

PROGRAM *AUTOMATIC GUIDED VEHICLE* (AGV) SEBAGAI TRANSPORTASI MATERIAL DI WORKSHOP FURNITUR DENGAN KENDALI *FUZZY LOGIC*

Wahyu Widiyanto¹, Agung Ari Purwanto¹, Arip Wijayanto²
(Teknik Produksi Furnitur, Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu)
wahyuwidiyanto90@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 28 Februari 2023

Disetujui : 27 Mei 2023

Kata Kunci :

Workshop, Smart Factory, AGV,
Fuzzy Logic

ABSTRAK

Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu Kendal diharapkan memiliki workshop furnitur yang menjadi smart factory. Untuk mencapai workshop yang smart factory, maka perlu adanya penunjang – penunjang seperti automatic guided vehicle (AGV) dengan kendali pintar yaitu menggunakan kendali fuzzy logic pada gerakan beloknya. Pada membership function input fuzzy terdiri dari 5 fungsi segitiga dengan yang memiliki derajat keanggotaan. Secara software, program diuji dengan nilai error random yang diberikan pada input controller dan menghasilkan nilai yang PWMR dan PWML yang sesuai yaitu pada nilai error bernilai antara 0 sampai 128 menghasilkan nilai PWMR bernilai 128 dikurangi nilai output dan nilai PWML bernilai 128 ditambah nilai output.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : 28 February 2023

Accepted : 27 May 2023

Keywords:

Workshop, Smart Factory, AGV,
Fuzzy Logic

ABSTRACT

Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu is expected to have a furniture workshop that becomes a smart factory. To achieve a smart factory workshop, it is necessary to have supports such as an automatic guided vehicle (AGV) with smart control, namely using fuzzy logic control in its turning movements. The fuzzy input membership function consists of 5 triangular functions with membership degrees. In software, the programme is tested with a random error value given to the controller input and produces the appropriate PWMR and PWML values, namely at an error value between 0 and 128, the PWMR value is 128 minus the output value and the PWML value is 128 plus the output value.

1. PENDAHULUAN

Pengembangan dan peningkatan SDM (Sumber Daya Manusia) dibidang industry terus didorong oleh Kemenperin (Kementerian Perindustrian) termasuk revolusi industry 4.0. Menjawab tantangan industry 4.0, Kemenperin membangun satelit PIDI 4.0 (Pusat Inovasi Digital Indonesia) di beberapa kota yaitu Bandung, Yogyakarta, Makasar dan Kendal (Siaran Pers Kementerian Perindustrian, 2019).

Satuan kerja Pendidikan yang akan dibangun digital satelit di Kemenperin salah satunya adalah Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu Kendal. Digital satelit ini akan

diterapkan pada workshop furnitur dengan menerapkan teknologi industry 4.0 (Wahyu, 2020). Diharapkan dengan adanya teknologi industry 4.0, workshop furnitur dapat menjadi *smart factory*. Untuk mencapai workshop yang smart factory, maka perlu adanya penunjang – penunjang seperti pada pengaturan perpindahan bahan baku / barang yang ada di dalam workshop.

Belum adanya alat atau sistem di Workshop Furnitur yang menunjang smart factory pada bidang perpindahan material. Perpindahan material atau bahan baku produksi yang ada di workshop Politeknik Industri Furnitur dan

Pengolahan Kayu Kendal dilakukan dengan cara manual. Instruktur dan mahasiswa membawa bahan produksi dengan cara meletakkan diatas troli dan didorong dari tempat penyimpanan ke mesin produksi. Perpindahan bahan baku di dalam workshop dapat dilakukan dengan cara menerapkan teknologi berupa *automatic guided vehicle* (AGV). Pengaruh dari penerapan AGV sebagai penanganan otomasi transfer material mengalami perubahan yang lebih baik daripada troli manual (Joanda, Kurnianto, & Anzali, 2022).

AGV adalah perangkat pintar yang dapat menggunakan pemrosesan onboard untuk melakukan pengambilan keputusan yang terdesentralisasi, seperti perencanaan jalur dan penghindaran tabrakan. Kendaraan ini digunakan untuk memproses dan mengangkut barang di dalam lingkungan pabrik. Kendaraan tersebut tidak berawak dan dinavigasi menggunakan metode panduan dan kontrol. Jenis AGV yang banyak digunakan adalah AGV line follower, yaitu AGV yang berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan path guidance yang terletak di sepanjang jalur AGV. Path guidance dapat berupagaris warna, jalur magnet dan laser (Piyare & Singh, 2011).



Gambar 1. Contoh AGV ((FMA Communications, Inc., 2015)

Ada beberapa system kendali yang dapat digunakan pada automatic guided vehicle (AGV) salah satunya adalah fuzzy logic. Keunggulan logika fuzzy sebagai metode kontrol dibandingkan kontroler konvensional adalah fleksibilitas dan kemudahan perancangan untuk sistem yang kompleks (Dewantoro, Susilo, & Adi, 2017).

Pada tahun 2020, Sudirmanto dan Kevin mengembangkan robot pemindah barang secara

otomatis tanpa adanya gangguan atau campur tangan manusia sehingga membuat proses bisnis menjadi lebih tepat, cepat dan akurat. Pengontrolan robot pemindah barang ini menggunakan Arduino UNO sebagai pusat kendali pada robot, serta sensor LDR (Light Dependent Resistor) yang bertujuan untuk melakukan pemeriksaan terhadap muatan yang tersedia dan 2 buah motor DC yang bertujuan untuk menggerakkan robot dari satu tempat ke tempat lainnya (Sudimanto & Kevin, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Justiadi dkk (2018) juga pernah dilakukan dengan tujuan untuk membuat rancang bangun Automated Guided Vehicle (AGV) menggunakan roda omni-directional. Sistem AGV dipandu oleh path guidance dalam bernavigasi. Kendali PID Adaptif terinterpolasi (Interpolated Adaptive PID) digunakan untuk menjaga kestabilan AGV mengikuti garis. Kendali PID ini adaptif karena nilai konstanta PID dipengaruhi oleh besarnya setpoint kecepatan AGV (Justiadi, Hair, & Yusdianto, 2018).

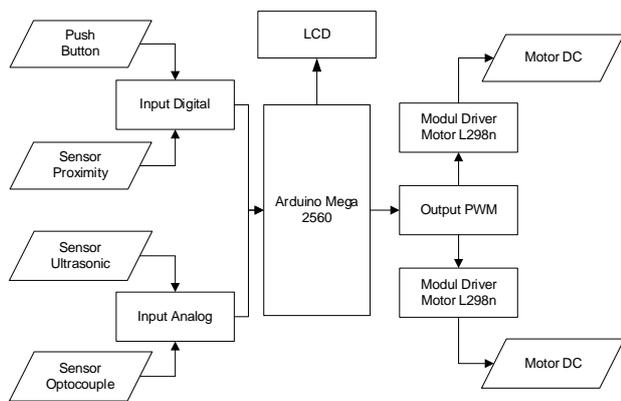
Berdasarkan uraian tersebut maka pada workshop furnitur perlu ada AGV dengan kendali pintar yaitu menggunakan kendali fuzzy logic pada gerakan beloknya.

2. METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen rancang bangun. Adapun *Automatic Guided Vehicle* (AGV) yang dibangun pada penelitian ini adalah AGV *line follower*. Ada beberapa tahap yang dilaksanakan pada penelitian ini, yaitu diagram alir, system kendali *fuzzy logic* dan denah workshop furnitur.

A. Diagram Blok Sistem AGV

Pada penelitian ini dimulai dari pembuatan diagram blok system AGV. Adapun diagram blok diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir system AGV

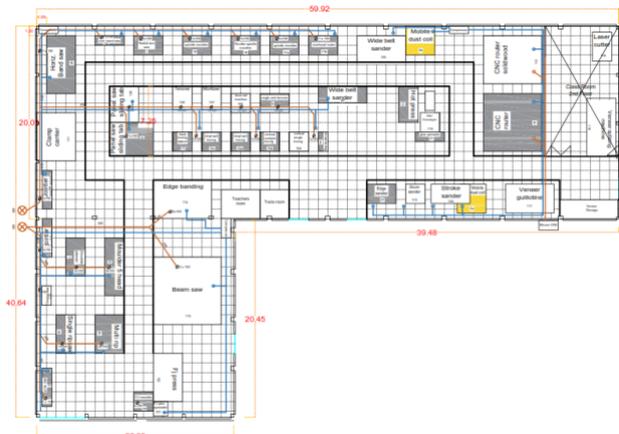
Dari diagram blok system AGV didapatkan hardware yang dibutuhkan untuk membangun robot AGV. Adapun hardware yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- 1) Arduino Mega 2560
- 2) Modul driver motor L296n
- 3) Motor DC PG45
- 4) Sensor Ultrasonic
- 5) Sensor proximity IR 8 channel
- 6) Push button
- 7) Liquid crystal display 1604 I2C

B. Denah Workshop Furnitur

Penelitian ini akan diterapkan pada Workshop Furnitur Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu. Sistem robot AGV nantinya akan membantu pemindahan material yang ada di Workshop Furnitur. Adapun denah yang direncanakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Robot AGV ini akan berjalan ke beberapa area mesin. Adapun pos pemberhentian robot AGV ada 6 pos, terdiri dari sebagai:

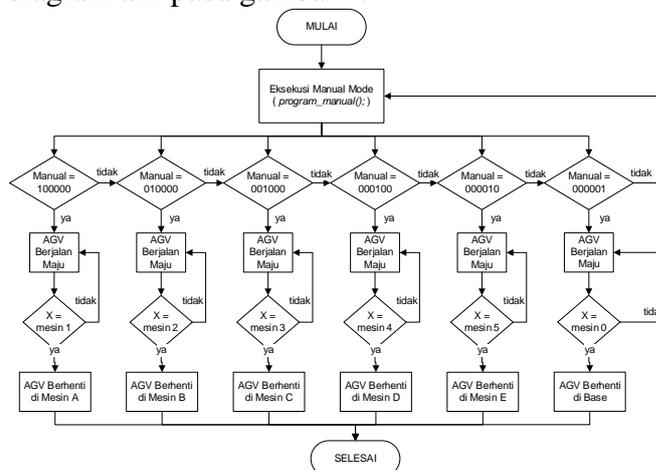
- 1) Pos 1 adalah Base (tempat awal AGV)
- 2) Pos 2 adalah Mesin Beam Saw
- 3) Pos 3 adalah Mesin Edge Banding
- 4) Pos 4 adalah Mesin CNC Drilling
- 5) Pos 5 adalah Area QC
- 6) Pos 6 adalah Area Packing



Gambar 3. Denah Workshop Furnitur Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu

C. Perancangan Sistem Gerak AGV

Berdasarkan denah workshop furnitur dan 6 pos yang telah ditentukan, maka didapatkan sebuah rancangan mengenai pergerakan dari Automatic Guided Vehicle (AGV). Adapun rancangan Gerakan AGV ditunjukkan dalam diagram alir pada gambar 4.



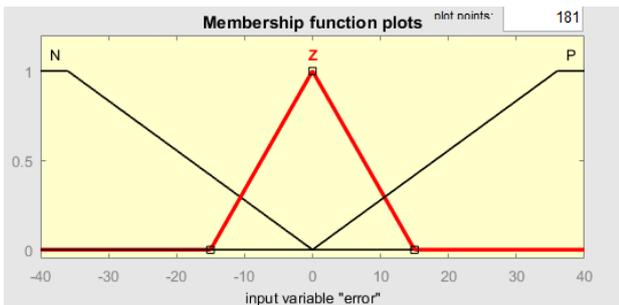
Gambar 4. Diagram Alir Sistem Gerak AGV

Pada diagram alir sistem gerak AGV menunjukkan pada saat AGV mendapatkan perintah menuju ke salah satu pos, maka AGV akan bergerak maju hingga mencapai pos tersebut. Pergerakan menuju pos yang dituju berdasarkan counter (pencacahan) sensor. Apabila pos yang dituju sudah sama dengan counter sensor maka AGV akan berhenti. Adapun gerakan belok AGV menggunakan kendali *fuzzy logic*.

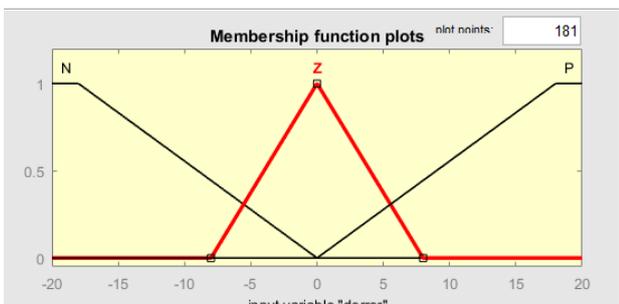
D. Sistem Kendali Fuzzy Logic

Fuzzifikasi merupakan proses yang dilakukan untuk mengubah variabel nyata

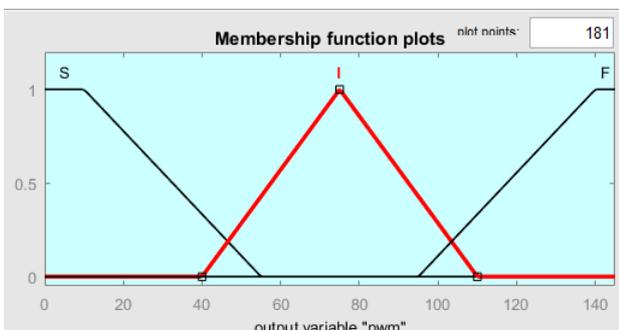
menjadi variable fuzzy agar masukan controller fuzzy bisa dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan fuzzy. Proses fuzzifikasi ini memakai penyelesaian metode mamdani yang terdiri dari penentuan fungsi keanggotaan fuzzy untuk variabel masukan dan keluaran. Kontrol fuzzy logic pada penelitian ini menggunakan 2 input yaitu error dan delta error dengan membership function seperti pada Gambar 5 dan 6. Membership ini memiliki 1 output seperti pada Gambar 7.



Gambar 5. Membership function untuk input error



Gambar 6. Membership function untuk input delta error



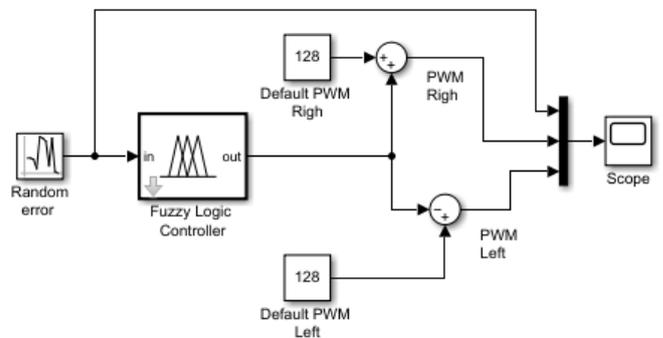
Gambar 7. Membership function untuk output pulsa pwm Nilai pada input membership function

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gerak AGV menuju titik tujuan menggunakan metode *line follower*. AGV bergerak mengikuti garis yang telah dibuat.

Untuk mempertahankan gerak AGV tetap pada garis, kontrol AGV menggunakan metode fuzzy logic. Fuzzy logic merupakan metode kontrol yang digunakan untuk mengendalikan suatu sistem dengan menanamkan logika manusia ke sebuah controller. Pada sistem AGV ini logika fuzzy ditanamkan ditanamkan pada controller AGV yang pada penelitian ini menggunakan ArduinoMEGA.

Input dari program fuzzy logic ini merupakan nilai error. Nilai error didapatkan dari mapping pembacaan nilai 8 sensor line follower. Nilai error tersebut kemudian diolah oleh program fuzzy logic menghasilkan nilai output. Nilai output inilah yang ditambah dengan nilai default PWM motor kanan menghasilkan nilai PWMR dan menjadi pengurang dari nilai default PWM motor kiri menghasilkan nilai PWML. Gambaran dari program fuzzy dapat dilihat pada Gambar 8.

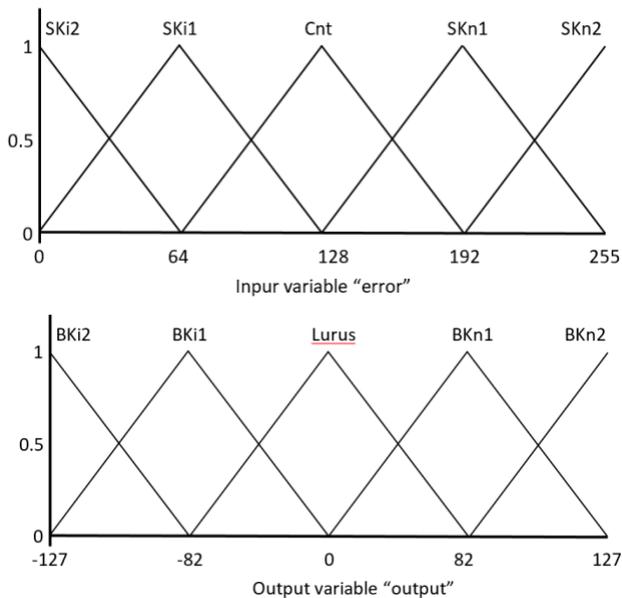


Gambar 8. Bagan Uji Fuzzy Logic Controller pada Matlab/Simulink

3.1 Fuzzy Set

Untuk membuat program fuzzy logic, pertama dibuat fuzzy set yang digunakan pada program fuzzy. Fuzzy set ini berupa Membership function dari nilai-nilai input dan output program fuzzy. Pada membership function input fuzzy terdiri dari 5 fungsi segitiga dengan yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1 yaitu Ski2 pada nilai error 0, Ski1 pada nilai error 64, Cnt pada nilai error 128, SKn1 pada nilai error 192 dan SKn2 pada nilai error 255. Sedangkan pada membership function output fuzzy terdiri dari 5 fungsi segitiga dengan yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1 yaitu BKi2 pada nilai output -127, BKi1 pada nilai output -82, Lurus pada nilai output 0, BKn1 pada nilai output 82 dan BKn2 pada nilai output

127. Detail fuzzy set dapat dilihat pada grafik Gambar 9.



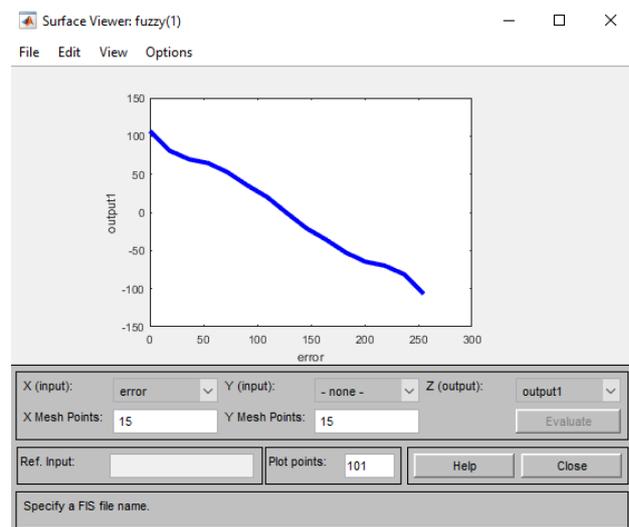
Gambar 9. Fuzzy set input dan output Fuzzy Logic Controller

Setelah fuzzy set dibuat maka program fuzzy diberikan program rule untuk menentukan nilai output dari setiap nilai error yang masuk ke input program fuzzy logic. Hubungan antara nilai output terhadap nilai error dapat dilihat pada Gambar 9. Berikut ini merupakan rule yang telah dibuat untuk program AGV mengikuti garis:

1. Jika nilai error adalah Ski2 maka nilai output adalah BK_{n2}
2. Jika nilai error adalah Ski1 maka nilai output adalah BK_{n1}
3. Jika nilai error adalah Cnt maka nilai output adalah Lurus
4. Jika nilai error adalah Sk_{n1} maka nilai output adalah BK_{i1}
5. Jika nilai error adalah Sk_{n2} maka nilai output adalah BK_{i2}

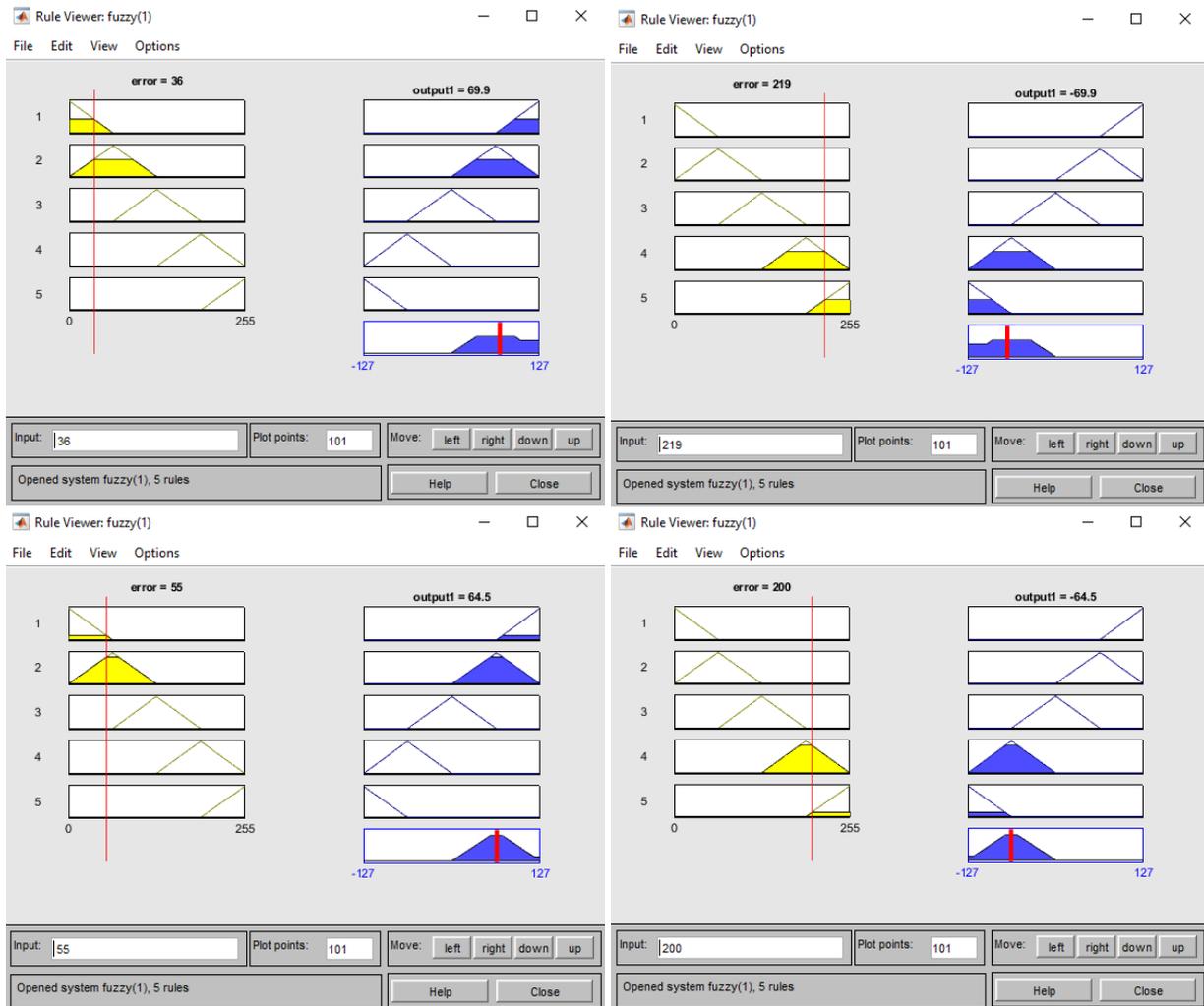
3.2 Hubungan Output Fuzzy dengan Error

Setiap nilai input yang diberikan pada program fuzzy akan menghasilkan nilai output sesuai dengan fungsi keanggotaan dan rule fuzzy yang dibuat, Sampling hasil nilai output fuzzy dari beberapa nilai input (error) yang berkorelasi pada nilai positif dan negatif dapat dilihat pada Gambar 10. Dari data dapat dilihat bahwa pada nilai error kurang dari 128 menghasilkan nilai output positif dan pada nilai error lebih dari 128 menghasilkan nilai output negatif.

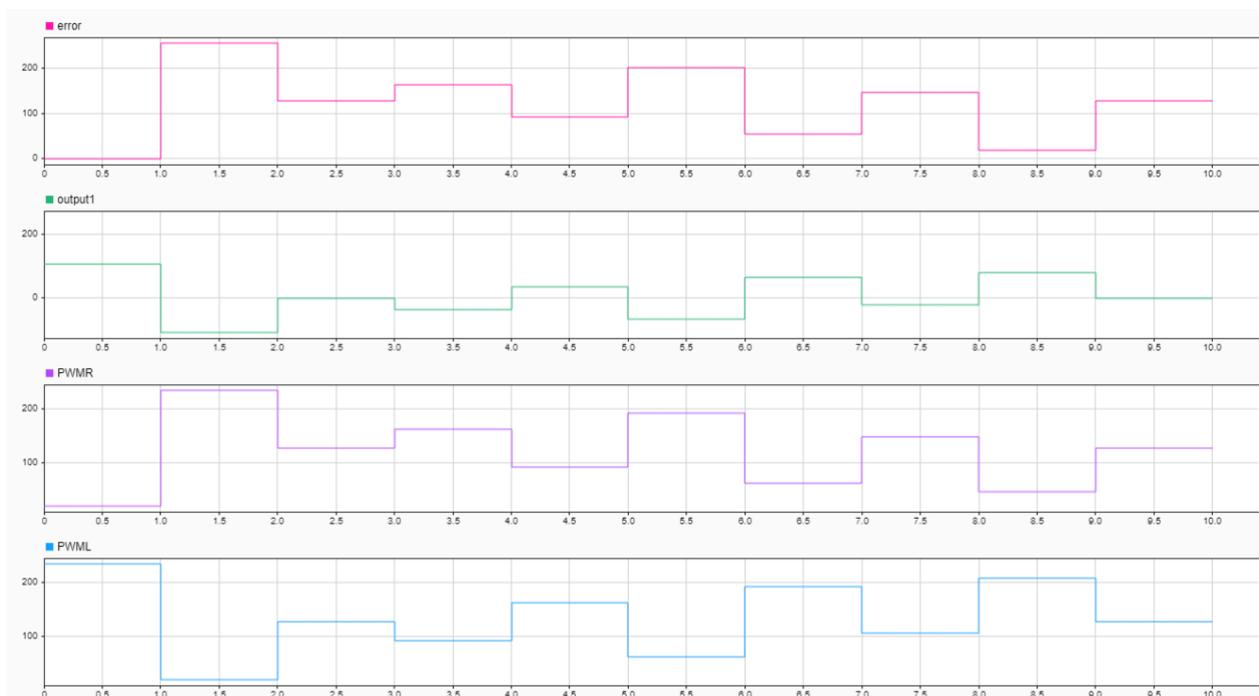


Gambar 10. Hubungan antar nilai output fuzzy dengan nilai input (error)

Dari kontrol fuzzy yang dibuat menghasilkan nilai PWM dari motor kanan dan motor kiri AGV. Pengaturan kecepatan motor kanan menggunakan nilai PWMR dan Motor kiri menggunakan nilai PWML. Ketika nilai PWMR dan PWML sama maka AGV akan bergerak lurus maju. Sedangkan perbedaan nilai PWMR dan PWML akan mengakibatkan AGV bergerak ke kanan atau kiri dengan sudut belok mengikuti besarnya nilai selisih antara nilai PWMR dan PWML. Gambaran nilai PWMR dan PWML berdasarkan nilai input dan output fuzzy logic controller dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Sampling hasil nilai output fuzzy dari beberapa nilai input (error) yang berkorelasi pada nilai positif dan negative



Gambar 12. Respon nilai output fuzzy saat diberi nilai random pada nilai input (error) serta grafik respon nilai PWMR dan PWML

Secara software, program diuji dengan nilai error random yang diberikan pada input controller dan menghasilkan nilai yang PWMR dan PWML yang sesuai yaitu pada nilai error bernilai antara 0 sampai 128 menghasilkan nilai PWMR bernilai 128 dikurangi nilai output dan nilai PWML bernilai 128 ditambah nilai output. Demikian juga ketika nilai error bernilai antara 128 sampai 255 maka menghasilkan PWMR bernilai 128 ditambah nilai output dan nilai PWML bernilai 128 dikurangi nilai output. Grafik data hubungan nilai error, output, PWMR dan PWML dapat dilihat pada Gambar 12.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

1. Program fuzzy logic yang telah dibuat menghasilkan respon nilai output fuzzy sesuai dengan logika gerak AGV sistem line follower.
2. Respon nilai output, PWMR dan PWML sudah sesuai dengan nilai – nilai pada pengujian rule program fuzzy ketika diuji dengan pemberian nilai error yang random secara berturut-turut.

4.2. Saran

1. Pada penerapannya, disarankan lantai menggunakan warna yang kontras dengan line untuk pembacaan sensor yang akurat.
2. Pencahayaan pada posisi sensor berada dikondisikan agar tidak terlalu terang guna keakuratan pembacaan sensor.

5. DAFTAR PUSTAKA

Dewantoro, G., Susilo, D., & Adi, P. P. (2017). Implementasi Pengendali Logika Fuzzy pada Navigasi Robot Penjejak Dinding. *Teknologi Elektro Vol 16*, 72-77.

FMA Communications, Inc. (2015, Agustus 15). *AGV designed for tight turns, narrow-aisle material handling*. Retrieved from The Fabricator: [https://www.thefabricator.com/thefabricator/product/materialshandling/agv-](https://www.thefabricator.com/thefabricator/product/materialshandling/agv-designed-for-tight-turns-narrow-aisle-material-handling)

[designed-for-tight-turns-narrow-aisle-material-handling](https://www.thefabricator.com/thefabricator/product/materialshandling/agv-designed-for-tight-turns-narrow-aisle-material-handling)

- Joanda, A. D., Kurnianto, A., & Anzali, R. (2022). Studi Perbandingan Material Handling Antara Towing Dengan Automated Guided Vehicle (AGV) Dengan Metode Sistem Produksi Toyota Di Pt X. *Jurnal Sains & Teknologi*, 80-91.
- Justiadi, Hair, J., & Yusdianto. (2018). Automated Guided Vehicle (AGV) Pengikut Garis Menggunakan Roda Mecanum Dengan Kendali PID Adaptif Terinterpolasi. *Seminar Nasional Instrumen, Kontrol dan Otomatisasi (SNIKO)*. Bandung: Pusat Teknologi Instrumentasi dan Otomasi ITB.
- Piyare, R., & Singh, R. (2011). Wireless Control of an Automated Guided Vehicle. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists (IMECS) 2*, (pp. 828-833).
- Siaran Pers Kementerian Perindustrian. (2019, November 13). *Kemeperin Terus Pertajam Strategi Peningkatan SDM Industri*. Retrieved from Kementerian Perindustrian Republik Indonesia: <https://kemenperin.go.id/artikel/21251/Kemenperin-Terus-Pertajam-Strategi-Peningkatan-SDM-Industri->
- Sudimanto, & Kevin. (2020). Perancangan Robot Pemindah Barang Berbasis Line Follower. *TESLA : Journal Teknik Elektro*, 1-11.
- Wahyu, D. (2020, October 24). *Wih, Canggih! Politeknik Industri Furnitur Kendal Bakal Punya Digital Satelit Manufaktur*. Retrieved from BPSDMI: <https://bpsdmi.kemenperin.go.id/2020/10/24/wih-canggih-politeknik-industri-furnitur-kendal-bakal-punya-digital-satelit-manufaktur/>