

# PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN PERGERAKAN AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) UNTUK MENARIK TROLI MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR

## DESIGN OF AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) MOVEMENT CONTROL SYSTEM FOR PULLING TROLLEY USING LIDAR SENSOR

Nadia Tri Jayanti<sup>1</sup>, Angga Rusdinar, Ph.D.<sup>2</sup>, Agung Surya Wibowo, M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[nadiatrijayanti@students.telkomuniversity.ac.id](mailto:nadiatrijayanti@students.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id),  
<sup>3</sup>[agungsw@telkomuniversity.ac.id](mailto:agungsw@telkomuniversity.ac.id)

### Abstrak

AGV (Automated Guided Vehicle) telah banyak digunakan di bidang industri sebagai kendaraan pendistribusi barang yang dinilai lebih efektif dibandingkan kendaraan lain karena dapat dikendalikan secara otomatis. Untuk menunjang efektifitas kinerja AGV dalam mendistribusikan barang dibutuhkan sistem penyaluran barang yang pintar dimana AGV dapat mengetahui sendiri lokasi keberadaan barang yang akan diangkut dan segera menjemput barang tersebut tanpa diberi arahan oleh pengguna melainkan melalui arahan sensor.

Pada tugas akhir ini, dalam proses pendistribusian, AGV membutuhkan trolley sebagai penampung barang yang akan disalurkan ke lokasi lain. AGV dan trolley dapat terhubung akibat adanya sistem hook. Sistem hook dapat bekerja apabila posisi AGV tepat berada di tengah bawah trolley. Kondisi awal AGV yang menggunakan sistem line follower memungkinkan posisi AGV sebelum masuk ke trolley tidak berada di koordinat yang tepat karena trolley diletakkan tak selalu sesuai dengan garis. Oleh sebab itu, dibutuhkan sistem yang dapat memposisikan AGV tepat ke bawah tengah trolley agar AGV dapat terkait dengan trolley. Pada tugas akhir ini, digunakan sensor Rplidar di atas AGV yang akan memberikan AGV informasi posisi trolley berupa jarak dan sudut yang akan diproses di processor. kemudian dihasilkan output berupa PWM motor kiri dan kanan pada AGV. Keluaran sistem berupa PWM pada kedua motor AGV akan menentukan ke arah mana AGV harus bergerak menyesuaikan trolley.

Pada akhirnya kedua sisi akan memiliki sisi depan dan sudut yang sama besar jika diukur dari titik tengah sensor Rplidar yang menandakan jika AGV sudah dikoordinat yang tepat terhadap trolley. Hasil pengujian menunjukkan error yang didapat cukup besar diakibatkan toleransi dari sensor rplidar yang digunakan.

**Kata kunci :** Automated Guided Vehicle, Rplidar, Trolley

### Abstract

AGV (Automated Guided Vehicle) has been widely used in the manufacturing system as goods distributor vehicle that are rated more effective than other vehicle because it can be controlled automatically.

In this research, AGV need trolley as a container for the goods which will be delivered to another location. AGV and trolley can be connected because of there is hook system. Hook system can work if the position of AGV exactly in the center under the trolley. Initial condition of AGV that uses line follower system allows the AGV position before getting into the trolley is not in the exact coordinates because the trolley is placed not always in right line position. Because of that, required a system which can position AGV exact to center under the trolley in order to connect AGV hook to trolley. In this research, we used a Rplidar sensor on top of the AGV that will provide trolley position information such as distance and angles that will be processed in a processor, then be produced output that form as PWM for left and right motors DC in the AGV. PWM output of both motors in AGV will determine which direction AGV have to move to adjust with trolley position.

Both of right and left sides should have equal distance and angle. It is measured from Rplidar sensor midpoint. In the experiment result, the AGV is able to reach the certain position and succeed to hook the trolley. The result of experiment show the error that occur big enough caused by tolerance from rplidar sensor.

**Keywords:** Automated Guided Vehicle, Rplidar, Trolley

## 1. Pendahuluan

Perkembangan sistem distribusi barang dalam bidang industri pada saat ini telah bergerak semakin cepat, terutama dalam hal teknologi. Salah satu contoh teknologi pada sistem distribusi yang sudah banyak digunakan adalah AGV (*Automated Guided Vehicle*). AGV digunakan untuk mendistribusikan barang dari suatu lokasi ke lokasi lain secara otomatis tanpa menggunakan jasa pengemudi. Penggunaan AGV dinilai lebih efisien dibandingkan penggunaan kendaraan lain karena AGV dapat dirancang dan dikendalikan sehandal mungkin sesuai kebutuhan pengguna.

Pada proyek ini yang dikerjakan secara berkelompok diambil topik menyangkut AGV yang akan dikendalikan dengan beberapa sistem kerja agar AGV dapat melakukan banyak fungsi dalam suatu waktu, sistem

kerja AGV dibagi ke dalam 4 sub kerja, diantaranya sub kerja navigasi AGV sebelum dan setelah diberi beban / troli berisi barang; mengendalikan orientasi arah pergerakan AGV terhadap troli untuk memposisikan AGV tepat di bawah pengait yang berada di bawah troli menggunakan sensor rplidar; sistem *hook* agar AGV dan troli dapat terkait secara otomatis menggunakan *image processing*; dan AGV *collision avoidance system* menggunakan sensor rplidar .

Sistem distribusi barang pada proyek ini menggunakan AGV dan troli sebagai tempat penyimpanan barang. Troli diletakkan di suatu jalur yang posisi antara keduanya tidaklah selalu bersesuaian. Troli akan diangkat oleh AGV menggunakan sistem kait (*hook*) . AGV dan troli dapat terkait satu sama lain jika posisi AGV berada di koordinat yang tepat dengan ruang kait troli. Untuk mengendalikan arah pergerakan AGV dalam memposisikan diri terhadap troli digunakan sensor rplidar.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Automated Guided Vehicle<sup>[1]</sup>

AGV merupakan sebuah kendaraan yang dapat bergerak mengikuti jalur berpola secara otomatis tanpa menggunakan operator. Biasanya jalur yang digunakan ditandai oleh sebuah garis, laser, dan logam. Dalam pergerakannya AGV memanfaatkan sistem navigasi yang diarahkan sesuai keinginan pengguna. Pergerakan AGV ditentukan dari hasil kombinasi pembacaan sensor dan program software yang akan diimplementasikan pada penggerak AGV yang biasanya berupa roda ataupun kaki. Pada bidang manufaktur AGV sudah banyak digunakan pada proses distribusi. AGV memiliki fungsi yang serupa dengan *lift-trucks* yaitu berfungsi untuk mengirimkan barang dari suatu lokasi ke lokasi tertentu. AGV yang digunakan pada tugas akhir ini terdiri dari 4 roda. 2 roda depan bertindak sebagai roda pembelok dan 2 roda belakang sebagai roda penggerak.

### 2.2. Rplidar AIM1

Rplidar AIM1 adalah sensor yang dapat mendeteksi jarak dan keberadaan suatu benda dengan memanfaatkan laser sebagai pendeteksinya. Sinar laser dipancarkan secara horizontal ke sekeliling area yang ditinjau, kemudian dipantulkan oleh objek yang akan dideteksi. Sinyal pantulan yang diakuisisi oleh rplidar mulai diproses menjadi data sampel yang diolah menjadi nilai output jarak dan sudut antara nilai objek dan rplidar melalui antarmuka komunikasi ( Serial port/USB).

Rplidar AIM1 dapat mendeteksi jarak dan keberadaan benda dengan arah rotasi 360° dengan rentang jarak deteksi 6 meter. Saat melakukan sampling di 360 titik, frekuensi yang dapat dibaca mencapai 5,5 Hz dan dapat meningkat hingga maksimum 10 Hz.

Rplidar menggunakan laser *triangulation ranging* dan *processing hardware* yang dikembangkan oleh RoboPeak. Sistem mengukur data jarak lebih dari 2000 kali per detik dan keluaran *output* jarak dengan resolusi tinggi (<1% dari jarak).

### 2.3. Photodiode

Sensor *photodiode* adalah sensor yang dapat mendeteksi intensitas cahaya dengan bantuan pantulan sinar LED. Pada sensor *photodiode*, dioda dipasang secara *reverse bias*. Saat intensitas cahaya yang tertangkap *dioda* sedikit maka nilai resistansi pada *dioda* menjadi besar sehingga arus tidak dapat melalui komparator. Sedangkan, saat intensitas cahaya yang ditangkap *dioda* banyak maka resistansi pada *dioda* menjadi kecil dan menyebabkan arus dapat mengalir ke komparator.

### 2.4. Motor DC<sup>[3]</sup>

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Untuk membentuk suatu putaran pada motor DC dibutuhkan kawat yang dibentuk menjadi suatu lup yang kemudian ditempatkan pada suatu medan magnet. Sedangkan untuk laju motor dapat diatur dengan memvariasikan lilitan medan dimana terjadi proses perubahan energi listrik menjadi torsi yang dipengaruhi pula oleh besarnya beban.

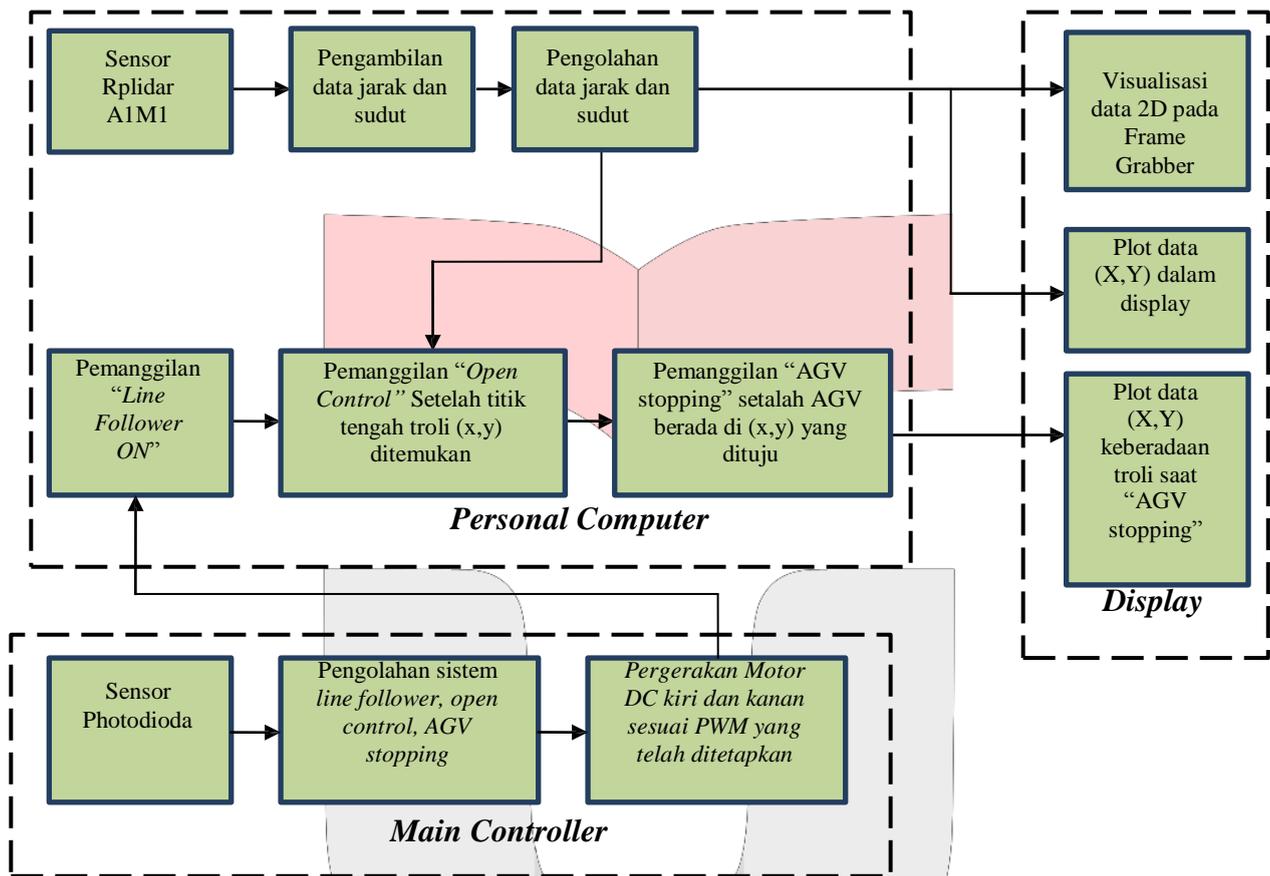
## 3. Perancangan Sistem

### 3.1. Diagram Blok Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari 5 bagian utama ,yaitu : (1) Sensor Rplidar sebagai pendeteksi keberadaan troli dalam suatu ruangan. Lidar memberikan informasi data berupa jarak dan sudut. (2) PC bertugas mengolah data lidar menjadi data dalam bentuk cartesian. Troli yang dideteksi memiliki 4 kaki, masing - masing kaki memiliki titik (X,Y) tersendiri. Dari keempat kaki dapat dicari titik tengah troli (X,Y) menggunakan persamaan perpotongan garis.

Hasil data lidar berupa jarak, sudut, cartesian akan tersimpan sebanyak titik yang terdeteksi selama 1 putaran dalam format .txt. Selain itu, data cartesian troli baik posisi (X,Y) setiap kaki troli dan (X,Y) titik tengah troli yang terdeteksi akan ditampilkan pada *display* berupa command window. Data keberadaan troli dapat divisualisasikan ke dalam bentuk 2D menggunakan frame grabber. Selain itu, pada PC dilakukan pemanggilan navigasi yang akan dikerjakan oleh AGV. AGV dihidupkan melalui PC dengan memanggil "\$b", perintah \$a, \$b, \$c dikirim secara serial ke *main control*. Pada saat "\$b" dipanggil maka *line follower* pada AGV akan aktif, ketika lidar mengirimkan sinyal bahwa AGV sudah berada pada jarak yang ditentukan dan titik tengah troli berada di posisi (X,Y) maka "\$b"

akan berhenti secara otomatis dan “\$c” atau *open control* hidup. Saat lidar telah memberi indikasi bahwa titik tengah troli sudah berada pada titik (X,Y) yang tepat pada troli maka “\$c” berhenti dan “\$a” aktif atau AGV berhenti. Setelah itu, titik akhir (X,Y) troli terhadap AGV saat berhenti akan ditampilkan pada *display* (3) *Display* yang digunakan berupa monitor untuk menampilkan hasil pemrosesan data yang telah divisualisasikan sehingga dapat dimonitor oleh *user*. (4) *Main Controller* merupakan kunci utama dalam pergerakan AGV dimana pada *main controller* terjadi proses pengolahan navigasi seperti \$a, \$b, \$c yang akan dikirimkan ke PC setelah proses pemanggilan dari PC dilakukan. (5) Sensor photodiode berkerja sebagai pendeteksi kemana AGV harus bergerak mengikuti panduan berupa garis hitam.



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

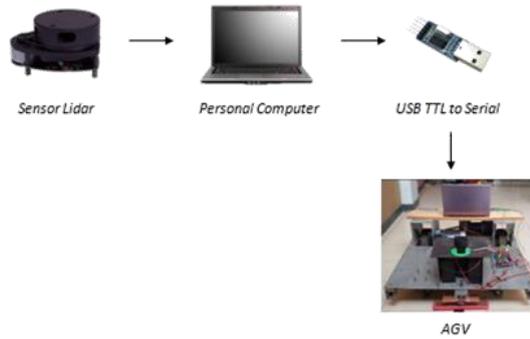
3.2. Perancangan Sistem Perancangan Sistem *Monitoring Keberadaan Troli*



Gambar 1 Ilustrasi Sistem *Monitoring Keberadaan Troli*

Sistem yang dirancang bertujuan untuk mendapatkan visualisasi hasil pembacaan lidar dalam bentuk 2D yang menginformasikan data jarak sebanyak 360 titik. Selain memonitoring secara visualisasi, didapatkan juga data jarak, sudut, kualitas data dan flag satu putaran dalam format .txt.

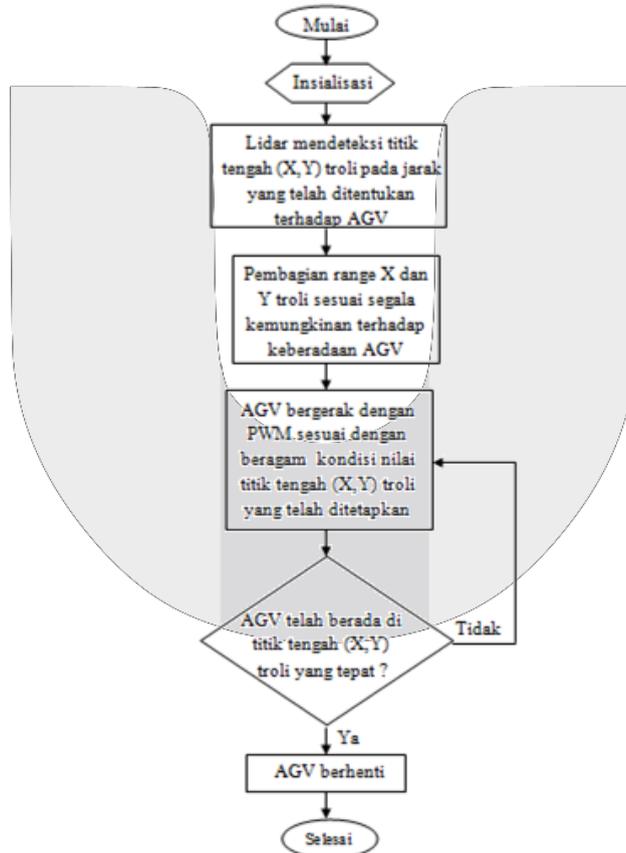
### 3.3 Perancangan Sistem *Open Control* Pada AGV



**Gambar 3.2** Perancangan Sistem *Open Control*

Sistem yang dirancang bertujuan untuk mengendalikan pergerakan AGV dalam memposisikan diri terhadap troli secara *real time*. Pengolahan lidar diproses pada PC agar sistem dapat mengimbangi kecepatan lidar bekerja. Apabila pengolahan lidar diproses pada mikrokontroler maka akan menyebabkan delay pada hasil pembacaan data lidar sehingga sistem bekerja terlambat. Sistem yang diproses pada mikrokontroler adalah sistem navigasi pergerakan AGV salah satunya navigasi secara *open control* dimana tidak melibatkan sensor garis. Untuk menjalankan sistem *open control* pada mikrokontroler maka digunakan PC untuk memanggil sistem *open control* tersebut.

### 3.4 Flowchart Sistem



**Gambar 3** Flowchart Sistem

4. Pembahasan

4.1. Pengujian Pembacaan Data Lidar

. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengambilan data *output* dari sensor rplidar A1M1 dengan jangkauan sudut 360 derajat dan maksimal jarak deteksi 5 meter pada ruang tertutup dan disimpan di dalam *database* file.txt..

**Tabel 1.** Error Data Hasil Pembacaan Lidar Dibandingkan dengan Ukuran Sebenarnya.

Sudut Dari Lidar	Error Antara Jarak Real Dengan Jarak Hasil Pembacaan LIDAR				
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5
0	6%	6%	6%	6%	6
292,56	7%	13%	6%	10%	7
288,78	9%	9%	9%	9%	15%
269,09	32%	7%	149%	6%	6
269,22	7%	7%	101%	-14%	7
0	10%	10%	10%	10%	10%
313,59	3%	18%	2%	28%	3
310,84	1%	1%	2%	1%	1
286,64	3%	2%	28%	2%	29%
289,44	-19%	-19%	1%	-19%	2
20,31	6%	6%	6%	7%	9
16,17	12%	7%	7%	11%	19%
341,83	6%	6%	5%	6%	7
346,97	6%	6%	6%	9%	7
32,3	18%	19%	19%	20%	17%
21,66	4%	4%	3%	3%	4
333,14	4%	3%	3%	4%	3
343,31	3%	3%	3%	4%	4
83,91	9%	8%	12%	9%	8
38,92	5%	5%	5%	5%	5
274,98	5%	7%	7%	7%	9
319,02	5%	4%	4%	4%	4
139,59	8%	7%	8%	7%	8
86,81	12%	9%	14%	9%	12%
226,06	6%	6%	6%	5%	5
273,45	5%	5%	5%	4%	4

Sudut Dari Lidar	Error Antara Jarak Real Dengan Jarak Hasil Pembacaan LIDAR				
	Ke-6	Ke-7	Ke-8	Ke-9	Ke-10
0	6%	6%	6%	6%	6%
292,56	6%	6%	18%	16%	6%
288,78	10%	10%	9%	9%	9%
269,09	33%	139%	6%	6%	7%
269,22	7%	93%	-	-15%	-14%
0	10%	11%	10%	10%	10%
313,59	2%	9%	3%	29%	2%
310,84	-20%	1%	1%	2%	-20%
286,64	2%	2%	28%	1%	2%
289,44	-19%	-19%	1%	-20%	2%
20,31	6%	6%	6%	7%	6%
16,17	19%	6%	19%	12%	6%
341,83	6%	5%	7%	6%	5%
346,97	5%	7%	7%	5%	6%
32,3	7%	5%	21%	18%	5%
21,66	17%	6%	2%	4%	7%
333,14	5%	4%	5%	5%	4%
343,31	3%	4%	3%	3%	3%
83,91	44%	9%	9%	39%	9%
38,92	6%	5%	5%	6%	5%
274,98	5%	5%	5%	7%	5%
319,02	5%	7%	5%	4%	5%
139,59	7%	7%	8%	8%	9%
86,81	12%	13%	13%	9%	9%
226,06	4%	5%	5%	5%	5%
273,45	4%	4%	4%	5%	4%

Dari hasil pengujian, pada awal pengambilan data sudut, jarak, *flag* 1 putaran, dan kualitas data sebelum dikonversi memiliki data yang *real time*, mendekati keadaan sebenarnya, tetapi tidak runut dimana terjadi loncatan data yang cukup banyak, rata – rata lompatan data terjadi pada rentang derajat 18° – 46°, 123° – 128°, 161° – 168°, 174° – 189°, 195° – 199°, 205° – 209°, 213° – 222°, 249° – 277°, 282° – 308°, 327° – 356°. Hal ini disebabkan oleh catu daya lidar yang tidak stabil dan lidar berotasi menggunakan *belt* karet menjadi salah satu penyebab data yang didapat tidak stabil. Data yang tersimpan di file.txt melebihi dari 1000 data dalam 1 kali *scan* .

#### 4.2. Pengujian Pergerakan AGV Dalam Memposisikan Diri Terhadap Troli Dipandu Oleh Rplidar A1M1

Lidar mendeteksi keberadaan troli bekerja beriringan dengan sistem *open control*. Ketika lidar mendeteksi 4 kaki troli berada pada X dan Y yang sesuai atau menunjukkan bahwa AGV sudah mencapai titik tengah maka lidar akan mengirimkan sinyal ke *processor* pada PC untuk memanggil fungsi "AGV OFF" pada mikrokontroler. AGV akan berhenti pada titik yang telah ditentukan. Pada saat berhenti sistem akan menyimpan data *scanning* satu putaran lidar terakhir. Data tersebut akan disimpan pada *database* dengan format .txt. Selain itu, data keberadaan kaki troli yang masuk ke dalam *range* yang telah ditentukan dalam plot X,Y akan ditampilkan pada Command Prompt. Dalam sistem ini AGV akan berhenti pada saat terdapat 4 data cartesian kaki troli yang masuk ke dalam *range* telah terdeteksi. Hal ini dimaksudkan bahwa AGV akan berhenti saat menemukan ke empat kaki troli di koordinat yang tepat.

**Tabel 2.** Data Kartesian Empat Kaki Troli Pada Saat AGV Telah Berhenti Tepat Di Bawah Troli

Posisi Kaki Troli	Eksperimen					
	Ke - 1		Ke - 2		Ke - 3	
	X	y	x	Y	x	Y
Depan Kanan	45	2114	71	2104	101	639
Depan Kiri	-74	-2360	-50	-2380	-76	-2366
Belakang Kanan	-590	672	-601	652	-633	643
Belakang Kiri	-621	-690	-651	-690	-634	-698

Posisi Kaki Troli	Eksperimen					
	Ke - 4		Ke - 5		Ke - 6	
	X	Y	X	Y	x	Y
Depan Kanan	57	642	122	617	63	2106
Depan Kiri	-63	-675	88	-705	49	2382
Belakang Kanan	-698	715	-610	646	-612	648
Belakang Kiri	-794	-652	-642	-699	-642	-697

Posisi Kaki Troli	Eksperimen							
	Ke - 7		Ke - 8		Ke - 9		Ke - 10	
	X	Y	X	y	X	Y	X	Y
Depan Kanan	63	2105	40	2105	38	658	43	652
Depan Kiri	76	-2396	68	-2380	53	-661	58	-656
Belakang Kanan	-613	635	-602	631	-718	679	-713	659
Belakang Kiri	-640	-720	-619	-692	-705	-708	-706	-695

Dari 10 kali percobaan yang dilakukan error data yang didapat dibandingkan dengan ukuran sebenarnya dapat dikatakan cukup besar. Hal ini dikarenakan Pergerakan AGV yang tidak terlalu halus mengakibatkan saat berhenti AGV dapat dalam kondisi tidak tepat lurus terhadap troli. Selain itu, catu daya yang tidak stabil menyebabkan pembacaan data lidar tidak sepenuhnya terdeteksi dalam setiap waktu. Peletakan lidar di atas Agv maupun peletakan troli yang tidak presisi dapat menyebabkan data yang didapat terdapat simpangan.

### 4.3 Pengujian Pergerakan AGV Dalam Memposisikan Diri Terhadap Troli Dipandu Oleh Rplidar A1M1 dan Open Control System

Lidar mendeteksi keberadaan troli bekerja beriringan dengan sistem *line follower*. Ketika lidar mendeteksi 2 kaki belakang troli berada pada X dan Y yang sesuai atau menunjukkan bahwa AGV sudah mencapai titik untuk memulai kendali pemosisian diri terhadap troli maka lidar akan mengirimkan sinyal ke *processor* pada PC untuk memanggil fungsi "Open Control" pada mikrokontroler. AGV akan berhenti pada titik yang telah ditentukan. Pada saat berhenti sistem akan menyimpan data *scanning* satu putaran lidar terakhir. Data tersebut akan disimpan pada *database* dengan format .txt. Selain itu, data keberadaan kaki troli yang masuk ke dalam *range* yang telah ditentukan dalam plot X,Y akan ditampilkan pada Command Prompt. Dalam sistem ini AGV akan berhenti pada saat AGV telah berada di titik yang mendekati (0,0) .

Tabel 3. Data Pemberhentian AGV Terhadap Titik Tengah Troli

Posisi AGV Terhadap Troli	Eksperimen Berhenti di titik (0,0) mm Troli					
	Ke - 1		Ke - 2		Ke - 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
AGV masuk tepat di tengah troli	56	43	32	54	51	48
AGV masuk di sisi sebelah kanan troli	-72	32	-90	25	-68	14
AGV masuk di sisi sebelah kiri troli	103	32	98	29	93	34

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan sistem pemosisian Automated Guided Vehicle terhadap troli menggunakan lidar, maka dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Sensor rplidar hanya dapat mendeteksi dalam jangkauan 360 derajat dengan jarak minimum deteksi 15cm dan jarak maksimum deteksi 8m, akan tetapi pada pembacaan objek dengan jarak 8m mengalami error paling besar.
2. Sensor rplidar hanya dapat mendeteksi objek yang tidak berwarna hitam atau transparan maupun objek yang berbahan dasar cermin karena dapat mengganggu hasil pembacaan sensor.
3. Pada sistem pengontrolan pergerakan AGV dalam memposisikan diri terhadap troli dengan menggunakan *open control* yang hanya melibatkan sensor rplidar sebagai pemandu pergerakan AGV, didapatkan hasil akhir yang kurang optimal. Dengan menggunakan *open control* pergerakan AGV menjadi kasar dimana terlalu banyak menitik diakibatkan data lidar yang *real time* terus berubah-ubah, PWM tidak stabil, dan AGV tidak berhenti tepat di titik bawah troli yang ditentukan.
4. Pengontrolan pergerakan AGV dalam memposisikan diri terhadap troli dengan melibatkan rplidar dan sistem *line follower* menghasilkan kinerja sistem yang lebih optimal dibandingkan *open control*. AGV dapat berhenti mendekati titik yang diinginkan, tidak melenceng terpantau sangat jauh dan PWM kedua motor AGV menjadi stabil karena bertumpu pada panduan jalur berupa *line*. Sistem menjadi lebih kokoh dengan melibatkan *line follower*, karena jika hanya melibatkan sensor lidar saja yang pembacaan datanya berubah seiring waktu maka AGV kesulitan dalam mengimbangi keluaran data lidar.

## Daftar Pustaka:

- [1] "Handout Mata Kuliah Artificial Intelligence".Universitas Widyagama Malang, 2008. [http://yuliana.lecturer.pens.ac.id/Kecerdasan\\_Buatan/ppt/Logika\\_Fuzzy/Logika\\_Fuzzy.pdf](http://yuliana.lecturer.pens.ac.id/Kecerdasan_Buatan/ppt/Logika_Fuzzy/Logika_Fuzzy.pdf) diakses 25 Februari 2016.
- [2] Datasheet ATmega128, ATMEL
- [3] "Pengaturan Elektronika gabung-untuk PR1" <http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/389/jbptunikompp-gdl-yeffryhand-19449-9-bab9.pdf> diakses 28 Februari 2016

- [4] Yultrisna, S.Andi, "RANCANG BANGUN ROBOT SOLVING MAZE DENGAN ALGORITMA DEPTH FIRST SEARCH", ISSN 1693-752X, Vol.15 No.2.Agustus.2013.
- [5] "RPLIDAR Low Cost 360 degree 2D Laser Scanner (LIDAR) System Introduction and Datasheet",robopeak, rev.6 ,2014.
- [6] <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega> diakses 29 Februari 2016
- [7] K. Kishore Kumar, M.siva Krishna, D.Ravitej, D.Bhavana, "International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)", ISSN 0976, Volume 3, Issue 1,pp. 24-32, January-April.2012. vol. 9, no. 4, pp.375-382, Jul. 1977.
- [8] J.Daisy A.N, P.David, Wuwung,"Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line follower", ISSN2301-8402, UNSRAT, Manado.
- [9] Yultrisna, S.Andi Syofian,"RANCANG BANGUN ROBOT SOLVING MAZE DENGAN ALGORITMA DEPTH", Vo.15 No.2,ISSN 1693-752X, Politeknik Universitas Andalas Padang, Agustus 2013.
- [10] A.Govind , M. Surabhi,"An Ethnic Design of Line Follower Robot",ISSN 0973-7529 ISBN 978-93-80544-00-7,School of Electronics and Communication, Shri Mata Vaishno Devi University, Jammu & Kashmir, India

