

NASKAH PUBLIKASI

**SIMULASI SISTEM KENDALI MOTOR DC
MENGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) MAMDANI**



Disusun oleh:

AJI LAKSONO

5150411325

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA
2019**

NASKAH PUBLIKASI

**SIMULASI SISTEM KENDALI MOTOR DC
MENGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) MAMDANI**

Disusun oleh:

AJI LAKSONO

5150411325

Telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing

Wahyu Sri Utami, S.Si., M.Sc.

Tanggal:.....

Simulasi Sistem Kendali Motor DC Menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

Aji Laksono, Wahyu Sri Utami, S.Si., M.Sc.

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Bisnis dan Teknologi Informasi
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : ajilaksono471@gmail.com*

ABSTRAK

Sistem kendali ini adalah upaya untuk menerapkan sistem pengendali Motor pada kendaraan. Sistem ini bertujuan untuk menekan angka kecelakaan yang sering terjadi di Indonesia khususnya di kota-kota besar. Oleh karena itu pengendali memegang peranan penting dalam menurunkan angka kecelakaan pada kendaraan bermotor. Sistem ini dibuat dalam bentuk simulasi mobil dengan menggunakan mikrokontroler AtMega 328p sebagai pemroses dan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani sebagai kontrol untuk menentukan nilai kendali yang akan dilakukan. Metode ini sering digunakan pada sebagian besar permasalahan yang bersifat realtime seperti dalam menentukan nilai kendali pada kendaraan bermotor. Metode tersebut diharapkan mampu menurunkan kecepatan simulasi dalam bentuk mobil mainan dan berhenti pada posisi yang akurat. Masukan pada kontrol Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani berupa besaran kecepatan mobil pada saat melaju dan jarak hambatan didepan saat melaju. Rancangan sistem ini terdiri dari (1) Analisa, (2) Perancangan Simulasi, (3) Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani.

Kata kunci : Sistem Kendali, Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani, Mikrokontroler, Motor DC

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingginya angka kecelakaan pada kendaraan bermotor yang sering terjadi khususnya di kota-kota besar mendorong terus berkembangnya teknologi dibidang otomotif. Untuk itu saat ini telah banyak perusahaan-perusahaan besar yang berlomba-lomba untuk menciptakan kendaraan dengan sistem kendali atau biasa diberi awalan smart. Yang bertujuan untuk memberika keamanan dan kenyamanan dalam transportasi serta memberikan solusi untuk menekan angka kecelakaan.

Kemajuan kendaraan bermotor akan memberika keamanan, kenyamanan serta kepercayaan kepada pengguna untuk menggunakan kendaraan. Angka kecelakaan pada kendaraan bermotor sebagian besar terjadi akibat kelalaian dari pengguna dalam mengontrol laju kendaraan. Hal tersebut dapat berdampak sangat fatal jika laju kendaraan tidak dapat dikendalikan dan menyebabkan kecelakaan yang tidak diinginkan. Untuk itu perlu adanya sebuah sistem yang mampu membantu pengguna dalam mengontrol laju kendaraan agar dapat menghindari kecelakaan dan mengurangi tingginya angka kecelakaan

Dengan latar belakang tersebut, maka penulis berencana membuat simulasi sistem yang dapat mengontrol Motor DC secara otomatis yang bergantung pada kecepatan laju kendaraan dan jarak hambatan didepannya. Agar sistem ini dapat dibangun sesuai dengan keinginan, maka diperlukan alat bantu berupa Mikrokontroler Atmega328p, Sensor Kecepatan, dan Sensor Ultrasonik. Dari proses ini mikrokontroler menganalisa sinyal input dari sensor kecepatan berupa kecepatan laju kendaraan dan sensor ultrasonik berupa jarak hambatan didepannya kemudian mengeluarkan output berupa penurunan kecepatan laju kendaraan agar dapat berhenti sebelum kendaraan menabrak hambatan didepannya. Adapun beberapa peneliti yang pernah dilakukan antara lain oleh Mohammad Hafiz Hersyah, Firdaus, Hamidatul Nesyia dengan judul Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatisasi Pengereman Elektromagnetik Berbasis Mikrokontroler dimana penelitian tersebut menerapkan metode Proportional Integrak Derivate (PID) [2]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Maskot Debian Vitrali dengan judul Model Pengereman Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler AtMega8535 dengan menggunakan resistor sebagai acuannya [11].

1.2 Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dan dikaji pada penelitian ini memiliki batasan-batasan yang mencakup:

- Mengimplementasikan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dalam kendali Motor DC.
- Sistem kendali pada alat dibangun menggunakan AtMega328p.
- Merancang simulasi kendali Motor DC dalam bentuk mobil.
- Mobil yang digunakan adalah jenis mobil mainan.
- Keluaran berupa penurunan kecepatan simulasi dengan melawan arah putaran Motor DC.
- Sistem dikontrol melalui jaringan Bluetooth.
- Sistem dikontrol menggunakan Android dengan aplikasi yang sudah tersedia di PlayStore.
- Menggunakan sensor Ultrasonik sebagai pendeteksi hambatan.
- Nilai kecepatan ditentukan diawal melalui remote kontrol.
- Kendali Motor DC dilakukan ketika hambatan berada pada jarak kurang dari 60 cm dan kecepatan lebih dari 19 MPM.
- Sistem tidak diaplikasikan pada kondisi jalan yang menanjak atau menurun.
- Kendali Motor DC hanya dilakukan ketika mobil bergerak kedepan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mampu merancang sebuah simulasi sistem kendali Motor DC berdasarkan jarak hambatan pada saat melaju dan kecepatan kendaraan bermotor.

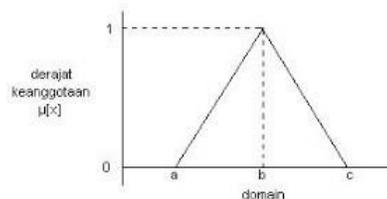
2. LANDASAN TEORI

2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau drajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut [5].

- Repsentasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga merupakan gabungan antara 2 garis (linier). Seperti terlihat Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan kurva segitiga adalah sebagai berikut:

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

- Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau α -predikat. Dengan 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh:

- Operator AND

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(X), \mu_B(Y)) \quad (2)$$

- Operator OR

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(X), \mu_B(Y)) \quad (3)$$

- Operator NOT

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_A = 1 - \mu_A(x) \quad (4)$$

- Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (5)$$

dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen.

Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti terlihat pada persamaan berikut:

IF (x1 is A1) Q (x2 is A2) o (x3 is A3) o.....o (xN is AN)
 THEN y is B dengan o adalah operator (misal: OR atau AND) (6)

- Metode Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal sebagai Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy
 Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi
 Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi Aturan
 Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar-aturan

- Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Ada beberapa metode defuzzy pada komposisi aturan Mamdani, dengan salah satunya sebagai berikut:

1. Metode Centroid (Composite Moment)
 Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z*) daerah fuzzy. Sehingga dapat Z* didefinisikan pada persama berikut:

$$Z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \quad (7)$$

2.2 Arduino Uno

Arduino dikenal sebagai proyek perangkat keras berbasis “open source” yang memungkinkan siapa saja, termasuk yang tidak berlatar belakang pendidikan elektro dapat membuat prototipe sistem elektronis dengan mudah dan bahkan tanpa melibatkan solder. Salah satu produk dari produk ini yang paling populer adalah Arduino Uno atau Genuino Uno. Papan seukuran kartu kredit ini telah dilengkapi dengan sejumlah pin digital dan juga analog yang memungkinkan digunakan untuk membaca sensor seperti sensor suhu dan kelembaban udara ataupun mengontrol aktuator seperti LCD ataupun motor servo [3].



Gambar 2.1 Arduino Uno

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor jarak ultrasonik adalah sensor yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak objek dengan meniru yang dilakukan oleh kelelawar maupun lumba-lumba. Gelombang yang dipancarkan berfrekuensi 40KHz. Salah satu jenis sensor ini yang sangat populer adalah HC-SR04 (Gambar 2.2). Spesifikasi yang diberikan menyatakan bahwa sensor ini mampu mengukur jarak dari 2 cm hingga 4 m atau malah kurang [3]. Berikut ini prinsip kerja dari sensor ultrasonik HC-SR:

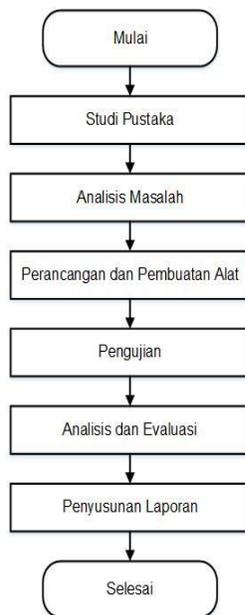
1. Menggunakan IO trigger sedikitnya 10us signal high.
2. Modul HC-SR04 secara otomatis akan mengirimkan 8 kali signal frekuensi 40KHz dan mendeteksi apa terdapat signal balik atau tidak.
3. Jika terdapat signal balik, maka durasi waktu dari output high adalah waktu dari pengiriman dan penerimaan ultrasonic



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik

3. METODOLOGI PENELITIAN

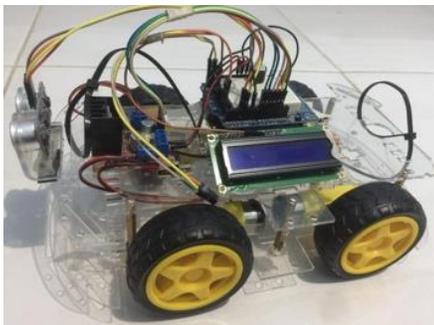
Bab ini membahas metode yang digunakan pada penelitian Simulasi Sistem Kendali Motor DC menggunakan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani beserta penjelasan terkait Studi Pustaka, Analisis Masalah, Perancangan dan Pembuatan Alat, Pengujian, Analisis dan Evaluasi serta Penyusunan Laporan, yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Obyek Penelitian

Obyek pada penelitian ini adalah perancangan sebuah sistem kendali Motor DC yang disimulasikan dalam bentuk mobil mainan, dengan tujuan menurunkan angka kecelakaan yang sering terjadi akibat kelalaian pengendara dalam mengontrol laju kendaraan. Berikut adalah bentuk simulasi mobil yang di gunakan dalam pembuatan simulasi, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Simulasi dalam bentuk mobil

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan perancangan dan pembuatan simulasi dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.2.1 Studi Pustaka

Dilakukan dengan mempelajari teori dasar yang berkaitan dengan Logika Fuzzy yang penerapannya dilakukan pada Motor DC sebagai pengontrol kecepatan dengan menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani yang kemudian akan digunakan sebagai acuan.

3.2.2 Observasi

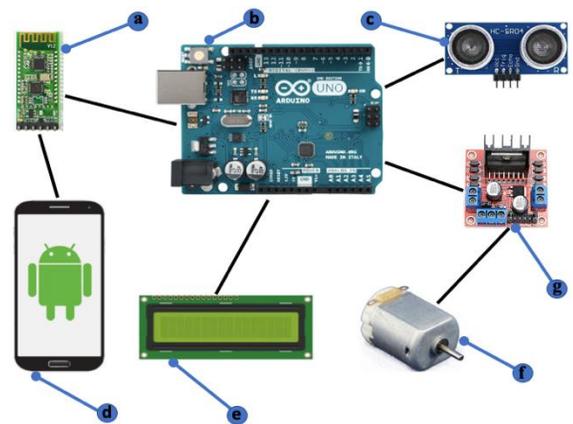
Observasi dilakukan dengan melakukan percobaan secara langsung terhadap simulasi sistem kendali Motor DC yang disimulasikan dalam bentuk mobil mainan dengan tujuan untuk mencari dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk membuat sistem kendali Motor DC. Data tersebut seperti himpunan-himpunan untuk menentukan besaran kecepatan, jarak halangan dan kekuatan kendali serta jumlah Rule yang nantinya akan digunakan dalam Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani.

3.2.3 Analisis

Pada tahap ini penulis menganalisis kebutuhan sistem dalam proses mengklasifikasikan himpunan untuk menentukan besaran kecepatan, jarak halangan dan kekuatan kendali. Analisis dilakukan berdasarkan dari data hasil uji coba dan berbagai studi pustaka tentang penggunaan mikrokontroler sebagai pengontrol Motor DC.

3.2.4 Perancangan Simulasi

Perancangan simulasi sistem dalam bentuk diagram block dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Block Perancangan Simulasi

Mekanisme kerja dari sistem ini adalah modul bluetooth menerima perintah dan besaran nilai kecepatan dari Android untuk digunakan menggerakkan Motor Dc. Kemudian sensor ultrasonik membaca hambatan didepan, jika terdapat hambatan kurang dari 40 cm Arduino melakukan perhitungan dengan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani. Hasilnya, perintah dan besaran nilai kekuatan kendali akan dikirimkan kepada Modul L298N. Kemudian perintah dan besaran nilai tersebut digunakan oleh L298N untuk mengontrol kecepatan

Motor Dc sehingga terjadi penurunan kecepatan pada sistem.

- a. Modul Bluetooth
Modul ini digunakan untuk menghubungkan dan menerima data dari Android ke Arduino.
- b. Arduino Uno
Arduino Uno merupakan otak dari sistem kontrol yang melakukan perhitungan menggunakan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dan mengontrol seluruh modul yang terhubung kepadanya.
- c. Sensor Ultrasonik
Sensor ultrasonik merupakan perangkat penting untuk membaca jarak hambatan yang berada didepan sistem dan mengirimkan nilai jarak kepada mikrokontroler.
- d. Android
Android digunakan sebagai pengontrol kecepatan dan arah laju simulasi.
- e. LCD 16x2
Komponen ini digunakan sebagai sarana untuk menampilkan jarak saat sistem melakukan kontrol pada Motor DC dan jarak setelah sistem berhenti.
- f. Motor DC
Komponen ini merupakan pengendali atau penggerak roda. Kecepatan Motor Dc ini dipengaruhi oleh alur listrik yang diberikan oleh L298N.
- g. Modul L298N
Modul ini dikendalikan oleh mikrokontroler berdasarkan hasil perhitungan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani.

3.2.5 Perancangan Software

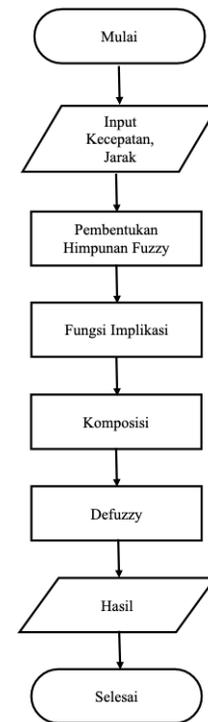
Pada tahap perancangan sistem ini memerlukan beberapa tahap guna memenuhi kebutuhan sistem. Tahap perancangan sistem akan memberikan gambaran secara detail tentang sistem yang akan dibangun. Tahapan perancangan ini meliputi perancangan masukan, proses dan keluaran.

- a. Perancangan masukan
Perancangan masukan bertujuan menentukan data-data yang akan diproses oleh sistem. Masukan tersebut berupa besaran kecepatan saat simulasi berjalan dan jarak halangan didepannya yang kemudian akan digunakan untuk tahap berikutnya.
- b. Perancangan proses
Pada tahapan ini pemrosesan data dilakukan dalam mikrokontroler AtMega 328 dan dikontrol menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani yang akan menghasilkan besaran kekuatan kendali yang digunakan untuk menurunkan kecepatan sistem.
- c. Perancangan keluaran

Perancangan keluaran menentukan keluaran-keluaran yang akan dikeluarkan oleh sistem setelah diproses. Keluaran tersebut berupa besaran kekuatan kendali dan tampilan pada layar LCD berupa jarak saat melakukan kontrol pada Motor DC dan jarak setelah sistem berhenti.

3.2.6 Flowchart Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

Struktur flowchart metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 4.3 Gambar Flowchart FIS Mamdani

3.2.7 Implementasi dan Pengujian

Tahapan pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengujian langsung terhadap sistem, apakah sistem dapat melakukan kontrol pada Motor DC sesuai dengan keinginan serta menghitung persentase keberhasilan sistem.

3.2.8 Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan dilakukan dengan penerapan hasil Perancangan dan Perakitan Alat (Arduino dan lainnya) , Pengujian kendali Motor DC, Analisis keadaan pada saat proses melakukan kendali Motor DC serta Evaluasi kekurangan program pada sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Sistem

Sistem yang akan dibangun adalah sebuah simulasi sistem kontrol Motor DC yang dapat mengontrol Motor DC berdasarkan kecepatan laju simulasi dan jarak hambatan didepannya. Dengan terciptanya simulasi sistem ini diharapkan kedepannya sistem ini dapat dikembangkan dan diterapkan pada kendaraan bermotor. Dengan begitu laju kendaraan bermotor dapat terkendali dan kendaraan bermotor dapat menghindari tabrakan dan mengurangi tingginya angka kecelakaan.

4.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem dilakukan dengan mencari tahu apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan simulasi sistem kontrol Motor DC ini. Tahap analisis kebutuhan sistem dibagi menjadi dua kebutuhan yang akan dipaparkan seperti dibawah ini.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional berisi proses-proses ataupun layanan yang akan dilakukan oleh sistem dan mencakup perilaku sistem pada situasi tertentu. Beberapa-kebutuhan fungsional dari sistem ini antara lain sebagai berikut:

- Sistem dapat melakukan pembentukan himpunan fuzzy terhadap variable input berupa nilai kecepatan dan nilai jarak serta variable output berupa nilai kekuatan kendali.
- Sistem dapat menghitung fungsi implikasi dari setiap aturan, hasilnya digunakan untuk melakukan komposisi antaraturan menggunakan metode Max.
- Sistem dapat melakukan defuzzy menggunakan metode centroid yang menghasilkan output yang nantinya digunakan untuk menentukan besaran nilai kekuatan kendali.
- Sistem dapat mengontrol Motor DC dan berhenti secara akurat pada jarak yang diinginkan.

4.2.2 Kebutuhan non Fungsional

Kebutuhan nonfungsional berisi kebutuhan yang dimiliki sistem selain dari kebutuhan fungsional. Beberapa kebutuhan nonfungsional dari sistem ini antara lain sebagai berikut:

- Kebutuhan perangkat keras
 1. Arduino Uno
Arduino Uno merupakan perangkat keras sumber terbuka yang penulis gunakan sebagai otak dalam melakukan perhitungan metode Fuzzy Inferensi System (FIS) Mamdani dan sebagai pengontrol perangkat lainnya.
 2. Chassis Arduino Robot 4WD
Chassis Arduino Robot 4WD yang berbentuk seperti mobil mainan penulis gunakan sebagai

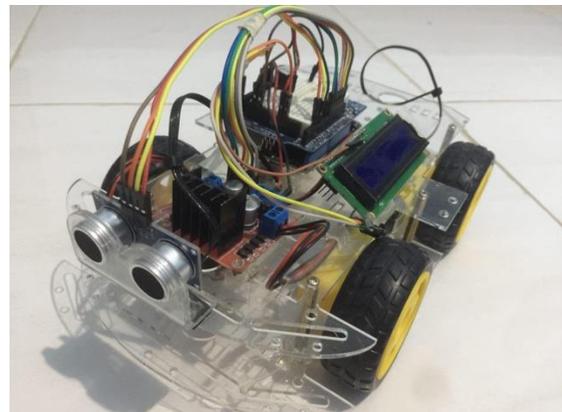
untuk melakukan perakitan Arduino Uno dan perangkat pendukung lainnya.

3. Smartphone Android
Smartphone dengan sistem operasi Android penulis gunakan sebagai pengontrol laju simulasi sistem yang berbentuk berupa mobil mainan.
4. Modul Bluetooth BT-05
Modul Bluetooth penulis gunakan sebagai penghubung antara Smartphone Android dengan mikrocontroller Arduino Uno.

- Kebutuhan perangkat lunak
 1. Arduino Bluetooth RC Car
Arduino Bluetooth RC Car merupakan aplikasi Android yang sudah ada di PlayStore dan penulis gunakan sebagai pengontrol simulasi sistem yang telah dibuat.
 2. Arduino IDE
Arduino IDE merupakan pengembang perangkat lunak sumber terbuka yang dituliskan dalam Bahasa pemrograman C yang dikhususkan untuk melakukan pemrograman pada mikrokontroler

4.3 Rancangan Simulasi

Rancangan simulasi merupakan rancangan awal alat sebelum di implementasikan pada sistem yang sebenarnya. Rancangan ini digunakan sebagai dasar untuk membuat simulasi dalam bentuk mobil mainan yang digunakan untuk menganalisa sistem yang akan dibuat. Di bawah ini adalah gambar simulasi sistem otomatisasi dalam bentuk mobil mainan yang dapat dilihat pada gambar 4.1



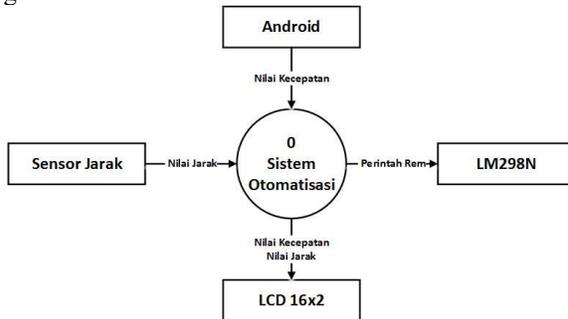
Gambar 4.1 Simulasi Sistem Kendali

4.4 Rancangan Sistem

Rancangan sistem merupakan alur dari proses sistem pengolahan data dalam suatu rancangan. Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem menggunakan diagram konteks, dan diagram jenjang.

4.4.1 Diagram Konteks

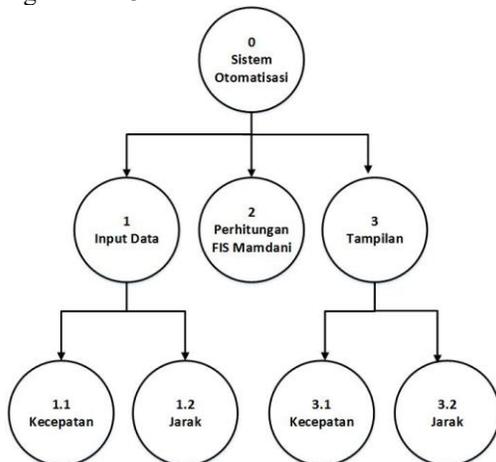
Diagram konteks sistem kendali Motor DC ini memiliki dua buah input berupa nilai kecepatan dan nilai jarak yang kemudian akan diproses dalam perhitungan metode Fuzzy Inferensi System (FIS) Mamdani dengan melalui tiga proses Fuzzyfikasi, Inferencing, dan Defuzzyfikasi. Sehingga menghasilkan besaran nilai kendali yang akan digunakan untuk memperlambat motor DC. Diagram konteks sistem kendali tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram Konteks

4.4.2 Diagram Jenjang

Diagram jenjang merupakan diagram yang menggambarkan proses perancangan sistem yang dapat dilihat secara umum. Pada sistem kendali ini terdapat dua proses perancangan utama. Pertama proses perancangan hardware dilakukan dengan merancang penempatan Arduino Uno serta perangkat pendukung lainnya seperti Sensor ultrasonik, Modul Bluetooth, dan Modul LM298N. Kedua proses perancangan software yang awali dengan perancangan input data berupa nilai kecepatan dan data nilai jarak yang kemudian akan di proses menggunakan perhitungan Fuzzy Inferensi System (FIS) Mamdani yang diharapkan akan mendapatkan output berupa nilai besaran kendali. Diagram jenjang dapat dilihat pada gambar 4.3

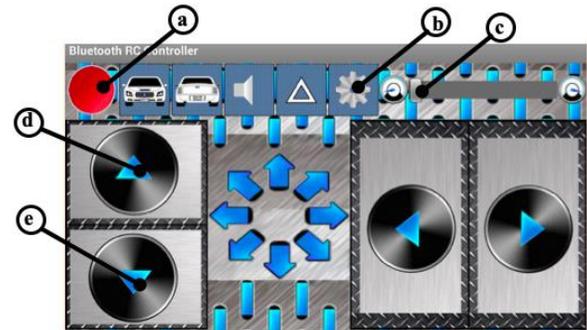


Gambar 4.3 Diagram Jenjang

4.5 Rancangan Perangkat Lunak Sistem

4.5.1 Remote Kontrol dan Antar Muka

Pada remote kontrol dan antar muka sistem, peneliti menggunakan aplikasi Arduino Bluetooth RC Car yang sudah tersedia secara gratis di PlayStore. Berikut adalah tampilan utama dari aplikasi Arduino Bluetooth RC Car yang dapat dilihat pada gambar 4.5



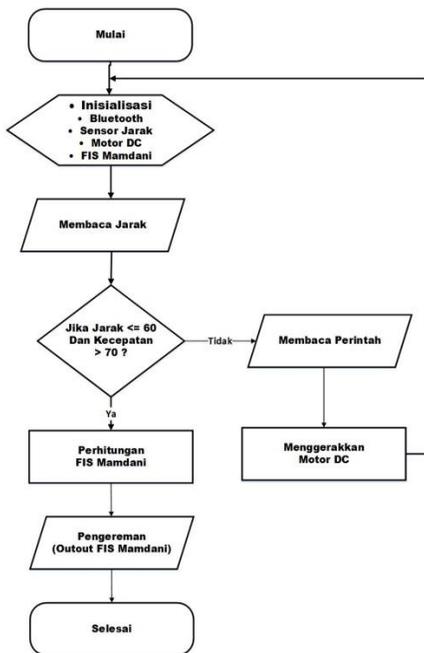
Gambar 4.5 Tampilan Utama Arduino Bluetooth RC Car

Pada Aplikasi Arduino Bluetooth RC Car peneliti hanya menggunakan Scroll bar dan beberapa button yang peneliti butuhkan, dengan penjelasan sebagai berikut:

- Indikator**
Indikator akan berwarna merah jika Bluetooth tidak terhubung dan akan berwarna hijau jika terhubung.
- Pengaturan**
Digunakan untuk melihat output dari setiap button dan digunakan untuk menghubungkan Android dan Modul Bluetooth yang terpasang pada simulasi sistem.
- Scroll bar kecepatan**
Digunakan untuk mengatur nilai kecepatan, nilai dibagi atas 10 bagian yang mana jika scrool digeser kearah kanan maka nilai kecepatan akan semakin tinggi dan juga sebaliknya.
- Button Maju**
Digunakan untuk mengirimkan perintah "F" yang dibaca simulasi sebagai perintah maju.
- Button Mundur**
Digunakan untuk mengirimkan perintah "B" yang dibaca simulasi sebagai perintah mundur.

4.5.2 Flowchart Sistem

Perancangan simulasi sistem dalam bentuk flowchart dapat dilihat pada gambar 4.6



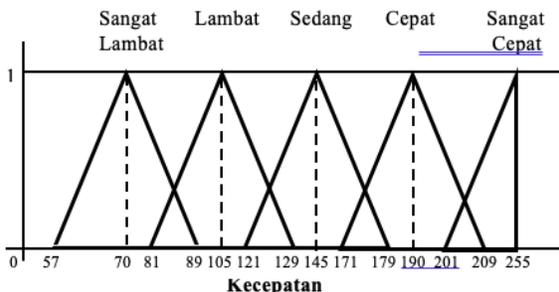
Gambar 4.5 Flowchart Sistem Kendali Motor DC

Fungsi dari sistem Kendali Motor DC ini adalah melakukan kendali Motor DC jika terdapat halangan yang membahayakan didepan sistem. Mekanisme dari sistem ini adalah dengan cara modul bluetooth menerima perintah dan besaran nilai kecepatan untuk menggerakkan Motor Dc. Kemudian sensor ultrasonik membaca hambatan didepan, jika terdapat hambatan kurang dari 60 cm mikrokontroler melakukan perhitungan dengan metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani. Hasilnya, perintah dan besaran nilai kekuatan kendali akan digunakan untuk mengontrol kecepatan Motor DC sehingga terjadi penurunan kecepatan pada sistem.

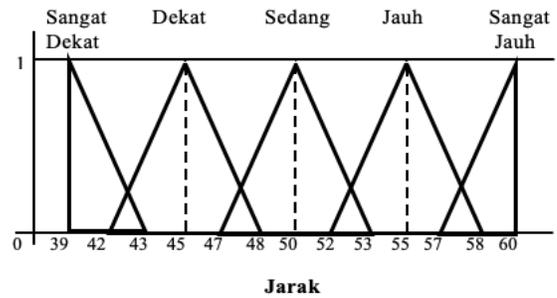
4.5 Penerapan FIS Mamdani

- Pembentukan Himpunan Fuzzy

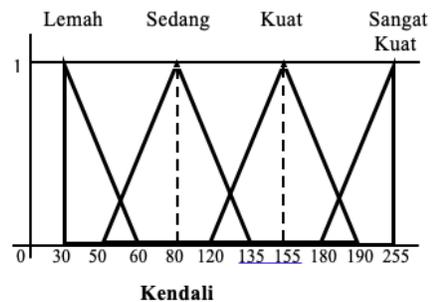
Berdasarkan hasil observasi yang peneliti lakukan sebelumnya, didapat dua himpunan input berupa himpunan kecepatan (gambar 5.3) dan himpunan jarak (gambar 5.4) serta satu himpunan output yaitu himpunan kendali (gambar 5.5)



Gambar 5.3 Himpunan variable Kecepatan



Gambar 5.4 Himpunan variable Jarak



Gambar 5.5 Himpunan variable Kendali

Berdasarkan himpunan fuzzy pada variable kecepatan (gambar 5.3) dengan satuan Pulse Width Modulation PWM peneliti coba konversi nilai tersebut kedalam satuan Meter per Menit (MPM) dengan hasil dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Konversi PWM ke MPM

No	Kecepatan dalam (PWM)	Kecepatan dalam (MPM)
1	60 PWM	18,7 MPM
2	80 PWM	31,6 MPM
3	100 PWM	39,3 MPM
4	120 PWM	46,4 MPM
5	145 PWM	50,9 MPM
6	165 PWM	55,4 MPM
7	180 PWM	57,4 MPM
8	200 PWM	60,6 MPM
9	250 PWM	64,5 MPM

Tabel 5.2 Hasil Pengujian

No	Kecepatan Simulasi Mobil	Jarak Saat Mengontol Motor DC	Kekuatan Kendali Hasil Perhitungan FIS Mamdani	Kekuatan Kendali Motor DC	Jarak Setelah Simulasi Berhenti
1	31,6 MPM	57 cm	42 PWM	Lemah	46 cm
2		42 cm	90 PWM	Sedang	35 cm
3	39,3 MPM	60 cm	40 PWM	Lemah	50 cm
4		40 cm	91 PWM	Sedang	32 cm
5	46,4 MPM	54 cm	90 PWM	Sedang	39 cm
6		44 cm	90 PWM	Sedang	30 cm
7	50,9 MPM	56 cm	89 PWM	Sedang	41 cm
8		42 cm	155 PWM	Kuat	31 cm

Tabel 5.3 Hasil Pengujian

No	Kecepatan Simulasi Mobil	Jarak Saat Mengontol Motor DC	Kekuatan Kendali Hasil Perhitungan FIS Mamdani	Kekuatan Kendali Motor DC	Jarak Setelah Simulasi Berhenti
1	55,4 MPM	58 cm	90 PWM	Sedang	38 cm
2		41 cm	155 PWM	Kuat	26 cm
3	57,40 MPM	55 cm	90 PWM	Sedang	31 cm
4		40 cm	223 PWM	Sangat Kuat	19 cm
5	60,6 MPM	48 cm	155 PWM	Kuat	27 cm
6		40 cm	223 PWM	Sangat Kuat	18 cm
7	64,5 MPM	52 cm	155 PWM	Kuat	28 cm
8		46 cm	155 PWM	Kuat	23 cm

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil hitung dari metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani dapat digunakan sebagai pengendali sekaligus menurunkan kecepatan simulasi dengan rata-rata jarak penurunan kecepatan hingga berhenti sejauh 17 cm dan jarak rata-rata hambatan setelah berhenti sejauh 27 cm.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, perancangan dan implementasi yang sudah dilakukan, maka ada beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. Sistem dapat dikendalikan menggunakan Android melalui aplikasi Arduino Bluetooth RC Car.
2. Sistem dapat melakukan perhitungan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani.
3. Sistem dapat mengontol Motor DC ketika hambatan berada pada jarak kurang dari 60 cm dan kecepatan lebih dari 19 MPM.
4. Sistem dapat berhenti dengan rata-rata jarak penurunan kecepatan hingga berhenti sejauh 17 cm dan jarak rata-rata hambatan setelah berhenti sejauh 27 cm.

5.2. Saran

Dari hasil pelitian, perancangan dan implementasi yang sudah dilakukan, maka ada beberapa saran yang dapat dikemukakan untuk membangun sistem kontrol Motor DC yang lebih baik lagi untuk kedepannya:

1. Simulasi sistem dapat dikembangkan dan diimplementasi kedalam kendaraan bermotor yang sesungguhnya.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan penambahan sensor rotary dan beberapasensor ultrasonic agar pembacaan jarak dan kecepatan lebih akurat.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan mikrokontroler yang memiliki clock speed yang lebih tinggi dan kualitas lebih baik sehingga pembacaan sensor, penerimaan data serta perhitungan menjadi lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasibuan, M.H., Kusumastuti, H dan Irawan, B. (2014), Pengendalian Kecepatan Kendaraan Roda Empat Dengan Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Mamdani, Journal of Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster), MIPA Universitas Tanjungpura, 01, 39–46.

- [2] Hersyah, M.H., Firdaus dan Nesya, H. (2018), Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatisasi Pengereman Elektromagnetik Berbasis Mikrokontroler Dengan Kontrol PID, *Journal of Information Technology and Computer Engineering*, Sistem Komputer Universitas Andalas, 01, 41–50.
- [3] Kadir, A. (2017), *Pemrograman Arduino Menggunakan Ardublock*, Yogyakarta: ANDI.
- [4] Kedairobot. (19 Juni 2019), L298 Motor Driver, diakses dari <http://kedairobot.com/components/35-l298-motor-driver.html>.
- [5] Kusumadewi, S., Purnomo, H. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Edisi 2. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [6] Mulia, K.P.F. (2016), Rancang Bangun Kursi Roda Elektrik Dengan Sistem Pengereman Otomatis yang Dikendalikan Suara Berbasis Mikrokontroler, Skripsi, S.T, Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, .
- [7] Munandar, A dan Aria, M. (2016), *Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler*, Telekontran, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- [8] Sari, N.I.R. (2016), Rancang Bangun Sistem Kenali Rem Otomatis Berbasis Mikrokontroler AtMega128, Laporan Akhir, A.Md.T, Teknik Elektro, Politeknik Negri Sriwijaya, .
- [9] SunFounder, (24 Juni 2019), Prototype Shield, diakses dari <https://www.sunfounder.com/learn/prototype-shield.html>.
- [10] Teknik Elektronika. (20 Agustus 2019), Pengertian Pulse Width Modulation atau Modulasi Lebar Pulsa, diakses dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-pwm-pulse-width-modulation-atau-modulasi-lebar-pulsa>.
- [11] Vitrali, M.D. (2015), *Model Pengereman Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler AtMega8535*, Skripsi, S.T, Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, .
- [12] Yakub (2012), *Pengantar Sistem informasi, Pertama* Yogyakarta: GRAHA ILMU.