

# Pemetaan Arena Kerja Menggunakan Sensor Ultrasonik Pada Robot Omnidireksional

<sup>1</sup>Siti Sendari, <sup>2</sup>Alief Fajar Syahputra, <sup>3</sup>Amalia Nur Utami, <sup>4</sup>Elista Kartika Sari,  
<sup>5</sup>Ayunda Agus Rahma Dani, <sup>6</sup>Dava Desti Yanti

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang

<sup>1</sup>siti.sendari.ft@um.ac.id, <sup>2</sup>aliefnote8@gmail.com, <sup>3</sup>amalia.nurutami14@gmail.com, <sup>4</sup>elistakartikas@gmail.com,  
<sup>5</sup>ayundamalang2014@gmail.com, <sup>6</sup>davadestiyanti@gmail.com

## Article Info

### Article history:

Received December 12<sup>th</sup>, 2019

Revised January 23<sup>th</sup>, 2020

Accepted February 28<sup>th</sup>, 2020

### Keyword:

Obstacle Avoidance  
Robot  
Ultrasonic Sensor  
Ominidirectional

## ABSTRACT

In this research, robot omnidirectional is designed for mapping area work. The omnidirectional robot has a mechanical design that is different with the usual wheels. These wheels are designed to make the robot has an ability to move in Omni directions. With this system, the movement of the robot will have 2 degrees of freedom which can move on the x axis and the y axis. The Omni wheel consists of large core wheels and small wheels around the circumference of the wheels. This robot can avoid obstacles and map the arena by using ultrasonic sensors (HC-SR04). The robot designed and developed in this study is aimed to map the arena with an area of one square meter in the form of a two-dimensional (2D) space map. The distance readings are displayed on a 20x4 LCD screen by using the HC-SR04 ultrasonic sensor. The robot is controlled via an Arduino Mega microcontroller. The omnidirectional wheels is used as a mean of motion. Based on the results of the robot testing of the sensor readings, the actuators and mapping work well. It can be seen on how they can avoid obstacles by turning left or right by displaying the readings from the ultrasonic sensor.

Copyright © 2020 Jurnal FORTECH.  
All rights reserved.

Abstrak—Pada penelitian ini, robot omnidireksional didesain untuk memetakan area kerja dengan mempergunakan sensor ultrasonik. Mekanik dari robot omnidireksional didesain dengan roda yang unik dan berbeda dari roda pada umumnya, agar robot dapat bergerak ke segala arah. Dengan mekanisme sistem ini, pergerakan robot akan memiliki dua derajat kebebasan yaitu dapat bergerak pada aksis x dan aksis y. Roda Omnidireksional terdiri dari roda inti besar dan roda-roda bantu kecil di sekitar lingkaran rodanya. Robot omnidireksional ini didesain agar dapat menghindari halangan dan memetakan suatu arena menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04). Robot yang dirancang dan direalisasikan dalam penelitian ini bertujuan untuk memetakan arena dengan luas satu meter persegi dalam bentuk peta ruang dua dimensi (2D). Hasil pembacaan jaraknya ditampilkan pada layar LCD berukuran 20x4 dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Robot dikontrol melalui mikrokontroler Arduino Mega. Robot ini menggunakan roda omnidireksional sebagai alat gerakannya. Berdasarkan hasil pengujian robot yang dilakukan hasil pembacaan sensor, actuator, dan pemetaan bekerja dengan baik, yaitu dapat menghindari halangan dengan

berbelok ke kiri atau berbelok ke kanan dengan menampilkan hasil pembacaan dari sensor ultrasonik.

Kata Kunci— Robot menghindari rintangan; sensor ultrasonik; omnidireksional.

## I. Pendahuluan

Kata robot berasal dari kata robota yang mempunyai arti pekerja, kata ini diperkenalkan oleh Karel Capek dalam novelnya [1]. Robot pada umumnya digunakan untuk pekerjaan yang berat, pekerjaan berulang-ulang, dan susah untuk dikerjakan oleh manusia dalam bidang perindustrian[2]. Robot adalah alat yang dapat diprogram dan dirancang untuk menggerakkan benda, mendeteksi sesuatu, dan menjalankan bermacam-macam tugas sesuai perintah [3]. Pada penelitian ini, robot yang digunakan merupakan jenis *Mobile Robot* sehingga robot ini dapat berpindah-pindah tempat sesuai tujuannya. Kemampuan pada *Mobile Robot* ini yaitu robot mampu bergerak di sekitar arena yang telah ditentukan dan tidak menetap pada satu lokasi [4]. *Mobile Robot* digunakan karena dapat melakukan bermacam-macam perintah. Salah satunya yaitu robot untuk mendeteksi jarak. Menghindari

rintangan (*obstacle avoidance*) adalah salah satu bagian dari *Mobile Robot*.

Pada bidang perindustrian, robot sudah banyak digunakan karena dapat membantu pekerjaan yang susah dilakukan oleh manusia. Dalam kata-kata ilmuwan Jean-Claude Latombe, robot akan menerima perintah tugas tingkat tinggi dan akan menjalankan perintah tanpa bantuan manusia lebih lanjut. *Input* perintah itu akan menentukan apa yang akan dilakukan daripada bagaimana melakukannya [5]. Robot terdiri dari mekanik serba guna yang dilengkapi dengan sensor dan aktuator.

Paper ini bertujuan untuk membahas robot *obstacle avoidance* yang berbentuk oktagon, dimana robot dapat bergerak menghindari dan kembali bergerak dengan stabil, serta dapat mendeteksi area kerja atau jarak antara robot dengan lingkungan sekitarnya. *Mobile Robot* ini dilengkapi dengan delapan sensor ultrasonik dan memiliki tiga buah roda omni, serta Arduino Mega sebagai mikroprosesornya.

**II. Perancangan**

*Mobile Robot* ini dapat bergerak dengan tiga ban omnidireksional yang memiliki kemampuan untuk bergerak ke segala arah, kemudian terdapat sensor ultrasonik digunakan untuk pemetaan di dalam area kerja. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi dengan jarak minimal 3 cm dan jarak maksimumnya 4 m. Sensor ini digunakan untuk pemetaan arena sebesar 1 m x 1 m. Frekuensi kerja sensor ultrasonik sebesar 40 KHz hingga 400 KHz. Tujuan menggunakan delapan sensor gunakan untuk memperluas pembacaan arena. Karena sensor ultrasonik bekerja dengan memantulkan gelombang suara, maka dibutuhkan batasan sudut agar *transmitter* dapat sampai ke *receiver*, sudut maksimal sensor ultrasonik yaitu sekitar 15 derajat. Bentuk robot bagian atas berbentuk oktagon yang mengikuti jumlah sensor ultrasonik yang berjumlah delapan. Dengan berbentuk oktagon, robot ini bisa lebih efektif dalam pemetaan area kerja.

Roda omnidireksional dipilih berdasarkan alasan bahwa roda tersebut dapat bergerak ke segala arah tanpa harus memutar robot terlebih dahulu [6][7]. Robot ini menggunakan tiga ban omnidireksional sehingga menggunakan bentuk segitiga pada badan robot bagian bawah, tiga buah roda tersebut terpisah sejauh 120°. Dengan menggunakan kinematik, robot ini dapat merubah posisi antar koordinat global dan konfigurasi internal. Pemetaan robot ini dengan cara pengambilan data pada sensor ultrasonik yang kemudian dari data tersebut akan ditampilkan pada LCD.

**III. Metode Penelitian**

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak dari tembok terdekat. Robot menggunakan informasi data ini untuk memetakan lintasan dan mencegah terjadinya tabrakan. Selain itu, fungsi sensor dapat memberikan informasi jarak (cm) yang akan ditampilkan di LCD.

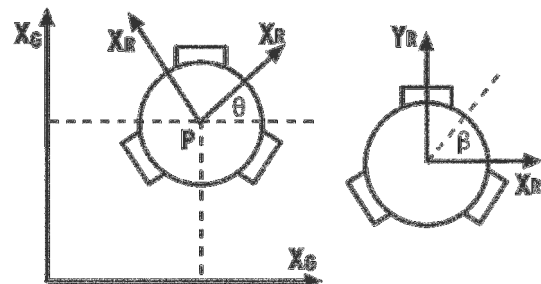
**A. Pemetaan Robot**

Robot menggunakan delapan sensor ultrasonik untuk membuat keputusan gerak robot. Kedelapan sensor ultrasonik tersebut akan membaca jarak di arena yang berukuran 1 m x 1 m. Pemetaan robot ini dapat diasumsikan robot dengan suatu titik yang diletakkan pada sebuah arena dengan penjelasan:

1. Pada tahap awal robot akan berjalan maju.
2. Robot akan mengidentifikasi jarak di sekitar dan kemudian mulai membaca jarak di sekitarnya dengan jarak menuju dinding.
3. Lebar dinding yang mengelilingi adalah satu meter persegi.
4. Kedelapan sensor mendeteksi jarak terdekat dengan dinding.
5. Untuk sensor bagian depan, belakang, kanan dan kiri akan menampilkan jarak pemetaan pada layar LCD.

**B. Omnidireksional**

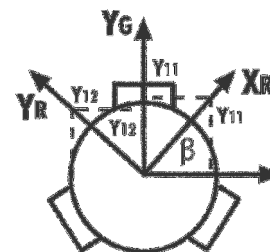
Roda omnidireksional merupakan roda yang berbeda dari roda biasanya karena memiliki kemampuan bergerak bebas ke segala arah [8]. Roda omnidireksional ini berputar seperti roda biasanya juga dapat bergeser ke kanan dan ke kiri menggunakan roda di sepanjang lingkaran luar roda. Robot ini menggunakan tiga roda omnidireksional yang masing-masing roda berjarak 120° pada aklirok berbentuk segitiga. Dalam menentukan posisi global robot, di antara referensi global (XG, YG) dan kerangka lokal yang berpusat pada robot (XR, YR) harus dapat ditentukan [8].



Gambar 1. Referensi vektor posisi

Vektor posisi pada ban omnidireksional didefinisikan dengan :

$$q_r = R(\theta) q_g \tag{1}$$



Gambar 2. Referensi matrix rotasi

$R(\theta)$  adalah matriks rotasi.

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} x_{11} & y_{11} & z_{11} \\ x_{12} & y_{12} & z_{12} \\ x_{13} & y_{13} & z_{13} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} x_{11} &= x_R \cos \theta & y_{11} &= x_R \sin \theta & z_{11} &= 0 \\ x_{12} &= -y_R \sin \theta & y_{12} &= y_R \cos \theta & z_{12} &= 0 \\ x_{13} &= 0 & y_{13} &= 0 & z_{13} &= 1 \end{aligned} \quad (2)$$

Sehingga matriks rotasinya :

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Maka didapat vektor posisi berikut:

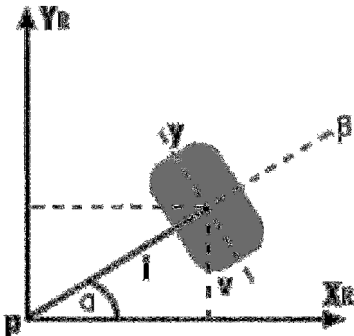
$$[Yr] = \begin{bmatrix} Xr & \cos\theta & \sin\theta & 0 & Xg \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 & 0 & Yg \\ \theta & 0 & 0 & 1 & \theta \end{bmatrix} [Yg]^T \quad (4)$$

Agar dapat menentukan vektor kecepatan pada robot maka harus mencari turunan vektor posisi. Kinematik kecepatan didapat dengan memperhitungkan setiap fungsi dari arah pergerakan roda, kecepatan putaran sudut, sumbu robot, dan bentuk bidang robotnya.

$$q_1 = [Y] = f(l, r, \theta, \varphi) \quad (5)$$

Maka vektor kecepatan robot dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$q_1 = R(\theta)^{-1} q_r \quad (6)$$



Gambar 3. Referensi kinematik ban omnidireksional

Rumus matrik kecepatan untuk omni direksional adalah:

$$q_1 = R(\theta)^{-1} J_{1r}^{-1} J_2 \varphi \quad (7)$$

Persamaan kecepatan diketahui dari hubungan setiap gerak robot, pergeseran dan kecepatan putaran roda. Desain pada roda omnidireksional memiliki roda yang kecil untuk berputar sehingga menimbulkan hambatan pergeseran. Pada perancangan ban omnidireksional yang digunakan ini, masing-masing roda diberikan posisi sudut  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = (\pi/3, \pi, -\pi/3)$ , dan *steering position* setiap roda  $(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = 0^\circ$ , nilai nol didapat karena sudut *steering position* tidak mengalami

perubahan. Pada perhitungan gaya geser roda omnidireksional, roda-roda kecil yang terdapat di sekitar roda utama harus diperhatikan yaitu sudut roda-roda kecil terhadap porosnya ( $\gamma$ ). Disini roda-roda kecil saling berdempetan terhadap porosnya sehingga  $(Y_1, Y_2, Y_3) = 0^\circ$

Pada perhitungan persamaan kecepatan robot omnidireksional, diketahui melalui arah gerak roda, sumbu robot, dan jari-jari roda utama.

$$[Y] = \begin{bmatrix} X & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 1 \\ \theta & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} \sin(\alpha_1 + \beta_1 + Y_1) & -\cos(\alpha_1 + \beta_1 + Y_1) & -1 \\ \sin(\alpha_2 + \beta_2 + Y_2) & -\cos(\alpha_2 + \beta_2 + Y_2) & -1 \end{bmatrix}^{-1} \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} \sin(\alpha_3 + \beta_3 + Y_3) & -\cos(\alpha_3 + \beta_3 + Y_3) & -1 \\ \sin(\alpha + \beta + Y) & -\cos(\alpha + \beta + Y) & -l \cos(\beta + Y) \end{bmatrix} R(\theta) q_1 - r \varphi \cos y = 0 \quad (10)$$

$\beta$  dan  $Y$  merupakan jenis roda omnidireksional maka nilainya adalah 0, sehingga persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi:

$$\sin(\alpha) - \cos(\alpha) - l R(\theta) q_1 - r \varphi \cos y = 0 \quad (11)$$

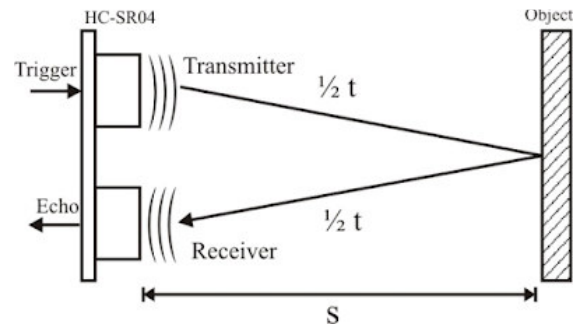
$$[Y] = \begin{bmatrix} X & \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 & 1 \\ \theta & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} \sin(\alpha_1) & -\cos(\alpha_1) & -1 & r & 0 & 0 & \varphi_1 \\ \sin(\alpha_2) & -\cos(\alpha_2) & -1 & 0 & r & 0 & \varphi_2 \\ \sin(\alpha_3) & -\cos(\alpha_3) & -1 & 0 & 0 & r & \varphi_3 \end{bmatrix}^{-1} [0 \ r \ 0 \ 1]^{-1} \varphi_2$$

Dengan menggunakan persamaan (12) maka dapat digunakan untuk menentukan vektor kecepatan roda omnidireksional robot [5].

C. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Prinsip pengukuran sensor jarak ini yaitu mengukur waktu selama sinyal itu merambat dari jarak *transmitter* ke *receiver*. *Transmitter* pada sensor memancarkan gelombang ultrasonik dan *receiver* menerima gelombang tersebut [9]. Waktu yang ditempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* ke *receiver* sama dan bidang pantul gelombang seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip Kerja Transmitter dan Receiver

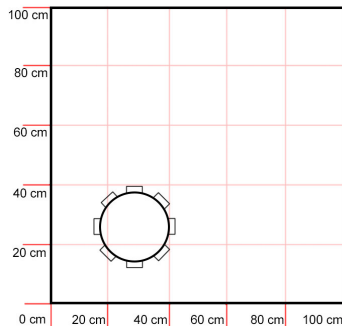
Kinerja pada sensor ultrasonik cukup bagus yang memiliki jarak pengukuran yang akurat hingga ketelitian 0,3 cm dan pengukuran maksimum mencapai 4 m dengan jarak minimalnya 3 cm. Tahap awal sensor memberikan pulsa *Low* (0) ketika mulai beroperasi maka pulsa akan menjadi *High* (1) pada trigger selama 10 μs [10].

**D. Aktuator**

Alat gerak pada robot omnidireksional menggunakan motor DC bergearbox dengan spesifikasi torsiya yaitu 0,8 kg.cm dan 250 RPM. ketiga ban omnidireksional membutuhkan tiga motor DC sebagai alat penggeraknya. Robot ini bergerak menggunakan kinematik sehingga mempunyai konfigurasi global dan konfigurasi internal. Motor DC menggunakan driver L298N sebagai pengatur tegangan motor tersebut. Motor didesain membentuk segitiga sehingga jarak antar satu motor dengan motor lainnya adalah 120°. Semakin sesuai derajatnya semakin sempurna gerakan robot, begitu juga sebaliknya jika sudut antar motor tidak tepat maka gerak robot akan menjadi tidak beraturan.

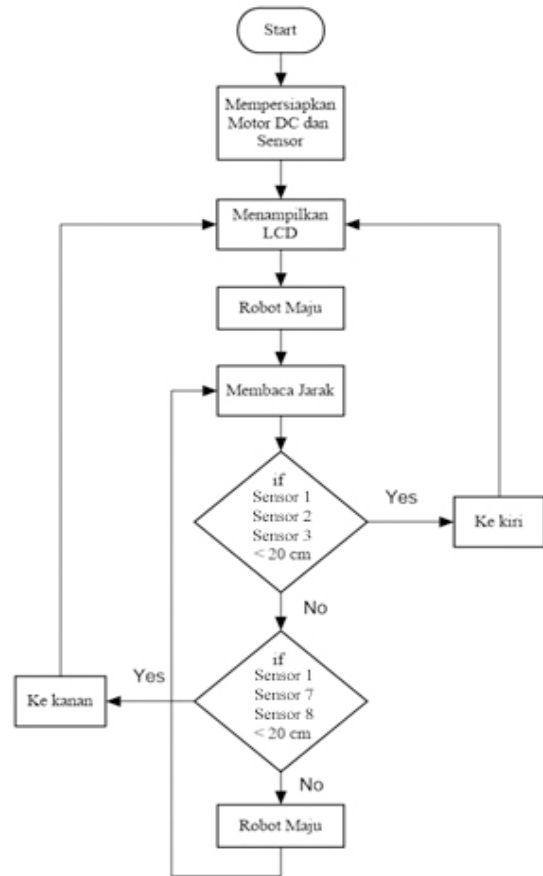
**E. Arena Kerja**

Robot dapat melintas disepanjang arena yang telah ditentukan. Luas arena ini memiliki batasan selebar 1m x 1m yang dapat dilihat pada Gambar 5. Semakin lebar arena semakin banyak error yang didapat karena sensor tidak bisa bekerja secara maksimal. Untuk mengurangi banyaknya error maka batasan arena dibuat secukupnya yaitu arena selebar 1 m. Tujuan arena berbentuk segi empat yaitu agar memaksimalkan sensor bekerja.



Gambar 5. Arena Kerja Robot

**F. Flowchart**



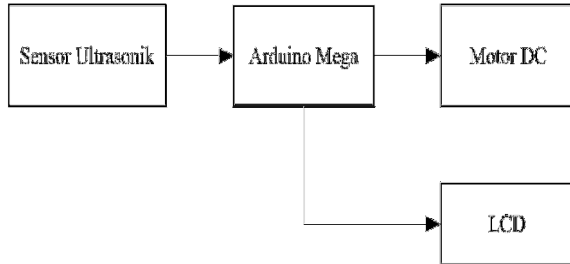
Gambar 6. Sistem Flowchart

Penjelasan dari masing-masing bagian flowchart sebagai berikut:

1. *Start*, yaitu ketika robot mulai dinyalakan maka sistem mulai aktif dan siap untuk ke proses selanjutnya.
2. Mempersiapkan Motor DC dan Sensor, yaitu proses untuk mempersiapkan Motor DC dan Sensor agar siap digunakan.
3. Menampilkan LCD, pada layar LCD akan menampilkan informasi yang didapat dari sensor.
4. Robot Maju, Robot akan bergerak maju.
5. Membaca Jarak, yaitu proses dimana ke-delapan sensor yang digunakan mendeteksi jarak untuk menentukan ada atau tidaknya halangan yang menjadi arah gerak robot selanjutnya.
6. Pengecekan data dilakukan untuk menentukan pergerakan robot, jika (Sensor depan, Sensor serong kanan, dan Sensor samping kanan mendeteksi jarak < 20 cm) maka Robot akan belok ke kiri. Jika (Sensor

depan, Sensor serong kiri, dan Sensor samping kiri mendeteksi jarak < 20 cm) maka Robot akan belok ke kanan. Jika “tidak” maka Robot akan bergerak maju dan seterusnya kembali sensor mendeteksi jarak dan akan terus melakukan perulangan logika itu.

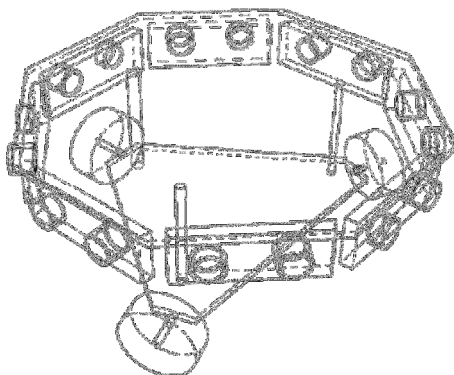
G. Diagram Blok Sistem Pada Robot



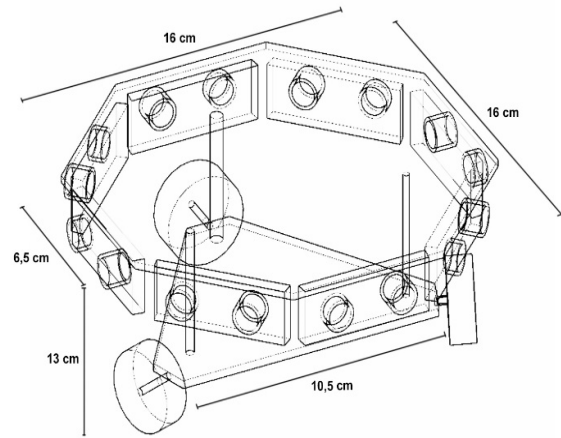
Gambar 7. Diagram Blok Sistem

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak sebagai sumber informasi data masukan pada mikroprosesor arduino mega. Terdapat delapan sensor yang digunakan untuk membesar cakupan deteksi yang dilakukan dan empat sisi (depan, belakang, kanan, dan kiri) yang akan ditampilkan pada layar LCD. Arduino Mega yang berfungsi sebagai pengendali dari sistem robot yang digunakan untuk mengontrol keseluruhan mulai dari data *input* sensor sampai dengan *output*. Motor DC yang digunakan adalah *Smart DC Gear* motor kuning yang kekuatan torsi nya mampu hingga 0.8 kg.cm dan kecepatan maksimalnya 200 RPM. Motor DC ini akan berjalan sesuai program dari mikroprosesornya. Motor ini dilengkapi dengan driver motor L298N yang berfungsi sebagai pengendali arah dan kecepatan motor satu, motor dua dan motor tiga. Motor DC ini akan berkerja sesuai dengan hasil output dari Arduino Mega mengenai arah geraknya. Liquid Cristal Display (LCD) yang digunakan berukuran 20x4 yang berfungsi untuk mengampilkkan hasil deteksi pemetaan jarak pada sensor. Deteksi jarak yang ditampilkan hanya pada keempat sisi robot (depan, belakang, kanan, dan kiri).

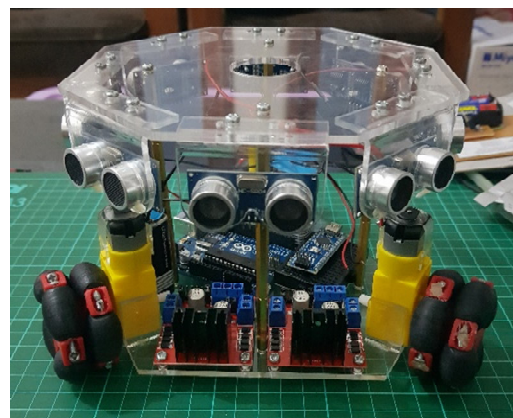
H. Desain Robot



Gambar 8. Desain 2D Robot



Gambar 9. Desain Ukuran Robot



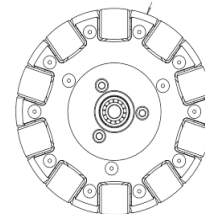
Gambar 10. Robot Tampak Depan

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Aktuator

Ban disusun dengan tiga buah ban omnidireksional yang masing-masing roda memiliki jari-jari 55 mm, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 11. Setiap roda digerakkan dengan menggunakan motor DC. Kecepatan motor DC ditentukan dengan menggunakan PWM.

Pengujian mekanisme gerak aktuator adalah dengan menguji gerak lurus robot. Dari 10 kali uji coba diperoleh hasil pergerakan 20 cm dalam waktu 1 detik. Tabel hasil pengukuran gerak robot ditunjukkan dalam Tabel 1.



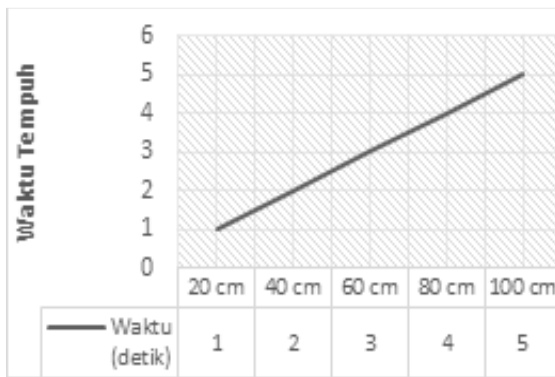
Gambar 11. Ban Omni



Tabel 1. Hasil Pengukuran Aktuator (160 rpm)

Jarak (cm)	Waktu (detik)
20	1
40	2
60	3
80	4
100	5

Pada Gambar 12 dibawah, terlihat bahwa grafik waktu tempuh dan jarak merupakan garis lurus ke atas. Artinya setiap kenaikan jarak tempuh maka waktu yang dibutuhkan juga semakin banyak. Seperti halnya pada grafik, menunjukkan untuk setiap jarak 20 cm maka waktu yang dibutuhkan aktuator adalah 1 detik.



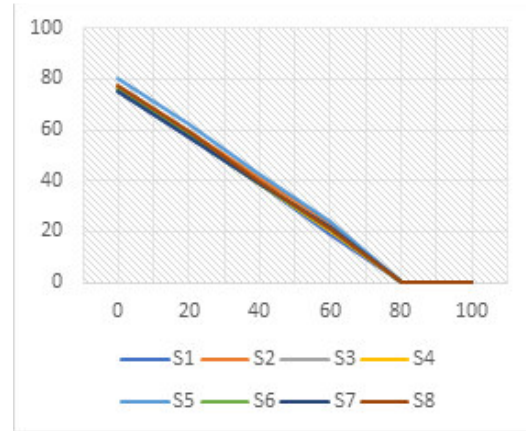
Gambar 12. Grafik Data Pengukuran Aktuator

**B. Hasil Sensor**

Tabel pembacaan sensor terhadap sumbu X ditunjukkan pada Tabel 2, yang mana hasil pembacaan sensor ultrasonik dilakukan setiap 20 cm. Hasil pembacaan dibandingkan pada delapan buah sensor yang dipasang pada badan robot. Tabel pembacaan sensor terhadap sumbu Y ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Tabel Pembacaan Sensor Terhadap Sumbu X

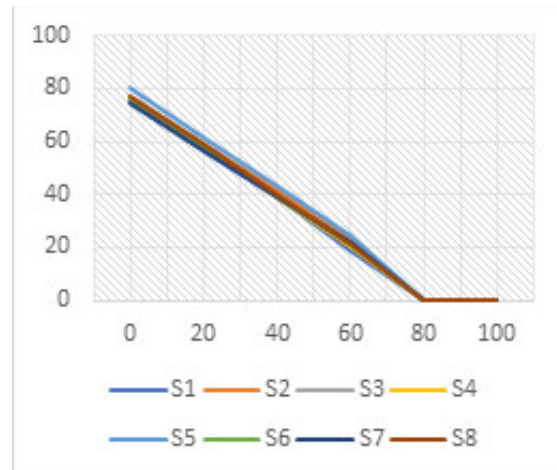
Jarak (cm)	Sensor (cm)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
0	75	77	76	76	80	76	75	77
20	57	59	58	58	62	58	57	59
40	39	41	39	39	43	39	39	40
60	19	23	21	20	24	22	22	21
80	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0



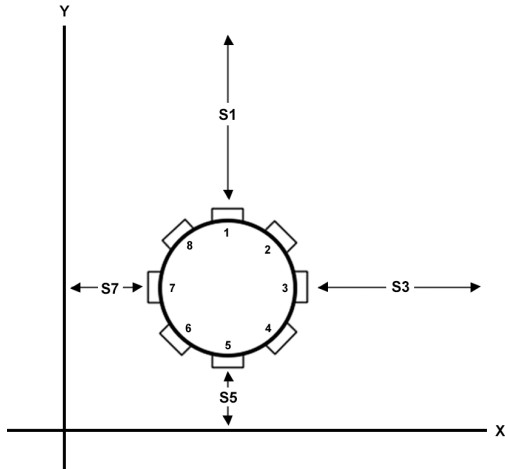
Gambar 13. Grafik Pembacaan Sensor

Tabel 3. Tabel Pembacaan Sensor Terhadap Sumbu Y

Jarak (cm)	Sensor (cm)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
0	76	78	77	77	81	78	77	78
20	58	60	59	59	62	60	60	59
40	39	40	39	39	43	40	40	40
60	20	21	20	20	24	21	21	22
80	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 14. Grafik Pembacaan Sensor



Gambar 15. Cara Pengambilan Data Sensor

Perbedaan hasil pengukuran data sensor pada Tabel 2 dan Tabel 3 memperlihatkan perbedaan sebesar 6%. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan mekanis pada posisi sensor, serta kualitas sensor yang digunakan.

Pengujian gerak robot dilakukan dengan menempatkan halangan menempatkan halangan dengan mengatur robot agar dapat menghindari halangan dengan berbelok kiri atau kanan jika sensor mendeteksi halangan kurang dari 20 cm. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Percobaan Robot Menghindari Halangan

Percobaan Ke-	Sensor 1, Sensor 2 dan Sensor 3 < 20 cm	Sensor 1, Sensor 7 dan Sensor 8 < 20 cm
1	Berhasil belok kiri	Berhasil belok kanan
2	Berhasil belok kiri	Berhasil belok kanan
3	Gagal	Berhasil belok kanan
4	Berhasil belok kiri	Berhasil belok kanan
5	Berhasil belok kiri	Berhasil belok kanan
6	Gagal	Gagal
7	Berhasil belok kiri	Gagal
8	Berhasil belok kiri	Berhasil belok kanan
9	Berhasil belok kiri	Gagal
10	Gagal	Gagal

Berdasarkan Tabel 4 ketika belok ke kiri mengalami kegagalan sebanyak tiga kali dan berhasil sebanyak tujuh kali yang artinya presentase berhasilnya 70%. Ketika percobaan ke kanan mengalami kegagalan sebanyak empat kali dan berhasil enam kali yang artinya presentase berhasilnya sebesar 60%. Kegagalan terjadi karena sisa respon aktuator, sehingga bergerak mendekati halangan dengan jarak kurang dari 20 cm, sehingga menyebabkan robot menyentuh halangan.

**V. Kesimpulan**

Robot penghindar rintangan yang dapat melakukan pemetaan kerja ini sudah dapat berjalan sesuai dengan program yang di harapkan. Ketiga ban omni dapat berfungsi dengan baik untuk berjalan. Setelah robot diaktifkan kemudian menyiapkan LCD beserta kedelapan sensor ultrasonik hingga muncul tulisan pada layar LCD, robot akan berjalan maju. Robot akan menghindari rintangan dengan mengarahkan gerak robot sesuai dengan hasil yang dideteksi oleh ke-delapan sensor. Kemudian untuk menentukan arah, didapat berdasarkan program robot hasil deteksi sensor. Selanjutnya pemetaan arena kerja pada robot ini akan menampilkan hasil pemetaan arena kerja pada layar LCD. Hasil pemetaan merupakan hasil jarak antara titik robot pada arena kerja sampai ke empat sisi tembok arena kerja robot.

**VI. Daftar Pustaka**

- [1] A. Gasparetto and L. Scalera, "A Brief History of Industrial Robotics in the 20th Century," pp. 24–35, 2019.
- [2] F. Rubio, F. Valero, and C. Llopis-albert, "A review of mobile robots: Concepts , methods , theoretical framework , and applications," no. April, pp. 1–22, 2019.
- [3] M. Gitakarma, "Perancangan Behavior-Based Robot Dengan Algoritma Fuzzy Q-Learning (Fql) Pada Sistem Navigasi Robot Otonom Beroda Dalam Medan Yang Tidak Terstruktur," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 1, Apr. 2013.
- [4] W. Budiharto, A. Santoso, D. Purwanto, and A. Jazidie, "A New Obstacle Avoidance Method for Service Robots in Indoor Environments," *J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 44, no. 2, pp. 149–168, 2012.
- [5] J. Barraquand and J.-C. Latombe, "Robot Motion Planning: A Distributed Representation Approach," *Int. J. Robot. Res. - IJRR*, vol. 10, pp. 628–649, Dec. 1991.
- [6] W. Li, C. Yang, Y. Jiang, X. Liu, and C. Su, "Motion Planning for Omnidirectional Wheeled Mobile Robot by Potential Field Method," vol. 2017, 2017.
- [7] A. Phunopas, "Motion Improvement of Four-Wheeled Omnidirectional Mobile Robots for Indoor Terrain," vol. 4, no. 4, pp. 275–282, 2018.
- [8] W. S. Pambudi, "Rancang Bangun 3 Wheels Omni-Directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Sensitive Device (PSD) Serta Sensor Vision Dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller (FLC) Untuk Menghindari Halangan," *Semantik*, vol. 1, no. 1, 2011.
- [9] R. K. Megalingam and D. N. Bagenda, "Application

of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics Application of ultrasonic sensor for measuring distances in robotics,” *IOP Conf. Ser. J. Phys. Conf. Ser.*, 2018.

- [10] A. Rafi and A. Tahtawi, “Kalman Filter Algorithm Design for HC-SR04 Ultrasonic Sensor Data Acquisition System,” vol. 2, no. 1, pp. 2–6, 2018.