

## RANCANG BANGUN SISTEM NAVIGASI ROBOT PENGANTAR BARANG MENGUNAKAN LIDAR

Willa Wahyu Setyono<sup>1\*</sup>, Setya Permana Sutisna<sup>1)</sup>, Edi Sutoyo<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

\*e-mail: wilawahyu95@gmail.com

### ABSTRAK

Perancangan sistem navigasi pada robot pengantar barang dengan menggunakan LIDAR (Light Detection And Range), dimana sensor lidar yang digunakan merupakan Tfmimi Lidar yang berfungsi sebagai pendeteksi objek rintangan, untuk dapat mengetahui kinerja sistem navigasi pada robot pengantar barang dilakukan beberapa pengujian serta perbandingan kecepatan kinerja sistem navigasi dengan beban 2kg dan dengan beban 20kg untuk bernavigasi menuju ruangan. Hasil dari pengujian pembacaan Tfmimi Lidar dapat membaca jarak 0,15-12 meter dengan persentasi rata-rata error pada objek triplek sebesar 0,65%, objek manusia 0,64%, objek kardus 0,71% serta objek kaca sebesar 100%. Tfmimi lidar tidak terpengaruh oleh intensitas cahaya namun tidak dapat mendeteksi objek bening seperti kaca, Waktu tempuh robot saat bernavigasi keruangan yang dituju dengan beban 2kg rata-rata kecepatan 58,46 detik dan beban 20kg dengan rata-rata kecepatan 65,84 detik.

**Kata kunci :** Sistem navigasi, Tfmimi Lidar, Robot Pengantar Barang

### ABSTRACT

*The design of the navigation system on the delivery robot using LIDAR (Light Detection And Range), where the lidar sensor used is the Tfmimi Lidar which functions as a detecting object of obstacles, to be able to determine the performance of the navigation system on the delivery robot, several tests and system performance speed comparisons are carried out navigation with a load of 2kg and with a load of 20kg to navigate to the room. The results of the Tfmimi reading test can read a distance of 0.15-12 meters with an average percentage of error on plywood objects of 0.65%, human objects 0.64%, cardboard objects are 0.71% and glass objects are 100%. Mini lidar is not affected by light intensity but cannot detect clear objects such as glass, the robot travel time when navigating the intended space with a load of 2kg an average speed of 58.46 seconds and load of 20 kg with an average speed of 65.84 seconds.*

**Keywords :** Delivery Robot, Navigation system, Tfmimi Lidar,

### 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi robotika di era Globalisasi menuntut kita untuk terus berbenah mengembangkan *skill* dan pengetahuan guna menghadapi kemajuan teknologi yang pesat ini. Pada awal penciptaanya robot di fungsikan untuk menjadi peran kedua manusia di medan yang berbahaya. Dengan program yang telah dibuat robot dapat menyelesaikan pekerjaan manusia dengan cepat dan akurat serta efisien. karena sifat robot yang tidak lelah dalam melakukan tugasnya penggunaan robot akan memberikan keuntungan besar pada bidang industri maupun jasa.

Untuk menentukan arah dan gerak sesuai yg di inginkan robot harus di lengkapi sensor navigasi yg akurat salah satunya sensor lidar. Lidar merupakan salah satu teknologi pengindraan jauh yang sangat berpotensi untuk membantu memetakan memonitor dan untuk menaksir lokasi-lokasi unsur spasial banyak bidang/aplikasi terkait penyediaan basis data geospasia. Karena kerapatan data dan tingkat akurasi yang tinggi sehingga sensor lidar sangat cocok untuk diterapkan pada pemetaan dan navigasi robot[1].

Lidar Tfmimi merupakan perangkat lidar stasioner yang mendukung teknologi *Time-of-*

*Flight* (ToF). Sensor ini terdiri dari perangkat optik dan elektronik khusus, yang mengintegrasikan algoritma adaptif untuk keperluan pengukuran baik di lingkungan *indoor* maupun di lingkungan *outdoor*.

Sensor lidar Tfmini di gunakan robot sebagai navigasi dalam menentukan arah dan tujuan sesuai program. Konsep lidar Tfmini dapat di fungsikan untuk mengidentifikasi barang di sekitar agar untuk dapat mengambil keputusan. dengan radius maksimal 12m yang akan terdeteksi oleh sensor Tfmini, Sensor Tfmini bekerja dengan cara mengtransmisikan sinyal dengan waktu akan mengetahui bentuk permukaan tersebut.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah chip pada komputer dengan ukuran kecil yang mempunyai fungsi dapat mengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan progam di dalamnya. Mikrokontroler dapat memadukan antara CPU, ROM, RAM, I/O parallel I/O seri, counter timer dan rangkaian klok dalam 1 chip. Mikrokontroler mempunyai input dan output yang mempunyai sistem kendali dengan progam yang dapat di tulis maupun di hapus secara khusus. Mikrokontroler mempunyai fungsi utama yaitu mengontrol kerja mesin menggunakan sistem yang sudah di simpan pada ROM. Mikrokontroler sering di gunakan oleh alat yang di kendalikan secara otomatis contohnya sistem control mesin, remote control, mesin kantor, alat rumah tangga dan mainan.

**2.2 Lidar (Light Distance And Ranging)**

adalah suatu metode pendeteksian objek yang menggunakan prinsip pantulan sinar laser untuk mengukur jarak objek yang ada di permukaan bumi. Lidar menggunakan sinar cahaya terfokus dan sensor untuk mendeteksi jangkauan dan reflektifitas pemantik objek jarak jauh, pada dasarnya Lidar mengirimkan cahaya terfokus ke objek jauh dan di pantulkan kembali oleh sensor lidar.

**2.3 Lidar Tfmini**

merupakan perangkat lidar stasioner yang mendukung teknologi (Time-of-Flight)/ToF. Sensor ini terdiri dari perangkat optik dan elektronik khusus, yang

mengintegrasikan algoritma adaptif untuk keperluan pengukuran baik di lingkungan indoor maupun di lingkungan outdoor. Sensor ini dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur jarak dari sensor ke suatu titik / objek. Sensor ini juga dapat digunakan sebagai mata pada robot, sensor ini menyediakan informasi jarak untuk menghindari halangan (rintangan) dan pemilihan rute terbaik. Tfmini mempunyai Jarak deteksi maksimum 12 meter. Tfmini juga mendukung resolusi pengambilan sampel 100Hz yang dapat mengambil 100 bacaan setiap detiknya pada jarak 6 meter. Tfmini lidar menerapkan komunikasi yg berhadapan UART (TTL) yang hanya membutuhkan daya 5V, dan konsumsi daya rata-rata hanya 0,6W.

**2.4. Jarak Kecepatan Dan Percepatan**

Kecepatan rata-rata, Vr dari titik P dalam selang waktu t dan t +Δt selama perpindahan posisi dari x ke x + Δx adalah :

$$V_r = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_t - x_0}{t - t_0}$$

Kecepatan sesaat V dari titik P adalah limit kecepatan rata-rata untuk pertambahan waktu mendekati nol. Secara matematika ditulis:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Percepatan Rata-rata ar dari titik P dalam selang waktu t dan t +Δt selama perubahan kecepatan dari V menjadi V + V adalah:

$$a_r = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{t - t_0}$$

Percepatan sesaat suatu titik P adalah limit percepatan Rata-rata untuk

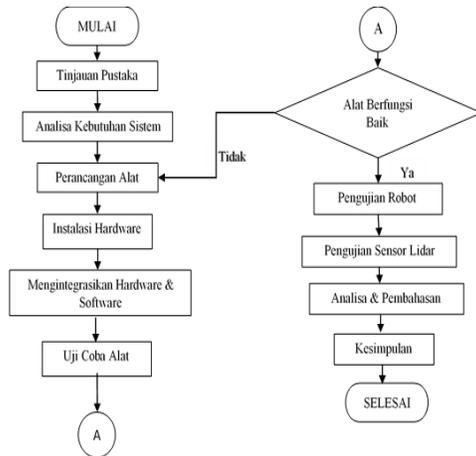
pertambahan waktu mendekati nol.

Secara matematika ditulis:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

### 3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini memuat metode saja, tidak memuat bagan ataupun bagan alir.



**Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian sistem Navigasi Robot Pengantar Barang**

#### 3.1 Diagram sistem utama.

Alur sistem navigasi robot pengantar barang robot bergerak menyusuri sebuah lintasan didalam ruangan, robot akan berjalan bernavigasi sesuai dengan perintah codingan yang terdapat dalam serial monitor yang dibantu oleh sensor Lidar Tfmimi yang bergerak horizontal 90° ke kanan dan ke kiri, ketika robot menemukan rintangan dengan jarak <40cm robot akan berhenti sesaat menunggu perintah dari Lidar, ketika Lidar sudah menemukan arah dengan jarak terjauh maka lidar akan menginputkan hasil data tersebut ke robot sehingga robot dapat mengambil jalan terbaik untuk bernavigasi ke ruangan yang dituju.

#### 3.2 Pengujian Sistem pada objek

Pengujian sistem pada objek ini dilakukan untuk mengetahui nilai dan akurasi nilai pada objek yang dibuat berjalan sesuai rencana adapun pengujian dibagi dalam beberapa bagian sebagai berikut.

##### 1. Pengujian Lidar Terhadap Objek Triplek

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi dan nilai error pada sensor Lidar dengan jarak dan akurasi nilai sebenarnya sehingga dari data yg diperoleh dapan menjadi acuan robot dapat menghindari rintangan dengan objek triplek. Adapun pengujian yang dilakukan adalah

- Pengukuran jarak pembacaan Lidar 0-1200mm
- Penghitungan nilai error pada Lidar

##### 2. Pengujian Lidar Terhadap Objek Manusia

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi dan nilai error pada sensor lidar dengan jarak sebenarnya sehingga data yang diperoleh dapan menjadi acuan robot dapat menghindari **rintangan** dengan objek manusia adapun pengujian yang dilakukan adalah

- Pengukuran jarak pembacaan Lidar 0-1200mm
- Penghitungan nilai error pada Lidar

##### 3. Pengujian Lidar Terhadap Objek Kardus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi dan error sensor Tfmimi Lidar pada jarak sebenarnya. Adapun pengujian yang dilakukan adalah.

- Pengukuran jarak pembacaan lidar 0-1200mm
- Penghitungan nilai error pada Lidar

##### 4. Pengujian Lidar terhadap objek kaca

Sama seperti pengujian sebelumnya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi dan nilai error pembacaan lidar terhadap 8 objek kaca. Adapun pengujian yang dilakukan adalah

- Pengukuran jarak pembacaan Lidar 0-1200mm
- Penghitungan nilai error pada Lidar
- 5. Pengujian Lidar terhadap benda padat pada intensitas cahaya 0 Lux
- Pengukuran jarak pembacaan lidar pada intensitas cahaya ruangan 0 lux
- Penghitungan nilai error pada Lidar

#### 3.3 Pengujian Kecepatan Robot

Pengujian robot dilakukan pada lintasan ruangan yang sudah didesain dimana robot akan bergerak dari titik awal menyusuri ruangan lintasan hingga sampai kedalam ruangan yang dituju. Sensor Tfmimi lidar digunakan sebagai pendeteksi rintangan dalam lintasan.

1. Pengujian Kecepatan Robot Pada Lintasan Lurus
2. Pengujian Robot berbelok 90°
3. Pengujian Robot Bernavigasi menuju ruangan

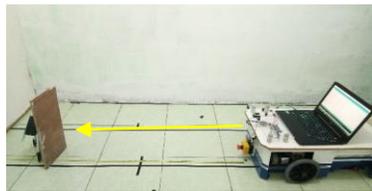
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. 1 Robot Pengantar Barang

Pengujian Tfmini lidar dilakukan dengan nilai sebenarnya dengan jarak ukuran 0-1200cm, Pengujian dilakukan didalam ruangan yang berlorong dengan cara mengarahkan sensor Lidar ke arah objek triplek dengan memposisikan robot pada posisi lurus dari arah depan robot, Pengujian dilakukan bertahap yang terbagi menjadi 21 nilai pengukuran.

4.1.1 Pengujian Lidar Objek Triplek



Gambar 4. 2 Pengujian Triplek

Pengujian dilakukan didalam ruangan yang berlorong dengan cara mengarahkan sensor Lidar ke arah objek triplek dengan memposisikan robot pada posisi lurus, Dari pengujian ini bisa dilihat nilai akurasi sensor Lidar yang didapatkan dari software Arduino.

Tabel 4. 1 Pembacaan Triplek

No	Jarak (cm)	Pembacaan Sensor cm)	Error (%)
1	0	0	0,00
2	60	60	0,00
3	120	120	0,00
4	180	179	0,56
5	240	239	0,42
6	300	298	0,67
7	360	359	0,28
8	420	417	0,71
9	480	476	0,83
10	540	536	0,74
11	600	595	0,83
12	660	654	0,91
13	720	714	0,83

14	780	774	0,77
15	840	835	0,60
16	900	895	0,56
17	960	953	0,73
18	1020	1012	0,78
19	1080	1070	0,93
20	1140	1129	0,96
21	1200	1189	0,92
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,65</b>

$$Error = \frac{Jarak (cm) - Pembacaan sensor}{Nilai Sebenarnya (jarak cm)} \times 100$$

$$\%Error = \frac{0cm - 0cm}{0 cm} \times 100$$

Error = 0%

4.1.2 Pengujian Lidar Objek Manusia

Pengukuran dan pengambilan data dilakukan sama seperti pengujian sebelumnya, Pengujian Lidar TFmini ini dilakukan didalam ruangan yang berlorong dengan cara mengarahkan sensor Lidar ke arah objek manusia dengan memposisikan robot pada posisi lurus.

Tabel 4. 2 Pembacaan Manusia

No	Jarak (cm)	Pembacaan Sensor Lidar (cm)	Error (%)
1	0	0	0
2	60	60	0,00
3	120	120	0,00
4	180	179	0,56
5	240	238	0,83
6	300	298	0,67
7	360	359	0,28
8	420	418	0,48
9	480	476	0,83
10	540	535	0,93
11	600	595	0,83
12	660	656	0,61
13	720	714	0,83
14	780	775	0,64
15	840	835	0,60
16	900	895	0,56
17	960	954	0,63

18	1020	1013	0,69
19	1080	1071	0,83
20	1140	1128	1,05
21	1200	1189	0,92
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,64</b>

$$Error = \frac{Jarak (cm) - Pembacaan sensor}{\text{Nilai Sebenarnya (jarak cm)}} \times 100$$

$$\%Error = \frac{60cm - 60cm}{60 cm} \times 100$$

Error = 0%.

#### 4.1.3 Pengujian Lidar Objek Kardus

pengujian dilakukan didalam ruangan dengan jarak sebenarnya 0 sampai 1200cm, dilakukan dengan nilai jarak sebenarnya salah satu alasan peneliti menguji pada objek ini adalah untuk mengetahui apakah sensor Lidar dapat membaca objek kardus ini dengan nilai error yang kecil sehingga nantinya hasil tersebut menjadi acuan peneliti untuk membuat lintasan untuk robot.

No	Jarak (cm)	Pembacaan Sensor Lidar (cm)	Error (%)
1	0	0	0,00
2	60	60	0,00
3	120	119	0,83
4	180	179	0,56
5	240	238	0,83
6	300	298	0,67
7	360	358	0,77
8	420	417	0,71
9	480	477	0,63
10	540	535	0,92
11	600	595	0,83
12	660	655	0,75
13	720	714	0,83
14	780	774	0,77
15	840	836	0,47
16	900	894	0,67
17	960	953	0,73
18	1020	1010	0,98
19	1080	1069	1,01
20	1140	1129	0,96

21	1200	1188	1
<b>Rata-Rata</b>			<b>0,71</b>

$$Error = \frac{Jarak (cm) - Pembacaan sensor}{\text{Nilai Sebenarnya (jarak cm)}} \times 100$$

$$\%Error = \frac{180cm - 179cm}{180 cm} \times 100$$

Error = 0%.

#### 4.1.4 Pengujian Lidar Objek Kaca

seperti pengujian sebelumnya pengujian dilakukan didalam ruangan dengan jarak 0 sampai 1200cm dengan pengambilan data dibagi menjadi 21 pengukuran.

No	Jarak (cm)	Pembacaan Sensor Lidar (cm)	Error (%)
1	0	0	0
2	60	0	100
3	120	0	100
4	180	0	100
5	240	0	100
6	300	0	100
7	360	0	100
8	420	0	100
9	480	0	100
10	540	0	100
11	600	0	100
12	660	0	100
13	720	0	100
14	780	0	100
15	840	0	100
16	900	0	100
17	960	0	100
18	1020	0	100
19	1080	0	100
20	1140	0	100
21	1200	0	100
<b>Rata-Rata</b>			<b>100</b>

Dari hasil pengukuran yang dilakukan penulis dengan objek kaca, sebenarnya terlihat sangat jauh atau tidak bisa membaca objek sama

sekali dengan tingkat error yang tinggi mencapai 100%.

#### 4.2 Pengukuran Dan Pembacaan Lidar Pada Intensitas Cahaya 0 Lux

untuk memastikan bahwa pembacaan sensor Lidar Tfmini tidak dipengaruhi oleh kondisi ruangan dengan intensitas cahaya rendah, kondisi cahayanya mencapai 0 lux dengan 1 objek benda yang sudah diuji sebelumnya yang objek tersebut dapat terbaca oleh sensor Lidar.

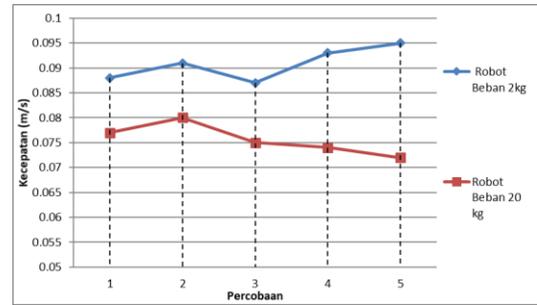
No	Jarak (cm)	Pembacaan Sensor Lidar (cm)	Error (%)
1	0	0	0,00
2	25	25	0,00
3	50	50	0,00
4	75	75	0,00
5	100	100	0,00
6	125	125	0,00
7	150	149	0,67
8	175	174	0,57
9	200	199	0,50
Rata-Rata			0,19

$$\%Error = \frac{0cm - 0cm}{0 cm} \times 100$$

Hasil perhitungan pengukuran pembacaan sensor tfmini lidar dengan menggunakan rumus perhitungan diatas, untuk mempercepat perhitungan, maka penulis menggunakan microsoft excel seperti yang telah dilakukan sebelumnya.

#### 4.3 Pengujian Robot Berjalan Lurus

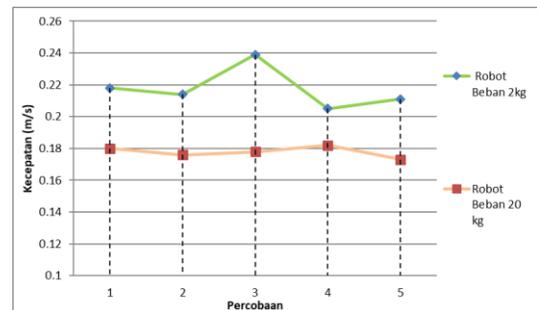
Pengujian kecepatan robot pada saat berjalan lurus untuk mengetahui sistem navigasi mampu bernavigasi dengan baik tidak menabrak dinding lintasan, pengujian kecepatan lurus untuk mengetahui kecepatan robot dengan 2 beban berbeda yaitu dengan beban 2kg (Laptop) dan 20kg ( Galon air berisi penuh ).



Berdasarkan gambar grafik diatas hasil yang diperoleh dalam pengujian sistem navigasi robot dalam bernavigasi berjalan lurus dimana penulis melakukan pengujian dengan menggunakan variasi dalam pengujian yaitu dengan beban 2kg dan beban 20kg, Dari 5 kali percobaan selisih yang penulis lakukan selisih waktu tempuh sekitar kurang dari 5 detik dan untuk kecepatan rata-rata untuk beban 2kg sebesar 0,090m/s dan beban 20kg sebesar 0,075m/s.

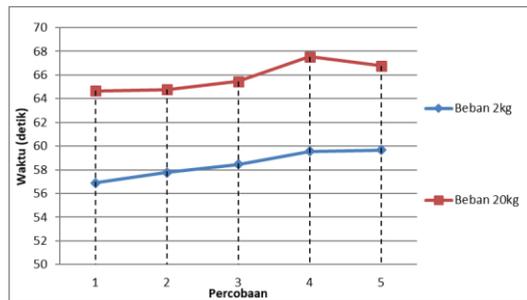
#### 4.4 Pengujian Robot 90°

Pengujian kecepatan robot pada saat berbelok 90° untuk memastikan sistem navigasi mampu bernavigasi dengan baik dan tidak menabrak halangan ataupun objek yang berada didepan robot.



#### 4.5 Pengujian Robot Bernavigasi Menuju Ruang

sistem navigasi bekerja dan robot mampu bernavigasi menuju ruangan tujuan robot percobaan yang penulis lakukan untuk mendapatkan hasil pengujian kinerja sistem navigasi robot pengantar barang sebanyak 5 kali percobaan, dengan beban robot sebesar 2kg dan beban 20kg.



hasil yang diperoleh dalam pengujian sistem navigasi robot dalam bernavigasi menuju ruangan dimana penulis melakukan pengujian dengan menggunakan variasi dalam pengujian yaitu dengan beban 2kg dan beban 20kg, perolehan waktu tempuh robot dengan nilai terendah yang didapatkan 56,89 detik serta nilai tertingginya 59,65 detik, beban 20kg waktu tempuh yang didapatkan pada nilai terendah yaitu 64,65 detik serta waktu tertinggi yang didapat 67,54.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Sistem navigasi menggunakan LIDAR telah berhasil dirancang dan dapat diimplementasikan ke robot pengantar barang. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan oleh penulis sebagai berikut:

1. Pada pembacaan sensor LIDAR mendapatkan hasil *error* objek triplek sebesar 0,65%, objek manusia sebesar 0,64%, dan objek kardus sebesar 0,71% dikarenakan ketiga objek tersebut merupakan benda padat yang tidak tembus pandang yang tidak dapat ditembus oleh laser LIDAR, namun pada objek kaca mendapatkan nilai *error* sebesar 100% dikarenakan sifat kaca yang tembus pandang sehingga pembacaan nilai pada serial monitor tidak stabil
2. Pada pembacaan cahaya 0 lux sensor Lidar masih tetap stabil terbukti pada pengujian dengan objek triplek nilai *error* sebesar 0,19%.
3. Rata-rata kecepatan robot dalam bernavigasi pada saat berjalan lurus dengan beban 2kg yaitu 0,090m/s dan pada beban 20kg yaitu 0,075m/s. Kecepatan rata-rata robot dalam bernavigasi pada saat berbelok 90° dengan beban 2kg yaitu 0,218m/s dan pada beban 20kg yaitu 0,178m/s. Kecepatan rata-rata robot dalam bernavigasi ke

ruangan dengan beban 2kg yaitu 58,46m/s dan pada beban 20kg yaitu 65,84m/s.

### 5.2 Saran

Saran penulis untuk peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian yang telah penulis lakukan, diantaranya sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor yang mampu mendeteksi objek bening serta sensor yang dapat berputar 360°, agar pada proses penelitian dapat melakukan pembacaan pada objek bening serta agar tidak perlu menambahkan bracket serta servo motor.
2. Penggunaan relay pada pengaturan motor baiknya dengan driver motor yang dapat mengubah arah putaran motor, sehingga robot mampu berjalan mundur.
3. Penggunaan sumber listrik dari PLN baiknya dengan menggunakan baterai dan power inverter, pengujian robot bisa berjalan jauh.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Maulana, A. Rusdinar, and R. A. Priramadhi, "Aplikasi Lidar Untuk Pemetaan Dan Navigasi PADA LINGKUNGAN Tertutup Lidar Application For Mapping And Navigating On Closed," vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [2] F. Sains, D. A. N. Teknologi, U. Islam, and N. Alauddin, "Rancang Bangun Sistem Parkir Valet Otomatis Menggunakan Robot Line Follower," 2017.
- [3] M. Fikri and M. Rivai, "Sistem Penghindar Halangan Dengan Metode LIDAR Pada Unmanned Surface Vehicle," vol. 8, no. 2, pp. 127–132, 2019.
- [4] I. Oktariawan, M. Sugiyanto, and J. Fema, "Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560," vol. 1, no. April, pp. 18–24, 2013.
- [5] H. Judul, "Motor Brushlles Direct Current Dengan Brushed Direct Current

- Pada Nogogeni Urban,” vol. 145502, 2017.
- [6] P. Yedamale, “PRINCIPLE,” pp. 1–20, 2003.
- [7] P. Description, T. Specifications, and O. Range, “TFmini Plus single-point ranging LiDAR,” pp. 4–9.
- [8] Y. Cheng and G. Y. Wang, “Mobile Robot Navigation Based on Lidar,” 2018 Chinese Control Decis. Conf., pp. 1243–1246, 2018.
- [9] Arduino, “Arduino Mega 2560,” 2020. <https://www.arduino.cc/>.
- [10] T. Hartini, Aprilia, “Apa itu Lidar.?” 4 November, Nov. 2019.