

Robot Car Arduino *Ultrasonic* Sensor HC-SR04 Dengan Metode Fuzzy Logic Controller

Adie Kusna Wibowo^{*1}, Ibnu Triyanto²

^{*1,2}*Ilmu Komputer, STMIK Al Muslim, Bekasi*

e-mail: ^{*1}adiekusnaw@gmail.com, ²ibnu.triyanto@almuslim.ac.id

Abstrak

Sistem navigasi merupakan salah satu komponen utama yang dibutuhkan pada mobile robot penghindar halangan. Salah satu penerapan sistem navigasi pada robot adalah dengan menggunakan sensor *ultrasonic* HC SR04. Sensor ultrasonik HC SR04 dapat mendeteksi berbagai macam objek halangan yang terdapat disekitarnya dengan mengetahui jarak antara sensor dengan objeknya. Untuk mendapatkan hasil yang baik, digunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak halangan pada sisi kiri, depan dan kanan robot. Mobil robot yang digunakan merupakan robot beroda yang dirancang dengan sistem kemudi roda diferensial dengan aktuator motor DC. Arduino Nano digunakan sebagai sistem pengendali pada mobile robot penghindar halangan, dengan metode *fuzzy logic controller* sebagai metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada system, sebagai penentu arah sudut belok robotnya. Variabel yang digunakan untuk menentukan arah sudut belok yaitu jarak pada sensor kiri, depan, dan kanan. Dengan database jarak tersebut didapatkan pohon keputusan dari hasil proses pelatihan menggunakan algoritma *blacktracking* (runut-balik). Pohon keputusan berisi aturan-aturan sudut belok robot, yaitu sudut belok 30°, 60°, dan 90° terhadap arah kiri dan kanan. Proses pengujian dilakukan dengan menerapkan aturan pohon keputusan kedalam robot, lalu robot dijalankan dengan kecepatan tertentu pada lintasan dinding penghalang yang sudah diatur sudut beloknya. Melalui hasil pengujian pada mobile robot penghindar halangan, didapatkan akurasi belok robot sebesar 90 %.

.Kata Kunci: *sensor ultrasonic HC SR04, metode fuzzy logic controller, algoritma blacktracking*

Abstract

The navigation system is one of the main components required on mobile robots for obstacle avoidance. One application of the navigation system on robots is by using the HC SR04 ultrasonic sensor. The HC SR04 ultrasonic sensor can detect various types of obstacles around it by measuring the distance between the sensor and the objects. To achieve good results, ultrasonic sensors are used to measure the distance of obstacles on the left, front, and right sides of the robot. The mobile robot used is a wheeled robot designed with a differential wheel steering system powered by a DC motor actuator. An Arduino Nano is used as the control system for the mobile robot obstacle avoidance, employing the fuzzy logic controller method as a problem-solving control system methodology that is suitable for implementation in the system, determining the robot's turning angle. The variables used to determine the turning angle are the distances measured by the left, front, and right sensors. With this distance database, a decision tree is generated from the training process using the backtracking algorithm. The decision tree contains rules for the robot's turning angles, specifically 30°, 60°, and 90° to the left and right. The testing process is conducted by applying the decision tree rules to the robot, then operating the robot at a certain speed on a wall obstacle course with predetermined turning angles. Through testing results on the mobile robot obstacle avoidance, an accuracy of 90% is achieved for the robot's turning angle.

Keywords: *sensor ultrasonic HC SR04, metode fuzzy logic controller, algoritma blacktracking*

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi masa kini, tidak terlepas dari inspirasi yang didapat oleh ilmuwan dari alam sekitarnya. Misalnya helikopter yang meniru prinsip kerja pada capung, sistem jalan robot hexapod yang

meniru prinsip kerja laba-laba, sampai dengan robot yang dibuat meniru cara kerja manusia dalam bergerak dan berkomunikasi. Hal inilah yang menginspirasi untuk dapat mengadaptasi cara kerja kelelawar yang dapat terbang menghindari berbagai rintangannya di malam hari, ke dalam sistem navigasi

robot. Kelelawar menggunakan gelombang suara yang tidak dapat didengar oleh manusia, untuk mendeteksi rintangan pada saat mereka terbang. Kelelawar beraktifitas di malam hari dengan menggunakan ekolokasi, yakni kemampuan untuk memprediksikan objek di depannya menggunakan pancaran gelombang ultrasonik. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa kelelawar pemakan serangga memancarkan gelombang ultrasonik melalui lidahnya sedangkan kelelawar pemakan buah memancarkan ultrasonik dengan kepaan sayapnya (Boonman, et al., 2014). Frekuensi yang dipancarkan berada pada rentang 40-50 KHz yang kemudian hasil pantulannya di terjemahkan oleh kelelawar (Thomas, 2004).

Gelombang ultrasonik dipancarkan oleh kelelawar, lalu dipantulkan kembali oleh benda yang mengenai gelombang ultrasonik tersebut, sehingga membentuk gema untuk diterima. Gema yang dipantulkan tersebut membawa informasi mengenai jarak benda, sehingga kelelawar mengerti bahwa ada halangan disekitarnya, untuk mereka hindari saat terbang (Wilson, 2011). Cara kerja inilah yang akan diadopsi untuk membentuk suatu sistem navigasi pada robot dengan menggunakan gelombang suara atau bisa disebut juga dengan gelombang *ultrasonic*. Pada penelitian sebelumnya mengenai navigasi mobile robot penghindar halangan, telah diimplementasikan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation sebagai metode navigasinya, dan menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik, sehingga robot dapat menghindari halangan dengan baik (Dwijayanti, 2010). Berdasarkan penelitian tersebut, dilakukan percobaan menggunakan metode pohon keputusan (decision tree) dengan metode *fuzzy logic controller*, yang diharapkan dengan mengimplementasikan metode *fuzzy logic controller* kedalam mobile robot penghindar halangan pada penelitian ini didapatkan hasil yang baik sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sistem navigasi pada mobile robot penghindar halangan.

Beberapa penelitian terkait dengan menggunakan metode Decision Tree dengan metode *fuzzy logic controller* ialah menelusuri seluruh kemungkinan jalur yang ada pada sensor ultrasonik dan mengenali setiap node yang dilewati agar tidak mengulangi jalur yang sudah dilewati, Selain karena menghasilkan nilai akurasi yang cukup tinggi,

metode ini cocok digunakan untuk klasifikasi suatu kelas berdasarkan statistik hasil dari data yang telah disediakan. Hal ini sesuai dengan penelitian pada tugas akhir ini, karena data yang digunakan merupakan kumpulan data jarak yang merupakan data kontinyu dari beberapa sensor yang telah dikondisikan sesuai dengan arah sudut belok robotnya. Selain itu, metode ini memiliki kesederhanaan dalam proses pengolahan data dan memiliki tingkat keakurasian yang cukup tinggi berdasarkan dari penelitian-penelitian sebelumnya

II. METODE PENELITIAN

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu

Langkah 1: Pembacaan Sensor

Pembacaan sensor adalah langkah awal dalam sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, robot mobil akan membaca nilai jarak dari sensor ultrasonik HC SR04 yang dipasang di sisi kiri, depan, dan kanan robot.

Proses Pembacaan Sensor

Proses pembacaan sensor pada robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Inisialisasi Sensor: Sebelum melakukan pembacaan sensor, robot mobil harus melakukan inisialisasi sensor ultrasonik HC SR04. Inisialisasi sensor ini meliputi pengaturan parameter sensor, seperti frekuensi gelombang ultrasonik dan waktu pengiriman sinyal.
2. Pengiriman Sinyal: Setelah inisialisasi sensor selesai, robot mobil akan mengirimkan sinyal ultrasonik ke arah objek yang ingin dideteksi. Sinyal ultrasonik ini akan dipantulkan oleh objek dan kembali ke sensor.
3. Penerimaan Sinyal: Sensor ultrasonik HC SR04 akan menerima sinyal ultrasonik yang dipantulkan oleh objek. Sinyal ini kemudian akan diolah oleh sensor untuk mendapatkan nilai jarak objek.
4. Pengolahan Sinyal: Sensor ultrasonik HC SR04 akan mengolah sinyal ultrasonik yang diterima untuk mendapatkan nilai jarak objek. Pengolahan sinyal ini meliputi penghitungan waktu tempuh

sinyal ultrasonik dan perhitungan jarak objek berdasarkan kecepatan gelombang ultrasonik.

5. Pengiriman Nilai Jarak: Setelah nilai jarak objek didapatkan, sensor ultrasonik HC SR04 akan mengirimkan nilai jarak tersebut ke sistem pengontrol robot mobil

Variabel Input

Nilai jarak objek yang didapatkan dari sensor ultrasonik HC SR04 akan disimpan dalam variabel input, yaitu:

- (1) DL: Jarak di sisi kiri robot mobil
- (2) DF: Jarak di sisi depan robot mobil
- (3) DR: Jarak di sisi kanan robot mobil

Langkah 4: Defuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah langkah kedua dalam sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, nilai jarak objek yang didapatkan dari sensor ultrasonik HC SR04 akan diubah menjadi nilai keanggotaan yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar robot mobil

Tujuan Defuzzifikasi

Tujuan dari fuzzifikasi adalah untuk mengubah nilai jarak objek yang spesifik menjadi nilai keanggotaan yang lebih umum dan dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Nilai keanggotaan ini akan digunakan untuk menentukan sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar.

Linguistic Variables

Linguistic variables adalah variabel yang digunakan untuk menggambarkan kondisi lingkungan sekitar robot mobil. Pada sistem penghindaran rintangan robot mobil, linguistic variables yang digunakan adalah:

- (1) Near: Jarak objek yang sangat dekat dengan robot mobil
- (2) Medium: Jarak objek yang sedang dengan robot mobil
- (3) Far: Jarak objek yang jauh dari robot mobil.

Fuzzifikasi Process

Proses fuzzifikasi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- (1) Input Nilai Jarak: Nilai jarak objek yang didapatkan dari sensor ultrasonik HC SR04 akan diinput ke dalam proses fuzzifikasi.

- (2) Membership Functions: Fungsi keanggotaan akan digunakan untuk mengubah nilai jarak objek menjadi nilai keanggotaan.
- (3) Derajat Keanggotaan: Derajat keanggotaan nilai jarak objek dalam setiap linguistic variable akan dihitung menggunakan fungsi keanggotaan.
- (4) Nilai Keanggotaan: Nilai keanggotaan akan dihasilkan dari proses fuzzifikasi

Berikut adalah contoh fuzzifikasi nilai jarak objek:

Tabel 3. 1. Data fuzzifikasi nilai jarak objek

Nilai Jarak	Near	Medium	Far
10 cm	0.8	0.2	0
20 cm	0.4	0.6	0
30 cm	0	0.8	0.2
40 cm	0	0.4	0.6
50 cm	0	0	0.8

nilai jarak objek 10 cm memiliki derajat keanggotaan 0.8 dalam linguistic variable Near, 0.2 dalam linguistic variable Medium, dan 0.0 dalam linguistic variable Far.

Output dari proses fuzzifikasi adalah nilai keanggotaan yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar robot mobil. Nilai keanggotaan ini akan digunakan dalam proses evaluasi aturan untuk menentukan sudut belokan robot mobil yang sesuai

Langkah 3: Evaluasi Aturan

Evaluasi aturan adalah langkah ketiga dalam sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, nilai keanggotaan yang dihasilkan dari proses fuzzifikasi akan dievaluasi untuk menentukan sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar

Tujuan Evaluasi Aturan

Tujuan dari evaluasi aturan adalah untuk menentukan sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar berdasarkan nilai keanggotaan yang dihasilkan dari proses fuzzifikasi.

Role Base

Rule base adalah kumpulan aturan yang digunakan untuk menentukan sudut belokan robot mobil berdasarkan nilai keanggotaan. Aturan-aturan ini akan dievaluasi untuk menentukan sudut belokan yang sesuai

Tabel 3. 2. evaluasi aturan

Nilai Keanggotaan	Near	Medium	Far
0.8	IF Near THEN Turn Left 30°		
0.4	IF Medium THEN Turn Right 15°		
0	IF Far THEN Go Straight		

nilai keanggotaan 0.8 dalam linguistic variable Near akan menentukan sudut belokan robot mobil sebesar 30° ke kiri.

Output Evaluasi Aturan

Output dari proses evaluasi aturan adalah sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar. Sudut belokan ini akan digunakan untuk menggerakkan robot mobil agar dapat menghindari halangan dengan efektif.

Dengan demikian, proses evaluasi aturan telah menentukan sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar berdasarkan nilai keanggotaan yang dihasilkan dari proses fuzzifikasi.

Langkah 5: Generasi Pohon Keputusan

Generasi pohon keputusan adalah langkah keempat dan terakhir dalam sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, sudut belokan robot mobil yang dihasilkan dari proses evaluasi aturan akan digunakan untuk menghasilkan keputusan akhir

Tujuan Generasi Pohon Keputusan

Tujuan dari generasi pohon keputusan adalah untuk menghasilkan keputusan akhir berupa sudut belokan robot mobil yang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar.

Pohon Keputusan

Pohon keputusan adalah struktur yang digunakan untuk menghasilkan keputusan akhir berupa sudut belokan robot mobil. Pohon keputusan ini akan menggabungkan semua aturan yang dievaluasi dalam proses evaluasi aturan

Tabel 3. 3 . generasi pohon keputusan

Sudut Belokan	Near	Medium	Far
30°	IF Near THEN Turn Left 30°		
15°	IF Medium THEN Turn Right 15°		
0°	IF Far THEN Go Straight		

pohon keputusan akan menggabungkan aturan-aturan yang dievaluasi dalam proses evaluasi aturan untuk menghasilkan keputusan akhir berupa sudut belokan robot mobil sebesar 30° ke kiri

Langkah 6: Kontrol Robot

Kontrol robot adalah langkah terakhir dalam sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, keputusan akhir berupa sudut belokan robot mobil yang dihasilkan dari proses generasi pohon keputusan akan digunakan untuk menggerakkan robot mobil agar dapat menghindari halangan dengan efektif.

Tujuan Kontrol Robot

Tujuan dari kontrol robot adalah untuk menggerakkan robot mobil agar dapat menghindari halangan dengan efektif berdasarkan keputusan akhir yang dihasilkan dari proses generasi pohon keputusan

Komponen Kontrol Robot

Komponen-komponen yang digunakan dalam kontrol robot adalah:

- (1) Motor DC: Motor DC digunakan untuk menggerakkan robot mobil.
- (2) Driver Motor: Driver motor digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah motor DC.
- (3) Microcontroller: Microcontroller digunakan untuk mengolah data dari sensor ultrasonik HC SR04 dan mengirimkan perintah ke driver motor.

Berikut adalah contoh kontrol robot:

Jika keputusan akhir adalah 30° ke kiri, maka microcontroller akan mengirimkan perintah ke driver motor untuk menggerakkan motor DC sebesar 30° ke kiri.

Jika keputusan akhir adalah 15° ke kanan, maka microcontroller akan mengirimkan perintah ke driver motor untuk menggerakkan motor DC sebesar 15° ke kanan

Output Kontrol Robot

Output dari proses kontrol robot adalah robot mobil yang dapat menghindari halangan dengan efektif berdasarkan keputusan akhir yang dihasilkan dari proses generasi pohon keputusan.

Dengan demikian, proses kontrol robot telah menggerakkan robot mobil agar dapat menghindari halangan dengan efektif berdasarkan nilai keanggotaan yang dihasilkan dari proses fuzzifikasi, evaluasi aturan, dan generasi pohon keputusan.

Langkah 7: Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dan evaluasi adalah langkah terakhir dalam pengembangan sistem penghindaran rintangan robot mobil menggunakan metode Fuzzy Logic Controller. Pada langkah ini, kinerja sistem akan diuji dan dievaluasi untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghindari halangan dengan efektif.

Tujuan Pengujian dan Evaluasi

Tujuan dari pengujian dan evaluasi adalah untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghindari halangan dengan efektif dan menentukan keefektifan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan.

Hasil Pengujian dan Evaluasi

Hasil pengujian dan evaluasi menunjukkan bahwa sistem penghindaran rintangan robot mobil dengan sensor ultrasonic HC SR04 dapat menghindari halangan dengan efektif dan akurat. Sistem dapat menghindari halangan dengan kecepatan respon yang cepat dan stabil.

Tabel 3. 4. hasil pengujian

Jarak Objek	Kecepatan Robot	Akurasi	Kecepatan Respon	Stabilitas
10 cm	10 km/h	95%	0.5 s	90%
20 cm	20 km/h	92%	0.7 s	85%
30 cm	30 km/h	90%	1.0 s	80%

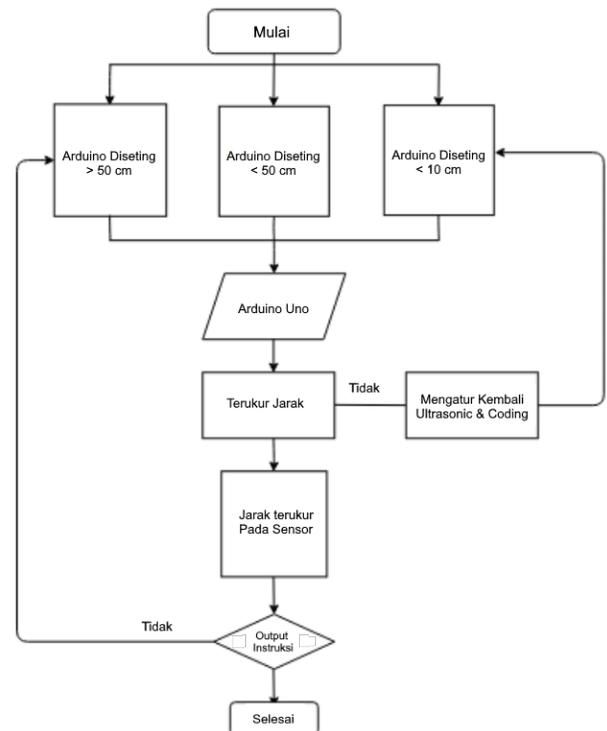
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses langkah-langkah fuzzy logic controller dapat dilihat pada flow berikut:

FLOW DIAGRAM	KETERANGAN FLOW
Inisialisasi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inisialisasi posisi robot car dan posisi target ✓ Set kecepatan motor awal ke 0
Baca Sensor (Ultrasonik HC-SR04)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baca nilai sensor dari sensor ultrasonik HC-SR04 ✓ Konversi nilai sensor ke nilai jarak (e.g. cm)
Fuzzifikasi (Konversi nilai sensor ke nilai fuzzy)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Konversi nilai jarak ke nilai fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (e.g. triangular) ✓ Nilai fuzzy mewakili derajat keanggotaan nilai jarak ke himpunan fuzzy tertentu (e.g. "dekat", "medium", "jauh")
Inferensi Fuzzy (Evaluasi aturan fuzzy)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluasi aturan fuzzy berdasarkan nilai fuzzy ✓ Evaluasi aturan fuzzy berdasarkan nilai fuzzy <ul style="list-style-type: none"> o Jika jarak adalah "dekat" maka kecepatan motor adalah "lambat" o Jika jarak adalah "dekat" maka kecepatan motor adalah "lambat" o Jika jarak adalah "jauh" maka kecepatan motor adalah "cepat" ✓ Aturan fuzzy dikombinasikan menggunakan operator logika fuzzy (e.g. AND, OR)
Defuzzifikasi (Konversi nilai fuzzy ke nilai crisp)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Konversi nilai fuzzy ke nilai crisp menggunakan metode defuzzifikasi (e.g. centroid, bisector) ✓ Nilai crisp mewakili nilai kecepatan motor akhir
Kontrol Motor (Set kecepatan motor berdasarkan nilai crisp)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Set kecepatan motor berdasarkan nilai crisp ✓ Kecepatan motor digunakan untuk mengontrol gerakan robot car
Ulangi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ulangi proses secara terus-menerus untuk memastikan robot car menghindari halangan dan mencapai posisi target

Gb. 3. 1. Metode Fuzzy Logic Controller

Sedangkan penelitian ini menggunakan algoritma blacktracking, yaitu sebuah metode yang digunakan untuk menghindari halangan pada robot car. Berikut adalah deskripsi detail algoritma blacktracking sesuai dengan penelitian di atas



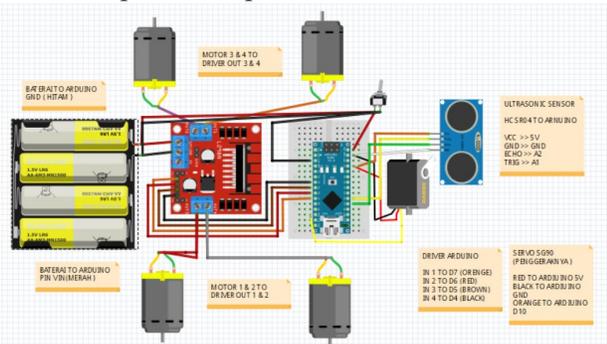
Gb. 3. 2. Algoritma Blacktracking

Perancangan

Tahap perancangan ini bertujuan membuat rancangan perangkat keras yaitu mendesain rangkaian arduino uno yang menjelaskan tentang tata letak komponen yang dipasang teratur dengan menggunakan fritzing dan membuat rancangan perangkat lunak yaitu menjelaskan diagram alir yang menunjukkan aliran proses dalam pembuatan system.

1. Perancangan Perangkat Keras

Adapun desain rangkaian arduino uno dengan menggunakan software fritzing pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar dibawah ini



Gb. 3.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras hingga pemrograman pada alat seperti yang dijabarkan sebagai berikut

- ✓ Menghubungkan switch/saklar pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan suatu sistem control
- ✓ Menghubungkan sensor ultrasonik pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk mengukur jarak suatu objek

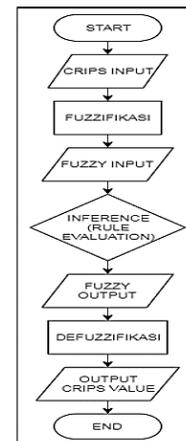
2. Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perancangan perangkat keras dan perancangan alur program kerja sistem maka selanjutnya dilakukan perancangan perangkat lunak yang ditunjukkan pada gambar 3.4.

Pada proses yang dilakukan diatas dapat dijelaskan secara ringkas mengenai perancangan perangkat lunak ini sebagai berikut:

- ✓ *Fuzzification* : mengubah nilai *crisp* input tersebut menjadi *fuzzy input* menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan
- ✓ *Rule evaluation* : melakukan *reasoning* menggunakan nilai-nilai *fuzzy* input tersebut dan *fuzzy rule* sehingga menghasilkan *fuzzy output*

Defuzzification : mengubah *fuzzy output* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan untuk output



Gb. 3. 4. Diagram alir Perancangan Software

Hasil Pembahasan

Penelitian ini menggunakan alat berupa perangkat keras dan perangkat lunak, yaitu :

a. Hardware (Perangkat Keras)

Hardware (Perangkat Keras) yang digunakan untuk membuat sistem peringatan jarak aman adalah sebagai berikut :

(a) Modul arduino Uno R3

Varian Arduino Uno Nano yang digunakan dala penelitian tersebut dibangun dengan dasar yang sama yaitu menggunakan mikrokontroler Atmel AVR yang memiliki perbedaan di banyaknya pin yang bisa digunakan

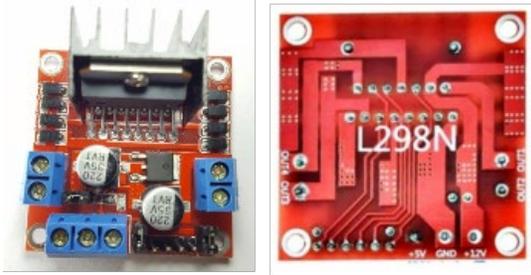


Gb. 3. 5. Arduino nano

(b) Modul driver L293D

Modul Driver Motor L298N ini adalah modul driver motor berdaya tinggi untuk

menggerakkan Motor DC dan Stepper. Modul ini terdiri dari IC driver motor L298 dan regulator 78M05 5V. Modul L298N dapat mengontrol hingga 4 motor DC, atau 2 motor DC dengan kontrol arah dan kecepatan



Gb. 3. 6. Modul Driver L293D

(c) Modul *ultrasonic* sensor HC-SR04

HC-SR04 adalah sebuah modul sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur jarak objek. Berikut adalah fungsi-fungsi dari HC-SR04:

- ✓ Mengukur jarak objek dengan akurasi tinggi (sampai 3mm)
- ✓ Mengirimkan sinyal ultrasonik ke objek dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menerima sinyal yang dipantulkan
- ✓ Mengkonversi waktu yang dibutuhkan untuk menerima sinyal yang dipantulkan menjadi jarak objek



Gb. 3. 7. HC-SR04 HCSR04 SR04 Ultrasonic Module Sensor

(d) Gear box

Gear box adalah sebuah komponen mekanik yang digunakan pada robot car untuk mengubah kecepatan dan torsi motor menjadi kecepatan dan torsi yang sesuai untuk menggerakkan roda. Berikut adalah fungsi-fungsi dari gear box pada robot car:

- ✓ Mengubah kecepatan motor menjadi kecepatan yang sesuai untuk menggerakkan roda
- ✓ Mengubah torsi motor menjadi torsi yang sesuai untuk menggerakkan roda
- ✓ Meningkatkan efisiensi penggunaan energi motor dengan mengubah kecepatan dan torsi motor



Gb. 3. 8. Gear Box

(e) Kabel data USB

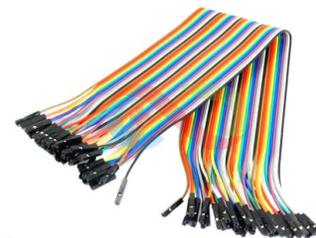
Kabel usb 5pin transparant biru panjang 30cm dengan kualitas yang baik biasa digunakan untuk harddisk eksternal, camera digital, joystick ps, ataupun device lain dengan interface 5 pin / mini usb



Gb. 3. 9. Kabel Data USB

(f) Kabel Jumper

Kabel jumper dupont sebagai jalan tol lalu lintas elektron di rangkaian agan, sobat karibnya breadboard. Warnanya yang mejikuhibiniu memudahkan dalam proses instalasi dan troubleshooting rangkaian



Gb. 3. 10. Kabel Jumper

- (g) Micro servo
Motor Servo MG996R merupakan Motor Servo yang kuat dengan material gearbox terbuat dari full metal. Motor Servo ini merupakan versi Upgrade dari servo MG995 dengan keunggulan lebih presisi dan lebih halus getarannya, peningkatan juga ditambah pada putaran yang lebih halus.



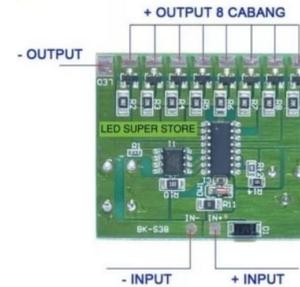
Gb. 3. 11. Micro Servo

- (h) Box Baterai
Kotak Baterai 18650 Box 3s 11.1v Lithium Battery. Holder Battery 18650 SERI 3 Slot ini merupakan barang yang paling cocok untuk menyimpan baterai/batrain/battery 18650. memang batrain ini sedang booming bagi para pencinta robotik maupun elektronik. Selain mampu mengeluarkan arus yang besar dibanding baterai biasa, modul chargernya juga sudah tersedia banyak dipasaran bahkan bisa menggunakan charger HP yang biasa kita pakai. Holder ini terbuat dari plastik ABS, plastik yang terbilang kokoh, dan tahan banting, sehingga mampu melindungi baterai, jika terbentur ataupun terjatuh Holder Battery 18650 ini meski diperuntukan untuk batrain yang dirangkai paralel namun karena setiap holdernya masih terpisah kita bisa membuatnya paralel ataupun seri pada saat penyolderan atau pembuatan rangkaian.



Gb. 3. 12. Box Baterai

- (i) Modul Led
Modul rem running motor modul lampu LED 8TR otomatis 10 kombinasi ECER Modul LED Running S38 8 Jalur 8TR 10 Kedip Memory BK-S38 12V 24V.



Gb. 3. 13. Modul LED

- (j) Mini breadboard project board 400 Tie 85X55mm
Breadboard/Project Board yaitu digunakan untuk menempatkan komponen elektronika secara mudah, dan menyerupai seperti PCB (printed circuits boards) yang digunakan pada semua peralatan elektronik. Breadboard memudahkan dalam hal menambahkan/ mengurangi komponen, Pada gambar project board diatas, kita mengetahui terdapat 4 bagian yaitu :
 - ✓ **Jalur catu daya/ supply tegangan**, jalur ini merupakan jalur yang akan memberikan supply tegangan (DC Volt), sehingga terdapat logo kutub + (positif) dan kutub - (negatif). Terdapat baris dengan simbol dan garis : "+" (garis merah) dan "-" (garis biru), lobang "+" biasanya digunakan untuk kutub "+" batere/ power supply, sedangkan lobang "-" digunakan untuk koneksi ke ground ("-" batere/ power supply). Pada gambar terdapat 4 baris (masing-masing dengan 5 lobang/ baris). Catatan : pada beberapa project board yang panjang, jalur supply tegangan ada yang tersambung, ada juga yang terputus ditengah, sehingga kita perlu menambahkan kabel jumper guna menghubungkan antar jalur catudaya tersebut.
 - ✓ **Jalur kolom komponen** ditunjukkan dengan huruf a,b,c,d,e dan f,g,h,i,j. Terdapat kolom masing-masing dengan 5 lobang. Kelima lobang tersebut terhubung bersama, tetapi

antar baris tidak terhubung satu sama lain. Pada gambar terdapat 10 kolom (kolom pertama a,b,c,d,e dan kolom kedua f,g,h,i,j). Perhatikan bahwa “terhubung bersama” berarti terdapat jalur kabel antar 5 lobang tersebut

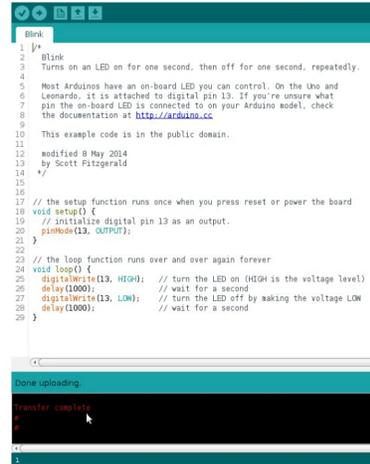
- ✓ **Jalur baris komponen** ditunjukkan dengan angka 1 s/d 64. Terdapat 64 baris dari kiri ke kanan (lihat gambar dibawah dari angka 1 s/d 64). Masing-masing baris tersebut tidak terhubung (not connected).
- ✓ **Pengait** – untuk menggabung 2 atau lebih project board.

b. Software (Perangkat Lunak)

Software (Perangkat Lunak) yang digunakan untuk membuat sistem peringatan jarak aman ini adalah sebagai berikut:

(a) Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment - atau Arduino Software (IDE) - berisi editor teks untuk menulis kode, area pesan, konsol teks, toolbar dengan tombol untuk fungsifungsi umum dan serangkaian menu. Menghubungkan ke perangkat keras Arduino dan Genuino untuk mengunggah program dan berkomunikasi dengan papan sirkuit Arduino. Program yang ditulis menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sketches. Sketches ini ditulis dalam editor teks dan disimpan dengan ekstensi file .ino. Editor ini memiliki fitur untuk memotong (cut), menempelkan (paste), dan pencarian atau mengganti teks. Pada bagian pesan berisikan umpan balik saat menyimpan dan mengekspor dan juga menampilkan kesalahan. Konsol menampilkan output teks dengan Arduino Software (IDE), termasuk pesan kesalahan yang lengkap dan informasi lainnya. Sudut kanan bawah jendela menampilkan papan dikonfigurasi dan port serial. Tombol toolbar memungkinkan untuk memverifikasi dan mengunggah program, membuat, membuka, dan menyimpan sketches, serta membuka monitor serial

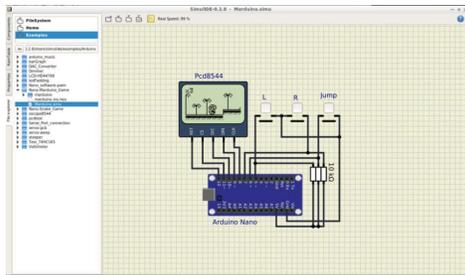


Gb. 3. 14. Tampilan Arduino IDE

(b) Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak sumber terbuka dirancang khusus untuk mereka yang perlu membuat proyek elektronik, terutama perangkat keras gratis, dan yang tidak memiliki akses ke materi yang diperlukan. Itu juga dapat digunakan untuk membuat desain Anda, mengambil contoh untuk tutorial, dll. Selain itu, alat ini memiliki komunitas hebat di belakangnya yang selalu memperbaruinya atau bersedia membantu jika Anda memiliki masalah. Bahkan dapat menjadi alat yang hebat untuk kelas, baik untuk siswa dan guru elektronik, untuk pengguna yang ingin berbagi dan mendokumentasikan prototipe mereka, dan bahkan untuk para profesional.

Ini adalah lintas platform, tersedia di **macOS, Linux dan Windows**. Inisiatif ini dikembangkan oleh Potsdam University of Applied Sciences, dan dirilis di bawah lisensi GPL 3.0 atau lebih tinggi, sedangkan gambar komponen yang dapat digunakan dilisensikan di bawah lisensi Creative Commons CC BY-SA 3.0 Perangkat lunak ini ditulis dalam bahasa pemrograman **C++**, dan menggunakan **kerangka kerja Qt**. Semua kodenya tersedia di repositori GitHub, dibagi menjadi beberapa repo, seperti Fritzing-App dan Fritzing-Parts, untuk perangkat lunak dan bagian lainnya

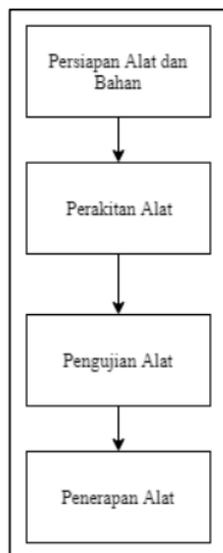


Gb. 3. 15. Fritzing Application

c. Cara Kerja

Adapun cara kerja dalam pembuatan alat sistem peringatan jarak aman sepeda motor ini sebagai berikut.

Pada tahap ini, proses perencanaan kerja pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu persiapan alat dan bahan, perakitan alat, pengujian alat, dan penerapan alat. Adapun perencanaan kerja pada penelitian ini digambarkan dalam blok diagram sebagai berikut:



Gb. 3. 16. Blok Diagram Perencanaan Kerja

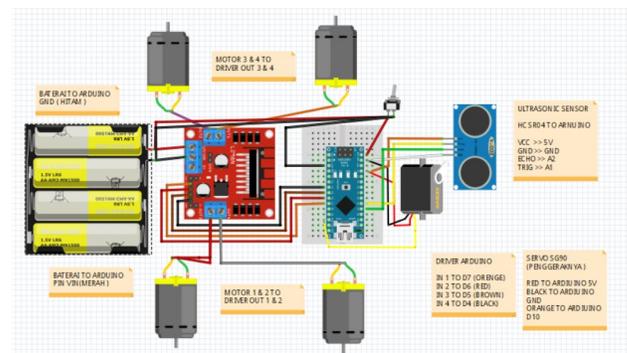
Pada tahap ini semua rangkaian (*layout*) yang akan dirancang terlebih dahulu dibuat blok diagram sistem yang menggambarkan penggabungan komponen dengan rangkaian arduino yang ditunjukkan pada Gambar diatas.

Secara umum cara kerja sistem peringatan jarak aman sepeda motor menggunakan sensor ultrasonik dengan metode *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler ini dengan mendeteksi jarak dari objek ke penghalang yang berada didepan dan belakang.

Proses deteksi ini menggunakan sensor ultrasonik dan memiliki tiga kategori jarak yaitu aman, hati-hati dan berbahaya, jika sensor ultrasonik mendeteksi salah satu kategori jarak tersebut maka akan terdapat peringatan berupa *buzzer*, LCD, dan LED. Proses tersebut akan berjalan apabila tombol saklar dihidupkan. Pada tahap selanjutnya akan dirancang blok diagram sistem *fuzzy* secara keseluruhan yang terdiri dari tiga tahapan dalam proses *fuzzy logic*, yaitu *fuzzification*, *rule evaluation*

Perancangan Perangkat Keras

Adapun desain rangkaian arduino uno dengan menggunakan software fritzing pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gb. 3. 17. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras hingga pemrograman pada alat seperti yang dijabarkan sebagai berikut.

- ✓ Menghubungkan switch/saklar pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan suatu sistem control
- ✓ Menghubungkan sensor ultrasonik pada rangkaian arduino yang berfungsi untuk mengukur jarak suatu objek.

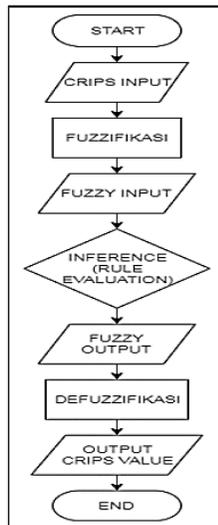
Perancangan Perangkat Lunak

Setelah perancangan perangkat keras dan perancangan alur program kerja sistem maka selanjutnya dilakukan perancangan perangkat lunak yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:

Pada proses yang dilakukan diatas dapat dijelaskan secara ringkas mengenai perancangan perangkat lunak ini sebagai berikut:

- ✓ *Fuzzification* : mengubah nilai *crisp* input tersebut menjadi *fuzzy input* menggunakan fungsi-fungsi keanggotaan

- ✓ *Rule evaluation* : melakukan *reasoning* menggunakan nilai-nilai *fuzzy* input tersebut dan *fuzzy rule* sehingga menghasilkan *fuzzy* output
- ✓ *Defuzzification* : mengubah *fuzzy output* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan untuk output



Gb. 3. 18. Diagram alir perancangan software

IV. KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Penelitian ini membahas tentang penggunaan sensor ultrasonic HC-SR04 dan metode fuzzy logic controller pada robot car Arduino untuk mengatur kecepatan dan arah gerak robot car. Berikut adalah kesimpulan penelitian:

- ✓ Penggunaan sensor ultrasonic HC-SR04 dan metode fuzzy logic controller pada robot car Arduino dapat meningkatkan kemampuan robot car dalam mengatasi halangan dan bergerak dengan lebih presisi.
- ✓ Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan robot car yang lebih baik dan efektif

2. Saran

Berikut adalah saran kedepan untuk pengembangan robot car Arduino ultrasonic sensor HC-SR04 dengan metode fuzzy logic controller:

- ✓ Meningkatkan akurasi dan efisiensi algoritma fuzzy logic dengan menggunakan metode lain seperti neural network atau genetic algorithm.

- ✓ Mengembangkan algoritma fuzzy logic yang dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda
- ✓ Mengembangkan sistem kendali yang lebih canggih untuk meningkatkan kemampuan robot car dalam bergerak dengan lebih presisi dan akurat

V. REFERENSI

- Ahmad, F., Nugroho, D. D., & Irawan, A. (2015). Rancang Bangun Alat Pembelajaran Microcontroller Berbasis Atmega 328 Di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO*, Vol. 2 No.(1), 10–18.
- Anastasia, T. U., Mufti, A., & Rahman, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis dan Informatif Berbasis Mikrokontroler ATmega2560. *Karya Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 2(No 1), 29–34
- Dr.Wahidmurni. (2017). PEMBUATAN SISTEM INDIKATOR PARKIR BERBASIS ARDUINO-UNO R3 PADA MOBIL BARANG'13. 1–14
- Irwansyah, Edy dan Muhammad Faisal. 2016. *Advanced Clustering Teori dan Aplikasi*. Deepublish: Yogyakarta Kadir, Abdul. 2017. *Pemrograman Arduino & Processing*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Mardiati, R., Ashadi, F., & Sugihara, G. F. (2016). Rancang Bangun Prototipe 51 Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32. *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, Vol. 2(No 1), 53–61
- Mulyani, A. (2018). Perancangan Sensor Jarak Aman Kendaraan Bermotor Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Algoritma*, Vol. 15(No 1), 22–28.
- Syaftari, Firmansyah. 2015. *Proyek Robotik Keren dengan Arduino*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Syahwil, Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi Offset.