

## Sistem kontrol kecepatan *robot automatic guided vehicle* (AGV) dengan metode *fuzzy logic*

Rizqy Abdurrahman<sup>1</sup>, Budhy Setiawan<sup>2</sup>, Indrazno Siradjuddin<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

Diterima 27 Maret 2020

Direvisi 17 April 2020

Diterbitkan 28 April 2020

### Kata kunci:

AGV

Fuzzy Logic

Kecepatan

### ABSTRAK

*Automatic guided vehicle (AGV) merupakan salah satu jenis robot pengangkut barang yang memiliki roda dan dapat berpindah tempat dengan panduan sensor. Pada saat robot berpindah dibutuhkan kecepatan yang cepat dan akurat, untuk mencapai kecepatan yang konstan. Kecepatan robot akan selalu berubah sesuai dengan lintasan yang dilaluinya. Pengaturan kecepatan agar robot dapat berpindah sesuai dengan kecepatan yang diinginkan atau sesuai dengan set point. Kecepatan berubah – ubah sesuai kondisi seperti pada saat akselerasi lintasan lurus, lintasan berbelok dan pada saat robot akan berhenti. Untuk mencapai target kecepatan yang sesuai maka menggunakan metode fuzzy logic. Metode fuzzy logic adalah metode yang tepat untuk mengontrol kecepatan robot Automatic guided vehicle. Fuzzy logic menggunakan input berupa error dan delta error. Dengan metode fuzzy logic membuktikan bahwa hasil yang didapat dengan set point 30 cm/s dan 40 cm/s robot AGV dapat berjalan secara dengan respon yang cepat dan menghasilkan tingkat osilasi yang rendah.*

### ABSTRACT

*Automatic guided vehicle is one type of goods transport robot that has wheels and can move places with sensor guidance. When the robot moves, it needs a fast and accurate speed to achieve a constant speed. The speed of the robot will always change according to the path it passes. Speed regulation so that the robot can move according to the desired speed or according to the set point. Speed changes according to conditions such as when the track acceleration is straight, the track turns and when the robot stops. To achieve the appropriate speed target then use the fuzzy logic method. To achieve the appropriate speed target then use the fuzzy logic method. Fuzzy logic method is the right method to control the speed of robots Automatic guided vehicle. This method does not need to always adjust the gain when the load changes or when a set point changes. With this method the results can be analyzed that the fuzzy logic method can stabilize the AGV robot speed to the maximum with a range of 30 to 40 rpm. If the speed below or above the set point, there will always be oscillation.*

### Keywords:

AGV

Fuzzy Logic

Speed

### Penulis Korespondensi:

Rizqy Abdurrahman,

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

Email: rizqyabdurrahman1@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Robot *Automatic Guided Vehicle* (AGV) adalah suatu robot beroda yang digunakan sebagai transportasi perpindahan barang antar suatu ruang ke ruang yang lain, yang bergerak mengikuti garis metal yang telah ditentukan. Robot AGV biasa digunakan di pabrik atau gudang besar. Robot ini memiliki beberapa penggerak sesuai kebutuhan pada pabrik tersebut. *Automatic guided vehicle* (AGV) merupakan jenis kendaraan tak berawak yang dirancang terutama untuk membawa material, menarik benda di belakang mereka dalam trailer dan juga mengangkut orang. AGV biasanya digunakan di pabrik manufaktur, gudang, pusat distribusi dan terminal [1].

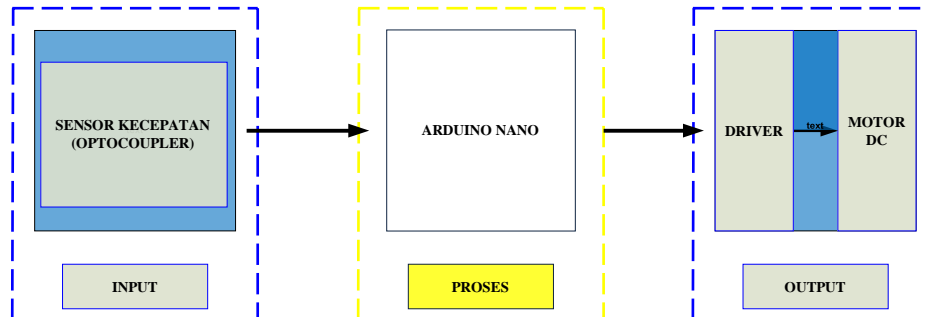
Terdapat beberapa jenis robot automatic, diantaranya: Robot yang bergerak didarat *Automatic Ground Vehicles* (AGV), Robot yang terbang diudara *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) atau drone dan Robot yang bergerak didalam air *Underwater Automatic Vehicles* (UAV). Robot automatic ini dapat berkomunikasi antar tempat sesuai dengan lokasi yang ditentukan. Untuk navigasi AGVs kebanyakan menggunakan jalur sinyal atau jalur lintasan. Ada beberapa sensor utama yang digunakan AGV untuk navigasi, misalnya sensor optik, sensor magnetik, pemindai laser, dan kamera. Sistem AGV modern berbeda dari yang klasik, daripada menggunakan jalur tetap banyak AGV modern yang bebas [2].

Sistem AGV harus dikontrol dan dikelola dengan baik untuk mengurangi biaya penanganan material, inventaris dalam proses, dan biaya operasional keseluruhan. Penjadwalan AGV harus diintegrasikan dengan penjadwalan mesin karena menentukan waktu mulai dan penyelesaian operasi juga tergantung pada penjadwalan AGV dalam sistem yang sama. Adapun pengembangan robot seluler dan penerapannya berbeda - misalnya sudut pandang tingkat keamanan proses, eksplorasi medan yang tidak diketahui, keandalan, keamanan dan pertumbuhan produksi yang meningkat [3,4,5].

Penggunaan Motor DC telah banyak pada bidang industri, mengingat efisiensi dan keandalan motor dc yang tinggi sehingga kebutuhan tersebut menginginkan agar suatu motor memiliki performa dan pengendalian yang lebih baik. Kontrol logika *fuzzy* tidak memerlukan persamaan matematis yang rumit sehingga dapat mudah dikontrol. [6]

## 2. METODE PENELITIAN

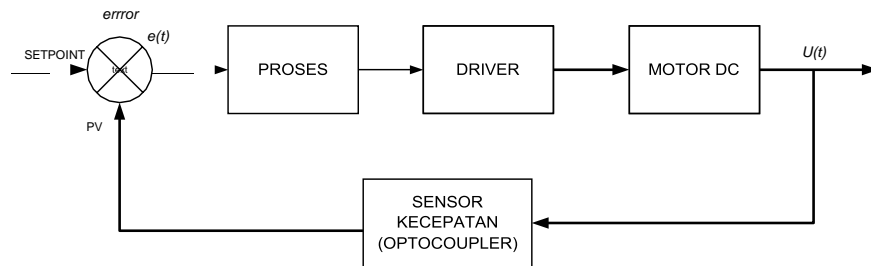
### 2.1 Diagram Blok Elektronik



Gambar 1. Diagram Blok Elektronik

Pada gambar 1 dijelaskan bahwa system kontrol kecepatan robot AGV adalah untuk menjaga kecepatan motor supaya tetap atau stabil dengan *set point* yang diberikan. Pada saat awal sistem dihidupkan, maka motor akan berakselerasi. Kemudian pada saat lintasan lurus maka *set point* kecepatan robot AGV adalah 40 cm/s. Ketika sensor proximity mendeteksi adanya lintasan berbelok maka *set point* kecepatan robot AGV akan berubah menjadi 30 cm/s. Sensor optocoupler mengirimkan hasil pembacaan kecepatan tersebut ke *fuzzy logic*, dari pembacaan sensor tersebut maka akan terjadi error. Kontrol *fuzzy logic* akan membandingkan selisih *error* tersebut sebagai acuan untuk mengontrol kecepatan robot agar tetap stabil pada setiap *set point*.

## 2.2 Diagram Blok Kontrol



Gambar 2 Diagram Blok Kontrol

Pada gambar 2 menunjukkan blok diagram kontrol pada sistem kontrol kecepatan robot AGV ini. Input berupa set point kecepatan yaitu 30cm/s atau 40cm/s. Dari setpoint tersebut data diolah pada blok proses dengan menggunakan microcontroller Arduino nano dengan cara mengtur pulsa PWM yang selanjutnya akan di teruskan ke driver motor untuk menggerakkan motor dc. Sebelum keluar menjadi output, sensor kecepatan digunakan sebagai pembanding dan juga sebagai input yang berupa error dan delta error untuk fuzzy logic kemudian diolah kembali hingga output sesuai dengan setpoint.

## 2.3 Spesifikasi Alat

Pada sistem pengontrolan kecepatan robot AGV memerlukan spesifikasi mekanik sebagai berikut

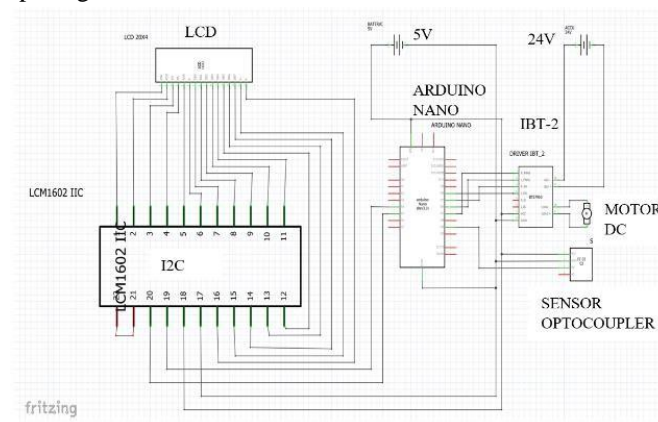
- Dimensi
  - Panjang = 93 cm
  - Lebar = 59 cm
  - Tinggi = 40 cm
- Bahan Rangka = Besi
- Berat = 62 kg
- Diameter roda = 20 cm

## 2.4 Perancangan Elektronik

- Sensor = Sensor optocoupler
- Kontroler = Arduino Nano
- Driver Motor = Driver IBT-2
- Aktuator = Motor DC 12 V dengan gear
- Display = LCD
- Tegangan Kerja =
  - Arduino Nano = 5 VDC
  - Sumber Daya = Aki 24V

## 2.5 Perancangan Sistem Kontrol Kecepatan

Rangkaian keseluruhan sistem kontrol kecepatan meliputi pemasangan sensor pada Arduino nano, driver motor ibt-2 pada Arduino nano, motor pada driver motor dan LCD ke Arduino nano. Berikut adalah rangkaian keseluruhannya pada gambar 3

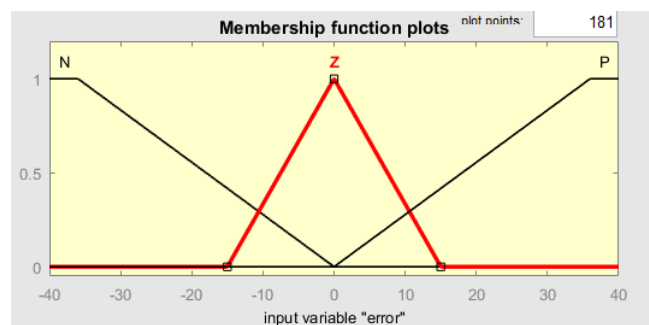


Gambar 3 Rangkaian keseluruhan sistem kontrol kecepatan AGV

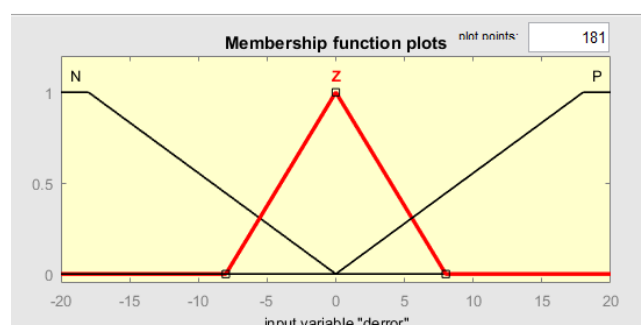
Pada gambar 3 dijelaskan microcontroller arduino nano digunakan sebagai master yang mengirimkan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) kepada driver motor IBT-2 yang disambungkan dengan motor dc 24V, kemudian sensor optocoupler digunakan sebagai sensor kecepatan yang akan dikirimkan kembali ke microcontroller arduino nano sebagai *feedback system* dan *input error* dan *delta error* untuk kontrol *fuzzy logic*. LCD digunakan untuk menampilkan kecepatan yang dikirimkan dari arduino nano.

## 2.6 Perancangan *fuzzy logic* untuk kontrol kecepatan

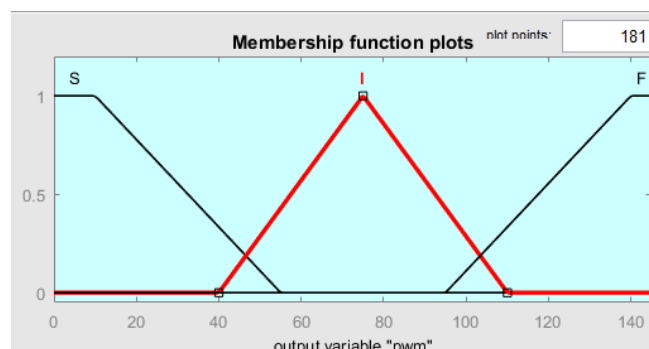
Fuzzifikasi merupakan proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata menjadi variable *fuzzy* agar masukan *controller fuzzy* bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan *fuzzy*. Proses fuzzifikasi ini memakai penyelesaian metode mamdani yang terdiri dari penentuan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk variabel masukan dan keluaran. Kontrol *fuzzy logic* pada penelitian ini menggunakan 2 input yaitu error dan delta error dengan *membership function* seperti pada gambar 4 dan 5. Dan memiliki 1 output seperti pada gambar 6



Gambar 4 *membership function* untuk input error



Gambar 5 *membership function* untuk input delta error



Gambar 6 *membership function* untuk output pulsa pwm Nilai pada input *membership function* dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1 Input *Membership Function*

	Negative	Zero	Positive
Error	(-40) - 0	(-15) - 15	0 - 40
Delta Error	(-20) - 0	(-8) - 8	0 - 20

Kontrol *fuzzy logic* memiliki output berupa sinyal PWM dan dengan menggunakan metode defuzzyfikasi *centre of gravity (COG)* sehingga memiliki output seperti pada tabel 2

Tabel 2 Output *Fuzzy*

	<i>Slow</i>	<i>Intermediate</i>	<i>Fast</i>
PWM	0 - 55	40 - 110	90 - 145

Dengan *rule base* dijelaskan pada tabel 3

Tabel 3 *Rule Base Fuzzy*

E \ DE	<i>Negative</i>	<i>Zero</i>	<i>Positive</i>
<b>N</b>	<i>Slow</i>	<i>Slow</i>	<i>Inter</i>
<b>Z</b>	<i>Slow</i>	<i>Inter</i>	<i>Fast</i>
<b>P</b>	<i>Inter</i>	<i>Fast</i>	<i>Fast</i>

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian dan analisis sistem yang telah dibuat. Proses pengujian dilakukan per blok sistem dan kemudian dilakukan secara keseluruhan. Pengujian per blok sistem yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kerja dari masing-masing bagian pada robot AGV. Hasil dari pengujian akan dianalisa untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan.

#### 3.1 Pengujian Sensor Kecepatan Optocoupler

Pengujian sensor kecepatan dilakukan untuk mengetahui kecepatan putaran motor yang data pembacaan sensor kecepatan akan digunakan untuk set point dalam sistem kontrol kecepatan pada robot AGV. Sebelum melakukan pengujian sensor kecepatan pada sistem, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sensor kecepatan optocoupler dengan motor dc tanpa kontrol dengan acuan tachometer sebagai pembanding pembacaan sensor kecepatan dan di dapat tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4 Kalibrasi Sensor Kecepatan

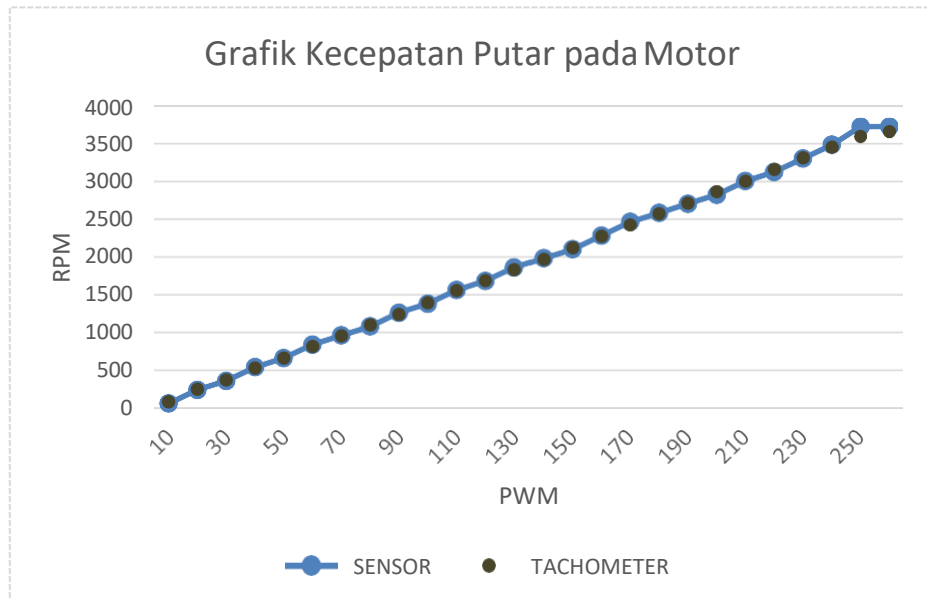
No	Pembacaan Sensor (rpm)	Pembacaan Tachometer (rpm)	Error (%)
1	3480	3450	0.86
2	3500	3505	0.14
3	3475	3490	0.42
4	3490	3490	0
5	3485	3500	0.42
Rata – Rata Error			0.36

Hasil pengujian sensor kecepatan optocoupler pada tabel 4 menunjukkan bahwa sensor kecepatan optocoupler memiliki tingkat error paling rendah adalah 0% hingga 0.86% dengan rata – rata error sebesar 0.36%. dapat disimpulkan bahwa sensor kecepatan optocoupler dapat bekerja dengan baik karena memiliki nilai error kurang dari 1%.

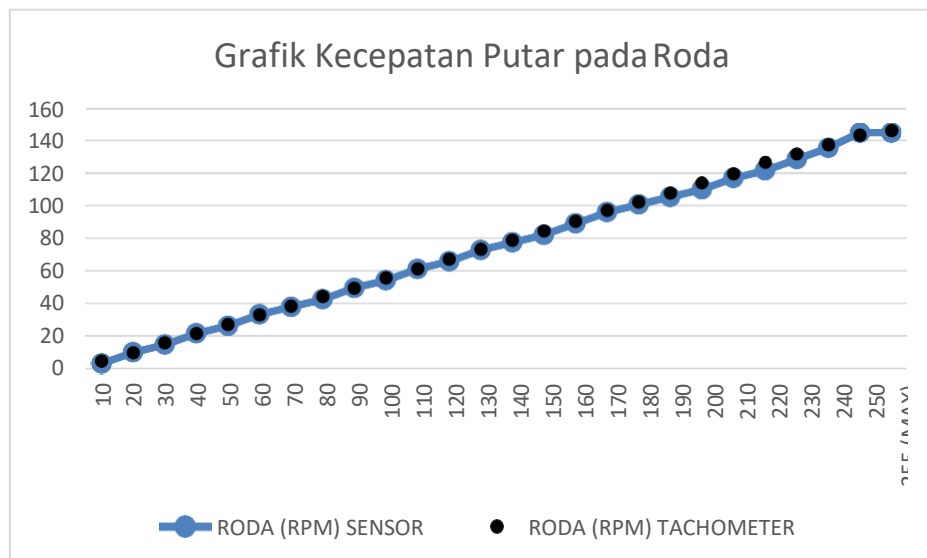
#### 3.2 Pengujian Driver Motor IBT-2

Pengujian driver motor IBT-2 ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kecepatan motor jika nilai PWM nya diubah - ubah. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kecepatan yang terbaca pada

*tachometer* dengan hasil yang didapatkan dari serial monitor. Pada gambar 7 dan gambar 8 dapat dilihat perbandingan pembacaan sensor optocoupler dengan *tachometer* berdasarkan perubahan PWM.



Gambar 7 Grafik kecepatan putar pada motor



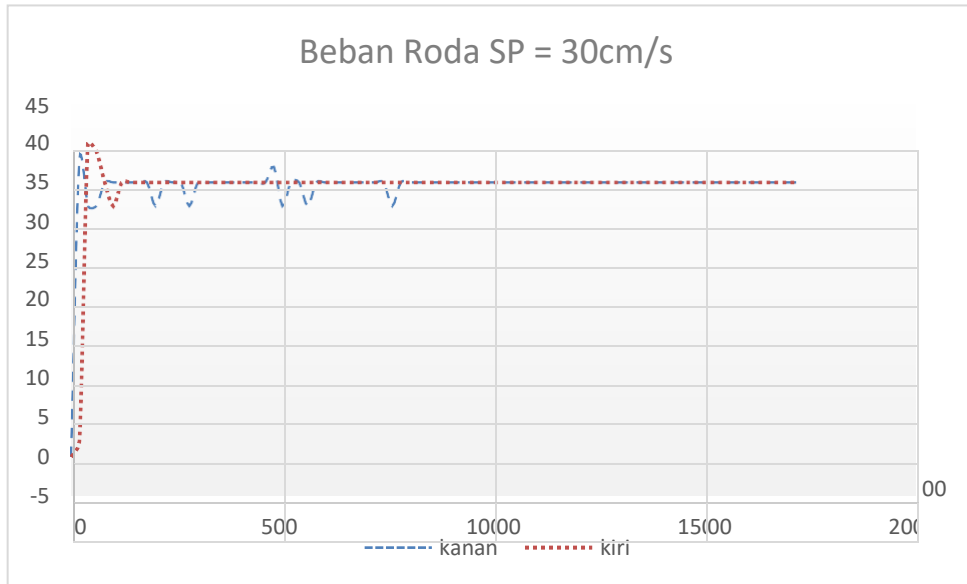
Gambar 8 Grafik kecepatan putar pada roda

Nilai kecepatan putar (rpm) yang terbaca oleh sensor *optocoupler* dibandingkan dengan pembacaan pada *tachometer* terhadap setiap perubahan nilai PWM dari 0 hingga 255 digunakan sebagai pengujian driver IBT-2. Pada gambar 7 ditunjukkan grafik kecepatan putar (rpm) pada motor dan gambar 8 ditunjukkan grafik kecepatan putar (rpm) pada roda. Perbandingan ratio gear roda dengan gear motor adalah sebesar 1 : 25.7 .

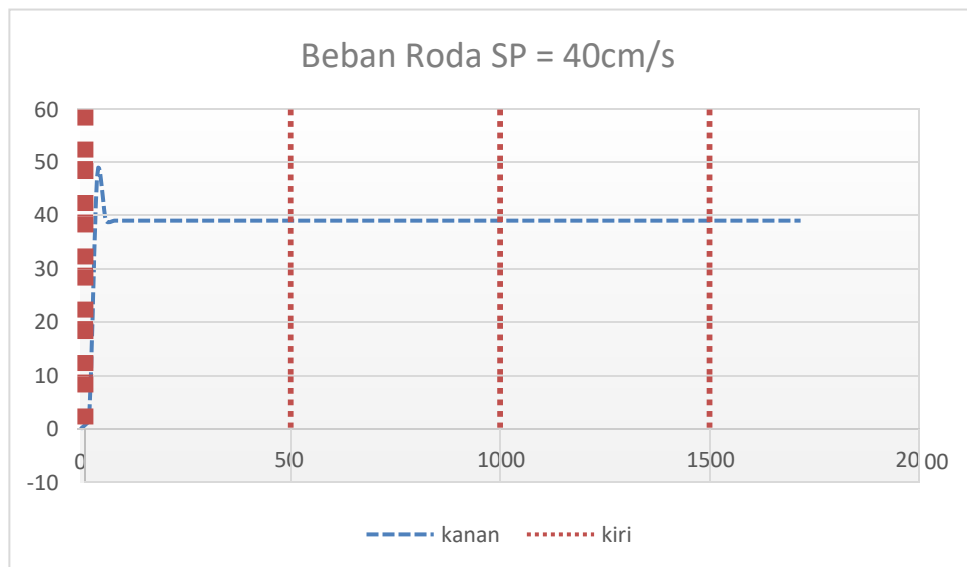
### 3.3 Pengujian Kontrol Sistem Kecepatan

Pada proses pengujian kontrol *fuzzy logic* terdapat dua kondisi yaitu pada saat motor dengan beban roda dan dengan beban body robot AGV. Pengujian dengan beban roda adalah dengan cara membebani motor hanya dengan roda tanpa menjalankan robot pada lintasan Pengujian pada saat motor dengan beban body robot

AGV adalah dengan cara menguji pada lintasan atau *track*. Beban body robot itu sendiri adalah sekitar 60kg. Pengujian motor dengan beban roda dan set point 30cm/s ditunjukkan pada gambar 9, sedangkan untuk setpoint 40 cm/s ditunjukkan pada gambar 10.

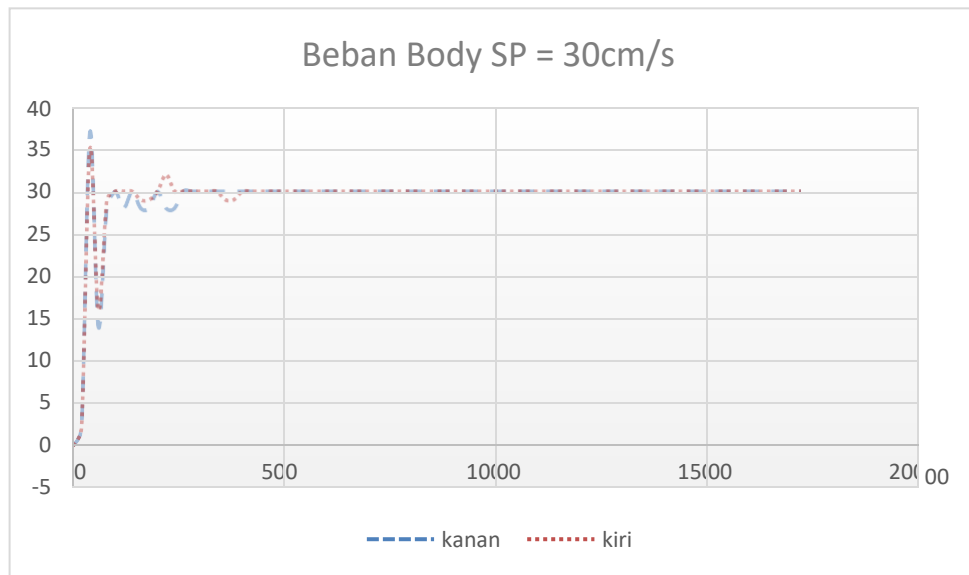


Gambar 9 Grafik respon motor kanan dan kiri dengan set point 30 cm/s dan beban roda

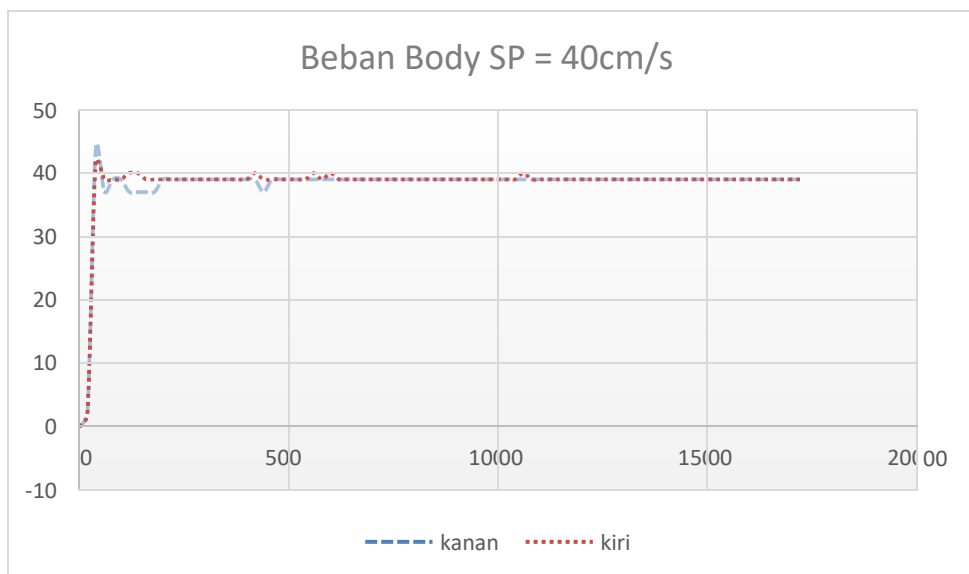


Gambar 10 Grafik respon motor kanan dan kiri dengan set point 40 cm/s dan beban roda

Pengujian motor dengan beban body dan set point 30cm/s ditunjukkan pada gambar 11, sedangkan untuk setpoint 40 cm/s ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 11 Grafik respon motor kanan dan kiri dengan set point 30 cm/s dan beban body



Gambar 12 Grafik respon motor kanan dan kiri dengan set point 40 cm/s dan beban body

Dari hasil pengujian seperti pada gambar 9-12 pada motor kanan dan motor kiri memiliki respon yang hampir sama ketika tanpa beban dan set point 40 cm/s memiliki respon yang bagus karena hanya sekali *overshoot* dan langsung stabil pada set point 40 cm/s, namun memiliki error steady state sebesar 2,5 % sehingga kecepatan yg terbaca adalah 39 cm/s. Ketika set point 30 cm/s dan tanpa beban, respon tidak terlalu bagus karena masih terjadi osilasi dan memiliki error steady state sebesar 16%.

Pada saat kedua motor diberi beban body robot AGV seberat 60kg, di set point 40 cm/s osilasi terjadi dan memiliki error steady state yang sama seperti saat tanpa beban yaitu sebesar 2,5%. Ketika set point berganti menjadi 30 cm/s respon *fuzzy* malah semakin membaik karena error steady state berkurang hingga 0 %, namun masih tetap terjadi sedikit osilasi.



#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil data pengujian sistem kontrol kecepatan robot AGV di atas maka dapat disimpulkan bahwa kontrol fuzzy yang digunakan untuk mengatur kecepatan robot AGV pada saat set point 30 cm/s memiliki respon yang bagus karena waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *steady state* sekitar 3 detik pada set point yang ditentukan, tidak terjadi error *steady state*, osilasi yang hanya terjadi pada saat 4 detik pertama *overshoot* yang kurang dari 40 %. Kontrol fuzzy yang digunakan untuk mengatur kecepatan robot AGV pada saat set point 40 cm/s memiliki respon waktu sekitar 11 detik untuk mencapai *steady state* pada set point yang ditentukan, error *steady state* hingga 7,5% selama 8 detik. osilasi yang hanya terjadi pada saat 4 detik pertama *overshoot* yang kurang dari 10 %.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Bapak Budhy Setiawan sebagai dosen pembimbing 1 dan Bapak Indrazno Siradjuddin sebagai dosen pembimbing 2 karena telah membimbing penulis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

Sumber dari jurnal ilmiah:

- [1] Yu, J., Lou, P., Wu, X. Fogg, B.J., “*A Dual-core Real-time Embedded System for Vision-based Automated Guided Vehicle*” pada IITA International Conference on Control, Automation and Systems Engineering, IEEE, 207-211, 2009
- [2] Židek Kamil, Maxim Vladislav, “*Design of high performance multimedia control system for UAV/UGV based on SoC/FPGA Core*” pada Procedia Engineering Modelling of Mechanical and Mechatronics Systems, TU Košice, 402-408, 2012
- [3] Rizvan Erol, Cenk Sahin, Adil Baykasoglu, Vahit Kaplanoglu, “*A multi-agent based approach to dynamic scheduling of machines and automated guided vehicles in manufacturing systems*” pada jurnal *Applied Soft Computing* 12 1720–1732, Elsevier, 2012

Sumber dari prosiding:

- [4] Stoianovici Gabriela-Veronica, Bulej Vladimír, Ghionea Adrian, Poppeová Viera. “*Mobile robots and simulation - an appropriate tool how to increase the efficiency of their application in production systems*” Proceedings in manufacturing systems, Vol. 6, No. 4, 2011, 267-270, 2011
- [5] Arturo G, Oscar R, Monica B, Miguel J. “*Multi-robot visual SLAM using a Rao Blackwellized particle filter, Robotics and Automatic Systems*”, Volume 58, Issue 1, Pages 68–80.2010

Sumber dari Skripsi :

- [6] Terry Intan N. Bambang Sujanarko, Widyono Hadi “*Kontrol Kecepatan Motor DC Berbasis Logika Fuzzy*”, Jember Universitas Jember, 2014
- [7] Setyabadhi, Galih. *Rancang Bangun Robot Pengantar Menu Makanan Dengan Mengikuti Jalur Berdasarkan Prinsip Induktansi*. Surabaya. ITS, 2011

Sumber dari buku:

- [8] Datasheet Sensor Optocoupler
- [9] Datasheet Arduino Nano
- [10] Datasheet Driver Motor dc IBT-2
- [11] Datasheet Motor DC MY1016Z2