

## ROBOT LINE FOLLOWER PENGANTAR SURAT MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC STUDI KASUS FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA

<sup>1</sup>Andini Putri, <sup>2</sup>Febri Maspiyanti

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia  
E-mail: <sup>1</sup>andiniputrianas@gmail.com, <sup>2</sup>febri.maspiyanti@univpancasila.ac.id

### *Abstract*

*Mail delivery at the Faculty of Engineering Pancasila University (FTUP) has many complaints regarding the delay of mail delivery from the administrative officer to the recipient of the mail. Lack of administrative staff responsible for the delay of mail acceptance can certainly cause great disadvantages to the recipient; hence this can be a big factor inhibiting the dissemination of information. As technology develops, many research on robot able to accommodate human's work. One type of robot that has been developed is the Robot Line Follower. In order to reduce the mail delivery delay, in this research we built a Line Follower Robot using Fuzzy Logic method. Fuzzy logic applied to this robot as a determinant of Servo motor speed and distance determinant of mail delivery area. This research yields 100% accuracy for straight line, 79% accuracy for U-line, 53% accuracy for 90° turn, 94,75% accuracy for obstacle detection, 87,75% accuracy for alarm, and 92,75% accuracy for RFID card detection, and 82% accuracy for RFID Card with option menu.*

**Keywords:** Accuracy, Fuzzy logic, Line Follower, RFID, Robot.

### **Abstrak**

Pengantaran surat di Fakultas Teknik Universitas Pancasila (FTUP) memiliki banyak keluhan perihal keterlambatan pengantaran surat dari petugas administrasi menuju penerima surat. Kurangnya petugas administrasi yang bertanggungjawab atas pengantaran surat tentu dapat menyebabkan kerugian besar bagi pihak penerima surat jika surat yang ditunggu merupakan surat penting, hal ini dapat menjadi faktor besar penghambat penyebaran informasi. Dengan berkembangnya teknologi, keberadaan robot dianggap mampu mempermudah pekerjaan manusia. Salah satu jenis robot yang telah banyak dikembangkan adalah Robot Line Follower. Demi mengurangi kerugian akibat keterlambatan pengantaran surat, dalam penelitian ini kami membangun sebuah Robot Line Follower dengan menggunakan metode Logika Fuzzy. Logika Fuzzy yang diterapkan pada Robot ini sebagai penentu kecepatan Motor Servo serta penentu jarak dari denah lokasi pengantaran surat. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100% untuk garis lurus, Garis belok huruf U 79%, garis belok patah 53%, deteksi obstacle 94,75%, alarmtone 87,75%, dan pengenalan fungsi RFID card 92,75%, sedangkan untuk akurasi RFID saat penambahan fitur menu memiliki akurasi sebesar 82%.

**Kata Kunci:** Akurasi, Line Follower, Logika Fuzzy, RFID, Robot.

### **1. Pendahuluan**

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh penulis dengan pelaku penerimaan dan pengantaran surat di Fakultas Teknik Universitas Pancasila (FTUP) yakni, Petugas Keamanan, Pegawai Administrasi, Pegawai Sekretariat Jurusan, dan Dosen, di FTUP sering terjadi keterlambatan pengantaran surat dari ruang utama

(lobby) menuju kepada pemilik surat yang tertera pada badan surat. Pada studi kasus yang dipilih oleh penulis belum ada Standar Operating Procedure (SOP) yang pasti dan digunakan dalam penanganan pengantaran surat. Terlepas dari itu semua, pekerjaan para pelaku penerimaan surat yang telah disebutkan diatas yang menumpuk sehingga surat yang sampai di FTUP perlu

menunggu siapa orang yang dapat mengantarkan pada penerima yang tertera di badan surat. Berdasar dari masalah yang ada di atas, dapat disimpulkan bahwa diperlukannya sebuah alat bantu pengantaran surat di FTUP yang akan bergerak secara otomatis melakukan pengantaran sehingga tidak ada lagi keluhan seputar keterlambatan pengantaran surat ke tujuan. Penulis bermaksud membuat sebuah Robot *Line Follower* (LF) yang akan bertugas mengantar surat dari ruangan petugas administrasi menuju ke Sekretariat Jurusan yang menjadi alamat pengiriman surat. Pemanfaatan Robot pada jaman sekarang bukanlah sebuah hal yang tabu, terlebih kemajuan teknologi yang sangat pesat mengantarkan kita untuk memanfaatkan tenaga Robot untuk memudahkan pekerjaan manusia.

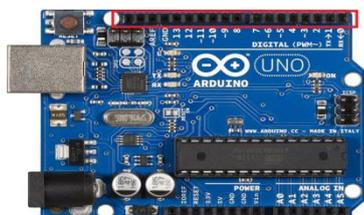
## 2. Landasan Teori

### 2.1 Robot Line Follower

Robot *Line Follower* merupakan jenis Robot beroda yang bergerak berdasarkan jalur garis (*Line*) yang sudah ditentukan dengan daya menggerak berupa motor [11]. Robot pengikut garis (*Line Follower*) yang memungkinkan manusia lebih mudah mengangkut barang atau memindahkan barang ke tempat lain dalam bidang industri serta dapat juga digunakan sebagai alat transportasi otomatis [14]. Robot *Line Follower* adalah suatu jenis Robot yang pergerakannya dengan mendeteksi garis sehingga Robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain [1].

### 2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan jantung dari sistem Robot sehingga keberadaannya sangat penting. Kontroler menyimpan informasi yang berkaitan dengan data-data Robot, dalam hal ini data gerakan Robot yang telah diprogram sebelumnya.



Gambar 2.1 Mikrokontroler Arduino Uno  
Sumber: www.arduino.cc

Gambar 2.1 memberikan gambaran sebuah kontroler. Kontroler berfungsi untuk mengontrol pergerakan. Kontroler sendiri diatur oleh sebuah informasi atau program yang diisikan dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Informasi tersebut kemudian disimpan di

dalam *memory*. Dahulu kontroler dibuat dari *drum* mekanik yang bekerja langkah demi langkah secara *sequential* dan sangat sederhana. Di masa sekarang salah satu jenis kontroler menggunakan PLC (*programmable logic control*) yang dapat bekerja dengan pergerakan yang sangat kompleks dari sistem Robot. Robot manipulator dan kontrolernya. Salah satu jenis kontroler yang banyak digunakan dalam *prototype* Robot adalah mikrokontroler Arduino uno. Arduino Uno merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. Pada umumnya *hardware* Arduino sama dengan mikrokontroler. *Software* Arduino merupakan *software opensource* sehingga dapat diunduh secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino.

### 2.3 Sensor

Sensor pada Robot umumnya dibuat dengan meniru cara kerja dan fungsi panca indra manusia. Dengan sensor, sebuah Robot dapat menerima sebuah rangsangan dari lingkungannya sama seperti halnya manusia menerima rangsangan melalui indranya. Jenis-jenis sensor yang banyak digunakan adalah Sensor Sentuh (*tactile* Sensor), Sensor Cahaya, Sensor Inframerah, Sensor Ultrasonik, Enkoder, Kompas, dan Akselerometer [3]. Pada penelitian ini penulis menggunakan sensor garis Photodiode berjumlah 4 sensor dan jarak antara sensor satu dengan yang lain sebesar 1 cm. Jarak cakupan pembacaan pada setiap sensor yang digunakan sebesar 15°. Pada setiap sensor akan diapit oleh sebuah lampu LED yang akan menerangi garis lintasan pada saat Robot LF sedang beroperasi. Pada sensor yang digunakan penulis juga dilengkapi dengan roda bebas yang akan membantu pergerakan Robot LF saat mendapati lintasan yang berbelok di jalur lintasan yang telah ditentukan.



Gambar 2.2 Sensor Photodiode

### 2.4 Motor Servo Continous

Servomotor jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinu). Pada Gambar 2.3 (b) menunjukkan Servomotor *continuous*.



Gambar 2.3. MotorServo Standar (a) dan Servo Motor Continuous (b).

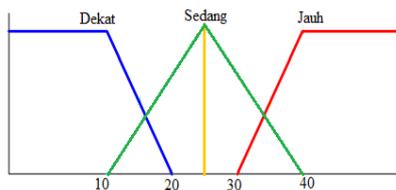
Dalam pembahasan Servo, dikenal sebuah istilah kalibrasi dalam pemrogramannya. Kalibrasi disini merupakan sebuah pengukuran angka yang digunakan pada saat membuat sebuah program putaran Servo, tujuan kalibrasi ini bertujuan untuk menentukan sebuah deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrumen ukur. Kalibrasi juga memiliki tujuan untuk menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar nasional, internasional atau sebuah rangkaian yang telah ditetapkan untuk memenuhi tingkat kepuasan akan program perintah Robot yang semestinya. Kalibrasi biasanya dilakukan disaat adanya ketidak sesuaian hasil keluaran yang semestinya dijalankan pada sebuah program Robot.

### 2.5 Logika Fuzzy

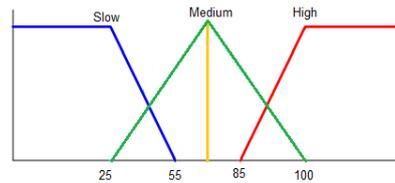
Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh, seorang peneliti dari Universitas California, pada tahun 1965. Logika *fuzzy* dikembangkan dari teori himpunan *fuzzy* [8]. Himpunan *fuzzy* adalah pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (*linguistik variable*), yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan, dalam semesta U. Keanggotaan suatu nilai pada himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya antara 0.0 sampai 1.0.

Himpunan *fuzzy* didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu *item* tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah [5].

Pada penelitian Robot LF ini penulis membuat 2 fuzzy set yang dikaji sesuai program perintah Robot LF yang telah ditentukan, yakni:



Gambar 2.4 Fuzzy Set Jarak



Gambar 2.5 Fuzzy Set Velocity

Jarak tempuh Robot LF dalam pengantaran surat akan mempengaruhi *velocity* atau kecepatan yang akan menjadi putaran MotorServo yang akan akan menggerakkan roda Robot LF pada lintasan yang telah ditentukan. *Velocity* pada penelitian ini akan terbagi atas 3 macam yakni, *Velocity High*, *Velocity Medium*, dan *Velocity Low*. Dimaa 3 macam *velocity* ini akan menyesuaikan dengan jarak tempuh pengantaran surta dan model jarak yang dilalui Robot LF saat proses pengantaran surat.

### 3. Metodologi Penelitian

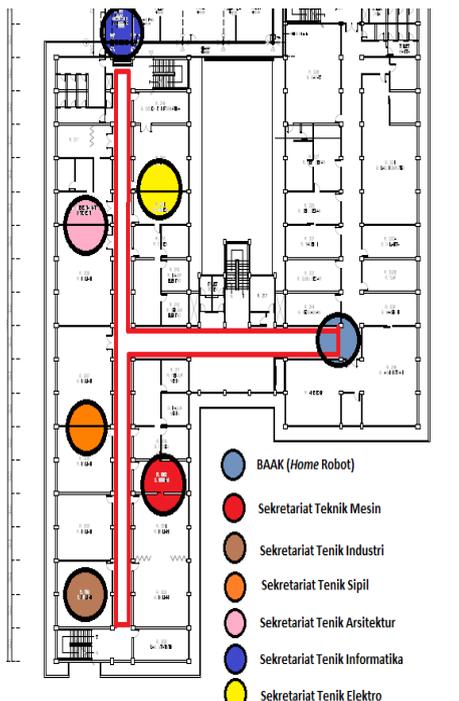
Pada Robot LF pengantar surat dengan studi kasus FTUP ini penulis menggunakan rangkaian analisis dan perancangan Robot LF yang terbagai atas Pengumpulan Data yang didapatkan dari wawancara dengan para aktor atau pegawai FTUP yang berinteraksi langsung dengan pengantaran dan penerimaan surat di FTUP yakni, Pegawai Keamanan, Pegawai Administrasi, Pegawai Sekretariat Jurusan, dan Dosen. Penulis juga menggunakan banyak referensi dari jurnal dan buku cetak sebagai penambah wawasan dan penentu komponen yang digunakan serta cara ideal yang akan digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari berbagai jurnal dan informasi seputar Robot dan komponen yang terdapat pada referensi yang dibaca.

Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, penulis melanjutkan ke tahapan bangun model, pada bangun model ini penulis membagi atas 4 tahapan yakni, pembuatan arena lintasan Robot LF yang akan digunakan untuk jalur pengantaran surat pada studi kasus yang telah ditentukan, bangun model untuk rangkaian Robot LF itu sendiri, mulai dari kelengkapan komponen sampai Robot LF menjadi satu kesatuan yang utuh, membuat diagram alir untuk program Robot LF yang akan dijalankan pada setiap komponen yang ada, dan menghitung akurasi dari Robot LF.

#### 3.1 Perancangan Arena Lintasan

Pada penelitian ini penulis membuat simulasi jalur lintasan masih pada lantai yang sama dengan menggunakan arena lintasan Robot LF dengan denah real FTUP pada bagian lantai 2. Pada studi kasus yang digunakan yakni FTUP

memiliki 6 Sekretariat Jurusan yang digunakan sebagai alamat penganataran surat, dan 1 markas Robot LF yang berfungsi sebagai pusat datangnya surat sebelum didistribusikan ke Sekretariat Jurusan yang ada. Berikut adalah skenario jalur lintasan berdasarkan denah real yang telah didapatkan. Skenario letak jurusan untuk pengantaran surat ini akan terletak berderet di selasar FTUP bagian lantai 2. Bagian garis merah ada gambar 3.1 merupakan jalur lintasan berupa garis hitam yang digunakan penulis agar Robot LF dapat berjalan menuju alamat penagantaran surat.



Gambar 3.1 Skenario jalur Lintasan Robot LF

Setelah menentukan keliling jalur lintasan pengantaran surat dengan skala 1:250, sesuai dengan skala denah yang telah diberikan oleh Sekretariat Jurusan Teknik Arsitektur, dari skala yang telah ditentukan oleh penulis tersebut didapatkan panjang keliling lintasan Robot berupa pita hitam yang akan dilalui sebagai berikut:

$$\text{Panjang Pita} = (s_1 + \dots + s_n) \times \text{skala} \quad (1)$$

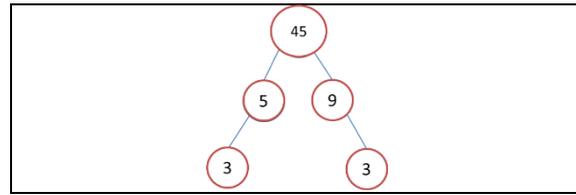
Keterangan:

S = Jarak tempuh Robot

Skala = ukuran yang digunakan dalam menentukan arena

$$\begin{aligned} \text{Panjang Pita} &= (374\text{cm} + 2820\text{cm} + 1440\text{cm} + \\ &1800\text{cm} + 2310\text{cm} + 1950\text{cm} + 4100\text{cm}) \times 250 \\ &= 18160\text{cm} \times 250 \end{aligned}$$

$$= 4540000\text{cm}$$



Gambar 3.2 Pohon Faktor Panjang Pita

Pohon faktor pada gambar 3.2 berisi bilangan-bilangan prima dari hasil pemfaktoran dari panjang pita dari perhitungan sebenarnya luas FTUP, perhitungan dengan pohon pohon faktor ini bertujuan untuk mencari ukuran panjang pita mana saja yang dipakai penulis untuk membuat panjang pita untuk jalur lintasan Robot LF. Dari hasil perhitungan dengan pohon faktor diketahui bahwa angka 5, 9, dan 3 merupakan bilangan prima yang dimiliki oleh pohon faktor 45. Dari sini penulis akan menghitung bilangan prima mana saja yang memenuhi kebutuhan penulis dalam pembuatan lintasan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Panjang Pita} : \text{PP real} \times \text{BP} \quad (2)$$

Keterangan:

PP real = jumlah panjang pita sebenarnya

BP = Bilangan Prima

1. Panjang Pita BP 50 =  $45 : 50 = 0,9$
2. Panjang Pita BP 90 =  $45 : 90 = 0,5$
3. Panjang Pita BP 30 =  $45 : 30 = 1,5$

Dari hasil perhitungan di atas penulis mendapat 3 alternatif pilihan yang dapat dipilih atau digunakan penulis untuk diterapkan menjadi jalur lintasan Robot. Penulis menyesuaikan ukuran panjang pita mana yang digunakan untuk lintasan Robot dengan menghitung jumlah panjang pita yang sudah difaktorkan menggunakan nilai-nilai bilangan prima yang menjadi bagian dari jumlah panjang pita real Robot. Cara memilih alternatif mana yang memenuhi syarat dengan jalur Arena yang telah disediakan oleh penulis sama dengan rumus panjang pita di halaman sebelumnya, yakni:

$$\text{Panjang Pita} = (s_1 + \dots + s_n) \times \text{skala} \quad (3)$$

1. Panjang Pita =  $0,9 \times 250 = 225$
2. Panjang Pita =  $0,5 \times 250 = 125$
3. Panjang Pita =  $1,5 \times 250 = 375$

Dari hasil perhitungan di atas, penulis memilih menggunakan alternatif pilihan ke tiga dikarenakan jumlah panjang pita memenuhi

jumlah luas jalur Arena yang dimiliki oleh penulis. Sehingga panjang pita yang digunakan pada jalur Arena lintasan Robot LFinis ± sebesar 375 cm. Pada lintasan Robot LF ini telah dijabarkan pada penjelasan sebelumnya bahwa menggunakan denah *real* dari studi kasus yang digunakan yakni FTUP. Oleh karena itu penulis menggunakan tiga model jalur atau pita lintasan yakni:

1. Lintasan Lurus;
2. Lintasan Belok U;
3. Lintasan Belok Patah 90°.

Karena dalam denah *real* FTUP tidak memiliki simpangan pada lorong atau selasar gedungnya, maka penulis hanya membahas dan mengatur alur pergerakan Robot dalam tiga bagian model jalur yang telah disebutkan di atas.

### 3.2 Bangun Model

Penulis menentukan pemilihan komponen yang digunakan pada penelitian Robot LF ini berdasarkan fitur-fitur yang menjadi bagian tugas Robot LF pada pengantaran surat:

1. Fitur Pendeteksi Garis, pada fitur ini penulis akan menggunakan komponen SensorPhotodiode yang digunakan untuk membaca garis hitam untuk jalur pengantaran surat.
2. Fitur Pendeteksi Halangan atau *Obstacle*, fitur pendeteksi halangan akan menggunakan Sensor Ultrasonik yang berfungsi agar Robot LF mengetahui apakah ada penghalang dibagian depan Robot pada saat Robot sedang berjalan melintasi jalur lintasan pengantaran surat.
3. Fitur Penyimpanan Perintah, fitur ini merupakan fitur yang selalu ada disemua penelitian Robot, yang mana pada penelitian ini penulis menggunakan sebuah mikrokontroler Arduino Uno R3 yang menyimpan perintah Robot LF.
4. Fitur Layar Menu dan Informasi Sekretariat jurusan, LCD I2C akan menjadi hasil keluaran menu dan wadah informasi untuk pengantaran surat dan pada saat surat telah sampai pada tempat tujuan.
5. Fitur Deteksi Identitas Sekretariat Jurusan, fitur ini akan menjadi identitas utama dari alamat penganatarn surat yang tak lain adalah sekretariat jurusan.
6. Fitur Berjalan, penggunaan Roda untuk penggerak Robot digunakan karena Robot LF pada penelitian ini jenis Robot *Mobile*.
7. Fitur Penanda *Mission Complete* dan *Obstacle*, komponen buzzer akan menjadi *alarm tone* saat Robot LF mendeteksi

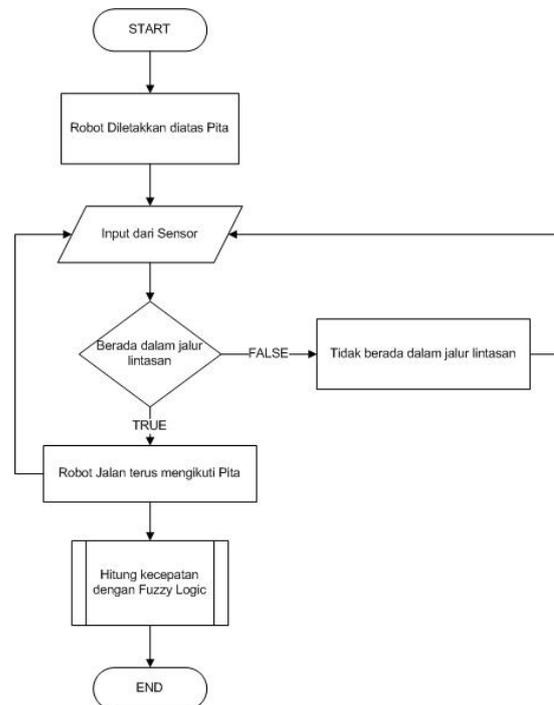
obstacle atau surat yang diantar telah sampai pada tujuan pengantaran.

Fitur Pointer Menu, sebelum Robot LF akan mengantar surat, pengguna Robot menilai alamat sekretariat jurusan yang akan menjadi alamat pengantaran surat.

Setelah penentuan fitur dan komponen yang digunakan pada pembuatan Robot LF ini, penulis meneruskan tahapan pembuatan Robot LF dengan membuat rangkaian program yang menjadi program perintah dari setiap komponen yang telah dirangkai menjadi satu kesatuan Robot LF yang utuh.

### 3.3 Perancangan Program Robot

Pada perancangan Logika Robot, penulis akan merancang dan mengelompokkan tindakan Robot berdsarkan pembagian komponen yang digunakan pada saat penentuan fitur Robot LF.



Gambar 3.3 Flowchart Program Robot

Pada Gambar 3.3 penulis menuliskan urutan tindakan dan proram yang dijalankan oleh Robot LF. Pertama Robot LF akan diletakkan diatas garis hitam oleh pengguna Robot LF. Setelah itu Robot LF akan menerima masukan berupa warna garis hitam yang menjadi jalur lintasan pengantaran surat, garis tersebut akan terdeteksi oleh sensorPhotodiode yang berada pada bagian depan Robot LF. Jika garis hitam telah terdeteksi maka sensorPhotodiode akan berintegrasi dengan motorServo yang akan menggerakkan rangkaian

Robot LF, motorServo akan bergerak sesuai dengan arah sensor mendeteksi adanya garis hitam dilintasan. Namun jika motorServo atau sensorPhotodiode tidak mendeteksi adanya garis hitam, maka Robot LF akan terus berusaha mencari adanya garis hitam untuk diikuti. Selanjutnya setelah Robot LF telah mendeteksi garis hitam, program Robot akan melanjutkan dengan perhitungan *velocity* yang akan menyesuaikan dengan jarak tempuh pengantaran surat dan model jalur lintasan yang dilalui oleh Robot LF. Pada penelitian ini, penulis membagi Perancangan program perintah Robot menjadi beberapa bagian berdasarkan komponen yang akan menjalankan.

### 3.4 Akurasi

Guna mendapatkan nilai untuk akurasi, penulis akan mengamati garis atau jalur yang akan digunakan untuk simulasi pergerakan atau perpindahan yang nantinya akan dilakukan oleh Robot LF. Garis yang dimaksud disini merupakan jalur Arena Robot LF untuk menuju ke alamat surat yang akan diantar yakni Sekretariat Jurusan. Penulis akan melihat apakah Robot ini melakukan tugasnya dengan benar atau tidak dengan mengamati berapa banyak Robot LF tersebut keluar jalur lintasan yang telah disediakan.

Perhitungan tersebut didapatkan dengan membagi jumlah penulis melakukan percobaan dengan jumlah Robot LF tersebut melakukan tugas benarnya, dari penjelasan di atas didapatkan rumus menghitung akurasi Robot sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \sum \frac{A}{B} \times 100\% \quad (4)$$

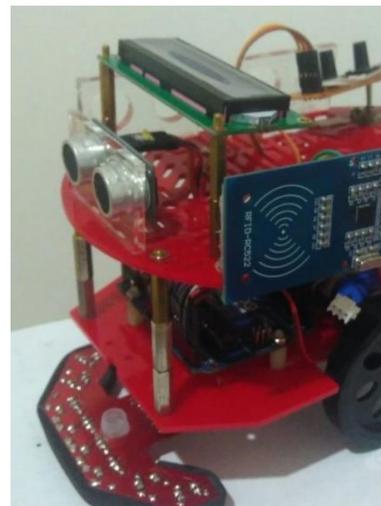
Dimana:

A = Jumlah Robot melakukan tugas dengan benar  
B= Jumlah Penulis melakukan eksperimen

## 4. Hasil dan Diskusi

Pada penelitian Robot LF ini, penulis akan menjelaskan cara kerja dan aktivitas apa saja yang akan dilakukan Robot LF selama masa pengantaran surat pada arena lintasan yang telah disediakan. Pertama pengguna yang akan menggunakan Robot harus memilih menu pengantaran surat yang telah disediakan di LCD I2C menggunakan pointer berbentuk rangkaian *pushbutton*. Setelah pemilihan menu, Robot diletakkan pada garis berwarna hitam dan Robot akan otomatis berjalan mengikuti garis yang telah disediakan. Setelah proses mengikuti garis hitam telah dilakukan, Robot akan berjalan terus menerus mengikuti jalur sampai adanya tapping RFID card yang berisi identitas Sekretariat Jurusan yang sesuai

dengan menu yang telah dipilih diawal. Setelah RFID card yang di tapped dan menu yang di inialisasikan sesuai maka Robot akan menghentikan motor Servo dan komponen buzzer akan membunyikan alarm tone yang menandakan adanya surat yang sampai pada Sekretariat jurusan. Namun jika pada proses pengantaran surat di jalur lintasan Robot mendeteksi adanya obstacle pada bagian depan Robot, maka Robot juga akan menghentikan putaran motor Servo dan membunyikan alarm tone dari komponen Robot LF yang sama.



Gambar 4.1 Tampilan Robot LF

Pada Gambar 4.1 merupakan hasil bangun model Robot LF yang telah tergabung dengan semua komponen yang telah ditentukan. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun Robot LF ini adalah C, bahasa C digunakan untuk program dan perintah semua komponen yang terdapat pada Robot LF. Penggunaan bahasa C dikarenakan *task editor* Arduino Uno hanya *support* pada bahasa pemrograman C, selain itu agar mudah dalam proses *compile* dan pengunggahan program pada Mikrokontroler Robot LF yang menggunakan produk Arduino Uno juga, penulis menggunakan kabel Universal Serial Bus (USB) yang sudah terhubung dengan *port* USB yang ada di Mikrokontroler Arduino Uno Robot LF dan laptop yang digunakan untuk membuat program Robot LF.

Tabel 4.1 Rencana Uji Coba Langsung

Identifikasi	Pengujian	Tingkat Pengujian
UL-01	Penempatan Arena Robot LF (Tempat gelap atau Terang)	Pengujian antar muka
UL-02	Proses Robot	Pengujian antar

	LF berjalan	muka & Pengujian Proses
UL-03	Proses Robot LF Belok	Pengujian antar muka & Pengujian Proses
UL-04	Proses mengenali warna garis atau jalur lintasan	Pengujian antar muka & Pengujian Proses

Sebelum penulis melakukan pengujian menggunakan serial *monitordumpinfo* dengan *tools* yang telah disediakan oleh *software* Arduino Uno. Pengujian menggunakan *tools* serial *monitor* ini dilakukan untuk mengetahui terlebih dahulu apakah komponen sensor Photodiode yang digunakan berfungsi dengan baik atau tidak. Sensor Photodiode pada saat pengujian dapat berfungsi dengan baik, namun pada sensor Photodiode hanya dapat mengenali bilangan hexa dalam proses pendeteksian baca garis hitam. Makadari itu penulis mengkonversikan bilangan hexa menjadi bilangan biner agar didalam program yang dirancang, penulis tidak kesulitan dalam pembagian penggunaan masing-masing sensor yang telah tersedia. Pada tabel 4.2 diterangkan hasil konversi bilangan hexa menjadi biner yang digunakan penulis dalam pemrograman perintah Robot LF.

Tabel 4.2 Konversi Hexa ke Binner

Function	Hexa	Binner
Arena Putih	0x0f	1111
Belok Kanan	0x01	0001
Belok Kanan	0x03	0011
Motor Maju	0x06	0110
Belok Kanan	0x07	0111
Belok Kiri	0x08	1000
Belok Kiri	0x0C	1100
Belok Kiri	0x0E	1110

Gambar 4.2 adalah cuplikan program Robot LF yang digunakan penulis untuk program perintah pendeteksian garis yang terintegrasi dengan motor Servo yang digunakan penulis. Program belok kanan ini akan berfungsi saat sensor Photodiode paling kanan yang ada dibadan Robot LF mendeteksi adanya garis warna hitam di jalur lintasan yang dilewati Robot LF pada saat pengantaran surat.

```
if(sensor == 0x01) {
    // hasil pembacaan sensor
    "0001" -> track berada di ujung
```

```
kanan sensor
belok_kanan(1);
Serial.print("0001");
}
```

Gambar 4.2 Program Belok Kanan Robot

Tabel 4.3 merupakan kriteria pengujian yang akan dilakukan penulis dalam proses penentuan akurasi pada Robot LF yang telah dibuat. Proses uji coba sebelumnya telah ditentukan dalam tabel rencana uji yang telah dibuat penulis sebelumnya pada tabel 4.1.

Tabel 4.3 Uji Coba Langsung

Kode	Pengujian	Prosedur pengujian
UL-01	Penempatan Arena Robot LF (Tempat gelap atau Terang)	Meletakkan garis dan membacanya dengan Sensor garis
UL-02	Proses Robot LF berjalan	Berjalan di atas garis Hitam dengan Sensor garis
UL-03	Proses Robot LF Belok	Melintasi jalur yang berbelok
UL-04	Proses mengenali warna garis atau jalur lintasan	Berjalan di atas garis Hitam dengan Sensor garis

Pada hasil uji coba langsung pada tabel 4.4, penulis mencoba beberapa pengujian berdasarkan prosedur pengujian yang telah dibuat pada rencana pengujian dan dilihat apakah dari kriteria pengujian pada tabel 4.3, berdasarkan kriteria tersebut dapat diketahui apakah keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan penulis atau tidak. Dari 4 rencana pengujian yang dilakukan 3 sukses dilakukan dan 1 dibagian belok patah kadang bisa mulus dilakukan kadang tidak bisa karena penggunaan sensor Photodiode yang jumlahnya terbatas. Dengan jumlah penggunaan sensor Photodiode yang jumlahnya tidak banyak, jadi pembacaan garis hitam tidak bisa dilakukan dengan sempurna.

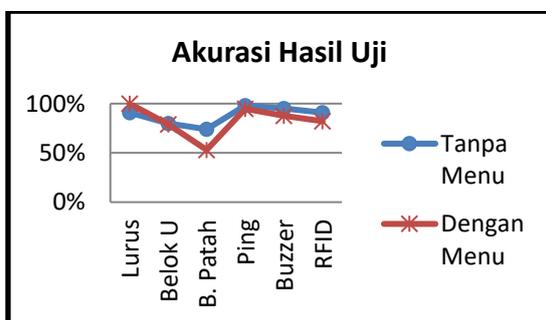
Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Langsung

Kode	Keluaran yang diharapkan	Kesimpulan
UL-01	Perbedaan terang dan gelapnya tempat Uji yang di pakai	Sukses
UL-02	Bisa mengikuti garis hitam	Sukses
UL-03	Bisa mengikuti jalur Belok	Kadang
UL-04	Dapat mengikuti	Sukses

	garis dengan baik dan benar	
--	-----------------------------	--

Setelah semua kriteria pengujian yang ada di rencana pengujian telah selesai dilakukan dan didapat hasilnya. Penulis akan memulai uji akurasi berdasarkan semua fungsi komponen yang ada pada rangkaian Robot LF. Penguji melakukan pengujian  $\pm 420$ . Dari semua pengujian yang dilakukan penulis membagi menjadi 6 bagian komponen yang akan dihitung nilai akurasinya. Namun penulis melakukan 2 macam pengujian saat ingin mendapat nilai akurasi, yang pertama adalah perhitungan nilai akurasi tanpa penggunaan fitur menu dan yang kedua perhitungan akurasi dengan fitur menu.

Fitur menu pada penelitian Robot LF ini adalah sebuah menu yang ditampilkan pada komponen LCD I2C, fitur menu ini merupakan sebuah alamat pengantaran surat di FTUP yang tak lain adalah 6 Sekretariat Jurusan.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa ada penurunan nilai akurasi antara Robot LF yang menggunakan fitur menu dan yang tidak menggunakan fitur menu. Hal ini dikarenakan banyaknya komponen yang telah digunakan pada rangkaian Robot LF, sehingga *memory* yang disediakan oleh mikrokontroler tidak mampu bisa berjalan semua, dan komponen motor servo sulit menemukan nilai kalibrasi yang pas dan cocok saat di satukan dengan komponen yang lainnya.

## 5. Kesimpulan

Penggunaan Fuzzy Logic untuk dasar Logika Robot LF dapat memperkecil *Errorsteadyset* dalam uji coba Robot LF. Pada penelitian ini penulis melakukan uji akurasi pada Robot LF

pengantar surat ini, berdasarkan tugas dari beberapa komponen yang ada mulai dari pembacaan garis lurus menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100%, Garis belok huruf Umiliki tingkat akurasi 80%, garis belok patah memiliki tingkat akurasi paling kecil yakni 74%, deteksi Ultrasonik 98%, tanggapnya *buzzer* sebagai *alarmtone* pada penelitian ini bernilai 95%, dan tingkat pengenalan fungsi RFID pada penelitian ini sebesar 91%. Lebih lengkap lagi dapat dilihat di grafik uji akurasi pada bab sebelumnya. Namun pada tindakan belok patah dengan fitur menu hanya menghasilkan akurasi 53% dikarenakan penggunaan *memory* pada arduino yang telah mencapai batas.

## Referensi/Daftar Pustaka

Fauzi, Imam. 2014. *Pengaturan kecepatan motordalam mempertahankan batas tepi badan Robot line follower terhadap line menggunakan fuzzy logic controller*. Malang: Universitas Brawijaya.

[http://eprints.undip.ac.id/41644/3/BAB\\_2.pdf](http://eprints.undip.ac.id/41644/3/BAB_2.pdf)  
(diakses tanggal : 17 September 2016 – 13.21)

K, S Fu (Kingsun). 1987. *Robotics: control sensing vision and intelligence*. Singapore: McGraw-Hill.

Saelan, Athia. 2013. *Logika Fuzzy*. Bandung : STEI ITB.

Setyanoveka, Deaz Achmedo. 2014. *Sistem Pengendalian Perlambatan Kecepatan Motor Pada Robot Line Follower dengan Sensor Ultrasonik*. Malang: Universitas Brawijaya.

W. N, Rigathi, Ary, Bima K, dkk. 2010. *Buku Ajar Robotika*. Jakarta: Gunadarma.

Mulyana, Ardiyan Rofiq, Yahya, Lutfi, dkk. *ROPADAS (ROBOT PRAMUSAJI CERDAS) BERBASIS LINE FOLLOWER SYSTEM*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Pengantar Kecerdasan Buatan: Logika Fuzzy*