

## PERANCANGAN SISTEM KENDALI PADA PROTOTYPE AGV BERBASIS LINE FOLLOWER MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY

### DESIGN AGV PROTOTYPE CONTROL SYSTEM BASED ON LINE FOLLOWER USING FUZZY LOGIC CONTROL

Andicy Ruth Audilina<sup>1</sup>, Ir.Porman Pangaribuan.,MT<sup>2</sup>, Agung Surya Wibowo ,ST.,MT<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>ruthdicy@gmail.com, <sup>2</sup>pormanpangaribuan@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>agungsw@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Dalam tugas akhir ini akan dirancang sebuah AGV yang dapat mendeteksi benda / objek berdasarkan bentuknya melalui *image processing* sehingga proses mobilisasi barang dalam industri dapat dilakukan secara otomatis dan efisien. AGV akan bergerak secara otomatis mengikuti garis yang sudah ditetapkan (*AGV line follower*) menuju tempat tujuan berdasarkan bentuk hasil *image processing*. Hasil *image processing* akan dikirimkan ke AGV melalui *bluetooth*. Dalam tugas akhir ini, jalur sudah dibagi untuk 5 bentuk benda yang berbeda. Bila di tengah jalur terdapat benda penghalang, maka secara otomatis, AGV akan berhenti bergerak dan akan bergerak kembali apabila benda penghalang tersebut sudah dipindahkan dari jalur. Sistem navigasi berupa jarak dan titik belok sesuai objek yang terdeteksi sudah tersimpan dalam *database* AGV agar AGV sampai ke tempat tujuan yang diinginkan. Untuk menjaga agar AGV tetap berada di tengah line dan tidak keluar dari jalur, maka digunakan kontrol logika *fuzzy*.

Pada tugas akhir ini, didapat keberhasilan AGV menuju tempat 1 adalah 83.33% dengan kecepatan rata-rata 6.44 m/s, tempat 2 adalah 66.67% dengan kecepatan rata-rata 6.33m/s, tempat 3 adalah 100% dengan kecepatan rata-rata 6.62 m/s, tempat 4 adalah 66.67% dengan kecepatan rata-rata 6.28 m/s dan tempat 5 adalah 83.33% dengan kecepatan rata-rata 6.24 m/s.

**Kata Kunci :** *Automatic Guided Vehicle (AGV), AGV Line follower, Kontrol Logika Fuzzy*

#### Abstract

In this final project an AGV will be designed that can challenge objects based on their shape through image processing so that the process of mobilizing goods in the industry can be done automatically and efficiently. AGV will move automatically following a predetermined line (*AGV line follower*) to the destination based on the shape of the image processing results. The results of image processing will be sent to AGV via *bluetooth*. In this final project, the path has been divided into 5 different objects. If in the middle of the path there is a barrier object, then automatically, the AGV will move and move back will move the barrier object has been moved from the lane. The navigation system consists of the distance and turning point according to the requested object already stored in the AGV *database* so that the AGV reaches the desired destination. To keep the AGV in the middle of the line and not out of line, *fuzzy logic control* is used.

In this final assignment, the success of AGV towards place 1 is 83.33% with an average speed of 6.44 m / s, place 2 is 66.67% with an average speed of 6.33m / s, where 3 is 100 % with an average speed of 6.62 m / s, place 4 is 66.67% with an average speed of 6.28 m / s and place 5 is 83.33% with an average speed of 6.24 m / s.

**Keywords:** *Automatic Guided Vehicle (AGV), AGV Line follower, Fuzzy Logic Control*

#### 1. Pendahuluan

AGV (*Automatic Guided Vehicle*) merupakan kendaraan yang digunakan umumnya dalam industri manufaktur dan digunakan sebagai alat untuk membawa atau memindahkan barang kebutuhan produksi. Sistem operasi *Automatic Guided Vehicle* tidak memerlukan operator untuk mengemudikan gerakannya secara langsung. *Automatic Guided Vehicle* sudah diprogram untuk bergerak menuju ke suatu tujuan dengan navigasi secara otomatis sehingga operator hanya bertugas untuk mengawasi dan mengendalikan *Automatic Guided Vehicle* dari jarak jauh.

AGV akan bergerak secara otomatis pada garis (*AGV line follower*) menuju tempat tujuan berdasarkan bentuk hasil *image processing*. Hasil *image processing* akan dikirimkan ke AGV melalui *bluetooth*. Dalam tugas akhir ini, jalur sudah dibagi untuk 5 bentuk benda yang berbeda. Bila di tengah jalur terdapat benda penghalang, maka secara otomatis, AGV akan berhenti bergerak dan akan bergerak kembali apabila benda penghalang tersebut sudah dipindahkan dari jalur. Sistem navigasi berupa jarak dan titik belok sesuai objek yang terdeteksi sudah tersimpan dalam *database* AGV agar AGV sampai ke tempat tujuan yang diinginkan. Untuk menjaga agar AGV tetap berada di tengah jalur dan tidak keluar dari jalur, maka digunakan kontrol logika *fuzzy*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 AGV Line Follower

*AGV line follower* adalah AGV yang dapat mendeteksi dan mengikuti garis yang digambar di lantai. Secara umum, jalur dapat dibagi 2 yaitu jalur yang terlihat (seperti garis hitam di permukaan berwarna putih yang mempunyai kontras yang tinggi) dan yang tidak terlihat (seperti medan magnet).

### 2.2. Sensor Proximity

Sensor *proximity* merupakan rangkaian yang terdiri dari sensor photodiode dan LED. Sensor *proximity* akan membaca apakah sensor membaca permukaan putih atau permukaan hitam yang merupakan jalur.

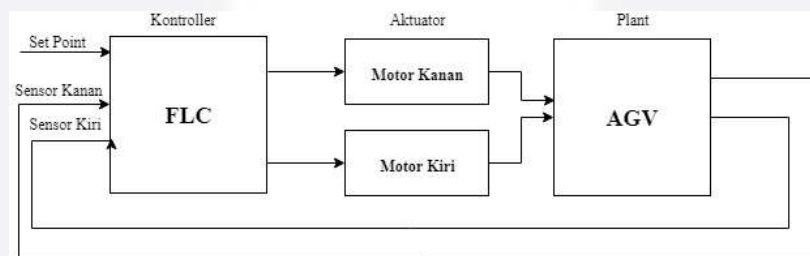
### 2.4. Kontrol Logika Fuzzy

Setelah AGV mendeteksi jalur melalui sensor, AGV akan dirancang untuk dapat berjalan lurus di jalur. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan agar AGV dapat berjalan lurus di jalur. Dalam hal ini, akan digunakan kontrol logika *fuzzy*. Logika *Fuzzy* adalah metodologi matematika yang diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh yang mengembangkan logika boolean kedalam nilai riil [8]. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Logika *fuzzy* merupakan representasi suatu pengetahuan yang dikonstruksikan dengan perintah *if-then rules*.

## 3. Perancangan Sistem

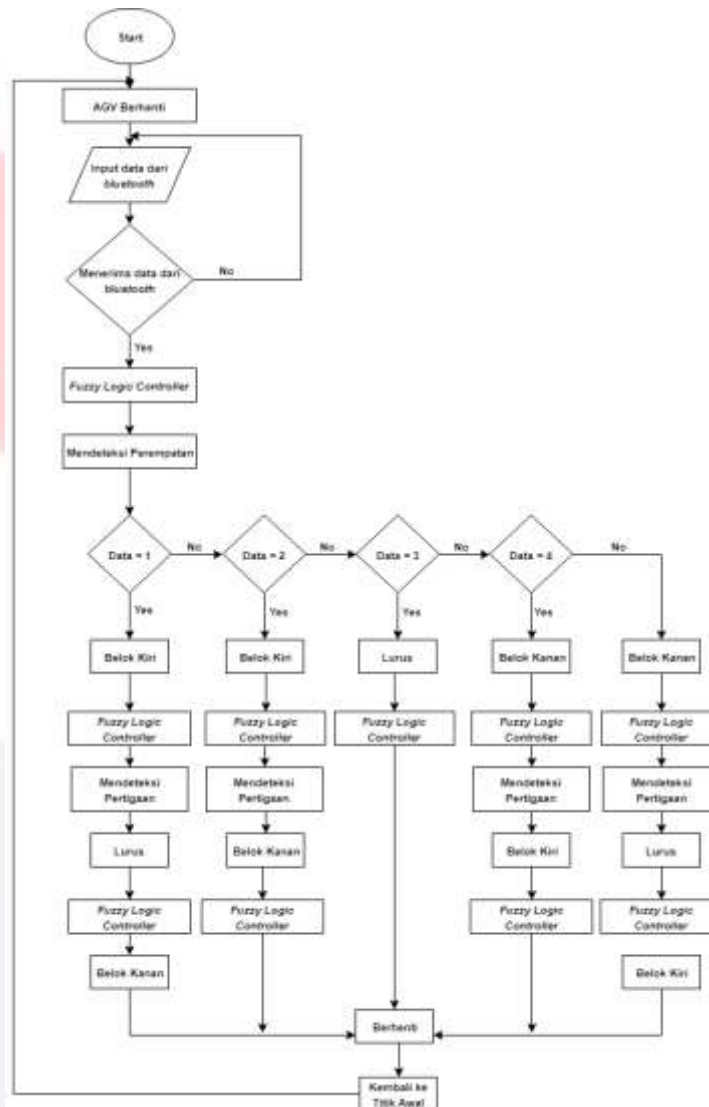
### 3.1. Blok Diagram Sistem

Perancangan blok diagram sistem adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Blok AGV Line Follower

### 3.2. Diagram Alir



Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Kerja Alat

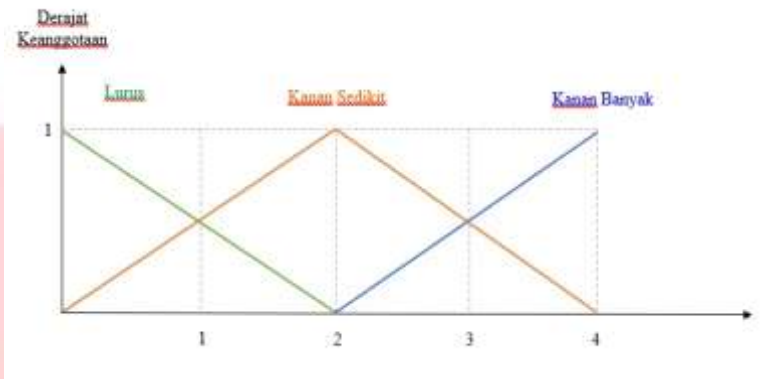
### 3.3. Penggunaan Fuzzy Logic Control

#### 1. Fuzzyfikasi

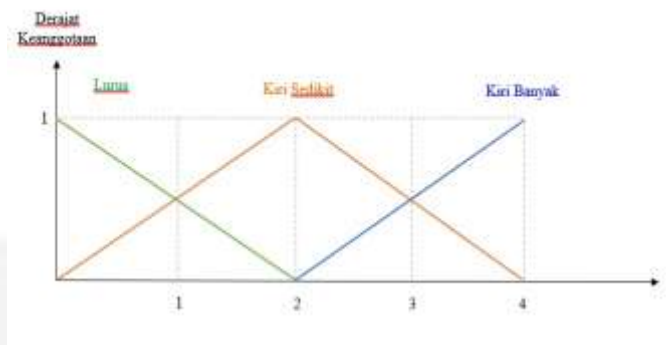
Pada sistem ini mikrokontroller menerima data nilai *proximity* yang telah dikonversi sebagai berikut

Tabel 3.1. Nilai Sensor *Proximity*

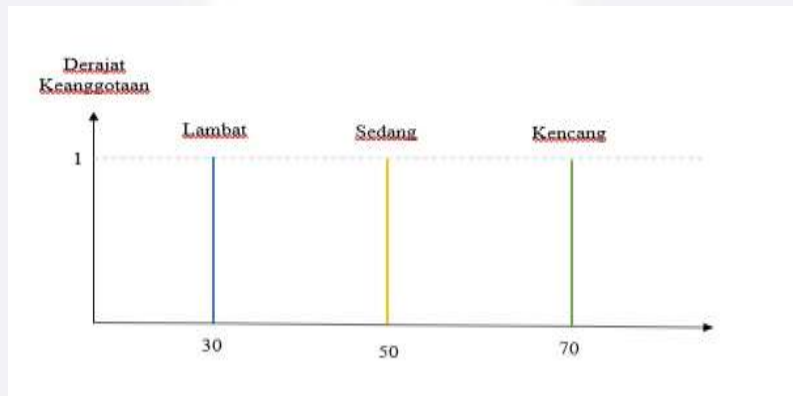
Sensor yang Membaca Garis	Nilai Sensor Kanan	Nilai Sensor Kiri
Sensor 1	4	0
Sensor 2	3	0
Sensor 3	2	0
Sensor 4	1	0
Sensor 5	0	1
Sensor 6	0	2
Sensor 7	0	3
Sensor 8	0	4



Gambar 3.3. Derajat Keanggotaan Input Sensor Kanan



Gambar 3.4. Derajat Keanggotaan Input Sensor Kiri



Gambar 3.5. Derajat Keanggotaan Output

2. Fuzzy Interference System

Tabel 3.2. Fuzzy Rules

Sensor Kanan \ Sensor Kiri	Tengah	Kanan Sedikit	Kanan Banyak
Tengah	Lurus	Belok Kanan	Belok Kanan Lebih
Kiri Sedikit	Belok Kiri	Lurus	Belok Kanan
Kiri Banyak	Belok Kiri Lebih	Belok Kiri	Lurus

Tabel 3.3. Aturan *Fuzzy* Pada Motor DC

No	Sensor Kiri	Sensor Kanan	Output	Motor Kiri	Motor Kanan
1	Tengah	Tengah	Lurus	Kencang	Kencang
2	Tengah	Kanan Sedikit	Belok Kanan	Kencang	Sedang
3	Tengah	Kanan Banyak	Belok Kanan Lebih	Kencang	Lambat
4	Kiri Sedikit	Tengah	Belok Kiri	Sedang	Kencang
5	Kiri Sedikit	Kanan Sedikit	Lurus	Kencang	Kencang
6	Kiri Sedikit	Kanan Banyak	Belok Kanan	Kencang	Sedang
7	Kiri Banyak	Tengah	Belok Kiri Lebih	Lambat	Kencang
8	Kiri Banyak	Kanan Sedikit	Belok Kiri	Sedang	Kencang
9	Kiri Banyak	Kanan Banyak	Lurus	Kencang	Kencang

### 3. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi merupakan pemetaan nilai - nilai output dari *fuzzy* yang dihasilkan pada tahap *fuzzy rules* ke nilai - nilai kuantitatif. Pada perancangan AGV ini proses defuzzyfikasi mengeluarkan output berupa nilai PWM motor.

$$\text{Output fuzzy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_i \cdot k_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

Keterangan:

- n = banyaknya data.
- i = variabel penghitung.
- $\mu$  = nilai keanggotan.
- K = nilai fuzzy rule.

## 4. Hasil Percobaan dan Analisis

### 4.1. Pengujian Keberhasilan Sistem Mencapai Tempat Tujuan

#### 1. Tempat Tujuan 1 (dengan jarak tempuh 777 meter)

Tabel 4.1. Status Keberhasilan Menuju Tempat Tujuan 1

Percobaan Ke-	Status Keberhasilan	Waktu yang Dibutuhkan (s)	Kecepatan AGV (m/s)
1	Berhasil	122	6.37
2	Gagal	-	-
3	Gagal	-	-
4	Berhasil	120	6.48
5	Berhasil	122	6.37
6	Berhasil	119	6.53

Berdasarkan Tabel 4.1., maka tingkat keberhasilan AGV menuju tempat 1 adalah 66.67% dengan kecepatan rata-rata 6.44 m/s.

#### 2. Tempat Tujuan 2 (dengan jarak tempuh 593 meter)

Tabel 4.2. Status Keberhasilan Menuju Tempat Tujuan 2

Percobaan Ke-	Status Keberhasilan	Waktu yang Dibutuhkan (s)	Kecepatan AGV (m/s)
1	Gagal	-	-
2	Berhasil	93	6.38
3	Berhasil	90	6.59
4	Berhasil	92	6.45
5	Berhasil	96	6.18
6	Berhasil	98	6.05

Berdasarkan Tabel 4.2., maka tingkat keberhasilan AGV menuju tempat 2 adalah 83,33% dengan kecepatan rata-rata 6.33 m/s.

## 3. Tempat Tujuan 3 (dengan jarak tempuh 560 meter)

Tabel 4.3. Status Keberhasilan Menuju Tempat Tujuan 3

Percobaan Ke-	Status Keberhasilan	Waktu yang Dibutuhkan (s)	Kecepatan AGV (m/s)
1	Berhasil	85	6.59
2	Berhasil	85	6.59
3	Berhasil	82	6.83
4	Berhasil	86	6.51
5	Berhasil	84	6.67
6	Berhasil	86	6.51

Berdasarkan Tabel 4.3., maka tingkat keberhasilan AGV menuju tempat 3 adalah 100% dengan kecepatan rata-rata 6.62 m/s.

## 4. Tempat Tujuan 4 (dengan jarak tempuh 593 meter)

Tabel 4.4. Status Keberhasilan Menuju Tempat Tujuan 4

Percobaan Ke-	Status Keberhasilan	Waktu yang Dibutuhk (s)	Kecepatan AGV (m/s)
1	Berhasil	95	6.24
2	Gagal	-	-
3	Berhasil	93	6.38
4	Berhasil	94	6.31
5	Gagal	-	-
6	Berhasil	96	6.18

Berdasarkan Tabel 4.4., maka tingkat keberhasilan AGV menuju tempat 4 adalah 66.67 % dengan kecepatan rata-rata 6.28 m/s.

## 5. Tempat Tujuan 5 (dengan jarak tempuh 777 meter)

Tabel 4.5. Status Keberhasilan Menuju Tempat Tujuan 5

Percobaan Ke-	Status Keberhasilan	Waktu yang Dibutuhkan (s)	Kecepatan AGV (m/s)
1	Berhasil	125	6.22
2	Berhasil	123	6.32
3	Berhasil	126	6.17
4	Berhasil	125	6.22
5	Berhasil	124	6.27
6	Gagal	-	-

Berdasarkan Tabel 4.5., maka tingkat keberhasilan AGV menuju tempat 5 adalah 83.33 % dengan kecepatan rata-rata 6.24 m/s.

#### 4.2. Pengaruh Perubahan Output terhadap Respon Sistem *Fuzzy Logic Control*

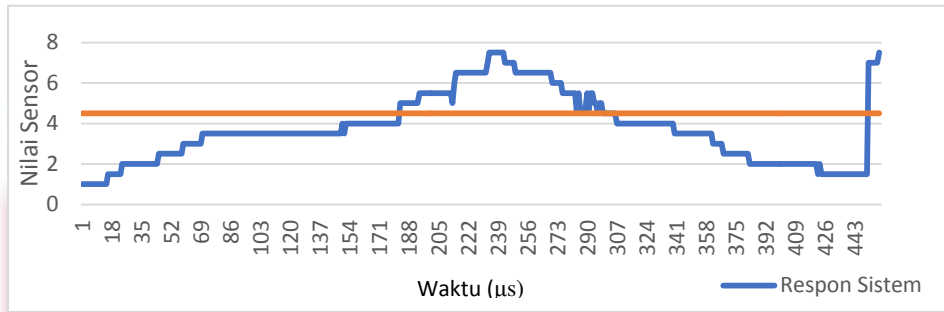
Pada pengujian kali ini, nilai sensor akan dikonversi sesuai Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Nilai Sensor *Proximity*

Sensor yang Membaca Garis	Nilai Sensor
Sensor 1	1
Sensor 2	2
Sensor 3	3
Sensor 4	4
Sensor 5	5
Sensor 6	6
Sensor 7	7
Sensor 8	8
Sensor 1 dan Sensor 2	1.5
Sensor 2 dan Sensor 3	2.5
Sensor 3 dan Sensor 4	3.5
Sensor 4 dan Sensor 5	4.5
Sensor 5 dan Sensor 6	5.5
Sensor 6 dan Sensor 7	6.5
Sensor 7 dan Sensor 8	7.5

Nilai sensor saat AGV berada tepat di tengah garis dan merupakan *set point* dari AGV adalah saat sensor bernilai 4.5.

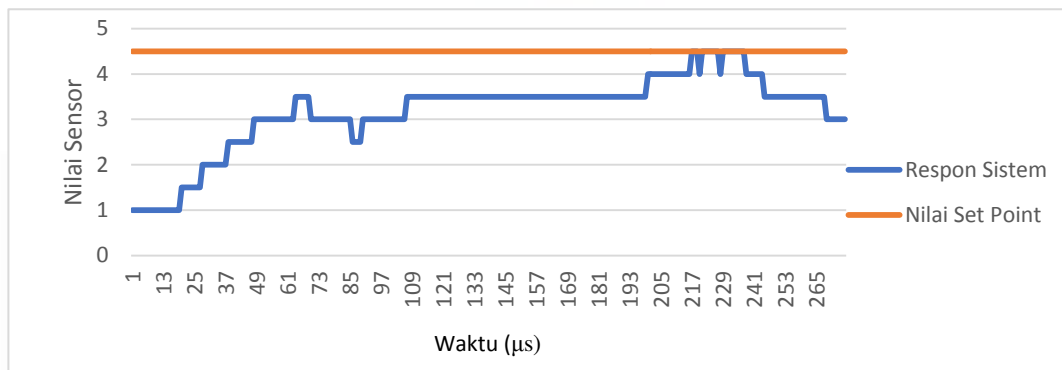
1. Respon Sistem saat nilai output *Fuzzy Logic Control* untuk Lambat bernilai 30, Sedang bernilai 40, Kencang bernilai 50.



Gambar 4.1. Respon Sistem Saat Kondisi 1

Pada Gambar 4.1. dapat dilihat bahwa saat AGV terlalu kiri (saat nilai sensor 1) secara perlahan AGV memperbaiki kondisi agar AGV kembali berada di tengah jalur (saat nilai sensor 4.5). Namun setelah itu, terlihat ada lonjakan nilai sensor menjadi 7.5 yang menyebabkan AGV menjadi terlalu ke kanan. Hal ini disebabkan karena area pengujian yang kurang mendukung (tidak rata) sehingga untuk sesaat AGV berbelok dan kembali memperbaiki nilai sensor mendekati *set point* (saat nilai sensor 4.5).

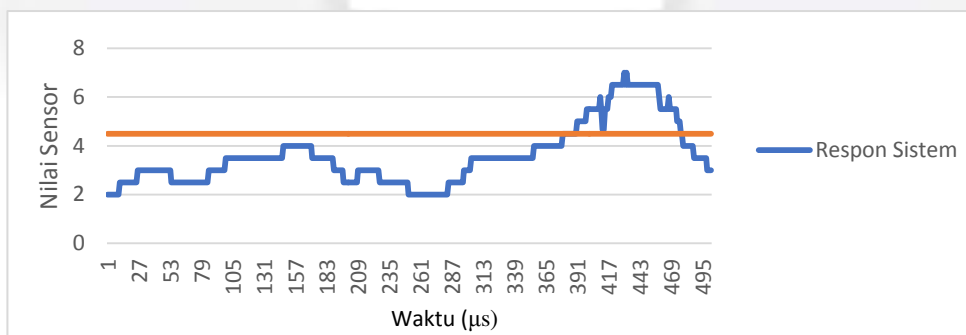
2. Respon Sistem saat nilai output *Fuzzy Logic Control* untuk Lambat bernilai 30, Sedang bernilai 50, Kencang bernilai 70.



Gambar 4.2. Respon Sistem Saat Kondisi 2

Pada Gambar 4.2. dapat dilihat bahwa dari nilai sensor 1 (saat AGV terlalu ke kiri) secara perlahan AGV memperbaiki kondisi agar nilai sensor mendekati nilai 4.5. Namun pada grafik diatas dapat dilihat cenderung mulai stabil saat sensor di posisi 3.5 (saat AGV sedikit ke kiri). Hal ini disebabkan karena saat sensor berada di perbatasan antar keramik, sensor membaca hal tersebut sebagai garis hitam juga.

3. Respon Sistem saat nilai output *Fuzzy Logic Control* untuk Lambat bernilai 40, Sedang bernilai 50, Kencang bernilai 60.



Gambar 4.3. Respon Sistem Saat Kondisi 3

Pada Gambar 4.3. dapat dilihat bahwa saat AGV sedikit ke arah kiri (saat nilai sensor 2) AGV secara perlahan memperbaiki kondisi agar AGV kembali berada di tengah (nilai sensor 4.5). Namun pada grafik diatas dapat dilihat saat nilai sensor hampir mendekati 4.5, sensor kembali membaca sensor 3 (AGV sedikit ke kiri) dan nilai sensor terus turun (AGV semakin ke kiri) hingga berusaha memperbaiki posisi, namun kembali terganggu



karena nilai sensor berubah menjadi 7 (AGV kearah kanan). Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, hal ini terjadi karena area pengujian yang kurang mendukung

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

1. Keberhasilan AGV menuju tempat tujuan sesuai dengan data *bluetooth* yang dikirim cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari keberhasilan AGV menuju tempat 1 adalah 83.33% dengan kecepatan rata-rata 6.44 m/s, tempat 2 adalah 66.67% dengan kecepatan rata-rata 6.33m/s, tempat 3 adalah 100% dengan kecepatan rata-rata 6.62 m/s, tempat 4 adalah 66.67% dengan kecepatan rata-rata 6.28 m/s dan tempat 5 adalah 83.33% dengan kecepatan rata-rata 6.24 m/s.
2. AGV dapat berjalan cukup stabil apabila di jalan yang rata / datar. Dari hasil pengujian respon sistem dengan kondisi 1 cenderung lebih stabil dan mendekati *set point* (AGV berada di tengah jalur) dibanding kondisi lainnya.

### 5.2 Saran

1. Penggunaan sensor harus diperhatikan jarak antar sensor dengan lebar lintasan. Penggunaan sensor yang lebih panjang dan jumlah input sensor yang lebih banyak akan lebih baik meskipun waktu eksekusi *fuzzy* akan lebih lama.
2. Penambahan sensor jarak seperti ultrasonik diperbanyak lagi, terutama pada bagian sudut depan robot dan belakang robot. Agar robot tidak menabrak benda apapun disekitarnya.
3. Apabila kedepannya robot ini dikembangkan, ada baiknya robot dapat menghindari benda di jalurnya lalu dapat kembali lagi ke jalurnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. K. Kumar, M. S. Krishna, D.Ravitej, and D.Bhavana, Design Of Automatic Guided Vehicle, pp. 24–32, 2012.
- [2] A. Satrio, B. Pratama, A. Rusdinar, and E. Susanto, Kontrol Kestabilan Gerak Robot Line Follower dengan Accelerometer dan Gyroscope Menggunakan Metode Logika Fuzzy, vol. 2, no. 2, pp. 2108–2115, 2015.
- [3] S. Kumar Das, “Design and Methodology of Automated Guided Vehicle-A Review,” *IOSR J. Mech. Civ. Eng.*, vol. 03, no. 03, pp. 29–35, 2016.
- [4] M. Pakdaman and M. M. Sanaatiyan, Design and implementation of line follower robot, *2009 Int. Conf. Comput. Electr. Eng. ICCEE 2009*, vol. 2, pp. 585–590, 2009.
- [5] Y. O. Primariadi, E. Susanto, and U. Sunarya, Perancangan Kendali Pada Tripod Dan Kamera DSLR Menggunakan Komunikasi Bluetooth Berbasis Aplikasi Android, vol. 2, no. 2, pp. 2003–2010, 2015.