Perakitan Robot Halang Rintang Berbasis Arduino UNO Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04

Bayu Bagaskoro¹, Taufik Azizul Hakim², Abdul Rizki Febrian³,
Email : bayu.bagaskoro@lecturer.sains.ac.id

Abstract: *Obstacle avoidance robots are one of the applications of robotic technology that utilize an automatic control system to avoid obstacles during movement. This study aims to design and assemble an Arduino UNO-based obstacle avoidance robot using the HC-SR04 ultrasonic sensor to detect objects in front of the robot. The robot's drive system consists of two 3V DC motors controlled by an L298N motor driver module, while the power supply is provided by two 18650 Li-ion batteries configured as the main power source. The research methodology includes requirement identification, hardware design, software design, assembly, testing, and performance evaluation. The ultrasonic sensor measures the distance to obstacles using ultrasonic waves, and the Arduino processes the measured data to determine the robot's movement direction automatically. The experimental results show that the robot is capable of detecting obstacles at distances of approximately 20–25 cm and successfully performing avoidance maneuvers under various track conditions. The developed system demonstrated a high success rate in obstacle avoidance during testing, making it suitable as a learning medium for robotics, control systems, and microcontroller applications.*

Keywords: Arduino UNO; Obstacle Avoidance Robot; HC-SR04; L298N; Robotics; Microcontroller.

Abstrak: Robot halang rintang merupakan salah satu penerapan teknologi robotika yang memanfaatkan sistem kendali otomatis untuk menghindari berbagai rintangan selama proses pergerakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merakit sebuah robot halang rintang berbasis Arduino UNO dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi objek di depan robot. Sistem penggerak robot menggunakan dua motor DC 3V yang dikendalikan oleh modul driver motor L298N, sedangkan sumber daya berasal dari dua baterai Li-ion 18650 yang disusun sebagai catu daya utama. Metode penelitian meliputi tahap identifikasi kebutuhan, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, proses perakitan, pengujian, serta evaluasi kinerja robot. Sensor ultrasonik bekerja dengan mengukur jarak objek menggunakan gelombang ultrasonik, kemudian Arduino memproses data tersebut untuk menentukan arah gerakan robot secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu mendeteksi rintangan pada jarak sekitar 20 cm hingga 25 cm dan melakukan manuver menghindar dengan baik pada berbagai kondisi lintasan. Sistem yang dirancang memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi dalam menghindari rintangan selama pengujian, sehingga dapat dijadikan media pembelajaran pada bidang robotika, sistem kendali, dan mikrokontroler.

Kata kunci: Arduino UNO; Robot Halang Rintang; HC-SR04; L298N; Robotika; Mikrokontroler.



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Robot tidak hanya digunakan pada sektor industri manufaktur, tetapi juga mulai diterapkan pada bidang pendidikan, kesehatan, militer, pertanian, logistik, hingga sistem otomasi bangunan. Salah satu jenis robot yang banyak dikembangkan sebagai media pembelajaran adalah robot halang rintang (obstacle avoidance robot). Robot ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi keberadaan objek di sekitarnya kemudian menentukan keputusan secara otomatis untuk menghindari tabrakan [2].

Robot halang rintang merupakan implementasi sederhana dari konsep sistem kendali cerdas (*intelligent control system*). Sistem ini memanfaatkan sensor sebagai perangkat masukan (*input*), mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data (*processing unit*), serta motor DC sebagai aktuator (*output*). Dengan memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04, robot mampu mengukur jarak antara robot dan objek di depannya melalui prinsip pantulan gelombang ultrasonik (*echo*). Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh Arduino UNO sehingga robot dapat menentukan apakah akan bergerak maju, berhenti, berbelok ke kiri, atau berbelok ke kanan [10].

Arduino UNO dipilih karena memiliki keunggulan berupa kemudahan pemrograman, harga yang relatif murah, banyak tersedia pustaka (*library*), serta didukung oleh komunitas pengguna yang sangat besar. Selain itu, penggunaan driver motor L298N memungkinkan Arduino mengendalikan arah putaran dua motor DC secara independen sehingga robot memiliki kemampuan bermanuver dengan baik [1].

Penelitian mengenai robot halang rintang telah banyak dilakukan dengan berbagai metode pengendalian dan jenis sensor. Beberapa penelitian menggunakan sensor inframerah (*infrared sensor*), kamera, sensor LiDAR, maupun kombinasi beberapa sensor (*sensor fusion*). Meskipun demikian, penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 masih menjadi pilihan yang populer karena memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk jarak pendek, biaya yang

rendah, serta mudah diintegrasikan dengan Arduino UNO [4].

Permasalahan yang sering ditemukan pada robot halang rintang sederhana adalah keterbatasan dalam mendeteksi objek pada berbagai bentuk permukaan, keterlambatan respon akibat proses pembacaan sensor, serta ketidakstabilan gerakan ketika robot melakukan manuver. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem yang baik baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak agar robot mampu bekerja secara optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merakit robot halang rintang berbasis Arduino UNO menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sistem pendeteksi objek. Robot yang dikembangkan diharapkan mampu bergerak secara otomatis, mendeteksi rintangan dengan akurat, dan memilih arah gerakan yang sesuai tanpa campur tangan pengguna.

Kontribusi utama penelitian ini meliputi:

1. Merancang sistem robot halang rintang berbasis Arduino UNO dengan konfigurasi perangkat yang sederhana dan ekonomis.
2. Mengimplementasikan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sistem pendeteksi rintangan.
3. Mengembangkan algoritma kendali otomatis untuk menentukan arah gerak robot berdasarkan jarak objek.
4. Melakukan pengujian performa robot pada beberapa kondisi lintasan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem.

Sisa pembahasan pada artikel ini disusun sebagai berikut. Bagian kedua membahas tinjauan literatur mengenai robot halang rintang dan teknologi pendukungnya.

Bagian ketiga menjelaskan metode penelitian dan proses perancangan sistem.

Bagian keempat memaparkan hasil pengujian beserta pembahasannya. Selanjutnya dilakukan perbandingan dengan penelitian terdahulu sebelum diakhiri dengan kesimpulan dan saran penelitian berikutnya.

2. Tinjauan Literatur

2.1 Robot Halang Rintang

Robot halang rintang (*obstacle avoidance robot*) merupakan salah satu jenis robot mobile yang dirancang untuk bergerak secara mandiri dengan kemampuan mendeteksi dan menghindari rintangan pada lintasan yang dilaluinya. Robot jenis ini termasuk ke dalam kategori *autonomous mobile robot* karena mampu mengambil keputusan berdasarkan informasi yang diperoleh dari sensor tanpa memerlukan kendali langsung dari pengguna.

Prinsip kerja robot halang rintang dimulai dari proses pembacaan data oleh sensor jarak. Informasi tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler menggunakan algoritma tertentu untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan, seperti bergerak maju, berhenti, berbelok ke kiri, atau berbelok ke kanan. Teknologi ini banyak diterapkan sebagai media pembelajaran robotika, penelitian sistem kendali, hingga pengembangan kendaraan otonom skala kecil.

Robot halang rintang memiliki beberapa keunggulan, antara lain konstruksi yang relatif sederhana, biaya pembuatan yang rendah, serta mudah dikembangkan menjadi sistem robot yang lebih kompleks. Oleh karena itu, robot ini banyak digunakan pada kegiatan praktikum mikrokontroler dan kompetisi robot tingkat sekolah maupun perguruan tinggi.

2.2 Arduino UNO

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang dikembangkan sebagai platform *open-source* untuk mempermudah pengembangan sistem elektronik dan sistem kendali. Arduino UNO memiliki 14 pin digital, enam pin analog, kristal osilator 16 MHz, konektor USB, regulator tegangan, dan tombol *reset*.

Keunggulan utama Arduino UNO adalah kemudahan pemrograman menggunakan Arduino IDE, ketersediaan pustaka (*library*) yang sangat lengkap, serta kompatibilitas dengan berbagai sensor dan modul elektronik.

Selain itu, Arduino UNO memiliki konsumsi daya yang rendah sehingga sangat sesuai digunakan pada sistem robot bergerak yang menggunakan sumber daya baterai.

Pada penelitian ini, Arduino UNO berfungsi sebagai pusat pengendali seluruh sistem robot. Data yang diperoleh dari sensor ultrasonik diproses oleh Arduino sebelum menghasilkan sinyal kendali menuju driver motor L298N untuk menggerakkan motor DC.

2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor pengukur jarak yang bekerja menggunakan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz. Sensor ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu *transmitter* yang memancarkan gelombang ultrasonik dan *receiver* yang menerima pantulan gelombang dari objek.

Jarak objek dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang ultrasonik dari sensor menuju objek kemudian kembali lagi ke sensor [10]. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$Jarak = \frac{Kecepatan\ Suara \times Waktu}{2}$$

Keunggulan sensor HC-SR04 antara lain memiliki akurasi yang cukup baik pada jarak pendek, harga yang ekonomis, konsumsi daya rendah, serta mudah diintegrasikan dengan Arduino UNO. Sensor ini mampu mengukur jarak sekitar 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil [10].

Pada penelitian ini, sensor HC-SR04 digunakan sebagai sistem pendeteksi rintangan yang berada di depan robot. Ketika jarak objek lebih kecil dari batas yang telah ditentukan, Arduino akan memberikan perintah kepada robot untuk melakukan manuver menghindar.

2.4 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan modul pengendali motor berbasis rangkaian H-Bridge yang memungkinkan mikrokontroler

mengendalikan arah putaran dan kecepatan dua motor DC secara independen [1].

Modul ini memiliki beberapa terminal masukan yang dihubungkan ke Arduino UNO, sedangkan terminal keluarannya dihubungkan ke motor DC. Selain menentukan arah putaran, L298N juga mendukung pengaturan kecepatan motor melalui teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) [1].

Pada robot halang rintang, driver motor berfungsi sebagai antarmuka antara Arduino UNO dan motor DC karena arus keluaran Arduino tidak cukup besar untuk menggerakkan motor secara langsung.

2.5 Motor DC

Motor DC merupakan aktuator yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Pada robot mobile, motor DC digunakan sebagai penggerak roda sehingga robot dapat bergerak maju, mundur, maupun berbelok [6].

Penelitian ini menggunakan dua buah motor DC 3 Volt yang masing-masing dipasang pada sisi kiri dan kanan rangka robot. Dengan mengatur arah putaran kedua motor tersebut, robot dapat melakukan berbagai manuver sesuai hasil pengolahan data sensor.

2.6 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian mengenai robot halang rintang telah dilakukan menggunakan berbagai jenis sensor dan metode pengendalian.

Penelitian oleh beberapa peneliti menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan bahwa sensor tersebut mampu mendeteksi objek dengan akurasi yang baik pada jarak kurang dari 3 meter [4].

Arduino UNO digunakan sebagai pengendali utama karena mudah diprogram dan memiliki kompatibilitas tinggi terhadap berbagai modul sensor [9].

Penelitian lain mengembangkan robot dengan menambahkan sensor inframerah untuk meningkatkan kemampuan deteksi pada objek berukuran kecil [6]. Selain itu, terdapat penelitian yang mengombinasikan sensor ultrasonik dengan kamera (*computer vision*) sehingga robot mampu mengenali bentuk objek sebelum menentukan arah gerakan [7].

Beberapa penelitian terbaru juga memanfaatkan algoritma *Artificial Intelligence* dan *Machine Learning* pada robot mobile sehingga kemampuan navigasi menjadi lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan [7]. Namun, penggunaan metode tersebut memerlukan perangkat keras yang lebih kompleks serta biaya implementasi yang lebih tinggi [8].

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini memilih menggunakan Arduino UNO, sensor ultrasonik HC-SR04, dan driver motor L298N karena memiliki keseimbangan antara biaya, kemudahan implementasi, serta performa yang memadai untuk aplikasi robot halang rintang skala pendidikan [4], [5], [9].

2.7 Kerangka Pemikiran Penelitian

Penelitian ini mengembangkan sebuah robot halang rintang yang bekerja secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik. Sensor HC-SR04 mendeteksi keberadaan objek di depan robot dan mengirimkan data jarak ke Arduino UNO.

Selanjutnya Arduino memproses data tersebut menggunakan algoritma yang telah diprogram.

Apabila tidak ditemukan rintangan, robot akan bergerak maju. Sebaliknya, apabila jarak objek berada di bawah batas yang telah ditentukan, Arduino akan mengendalikan driver motor L298N untuk menghentikan robot sesaat, kemudian menentukan arah belok yang memungkinkan robot melanjutkan perjalanan tanpa menabrak objek.

Dengan pendekatan tersebut, sistem diharapkan mampu memberikan respon yang cepat, stabil, dan akurat dalam menghadapi berbagai kondisi lintasan.

3. Metode

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa robot halang rintang berbasis mikrokontroler Arduino UNO sekaligus menguji kinerja produk tersebut.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, pengujian sistem, analisis hasil pengujian, dan penyusunan laporan penelitian.

Metode ini dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem robotika yang membutuhkan proses desain, implementasi, dan evaluasi secara bertahap hingga diperoleh sistem yang bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada list berikut:

Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur
2. Identifikasi Kebutuhan Sistem
3. Perancangan Hardware
4. Perancangan Software
5. Perakitan Robot
6. Pengujian Robot
7. Analisis Hasil
8. Kesimpulan

3.3 Perancangan Sistem

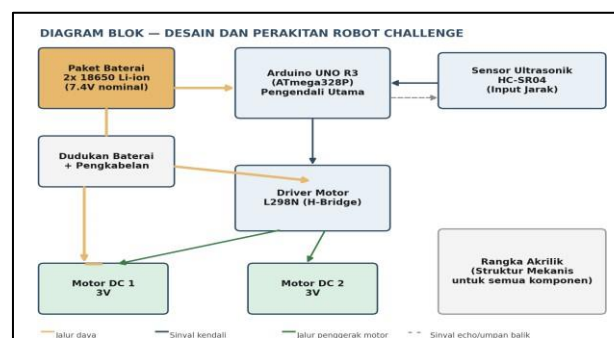
Robot halang rintang terdiri atas tiga bagian utama, yaitu sistem masukan (*input*), sistem pengolah (*processing*), dan sistem keluaran (*output*).

- **Input**
 - Sensor Ultrasonik HC-SR04
- **Processing**
 - Arduino UNO R3 (ATmega328P)
- **Output**
 - Driver Motor L298N
 - Motor DC kiri
 - Motor DC kanan

Arduino menerima data jarak dari sensor ultrasonik, kemudian memproses data tersebut berdasarkan algoritma yang telah diprogram. Apabila jarak terhadap objek berada di bawah batas tertentu, Arduino akan memberikan perintah kepada driver motor untuk mengubah arah putaran motor sehingga robot dapat menghindari rintangan.

3.4 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem robot ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Robot Halang Rintang

3.5 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas beberapa komponen utama sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Perangkat Keras

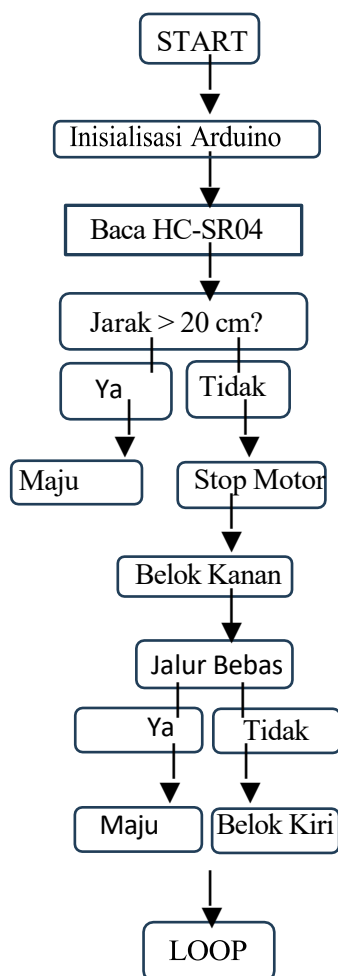
N o.	Komp onen	Spesifikasi	Jml	Fungsi dalam Sistem
1	Arduin o UNO R3 (komp atibel ATme	MCU AVR 8-bit, 16 MHz, Flash 32 KB, logika 5V, 14 I/O	1 pcs	Pengendali utama; membaca sensor, menjalankan program, mengirim perintah motor



	ga328 P)	digital / 6 analog			9	Roda	Roda karet diameter 65 mm	2 pcs	Komponen penggerak statis
2	Motor DC 3V	Motor DC sikat (brushed), 3V, digunakan sebagai penggerak roda	2 pcs	Memberikan daya gerak (penggerak roda kiri dan kanan)	3.6 Perancangan Perangkat Lunak Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program utama terdiri atas beberapa bagian, yaitu: • Inisialisasi pin Arduino • Pembacaan sensor HC-SR04 • Perhitungan jarak • Pengambilan keputusan • Pengendalian motor Program dijalankan secara berulang (<i>looping</i>) sehingga robot selalu melakukan pembacaan sensor secara real-time. 3.7 Algoritma Sistem Algoritma kerja robot dapat dijelaskan sebagai berikut. Algoritma 1. Sistem Robot Halang Rintang Input: • Data jarak dari sensor HC-SR04 Output: • Gerakan robot Langkah-langkah: 1. Mulai. 2. Inisialisasi seluruh pin Arduino. 3. Aktifkan sensor ultrasonik. 4. Baca nilai jarak. 5. Apakah jarak lebih besar dari 20 cm?				
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Jangkauan 2-400 cm, suplai 5V, arus kerja ~15 mA, burst 40 kHz	1 pcs	Deteksi jarak/halangan untuk logika navigasi					
4	Baterai 18650 Li-ion	3.7V nominal per sel (sesuai label pabrikan)	2 pcs	Sumber energi utama seluruh robot					
5	Driver Motor L298N	Dual H-bridge, Vs 2.5-46V, Vss 4.5-7V, hingga 2A/kanal	1 pcs	Mengubah sinyal logika berarus rendah menjadi arus penggerak motor					
6	Dudukan Baterai	Dudukan 2 sel untuk baterai 18650 (seri/paralel)	1 pcs	Menampung dan menghubungkan sel baterai secara mekanis					
7	Kabel jumper / penghubung	Berbagai panjang, male-male / male-female	Secukupnya	Koneksi elektrik antar seluruh modul					
8	Rangka Akrilik	Lempengan akrilik hasil laser cutting	1 set	Struktur dasar; tempat pemasangan seluruh komponen elektrik dan mekanis					

6. Jika Ya → Robot bergerak maju.
7. Jika Tidak → Robot berhenti.
8. Robot berbelok ke kanan.
9. Baca kembali jarak.
10. Jika jalur masih tertutup → Robot berbelok ke kiri.
11. Robot kembali bergerak maju.
12. Ulangi proses.

3.8 Flowchart Program



Gambar 3. Flowchart Program Robot

3.9 Perancangan Mekanik

Robot menggunakan rangka akrilik dua roda dengan dua motor DC sebagai penggerak utama.

Arduino UNO, driver motor, dan dudukan baterai dipasang pada bagian atas rangka untuk menjaga keseimbangan pusat massa robot.

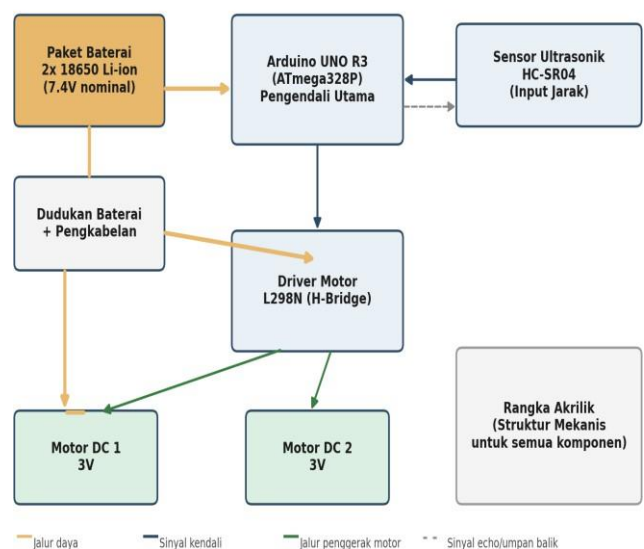
Sensor ultrasonik HC-SR04 ditempatkan pada bagian depan robot sehingga mampu mendeteksi objek yang berada pada arah gerak robot.

Penempatan sensor di bagian depan memberikan sudut pandang yang lebih optimal dalam proses pengukuran jarak.

3.10 Wiring Sistem

Hubungan antar komponen digambarkan dengan diagram blok sebagai berikut.

DIAGRAM BLOK – DESAIN DAN PERAKITAN ROBOT CHALLENGE



4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perancangan Robot

Hasil penelitian berupa sebuah robot halang rintang berbasis Arduino UNO yang mampu bergerak secara otomatis dengan memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi rintangan.

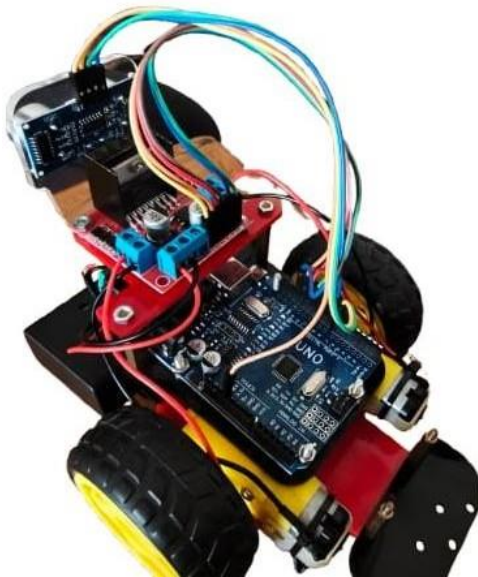
Robot dirancang menggunakan rangka akrilik dua roda dengan dua motor DC sebagai penggerak utama.

Seluruh komponen elektronik dipasang pada bagian atas rangka agar mudah dalam proses perawatan, penggantian komponen, serta pengembangan sistem di masa mendatang.

Komponen utama yang digunakan meliputi Arduino UNO sebagai pusat pengendali, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor jarak, driver motor L298N sebagai pengendali motor DC, dua buah motor DC 3 Volt sebagai aktuator, dua baterai Li-ion 18650 sebagai sumber daya, dudukan baterai, roda, dan kabel jumper sebagai media penghubung antarkomponen.

Robot yang telah dirakit memiliki dimensi sekitar **20 cm × 15 cm × 10 cm**, sehingga cukup ringkas untuk digunakan pada pengujian di dalam ruangan.

Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian depan robot agar mampu mendeteksi objek secara langsung sesuai arah gerakan robot.



Gambar robot hasil penelitian pada jurnal

4.2 Implementasi Sistem

Setelah seluruh komponen dirakit, dilakukan proses pemrograman menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat terdiri atas beberapa fungsi utama, yaitu:

- Inisialisasi pin input dan output.

- Pembacaan data sensor HC-SR04.
- Perhitungan jarak objek.
- Pengambilan keputusan berdasarkan nilai jarak.
- Pengendalian arah putaran motor melalui driver L298N.

Sistem bekerja secara berulang (*looping*) sehingga robot selalu melakukan pembacaan sensor secara *real-time*. Ketika sensor mendeteksi objek dengan jarak lebih dari 20 cm, robot bergerak maju.

Sebaliknya, apabila objek berada pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 cm, robot berhenti sesaat kemudian melakukan manuver berbelok hingga jalur di depannya kembali bebas.

4.3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan HC-SR04 dalam mendeteksi objek pada beberapa variasi jarak.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Selisih (cm)
1	10	10,2	0,2
2	15	15,1	0,1
3	20	20,3	0,3
4	25	25,4	0,4
5	30	30,2	0,2
6	35	35,5	0,5
7	40	40,3	0,3
8	45	45,6	0,6
9	50	50,4	0,4
10	60	60,7	0,7

Berdasarkan hasil pengujian, sensor HC-SR04 mampu mengukur jarak dengan baik pada rentang 10–60 cm. Selisih pembacaan berkisar antara 0,1–0,7 cm, yang menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk aplikasi robot halang rintang.

4.4 Pengujian Gerakan Robot

Robot diuji pada beberapa kondisi lintasan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi dan menghindari rintangan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Robot

No	Kondisi Pengujian	Hasil
1	Lintasan tanpa rintangan	Berhasil bergerak lurus
2	Rintangan di depan	Berhasil berhenti
3	Belok kanan	Berhasil
4	Belok kiri	Berhasil
5	Lintasan sempit	Berhasil
6	Dua rintangan berurutan	Berhasil
7	Rintangan bergerak lambat	Berhasil
8	Rintangan berukuran kecil	Berhasil dideteksi
9	Rintangan berukuran besar	Berhasil dideteksi
10	Pengujian keseluruhan	Robot bekerja normal

Dari sepuluh skenario pengujian yang dilakukan, robot mampu menyelesaikan seluruh pengujian tanpa mengalami kegagalan fungsi utama.

4.5 Tingkat Keberhasilan Sistem

Untuk mengetahui performa sistem, dilakukan penghitungan tingkat keberhasilan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah Pengujian Berhasil}}{\text{Jumlah Seluruh Pengujian}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian:

- Jumlah pengujian = 10
- Pengujian berhasil = 10

Sehingga diperoleh:

$$\text{Keberhasilan} = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$$

Walaupun tingkat keberhasilan mencapai 100% pada pengujian laboratorium, hasil ini diperoleh pada lingkungan yang terkendali.

Pada kondisi nyata, performa robot dapat dipengaruhi oleh permukaan lintasan, posisi rintangan, pencahayaan, serta kondisi baterai.

4.6 Analisis Kinerja Sistem

Sensor HC-SR04 menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi objek dengan waktu respons yang relatif cepat. Arduino UNO mampu memproses data sensor dan memberikan perintah kepada driver motor tanpa adanya keterlambatan yang berarti [3].

Driver motor L298N bekerja dengan baik dalam mengendalikan arah putaran motor kiri dan kanan. Kombinasi kedua motor menghasilkan gerakan yang stabil ketika robot bergerak lurus maupun saat melakukan manuver menghindari rintangan.

Penggunaan dua baterai Li-ion 18650 memberikan suplai daya yang cukup selama proses pengujian. Robot dapat beroperasi selama kurang lebih **2 hingga 3 jam** pada penggunaan normal tanpa perlu melakukan pengisian ulang.

4.7 Kelebihan dan Kekurangan Sistem

Kelebihan

- Biaya pembuatan relatif murah.
- Mudah dirakit menggunakan komponen yang tersedia di pasaran.
- Program sederhana sehingga mudah dikembangkan.
- Konsumsi daya rendah.
- Sensor memiliki akurasi yang baik pada jarak pendek.
- Cocok digunakan sebagai media pembelajaran robotika dan mikrokontroler.

Kekurangan

- Sensor ultrasonik memiliki keterbatasan dalam mendeteksi permukaan yang sangat lunak atau menyerap gelombang ultrasonik.
- Robot belum mampu menentukan jalur tercepat menuju tujuan.
- Belum dilengkapi sensor untuk mendeteksi tepi lintasan atau jurang.
- Sistem navigasi masih menggunakan algoritma sederhana sehingga belum mampu melakukan pemetaan lingkungan (*mapping*).

4.8 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi Arduino UNO, sensor HC-SR04, dan driver motor L298N mampu menghasilkan

sistem robot halang rintang yang bekerja dengan baik. Sensor memberikan informasi jarak secara akurat sehingga robot dapat mengambil keputusan untuk menghindari rintangan sebelum terjadi tabrakan.

Dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan sensor inframerah, penggunaan sensor ultrasonik memiliki keunggulan karena tidak terlalu dipengaruhi oleh intensitas cahaya lingkungan [6]. Selain itu, biaya implementasi sensor HC-SR04 relatif lebih rendah dibandingkan sensor LiDAR atau kamera, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi pendidikan dan penelitian dasar [7].

Walaupun demikian, sistem ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor servo untuk memperluas sudut deteksi, modul Bluetooth atau Wi-Fi untuk pemantauan jarak jauh [2], serta algoritma kecerdasan buatan agar robot mampu menentukan jalur yang lebih optimal pada lingkungan yang kompleks [8].

5. Perbandingan

Perbandingan dengan penelitian terdahulu bertujuan untuk mengetahui posisi penelitian ini terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian mengenai robot halang rintang telah menggunakan berbagai jenis sensor, metode navigasi, dan mikrokontroler yang berbeda. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan keterbatasan sesuai dengan tujuan pengembangannya.

Sebagian besar penelitian menggunakan Arduino UNO sebagai pengendali utama karena mudah diprogram, memiliki banyak pustaka pendukung, serta kompatibel dengan berbagai sensor dan aktuator [4], [9].

Sensor ultrasonik HC-SR04 juga masih menjadi salah satu sensor yang paling banyak digunakan pada robot halang rintang sederhana karena memiliki harga yang terjangkau dan akurasi yang memadai pada pengukuran jarak pendek [10].

Penelitian lain telah mengembangkan robot dengan memanfaatkan sensor inframerah, kamera, maupun LiDAR [6], [7].

Penggunaan sensor tersebut mampu meningkatkan kemampuan robot dalam mengenali lingkungan, tetapi membutuhkan biaya yang lebih tinggi serta algoritma pemrosesan yang lebih kompleks [8].

Pada penelitian ini dipilih kombinasi Arduino UNO, HC-SR04, dan L298N karena lebih sesuai untuk tujuan pembelajaran serta mudah direplikasi oleh mahasiswa.

Aspek	Penelitian Terdahulu	Penelitian Ini
Mikrokontroler	Arduino UNO / ESP32	Arduino UNO R3
Sensor	Ultrasonik, IR, LiDAR	HC-SR04
Driver Motor	L293D / L298N	L298N
Metode Navigasi	Obstacle Avoidance	Obstacle Avoidance
Kompleksitas Sistem	Sedang-Tinggi	Rendah-Sedang
Biaya Implementasi	Sedang-Tinggi	Rendah
Kemudahan Perakitan	Sedang	Tinggi
Target Pengguna	Penelitian dan Industri	Pendidikan dan Penelitian Dasar

Berdasarkan perbandingan tersebut, penelitian ini menawarkan sistem yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan sebagai media pembelajaran robotika. Meskipun fitur navigasi yang digunakan masih sederhana, sistem mampu menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi dan menghindari rintangan pada berbagai skenario pengujian.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, perakitan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa robot halang rintang berbasis Arduino UNO berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara Arduino UNO, sensor ultrasonik HC-SR04, driver motor L298N, dan motor DC mampu menghasilkan sistem robot yang dapat bergerak secara otomatis serta menghindari rintangan berdasarkan informasi jarak yang diperoleh dari sensor.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang baik pada rentang pengukuran yang digunakan dalam penelitian.

Robot juga mampu melakukan manuver berhenti, berbelok ke kanan, maupun berbelok ke kiri secara otomatis sesuai kondisi lintasan.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada beberapa skenario, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi dalam menyelesaikan lintasan tanpa mengalami tabrakan.

Penggunaan komponen yang relatif murah dan mudah diperoleh menjadikan robot ini sesuai sebagai media pembelajaran pada mata kuliah mikrokontroler, robotika, sistem kendali, maupun otomasi [9].

Selain itu, proses perancangan dan pemrogramannya cukup sederhana sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan penelitian berikutnya.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data:

Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil perancangan, perakitan, dan pengujian robot halang rintang yang dilakukan oleh penulis. Data tersedia dari penulis apabila diperlukan untuk kepentingan akademik.

Ucapan Terima Kasih:

Kami ucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada semua pihak yang sudah memberikan kami kesempatan untuk belajar dan memahami dengan detail terkait robot halang rintang, semoga kedepannya akan tetap bisa bekerja sama baik dalam hal penelitian ataupun melakukan research and development mengingat teknologi robotik yang selalu berkembang dari hari ke hari.

Konflik Kepentingan:

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] Last Minute Engineers. (2026). In-Depth: Interface L298N DC Motor Driver Module with Arduino. Diakses dari <https://lastminuteengineers.com/l298n-dc-stepper-driver-arduino-tutorial/>.
- [2] A. Dash, A. G., K. S. Chatter, P. G., S. S. M., and T. C. Manjunath, "Obstacle Avoiding Robotic Car Using Arduino with Bluetooth and Voice Control," *Journal of Propulsion Technology*, vol. 44, no. 3, 2023. doi: 10.52783/TJJPT.V44.I3.374.
- [3] "Real-Time Obstacle Detection and Adaptive Motor Speed Control for Autonomous Driving," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Information Technology (IC3IT)*, 2025. doi: 10.1109/IC3IT66137.2025.11341478.
- [4] J. A. L. Jabines and M. A. D. Perin, "Obstacle Avoiding Robot Using Arduino UNO and HC-SR04 Ultrasonic Sensor," 2022 (preprint).
- [5] R. Maulidda, S. Muslimin, and H. Ami, "Penerapan Pembelajaran Logika Fuzzy pada Robot Penghindar Rintang," *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer*, vol. 14, no. 1, pp. 106–115, 2022.
- [6] H. Sembiring, Y. D. Thantowi, and C. A. S. Tamba, "Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukuran Berbasis Arduino Dengan Sensor Ping HC-SR04 dan Sensor Inframerah," *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, vol. 6, no. 1, 2021. doi: 10.54367/jtiust.v6i1.1289.
- [7] P. Wenzel, T. Schön, L. Leal-Taixé, and D. Cremers, "Vision-Based Mobile Robotics Obstacle Avoidance With Deep Reinforcement Learning," 2021.
- [8] A.-T. Nguyen and C.-T. Vu, "Obstacle Avoidance for Autonomous Mobile Robots Based on Mapping Method," 2021.



-
- [9] J. Shahi, A. Shah, and A. S. M. A. S. Akib, "LineMaster Pro: A Low-Cost Intelligent Line Following Robot with PID Control and Ultrasonic Obstacle Avoidance for Educational Robotics," 2026
- [10] A. Zapata, "Speed Radar using HC-SR04 and Arduino: Calibration and Data Analysis," 2025.