

PENERAPAN KECEPATAN DINAMIS *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) BERDASARKAN BEBAN MOBIL LISTRIK UNTUK PENARIKKAN BARANG LOGISTIK

Fitrah Dipo Juni K¹, Angga Rusdinar², Willy Anugrah Cahyadi³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹Fitrahdipojunikurnia@telkomuniversity.ac.id, ²Anngarusdinar@telkomuniversity.ac.id,
³waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

AGV (*automated guided vehicle*) adalah robot kendaraan terpandu yang sering sekali di pakai pada industri yang berguna untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Salah satu fungsi dari AGV yang dibuat pada proposal ini yaitu pada saat AGV menarik berat benda, maka Fuzzy akan menyesuaikan berat dari benda tersebut menjadi torsi dan kecepatan yang berubah-ubah sehingga barang logistik akan ditarik secara aman tanpa mengalami guncangan atau benturan sehingga benda dapat digunakan secara maksimal. Penelitian ini membahas tentang pengembangan kontrol kecepatan dengan menggunakan sistem kontrol Fuzzy untuk melakukan sistem kontrol tersebut pada saat AGV sudah menarik barang logistik maka sistem kontrol Fuzzy akan menyesuaikan *error* atau galat dari data berat barang logistik tersebut pada sehingga masukan dapat sesuai dengan fungsi himpunan Fuzzy sehingga, Fuzzy akan mengubah nilai dari proses fuzzifikasi yang akan mengkonversi berat menjadi kecepatan motor DC. Dalam penelitian ini Benda yang akan ditarik oleh AGV ini yaitu barang logistik dikarenakan tujuan dari pembuatan AGV tersebut yaitu menjaga barang logistik pada saat di tarik dan menyesuaikan kecepatan sampai 0,2 m/s dengan tingkat presisi sensor berat 50%-95% .

Kata Kunci : Kendali Kecepatan, *Automated Guided Vehicle*, AGV, Logika Fuzzy.

Abstract

AGV (*automated guided vehicle*) is an automated vehicle that is often used in industry which is useful for moving goods from one place to another. One of the functions of AGV made in this proposal is that when the AGV pulls the weight of the object, then Fuzzy will adjust the weight of the object to varying torque and speed so that logistics items will be pulled safely without experiencing shock or collision so that the object can be used optimally. This research discusses the development of speed control by using the Fuzzy control system to carry out the control system when the AGV has pulled the logistic goods, the Fuzzy control system will adjust the error from the logistic goods weight data so that the input can match the Fuzzy set function so that, Fuzzy will change the value of the fuzzification process which will convert the weight to the speed of the DC motor. In this study, the object that will be pulled by AGV is logistic goods because the purpose of making AGV is to maintain logistics goods when they are pulled and adjust the speed to 0.2 m / s with a weight sensor precision level of 50% -95%.

Keywords : Speed Control, *Automated Guided Vehicle*, AGV, Load Cell, Fuzzy Logic

1.Pendahuluan

AGV(*Automated Guided Vehicle*) adalah salah satu jenis *Material Handling Equipment* (MHE) yang berfokus pada proses mentransfer barang dari satu tempat ke tempat lain terutama di sektor industri [1]. Pembuatan AGV ini bertujuan untuk membuat kontrol kecepatan agar AGV dapat berjalan dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan berat dari barang logistik yang AGV tarik tersebut, agar mempermudah mobilisasi barang logistik ke tempat yang sangat jauh dan kontrol kecepatan dengan mengubah PWM (*Pulse Width Modulation*), salah satu teknik untuk mengatur kecepatan motor DC yang umum digunakan, dengan cara memperkecil sinyal kerja (*duty cycle*) dari *pulse width modulation* (PWM) sehingga dapat mengendalikan kecepatan motor yang diinginkan dengan mudah [2]. dan yang di maksud dari pulse duty cycle adalah jenjang waktu komponen, perangkat, atau sistem pada saat bekerja berupa *pulse* atau denyut[4]. Pokok masalah mengapa tugas akhir ini dibuat karena *Automated Guided Vehicle* (AGV) sangat berperan *Material Handling Equipment* tetapi AGV hanya memakai kecepatan fix atau kecepatan yang tidak berubah-ubah sehingga berpengaruh apabila AGV menarik beban yang sangat berat dengan kecepatan fix sehingga itu dibutuhkanlah kendali kecepatan agar AGV dapat menarik beban tersebut, Sehingga itu Menurut Arjman, ada empat sub-masalah pada masalah order picking problem pada sistem logistik pergudangan, yaitu sequencing, routing, batching, dan assignment. sehingga pokok masalah tersebut akan membahas pada masalah pengurangan waktu keterlambatan dalam pemindahan barang logistik[17]. Oleh Karena itu, sang penulis menggunakan AGV sebagai penarikkan barang logistik karena barang logistik sangat berat sehingga membutuhkan tarikan atau torsi yang cukup besar sehingga AGV tidak mengalami *slip* atau salah satu roda berputar terus-menerus tetapi AGV masih diam ditempat sehingga AGV tidak dapat menarik barang logistik tersebut, oleh karena itu AGV memiliki metode pengerakkan yaitu dengan metode gerak *skidding*, metode *skidding* adalah metode gerak berputar yang kuat dan sederhana dengan mobilitas yang baik, terlepas dari inefisiensi roda geser, yang dimaksud dari inefisiensi roda geser adalah pergerakan dua roda yang bersamaan sehingga menciptakan pergeseran yang menyebabkan AGV bergerak sesuai dengan tujuan[7].

2. Dasar Teori

2.1. Atomated Guided Vehicle (AGV)

Automated Guided Vehicle (AGV) adalah sebuah *mobile robot* yang dapat bergerak otomatis mengikuti petunjuk garis yang terdapat di lantai, atau menggunakan *vision* atau laser untuk bergerak otomatis. Untuk membantu navigasi AGV dapat digunakan beberapa jenis *steer control systems* [4]. Pada tugas akhir ini, *steer control system* yang digunakan yaitu *differential drive*. Roda bagian depan sebagai penggerak sekaligus penentu arah lurus, belok kanan ataupun belok kiri.

2.2. Load cell

Load cell adalah alat transducer yang menghasilkan output yang proporsional dengan beban atau gaya yang diberikan. *Load cell* digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel, dimana didalam *load cell* terdapat transduser yang merubah regangan menjadi nilai resistansi. Transduser tersebut adalah strain gauge, strain gauge sendiri merubah kekuatan tekanan, regangan, berat dan lain- lain, ke dalam bentuk tahanan elektrik yang dapat diukur[13].

2.2.1. Wheatsone bridge

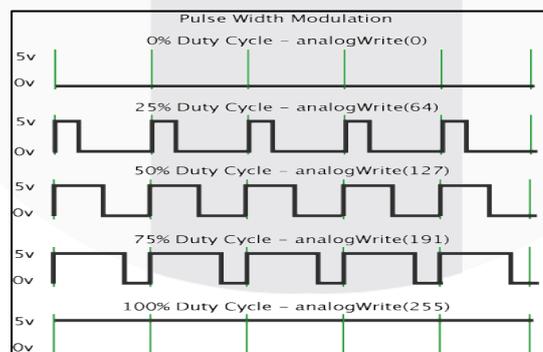
Jembatan *wheatstone* atau *wheatstone bridge* adalah elektronika sirkuit yang berfungsi untuk mengukur resistansi dengan menyeimbangkan dua kaki dari *wheatstone bridge* tersebut sehingga resistansi akan berubah bergantung dari masukan atau perubahan dari jembatan *wheatstone* tersebut[13].

2.3. Kontrol kecepatan

Kontrol kecepatan yang akan diterapkan pada *autonomous mobile robot* yaitu kontrol *Pulse widht modulation* dengan memakai metode *Fuzzy logic*, kontrol kecepatan yang dirancang akan menyesuaikan kecepatannya dengan berat yang akan ditarik oleh *Automated Guided Vehicle* , sehingga motor DC mampu menarik beban yang sangat berat dengan kecepatan yang sesuai dengan sensor berat(*load cell*) yang tertanam algoritma *Fuzzy logic* tersebut, sehingga AGV tidak perlu ditambah kecepatan oleh operator(manusia) sehingga terciptalah suatu AGV yang memiliki kecerdasan atau *artificial intelegence(AI)* sendiri.

2.2.1. PulseWidht Modulation(PWM)

Pulse widht modulation merupakan metode kendali untuk mengendalikan lebar sinyal dengan cara mengurangi atau menambah nilai *Pulse Widht Modulation (PWM)* sehingga lebar sinyal (*duty cycle*) akan menentukan apakah sistem akan bekerja lebih cepat atau lambat sesuai dengan nilai PWM tersebut, sehingga sistem akan bekerja bergantung pada seberapa besar *duty cycle* yang dihasilkan dari sinyal T_{ON} dan T_{OFF} [4].

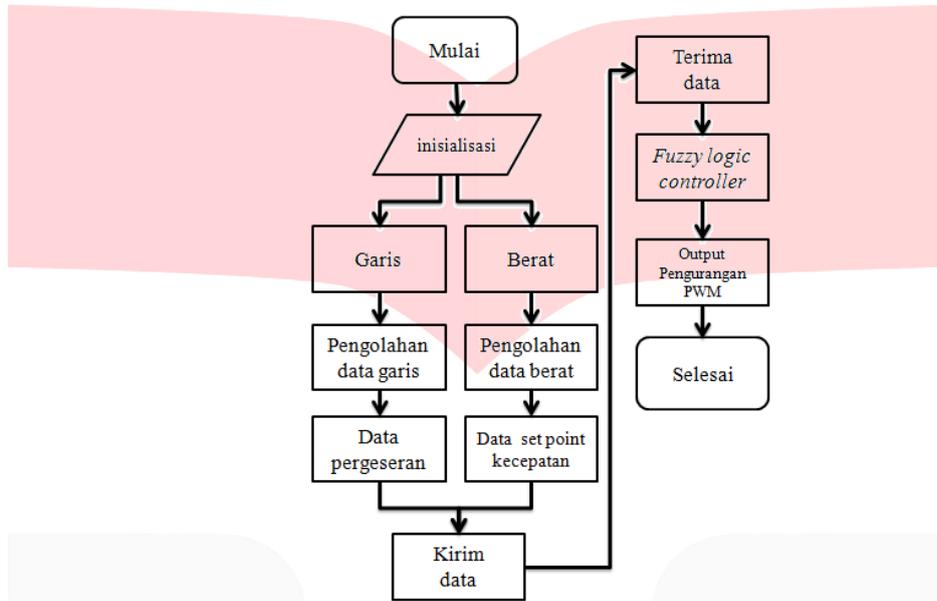


Gambar II- 1 *Pulse Widht Modulation*

2.4. Desain perangkat lunak

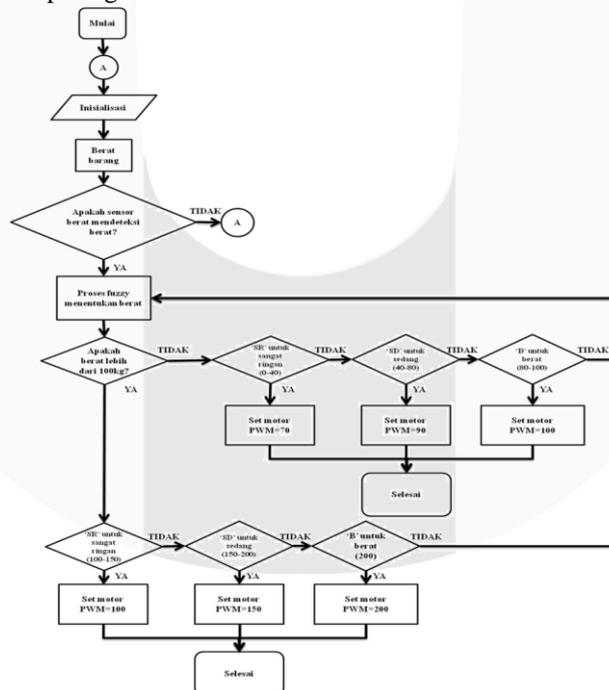
Desain perangkat lunak, penulis menjelaskan apa perangkat lunak yang penulis gunakan pada tugas akhir ini, pada perangkat lunak sang penulis menggunakan aplikasi *arduino* sebagai media kontrol dengan menggunakan bahasa C dan library Arduino IDE dengan metode Fuzzy

berikut adalah algoritma program utama yang digambarkan dalam diagram alir atau *flow diagram* sistem pada gambar II-2.



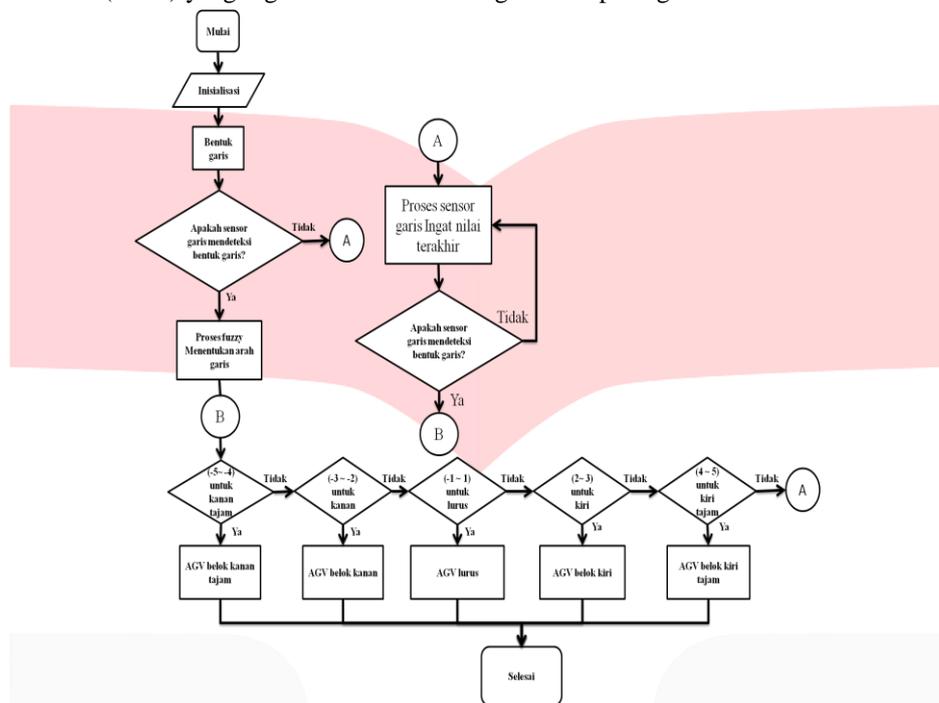
Gambar II- 2 Gambar diagram alir program utama

Berikut adalah algoritma untuk proses pengolahan data berat untuk mengontrol kecepatan yang digambarkan dalam diagram alir pada gambar II-3.



Gambar II- 3 Diagram alir sistem untuk kontrol kecepatan

Berikut adalah algoritma untuk pengolahan data garis untuk mengontrol pergerakan *Automated Guided Vehicle* (AGV) yang digambarkan dalam diagram alir pada gambar III-12.

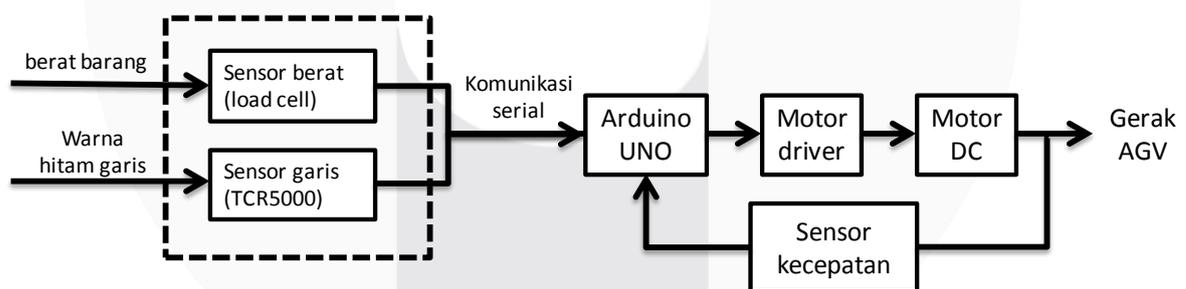


Gambar II- 4Diagram alir sistem untuk kontrol arah AGV

3.Desain Sistem

Pada tugas akhir ini sistem ini berfokus pada kendali logika *fuzzy* untuk sistem kendali kecepatan dan kontrol arah gerak AGV menggunakan sensor garis berupa modul sensor garis(TCR5000) yang dipasang pada *Automated Guided Vehicle* (AGV).

3.1. Diagram Blok Sistem/Hardware

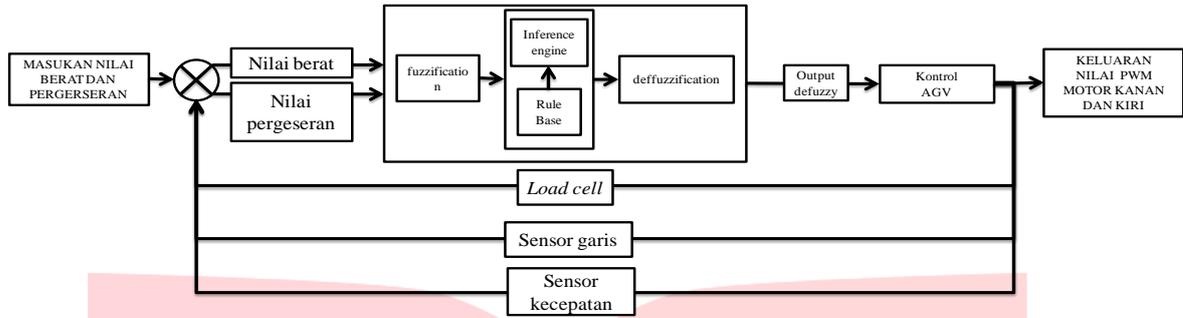


Gambar III- 1 Diagram blok

Sistem ini berfokus pada pengendalian logika *fuzzy* untuk mengatur gerak AGV dengan mengambil data dari sensor garis (TCR5000) dan sensor berat (*Load cell*) yang sudah dibuat. Dari masukan kedua data berat dan bentuk garis tersebut.

3.2. Perancangan Logika Fuzzy

Kontrol yang digunakan pada AGV ini adalah logika *fuzzy*. Pada sistem ini terdapat dua input yaitu berupa data beban yang didapat dari sensor beban dan data pergeseran garis yang didapat dari sensor garis. Diagram blok berikut adalah diagram blok *fuzzy logic controller* sebagai kendali AGV.

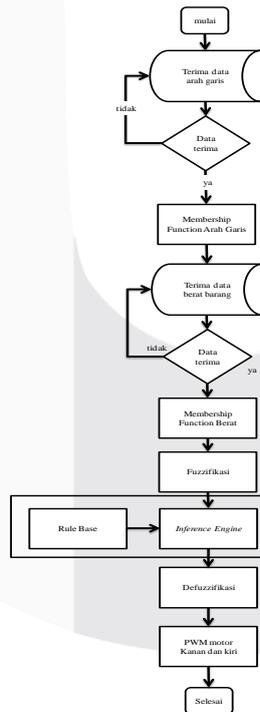


Gambar III- 2 Diagram blok fuzzy logic

Diagram blok logika fuzzy terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Masukan, berupa nilai pergeseran dan beban barang yang diproses oleh sensor beban dan sensor garis yang kemudian dikirim ke *microcontroller* dan diterima. Lalu di ubah menjadi nilai *error* yang dipakai sebagai nilai *set point* dan *present value* untuk FLC.
2. *Fuzzy Controller*, berupa pengolahan dari masukan nilai data beban dan data pergeseran. Prosesnya pertama fuzzifikasi, yaitu penentuan derajat keanggotaan dari nilai tegas menjadi nilai ketidakjelasan seperti nilai antara 0 sampai 1. Kedua, menentukan *rule/aturan* untuk *fuzzy controller* sesuai dengan sistem yang dibuat. Ketiga defuzzifikasi, merupakan proses pengembalian nilai ketidakjelasan menjadi nilai tegas ke dalam suatu sistem.
3. Kontrol AGV, merupakan proses pengendalian pergerakan AGV dengan *output fuzzy* berupa PWM (*Pulse width modulation*) yang diproses selanjutnya oleh *driver motor* untuk mengendalikan kecepatan motor DC sehingga itu sensor kecepatan akan mengendalikan PWM sehingga kecepatan dapat konstan.

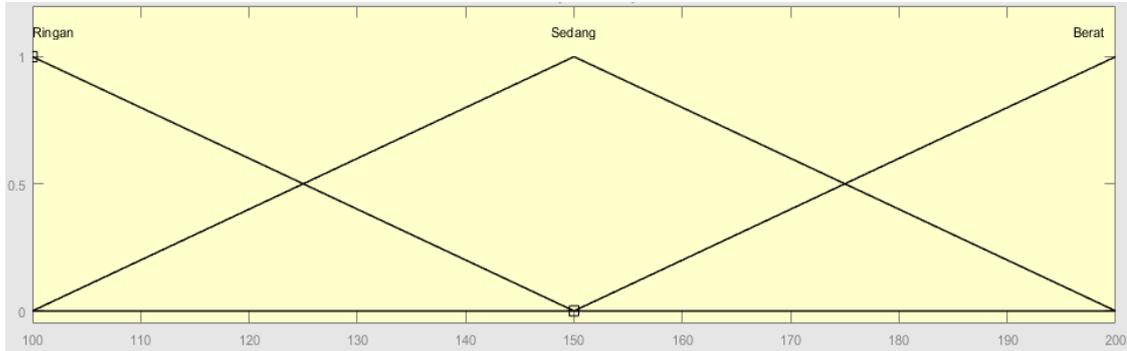
Diagram alir pemrograman berikut adalah diagram alir kontrol logika fuzzy.



Gambar III- 3 Diagram alir kontrol logika fuzzy

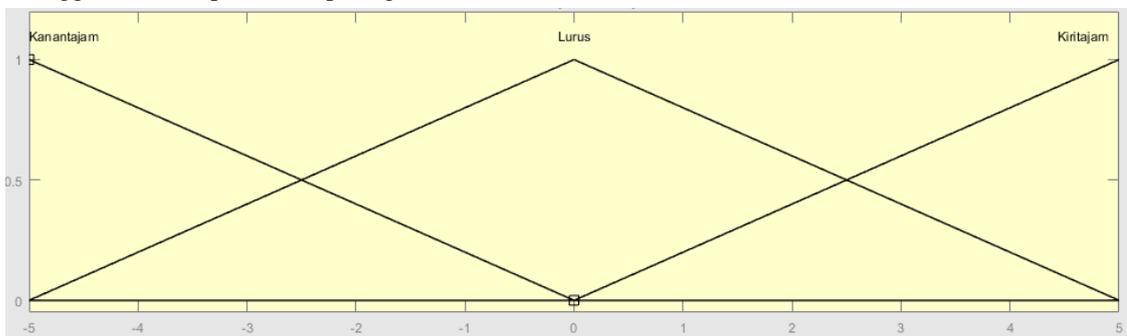
3.3. Fuzzifikasi

Fungsi keanggotaan yang digunakan pada sistem ini yaitu data nilai pergeseran titik tangan kamera dari *vision sensor*. *Membership function* pertama yaitu dari *load cell* atau sensor berat ini memiliki 3 variabel linguistik, yaitu sedikit ringan, sedang dan berat dengan rentang nilai {0 40 80}. Fungsi keanggotaan ini dapat dilihat pada gambar III-15.



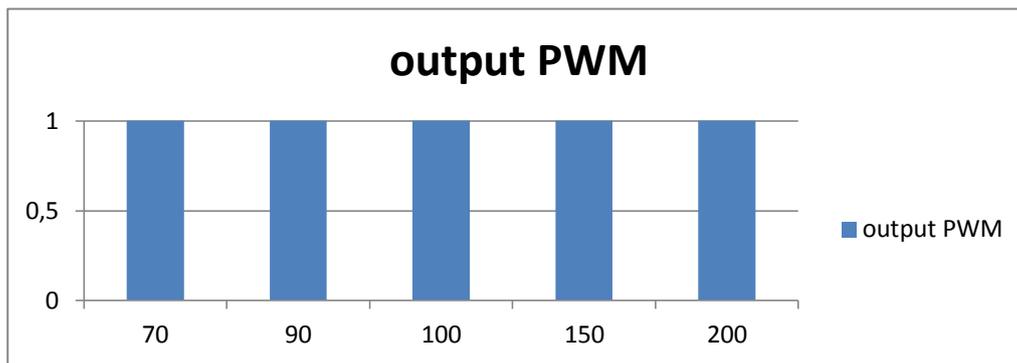
Gambar III- 4 Fungsi anggota berat

Membership function kedua yaitu *error*, nilainya didapat dari nilai *line sensor*. *error* memiliki 3 variabel linguistik, yaitu kanan tajam, lurus dan kiri tajam dengan rentang nilai {-5 0 5}. Fungsi keanggotaan ini dapat dilihat pada gambar III-15.



Gambar III- 5 Fungsi anggota arah garis (*error*)

Pada keluaran sistem, menggunakan model Sugeno. Model Sugeno fungsi keanggotaannya sederhana yaitu bentuk *singleton*. *Singleton* merupakan fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain (Suyanto, 2011). Untuk keluaran sistem mempunyai 3 variabel linguistik, yaitu dengan rentang nilai {70 90 100} jika sensor berat mendeteksi berat kurang dari 100kg jika lebih maka rentang nilai set point akan diganti menjadi {100 150 200}. Fungsi keanggotaan *output* motor DC hanya mempunyai derajat keanggotaan 0 dan 1. Ketika aturan *fuzzy* keluarannya adalah variabel kecepatan dengan nilai *pwm* set point 70 sampai 200, maka variabel kecepatan memiliki derajat keanggotaan 1 dan variabel lainnya memiliki derajat keanggotaan 0. Grafik fungsi keanggotaan *output* dilihat pada gambar III-17.



Gambar III- 6 anggota fungsi output PWM motor

3.4. Defuzzifikasi

Langkah terakhir adalah defuzzifikasi, yakni pemetaan bagi nilai-nilai *output fuzzy* yang dihasilkan pada tahap aturan logika *fuzzy* kembali menjadi nilai *crisp*. *Output* dari proses defuzzifikasi untuk sistem ini adalah PWM untuk mengontrol gerak AGV ketika lurus, belok kiri ataupun belok kanan sesuai dengan aturan yang sudah dibuat.

4. Pembahasan

4.1. Data Dan Analisa

Pada bab ini membahas pengujian dan analisa sang penulis untuk menentukan apakah sensor dan analisa metode yaitu Fuzzy sesuai dengan apa yang di inginkan atau tidak, dari hasil menganalisa rumus yang di dapat dari lapangan dan pada percobaan ini sang penulis menetapkan beberapa barang yang memiliki berat yang berbeda sesuai dengan kriteria sang penulis inginkan, lalu barang tersebut di letakkan pada AGV sehingga sang penulis dapat melihat hasil dari perhitungan dan aplikasi apakah memiliki nilai yang tepat atau tidak, sehingga berikut adalah hasil dari percobaannya.

4.2. Pengujian Kecepatan Waktu Tempuh AGV Terhadap Beban Yang Berubah .

Pada Pengujian kecepatan AGV terhadap beban bertujuan untuk memenuhi tujuan dari pembuatan tugas akhir ini yaitu kendali PWM agar kecepatan AGV konstan dari masukan PWM berupa *fuzzy* beban dan pergeseran garis sehingga AGV(Automated Guided Vehicle) dapat menyesuaikan PWM dengan pergeseran garis hitam, sensor kecepatan dan perubahan beban yang diletakan pada troli yang ditarik oleh AGV(Automated Guided Vehicle) sehingga kecepatan AGV dapat konstan.

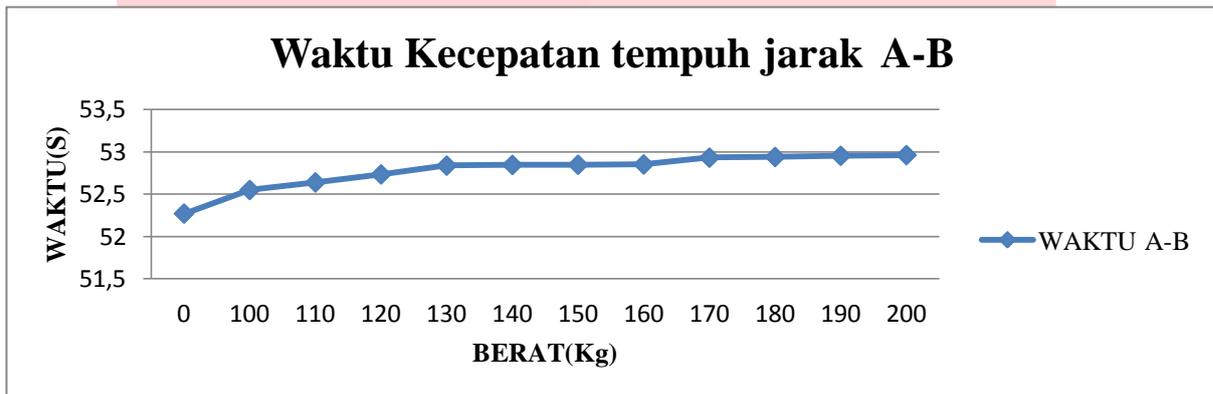
Untuk pengujian kali ini sang penulis menjalankan AGV(Automated Guided Vehicle) dan menaruh beban secara bertahap sehingga penulis dapat mengetahui bagaimana respon perubahan PWM AGV(Automated Guided Vehicle) dan melihat dari waktu tempuh dari titik A-B dan titik C-D selama 5 kali putaran untuk 1 data sehingga terhindar dari salah perhitungan, dan dapat dilihat hasilnya apakah kecepatan AGV tersebut konstan atau tidak sehingga berikut adalah hasil pengujian perubahan kecepatan waktu tempuh AGV.

Tabel IV- 1 Waktu jarak tempuh A-B

no	BERAT(Kg)	WAKTU A-B(s)
1	0	52,272
2	100	52,55

3	110	52,64
4	120	52,734
5	130	52,838
6	140	52,846
7	150	52,848
8	160	52,852
9	170	52,932
10	180	52,94
11	190	52,954
12	200	52,962

Dapat dilihat dari tabel IV-18 bahwa dari waktu tempuh dari titik A sampai B yang berjarak 6,7 meter AGV dapat menarik beban yang berbeda dengan waktu tempuh hampir sama dengan beban lainnya yang membuktikan bahwa kecepatan AGV sudah konstan dan stabil sehingga berikut adalah bentuk grafik dari hasil pengujian diatas.



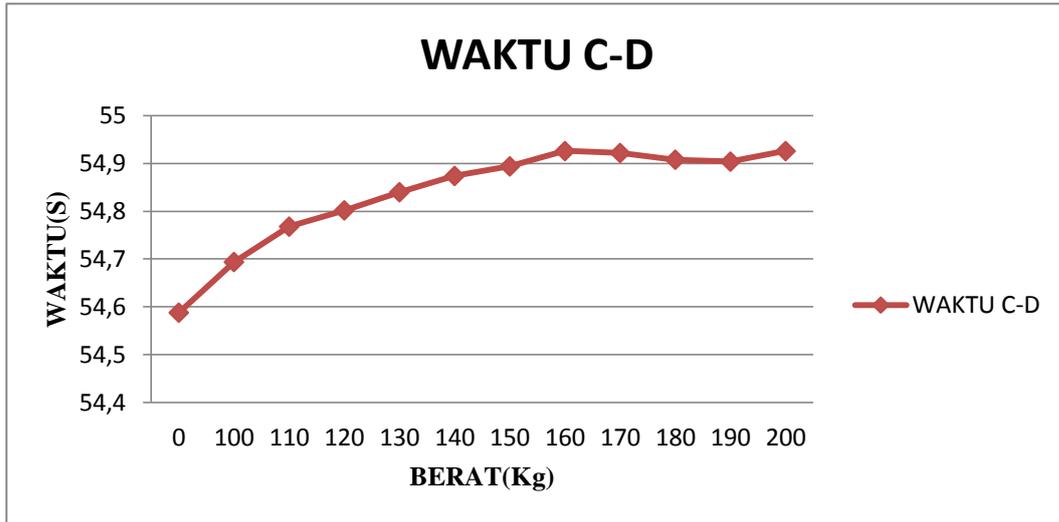
Gambar IV- 1 Grafik pengujian kecepatan tempuh A-B

Dari gambar grafik IV-4 diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan AGV sudah konstan dan stabil dengan waktu yang relatif hampir sama sehingga kecepatan AGV sudah konstan.

Tabel IV- 2 Waktu jarak tempuh C-D

no	BERAT(Kg)	WAKTU C-D(s)
1	0	54,588
2	100	54,694
3	110	54,768
4	120	54,802
5	130	54,84
6	140	54,874
7	150	54,894
8	160	54,926
9	170	54,922
10	180	54,908
11	190	54,904
12	200	54,926

Dapat dilihat dari tabel IV-19 bahwa dari waktu tempuh dari titik C sampai D yang berjarak 6,8 meter AGV dapat menarik beban yang berbeda dengan waktu tempuh hampir sama dengan beban lainnya yang membuktikan bahwa kecepatan AGV sudah konstan dan stabil sehingga berikut adalah bentuk grafik dari hasil pengujian diatas.



Gambar IV- 2 Grafik pengujian kecepatan tempuh C-D

Dari gambar grafik IV-4 diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan AGV sudah konstan dan stabil dengan waktu yang relatif hampir sama sehingga kecepatan AGV sudah konstan.



Daftar Pustaka

- [1]. *M.akbar Julio. (2016). "Perancangan Automatic Guided Vehicle Jenis Massive Kapasitas 100 KG Dengan Menggunakan Mecanum Wheel Sebagai Alat Material Handling. Universitas Gadjah Mada*
- [2]. *Fahmilzal. (2017). "Pengaturan Kecepatan Motor DC Dengan Mikrokontroller". Universitas Teknologi Sepuluh Nopember.*
- [3]. *Sri Wahyuni, (2015), "Pengertian Mikrokontroler", Politeknik Sriwijaya.*
- [4]. *Eric Monmasson, (2011), "Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques", ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc.*
- [5]. *Vahrizaldinnur. (2016). "Strain Gauge Dan Load Cell", Universitas Negeri Malang.*
- [6]. *Günter Ullrich, (2015), "Automated Guided Vehicle Systems", Springer.*
- [7]. *Paul Sandin, (2003), "Robot mechanisms and mechanical devices" The McGraw-Hill Companies.*
- [8]. *David, (2016), "Kendali Logika Fuzzy Pada Robot Line Follower," vol. III, no. 1, pp. 15-16.*
- [9]. *M. Cao dan E. Hall, (2016), "Fuzzy Logic Control for an Automated Guided Vehicle".*
- [10]. *S. Kusumadewi dan H. Purnomo, (2004), " Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan", Graha Ilmu Yogyakarta.*
- [11]. *S. Kuswadi, (2007), " Kendali Cerdas Teori dan Aplikasi Praktisnya", Yogyakarta: Penerbit Andi.*
- [12]. *Raharjo, Stevanus Budi, and Bambang Sutopo,(2004), "Robot Pengikut Garis Berbasis Mikrokontroler AT89C51 Menggunakan Sensor Infra Merah.", Makalah ilmiah. Teknik Elektro UGM, Yogyakarta. Indonesia.*
- [13]. *Suhendra, Imam, and Wahyu Setyo Pambudi, (2015), "Aplikasi load cell untuk otomasi pada depot air minum isi ulang.", Jurnal Sains dan Informatika.*
- [14]. *L. B. Prianggodo dan R. N. Rohmah, (2016), "Rancang Bangun Robot Beroda dengan Object Tracking Sebagai Dasar Pengendalian Gerakan Robot," Jurnal PROtek, vol. 3, no. 1, p. 74, September.*
- [15]. *Arjman, E., Shakeri, H., Singh, M., and Bajgirani, O. S., (2018). "Minimizing Order Picking Makespan with Multiple Pickers in Wave Picking Warehouse. International Journal of Production Economics", 206. pp. 169-183.*