



# IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI FUZZY PADA MANUVER ROBOT SUSUR DINDING

Aldy Surya Saputra<sup>1</sup>, Muhammad Sobirin<sup>2</sup>, Rajes Khana<sup>3</sup>, Jemie Muliadi<sup>4</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	<b>A B S T R A K</b>
<p>Received: August 20, 2024 Revised: March 24, 2025 Available online: March 25, 2025</p>	
CORRESPONDENCE	<b>A B S T R A C T</b>
<p>E-mail: <sup>1</sup>aldysurya12345@gmail.com</p>	
	<p>Salah satu inovasi baru dalam sistem kendali yaitu menggunakan <i>mobile robot</i> yang menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC) untuk mengikuti dinding secara efektif dengan menangani ketidakpastian dan variasi lingkungan menggunakan berbagai sensor dan metode pengendalian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, mengukur dan mengevaluasi keefektifan dan keefisienan penggunaan metode <i>fuzzy logic controller</i>. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilakukan di ruang Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta pada bulan Maret-Agustus 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dengan FLC berhasil mencapai tingkat keberhasilan 80% dalam mempertahankan jarak rata-rata (<math>15 \pm 1,5</math> cm) dari dinding, dengan tingkat kesalahan rata-rata 12% dibandingkan nilai referensi. Selain itu, waktu respons sistem terhadap perubahan lingkungan tercatat sebesar 1 detik, sementara deviasi maksimal dalam menjaga jarak dari dinding berada di kisaran 3 cm dalam kondisi ekstrim. Robot mampu beradaptasi dengan berbagai variasi lingkungan dan mengatasi ketidakpastian dengan cepat dan andal. Pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa robot dapat mempertahankan jarak optimal dari dinding dengan tingkat kesalahan minimal, serta menunjukkan performa yang konsisten dalam berbagai kondisi yang berbeda. Implementasi ini membuktikan bahwa FLC merupakan metode yang sangat efektif untuk navigasi robot dalam skenario yang dinamis.</p> <p>Kata kunci: Fuzzy Logic Controller (FLC), Mobile Robot, Sistem Kendali, Navigasi Robot.</p>
	<p><i>One of the recent innovations in control systems is the use of mobile robots equipped with a Fuzzy Logic Controller (FLC) to effectively follow walls by managing uncertainty and environmental variations through various sensors and control methods. This research aims to design, implement, measure, and evaluate the effectiveness and efficiency of the fuzzy logic controller method. The research methodology employed is an experimental approach conducted in the Electrical Engineering Laboratory at the Faculty of Engineering and Informatics, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, from March to August 2024. The results indicate that the application of the Fuzzy Logic Controller (FLC) on the mobile robot significantly enhances the effectiveness and efficiency in wall-following tasks with high accuracy. The robot is capable of adapting to various environmental conditions and handling uncertainty quickly and reliably. Laboratory testing shows that the robot can maintain an optimal distance from the wall with minimal error, consistently performing well across different scenarios. This implementation demonstrates that FLC is a highly effective method for robot navigation in dynamic environments.</i></p> <p>Keywords: Fuzzy Logic Controller (FLC), Mobile Robot, Control System, Robot Navigation.</p>

## I. PENDAHULUAN

Robot susur dinding (Wall Follower) adalah salah satu jenis robot mobile yang dirancang untuk bergerak mengikuti dinding dengan menggunakan berbagai sensor dan metode pengendalian. Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengendalian robot ini adalah *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. *Fuzzy Logic Controller* memungkinkan robot untuk menangani ketidakpastian dan variasi lingkungan dengan lebih baik dibandingkan dengan metode pengendalian konvensional[1]. Salah satu jenis robot yang banyak digunakan dalam lingkungan yang terstruktur adalah robot susur dinding (wall-following robot). Robot ini dirancang untuk mengikuti dinding atau batas tertentu dengan tuju

Robot susur dinding (*Wall Follower*) adalah salah satu jenis robot mobile yang dirancang untuk bergerak mengikuti dinding dengan menggunakan berbagai sensor dan metode pengendalian. Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengendalian robot ini adalah *Fuzzy Logic Controller (FLC)*. *Fuzzy Logic Controller* memungkinkan robot untuk menangani ketidakpastian dan variasi lingkungan dengan lebih baik dibandingkan dengan metode pengendalian konvensional[1]. Salah satu jenis robot yang banyak digunakan dalam lingkungan yang terstruktur adalah robot susur dinding (*wall-following robot*). Robot ini dirancang untuk mengikuti dinding atau batas tertentu dengan tujuan navigasi otomatis dalam ruang yang kompleks[5].

Dalam penelitian ini, sensor ultrasonik digunakan sebagai input utama untuk mendeteksi jarak antara robot dan dinding [6]. Sensor ultrasonik HC-SR04, yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi jarak dengan akurasi tinggi, digunakan untuk memperoleh data jarak yang kemudian diolah oleh kontroler logika *fuzzy* untuk mengatur kecepatan motor robot [6]. Dengan menggunakan metode Sugeno dalam logika *fuzzy*, sistem kontrol yang dihasilkan mampu memberikan respons yang lebih halus dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan [5].

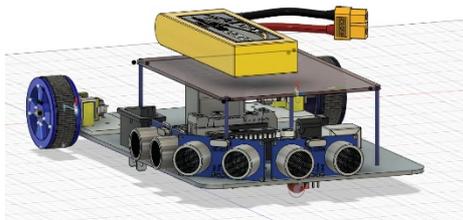
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggabungan metode *Fuzzy Logic* dengan algoritma pengendalian lainnya, seperti *Proportional-Integral-Derivative* (PID) control, dapat meningkatkan kinerja robot dalam berbagai kondisi lingkungan [2]. Misalnya, dalam studi yang membandingkan hasil fuzzifikasi pada Arduino dan simulasi MATLAB, ditemukan bahwa perbedaan hasil hanya berkisar 1-4%, yang menunjukkan keakuratan tinggi dalam implementasi sistem ini. Hal ini menegaskan bahwa FLC sangat cocok untuk aplikasi di mana lingkungan cenderung berubah-ubah dan memerlukan respons yang cepat dan adaptif [4].

Dengan demikian, *Fuzzy Logic Controller* tidak hanya meningkatkan kemampuan robot susur dinding dalam menghadapi lingkungan yang dinamis, tetapi juga memberikan kerangka kerja yang fleksibel dan kuat yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi robotika lainnya. Kombinasi antara kesederhanaan dan kemampuan untuk menangani ketidakpastian membuat FLC menjadi pilihan yang populer dalam pengembangan sistem kendali robot modern.

## II. II.SISTEM KENDALI ROBOT SUSUR DINDING

### A. Robot (*wall follower*)

Robot merupakan sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan ataupun kontrol manusia menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu *autonomous*. Salah satu jenis robot berdasarkan struktur dan fungsi fisiknya adalah mobile robot. *Mobile* robot merupakan sebuah robot yang dapat bergerak secara otomatis untuk melakukan pekerjaan tertentu, misalnya bergerak menuju sasaran tertentu.



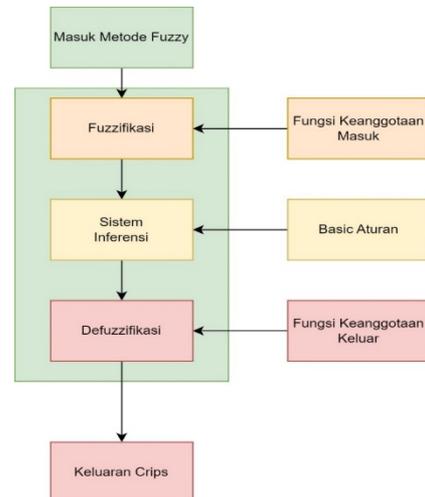
Gambar 1 Robot Wall Follower

Fungsi dari mobile robot adalah membantu manusia melakukan otomasi dalam transportasi, platform bergerak untuk robot industri, eksplorasi tanpa awak, dan masih banyak lagi. Contoh implementasi mobile robot

diberbagai bidang misalnya, robot *pioneer*, *wall follower*, *line follower*, *obstacle avoider*, dan sebagainya [3].

### B. Fuzzy Logic

Sistem kendali berbasis *fuzzy logic* menjadi metode yang digunakan dalam pembuatan pengereman mobil robot yang diprogram di Arduino Uno. Arduino adalah salah satu board mikrokontroler berbasis AVR ATmega328 yang memiliki 14 pin I/O digital yang diatur



Gambar 2 Tahapan Sistem Logika Fuzzy

oleh sebuah chip agar rangkaian bias membaca maupun memproses input sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan. Metode ini diharapkan menghasilkan sistem pengereman yang akurat dan stabil sesuai dengan yang diharapkan [4].

### C. Matlab

Tahap berikutnya adalah simulasi pengkondisian motor DC berdasarkan jarak yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Simulasi ini menunjukkan bagaimana kecepatan motor akan diatur sesuai dengan jarak objek yang terdeteksi oleh sensor. Hasil simulasi ini membantu dalam memvalidasi bahwa aturan fuzzy yang dibuat dapat mengontrol motor DC dengan baik untuk menghindari objek.

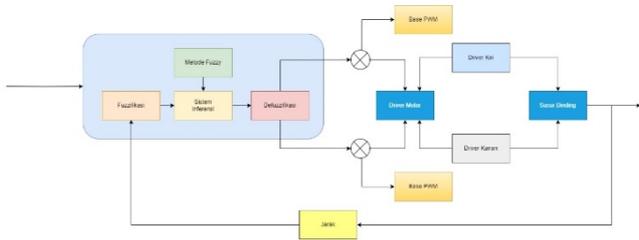
MATLAB memainkan peran penting dalam memastikan bahwa sistem logika fuzzy ini dapat bekerja sesuai yang diharapkan sebelum diterapkan pada robot susur dinding sesungguhnya [6].

## III. METODE PENELITIAN

### A. Metode Fuzzy Terhadap Robot Wall Follower

Mobile robot adalah jenis robot yang memiliki kemampuan untuk berpindah posisi menggunakan roda sebagai penggerakannya. Sistem ini mengoptimalkan sumber daya yang terdapat di dalamnya, dengan roda yang telah dikonfigurasi secara khusus dan disesuaikan dengan sistem kendali untuk mencapai gerakan perpindahan yang optimal. Dalam pembuatan sistem pengereman mobil robot, metode kendali berbasis logika fuzzy digunakan, yang diimplementasikan pada mikrokontroler Arduino Uno. Pendekatan logika fuzzy memungkinkan sistem untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pemrosesan informasi, sehingga dapat menghasilkan respons yang adaptif dan optimal terhadap berbagai kondisi lingkungan dan situasi operasional.

Dengan demikian, penggunaan metode kendali fuzzy pada mobil robot bertujuan untuk meningkatkan keakuratan, kestabilan, dan kinerja keseluruhan sistem pengereman. (Nasution et al., 2022)

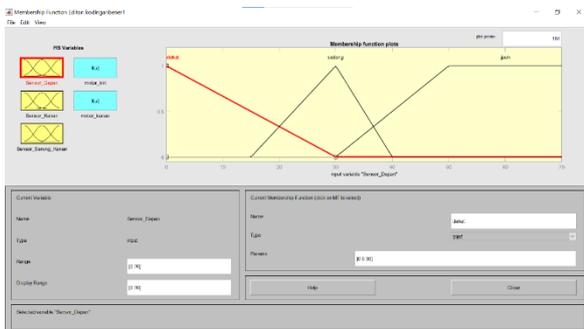


Gambar 3 Rancangan Blok Fuzzy

**B. Sistem Kendali Hybrid**

Dalam penelitian ini, dirancang algoritma kendali hybrid yang menggabungkan logika fuzzy untuk mengendalikan navigasi pada robot wall follower. Dalam sistem ini, logika fuzzy digunakan untuk menentukan nilai parameter kendali yang diperlukan ke dalam proses pengaturan. Sehingga, logika fuzzy menentukan nilai-nilai yang diperlukan untuk mengendalikan robot wall follower.

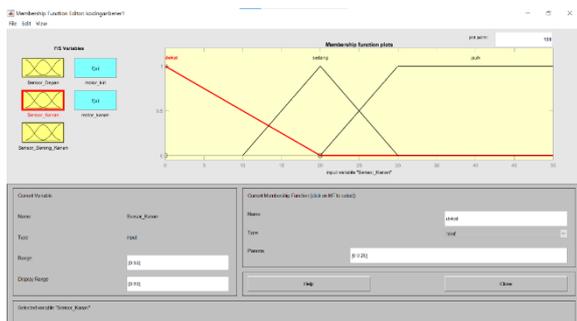
Dalam proses *fuzzifikasi*, variabel input dipartisi ke dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu sensor depan, sensor kanan dan sensor serong kanan. Sementara itu, variabel output Motor Kanan (Moka), Motor Kiri (Moki) dipartisi ke dalam lima himpunan fuzzy, yakni Sangat Pelan (SP), Pelan (P), Sedang(S), Kencang (K), dan Sangat Kencang (SK). Ini memungkinkan sistem untuk mengubah variabel input menjadi nilai linguistik yang dapat dioperasikan dalam logika fuzzy untuk pengambilan keputusan.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Sensor Depan

Grafik ini menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel input "Sensor Depan" menggunakan fungsi keanggotaan segitiga (trimf) dan trapesium (trapmf). Fungsi keanggotaan didefinisikan sebagai berikut:

- Dekat: 0 hingga 30 cm.
- Sedang: 15 hingga 40 cm.
- Jauh: 30 hingga 70 cm.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Sensor Kanan

Grafik ini menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel input "Sensor Kanan" menggunakan fungsi keanggotaan segitiga (trimf) dan trapesium (trapmf). Fungsi keanggotaan didefinisikan sebagai berikut:

- Dekat: 0 hingga 20 cm.
- Sedang: 10 hingga 30 cm.
- Jauh: 20 hingga 50 cm.



Gambar 6 Fungsi Keanggotaan Output Motor Kanan dan Kiri

Grafik ini menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel output "Motor Kanan" dan "Motor Kiri" menggunakan fungsi Sugeno. Fungsi keanggotaan didefinisikan sebagai berikut:

- Berhenti/Sangat Pelan: 0 RPM
- Pelan : 100 RPM
- Sedang : 250 RPM
- Kencang : 350 RPM
- Sangat Kencang : 400 RPM

Setelah nilai tegas berubah menjadi nilai fuzzy melalui proses fuzzifikasi, tahap selanjutnya adalah sistem inferensi fuzzy. Sistem inferensi fuzzy disini menggunakan metode Sugeno orde nol. Ada 9 basis aturan yang dibuat untuk mengendalikan keluaran fuzzy untuk nilai konstanta *proportional* dan derivatif.

Sensor Depan	Sensor Kanan	Hasil 3 x 3
D	D	SP/SK
D	S	SP/SK
D	J	SP/SK
S	D	P/K
S	S	K/N
S	J	SK/P
J	D	N/K
J	S	N/N
J	J	K/N

Gambar 7 Output Roda kanan dan kiri fuzzy

NOTE : Berhenti/Sangat Pelan = SP  
 Pelan = P  
 Sedang = N  
 Kencang = K  
 Sangat Kencang = SK

**IV. IMPLEMENTASI DAN DISKUSI**

Di dalam analisa dan hasil pembahasan ini, disajikan pembahasan tentang hasil dan sistem yang telah dirancang serta dibuat untuk menentukan apakah sistem memenuhi standar yang diinginkan oleh penulis. Setiap blok diuji untuk

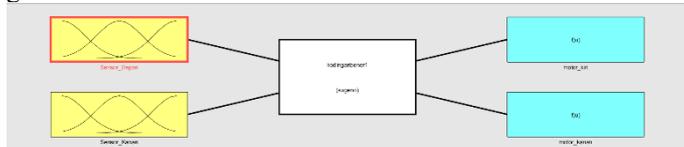
mengetahui fungsi dari setiap blok sirkuit, memastikan bahwa setiap modul sirkuit berfungsi dengan benar. Pengujian ini dilanjutkan dengan uji keseluruhan sistem.

### 1. Implementasi Program Fuzzy Logic

```

582 float mf_Sensor_Depan[] = {mf_Sensordepan0.mu, mf_Sensordepan5.mu, mf_Sensordepan10.mu};
583 float mf_Sensor_Kanan[] = {mf_Sensorsorkanan0.mu, mf_Sensorsorkanan5.mu, mf_Sensorsorkanan10.mu};
584
585 float kecepatanPutaran[9];
586 float za[9];
587 float zb[9];
588
589 // STEP 2 : Menerapkan operator Fuzzy dan Fungsi Implikasi
590
591 // Aturan ke-7
592 // Sensordepan5 - Sensorsorkanan5D + Moki_kencang,Moka_sangat_kencang
593
594 if (mf_Sensordepan5.sign==1 || mf_Sensorsorkanan5.sign==1)
595 {
596     kecepatanPutaran[0] = min(mf_Sensordepan5.mu, mf_Sensorsorkanan5.mu);
597     za[0] = Moki_berhenti; //z_trapbi(kecepatanPutaran[0],Moki_kencang).mu;
598     zb[0] = Moka_sangat_kencang; //z_trapbi(kecepatanPutaran[0],Moka_sangat_kencang).mu;
599 }
600 // Aturan ke-8
601 // Sensordepan5 - SensorsorkananD + Moki_sangat_kencang,Moka_sangat_kencang
602
603 if (mf_Sensordepan5.sign==1 || mf_Sensorsorkanan5.sign==1)
604 {
605     kecepatanPutaran[1] = min(mf_Sensordepan5.mu, mf_Sensorsorkanan5.mu);
606     za[1] = Moki_berhenti; //z_trapbi(kecepatanPutaran[1],Moki_sangat_kencang).mu;
607     zb[1] = Moka_sangat_kencang; //z_trapbi(kecepatanPutaran[1],Moka_sangat_kencang).mu;
608 }
    
```

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan akurasi algoritma fuzzy dalam mengatur gerakan robot sesuai dengan berbagai skenario pengujian yang telah dirancang. Proses pengujian mencakup analisis terhadap respons robot terhadap perubahan kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor, serta penilaian bagaimana aturan fuzzy mempengaruhi performa motor dalam merespons rintangan. Hasil dari pengujian ini akan memberikan wawasan mengenai kinerja sistem fuzzy logic dan kontribusinya terhadap kemampuan navigasi dan kestabilan gerak robot.

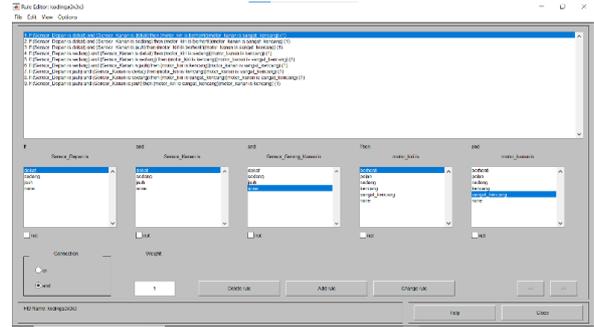


Gambar 8 Code Fuzifikasi

*Fuzifikasi* adalah proses dalam sistem logika fuzzy yang mengubah input *numerik* menjadi derajat keanggotaan dalam fungsi keanggotaan, yang mencerminkan sejauh mana nilai input termasuk dalam kategori fuzzy tertentu. Misalnya, dalam kontrol motor, nilai input seperti jarak diubah menjadi derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy seperti "Dekat," "Sedang," atau "Jauh." Proses ini melibatkan mendefinisikan fungsi keanggotaan untuk variabel input dan menghitung derajat keanggotaan menggunakan fungsi tersebut, memungkinkan sistem fuzzy untuk memproses input dengan mempertimbangkan ketidakpastian dan gradiasi.

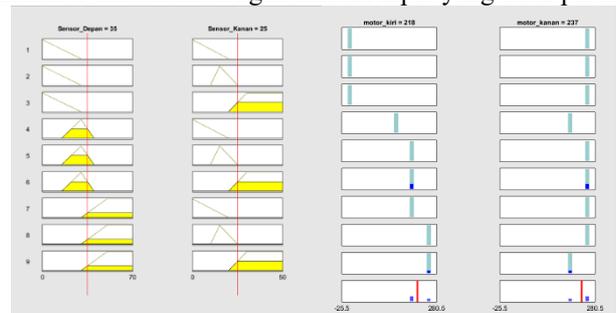
```

69 int i = 1;
70 int N = 2500;//10000;
71 float hitung = 0;
72 float Ts = 0.004; // 0.01 ms (100 Hz), 0.004 ms (250 Hz)
73 long loop_timer;
74
75 float SensorsorkananD[] = {0, 0, 20};
76 float SensorsorkananS[] = {10, 15, 25};
77 float SensorsorkananI[] = {20, 30, 100, 100};
78 float SensordepanD[] = {0, 0, 50}; // {0, 0, 10};
79 float SensordepanS[] = {35, 40, 50};
80 float SensordepanI[] = {40, 50, 100, 100};
81
82 //parameter output Motor Kiri
83 const float Moki_berhenti = 0;//0;
84 const float Moki_pelan = 100;
85 const float Moki_sedang = 200;
86 const float Moki_kencang = 250;
87 const float Moki_sangat_kencang = 300;//350;
88
89 //parameter output Motor Kanan
90 const float Moka_berhenti = 0;//0;
91 const float Moka_pelan = 100;//100;
92 const float Moka_sedang = 200;//150;
93 const float Moka_kencang = 250;//200;
94 const float Moka_sangat_kencang = 300;//350;
    
```



Gambar 9 Code Inferensi

Inferensi dalam sistem logika fuzzy adalah proses yang menggabungkan derajat keanggotaan dari input untuk menghasilkan output berdasarkan aturan fuzzy yang ditentukan. Pada tahap ini, setiap aturan fuzzy yang berbentuk "Jika... maka..." diterapkan untuk menghasilkan nilai output yang terfuzzyfikasi. Hasil dari semua aturan kemudian digabungkan untuk mendapatkan hasil inferensi keseluruhan, yang akhirnya dikonversi kembali ke nilai numerik yang dapat digunakan oleh sistem. Proses ini memungkinkan sistem untuk membuat keputusan yang lebih fleksibel dan sesuai dengan kondisi input yang tidak pasti.



```

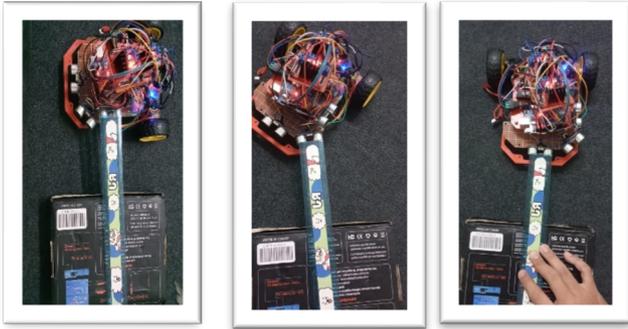
693 // -----
694 // STEP 5: Defuzzyfikasi
695 // Pada sugeno, lebih sederhana. Hanya menghitung center of singleton!
696 // Hitung center of singleton
697 float sum_singleton_kecepatanMoki=0;
698 float sum_singleton_kecepatanMoka=0;
699 float sum_kecepatanPutaran=0;
700 // pake cara looping
701 for (byte i=0;i<9;i++)
702 {
703     sum_singleton_kecepatanMoki=sum_singleton_kecepatanMoki+za[i]*kecepatanPutaran[i];
704     sum_singleton_kecepatanMoka=sum_singleton_kecepatanMoka+zb[i]*kecepatanPutaran[i];
705 }
706 for (byte i=0;i<9;i++)
707 {
708     sum_kecepatanPutaran=sum_kecepatanPutaran+kecepatanPutaran[i];
709 }
710 out_fuzzy_._kecepatanMoki = sum_singleton_kecepatanMoki/sum_kecepatanPutaran;
711 out_fuzzy_._kecepatanMoka = sum_singleton_kecepatanMoka/sum_kecepatanPutaran;
712
713
714 return out_fuzzy_;
715
    
```

Gambar 10 Code Defuzifikasi

### 2. Pengujian Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak dengan menggunakan gelombang suara. Berikut adalah penjelasan mengenai cara kerja, langkah-langkah pengujian, dan contoh kode untuk menguji sensor HC-SR04. Mikrokontroler (kemungkinan Arduino) mengirimkan sinyal trigger ke sensor, memancarkan gelombang ultrasonik yang kemudian memantul kembali setelah mengenai objek. Waktu tempuh gelombang dari pemancar ke penerima dihitung oleh mikrokontroler dan dikonversi menjadi jarak. Hasil pengukuran ini dapat ditampilkan pada monitor serial atau layar LCD,

memastikan bahwa sensor HC-SR04 berfungsi dengan baik dalam mendeteksi dan mengukur jarak objek dengan akurat.



Gambar 11 Uji Coba Sensor HC SR-04

Tabek 1 Pengujian Sensor HC SR-04

Pengujian	Hasil Di Software Arduino	Hasil Menggunakan alat ukur panjang	ERROR
1	13 cm	12,4 cm	0,7 cm
2	11 cm	10,7 cm	0,3 cm
3	12 cm	11,5 cm	0,5 cm
4	15 cm	14,8 cm	0,2 cm
5	19 cm	18,7 cm	0,3 cm

### 3. Menyamakan Kecepatan Motor Driver Encoder Dengan Tacho Meter

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan tacho meter dalam mengukur kecepatan motor di lingkungan terbuka. Pengujian ini membandingkan hasil pengukuran tacho meter dengan hasil pengukuran dari *software* Arduino. Bentuk gambar alat ukur tacho meter adalah sebagai berikut.



Gambar 13 Tacho Meter

Dalam perbandingan hasil pengukuran kecepatan motor menggunakan tacho meter dengan hasil yang diperoleh dari *software* Arduino, akan dihitung tingkat kesalahan atau error untuk menilai keakuratan tacho meter.

Hasil pengujian kecepatan motor yang diukur dengan tacho meter dan *software* Arduino disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 untuk kecepatan motor.

Tabel 2 pengujian Motor Encoder Kiri

Pengujian	Nilai Encoder/ Nilai Pulsa	Hasil Di Software Arduino	Hasil Menggunakan alat ukur Tacho Meter	ERROR
1	70	138 rpm	158 rpm	-20 rpm
2	65	144 rpm	150 rpm	-6 rpm
3	67	132 rpm	145 rpm	-13 rpm
4	63	120 rpm	125 rpm	-5 rpm
5	62	120 rpm	125 rpm	-5 rpm
6	61	114 rpm	115 rpm	-1 rpm

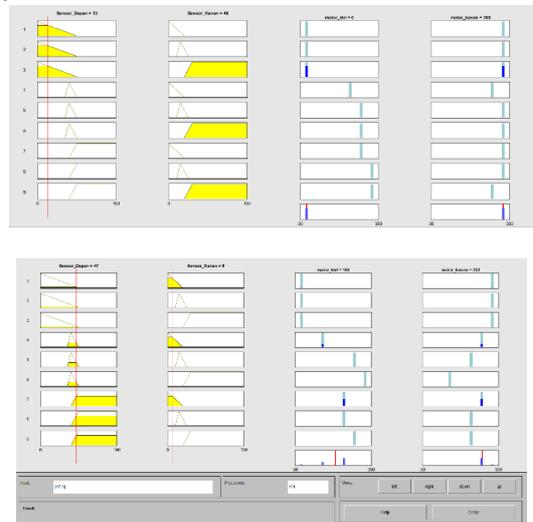
Tabel 3 pengujian Motor Encoder Kanan

Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa nilai encoder 61 merupakan yang paling efektif untuk digunakan dalam sistem ini. Hal ini dikarenakan nilai ini menunjukkan

Pengujian	Nilai Encoder/ Nilai Pulsa	Hasil Di Software Arduino	Hasil Menggunakan alat ukur Tacho Meter	ERROR
1	70	198 rpm	220 rpm	-22 rpm
2	65	228 rpm	248 rpm	-20 rpm
3	67	210 rpm	231 rpm	-21 rpm
4	63	210 rpm	208 rpm	2 rpm
5	62	192 rpm	200 rpm	-8 rpm
6	61	198 rpm	198 rpm	0 rpm

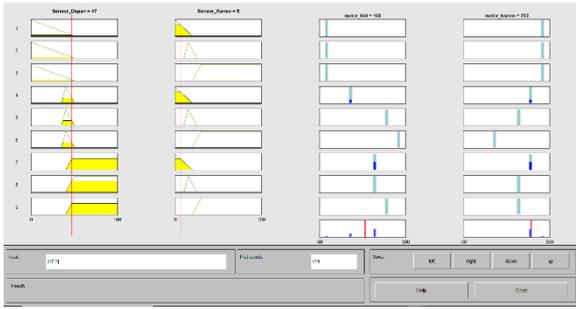
kesalahan yang paling minimal pada kedua motor ketika dibandingkan antara pengukuran menggunakan tachometer dan hasil yang diperoleh dari serial monitor di Arduino. Dengan demikian, nilai encoder 61 memberikan kinerja yang lebih optimal dalam menjaga akurasi dan konsistensi *system*

Gambar 14 menjelaskan tentang percobaan di saat input jarak depan = 20 dan input jarak kanan = 50 maka akan mengeluarkan output motot kiri = 0 dan output motor kanan = 300



Gambar 14 Tes Fuzzy Logic perbandingan output real dan matlab

Jarak depan = 20 ; Jarak kanan = 50



Gambar 15 menjelaskan tentang percobaan di saat input jarak depan = 47 dan input jarak kanan = 6 maka akan mengeluarkan output motor kiri = 160 dan output motor kanan = 253

Time	Output	Serial Monitor
166.26	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.23	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.56
166.41	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.46
166.44	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.44
166.41	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.46
166.41	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.46
167.35	252.33	Jarak Depan: 47.82 cm - Jarak Kanan: 6.55
167.32	252.33	Jarak Depan: 47.82 cm - Jarak Kanan: 6.56
166.26	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.26	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.26	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.23	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.56
166.44	252.40	Jarak Depan: 47.74 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.44	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.44
166.44	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.44
166.41	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.46
166.44	252.40	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.44
167.32	252.33	Jarak Depan: 47.82 cm - Jarak Kanan: 6.56
167.53	252.32	Jarak Depan: 47.84 cm - Jarak Kanan: 6.55
166.23	252.41	Jarak Depan: 47.72 cm - Jarak Kanan: 6.56

Time	Output	Serial Monitor
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.90 cm - Jarak Kanan: 48.18
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.65 cm - Jarak Kanan: 48.18
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.01 cm - Jarak Kanan: 48.09
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.01 cm - Jarak Kanan: 48.11
0.00	300.00	Jarak Depan: 17.88 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 47.99
0.00	300.00	Jarak Depan: 17.99 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.90 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.99 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 15.06 cm - Jarak Kanan: 48.04
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.90 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.92 cm - Jarak Kanan: 48.14
0.00	300.00	Jarak Depan: 15.22 cm - Jarak Kanan: 48.11
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.90 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.82 cm - Jarak Kanan: 48.18
0.00	300.00	Jarak Depan: 17.99 cm - Jarak Kanan: 48.01
0.00	300.00	Jarak Depan: 13.82 cm - Jarak Kanan: 47.99
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.90 cm - Jarak Kanan: 47.99
0.00	300.00	Jarak Depan: 12.99 cm - Jarak Kanan: 48.18

Gambar 17 Tes Fuzzy Logic perbandingan output real dan matlab  
Jarak depan = 20 ; Jarak kanan = 6.

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh secara real-time menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dengan kesalahan yang sangat minimal ketika dibandingkan dengan nilai yang dihasilkan oleh pemrosesan menggunakan MATLAB. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mampu menghasilkan data yang konsisten dan dapat diandalkan antara pengukuran langsung dan analisis melalui perangkat lunak.

## V. KESIMPULAN

Pengujian program fuzzy logic menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan gerakan robot dengan baik dalam

berbagai kondisi lingkungan yang berbeda. Proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi telah diimplementasikan dengan efektif, menghasilkan keputusan yang akurat dalam mengatur kecepatan motor untuk menghindari rintangan dan menjaga stabilitas gerak robot. Hasil perbandingan antara output real-time dan simulasi MATLAB juga menunjukkan kesesuaian yang tinggi, dengan tingkat kesalahan yang sangat minimal. Perancangan perangkat keras yang melibatkan integrasi berbagai komponen seperti mikrokontroler, sensor, dan motor penggerak telah berhasil dilakukan sesuai dengan spesifikasi dan tujuan desain. Skema koneksi yang efisien serta pemilihan komponen yang tepat memastikan bahwa sistem robot bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi lapangan uji. Secara praktis, penelitian ini menunjukkan bahwa Fuzzy Logic Controller (FLC) dapat digunakan sebagai alternatif kendali cerdas dalam sistem robotika untuk meningkatkan adaptabilitas terhadap lingkungan dinamis. Hal ini berpotensi diterapkan dalam berbagai bidang, seperti robotika layanan, industri otomatisasi, dan kendaraan otonom. Dari sisi akademik, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut dalam optimasi parameter fuzzy logic, baik melalui kombinasi dengan teknik kendali lainnya seperti PID adaptif atau kecerdasan buatan (AI), maupun dalam simulasi yang lebih kompleks untuk meningkatkan akurasi dan respons system

## REFERENSI

- Jayadi, A., Susanto, T., & Adhinata, F. D. (2021). Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Aavoider) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(1), 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Nasution, H. S., Jayadi, A., & Rikendry, R. (2022). Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak Dan Kecepatan. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), 15–24. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1634>
- Mufarrichah, D. A., Setiawan, J., Setya, M. B., & Labib, A. (2022). Implementasi Navigasi Robot Tank Menggunakan Arsitektur Behavior-Based Berbasis Logika Fuzzy. 327–331.
- Muttaqin, I. R., & Santoso, D. B. (2021). Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04. *JE-Unisla*, 6(2), 41. <https://doi.org/10.30736/je-unisla.v6i2.695>
- Sepiyandi, N., & Machdi, A. R. (2021). Pengendalian Lampu Menggunakan Module Bluetooth HC-05 Di Laboratorium Teknik Elektro. *JET Jurnal Elektro Teknik*, 1(2), 10–16. <http://remotexy.com/en/editor/>.Adapun
- Santoso, M. N. I. F. (2021). Aplikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Robot Wall Follower Untuk Menentukan Kecepatan Motor. *Prosiding Seminar Nasional Fortei7 (SinarFe7)*, 148–151.
- Chen, R., Zhai, W., & Qi, Y. (1996). Mechanism and technique of friction control by applying electric voltage. (II) Effects of applied voltage on friction. *Mocaxue Xuebao/Tribology*, 16(3), 235–238.
- Rendyansyah, R., Prasetyo, A. P. P., & Exaudi, K. (2019). Implementasi Fuzzy Logic dan Trajectory Pada Manipulator Mobile Robot Untuk Deteksi Kebocoran Gas. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 15(1). <https://doi.org/10.17529/jre.v15i1.12373>
- Santoso, M. N. I. F. (2021). Aplikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Pada Robot Wall Follower Untuk Menentukan Kecepatan Motor. *Prosiding Seminar Nasional Fortei7 (SinarFe7)*, 148–151.
- Sutisna, U., Siregar, W. D., & Nurhadiyono, S. (2016). Techno , ISSN 1410 - 8607 Untuk meningkatkan performa navigasi robot application of hybrid fuzzy logic - PID Control To Improve Navigation Performance ofWall Follower Wheeled Robot Utis Sutisna , Wahyu Diputra Siregar , Siswanto Nurhadiyono. *PID Control Untuk Meningkatkan Performa Navigasi Robot*, 17(2), 79–87
- Supegina, F., & Elektro, T. (2017). Rancang Bangun Iot Temperature Controller Untuk Enclosure Bts Berbasis

- Microcontroller Wemos Dan Android Issn : 2086 - 9479. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, 8(2), 145–150.
- [12] Widya Gumelar, A., Syauqy, D., & Akbar, S. R. (2018). Implementasi Metode Simple Maze Wall Follower Dengan Menggunakan Free RTOS Pada Robot Maze. 2(11), 5816–5824. <http://j-ptiik.ub.ac.id>