

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA ROBOT BERODA PENGHINDAR HALANGAN BERBASIS ARDUINO UNO R3

Zulkifli ¹⁾, Bomo Wibowo Sanjaya ²⁾, Hendro Priyatman ³⁾
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
e-mail: zulkifli.teknik@student.untan.ac.id ¹⁾, bomowibowo@yahoo.com ²⁾,
priyatmanhendro@rocketmail.com ³⁾

ABSTRAK

Teknologi dalam bidang robot mengalami perkembangan yang cukup pesat, hal ini dibuktikan dengan banyaknya penelitian dan pengembangan robot diberbagai bidang, robot juga sudah digunakan di rumah dan dibidang perindustrian. Untuk meningkatkan kinerja robot maka di buat program kecerdasan yang ditanamkan pada robot. Robot penghindar halangan yang di buat ini diprogram dengan mengadaptasi kecerdasan buatan logika fuzzy. Logika fuzzy pada robot penghindar halangan ini digunakan untuk mengendalikan kecepatan robot berdasarkan jarak halangan dan sudut yang terbaca oleh sensor. Kaidah yang dibuat pada logika fuzzy berdasarkan jarak halangan dan sudut servo saat melakukan *scan* area. Robot beroda penghindar halangan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai otak untuk pengendali robot, yang memiliki spesifikasi memory 32 KB dan SRAM 2 KB, program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman C/C++. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa robot penghindar halangan menggunakan logika fuzzy ini bisa bekerja cukup baik.

Kata kunci: Robot penghindar halangan, mikrokontroler Arduino Uno R3, logika fuzzy.

1. Latar Belakang

Robot pada awal mulanya berasal dari kata dalam Bahasa *Czech*, yakni *robota*, yang mempunyai arti pekerja. Mulai menjadi populer ketika seorang penulis berbangsa *Czech* (ceko), Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul *RUR (Rossum's Universal Robot)*. Definisi awal dari robot dikatakan sebagai segala peralatan otomatis yang dibuat untuk menggantikan fungsi yang selama ini dilakukan oleh manusia. Namun dalam perkembangan selanjutnya, robot diartikan sebagai manipulator multi fungsional yang dapat diprogram, yang dengan pemrograman itu ditujukan untuk melakukan tugas tertentu (Pitawarno, 2006:1).

Teknologi dalam bidang robot mengalami perkembangan yang cukup pesat dan menarik perhatian banyak orang. hal ini dibuktikan dengan banyaknya penelitian dan pengembangan robot diberbagai bidang, robot juga sudah digunakan di rumah dan dibidang perindustrian

Robot beroda penghindar halangan bukan lagi hal yang baru juga, sudah banyak dikembangkan oleh banyak orang, tetapi masih sedikit orang yang menerapkan kecerdasan buatan pada robot satu ini, disebabkan karena masih sedikit referensi yang membahas penerapan logika fuzzy pada robot beroda penghindar halangan. Robot beroda penghindar halangan ini menggunakan metode logika fuzzy, metode ini digunakan untuk mempresentasikan nilai-nilai *crisp* kemudian di ubah ke dalam bahasa yang mudah dimengerti oleh manusia, fungsi logika fuzzy pada robot yang dibuat ini sebagai pengambil keputusan untuk menentukan kecepatan motor berdasarkan jarak halangan pada robot.

Harapan pada penelitian ini robot dapat mengatur kecepatan menggunakan fuzzy dan dapat melakukan penelusuran suatu ruangan. Setelah melakukan penelitian hal yang jadi masalah adalah robot tidak dapat melakukan penelusuran ruangan hal ini disebabkan tidak ada sensor pada bagian samping dan belakang robot, sehingga pada

saat bagian samping dan belakang robot terhalang maka robot tidak bisa bergerak.

2. Robot Beroda Dan Komponen Pendukungnya

2.1 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*Integrated Circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk *PWM*), 6 analog input, *resonator* kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontrol agar mudah terhubung dengan kabel *Power USB* atau kabel *Power supply* adaptor AC ke DC atau juga *battery* (Suhendri, 2015).

Arduino Uno R3 berbeda dari semua *board* mikrokontrol generasi pertama yang tidak menggunakan *chip* khusus *driver* USB-to-serial. Sebagai penggantinya penerapan USB-to-serial adalah ATmega16U2 versi R2 (Suhendri, 2015).

Keunggulan Arduino Uno R3 ini adalah sebagai berikut:

1. Pin Out ditambahkan pin SDA dan SCL di dekat pin AREF dan dua pin lainnya diletakkan dekat tombol RESET, fungsi IOREF melindungi kelebihan tegangan pada papan rangkaian. Keunggulan perlindungan ini akan kompatibel juga dengan dua jenis *board* yang menggunakan jenis AVR yang beroperasi pada tegangan kerja 5V dan 3.3V.
2. Rangkaian RESET yang lebih mantap
3. Penerapan ATmega 16U2 pengganti 8U2



Gambar 2.1 Arduino Uno R3

2.2. Arduino IDE

Tugas dari **Arduino Software** atau Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah menghasilkan sebuah *file* berformat *hex* yang akan diupload ke papan arduino atau papan sistem mikrokontroler lainnya. Ini mirip dengan Microsoft Visual Studio, Eclipse IDE, atau Netbeans. Lebih mirip lagi adalah IDE

semacam Code Blocks, CodeLite atau yang mempermudah untuk menghasilkan *file* program. Bedanya kesemua IDE tersebut menghasilkan program dari kode bahasa C (dengan GNU GCC) sedangkan **Arduino Software (Arduino IDE)** menghasilkan *file hex* dari baris kode yang dinamakan *sketch*.

2.3. Fuzzy Logic

Logika fuzzy (*Fuzzy Logic*) menurut profesor Zadeh adalah pendekatan menggunakan bentuk matematika untuk melihat bagaimana ketidakjelasan kemudian dinyatakan dalam bahasa manusia (Pandjaitan, 2007). Teori himpunan fuzzy dikembangkan oleh Prof.Dr.lotfi Zadeh pada tahun 1960. Zadeh berteori bahwa logika benar atau salah dari logika *Boolean* tidak dapat menyelesaikan masalah dalam *gradasi* pada permasalahan di dunia nyata. Untuk mengatasi hal tersebut Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Dibandingkan dengan logika *Boolean*, logika fuzzy mempunyai nilai logika yang kontinyu. Fuzzy dapat dinyatakan dalam derajat keanggotaan dari kebenaran, oleh sebab itu nilai fuzzy dapat dinyatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

Sistem *inferensi* fuzzy yang digunakan pengendali pada robot beroda ini adalah metode Mamdani, karena program pada sistem ini dibuat menggunakan bantuan *library* yang telah disediakan dari perusahaan Arduino sehingga untuk membuat program robot ini sebagian mengadaptasi dari *example* dan *library*.

2.4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor memegang peranan penting dalam sistem pengukur jarak yang dirancang. Sensor yang digunakan untuk pengukuran jarak di antaranya adalah sensor ultrasonik, sensor inframerah dan sinar laser. Sensor inframerah dan sinar laser menggunakan cahaya sebagai media penjalarnya, sedangkan sensor ultrasonik menggunakan gelombang akustik sebagai media perantara. Sensor ultrasonik banyak digunakan dalam perancangan sistem pengukur jarak karena sensor ultrasonik tidak terpengaruh terhadap warna objek pemantul, kelunakan objek pemantul, dan aman dari gangguan atau *noise* gelombang-gelombang lain.

Pada penelitian ini yang akan digunakan sensor ultrasonik tipe HC-SR04. Sensor ini adalah sebuah modul yang berfungsi untuk mengukur suatu jarak benda dengan memanfaatkan sinyal ultrasonik. Sensor HC-SR04 memiliki performa yang stabil, akurasi yang tinggi, dan harganya cukup terjangkau oleh sebab itu penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai alat bantu robot untuk mengukur jarak halangan.

2.5. Shield L293D Pengendali Motor

Shield L293D merupakan driver motor yang bisa digunakan untuk mengoperasikan motor DC dengan range tegangan dan arus yang tinggi dan dapat mengendalikan 4 buah motor DC. Driver ini dapat memberikan tegangan DC maksimal 36 volt dan arus maksimal 600 mA pada tiap-tiap pin *output* driver untuk motor. Chip ini dikenal juga sebagai tipe H-Bridge. H-Bridge ini merupakan sebuah sirkuit elektronik yang dapat mengaktifkan teagangan untuk membuat berjalan pada masing-masing arah.

2.6. Motor Servo SG90

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup (*close loop*) di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo merupakan salah satu jenis motor DC. Berbeda dengan motor stepper, motor servo beroperasi secara *close loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan. Motor servo banyak digunakan pada mobil, pesawat, helikopter, dan kapal, serta sebagai aktuator robot maupun penggerak pada kamera. Pada penelitian ini robot menggunakan motor servo SG90 dikarenakan permorma yang tinggi, akurasi yang baik, dan cukup stabil digunakan pada robot beroda ini.

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah:

- Tidak bergetar dan tidak beresonansi saat beroperasi.

- Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
- Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Kelemahan Motor Servo

Kelemahan dari penggunaan motor servo adalah:

- Memerlukan pengaturan yang tepat untuk menstabilkan sistem loop tertutup (*close loop*).
- Motor menjadi tidak terkendali jika *encoder* tidak memberikan umpan balik.
- Beban berlebih dalam waktu yang lama dapat merusak motor.

2.7. Motor DC Gear Box

Motor DC merupakan motor yang dapat berputar 2 arah secara bergantian dengan tegangan DC sebagai *inputnya*. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan kawat disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul GGL (Gerak Gaya Listrik) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik *phase* tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan *komutator*.

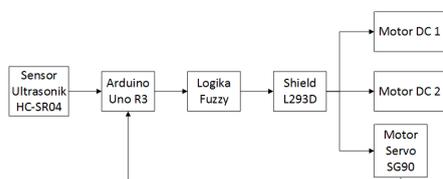
Pada penelitian ini motor DC yang akan digunakan Motor DC *Gear Box*. Motor ini cocok untuk robot beroda pada kasus dikarenakan kecepatan yang stabil dan memiliki kemampuan berhenti yang tinggi saat ada perintah *LOW* cocok saat pengereman.

3. Perancangan Fuzzy Dan Robot Beroda Penghindar Halangan Berbasis Arduino Uno R3

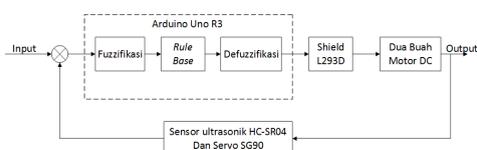
3.1. Perancangan Alat

Pada penelitian ini yang dilakukan adalah membuat robot beroda penghindar halangan dengan mengimplementasikan kecerdasan buatan yaitu Logika Fuzzy, dan

sistem ini memiliki kendali *close loop*. Sistem *close loop* berarti *output* dari sistem ini mempengaruhi *input* sistem. Diharapkan perkembangan robot semakin maju, tidak hanya robot beroda saja tetapi lebih berharap robot *humanoid* yang menerapkan kecerdasan seperti manusia. Kemudian robot ini akan dilengkapi dengan mikrokontroler terbaru yang handal dan fleksibelitas yaitu Arduino Uno R3. Kehandalan Arduino Uno R3 sudah teruji karena telah banyak dikembangkan oleh mahasiswa di berbagai penelitian. Untuk diagram blok sistem robot beroda ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram Skematik Perancangan Robot

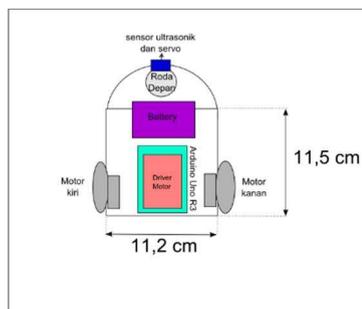


Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Kendali Robot

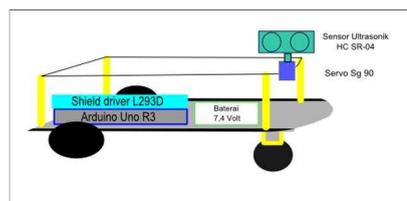
Robot ini dirancang sebagai media pembelajaran bagaimana menerapkan kecerdasan buatan pada bangun rancang sebuah robot beroda. Robot cerdas ini melakukan proses pengendalian kecepatan berdasarkan halangan yang telah di *scan* oleh robot ini, pengendalian kecepatan robot menggunakan logika fuzzy. Arena di *scan* oleh robot menggunakan sensor ultrasonik, kemudian diputar oleh servo dari sudut 18 derajat hingga 144 derajat secara perlahan agar setiap sudut diperoleh jarak halangannya. Data diterima oleh Arduino dari sensor dan servo, kemudian diproses menggunakan metode logika fuzzy untuk mendapatkan nilai *Defuzzifikasi*, nilai tersebut dideklarasikan ke dalam perintah PWM (*Pulse Width Modulation*) dalam bentuk data analog, untuk dijadikan sebagai perintah pengatur kecepatan robot dalam merespon jarak halangan di arena.

3.2. Perancangan Model Robot

Perancangan bentuk dan tata letak alat adalah hal pertama kali dilakukan sebelum melakukan perancangan lainnya seperti perancangan rangkaian elektronika dan *software*. Robot akan dirancang seperti Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 sebagai berikut.



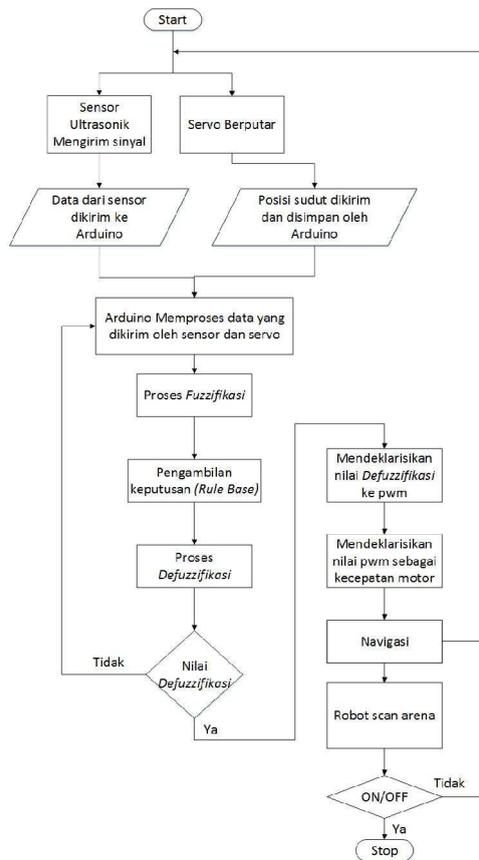
Gambar 3.3 Bentuk Robot Tampak Dari Atas



Gambar 3.4 Bentuk Robot Dari Samping

3.3. Perancangan Software Navigasi Robot

Perancangan *software* menjelaskan bagaimana sistem kerja dari robot beroda ini yang mengimplemetasikan fuzzy logic berbasis Arduino Uno R3. Berikut ini adalah diagram alir yang menjelaskan proses kerja dari sistem robot beroda menggunakan logika fuzzy.



Gambar 3.5 Diagram Alir Cara Kerja Robot Menggunakan Logika Fuzzy

4. Pengujian dan Analisis Sistem

4.1. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian ini dilakukan untuk melihat respon tegangan *input* sensor terhadap jarak halangan yang terbaca oleh sensor Ultrasonik HC-SR04 pada robot. Nilai yang terbaca oleh sensor tersebut diubah ke dalam nilai tegangan pulsa yaitu mengikuti pulsa jarak halangan, alat yang digunakan adalah Multimeter Digital.

Pada pengujian ini yang diuji adalah nilai dari tegangan *input* sensor, nilai yang tampil pada multimeter 5,03 Volt \approx 5 volt, sehingga jika dibandingkan dengan *datasheet* sensor ini yaitu tegangan input 5 volt, maka memiliki error 0,59 %.

$$\begin{aligned} \%error &= \frac{\text{nilai terbaca} - \text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai terbaca}} \times 100 \\ &= \frac{5,03 - 5}{5,03} \times 100 = 0,59\% \end{aligned}$$

4.1. Pengujian Motor Servo SG90

Pengujian ini dilakukan juga untuk melihat *input* tegangan pada motor servo. Agar mengetahui kestabilan tegangan pada motor servo sebab jika tegangan kurang atau lebih dari 4,8 Volt - 5 Volt, kinerja motor servo menjadi kurang baik bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada motor servo ini.

Pada pengujian ini yang diuji adalah nilai dari tegangan *input* servo, nilai yang tampil pada multimeter 5,01 volt \approx 5 volt. sehingga jika dibandingkan dengan *datasheet* sensor ini yaitu tegangan input 5 volt, maka memiliki error 0,19 %.

$$\begin{aligned} \%error &= \frac{\text{nilai terbaca} - \text{nilai sebenarnya}}{\text{nilai terbaca}} \times 100 \\ &= \frac{5,01 - 5}{5,01} \times 100 = 0,19\% \end{aligned}$$

4.2. Pengujian Sumber Tegangan

Pengujian ini sangat penting karena kita harus mengetahui nilai tegangan sebagai sumber tenaga untuk kinerja sistem ini. Apakah sesuai standar untuk kinerja dari mikrokontroler, driver motor DC dan lainnya, atukah masih belum memenuhi standar untuk kinerja dari peralatan untuk sistem ini. Setelah mendapat nilai arus dan tegangan dari masing-masing komponen robot kemudian mencari daya yang digunakan oleh robot saat beroperasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = I \cdot V \quad (4.1)$$

dengan:

P = Daya (Watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Hasil pengujian menggunakan Multimeter Digital dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran

No	Kondisi	Arus (mA)	Tegangan Sumber (V)	Daya (mW)
1	Standby	430	8	3.440
2	Servo beroperasi	12,25	5	61,25
3	Sensor ultrasonik beroperasi	3,4	5	17

Untuk menghitung *error* dari sistem ini dapat dilakukan dengan cara *output* dibagi *input*. Diketahui input 8 volt dan *output* 4,46 volt/motor (kondisi sistem menggunakan logika fuzzy), nilai *output* 5,4 volt/motor (kondisi sistem tidak menggunakan logika fuzzy) berikut penyelesaiannya.

$$error(fuzzy) = \frac{output}{input} = \frac{4,05 \text{ volt}}{8 \text{ volt}} = 0,5$$

$$error(\text{tanpa fuzzy}) = \frac{output}{input} = \frac{5,4 \text{ volt}}{8 \text{ volt}} = 0,67$$

Dilihat dari *error* sistem ini memiliki nilai 0,5 dan 0,67. Tegangan operasi motor DC 3 volt sampai 6 volt, sehingga tegangan yang digunakan oleh robot masih dalam toleransi spesifikasi motor DC yang digunakan.

Kinerja robot ini sudah cukup baik, dengan mengurangi terjadinya tabrakan pada halangan dengan cara memberikan perintah mundur kemudian perintah stop jika ada halangan ≤ 20 cm. Gangguan yang diberikan pada percobaan robot ini ialah berupa kubus dan tabung yang diletakkan secara strategis. Tetapi respon dalam memproses Logika Fuzzy kurang baik, hal ini dikarenakan penelitian ini memiliki batasan masalah dimana respon robot pada semua kondisi tidak menjadi pembahasan dalam penelitian ini.

4.3. Pengujian Output Driver Shield L293D

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* motor DC pada kondisi pelan, normal, dan cepat. Hal ini agar dapat mengetahui berapa tegangan yang digunakan oleh robot ini pada kondisi pelan, normal, dan cepat, serta dapat mengukur berapa lama waktu yang bisa dapat digunakan agar robot bekerja dengan optimal. Berikut adalah gambar dan tabel

output Defuzzifikasi dari driver untuk motor DC. Kecepatan motor DC diperoleh dengan rumus perbandingan sebagai berikut.

$$\frac{V_1}{rpm_1} = \frac{V_2}{rpm_2} \quad (4.2)$$

dari persamaan 4.2 diketahui $V_1=6$ volt, dan $rpm_1=200$ (*datasheet* motor *gearbox*), maka dengan mengetahui V_2 (tegangan output motor DC) diperoleh nilai rpm_2 dengan membandingkan nilai sesuai persamaan 4.2.

Table 4.2 Data pengukuran *output Defuzzifikasi* Driver Untuk Motor DC

No	Variabel Fuzzy	Tegangan (Volt)	Kecepatan Motor DC (rpm)	PWM (0%-59% duty cycle atau 0-150)
1	Pelan	2,39	80	95
2	Normal	3,28	109	123
3	Cepat	4,05	135	144

4.4. Analisa Software Program Bahasa C/C++ Mikrokontroler Arduino Uno R3

Mikrokontroler Arduino Uno R3 merupakan otak dari pengendali keseluruhan sistem kendali robot beroda dalam proyek tugas akhir ini. Dengan *library* yang *open source* sangat memudahkan *programmer* dalam membuat coding untuk membangun sebuah sistem. Berikut ini merupakan pembahasan dari *listing* program bahasa C/C++ untuk sistem kendali robot beroda dalam tugas akhir ini:

- Listing* program bahasa C/C++ untuk kode *library* yang digunakan


```
#include <Fuzzy.h>//library untuk
menyatukan input, output, dan rule
#include <FuzzyComposition.h>//library
fuzzy membuat variabel array
#include <FuzzyInput.h>//library fuzzy
membuat varibel input
#include <FuzzyIO.h>//library fuzzy
mengatur varibel input dan output
#include <FuzzyOutput.h>//library fuzzy
memfloat variabel input
#include <FuzzyRule.h>//library fuzzy
membuat rule
#include <FuzzyRuleAntecedent.h>//library
fuzzy menambahkan variabel input pada if
#include <FuzzyRuleConsequent.h>//library
fuzzy menambahkan kondisi akibat dari if
```

```
#include <FuzzySet.h> //library fuzzy
memfloat 4 titik untuk himpunan fuzzy
#include <NewPing.h> //library untuk sensor
ultrasonik
#include <Servo.h> // library untuk servo
#include <AFMotor.h> // library untuk
driver Shield L293D
```

Pada penulisan tugas akhir ini perlengkapan robot seperti servo, sensor ultrasonik, dan *driver Shield L293D* membutuhkan *library* agar lebih mudah memprogramnya, selain itu dapat melihat contoh program yang telah dibawa oleh *library* yang ditambahkan pada Arduino, agar dapat mengadaptasi program dari *library* ke sistem yang akan dibuat.

4.5. Pengujian Perbandingan Robot Pada Arena

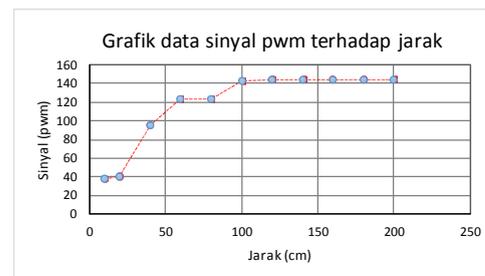
Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah program yang dibuat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan melihat respon robot di arena yang diberi beberapa halangan berupa kubus dan tabung, kemudian dihitung menggunakan *stopwatch* berapa lama waktu yang dibutuhkan robot bekerja dari titik awal hingga titik akhir mencapai finish. Berikut adalah tabel hasil pengujian robot di arena.

Tabel 4.3 Data Uji Coba Robot di Arena

Percobaan ke-	Robot Menggunakan Logika Fuzzy		Robot Tanpa Menggunakan Logika Fuzzy	
	Waktu mencapai finish (detik)	Tabrakan pada halangan	Waktu mencapai finish (detik)	Tabrakan pada halangan
1	151	5	93	3
2	50	4	94	1
3	199	6	36	0
4	190	3	203	2
5	137	3	45	0
6	199	5	184	1
7	66	1	38	0
8	66	2	57	1
9	179	2	122	2
10	45	2	68	0
Rata-rata	128	3	94	1

Berdasarkan hasil pengujian robot ini didapatkan waktu rata-rata mencapai Finish dan jumlah rata-rata tabrakan. Dapat dilihat bahwa robot yang menggunakan logika fuzzy lebih lama 34 detik dibandingkan robot tanpa

menggunakan logika fuzzy hal ini disebabkan robot yang menggunakan logika fuzzy pada saat *start* membutuhkan waktu rata-rata 19 detik untuk melakukan *scan* area dan menstabilkan sistem. Perubahan kecepatan yang tiba-tiba dan sudut yang tidak terkena *scan* dapat menyebabkan terjadi benturan Karena robot beradaptasi terhadap arena.



Gambar 4.1 Sinyal PWM(100% duty cycle=255) Keluaran Terhadap Jarak pada Matlab

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kecepatan mengalami kenaikan dari 0 cm hingga 100 cm, kondisi kecepatan sama saat jarak 120 cm - 200 cm, dan kecepatan diatur tidak lebih dari nilai 59% duty cycle atau sama dengan 150 sinyal analog, hal ini dikarenakan untuk meminimalisir tabrakan akibat robot yang terlalu cepat dalam beroperasi.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan, maka ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pengendali robot beroda penghindar halangan berbasis logika fuzzy dapat bekerja dengan baik.
2. Komunikasi sensor ultrasonik, servo, dan *driver shield L293D* dapat bekerja dengan baik tanpa ada tabrakan instruksi.
3. Robot dapat bekerja dengan optimal menggunakan satu buah sensor ultrasonik.
4. Logika fuzzy pada robot beroda penghindar halangan digunakan untuk kendali otomatis kecepatan motor.
5. Biaya pembuatan robot dapat dihemat karena jumlah sensor yang digunakan relatif sedikit.

6. Benturan terjadi karena sudut halangan tidak terbaca oleh sensor ultrasonik saat motor servo berputar.

5.2. Saran

Saran untuk pengembangan robot beroda penghindar halangan berbasis Arduino Uno R3 dengan implementasi logika fuzzy adalah:

1. Agar robot dapat memantau daerah atau sudut yang sulit dideteksi oleh sensor, maka dapat ditambahkan sensor ultrasonik pada samping robot.
2. Diperlukan komponen tambahan untuk mengendalikan robot agar tidak kembali ke area sebelumnya seperti sensor kompas HMC5883L.
3. Untuk memperbaiki respon saat start dan respon kecepatan yang berubah-ubah maka Perlu ditambahkan pengendali PID (*Proportional Integral Derivative*).

6. Daftar Pustaka

- Pitawarno, Endra. 2006, Robotika : Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. Yogyakarta: PT Andi Offset.
- Banzi Massimo. 2009, Getting Started with Arduino, First Edition. Published by Make:Books, an imprint of Maker Media, a division of O'reilly Media, Inc.
- David Warren, J; Adams, J; Molle, H. 2011. Arduino Robotics. United States of Amerika: Paul Manning.
- Monk, Simon. 2010. 30 Arduino Projects for the Evil Genius. United States of Amerika: Paul Manning
- Bernardinus Krisna .A. 2015. Robot Berkaki Empat Pendeteksi Cahaya Dan Penghindar Halangan Menggunakan Metode Kontrol Fuzzy, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Setiawan ,Iwan. 2013. Perancangan Robot Mobil Penghindar Halangan Koridor Menggunakan Kendali Logika Fuzzy, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- James. 2013, Juni. Your First Arduino Robot. <http://www.instructables.com/id/James-Your-first-Arduino-Robot/>. Akses 1 Februari 2016, 14.44 WIB.
- TonnyCanning. 2013, Juni. Arduino wall avoiding robot. <http://www.instructables.com/id/Arduino-wall-avoiding-robot-FabLab-NerveCentre/?ALLSTEPS#>. Akses 29 Februari 2016, 10.15 WIB
- Naba, Agus. 2009. Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab. Yogyakarta: Andi.
- Pandjaitan, Lanny W. 2007. Dasar-Dasar Kamputasi Cerdas. Yogyakarta: Andi.
- Rozie, Fachrul. 2016. Rancang Bangun Alat Monitoring Jumlah Denyut Nadi/Jantung Berbasis Android. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Sonoku. 2015, Juni. Kendali Motor Pada Prototype Overhead Crane Dengan Fuzzy Logic Controller (FLC). <http://sonoku.com/kendali-motor-pada-prototype-overhead-crane-menggunakan-metode-fuzzy-logic-controller/>. Akses 24 Juli 2016, 16.53 WIB.
- Sonoku. 2015, Juni. Implementasi Fuzzy Logic Controller Untuk Kontrol Kecepatan Motor DC Pada Prototype Kipas Angin. <http://sonoku.com/implementasi-fuzzy-logic-controller-untuk-kontrol-kecepatan-motor-dc-pada-prototype-kipas-angin/>. Akses 26 Juni 2016, 15.48 WIB.
- Irawan, Jhonny. 2013. Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Pengendali Penerangan Ruang Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. <http://joniirawan93.blogspot.co.id/2013/04/contoh-logika-fuzzy.html>. Akses 3 Mei 2015, 13.22 WIB.
- Suhendri. 2015. Arduino Uno. <http://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.co.id/2013/03/arduino-uno.html>. Akses 22 November 2015, 08.40 WIB.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124 Telepon (0561) 740186 Kotak Pos 1049

Website: <http://www.untan.ac.id>

Website: <http://ft.untan.web.id>

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN JURNAL

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan jurnal yang berjudul **Implementasi Logika Fuzzy Pada Robot Beroda Penghingar Halangan Berbasis Arduino Uno R3** yang ditulis oleh Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Zulkifli
NIM : D01112015
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Kendali

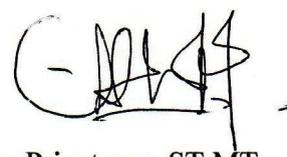
Demikian ini menerangkan bahwa Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan jurnalnya.

Pontianak, 9 Januari 2017

Pembimbing Utama


Dr. Bomo Wibowo Sanjaya ST, MT.
NIP. 19740401 199903 1 003

Pembimbing Pendamping


Hendro Priyatman, ST, MT.
NIP. 19680601 199503 1 003