

Perancangan Sistem *Avoiding* Halang Rintang *Humanoid Robot* Menggunakan Sensor Lidar Berbasis *Fuzzy Logic*

Hera Hikmarika^{1*}, Muhammad Najhan Trialdy P¹
¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
Corresponding author: herahikmarika@ft.unsri.ac.id

Abstrak -- humanoid robot merupakan robot yang menyerupai manusia dan dalam pergerakannya dapat dikendalikan secara manual dan otomatis. Dalam pengendalian robot otomatis diperlukan sistem *avoiding* agar robot tidak menabrak halang rintang di hadapannya. Maka, pada penelitian ini dikembangkan suatu humanoid robot beroda yang menggunakan metode Fuzzy Logic sugeno dan sensor LIDAR A1 sebagai software dan hardware dalam sistem *avoiding* halang rintang. Fuzzy Logic sugeno merupakan sistem algoritma yang memiliki output konstan. Sehingga, robot manusia beroda dapat melakukan *avoiding* halang rintang secara cepat dan akurat. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sistem *avoiding* halang rintang menunjukkan hasil yang baik, dibuktikan dengan beberapa pengujian dimana saat pengujian pertama obstacle *avoiding* dengan 7 membership function sensor LIDAR dapat menghindari halang rintang dengan persentase 100%, di pengujian kedua dengan 5 membership function robot mampu melakukan obstacle *avoiding* dengan persentasi 96% , dan di pengujian ketiga dengan 3 membership function robot mampu melakukan obstacle *avoiding* dengan persentase 86,67% .dengan posisi halangan berada di depan,kiri,dan kanan robot. Sehingga dapat disimpulkan bahwas semakin banyak membership function yang digunakan maka hasil yang didapat semakin stabil dan akurat.

Kata Kunci: *Humanoid Robot, Fuzzy Logic sugeno, LIDAR A1, Sistem avoiding.*

Abstract -- In general, the notion of robots can be associated with living things in the form of human or animal movements made of several metal elements and driven by electric power. There are several types of robots today, such as wheeled, legged, and humanoid robots. The robot is controlled manually and automatically. In controlling the automatic robot, an *avoiding* system is needed so that the robot does not hit the obstacles in front of it. So, in this study, a wheeled humanoid robot was developed that uses the Sugeno Fuzzy Logic method and the LIDAR A1 sensor as software and hardware in the obstacle-avoiding system. Sugeno's Fuzzy Logic is an algorithm system that has a constant output. Thus, the wheeled human robot can avoid obstacles quickly and accurately. The results obtained from this study are the obstacle *avoiding* system shows good results, as evidenced by several tests where when the first test of obstacle *avoiding* with 7 membership functions the LIDAR sensor can avoid obstacles with a percentage of 100%, in the second test with 5 membership functions the robot can do obstacle *avoiding* with a percentage of 96%, and in the third test with 3 membership functions the robot can do obstacle *avoiding* with a percentage of 86.67%. with the position of obstacles in the robot's front, left, and right. It can be concluded that the more membership functions are used, the more stable and accurate the results will be.

Keywords : *Humanoid Robot, Fuzzy Logic sugeno, LIDAR A1, Avoiding System.*

I. PENDAHULUAN

Secara umum, pengertian robot dapat dikaitkan dengan makhluk hidup yang berbentuk manusia ataupun menyerupai gerakan binatang yang terbuat dari beberapa unsur logam dan digerakan dengan menggunakan tenaga listrik. Sementara dalam pengertian lain, robot adalah suatu konstruksi unsur logam dengan rangkaian komponen elektronika yang dapat bergerak sendiri (otomatis) sesuai perintah yang telah diprogram sebelumnya [1]. Ada beberapa jenis robot pada saat ini, seperti robot beroda, robot berkaki, dan *humanoid robot*. Robot tersebut dikendalikan secara manual dan otomatis. Robot manual adalah robot yang pengoperasiannya masih dikendalikan oleh manusia seperti dengan *remote control*. Robot otomatis adalah robot yang bergerak otomatis sesuai perintah yang telah diatur sehingga robot ini tidak memerlukan campur tangan manusia dalam pengoperasiannya, seperti robot pendeteksi logam, kebakaran, dan lainnya. [2]

Penelitian yang sudah dilakukan mengenai sensor yang biasanya digunakan sebagai pengarah robot dalam halang rintang adalah sensor ultrasonik, [3]. Penelitian lainnya menggunakan sensor ultrasonik dan sensor garis [4]. Lalu, penelitian yang memanfaatkan cahaya infra merah yang digunakan oleh sensor *infrared* [5]. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sensor LIDAR A1 dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, seperti pemetaan hutan konservasi [6], sistem pemetaan ruangan 2 dimensi [7], dan untuk *umanned surface vehicle* [8]. Pada penelitian kali ini, sensor LIDAR A1 akan dipakai menggunakan algoritma *fuzzy* yang dapat dihitung dengan lebih pasti untuk menghindari kesalahan pembacaan pada sensor yang nantinya akan dijadikan salah satu sensor utama dalam gerak halang rintang pada *autonomous humanoid robot*.

II. TINJUAN PUSTAKA

A. *Humanoid Robot*

Humanoid robot adalah robot yang penampilannya sepenuhnya didasarkan pada tubuh manusia, mereka dapat berinteraksi dengan alat dan lingkungan terkait yang dirancang untuk manusia.

B. *Fuzzy Logic*

Sistem samar model Sugeno juga dikenal dengan nama model Takagi-Sugeno-Kang (TSK). Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno merupakan usaha untuk mengembangkan pendekatan sistematis untuk membangun aturan samar dai himpunan data masukan dan keluaran [2]. Ada dua model sistem kendali *fuzzy logic* metode Sugeno, diantaranya adalah

- Metode Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k \quad (1)$$

dimana A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen [10].

- Metode Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot \dots \cdot (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_2 \text{ is } x_2 + q \quad (2)$$

dimana A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen [10].

C. *LIDAR A1*

Sistem LIDAR A1 merupakan perpaduan antara *Laser Range Finder* (LRF), *Positioning and Orientation System* (POS) yang diintegrasikan dengan *Differential Global Positioning System* (DGPS), *Inertial Measurement Unit* (IMU), dan *Control Unit*. Prinsip kerja sistem LIDAR A1 secara umum adalah sensor memancarkan sinar laser ke target di permukaan bumi, kemudian sinar laser tersebut dipantulkan kembali ke sensor [9]. Sensor LIDAR A1 yang akan digunakan pada *humanoid robot* kali ini adalah sensor LIDAR A1 ,sensor ini merupakan salah satu sensor yang bisa digunakan untuk mengukur jarak.

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini, langkah awal yang akan dilakukan ialah mencoba mengakses sensor LIDAR A1 terlebih dahulu, setelah itu sensor tersebut akan diuji coba pada robot yang lebih kecil dan apabila algoritma *Fuzzy Logic* yang dibuat sudah sesuai, maka langkah selanjutnya adalah menyesuaikan algoritma tersebut dengan *Humanoid Robot* yang lebih besar. Alur mekanisme penelitian bisa dilihat pada gambar 1.

A. *Perancangan Hardware System*

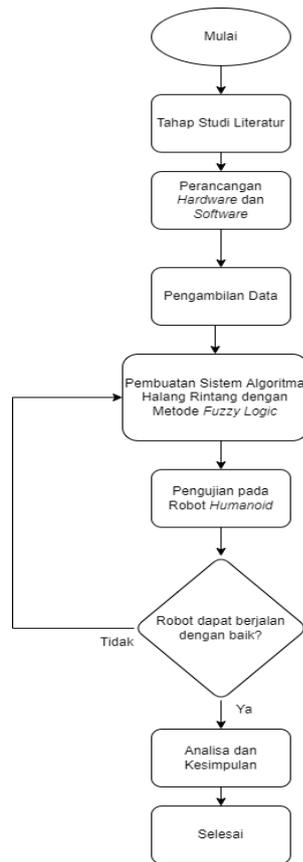
Perancangan *hardware system* sangat berpengaruh dalam penelitian ini. Sistem mekanik yang baik akan mempermudah *humanoid robot* dalam melakukan sistem *avoiding* halang rintang.

B. *Perancangan Software System*

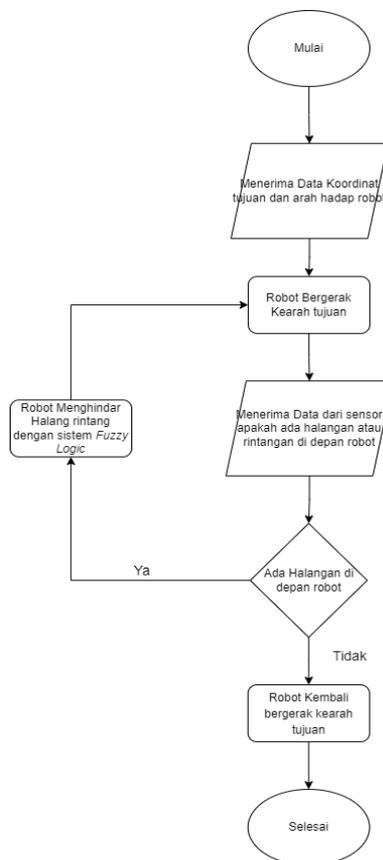
Perancangan *software system* terdiri dari pengaksesan sensor LIDAR A1 dan pemrograman sistem kendali *humanoid robot*. Perancangan ini bertujuan untuk menghasilkan gerakan *avoiding humanoid robot* yang cepat dan akurat berdasarkan dengan metode yang diambil pada penelitian ini yaitu *Fuzzy Logic* metode sugeno. Pada penelitian ini, program yang dirancang memiliki tujuan untuk dapat memberikan kemampuan bagi *humanoid robot* untuk dapat menghindari dari halang rintang yang ada di sebelah kanan,kiri dan di depannya. Pada dasarnya, rancangan algoritma yang akan digunakan pada *humanoid robot* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

C. *Pengujian sistem*

Pada tahap pengujian kali ini, seluruh sistem yang dibuat akan diuji dan di sinkronisasikan serta dilihat dimana bagian yang masih memiliki kekurangan. Pada tahap kali ini pengujian dilakukan dimulai dari *hardware* dan *software system* nya. Pengujian *hardware system* dilakukan untuk melihat fungsi mekanik yang sudah dirancang sedemikian rupa. Seperti pembacaan sensor, peletakan sensor , serta pengoptimalisasian seluruh komponen. Pada pengujian *software system* pemrograman yang sudah dilakukan dilihat apakah ada kekurangan dalam hal kestabilan, kecepatan, serta efektivitas dalam pergerakan halang rintang robot, dan juga untuk melihat keberhasilan dari program yang sudah dibuat.



Gambar 1. Flowchart Penelitian



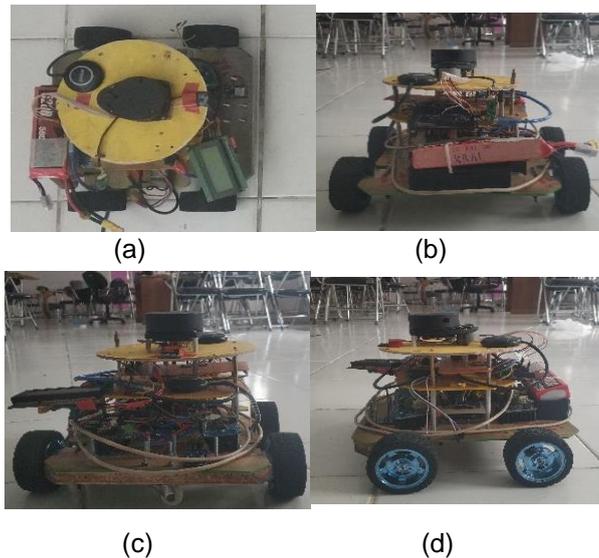
Gambar 2. Flowchart algoritma

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil percobaan penelitian tentang perancangan system *avoiding* halang rintang menggunakan sensor LIDAR dan algoritma *fuzzy logic* yang akan diaplikasikan pada prototype *Humanoid Robot*. Penelitian kali ini membawa pembahasan bagaimana cara mengakses sensor LIDAR A1, baik itu dalam kondisi sensor yang diam maupun kondisi sensor yang sedang digerakkan. Selain itu pembahasan pada bab ini juga meliputi pemakaian algoritma *fuzzy* dalam system *avoiding* dengan cara menentukan rules dari 3 inputan arah sensor.

A. Perancangan Alat

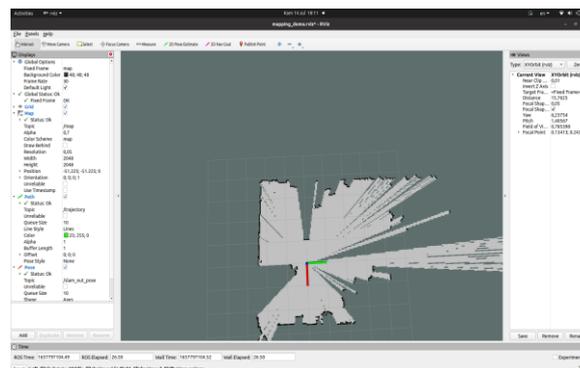
Dalam penelitian kali ini, system *fuzzy logic* diterapkan pada prototype humanoid robot yang memiliki 4 motor penggerak beserta roda dan driver, Arduino mega, LCD, baterai serta sensor LIDAR A1 yang berada diatas prototype tersebut seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Prototype robot humanoid* (a). Tampak Depan (b). Tampak Belakang (c). Tampak Atas (d).Tampak Samping

B. Pengujian Sensor LIDAR A1.

Sensor LIDAR A1 bekerja berdasarkan pantulan laser yang ada, selain itu kita juga bisa melihat salah satu fungsi lain dari sensor LIDAR A1 yaitu *mapping* seperti yang dapat dilihat pada gambar 4 yang merupakan hasil *mapping* dari gedung D fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.



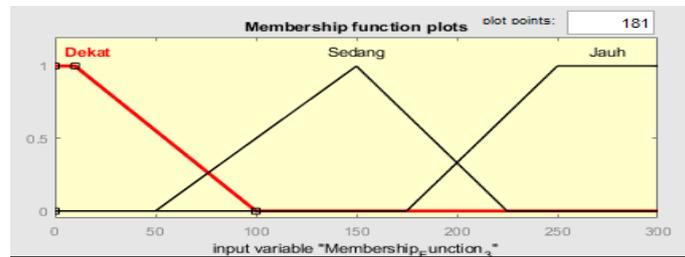
Gambar 4. Hasil Akses Sensor LIDAR A1.

C. Perancangan Sistem Kendali Fuzzy Logic.

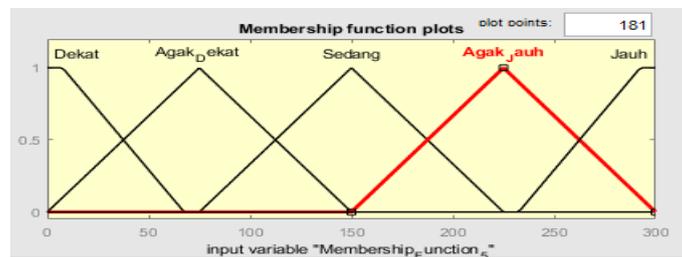
Tahapan pertama perancangan sistem kendali ini dilakukan dengan menggunakan tiga buah input, yaitu sisi depan, sisi samping kanan, serta sisi samping kiri sensor. Pada penelitian kali ini terdapat tiga buah kondisi yang diuji, yaitu kondisi input dengan 3 buah fungsi keanggotaan, kondisi input dengan 5 buah fungsi keanggotaan, serta kondisi input dengan 7 buah fungsi keanggotaan, fungsi keanggotaan dari set poin jarak akan dimasukkan ke dalam matlab dan dibuat grafik membership function yang dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7. Sebelum adanya grafik derajat keanggotaan dibutuhkan lah set point untuk menentukan angka-angka pada derajat keanggotaan. Set Point dibutuhkan oleh sensor LIDAR untuk menentukan dan membatasi serta mengatur jarak minimal dan maksimal untuk pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel 1, hal ini dilakukan agar pembacaan sensor bisa maksimal.

TABLE I. SET POINT

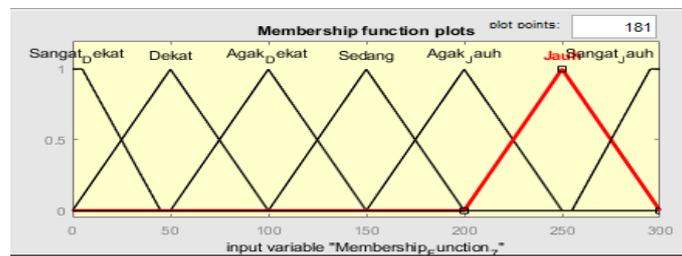
Jarak	3 Member	5 Member	7 Member
<i>Sangat Dekat</i>	-	-	10-45 cm
<i>Dekat</i>	10-100 cm	10-40 cm	40-65 cm
<i>Agak Dekat</i>	-	35-85 cm	60-85 cm
<i>Sedang</i>	100-175 cm	80-150 cm	80-150 cm
<i>Agak Jauh</i>	-	145-200 cm	145-200 cm
<i>jauh</i>	175-250 cm	200-250 cm	195-230 cm
<i>Sangat Jauh</i>	-	-	225-250 cm



Gambar 5. Derajat Keanggotaan 3 Member



Gambar 6. Derajat Keanggotaan 5 Member



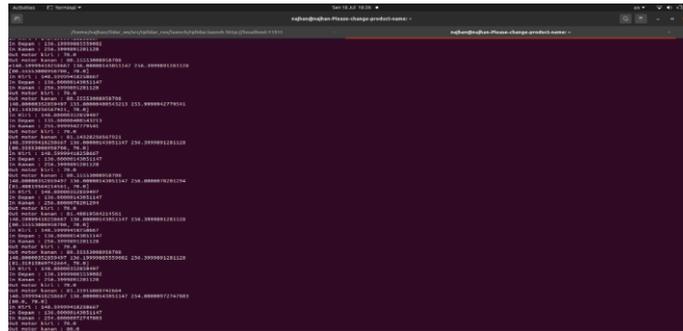
Gambar 7. Derajat Keanggotaan 7 Member

Tahapan kedua dalam pembuatan system *fuzzy logic* yaitu mengatur kecepatan motor, dalam mengatur kecepatan motor terdapat beberapa kategori yang diatur agar robot tidak bergerak melebihi pengaturannya, hal ini dibuat untuk menyesuaikan gerak masing masing motor pada robot yang berjumlah empat buah agar bisa tersinkronisasi dengan baik dan tidak terjadinya malfungsi gerak motor.

Tahap ketiga adalah fuzzifikasi, pada tahap ini, akan dilakukan proses perubahan input jarak ke dalam fungsi keanggotaan fuzzy. Adapun tampilan hasil fuzzifikasi pada software pemrograman Python dapat dilihat pada gambar 8.

TABLE II. KATEGORI PWM MOTOR

Kategori Kecepatan Motor		
Cepat	C	110
Agak cepat	AC	90
Sedang	S	70
Agak Lambat	AL	45
Lambat	L	10
Mundur	R	-50
Diam	D	0



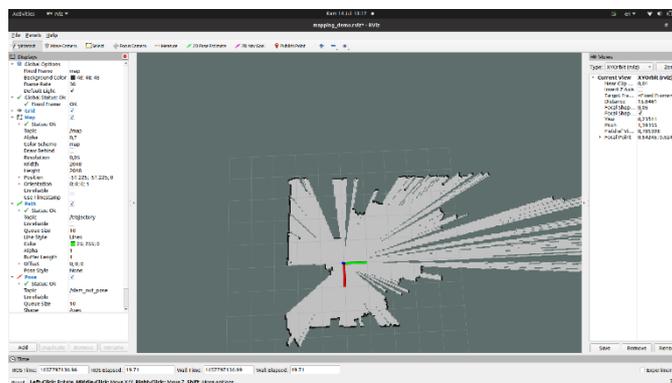
Gambar 8. Fuzzifikasi

Pada gambar 8 dapat dilihat hasil proses fuzzifikasi 7 member yang menunjukkan inputan jarak dari 3 titik dari sensor LIDAR A1 yaitu titik depan membaca 135, titik kiri membaca 148 dan titik kanan membaca 255. Dari gambar 9 didapatkan hasil fuzzifikasi untuk himpunan jarak depan adalah sedang, untuk himpunan jarak kiri adalah sedang, dan untuk himpunan jarak kanan adalah sangat jauh. Dan output yang didapatkan dari proses fuzzifikasi bernilai 70 untuk motor kiri dan 80 untuk motor kanan, yang artinya output pergerakan robot adalah berbelok ke arah serong kiri. Hasil yang didapat tersebut mengindikasikan bahwa proses fuzzifikasi telah berjalan dengan baik dan dapat dilanjutkan ke proses berikutnya.

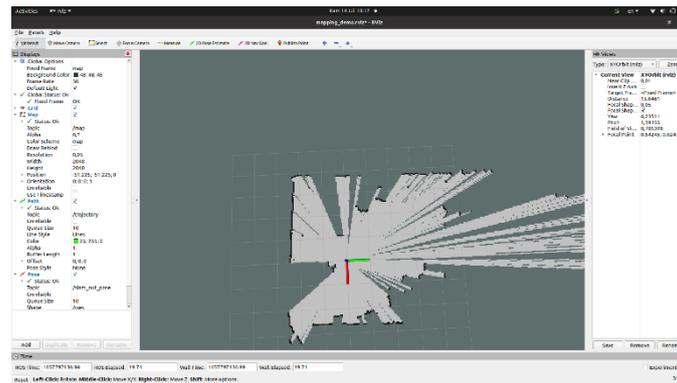
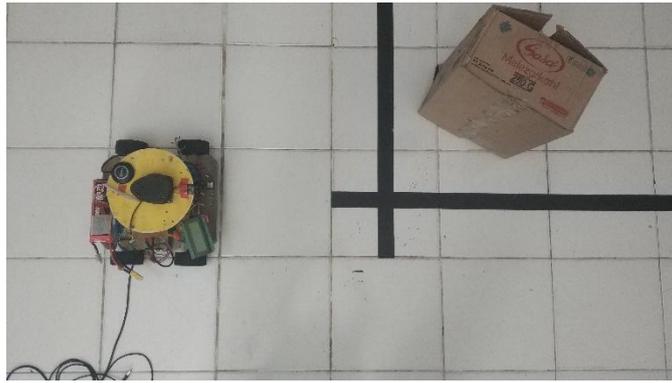
Tahap keempat yaitu proses penentuan Rules Fuzzy. Pada saat penggunaan sensor LIDAR di robot sudut pembacaan sensor dibatasi hanya 180 derajat saja, hal ini dilakukan agar saat penentuan rules atau aturan dalam pembacaan sensor bisa menjadi lebih mudah. Set point pada sensor LIDAR dapat digunakan untuk membatasi dan menjadi acuan dalam kecepatan gerak motor. Penentuan rules atau aturan dalam pembacaan sensor LIDAR dibagi menjadi 27 rules dengan 3 *membership function* atau 3 kategori set point, 125 rules dengan 5 *membership function* atau 5 kategori set point, serta 343 rules dengan 7 *membership function* atau 7 kategori set point.

D. Pengujian Sistem saat Menghindari Halangan

1) 1. Pengujian System Menghindari Rintang Di Kanan



2) Pengujian Sistem Menghindari Rintang Di Kiri



V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai sensor LIDAR A1 untuk pembuatan sistem *avoiding* halang rintang pada robot didapatkan bahwa LIDAR A1 merupakan sensor yang baik untuk mendeteksi suatu objek dan dapat digunakan untuk membuat suatu sistem *avoiding* halang rintang. Input sensor yang didapatkan dari pantulan *laser* terbukti stabil namun terdapat inputan "infinite" dimana inputan ini membaca jarak yang lebih jauh dibandingkan jarak maksimal yang bisa dibaca oleh sensor LIDAR A1, yaitu 12 m, dan juga inputan ini juga dapat muncul apabila jarak yang terbaca pada sensor lebih dekat dibandingkan jarak minimal sensor LIDAR A1 yaitu 5-7 cm.

Penelitian ini menggunakan algoritma *fuzzy logic* dengan 3 buah *membership function* yang berbeda, yaitu 3,5,dan 7 *membership function*. Pengujian yang dilakukan menunjukkan *membership function* 7 memiliki output yang lebih stabil dimana dari 3 kali percobaan tersebut member 7 tidak memiliki kesalahan dalam percobaannya atau berhasil 100% . Sedangkan 5 *membership function* dimana dari 3 kali percobaan terdapat 1 kali gagal atau dengan keberhasilan 96% untuk menghindari halang rintang pada percobaan kedua. Pengujian dengan menggunakan 3 *membership function* mendapatkan hasil yang kurang maksimal, dimana terdapat 3 kali robot gagal menghindari rintangan di depan, dan 2 kali robot gagal menghindari rintangan di kiri. Hal ini disebabkan oleh proses sistem *avoiding* di mini pc yang belum maksimal dan 3 *membership* tidak cukup baik digunakan untuk menghindari rintangan. Adapun saran untuk pengembangan penelitian ini yaitu disarankan untuk penggunaan sensor LIDAR yang lebih baik lagi, seperti sensor LIDAR A2, A3 atau sensor yang lebih baik lagi yang tersedia nantinya, penggunaan mini pc yang lebih mumpuni juga berpengaruh agar bisa mempercepat proses input dari sensor ke motor penggerak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. Djeli and A. S. Aprian, "Rancang Bangun Robot Mekanik dan Robot Otomatis," vol. 5, no. 1, pp. 25–29, 2013.
- [2] M. Rasyid, Firdaus, and Derisma, "Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *jsiskom J. Sist. Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 106–111, 2016.
- [3] O. Supriadi, "Perancangan Robot Avoider Berbasis Arduino Uno Menggunakan Tiga Sensor Ultrasonik," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 1, no. 2, pp. 0–11, 2018, doi: 10.32493/epic.v1i2.1529.
- [4] Ikhsan, "Implementasi Robot Avoider Dalam Robot Lien Follower Berbasis Robot Edukasi ATmEGA32 Ikhsan1, vol 9, no.3, pp. 59-71, 2016.
- [5] A. Ripai and A. Wibowo, "Obstacle Avoider Prototype Robot Using After Market Component," *Swabumi*, vol. IV, no. 2, pp. 129–140, 2016.
- [6] I. Sunandar and D. Syarifudin, "LIDAR A1 : Penginderaan Jauh Sensor Aktif Dan Aplikasinya Di Bidang Kehutanan," *J. Planol. Unpas*, vol. 1, no. 2, p. 145, 2014, doi: 10.23969/planologi.v1i2.736.

- 64 Hera Hikmarika¹ et al., Perancangan Sistem *Avoidance* Halang Rintang *Humanoid Robot* Menggunakan Sensor Lidar Berbasis *Fuzzy Logic*
- [7] S. Prayoga, A. Budianto, and A. B. Kusuma Atmaja, "Sistem Pemetaan Ruangan 2D Menggunakan LIDAR A1," *J. Integr.*, vol. 9, no. 1, p. 73, 2017, doi: 10.30871/ji.v9i1.273.
- [8] M. Fikri and M. Rivai, "Sistem Penghindar Halangan Dengan Metode LIDAR A1 Pada Unmanned Surface Vehicle," vol. 8, no. 2, pp. 127–132, 2019.
- [9] I. W. K. E. Putra, "Sistem Kerja Sensor Laser pada LIDAR A1," *J. Media Komun. Geogr.*, vol. 17, no. 1, pp. 59–70, 2016.
- [10] S. L. Sityo, "Penerapan Fuzzy Inference Sistem Sugeno untuk Penentuan Jumlah Pembelian Obat," *J. Infor Univ. Pamulang*, vol. 3, no. 2, p. 104, 2018.