

Penerapan Metode *Fuzzy* Pada Robot Beroda Menggunakan *Omni-Directional Wheels*

Maulidi Rahman¹, Hugo Aprilianto²

STMIK Banjarbaru – Teknik Informatika

Jl. Jend. A. Yani Km 33,5 Loktabat Banjarbaru Telp/Fax : 0511-748288 / 0511-4781374

¹maulidi09@gmail.com, ²hugo.aprilianto@gmail.com

Abstrak

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu kompetisi robotika tingkat nasional yang diadakan secara teratur setiap tahun oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Kompetisi ini dibagi menjadi beberapa divisi yakni Divisi Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI), Divisi Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI), dan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Masing – masing divisi memiliki aturan , tugas dan arena yang berbeda. Pada divisi Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI), diajng ini robot yang ikut serta dalamnya dituntut untuk dapat menjelajahi arena yang merupakan simulasi sebuah rumah, kemudian mencari dimana sumber api berada kemudian memadamkannya.

Pada penelitian ini, penulis melakukan penerapan *logika fuzzy* sebagai algoritma sistem kendali robot yang diterapkan pada robot beroda menggunakan *omni-directional wheels*. Dengan menggunakan perpaduan antara kemampuan logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan set poin secara otomatis, diharapkan kontrol robot beroda ini lebih efektif dan stabil.

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal yaitu dari hasil pengujian terhadap pembacaan sensor dan gerakan menggunakan roda *omni-directional wheels*, di dapatkan bahwa gerakan robot menjadi lebih bebas dan lebih leluasa dalam menelusuri ruangan.

Kata kunci: Robot Beroda, Robot Pemadam Api, *Omni-Directional Wheels*.

Abstract

Indonesia Intelligent Robot Contest (IIRC) held annually by the Directorate of Education of Indonesia that aims to improve the quality of education. The competition is divided into several divisions namely the Abu Indonesian Robot Contest Division (AIRC), Fire Extinguisher Division Robot Contest Indonesia (FERCI), and Soccer Robot Contest Indonesia (SRCI). Each division has its own rules, tasks and different arenas. In the division Fire Extinguisher Robot Contest Indonesia (FERCI), in this event the robot which participated therein are required to be able to explore the area which is a simulation of a house, then find where the source of the fire was later extinguished.

In this research, the authors do application of fuzzy logic algorithms as robot control system is applied to a wheeled robot using omni-directional wheels. By using the combination of fuzzy logic skills in decision-making set points automaticall, the wheeled robot is expected to control more effective and stable.

Based on the design, testing, and analysis has been done, it can be concluded that the things of the test results of the sensor readings and movement using omni-directional wheel wheels, found that the robot's movements become freer and more flexibility in the search for a room.

Keywords: *Wheeled Robot*, Robot Fire Extinguisher, *Omni-Directional Wheels*.

1. Pendahuluan

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan salah satu kompetisi robotika tingkat nasional yang diadakan secara teratur setiap tahun oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Kompetisi ini dibagi menjadi beberapa divisi yakni Divisi Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI), Divisi Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI), dan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Masing – masing divisi memiliki aturan , tugas dan arena yang berbeda. Pada divisi Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI), diajng ini robot yang ikut serta dalamnya dituntut untuk dapat menjelajahi arena yang merupakan simulasi sebuah rumah, kemudian mencari dimana sumber api berada kemudian memadamkannya. Setelah semua arena telah dijelajahi dan api telah dipadamkan robot

harus dapat kembali keposisi awal dimana robot diberangkatkan. Untuk dapat menjelajahi arena, dan robot tidak membentur halangan maupun dinding disekitarnya robot menggunakan sensor ultrasonic untuk mengambil jarak robot dengan segala sesuatu yang ada disekitarnya, yang nantinya jarak yang didapat akan digunakan untuk menentukan gerakan robot seperti belok kanan, belok kiri maupun lurus dengan halus tanpa adanya benturan dengan dinding atau ornament pada ruangan simulasi.

Arah gerak robot sangat berpengaruh terhadap pendeteksian bentuk rintangan yang berada di depan robot, pada logika standar pengendalian robot setiap ada rintangan robot akan berhenti secara mendadak kemudian berbelok secara siku – siku sehingga waktu yang digunakan pun semakin banyak [1]. Karena secara garis besar proses kerja dari robot adalah mencari jarak dinding dengan cara mengubah pulse keluaran sensor kedalam bentuk satuan jarak.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dita Suriansyah, yaitu melakukan implementasi robot *four omni-directional* menggunakan kontroler pid pada robot kontes robot abu indonesia (krai) bulu tangkis. Pada penelitian itu di sebut kan bahwa robot beroda dengan konsep omnidirectional dapat bergerak ke berbagai arah dan memiliki kecepatan lebih untuk setiap manuvernya dibandingkan dengan robot yang menggunakan roda biasa . Hal ini dikarenakan oleh konsep holonomic (Bergerak Bebas) yang dapat memiliki keleluasaan dalam pergerakannya. [2]

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Budi Rahmani, telah merancang bangun serta menguji efektifitas dari metode Fuzzy Sugeno, dalam melakukan proses kontrol terhadap sebuah robot mobil beroda, pada suatu arena tertentu dengan lebar rata-rata jalur navigasi sebesar 46 cm. Masukan dari sistem berupa jarak dari hasil deteksi sensor ultrasonic terhadap benda atau halangan didepannya. Pada proses fuzifikasi, masukan dari enam sensor tersebut dikategorikan menjadi Near, Medium, dan Far. Sedangkan untuk outputnya berupa sinyal PWM untuk kedua motor DC kanan dan kiri. Adapun kategori untuk outputnya adalah Fast, Medium, Slow, dan Break. Analisis Rule yang telah dibuat diperlihatkan dengan menggunakan *Matlab Fuzzy Toolbox*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dibangun telah mampu menangani proses navigasi robot mobil dalam menelusuri lorong, dan ruang-ruang yang ada pada arena yang dibuat dengan tanpa melakukan tabrakan terhadap dinding dan halangan yang diberikan di sekitar arena. Adapun tingkat akurasi adalah 72% dan 50% untuk masing-masing Output kecepatan motor kiri dan Kanan.[3]

Berawal dari hal tersebut maka pada penelitian ini, penulis melakukan penerapan *logika fuzzy* sebagai algoritma sistem kendali robot yang diterapkan pada robot beroda menggunakan *omni-directional wheels*. Dengan menggunakan perpaduan antara kemampuan logika *fuzzy* dalam pengambilan keputusan set poin secara otomatis, diharapkan kontrol robot beroda ini lebih efektif dan stabil.

2. Metode Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan tiga tahapan utama yaitu :

a. Anilisa Data

1. Pengumpulan jenis data :

- Data Primer : Merupakan data yang diperoleh secara langsung dari penelitian.
- Data Sekunder : Meryupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari dokumentasi, literatur, jurnal, buku-buku, dan informasi lainnya yang ada hubungan dengan masalah penelitian.

2. Metode Pengumpulan data:

- Studi Keputusan (*Library Research*) : Pengumpulan data dengan cara mengambil bahan dari dokumentasi, literatur, jurnal, buku-buku, dan internet yang berhubungan dengan penelitian ini.

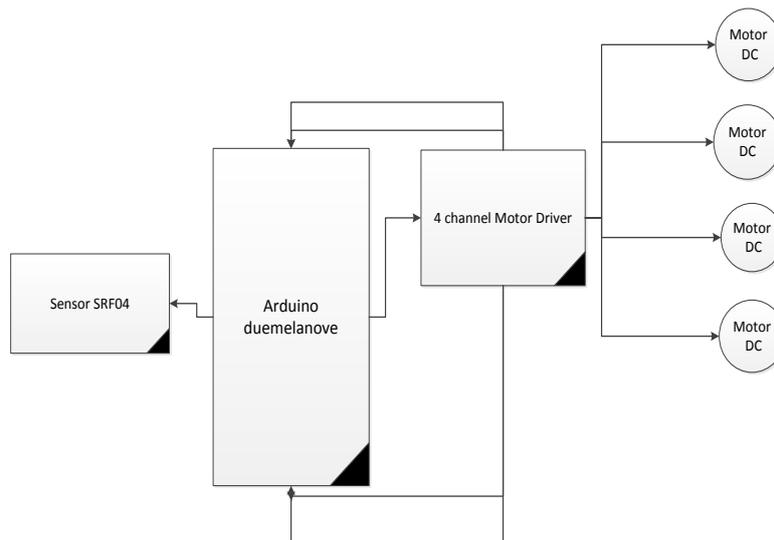
3. Metode Pemilihan Sample :

- Pemilihan sample dilakukan sebagai bagian dari proses penelitian. Sampel data yang diambil dalam penelitian ini didapat dengan penentuan derajat setiap kaki dengan pengamatan secara langsung, pengujian dilakukan menggunakan android untuk mengontrol pergerakan robot.

b. Perancangan Penelitian

1. Perancangan Mekanik Robot

Diagram blok system pengendalian kecepatan motor disajikan pada gambar 1. :



Gambar 1. Desain Diagram hardware

2. Mekanisme Kerja Robot

Sensor ultrasonik memancarkan sinyal yang akan di pantulkan dan di terima kembali oleh bagian penerima ultrasonik. Setelah sinyal itu di terima kemudian sinyal tersebut akan di proses untuk menghitung jaraknya. Kemudian dilakukan proses fuzzifikasi dengan cara mengubah masukan-masukan menjadi bentuk *fuzzy input*. Setelah itu dilakukan proses defuzzifikasi yang dimana hasil tersebut akan di masukkan ke dalam logika microcontroller, logika tersebut di gunakan untuk menghasilkan kecepatan pada motorDC sesuai dengan jarak yang di baca oleh sensor ultrasonik. Robot pun akan berjalan dengan tehnik *left wall following* sesuai dengan logika yang telah di masukkan, sehingga robot dapat berjalan dengan kecepatan penuh pada saat jauh dari dinding depan, dan akan mengurangig kecepatannya saat mulai mendekat kemudian melakukan belokan sesuai dengan perintah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi

Implementasi dari robot beroda yang dibuat disajikan pada gambar 2. :



Gambar 2. Tampak depan robot



Gambar 3. Tampak Samping Dan Belakang Robot

Dari gambar 3 terlihat robot yang dibangun ini menggunakan 2 buah sensor ultrasonik pada bagian depan dan kiei robot untuk menghindari rintangan yang ada didepan.

3.1.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan terhadap tiga puluh enam data hasil deteksi jarak, yang diperoleh dari berbagai posisi robot pada arena. Adapun data tersebut adalah:

Tabel 1. Data Percobaan Maju

Percobaan Ke-			1			2			3			
Pengujian Ke-			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Sensor	Kiri		7	7	7	8	8	8	9	9	9	
	Depan		> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	
Gerakan			Maju			Maju			Maju			
MotorD C	Depan	Kanan	CW	-	-	-	-	-	-	-	-	
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Belakang	Kanan	CW	-	-	-	-	-	-	-	-	
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jarak (meter)			1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Waktu(detik)			2,3	2,2	2,4	2,3	2,6	2,2	2,3	2,6	2,5
Hasil (✓/ X)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Dari tabel 1 di atas bisa di lihat dalam 9 kali percobaan maju, di dapat pada jarak 7, 8, dan 9 cm kecepatan robot hampir sama dengan rata-rata waktu 2,3 detik karena gerakan robot yang stabil.

Tabel 2. Data Percobaan Putar Kanan

Percobaan Ke-			1			2			3			
Pengujian Ke-			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Sensor	Kiri		7	7	7	8	8	8	9	9	9	
	Depan		7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Gerakan			Putar Kanan			Putar Kanan			Putar Kanan			
MotorD C	Depan	Kanan	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Belakang	Kanan	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Waktu(detik)			2,2	1,5	1,6	2,6	2,1	2,3	2,5	1,5	2,9
	Hasil (✓/ X)			✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	X

Dari tabel 2 di atas bisa di lihat dalam 9 kali pengujian putar kanan, di dapat 3 kali gagal karena menabrak dinding saat berputar dan 6 kali sukses tanpa menabrak dinding dengan waktu rata-rata 2,1 detik.

Tabel 3. Data Percobaan Geser Kiri

Percobaan Ke-			1			2			3			
Pengujian Ke-			1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Sensor	Kiri		11	11	11	12	12	12	13	13	13	
	Depan		>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	
Gerakan			Geser Kiri			Geser Kiri			Geser Kiri			
MotorD C	Depan	Kanan	CW									
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	
		Kiri	CW									
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Belakang	Kanan	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jarak (meter)			1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Waktu(detik)			2,3	2,2	2,3	3,3	3,2	3,0	4,1	4,3	4,3
	Hasil (✓/X)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Dari tabel 3 di atas bisa di lihat dalam 9 kali pengujian geser kiri, semua nya berhasil tanpa menabrak dinding, namun pada jarak 13cm lebih lama karena lebih jauh dengan waktu rata-rata 3,1 detik.

Tabel 4. Data Percobaan Geser Kanan

Percobaan Ke-			1			2			3			
Pengujian Ke-			5	4	3	5	4	3	5	4	3	
Sensor	Kiri		7	7	7	8	8	8	9	9	9	
	Depan		> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	> 10	
Gerakan			Geser Kanan			Geser Kanan			Geser Kanan			
MotorD C	Depan	Kanan	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Kiri	CW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
			CCW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Belakang	Kanan	CW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		Kiri	CW	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			CCW	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Jarak (meter)			1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Waktu(detik)			2,5	2,2	2,0	2,7	2,5	2,4	2,1	2,5	2,4
	Hasil (✓/X)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Dari tabel 4 di atas bisa di lihat dalam 9 kali pengujian geser kanan, semua nya berhasil tanpa menabrak dinding dengan waktu rata-rata 2,4 detik.

3.1.2 Pengujian Software

Pengujian kontrol PID dilakukan untuk mengetahui apakah rumusan yang digunakan dalam pembuatan kontrol PID dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan dapat menjalankan perintah dari *inputan fuzzy* untuk mengontrol motor DC. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil pengujian kontrol PID tanpa beba

Pengujian Ke-	Setpoint (PWM)	Kecepatan Motor Depan		Kecepatan Motor Belakang	
		Kanan (Rpm)	Kiri (Rpm)	Kanan (Rpm)	Kiri (Rpm)
1.	100	100	100	100	100
2.	80	82-96	82-96	82-96	82-96
3.	60	66-72	66-72	66-72	66-72
4.	40	48-53	48-53	48-53	48-53
5.	20	28-36	28-36	28-36	28-36

Dari pengujian kontrol PID tanpa menggunakan beban pada motor kanan dan motor kiri secara bersamaan dapat terlihat bahwa pengujian terbaik adalah pada *set point* 1000 rpm. Dan rata-rata dalam lima kali percobaan sistem akan stabil pada 8 sampai 10 detik. Pengujian kontrol PID pada saat robot berjalan sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil pengujian kontrol PID dengan beban

Pengujian Ke-	Setpoint (PWM)	Kecepatan Motor Depan		Kecepatan Motor Belakang	
		Kanan (Rpm)	Kiri (Rpm)	Kanan (Rpm)	Kiri (Rpm)
1.	100	90	90	90	90
2.	80	80-85	80-96	80-96	80-96
3.	60	61-70	61-70	61-70	61-70
4.	40	42-45	42-45	42-45	42-45
5.	20	22-33	22-33	22-33	22-33

3.1.3 Pengujian Pretest Posttest

1. Tanpa Fuzzy dan Menggunakan Fuzzy

Tabel 7. Perbandingan Tanpa Fuzzy dan Menggunakan Fuzzy

No	Parameter	Tanpa Fuzzy	Menggunakan Fuzzy
1	Gerakan stabil	60%	80%
2	Robot dapat menghindari furniture	40%	90%
3	Pengereman tidak mendadak	10%	90%
4	Robot dapat menelusuri dinding	70%	80%
5	Gerakan lebih cepat	60%	70%
Hasil		48%	82%

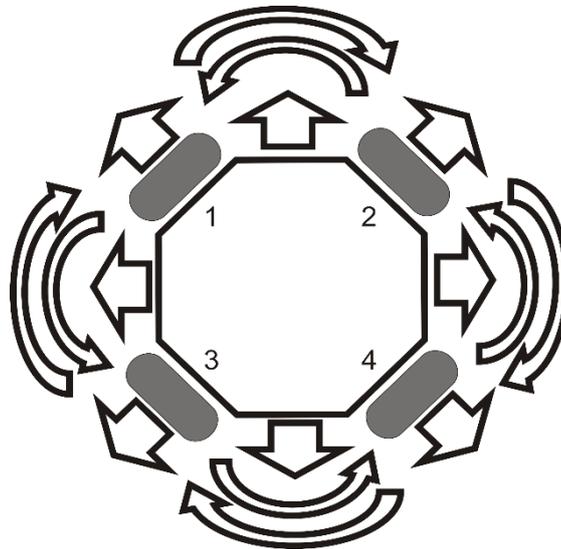
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan control fuzzy gerakan robot lebih baik dari sebelumnya dengan persentase 82%.

2. Roda Biasa Dan Omni-directional Wheels

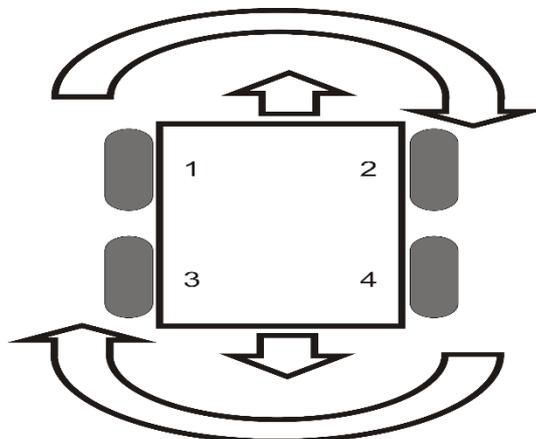
Tabel 8. Perbandingan Roda Biasa dan Omni-Directional Wheels

No	Parameter	Roda Biasa	Roda Omni-Directional
1	Gerakan stabil	70%	60%
2	Robot dapat menghindari furniture	60%	90%
3	Mendekati api	80%	85%
4	Gerakan geser kiri	0%	100%
5	Gerakan geser kanan	0%	100%
6	Gerakan serong kanan atas	0%	100%
7	Gerakan serong kiri atas	0%	100%
8	Gerakan serong kanan bawah	0%	100%
9	Gerakan serong kiri bawah	0%	100%
10	Berputar	100%	100%
Hasil		31%	94%

Dari tabel 8 di atas dapat dilihat dengan menggunakan roda omni-directional wheels gerakan robot lebih banyak dan lebih bebas, sehingga memudahkan robot dalam melewati dan menghindari rintangan yang ada di lapangan dengan persentase 94%.



Gambar 4. Robot Menggunakan Roda Omni-Directional Wheels



Gambar 5. Robot Menggunakan Roda Biasa

Dari gambar di atas dapat dilihat perbedaan yang signifikan pada gerakan robot, dengan menggunakan omni-directional robot lebih mudah dalam menghindari rintangan berupa furnitur dan dapat keluar dari dalam ruangan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisa yang telah di lakukan maka dapat di simpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian dapat terlihat bahwa robot yang menerapkan metode fuzzy dan menggunakan roda omni-directional bekerja lebih baik dari sebelumnya dengan persentase 82% dan 94%.
2. Penggunaan roda *omni-directional* pada robot beroda membuat gerakan yang lebih bebas dari roda lain nya, sehingga sangat membantu robot dalam menelusuri dan menghindari semua rintangan.
3. Penggunaan kontrol logika fuzzy membuat keputusan gerakan robot menjadi lebih banyak.

Daftar Pustaka

- [1] Dinogroho H., *Penerapan Fuzzy Hybrid PID Pada Pengendali Robot Beroda Pemadam Api*. Skripsi Jurusan Teknik Informatika, Banjarbaru: STMIK Banjarbaru, 2013
- [2] Suriansyah D., *Implementasi Robot Four Omni-Directional Menggunakan Kontroller PID Pada Robot Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) Bulu Tangkis*. 2015
- [3] Rahmani B., *Uji Efektifitas Fuzzy Sugeno Pada Robot Beroda Dengan Multi Sensor*. Banjarbaru: STMIK Banjarbaru, 2012