



Autonomous SUMO Robot Prototype in Recognizing Enemy Objects based on Ultrasonic Sensor

Prototipe Robot SUMO Otonom dalam Mengenali Object Musuh berbasis Sensor Ultrasonic

Bambang Setiawan¹, Iskariman H. Amal², Oktaf B. Kharisma³

^{1,2}Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Indonesia

Corresponden E-Mail: ³brilliantkharis@gmail.com

*Makalah: Diterima 30 April 2021; Diperbaiki 19 Mei 2021; Disetujui 25 Mei 2021
Corresponding Author: Oktaf B. Kharisma*

Abstrak

Kompetisi saat ini tidak hanya dilakukan oleh manusia saja, melainkan sudah masuk campur tangan dari teknologi salah satunya adalah teknologi robotika. Salah satu kompetisinya adalah kompetisi robot sumo, tujuan dari pembuatan robot sumo ini yaitu dapat bergerak secara mandiri atau *autonomous* dan dapat mendeteksi musuh serta mendorong musuh keluar arena, sehingga fungsional dari robot tersebut mirip pegulat sumo dan setelah itu dapat diikuti sertakan dalam kompetisi. Robot sumo ini menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai otak dari robot, lima sensor ultrasonik dan dua sensor proximity, dalam hal teknis perakitannya diawali dengan perancangan, perakitan, pemrograman dan yang terakhir pengujian. Pengujian robot dilakukan dengan menguji karakteristik pergerakan berdasarkan input sensor. Hasilnya robot akan bereaksi apabila terdapat objek dengan radius 75 cm dari robot dan robot juga bereaksi apabila permukaan lantai berwarna terang.

Keyword: Arduino nano, sensor proximity, ultrasonic, otonom, sumo

Abstract

he current competition is not only done by humans, but has entered into interference from technology, one of which is robotics technology. One of the competitions is the sumo robot competition, the purpose of making this sumo robot is to be able to move independently or autonomously and be able to detect enemies and push enemies out of the arena, so that the functionalities of the robot are similar to sumo wrestlers and after that can be included in the competition. This sumo robot uses an arduino nano microcontroller as the brain of the robot, five ultrasonic sensors and two proximity sensors, in technical terms the assembly begins with the design, assembly, programming and finally testing. Robot testing is done by testing the characteristics of the movement based on sensor input. The result is the robot will react if there is an object with a radius of 75 cm from the robot and the robot also reacts when the floor surface is light colored..

Keyword: Arduino nano, proximity sensor, ultrasonic, autonomous, sumo

1. Pendahuluan

Teknologi serta perkembangannya telah menjadikannya pusat dari peradaban pada saat ini. Perkembangan teknologi tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan konvensional atau mengubah mekanisme manual menjadi otomatis, tetapi sudah merambah kepada dunia kompetisi seperti olahraga, kecerdasan dan lain sebagainya. Kompetisi merupakan sorotan penting dalam perkembangan teknologi.

Kompetisi saat ini tidak hanya dilakukan oleh manusia saja, melainkan sudah masuk campur tangan dari teknologi salah satunya adalah teknologi robotika. Kompetisi robotika sangat banyak dilakukan di dalam negeri maupun luar negeri. Salah satu kompetisi tingkat internasional adalah *Singapore Robot Game* yang diadakan setiap tahunnya di Singapura. Kompetisi *Singapore Robot Game* sudah dimulai sejak tahun 1993, dalam pelaksanaannya kompetisi ini memiliki beberapa mitra yaitu, *IEEE robotics* dan *Automation Society Singapore Chapter* serta beberapa institusi di Singapura[3].

Secara umum robot merupakan teknologi yang memiliki beberapa kemampuan seperti manusia. Seperti mengangkat beban, mendorong, melihat dan ada robot yang bergerak secara mandiri disebut *autonomous* dan

ada yang dikendalikan oleh remot kontrol. Robot sendiri memiliki banyak jenis, terutama yang digunakan untuk kompetisi yaitu robot line follower, robot sumo, pemadam kebakaran, *Avoidance Obstacle*, dan masih banyak lagi. Dari sekian banyak dari jenis robot yang digunakan untuk kompetisi, robot sumo salah satu yang menarik untuk dibahas.

Robot sumo sudah diperkenalkan ke dunia oleh perusahaan Fuji di Jepang sejak tahun 1990 silam. Robot sumo sendiri tidak hanya masalah kecerdasannya saja yang diuji melainkan kekuatan dari robot itu juga, karena prinsip kerja dari robot sumo sendiri terinspirasi dari olahraga sumo yang ada di negari sakura Jepang, yaitu mendorong musuh hingga keluar garis pertandingan dan bertahan dari dorongan lawan. Apabila musuh keluar dari garis pertandingan maka berakhir sudah pertandingan[3]. Pada robot sumo dipasang beberapa sensor, yaitu sensor pendeteksi lawan serta sensor pendeteksi garis. Sensor pendeteksi lawan ini dapat menggunakan sensor ultrasonic atau sensor inframerah sedang kan untuk mendeteksi garis bisa menggunakan perpaduan antara LED dengan LDR atau bisa juga menggunakan perpaduan inframerah dengan photodioda.

Kemenangan yang diraih dari sebuah robot sumo tidak lepas dari beberapa faktor penunjang yaitu, mekanisme gerak dari robot sumo seperti jenis ban yang digunakan, strategi dalam pertandingan, serta keefektifan dan efisiensi dari sistem elektronika yang digunakan. Oleh sebab itu perlunya perancangan yang baik dalam membangun robot sumo. Permasalah muncul Ketika robot sumo harus bergerak secara mandiri tanpa campur tangan control manusia. SUpaya dapat bergerak secara independent robot sumo harus perlu dipasang beberapa sensor untuk membantu mengenali objek musuh.

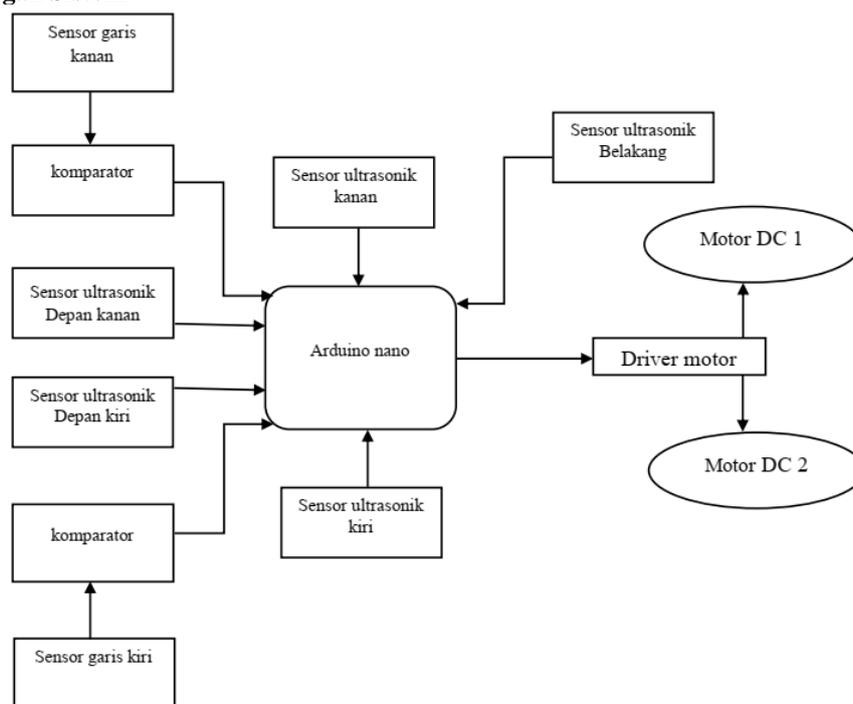
Beberapa penelitian yang terkait dengan perkembangan robot sumo diatntarany adalah penelitian yang dilakukan oleh Tri utami handayani dengan judul aplikasi kendali android pada robot sumo berbasis mikrokontroller, pada penelitiannya ini bertujuan untuk memberikan inovasi dalam pengembangan dunia teknologi khususnya dibidang robotika yang dititik beratkan pada penggunaan android sebagai media pengendali dan tidak bergerak secara otomatis. Sehingga, masih membutuhkan user interface android dalam pengendaliannya [7]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Hamit Erdem dengan judul penelitiannya Application of Neuro-Fuzzy Controller for Sumo Robot control. Penelitiannya ini mengusulkan penerapan system hybrid Neuro-fuzzy dalam pengendalian robot sumo. Karena dianggap hubungan antara sinyal luaran sensor dan pulsa control motor sangat *nonlinear* dalam Robot sumo. Maka, di usulkan Teknik komputasi lunak yang dapat digunakan untuk menentukan hubungan nonlinear dan kendali robot dalam ring kompetisi.[8]

Melihat hal tersebut dalam penelitian ini akan dibahas tentang tingkat akurasi sensor ultrasonic dalam mengenali object musuh yang diimplementasikan pada robot sumo. Supaya, dapat bergerak secara independent tanpa bantuan control manusia.

2. Materi dan Metode

Berikut ini adalah Beberapa tahapan yang dilakukan dalam Menyusun system robot sumo ini yang diantaranya :

2.1 Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Perancangan Sistem

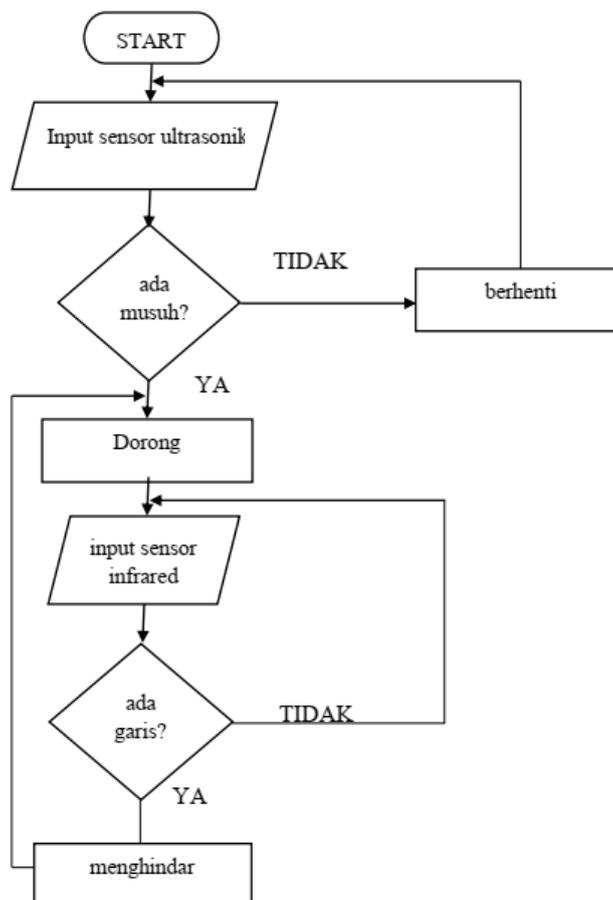
Berdasarkan blok diagram dapat kita lihat bahwa input yang berasal dari sensor ultrasonik dan sensor garis. Informasi yang didapatkan oleh sensor akan diolah oleh arduino. Setelah arduino menerima informasi dari sensor, maka arduino akan memberikan perintah kepada motor *driver* untuk menggerakkan motor DC. Motor DC digunakan sebagai penggerak roda untuk mengejar musuh atau bahkan menghindari garis pinggir arena perlombaan. Salah satu dari sensor pada gambar diatas adalah sensor garis atau sensor *proximity*. Sensor ini nantinya akan menjadi masukan ke arduino, setelah arduino dihidupkan sensor ini akan aktif dan mendeteksi garis pada arena pertandingan. Pada saat robot dijalankan dan apabila berhasil mendorong musuh keluar, tetapi robot sumo ini tidak akan ikut keluar berkat sensor ini berhasil membaca garis pinggir pada arena. Jika seandainya tidak ada musuh sekalipun, robot akan mencari musuh dan proses pencariannya tidak akan keluar dari arena pertandingan tersebut. Jadi dengan kata lain sensor ini memastikan kita tetap berada pada arena pertandingan.

Kemudian ada sensor ultrasonik yang melengkapi rancangan dari robot sumo ini, sensor ini dianalogikan sebagai mata dari robot sumo ini. Pada saat robot diaktifkan sensor ini langsung memberi perintah kepada arduino untuk mencari musuh atau mendorong musuh. Sensor ini bisa menentukan apakah ada musuh atau tidak caranya dengan menghitung jarak dari objek yang terdeteksi, jika objek yang terdeteksi diluar adius arena pertandingan, maka robot tidak menganggap itu musuh dan lebih memilih mencari musuh didalam arena pertandingan. Jika terdeteksi objek yang masuk kedalam radius arena pertandingan maka akan dikategorikan musuh dan akan didorong keluar dari arena pertandingan. Jadi sensor ini berfungsi sebagai pengidentifikasi objek yang terdeteksi olehnya.

Bagian yang terpenting lainnya adalah bagian aktuator dari robot sumo ini, yaitu motor DC beserta drivernya. Penulis menggabungkan pembahasan dari kedua alat ini karena mereka secara fungsi tidak bisa dipisahkan. Jadi bagian ini yang akan menggerakkan robot sumo sesuai perintah dari arduino. Driver disini menjadi pengatur arah gerakan dari motor DC karena motor DC bersifat *bidirectional* dan juga kecepatan dari motor DC bisa diatur apakah maksimal atau kurang maksimal. Disini motor DC berfungsi sebagai pendorong untuk robot sumo.

2.2 Diagram Alir Sistem

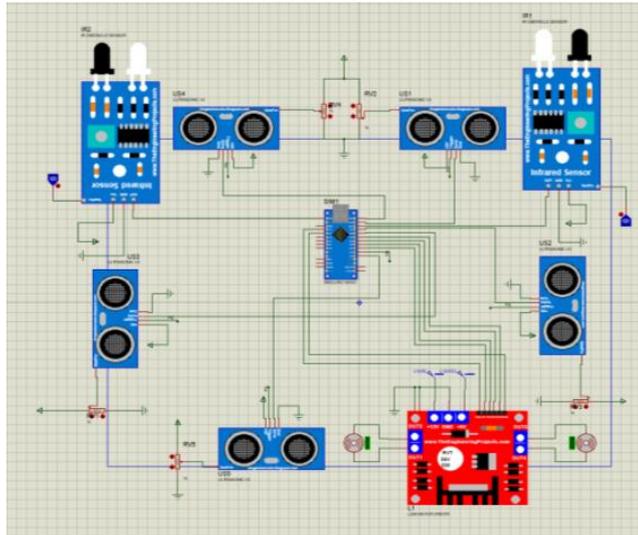
Pada bagian ini akan membahas diagram alir dari sistem robot sumo yang akan dibuat, diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir kerja Robot Sumo

2.3 Perancangan Schematic Robot Sumo

Setelah merancang sistem dari robot sumo, maka berlanjut ke perancangan *hardware* dari robot sumo tersebut. Gambar dibawah ini merupakan rancangan robot sumo.



Gambar 3. Rancangan Schematic Robot Sumo

Berdasarkan rancangan *hardware* diatas, dalam rancangan robot sumo ini menggunakan *software* Proteus 8 profesional 2019, rancangan tersebut menggunakan arduino nano dengan mikrokontroler atmega328p sebagai otak dari robot sumo tersebut. Arduino nano memiliki delapan pin analog dan empat belas pin digital, pada bagian pin trigger disetiap sensor ultrasonik, pin 3 arduino untuk pin trigger sensor ultrasonik depan kiri, pin A5 arduino untuk pin trigger sensor ultrasonik depan kanan, pin 12 arduino untuk pin trigger sensor ultrasonik kiri, pin A3 arduino untuk pin trigger sensor ultrasonik kanan, pin A1 arduino untuk pin trigger sensor ultrasonik belakang. Kemudian pin echo pada sensor ultrasonik, pin echo sensor ultrasonik kiri dihubungkan ke pin 11 arduino, pin echo sensor ultrasonik kanan dihubungkan ke pin A2 arduino, pin echo sensor ultrasonik depan kanan dihubungkan ke pin A4 arduino, pin echo sensor ultrasonik depan kiri dihubungkan ke pin 2 arduino, pin echo sensor ultrasonik belakang dihubungkan ke pin A0 arduino. Setelah itu pin A6 dan A7 masing-masing dihubungkan ke pin output analog sensor proximity. Untuk driver motor sendiri memiliki enam pin, pin ENA dan ENB masing-masing terhubung ke pin analog 9 dan 10 pada arduino, sedangkan IN1, IN2, IN3 dan IN4 dihubung ke pin digital 5, 6, 7 dan 8, berikut adalah tabel pin setiap komponen yang terhubung ke setiap pin arduino.

Tabel 1. Konektifitas Rangkaian Schematic Robot Sumo

No	Pin Komponen	Pin Arduino
1	Pin trigger sensor ultrasonic depan kiri	3
2	Pin trigger sensor ultrasonic depan kanan	A5
3	Pin trigger sensor ultrasonic kiri	12
4	Pin trigger sensor ultrasonic kanan	A3
5	Pin trigger sensor ultrasonic belakang	A1
6	Pin output analog sensor proximity kanan	A6
7	Pin output analog sensor proximity kiri	A7
8	Pin ENA	9
9	Pin ENB	10
10	In1	5
11	In2	6
12	In3	7
13	In4	8

Pada *driver motor* selain pin *input* yang telah disebutkan tadi, masih terdapat beberapa pin lagi yaitu pin *OUT1*, *OUT2*, *OUT3*, dan *OUT4* serta pin *power supply* untuk sumber listrik sendiri bagi *driver motor*. Terdapat pin untuk sumber tegangan 12v dan 5v, pin dengan tegangan input 12v digunakan untuk menggerakkan motor DC sedangkan pin dengan tegangan input 5v digunakan untuk suplai tegangan ke rangkaian sikuit *driver motor* tersebut. Pin *OUT1*, *OUT2*, *OUT3*, dan *OUT4* dihubungkan ke motor untuk menggerakannya nanti, pin *input* ENA dan ENB digunakan untuk mengatur kecepatan dari motor DC itulah sebabnya pin ini terhubung ke pin analog, sedangkan IN1, IN2, IN3 dan IN4 digunakan untuk mengatur arah putaran dari motor DC. Dengan kata

lain *driver motor* digunakan sebagai penggerak dari robot sumo nantinya, berikut tabel konektifitas driver motor dc.

Tabel 2. Konektifitas pin *driver motor* dan motor dc

No	Pin	Komponen
1	Out1	Motor dc kiri
2	Out2	
3	Out3	Motor dc kanan
4	Out4	

Robot sumo ini menggunakan lima sensor ultrasonik dan dua sensor proximity, untuk posisi dari masing-masing sensor ini sendiri, terdapat dua sensor ultrasonik yang dipasang pada bagian depan robot. Untuk disisi kiran dan kanan masing-masing terdapat satu sensor ultrasonik yang terpasang disana, kemudian yang terakhir pada posisi belakang terpasang satu sensor ultrasonik. Dua buah sensor lagi yaitu sensor proximity atau sensor garis menempati posisi bawah depan dari robot sumo mengingat sensor ini untuk membaca garis tertandingan.

3. Analisa dan Pembahasan

3.1 Implementasi Robot

Gambar berikut adalah hasil implementasi robot yang telah di desain. pada bagian depan robot sumo dipasang sepasang sensor ultrasonik sebagai sebuah input untuk mendeteksi suatu objek di depannya, pada jarak tertentu robot sumo akan melakukan gerakan sesuai dengan program arduino yang diunggah. Pada bagian depan bawah juga terpasang sensor garis yang nantinya akan mendeteksi garis pinggir dari arena pertandingan.



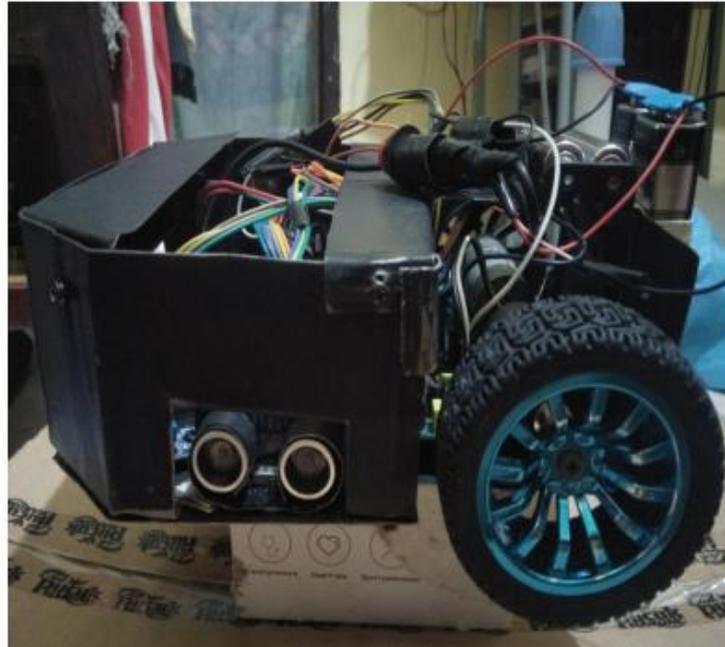
Gambar 4. Prototipe Tampak Depan

Pada Gambar 5, pada bagian robot sumo dipasang sebuah sensor ultrasonik yang nanti akan berguna untuk mendeteksi musuh dibagian belakang dan akan melakukan gerakan antisipasi jika sudah mendekati jarak tertentu.



Gambar 5. Robot sumo tampak belakang

Pada bagian samping dari robot sumo, pada bagian tersebut dipasang sebuah sensor ultrasonik yang bertujuan untuk meng-cover bagian samping, jika musuh terdeteksi pada jarak tertentu robot akan berbelok ke arah posisi musuh berada. Pada bagian suplai energi, robot dibekali dengan baterai 9 volt sebanyak dua buah dan baterai 1,5 volt dua buah yang dibagi ke dua komponen penting robot. Dua buah baterai 1,5 volt dikombinasikan dengan satu baterai 9 volt, total menjadi 12 volt digunakan untuk suplai energi pada motor DC, sedangkan satu buah baterai 9 volt digunakan untuk suplai energi rangkaian arduino.



Gambar 6. Robot sumo tampak samping

3.2 Pengujian Sensor Garis

Pada saat perancangan robot sumo memiliki dua sensor garis, pengujian sensor garis ini dilakukan dengan cara robot diletakkan di permukaan yang memiliki warna gelap dan warna terang. Pada saat sensor garis robot berada di permukaan terang dan memberikan nilai output analog yang kemudian dirubah ke angkat digital oleh arduino sesuai dengan yang ditampilkan oleh serial monitor dan robot akan beraksi menghindari permukaan terang tersebut. Sebaliknya apabila sensor garis berada di permukaan gelap nilai yang ditampilkan akan menjadi tinggi. Hal ini terjadi dikarenakan apabila sensor terkena permukaan terang tahanan pada komponen sensor garis akan tinggi sehingga nilai yang dihasilkan rendah dan sebaliknya jika terkena permukaan gelap, tahanan cenderung melemah dan menghasilkan nilai keluaran yang tinggi. Dari perbedaan tersebut dapat dimanfaatkan untuk menentukan pergerakan robot. Jika sensor terkena permukaan terang maka robot akan menghindari permukaan terang tersebut dan jika terkena permukaan gelap robot tidak beraksi sama sekali. Berikut hasil dari pengujian sensor garis robot.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Sensor Garis

No	Warna permukaan	Nilai output sensor garis kiri dan kanan	Reaksi robot
1	Gelap	>100	Tidak bereaksi
2	Terang	<100	Menghindari permukaan terang

3.3 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian pertama pada sensor ultrasonik ini yaitu pada dua sensor ultrasonik bagian depan robot, dengan meletakkan sebuah objek tepat menghadap kedua sensor tersebut kurang dari 75 cm. Kemudian dilanjutkan dengan meletakkan sebuah objek tepat menghadap ke sensor sebelah kiri tersebut kurang dari 75 cm. Setelah itu dilanjutkan dengan meletakkan sebuah objek tepat menghadap ke sensor sebelah kanan tersebut kurang dari 75 cm.

Untuk reaksi yang dihasilkan dari pendeteksian sensor bagian depan, jika suatu objek tepat berada didepan robot dan terdeteksi oleh kedua sensor maka robot akan maju dan mendorong objek tersebut, apabila objek tersebut hanya terdeteksi oleh salah satu sensor yang ada di bagian depan, jika terdeteksi oleh sensor sebelah kiri maka robot akan belok ke sebelah kiri begitu juga jika terdeteksi oleh sensor sebelah kanan maka robot akan belok ke sebelah kanan. Berikut adalah hasil pengujian kedua sensor bagian depan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik bagian depan

No	Jarak (cm)	Depan Kanan	Depan Kiri	Reaksi
1	<75	Terdeteksi	Terdeteksi	Maju dan dorong Object
2	<75	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Belok kanan
3	<75	Tidak terdeteksi	terdeteksi	Belok Kiri

Berikutnya pengujian sensor garis pada bagian belakang dengan cara meletakkan sebuah objek dengan jarak kurang dari 75 cm. Tujuan dari dipasangnya sensor ultrasonik pada bagian belakang ini untukantisipasi apabila ada serang dari bagian belakang robot. Apabila terdeteksi suatu objek yang berjarak kurang dari 75 cm, robot akan mundur kemudian berbalik 180° dan menghadap tepat kepada objek tersebut. Berikut adalah hasil pengujian dari sensor ultrasonik bagian belakang.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Belakang

No	Jarak (cm)	Sensor Belakang	Reaksi
1	<75	Terdeteksi	Mundur dan balik 180°
2	<75	Tidak terdeteksi	Tidak bereaksi

Kemudian pengujian pada sensor ultrasonic pada bagian samping kanan dan kiri. Sensor ini bertujuan untuk mendeteksi objek pada sisi samping kiri dan kanan, apabila objek terdeteksi pada sisi kiri maka robot akan belok kesebelah kiri dan akan membuat robot berhadapan tepat dengan objek begitu juga jika objek terdeteksi pada sisi kanan maka robot akan berbelok ke sebelah kanan dan akan membuat robot berhadapan dengan objek tersebut. Berikut adalah hasil dari pengujian sensor ultrasonik kiri dan kanan.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor Kiri dan Kanan

No	Jarak	Kanan	Kiri	Reaksi
1	<75	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Belok kiri
2	<75	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Belok Kanan

3.4 Pengujian Pergerakan Robot terhadap Objek

Dari hasil pengujian masing-masing sensor, robot akan bergerak berdasarkan pembacaan dari sensor tersebut. Pengujian pergerakan robot dilakukan dengan cara meletakkan robot dilantai yang permukaannya berwarna gelap dengan diameter 150 cm dan meletakkan sebuah objek tepat didepan sensor dengan jarak kurang dari 75 cm dan tanpa objek, hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Pergerakan Robot

No	Garis	Jarak (cm)	Depan Kanan	Depan Kiri	Kanan	Kiri	Belakang	Reaksi
1	-	>75	√	√	√	√	√	Robot akan diam atau berhenti
2	-	<75	√	-	-	-	-	Robot belok kanan
3	-	<75	-	√	-	-	-	Robot belok kiri
4	-	<75	√	√	-	-	-	Robot maju
5	-	<75	-	-	√	-	-	Robot belok kanan
6	-	<75	-	-	-	√	-	Robot belok kiri
7	-	<75	-	-	-	-	√	Robot akan mundur dan balik 180°
8	√	>75	√	√	√	√	√	Mundur dan balik badan
9	√	<75	√	-	-	-	-	Mundur dan balik badan
10	√	<75	-	√	-	-	-	Mundur dan balik badan
11	√	<75	√	√	-	-	-	Mundur dan balik badan
12	√	<75	-	-	√	-	-	Mundur dan balik badan
13	√	<75	-	-	-	√	-	Mundur dan balik badan
14	√	<75	-	-	-	-	√	Mundur dan balik badan

Berdasarkan hasil tersebut robot pertama kali akan memeriksa apakah permukaan yang ditempati ini gelap atau terang, dikarenakan robot ditempatkan pada permukaan gelap maka robot tidak melakukan mekanisme menghindari permukaan yang terang, yang sudah dibahas pada subbab sebelumnya yaitu tentang pengujian sensor garis. Kemudian robot akan bergerak normal sesuai dengan sensor pada bagian mana yang mendeteksi objek. Pada saat objek berada pada sisi samping seperti kiri dan kanan, robot akan berbelok sesuai dengan posisi sensor yang mendeteksi dan akan berhenti ketika kedua sensor pada bagian depan mendeteksi objek tersebut kemudian setelah terdeteksi robot akan maju dan mendorong objek tersebut, begitu juga dengan objek yang ada pada bagian belakang, robot akan mundur hingga berjarak 0 cm setelah itu robot akan berbalik badan,

robot akan berhenti berbalik badan apabila kedua sensor yang ada di bagian depan mendeteksi objek tersebut, setelah terdeteksi robot akan maju dan mendorong objek tersebut. Namun ketika dalam pergerakannya mendorong objek tersebut, robot mendeteksi permukaan terang pada lantai, robot akan mengabaikan objek tersebut dan akan melakukan mekanisme menghindari permukaan terang yaitu mundur dan berbalik badan, tetapi apabila tidak ada objek yang terdeteksi kurang dari 75 cm di seluruh sensor ultrasonik, maka robot akan berhenti bergerak dan diam.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa pada penelitian ini, dihasilkan beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Robot akan bereaksi apabila ada suatu objek di dalam radius 75 cm dari robot.
2. Apabila robot berada pada permukaan terang, robot akan melakukan Gerakan menghindari permukaan terang.
3. Apabila robot sedang mendorong musuh, gerakan tersebut dapat diinterupsi oleh pembacaan sensor garis.

References

- [1] Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc., dan Y. D. Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*, Lampung: Penerbit AURA, 2018.
- [2] H. D. Siswaja, "Prinsip Kerja dan Klasifikasi Robot," *Media Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 147–157, 2008.
- [3] R. A. Saputro. "Robot Sumo," *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*, 2006.
- [4] G. BOBBY, E. SUSANTO, and F. Y. SURATMAN, "Implementasi Robot Keseimbangan Beroda Dua Berbasis Mikrokontroler," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 142, 2015.
- [5] Nuryanto, A. Widiyanto, and A. Burhanuddin, "Redirection concept of autonomous mobile robot HY-SRF05 sensor to reduce the number of sensors," *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 2017-Decem, no. September, pp. 19–21, 2017.
- [6] D. H. Pertiwi, "Robot Sumo Autonomous," Politeknik Negeri Sriwijawa, Palembang, Indonesia, 2015 /
- [7] Tri utami handayani, "aplikasi kendali android pada robot sumo berbasis mikrokontroler", Politeknik Negeri Sriwijawa, Palembang, Indonesia, 2015 /
- [8] H. Erdem, "Application of Neuro-Fuzzy Controller for Sumo Robot control," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 8, pp. 9752–9760, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2011.02.024