

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *AUTOMATIC GUIDED VEHICLE* (AGV) MENGGUNAKAN  
SISTEM *LINE FOLLOWER* DAN *RFID* SEBAGAI PEMETAAN DENGAN *FUZZY LOGIC*  
(*DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) USING LINE FOLLOWER  
SYSTEM AND RFID AS MAPPING WITH FUZZY LOGIC*)**

**Muh Abdul Latif, Angga Rusdinar, S.T., M.T., Ph.D.<sup>2</sup>, Ramdhan Nugraha, S.Pd., M.T.<sup>3</sup>**

1,2,3 Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[abdullatif@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:abdullatif@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[ramdhannugraha@telkomuniversity.ac.id](mailto:ramdhannugraha@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**

Pengaplikasian teknologi automasi dalam dunia industri sudah semakin berkembang pada saat ini. Banyak industri yang mulai menggunakan kendaraan otomatis untuk mempermudah pekerjaan manusia khususnya dibidang transportasi. Oleh sebab itu, industri membutuh suatu kendaraan otomatis untuk membawa barang dari suatu titik ke titik tujuan. *Automated Guided Vehicle* (AGV) merupakan suatu kendaraan yang dikendalikan dengan cara otomatis menggunakan sistem navigasi yang pengendalian pola gerakannya akan mengikuti jalur yang telah ditentukan. Dengan adanya alat ini maka distribusi barang di sebuah industri bisa dilakukan secara cepat dan efisien.

Tugas akhir ini membahas tentang perancangan dan implementasi AGV beserta sistem kendali *fuzzy logic* untuk mengikuti jalur dan navigasi. *Radio Frequency Identification* (RFID) digunakan untuk menentukan posisi dimana AGV harus mengait *trolley*, melepas *trolley* dan berhenti. Sensor garis yang digunakan terdiri dari 16 buah photodiode yang disusun satu baris dan penataannya dibuat setengah lingkaran (menurun).

Pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah untuk mengetahui respon pergerakan yang dilakukan oleh algoritma fuzzy dengan cara membaca *error* posisi pada garis. Rata-rata *error* pergerakan yang di dapat ketika AGV mendeteksi jalan berbelok yaitu 90 %. Serta kendaraan otomatis dapat bergerak pada garis yang sudah terpasang dengan baik saat tegangan di atas 23.5 volt untuk catuan pada *driver motor* dan dapat membawa beban mencapai 14 kg pada *trolley* tanpa mempengaruhi performansi dari robot.

**Kata kunci :** *Automated Guided Vehicle* (AGV), *Fuzzy Logic*, *Radio Frequency Identification* (RFID)

**Abstract**

*The application of automation technology in the industry is growing at the moment. Many industries have started using automated vehicles to facilitate human work, especially in the field of transportation. Therefore, the industry needs an automatic vehicle to carry goods from one point to the destination. Automated Guided Vehicle (AGV) is a vehicle that is controlled by an automated way using a navigation system that controls the movement pattern will follow a predetermined path. With this tool, the distribution of goods in an industry can be done quickly and efficiently.*

*This final project discusses the design and implementation of AGV along with the fuzzy logic control system to follow paths and navigation. Radio Frequency Identification (RFID) is used to determine the position where the AGV must hook the trolley, take off the trolley and stops. The line sensor used consists of 16 photodiodes which are arranged in one row and the setting made half a circle (downhill).*

*The test carried out in this final project is to find out the response of the movement performed by the fuzzy algorithm by reading the error position on the line. The average movement error is obtained when AGV detects a turning path which is 90 %. As well as automatic vehicles can move on lines that have been installed properly when the voltage is above 23.5 volts for the motor driver and can carry loads up to 14 kg on the trolley without affecting the performance of the robot.*

**Keywords:** *Automated Guided Vehicle* (AGV), *Fuzzy Logic*, *Radio Frequency Identification* (RFID)

## 1. Pendahuluan

Pengaplikasian teknologi automasi dalam dunia industri sudah sangat banyak pada saat ini. Pengaplikasian teknologi dimaksudkan untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaan. Teknologi yang dibutuhkan tidak lagi sekedar alat yang masih dikendalikan penuh oleh manusia, tetapi alat yang sudah memiliki kecerdasan dan sistem tersendiri. Hal ini dimaksudkan untuk semakin bertambahnya efisien dalam pekerjaan. Dalam dunia industri, ada beberapa metode yang digunakan dalam sistem pendistribusian diantaranya dengan cara manual (mengelompokkan barang dengan bantuan manusia), menambah jumlah tenaga kerja manusia, atau dengan cara menggunakan alat *Automatic Guided Vehicle* (AGV) yang dikendalikan manusia berupa sistem kendali otomatis<sup>[5]</sup>. Dari ketiga metode pendistribusian tersebut saya lebih memilih untuk menggunakan AGV. AGV merupakan sebuah kendaraan yang mampu bergerak dari suatu tempat menuju tempat tujuan secara otomatis. Penggunaan AGV pada dunia industri sekarang ini sudah semakin banyak, contohnya pada pabrik yang menarik *trolley* (tidak mampu dengan tenaga manusia), mengangkut barang yang berat secara otomatis dan lain-lain .

Alasan pemilihan dalam penggunaan AGV dari ketiga metode tadi yaitu dikarenakan lebih cepat, efisien, serta sedikit penggunaan tenaga manusia. Pada metode pengelompokan secara manual hasilnya akan rapih namun cenderung membutuhkan waktu yang lebih lama dan menguras tenaga karena dilakukan oleh sedikit manusia<sup>[3]</sup>. Jika digunakan metode penambahan jumlah tenaga kerja maka hasilnya lebih cepat terpilah tetapi membutuhkan dana yang lebih besar untuk membayar tenaga kerja tersebut. Sedangkan metode dengan menggunakan AGV membutuhkan sedikit tenaga manusia, hasilnya lebih rapi, dan membutuhkan dana yang lebih sedikit.

Masih perlu beberapa pengembangan dan penambahan dalam sistem pengendalian AGV. Dalam hal ini akan membahas pengembangannya yaitu dengan difokuskan pada sistem penempatan sensor garis (sensor photodioda) dan RFID untuk pemetaan<sup>[6]</sup>. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan akurasi, kestabilan, dan dapat mengetahui AGV harus mengait, melepas dan berhenti. Dengan adanya pengembangan ini diharapkan AGV dapat bekerja lebih optimal dan lebih efisien.

## 2. Dasar Teori dan Perancangan

### 2.1 *Automatic Guided Vehicle*

*Automated Guided Vehicle* (AGV) merupakan suatu kendaraan yang dikendalikan secara otomatis dengan menggunakan sistem navigasi dengan pengendalian pola gerakan menuju tempat yang dituju. Berbagai jenis AGV digunakan hampir di setiap industri manufaktur barang untuk memindahkan berbagai macam produk<sup>[7]</sup>. Fungsi yang dijalankan oleh AGV serupa dengan truk *lift-truck* yang dikemudikan oleh manusia. Berikut ini beberapa fungsi yang bisa dilakukan oleh AGV dalam industri:

- a) Mengirimkan bahan baku dari bagian penerimaan ke gudang.
- b) Mengirimkan bahan baku dari gudang ke bagian produksi.
- c) Memindahkan produk selama proses produksi.
- d) Memindahkan produk dari bagian *wrapper* ke bagian penyimpanan atau pengiriman.
- e) Memindahkan produk dari gudang barang jadi ke bagian pengiriman.

### 2.3 *Radio Frequency Identification* (RFID)

RFID adalah sebuah teknologi penangkapan data yang memanfaatkan frekuensi radio yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang tersimpan dalam RFID *tag*. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah *device* yang bernama tag atau transponder. RFID *tag* akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari *device* yang disebut pembaca RFID (RFID *reader*).

### 2.4 Photodioda<sup>[2]</sup>

Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodioda). Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap *power density* (dp). Perbandingan antara arus keluaran dengan *power density* disebut sebagai *current responsivity*. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodioda tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur.

Hubungan antara keluaran sensor photodioda dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika dipanjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier. Hubungan antara keluaran sensor photodioda dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika dipanjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier.

### 2.5 Logika Fuzzy<sup>[4]</sup>

Logika samar (*Fuzzy Logic*) yang pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu), berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 (satu) dan 0 (nol). *Fuzzy logic* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa

(*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat. Secara umum dalam sistem *fuzzy logic* terdapat empat buah elemen dasar, yaitu:

1. Basis kaidah (*rule base*), yang berisi aturan-aturan secara *linguistic* yang bersumber pada para pakar;
2. Suatu mekanisme pengambilan keputusan (*inference engine*), yang memperagakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan (*knowledge*);
3. Proses fuzzifikasi (*fuzzyfication*), yang mengubah besaran tegas (*crisp*) ke besaran *fuzzy*;
4. Proses defuzzifikasi (*deffuzzyfication*), yang mengubah besaran *fuzzy* hasil dari *inference engine*, menjadi besaran tegas (*crisp*).

Logika fuzzy sendiri terdiri dari berbagai macam metode, diantaranya: *fuzzy inference system*, *fuzzy clustering*, *fuzzy database*, dll. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, akan digunakan *fuzzy inference system* dengan metode Takagi-Sugeno.

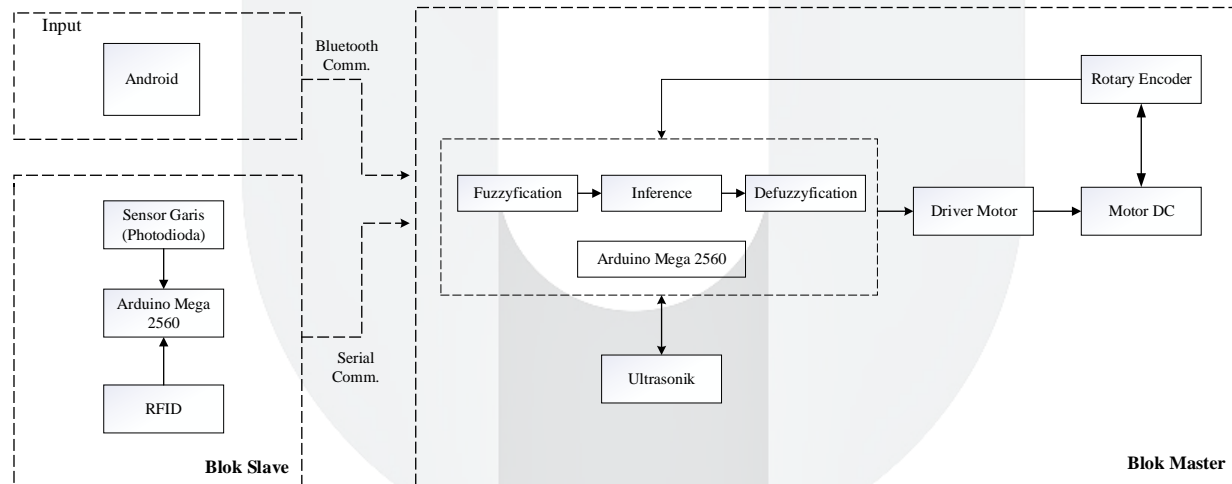
**2.6 Perancangan Sensor Garis**

Sensor garis merupakan suatu sensor yang dapat membaca garis dengan membedakan warna hitam dan warna putih yang sudah terpasang dilantai. Pembacaan sensor menggunakan photodiode dengan prinsip kerja membedakan intensitas cahaya pantulan LED pada garis. Sensor garis ini menggunakan 16 buah photodiode sebagai *input*, setelah itu hasil pembacaan dilakukan pada pin ADC sistem minimum *slave*.

Bentuk sensor dibuat setengah lingkaran (menurun) yang ditempatkan di bagian depan bawah robot. Pemilihan bentuk sensor yang setengah lingkaran ini bertujuan mengetahui sudut belok dari lintasan dan ketika terlepas dari garis masih mempunyai cadangan sensor. Pembacaan sensor ini menggunakan ADC dan diolah oleh sistem minimum *slave*. Lalu dari sistem minimum *slave* tersebut dikirimkan secara *serial* kepada sistem minimum *master* berupa sudut belok dari pembacaan sensor garis.

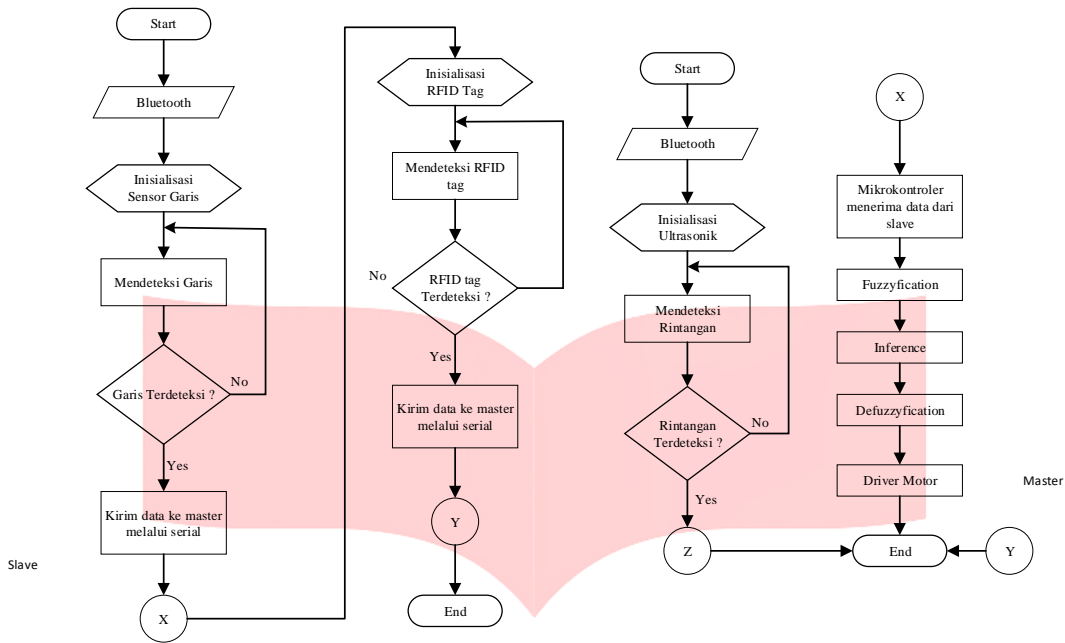
**2.7 Desain Sistem**

Secara umum sistem terdiri dari dua buah mikrokontroler yang masing-masing difungsikan sebagai *master* dan *slave*. Dimana blok *slave* akan membantu blok *master* untuk memberikan data yang dibutuhkan untuk diolah sehingga sistem yang diinginkan dapat tercapai. Sistem yang akan digunakan seperti gambar berikut :



Gambar II-1. Diagram blok sistem

Untuk diagram alir atau *flowchart* dari sistem, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar II-2. Flowchart sistem perangkat

2.8 Prinsip Kerja Sistem

Data diterima oleh photodiode yang kemudian diolah menjadi data yang lebih sederhana oleh mikrokontroler slave. Kemudian data tersebut dikirim secara serial menuju mikrokontroler master. Pada mikrokontroler master data diolah dengan sistem fuzzy logic yang menghasilkan output berupa kecepatan untuk motor DC dan sudut untuk motor stepper. Dari cara kerja tersebut didapatkan hasil dari pergerakan AGV yang mengikuti garis dengan baik.

3. Pembahasan

3.1 Pengujian Pembacaan Sensor

Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui hasil pembacaan sensor terhadap bidang (lintasan)

Hasil Pengujian :

Pada pengujian ini data hasil pembacaan sensor menggunakan ADC 10 bit ditampilkan pada Laptop (*serial monitor*) secara bersamaan. Tabel III-1 menunjukkan hasil pembacaan 16 *input* sensor photodiode pada dua warna bidang yang berbeda yaitu warna hitam dan warna putih

Tabel III-1. Hasil pengujian pembacaan ADC sensor

No		Nilai Pembacaan Sensor	
		Bidang Putih	Bidang Hitam
1	Sensor 1	43	422
2	Sensor 2	42	334
3	Sensor 3	42	430
4	Sensor 4	42	355
5	Sensor 5	45	477
6	Sensor 6	45	553
7	Sensor 7	48	686
8	Sensor 8	46	643
9	Sensor 9	45	709
10	Sensor 10	47	708

11	Sensor 11	47	487
12	Sensor 12	46	671
13	Sensor 13	43	543
14	Sensor 14	43	443
15	Sensor 15	47	671
16	Sensor 16	45	533

Dari tabel III-1 dapat dilihat bahwa rata-rata pembacaan sensor menggunakan ADC 10 bit ditampilkan pada Laptop (*serial monitor*) secara bersamaan. Tabel III-1 menunjukkan hasil pembacaan 16 *input* sensor photodiode pada dua warna bidang yang berbeda yaitu warna hitam dan warna putih. Rata-rata pembacaan sensor bidang putih adalah 44.75 dengan resolusi ADC 10 bit. Dengan melihat hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan pembacaan sensor antara bidang hitam dan putih cukup jauh, sehingga *threshold* yang diberikan sebesar 300 pada sensor sudah dapat membedakan bidang berwarna hitam dan putih.

### 3.2 Pengujian Driver Motor DC

#### Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui respon dari *driver motor DC* ketika diperintahkan bergerak maju atau mundur dan untuk mengetahui linieritas antara tegangan *output* dari *driver motor DC* terhadap nilai PWM yang diberikan.

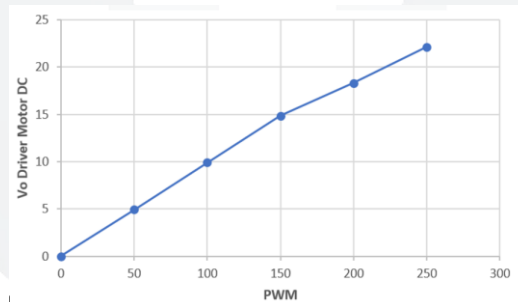
Maka dengan ini didapatkan persamaan :

$$V_o = \frac{PWM}{255} \cdot V_i \quad \text{atau} \quad V_o = \frac{duty\ cycle}{100} \cdot V_i$$

#### Hasil Pengujian :

- Nilai *error* maksimum didapat saat nilai PWM 250, yaitu *error* 1.9 saat maju dan 1.86 saat mundur.
- Nilai *error* minimum didapat saat nilai PWM 0, yaitu didapat *error* 0% pada saat diberi direksi maju atau mundur.
- Nilai *error* rata-rata yang dihasilkan dari percobaan saat maju adalah 0.67 dan saat mundur 0.84.

*Error* yang terjadi dapat disebabkan karena ketidakidealan komponen pada *driver motor DC*, juga dari ketidaksempurnaan desain PCB yang dibuat. Resistansi pada PCB terakumulasi sehingga menyebabkan *driver motor DC* tidak dapat bekerja maksimal.



Gambar III-1. Grafik nilai PWM terhadap tegangan *output* driver motor

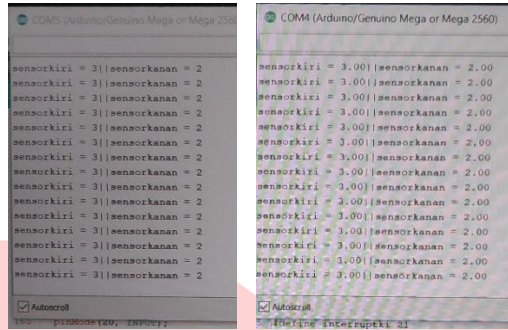
Dari gambar III-1 dapat diamati linieritas dari nilai input PWM terhadap keluaran *driver motor DC*. Garis lurus menunjukkan *input* PWM berbanding lurus dengan tegangan keluaran *driver motor DC*. Dengan melihat grafik di atas dapat disimpulkan bahwa *driver motor DC* bekerja dengan baik.

### 3.3 Pengujian Komunikasi Serial

#### Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui data yang dikirim oleh mikrokontroler *slave* dan untuk mengetahui data yang diterima oleh mikrokontroler *master*

**Hasil pengujian :**



**Gambar III-2.** Hasil pengujian pengiriman dan penerimaan data *serial* pada *serial monitor*

Dari gambar III-2 didapatkan bahwa rangkaian dan komunikasi serial antar sistem minimum berfungsi dengan baik. Pada pengujian pertama, *serial monitor* dapat menampilkan data pengiriman serial sesuai dengan yang dikirim. Dan pada pengujian kedua, *serial monitor* pada sistem minimum *master* dapat menampilkan kata “sensor kiri = 3.00 || sensor kanan = 2.00” saat sistem minimum mengirim data “sensor kiri = 3 || sensor kanan = 2”.

**3.4 Pengujian Pengaruh Pergerakan Robot Terhadap Parameter**

**Tujuan Pengujian :**

Untuk mengetahui respon pergerakan robot terhadap adanya beban dan beban maksimum yang dapat dibawa oleh robot

**Hasil Pengujian :**

Dari hasil percobaan dapat dilihat hasilnya pada tabel III-2 :

**Tabel III-2.** Hasil percobaan pengaruh terhadap pergerakan robot

Percobaan	Accu 1 Catuan Motor	Accu 2 Catuan Sistem dan Sensor	Tanpa Beban	Dengan Beban 3 Kg	Dengan Beban 14 Kg
1	25.7 V	5.2 V	OK	OK	OK
2	24.5 V	5.2 V	OK	OK	OK
3	23.5 V	5.2 V	OK	OK	OK
4	22.5 V	5.2 V	NO	OK	OK
5	22.0 V	5.2 V	NO	NO	NO

Dari tabel III-2 dapat dilihat bahwa catuan pada baterai untuk *driver motor* mempengaruhi performansi dari pergerakan robot di lintasan. Adanya beban yang berada di *trolley* mencapai 14 kg ternyata tidak mempengaruhi performansi dari robot. Pada tegangan dibawah 23.5 volt robot sudah mulai tidak stabil karena berpengaruh terhadap kecepatan dari robot. Jadi performansi robot hanya berpengaruh saat tegangan dibawah 23.5 volt tetapi berpengaruh terhadap beban yang dibawanya.

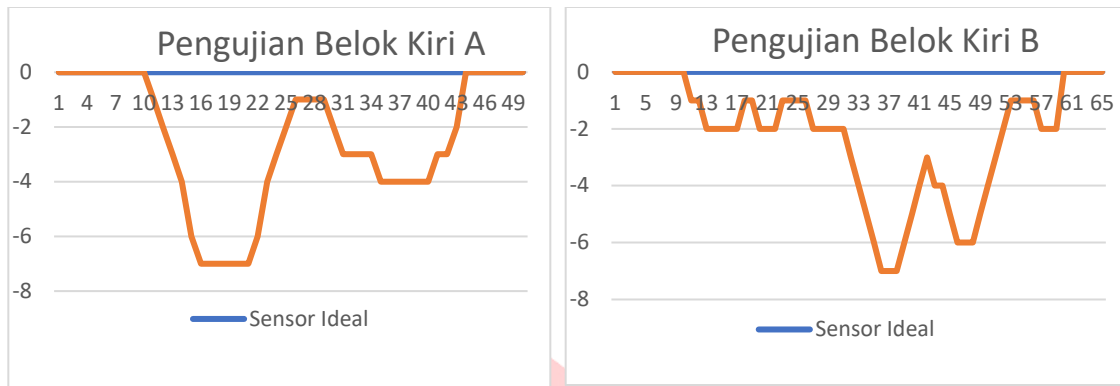
**3.5 Pengujian Sistem Pengaruh Pergerak**

**Tujuan Pengujian :**

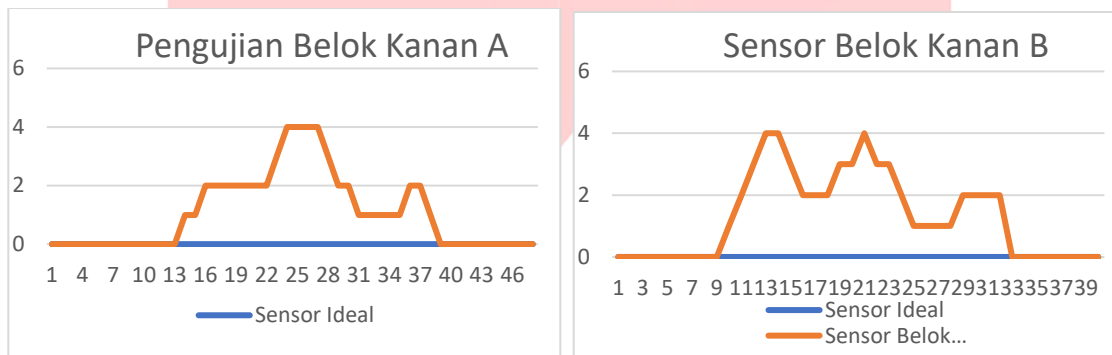
Untuk mengetahui respon pergerakan robot terhadap adanya beban dan beban maksimum yang dapat dibawa oleh robot

**Hasil Pengujian :**

Dari hasil percobaan dapat dilihat hasilnya pada gambar dibawah ini :



Gambar III-3 Pengujian sensor ketika AGV belok kiri



Gambar III-4 Pengujian sensor ketika AGV belok kiri

Dari gambar diatas dapat dilihat grafik sensor ketika belok kanan dan belok kiri perbedaannya tidak terlalu dikarenakan lintasan yang dibuat berbeda, supaya mengetahui respon sensor dan gerak motor sudah sesuai yang diinginkan. Dengan melihat hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sensor kanan dan kiri sudah bekerja dengan baik.

**4. Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan Automated Guided Vehicle ini, makas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem *fuzzy logic* yang diterapkan pada *line follower robot* ini telah berfungsi dengan baik pada tegangan *input* diatas 23.5 volt pada catuan untuk *driver motor* dan 5.2 volt pada sistem minimum. Sedangkan pada tegangan dibawah 23.5 volt robot sudah tidak stabil dalam pembacaan sensor. Hal ini dikarenakan catuan untuk *driver motor* mempengaruhi *output* kecepatan yang diberikan dari hasil pengolahan logika fuzzy.
2. Robot dapat menarik *trolley* sampai ke tujuan dengan diberikan beban pada *trolley* tersebut mencapai 14 kg tanpa adanya pengaruh performansi pada robot dengan jumlah keberhasilan 95% pada tegangan *driver motor* di atas 23.5 volt. Robot sudah dapat bergerak dengan stabil dengan beban yang berat karena torsi dari motor DC cukup besar dan kontrol logika fuzzy yang ditanamkan sudah cocok, tetapi ada sedikit osilasi karena pembuatan garis yang tidak sempurna.
3. Kecepatan proses eksekusi dengan 9 *rules* fuzzy yang ditanamkan relatif stabil meskipun memiliki *input* sensor yang berbeda-beda. Meskipun menggunakan 2 buah mikrokontroler untuk memisahkan antara eksekusi pembacaan sensor dan eksekusi *fuzzy logic* sudah tepat karena dapat mengirim data eksekusi fuzzy pada mikroontroler *master*.
4. Robot dapat berbelok sesuai jalur yang dibuat relatif stabil meskipun belok kanan dan kiri berbeda dikarenakan kecepatan motor atau lintasan yang dibuat tidak sama. Meskipun berbeda lintasan robot dapat berbelok sesuai garis dengan jumlah keberhasilan 90 % pada sensor yang dibuat setengah lingkaran (menurun).

**Daftar Pustaka:**

- [1] Waldy, Ibnu. 2014. Rancang Bangun Sistem Automatic Guided Vehicle (AGV) Menggunakan RFID untuk Informasi Posisi. Bandung: Telkom University.
- [2] Fahmizal. 2010, Merancang Rangkaian Sensor Garis, <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/cara-kerja-sensor-garis/>
- [3] Pratama, Afrursah S. Bia. 2015. Perancangan dan Implementasi Automated Guided Vehicle (AGV) dengan Sistem Pengendali Arah Roda Depan Menggunakan Sistem Fuzzy Logic. Bandung: Telkom University.
- [4] Ramadhan, Fareza Rizky. 2017. Perancangan dan Implementasi Kontrol Posisi Robot Bawah Air Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control. Bandung: Telkom Univerisity.
- [5] Jayanti, Nadia Tri. 2017. Perancangan Sistem Pengontrolan Pergerakan Automated Guided Vehicle (AGV) untuk Menarik Troli Menggunakan Sensor Lidar. Bandung: Telkom University.
- [6] Cou, Jae Hyung, and Myeong-Woo Cho. (2013). *Effective Position Tracking Using B-Spline Surface Equation Based on Wireless Sensor Networks and Passive UHF-RFID*. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.
- [7] Romdon, Arizal. 2014. Rancang Bangun Sistem Navigasi Automated Guided Vehicle (AGV) Menggunakan Sensor Garis Berbentuk Lingkaran dan Logika Fuzzy. Bandung: Telkom University.
- [8] Bakar, B. Abu, S. S. Mohmad, I. Adam. 2015. *Navigation of an Automated Guided Vehicle Based on Sugeno Inference Engine*. International Conference on Engineering Technologies and Intrepreneurship. Kuala Lumpur, Malaysia.
- [9] Digani, Valerio, L. Sabattini, C. Secchi, and Cesare F. 2015. *Ensemble Coordination Approach in Multi-AGV Systems Applied to Industrial Warehouses*. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering.