

## TRANSPORTASI DAN NAVIGASI WISATA DENGAN KENDALI ROBOT FUZZY

Naili Suri Intizhami<sup>1</sup>, Faisal<sup>2</sup>\*, Faisal Akib<sup>3</sup>

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar<sup>1, 2, 3</sup>  
[naili@gmail.com](mailto:naili@gmail.com)<sup>1</sup>, [faisa@uin-alauddin.ac.id](mailto:faisa@uin-alauddin.ac.id)<sup>2\*</sup>, [faisal.akib@uin-alauddin.ac.id](mailto:faisal.akib@uin-alauddin.ac.id)<sup>3</sup>

### Abstrak

Robot transportasi otomatis adalah salah satu mobile robot yang dirancang untuk dapat membawa pengunjung berkeliling mengitari area kebun binatang. Robot ini menggunakan Arduino Nano sebagai sistem kendali robot, menggunakan motor DC sebagai motor penggerak roda dan juga dilengkapi sensor jarak (ping) yang akan membaca jika ada halangan di depan robot, karena kebun binatangnya memiliki konsep untuk membebaskan para binatangnya berkeliaran, sehingga ketika seekor binatang berada di atas lintasan, robot ini dapat mengetahui dan segera berhenti agar tidak terjadi tabrakan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif yang dilakukan adalah metode penelitian eksperimental. Dengan melakukan eksperimen terhadap variabel-variabel kontrol (input) untuk menganalisis output yang dihasilkan. Hasil penelitian ini adalah sebuah robot transportasi otomatis dengan 8 sensor photodiode sebagai pengikut garis dengan mengimplementasikan logika fuzzy sebagai sistem kendalinya.

**Kata kunci:** Robot Transportasi Otomatis, Ping, Arduino Nano

### Abstract

**[TRANSPORTATION AND TOURISM NAVIGATION WITH FUZZY ROBOT CONTROL]** The automatic transportation robot is one of the mobile robots designed to be able to take visitors around the zoo area. This robot uses the Arduino Nano as a robot control system, uses a DC motor as a wheel drive motor and is also equipped with a proximity sensor (ping) which will read if there are obstacles in front of the robot, because the zoo has the concept of freeing the animals from roaming around, so that when an animal is on the track, this robot can find out and immediately stop so there is no collision. The research method used is quantitative research. The quantitative research conducted is an experimental research method. By conducting experiments on control variables (input) to analyze the resulting output. The result of this research is an automatic transportation robot with 8 photodiode sensors as line followers by implementing fuzzy logic as the control system.

**Keywords:** author guidelines, AGENTS journal, article template (10pt Normal Italic)

### 1. PENDAHULUAN

Teknologi adalah cara untuk mendapatkan sesuatu dengan kualitas lebih baik (lebih mudah, lebih murah, lebih cepat dan lebih menyenangkan). Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah teknologi dibidang robot. Robot dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia yang bersifat terus-menerus dan cenderung membosankan.

Teknologi robot saat ini terus dikembangkan dalam berbagai bidang seperti pendidikan, transportasi, olahraga, dan bidang-bidang lainnya. Berbagai riset

dan penelitian tentang teknologi robot terus dilakukan oleh berbagai perguruan tinggi di dunia termasuk juga di Indonesia. Beberapa contoh pengembangan robot diantaranya prototype robot pemadam api, robot cerdas humanoid, robot soccer, dan masih banyak lagi pengembangan robot lainnya. Robot sudah banyak diciptakan untuk membantu manusia disegala bidang aplikasi. Hampir disemua kalangan membutuhkan robot untuk menunjang aktifitasnya. Robot terbagi ke beberapa jenis, salah satunya adalah robot mobile (bergerak).

Salah satu bidang pengembangan robot adalah di bidang transportasi, khususnya transportasi darat. Seperti diketahui transportasi darat dapat dikategorikan sebagai transportasi untuk kebutuhan masyarakat umum dan kebutuhan khusus.

Transportasi untuk kebutuhan umum seperti kendaraan-kendaraan yang sering digunakan di jalan-jalan raya, sementara transportasi kebutuhan khusus/tertentu adalah kendaraan-kendaraan yang digunakan di lokasi-lokasi tertentu seperti lapangan golf, bandara, area tambang, tempat wisata, kebun binatang, dan tempat-tempat khusus lainnya. Salah satu contoh transportasi khusus adalah transportasi wisata di kebun binatang. Beberapa kebun binatang yang ada di Indonesia memiliki lahan luas yang tentu saja tidak dapat dijangkau semuanya jika hanya dengan berjalan kaki. Sehingga pengelola merasa perlu menyiapkan transportasi wisata bagi pengunjung untuk dapat mengelilingi keseluruhan area kebun binatang. Selama ini sistem kendali yang sering digunakan dalam robot line follower adalah PID (Proportional-Integral-Derivative) dalam berbagai rancangan dan artikel penelitian. Tetapi banyaknya kekurangan sistem ini, seperti untuk mendapatkan aksi kontrol yang baik diperlukan langkah “coba-coba” dengan mengkombinasikan nilai antara P, I dan D sampai ditemukan nilai konstan yang sesuai agar aksi kontrolnya seperti yang diinginkan. Hal ini mengharuskan memasukkan nilai berulang kali hingga ditemukan nilai yang sesuai. Maka diperkenalkanlah sistem kendali dengan Logika Fuzzy. Logika Fuzzy dikemukakan oleh Dr. Lotfi Zaedah pada tahun 1965, yang merupakan fungsi matematika untuk menangani ketidakpastian. Dengan logika fuzzy, proses komputasi dilakukan dengan pendekatan bahasa alami. Teori ini memberikan mekanisme untuk merepresentasikan bahasa alami semisal ‘banyak’, ‘sedikit’, ‘sering’, ‘jarang’ (Nugraha, 2014). Dengan kendali logika

fuzzy, dapat membuat aksi kontrol sesuai dengan yang diinginkan, mudah dimengerti dan fleksibel, karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan yang mudah dimengerti dan dapat beradaptasi dengan perubahan-perubahan yang menyertai masalah.

Beberapa penelitian terkait judul telah pernah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian oleh Akhiruddin (2016) yang berjudul “Prototipe Robot Line Follower untuk Simulasi Taksi Wisata Otomatis Kota Medan Menggunakan Algoritma Fuzzy”. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah robot taksi otomatis untuk ketempat wisata di kota Medan. Adapun persamaan dari penelitian sebelumnya dengan rencana penelitian ini adalah robot dengan sistem line follower. Sementara perbedaannya, jika peneliti sebelumnya menggunakan ATmega8 dalam penelitiannya sebagai mikrokontroler, menggunakan 2 roda pada robotnya, dan robotnya digunakan untuk wisata di kota Medan, sedangkan rencana penelitian ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontrollernya, menggunakan 3 roda pada robotnya, dan robot ini digunakan untuk simulasi wisata di kebun binatang. Penelitian sebelumnya masih belum mengadopsi tantangan situasi nyata terkhusus pada kebun binatang dengan tidak memperhitungkan adanya hambatan di jalurnya, seperti orang yang melintas dan sebagainya, dengan demikian robot pada penelitian tersebut hanya dapat dikonfigurasi untuk mengantarkan penumpangnya ke tempat yang diinginkan oleh penumpang, tidak ada sistem pengantaran otomatis standar untuk memutar lokasi kebun binatang tersebut.

Penelitian lainnya adalah oleh Qurniah (2013) dalam skripsinya yang berjudul “Robot Line Follower Menggunakan Kontrol PID” Pada penelitian ini robot menggunakan sistem kendali PID (Proportional-Integral-Derivative). Jika penelitian sebelumnya menggunakan kendali PID sebagai sistem kendalinya, dan masih menggunakan chip

mikrokontroler yang lama sehingga ada beberapa sensor yang lambat dalam pembacaannya. Penelitian juga telah dilakukan oleh Nugraha (2014) dalam penelitian yang berjudul “Implementasi Kendali Logika Fuzzy pada Robot Line Follower” pada penelitian ini, robot menggunakan sistem kendali dengan logika fuzzy. Jika penelitian sebelumnya menggunakan robot untuk dijalankan diberbagai macam lintasan yang ditetapkan saja, sedangkan pada rencana penelitian ini robot akan berjalan di area berupa mapping lintasan miniatur kebun binatang.

Sejalan dengan paparan sebelumnya, maka kontribusi yang akan menjadi bagian dalam penelitian ini adalah:

- 1) Alat ini berupa sebuah prototype robot transportasi untuk wisata keliling dikebun binatang.
- 2) Prototype robot ini dikembangkan dari prototype yang sebelumnya dibuat berdasarkan wilayah penggunaannya dan penambahan hambatan pada lintasannya.
- 3) Alat ini menggunakan sistem line follower, dimana robot line follower bergerak atau berjalan mengikuti garis sesuai dengan intensitas cahaya sensor photodiode.

## 2. METODE

Logika fuzzy dikemukakan oleh Dr. Lotfi Zadeh pada tahun 1965, yang merupakan fungsi matematika untuk menangani ketidakpastian. Landasan pengembangan logika fuzzy berasal dari himpunan fuzzy. Menurut Lotfi Zadeh, tujuan utama dari logika fuzzy adalah untuk membentuk dasar teoritis, untuk penalaran seperti ini disebut penalaran perkiraan (Ross, 2010).

Secara bahasa, fuzzy diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah pada waktu bersamaan. Dalam fuzzy dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Logika fuzzy digunakan untuk menterjemahkan suatu

besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan lambat, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan salah (Septiawan, 2010).

Fuzzy Inference System adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa dengan penalaran seperti manusia melakukan penalaran yang berdasar pada konsep teori himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan fuzzy dan aturan fuzzy if-then.

Blok Fuzzy Inference System, menggunakan aturan fuzzy “if-then” dalam memetakan ruang himpunan input fuzzy X untuk menghasilkan himpunan output fuzzy Y berdasarkan prinsip logika fuzzy. Sementara robot dapat didefinisikan sebagai sebuah alat mekanik yang dapat diprogram berdasarkan informasi dari lingkungan (melalui sensor) sehingga dapat melaksanakan beberapa tugas tertentu baik secara otomatis ataupun tidak sesuai program yang dimasukkan berdasarkan logika. (Budiharto, 2009).

### A. Rancangan Diagram Blok Sistem Kontrol Robot

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai chip utama. Inputan dari robot yang dibangun berasal dari inputan intensitas cahaya sensor photodiode sebagai inputan utama yang digunakan robot bernavigasi melewati jalur garis hitam yang kemudian memberikan tanda untuk menggerakkan robot pada area sesuai jalur garis hitam yang telah dipetakan. Adapun keluaran dari sistem ini berupa motor DC yang digunakan untuk menggerakkan roda sebagai alat gerak.

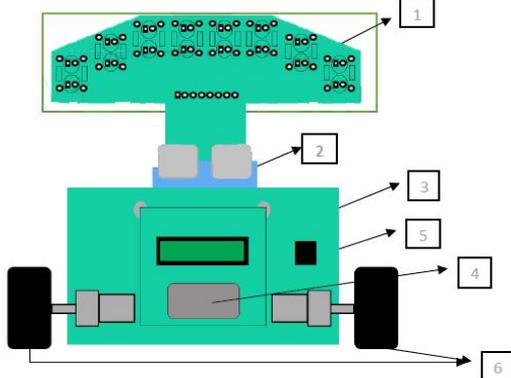
Sistem kontrol robot cerdas menggunakan sumber daya berupa baterai dengan tegangan 12 Volt yang merupakan sumber daya utama yang digunakan di keseluruhan sistem robot. Sumber daya kemudian diteruskan ke rangkaian power

supply dan selanjutnya disebarkan ke keseluruhan sistem rangkaian baik itu inputan maupun keluaran.

Adapun rancangan blok diagram sistem kontrol robot yang akan dibuat terdiri dari beberapa masukan dan keluaran. Adapun sumber daya utama yang digunakan adalah baterai dengan tegangan 12 V dengan rangkaian power sebagai sumber daya seluruh sistem yang ada. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino Uno sebagai mikro utama. Mikrokontroler ini yang akan mengolah data masukan dan adapun masukan dalam sistem ini berupa data dari sensor photodiode sebagai data pembacaan garis. Kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diolah dan selanjutnya memberikan keluaran ke aktuator berupa roda gerak. serta sensor ping sebagai data pembacaan jarak robot dengan hadangan didepannya dalam hal ini adalah miniatur hewan. Kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diolah dan selanjutnya memberikan keluaran ke aktuator berupa roda berhenti bergerak.

**B. Rancangan Bentuk Fisik Robot**

Robot dirancang dengan menggunakan achrylic yang memiliki dimensi yang tidak terlalu besar dan ringan. Pemilihan bahan ini didasarkan pada struktur yang kuat dan ringan sehingga tidak memberatkan bodi robot untuk melakukan pergerakan.



**Gambar 1.** Rancangan Fisik Robot Transportasi

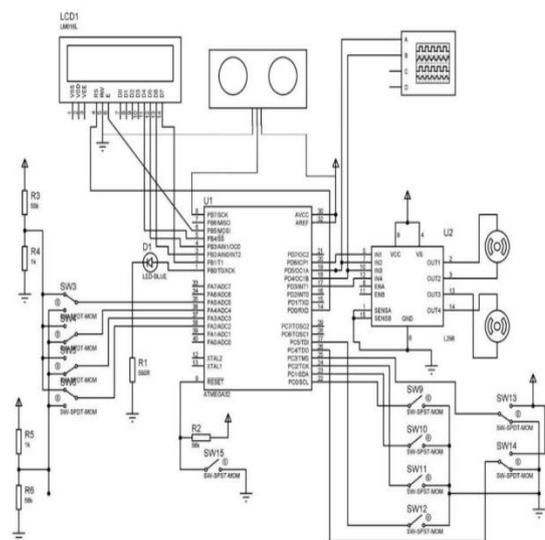
Adapun komponen-komponen seperti komponen mekanik, elektronika dan power

ditempatkan pada rangka dengan penempatan yang sesuai. Basis robot utama memiliki panjang 25 cm dengan lebar 14 cm dan disusun keatas dengan penempatan sensor ping dibagian depan robot dengan tujuan kemudahan dalam pembacaan inputan jarak robot dan objek halangan didepannya.

Sedangkan penempatan sensor photodiode ditempatkan dibawah robot agar robot mudah membaca garis hitam yang menjadi area navigasi lintasannya.

**C. Perancangan Perangkat Keras**

Penjelasan keseluruhan robot dari hasil rancangan rangkaian akan dijelaskan secara keseluruhan pada bagian ini dan dapat dilihat port yang digunakan robot secara keseluruhan. Berikut gambar hasil simulasi yang dibuat menggunakan aplikasi Proteus. Semua komponen dihubungkan ke Arduino UNO yang merupakan mikrokontroler tempat akan disimpan program untuk robot. Terdapat 1 sensor PING, 1 LCD, 8 sensor Photodiode yang terhubung ke mikrokontroler (Arduino UNO), untuk rodanya dihubungkan ke driver motor, driver motor kemudian dihubungkan ke mikrokontrollernya.

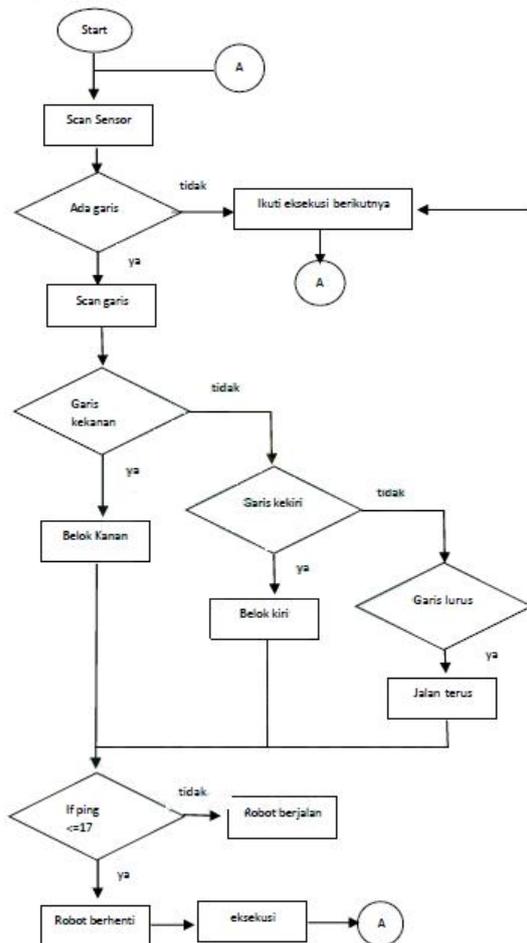


**Gambar 2.** Rangkaian Simulasi Robot

**D. Perancangan Perangkat Lunak**

Dalam perancangan perangkat lunak, arduino menggunakan perangkat lunak sendiri yang sudah disediakan di website resmi arduino. Bahasa yang digunakan dalam perancangan lunak adalah bahasa C/C++ dengan beberapa library tambahan untuk perancangan robot transportasi ini seperti library newping, liquid crystal dan wire.

Untuk memperjelas, berikut ditampilkan flowchart perancangan sistem secara umum bagaimana robot bergerak atau bernavigasi menyusur lintasan dengan menggunakan sensor photodiode. Sampai bagaimana cara sensor ping bekerja dan membuat robot transportasi berhenti jika ada halangan didepannya dengan jarak yang sudah ditentukan.



**Gambar 3.** Flowchart Simulasi Wisata

Pada saat robot dinyalakan, robot melakukan proses inialisasi bagian-bagian

dalam sistem robot mulai dari inialisasi header-header, deklarasi variable, konstanta, serta fungsi-fungsi yang lain. Selanjutnya robot akan berada dalam keadaan stand by sebelum ada aksi yang diberikan.

Ketika robot diberikan aksi dari luar berupa tombol yang ditekan, maka robot akan melakukan pergerakan berupa bernavigasi di arena dengan tujuan berjalan mengitari mapping area kebun binatang. Robot akan melakukan pencarian garis jika robot menemukan garis maka robot akan mengikuti garis jika tidak dia akan terus berjalan lurus sampai menemukan garis kemudian melakukan eksekusi.

Apabila scan garis mendapatkan belokan kanan maka robot melakukan putaran ke kanan dan jika menemukan belokan kiri maka akan memutar ke kiri dan jika tidak keduanya maka robot berjalan lurus. Dan apabila didepan robot terdapat halangan maka robot transportasi akan berhenti di jarak kurang dari atau sama dengan 17 cm dari halangan sesuai kondisi yang telah ditentukan. Kemudian sistem ini akan berjalan sampai robot ini dimatikan.

### E. Penerapan Logika Fuzzy

Robot ini akan menerapkan logika fuzzy sebagai penentu jalur yang akan ditempuh, dengan menggunakan metode mamdani untuk membuat aturan-aturan fuzzy (rule base). Aturannya sendiri dibuat setelah menentukan nilai MIN-MAX, untuk nilainya sendiri di ambil dari nilai inputan berupa 1 atau 0 dari sensor photodiode. 1 berarti membaca garis dan 0 berarti tidak membaca garis. Robot ini dilengkapi dengan 8 sensor photodiode, nilai inputan sensor yang hanya bernilai [0,1] akan didesimalkan menjadi nilai dari 0 (MIN)-255 (MAX), dimana 0 berarti kedelapan sensor sama sekali tidak membaca garis lintasan atau menginputkan nilai 00000000, dan 255 berarti kedelapan sensor semuanya membaca garis lintasan atau menginputkan nilai 11111111.

Setelah ditentukannya nilai MIN-MAX, maka aturan-aturan fuzzy akan dirancang. Aturannya menggunakan If-Then, aturan ini yang nantinya akan menjadi aturan dasar untuk menentukan jalur yang akan ditempuh oleh robot.

Aturan-aturannya sebagai berikut:

1. Jika nilai input sensor berjumlah lebih besar atau sama dengan 12 dan lebih kecil atau sama dengan 60 maka arah navigasi maju.
2. Jika nilai input sensor berjumlah lebih besar atau sama dengan 64 dan lebih kecil atau sama dengan 240 maka arah navigasi belok kiri.
3. Jika nilai input sensor berjumlah lebih besar atau sama dengan 1 dan lebih kecil atau sama dengan 14 maka arah navigasi belok kanan.
4. Jika input nilai sensor berjumlah 255 maka robot berhenti.
5. Jika input nilai sensor berjumlah lebih besar atau sama dengan 16 dan lebih kecil atau sama dengan 32 maka berhenti sejenak.
6. Jika input sensor berjumlah lebih besar atau sama dengan 2 dan lebih kecil atau sama dengan 4 maka berhenti sejenak.

### A. Implementasi

#### 1. Hasil Perancangan Robot

Berikut ditampilkan hasil rancangan perangkat keras berupa robot Transportasi Otomatis yang berbentuk kotak persegi panjang yang di simulasikan sebagai model bus.

Peneliti menggunakan 8 sensor photodiode dengan posisi sensor melengkung bagian depan robot dimaksudkan pembacaan garis dari jalur lintasan miniatur area kebun binatang dan 1 sensor jarak (ping) yang berada di bagian depan robot. Sensor jarak digunakan agar robot dapat mengetahui adakah hambatan di depan atau tidak ketika sedang berjalan.

Berikut komponen yang ada pada robot :

- a. Switch Power : Switch utama untuk system kelistrikan keseluruhan.
- b. Gearbox Kiri : Sistem mekanik utama untuk bagian kiri

- c. Battery Li-Ion 3C 800 mAh : Sumber listrik robot.

- d. Gearbox Kanan : Sistem mekanik utama bagian kanan

- e. Port ISP : Port untuk menghapus/mengisi program

- f. LCD Karakter 16x2 : Penampil isi program (system)

- g. S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8: Sensor depan, Pembaca garis utama

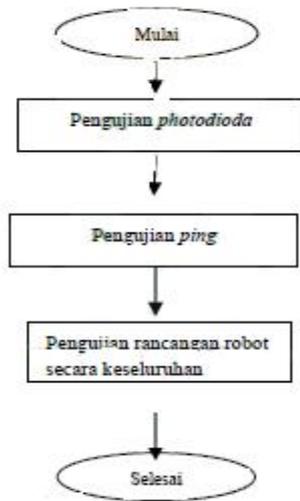
- h. Sensor PING : Sensor untuk mengecek adanya hambatan atau tidak pada lintasan.

### B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses pengecekkan sistem perangkat keras dan lunak untuk menentukan apakah sistem tersebut cocok dan sesuai dengan yang diinginkan peneliti. Pengujian dilakukan dengan melakukan percobaan untuk melihat kemungkinan kesalahan yang terjadi dari setiap proses.

Adapun pengujian sistem yang digunakan adalah Black Box. Pengujian Black Box yaitu menguji perangkat dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dan keluaran sudah berjalan sesuai dengan keinginan.

Dalam melakukan pengujian, tahapan-tahapan yang dilakukan pertama kali adalah melakukan pengujian terhadap perangkat-perangkat inputan yaitu pengujian terhadap sensor-sensor yang ada meliputi sensor photodiode dan ping sensor. Kemudian melakukan pengujian secara keseluruhan sistem kontrol robot.



**Gambar 4.** Langkah Pengujian Sistem

### 1. Pengujian Sensor Photodiode

Untuk pengujian sensor photodiode dilakukan dengan menguji respon yang diberikan oleh intensitas cahaya dari setiap sensor. Pengujian dilakukan dengan menghitung berapa intensitas cahaya yang diterima sensor photodiode dengan memantulkan cahaya led dan akan diubah menjadi nilai digital sehingga pembacaan 2 warna yang berbeda menjadi 0 dan 1, berikut hasil rancangan photodiode.

Posisi kedelapan sensor Photodiode yang disusun melengkung kedepan untuk lebih memudahkan pembacaan garis lintasan. Dan gambar 3 pengujian sensor photodiode dimana robot diletakan di jalur, termasuk dijalur melingkar dan akan berjalan sesuai dengan pembacaan sensornya. Nilai dari sensor photodiode inilah yang di jadikan acuan dalam pemilihan jalur yang akan dilewati oleh robot.

### 2. Pengujian Sensor PING

Untuk pengujian sensor jarak (ping) dilakukan dengan menguji respon yang diberikan oleh sensor jarak terhadap halangan di depan robot. Pengujian dilakukan dengan menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik yang dipantulkan dan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Seperti

tampak pada gambar 5, pengujian sensor ping dilakukan dengan meletakkan sensor ping robot pada posisi bagian depan robot untuk melihat seberapa baik pembacaan jarak sensor ping pada robot. Tipe sensor ping yang digunakan peneliti yaitu sensor ping dengan tipe HC-SR04 dengan kemampuan pembacaan sensor antara 3 cm sampai 100 cm (sesuai dengan *datasheet ping sensor*).

### 3. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem kontrol robot dilakukan untuk melihat proses keseluruhan dari sistem kontrol robot dan alat mulai dari pembacaan *sensor photodiode* dalam bernavigasi pada arena, pembacaan sensor jarak (*ping*) dalam mendeteksi halangan di depan robot serta keseluruhan proses pada sistem kontrol robot transportasi ini.

Arena pengujian ini berupa *mapping* dari area kebun binatang, memiliki 3 rintangan yang berupa 2 persimpangan dan 1 jalan melingkar, dan dijalur tertentu akan diberikan hadangan dalam bentuk miniatur hewan. Bentuk dari arena yaitu ukuran 2x3 m. Arena robot disamakan tracknya dengan kondisi kebun binatang yang dijadikan sebagai tempat penelitian. Arena ini dibuatkan track jalur dengan penanda garis hitam, dimana robot telah diprogram untuk membaca garis hitam, yang berarti ketika robot berada pada garis hitam maka nilai input sensor *photodiode* bernilai 1. Dan diarena terdapat beberapa persimpangan kecil yang menunjuk jalan kearah kandang dari para binatang. Di setiap persimpangan itu robot akan singgah tanpa berbelok masuk menuju kandang binatang, tetapi hanya berhenti sejenak selama beberapa saat. Ini dimaksudkan untuk membuat robot transportasi ini terlihat seperti robot transportasi untuk wisata.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melihat hasil pengujian sensor ping secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 1, dimana sensor ping pada robot dapat membaca halangan berupa miniatur binatang yang nantinya akan di simpan

diatas lintasan pada arena robot. Dalam pembacaan sensor ping, terdapat selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak yang dibaca oleh sensor ping. Perbedaan pembacaan sensor ping dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain tipe sensor yang digunakan, jumlah tegangan dan arus yang tidak sesuai dalam rangkaian sensor tersebut. Namun dalam pembacaan sensor ini masih tergolong baik dengan perbedaan selisih pembacaan yang tidak terlalu besar dari jarak yang dideteksi sensor dengan jarak sebenarnya.

Pengujian sistem kontrol robot dilakukan untuk melihat proses keseluruhan dari sistem kontrol robot dan alat mulai dari pembacaan sensor photodiode dalam bernavigasi pada arena, pembacaan sensor jarak (ping) dalam mendeteksi halangan di depan robot serta keseluruhan proses pada sistem kontrol robot transportasi ini.

**Tabel 1** Pengujian Sensor Ping (cm)

Jarak sebenarnya dengan halangan	Jarak Terdeteksi	Selisih Jarak terdeteksi dan Jarak sebenarnya
3	3.03	0.03
17	17.5	0.5
22	2.4	0.4
50	51.2	1.4
100	100.1	0.1

Arena pengujian ini berupa mapping dari area kebun binatang, memiliki 3 rintangan yang berupa 2 persimpangan dan 1 jalan melingkar, dan dijalur tertentu akan diberikan hadangan dalam bentuk miniatur hewan. Bentuk dari arena yaitu ukuran 2x3 m. Pada gambar 6 gambar dari arena robot dimana arena ini hampir disamakan kondisinya dengan kondisi kebun binatang yang dijadikan sebagai tempat penelitian oleh peneliti. Arena ini juga memiliki garis hitam, dimana robot telah diprogram untuk membaca garis hitam, yang berarti ketika robot berada pada garis hitam maka nilai input sensor photodiode bernilai 1. Dan diarena terdapat beberapa persimpangan kecil yang menunjuk jalan kearah kandang dari para binatang. Disetiap persimpangan

itu robot akan singgah tanpa berbelok masuk menuju kandang binatang, tetapi hanya berhenti sejenak selama beberapa saat. Ini dimaksudkan untuk membuat robot transportasi ini terlihat seperti robot transportasi untuk wisata.

Robot akan terus berjalan hingga sampai dititik awal berangkat. Dengan menggunakan logika fuzzy sebagai sistem kendalinya robot akan mampu melewati beberapa persimpangan dan jalan melingkar dengan baik.

Adapun hasil pengujian sistem kontrol robot secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Rintangan

Pengujian Rintangan ke-	Berhasil Melewati	Waktu Keseluruhan
1	Ya	5.2
2	Ya	8.9
3	Ya	3.6

Pengujian pada tabel 2 dilakukan beberapa tahap dimana setiap tahap dilakukan dengan letak rintangan yang berbeda, dan pengujian dari ketiga rintangan ini semua berhasil dan menyelesaikan misi dengan waktu yang berbeda-beda tergantung dari pembacaan sensor photodiode dan proses logika fuzzy dalam sistem kendali robot transportasi.

**Tabel 3** Pengujian Pergerakan Robot fuzzy

Input Sensor	Respon Gerak Robot
00111100	Maju
00111000	Maju
00001100	Belok Kanan
00000100	Belok Kanan
00110000	Belok Kiri
0010000	Belok Kiri

Pada tabel 3 dilakukan pengujian pergerakan robot yang telah difuzzifikasi kedalam fungsi keanggotaan oleh mikrokontroller, dimana robot bergerak sesuai dengan hasil dari pembacaan sensor.

Robot transportasi otomatis telah berhasil dirancang dan dibuat dengan

menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dengan sistem penggerak berupa roda yang menggunakan motor DC dan dilengkapi dengan beberapa sensor seperti sensor photodiode sebanyak 8 buah, sensor jarak (ping) sebanyak 1 buah. Keseluruhan sistem ini saling terintegrasi sehingga salah satu terganggu /error maka robot tidak akan berfungsi dengan baik. Hasil pengujian sensor Photodiode memiliki nilai yang tetap sehingga pada saat percobaan robot dapat berjalan dengan normal dan baik.

Hasil pengujian sensor ping ultrasonic range finder menunjukkan terdapat error atau selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak pembacaan sensor dengan presentase error mencapai 2.1%. tetapi jarak yang terukur masih mendekati dengan jarak yang sebenarnya. sensor ping ini digunakan untuk mendeteksi halangan di depan robot.

#### 4. KESIMPULAN

Pengujian sistem robot transportasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa robot dapat menjalankan misinya yaitu mampu berjalan mengikuti garis sesuai pembacaan sensor dengan logika fuzzy yang telah diterapkan, dengan waktu 158 detik.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nur, Akhiruddin dan Sihombing, Poltak. 2016. *Prototipe Robot Line Follower untuk Simulasi Taksi Wisata Otomatis Kota Medan Menggunakan Algoritma Fuzzy*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- [2] Budiharto, Widodo. 2009. *Membuat Sendiri Robto Cerdas* Edisi Revisi. Jakarta: Penerbit Elex Media Komputindo.
- [3] Nugraha, Gilang dan Dharmawan, Andi. 2014. *Implementasi Logika Fuzzy pada Robot Line Follower*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- [4] Nur, Akhiruddin dan Sihombing, Poltak. 2016. *Prototipe Robot Line Follower untuk Simulasi Taksi Wisata Otomatis Kota Medan*

*Menggunakan Algoritma Fuzzy*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

- [5] Ross, T. J. 2010. *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. Third Edition. Wiley: United Kingdom.
- [6] Septiawan, V. 2010. *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Tujuan Wisata Menggunakan Logika Fuzzy dengan Metode Clustering Studi kasus: Pulau Batam*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara.