

# PERANCANGAN ROBOT MOBIL PENJEJAK DINDING KORIDOR MENGUNAKAN KENDALI LOGIKA FUZZY

Iwan Setiawan  
Darjat  
Ashadi Septiaji

## Abstract

*Robotical engineering development is growing beyond our expectation recently, into the next level, in which robot automation has been implemented in higher level intelligence with less human operator getting involved. In this kind of high level intelligence, robot automation is working in 3 processes, i.e. data input (collected data for being processed in computation), intelligence algorithm (decision making method based on data input), and data output (taken data as a result of decision making from intelligence algorithm).*

*There are many kind of shapes and intelligence algorithms with different tasks in mobile robot engineering scope. The main problem in this kind of mobile robot is within the navigation ability and flexibility and robust held-handled in processing. Hence, this final project is implementing fuzzy logic controller method as a guidance system in a wall corridor follower mobile robot.*

*The results of the test run are the parameter in fuzzy logic controller method influencing the mobile robot decision making in following wall corridor task, and wall corridor following mobile robot is working properly in width of 60 – 100 cm between left and right sides of wall corridor. Sharp GP2D12 IR sensor's placement has a big role in the wall corridor following.*

**Keyword :** Mobile robot, wall corridor follower, fuzzy logic controller.

Beberapa tahun terakhir ini perkembangan teknologi di bidang robotika telah menjadi perhatian yang cukup serius. Hal ini terutama pada peran robot yang dapat menggantikan pekerjaan manusia terutama dalam lingkungan yang berbahaya, seperti daerah radiasi nuklir, penjelajahan ruang angkasa, penjinak bom dan lain-lain.

Robot mobil adalah alat yang dapat bergerak secara otomatis untuk melakukan pekerjaan tertentu, diantaranya bergerak menuju lokasi atau daerah yang telah ditetapkan atau menuju sasaran tertentu. Kondisi lingkungan yang tidak bisa diprediksi menimbulkan kompleksnya pemrograman dengan menggunakan pengendali konvensional. Logika *Fuzzy* adalah salah satu pengendali modern yang mampu bekerja baik pada sistem-sistem non-linear dengan menawarkan kemudahan dalam perancangan program karena tidak memerlukan model matematis dari proses.

Bentuk dari robot mobil yang berdimensi relatif kecil dan sederhana memungkinkan penggunaan teknologi mikrokontroler untuk otomatisasi sistem dan memudahkan dalam pengendalian. Dalam tugas akhir ini digunakan mikrokontroler ATMega8535 sebagai sistem pengendali, dan logika *Fuzzy* sebagai metode pengendali. Logika *Fuzzy* digunakan untuk menentukan kecepatan angular robot. Dengan mengetahui kecepatan angular robot ini setiap saat, maka kecepatan linier roda-roda robot dapat ditentukan. Kecepatan linier roda-roda robot akan

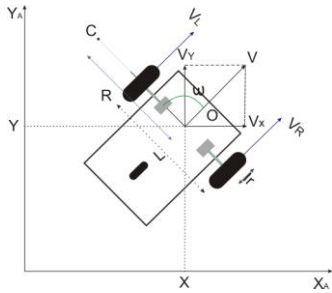
mengatur besarnya *duty cycle* sinyal PWM pada masing-masing motor, sedangkan jejak (*guidance*) berupa dua buah dinding yang dapat dianalogikan sebagai koridor.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merancang sebuah robot mobile yang dapat menjejaki dinding koridor dengan sebuah sistem kendali umpan balik berbasis kendali *fuzzy* yang diimplementasikan kedalam bentuk perangkat keras dan perangkat lunak (sistem mikrokontroler).

## Robot Mobil

Robot mobil adalah sistem robot yang mampu memindahkan dirinya sendiri dari posisi satu ke posisi yang lain, dimana kedua posisi tersebut berada pada jarak tertentu (keseluruhan badan robot berpindah tempat), bisa dikatakan bahwa robot tersebut bergerak dinamis.

Salah satu jenis robot mobil yang umum digunakan, terutama untuk dioperasikan dalam ruangan adalah robot mobil dengan pengemudian atau sistem penggerak differensial (*differential drive*). Alasan utamanya karena relatif lebih fleksibel dalam melakukan manuver serta kemudahan dalam pengontrolannya.

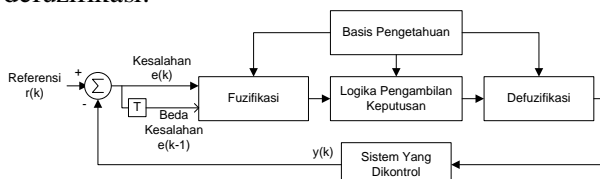


**Gambar 2.1 Posisi dan orientasi robot mobile dalam sistem koordinat cartesian**

Gambar 2.1 memperlihatkan arsitektur robot dilihat dari bagian atas : Jika kedua roda penggerak tersebut berputar dengan kecepatan yang sama maka robot tersebut akan bergerak dengan arah yang lurus, sedangkan jika kecepatan salah satu roda lebih lambat maka robot akan bergerak membentuk kurva dengan arah lintasan menuju salah satu roda yang bergerak lebih lambat tersebut.

### Kendali Logika Fuzzy

Kendali logika *fuzzy* bekerja berdasarkan aturan linguistik yang dibuat mirip dengan seorang operator ahli dalam melakukan proses kendali. Dalam proses manual, kinerja memuaskan atau tidak tergantung dari pengalaman operator tersebut, dan pengalaman butuh waktu dan *trial-and-error*. Di dalam kendali logika *fuzzy*, kinerja kendali memuaskan atau tidak juga tergantung dari *trial-and-error*, Mekanisme kendali logika fuzzy kalang tertutup ditunjukkan pada Gambar 2.2, di mana terdapat dua masukan, yaitu masukan kesalahan dan beda kesalahan. Dua masukan tersebut diolah oleh sistem kendali logika fuzzy yang terdiri atas empat komponen utama yang menyusun proses kendali logika fuzzy, yaitu proses fuzzifikasi, basis pengetahuan, logika pengambil keputusan, dan defuzzifikasi.



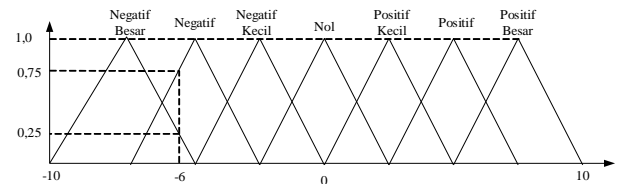
**Gambar 2.2 Mekanisme kendali logika fuzzy kalang tertutup**

### Fuzzifikasi

Komponen fuzzifikasi berfungsi untuk memetakan masukan data tegas ke dalam himpunan *fuzzy* menjadi nilai *fuzzy* dari beberapa variabel linguistik masukan.

Gambar 2.3 menunjukkan suatu contoh proses fuzzifikasi dimana nilai masukan tegas sebesar -6 dipetakan ke dalam fungsi keanggotaan segitiga dengan label (umumnya berupa variabel linguistik *fuzzy*) sebagai berikut: Negatif Besar, Negatif, Negatif Kecil, Nol, Positif Kecil, Positif dan Positif Besar. Variabel yang digunakan sebagai contoh adalah besar

perubahan pengukuran data dengan jangkauan antara -10 sampai 10. Hasil proses fuzzifikasi dari data -6 tersebut adalah derajat keanggotaan 0,25 untuk Negatif Besar, derajat keanggotaan 0,75 untuk Negatif serta derajat keanggotaan 0 untuk masing-masing Negatif Kecil, Nol, Positif Kecil, Positif dan Positif Besar.



**Gambar 2.3 Proses fuzzifikasi**

### Basis pengetahuan

Basis pengetahuan terdiri dari basis data dan basis aturan. Basis data mendefinisikan himpunan *Fuzzy* atas ruang-ruang masukan dan keluaran. Basis aturan berisi aturan-aturan kendali *Fuzzy* yang digunakan untuk pengendalian proses.

Pembentukan basis data mencakup perancangan fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel masukan dan keluaran, pendefinisian semesta pembicaraan dan penentuan variabel linguistik setiap variabel masukan dan keluaran.

Basis aturan kendali *Fuzzy* adalah kumpulan aturan-aturan kendali *Fuzzy* yang dibuat berdasarkan pengetahuan manusia dalam pengendalian suatu sistem. Aturan yang ditetapkan digunakan untuk menghubungkan antara variabel masukan dan variabel keluaran.

### Logika Pengambilan Keputusan Fuzzy

Berdasarkan basis aturan yang telah dibuat, variabel masukan *Fuzzy* diolah lebih lanjut untuk mendapatkan suatu penyelesaian. Dengan demikian dapat diambil suatu keputusan berupa keluaran *Fuzzy*, yaitu himpunan-himpunan keluaran *Fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang telah ditetapkan. Mekanisme pertimbangan *Fuzzy* yang sering digunakan adalah dengan metode MAX-MIN.

### Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses pengubahan besaran *Fuzzy* yang disajikan dalam himpunan *Fuzzy* ke sinyal yang bersifat bukan *Fuzzy*. Strategi defuzzifikasi ditujukan untuk menghasilkan suatu aksi kontrol bukan *Fuzzy* (*crisp output*) yang paling tepat dalam merepresentasikan kemungkinan distribusi aksi kontrol *Fuzzy* yang telah dihitung. Salah satu metode defuzzifikasi adalah metode *Center of Gravity* (COG). Nilai keluaran tegas metode *Center of Gravity* (COG) adalah jumlah dari hasil kali keluaran *Fuzzy* untuk setiap himpunan *Fuzzy* keluaran dengan posisi *singleton* pada sumbu x setiap himpunan *Fuzzy* keluaran dibagi dengan jumlah keluaran *Fuzzy* untuk

setiap himpunan *Fuzzy* keluaran atau dapat dirumuskan :

$$\text{Crispoutput} = \frac{\sum_i (\text{FuzzyOutput}_i) \times (\text{Posisi singleton di X axis}_i)}{\sum_i (\text{FuzzyOutput}_i)}$$

### Motor DC

Motor dc adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah (DC) menjadi tenaga mekanik (putaran). Motor bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

### Driver Motor DC L293D

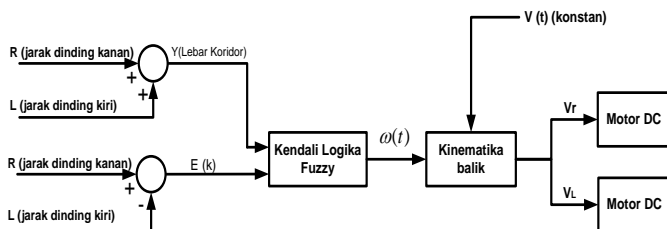
*Driver* motor DC ini merupakan *driver* motor DC dua arah yang bisa menggerakkan motor untuk bergerak maju atau mundur sekaligus. Dalam satu IC dapat digunakan untuk mengendalikan 2 motor DC. Pada IC ini juga disediakan pin khusus untuk mencatu motor secara langsung.  $V_{\text{motor}}$  yang bisa digunakan pada IC ini adalah 4,5-36 Volt.

### Sensor Sharp GP2D12 IR

Sensor Sharp GP2D12 IR adalah sensor jarak yang terdiri dari LED sebagai pemancar sinar inframerah dan *position sensing device* sebagai penerima sinar inframerah yang terpantul bila terhalang oleh suatu objek dengan jangkauan jarak antara 10 cm sampai dengan 80 cm.

### Pengendalian Robot Mobil Penjejak Dinding Koridor

Pengendalian robot mobil penjejak dinding koridor secara umum dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 3.1.

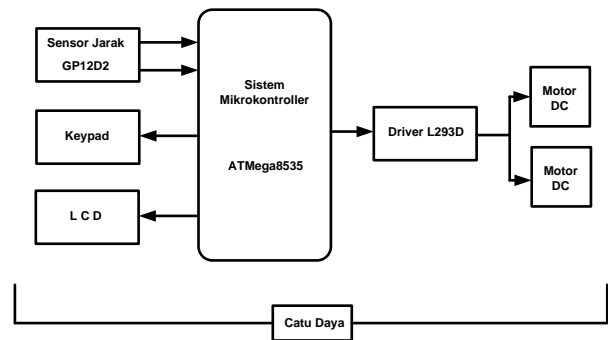


Gambar 3.1 Blok diagram pengendalian

### Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dari sistem yang akan dibangun meliputi sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, sensor GP2D12, *keypad*, LCD, *driver* motor dc, dan catu daya.

Secara umum perancangan sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.2.



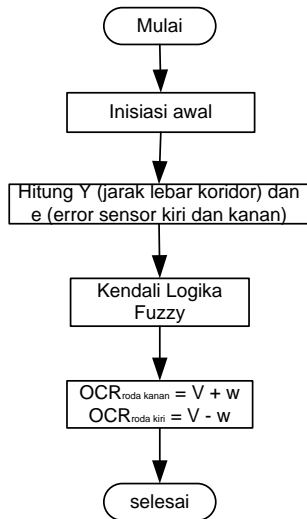
Gambar 3.2 Blok diagram sistem

Tiap-tiap bagian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor Jarak GP2D12 merupakan sensor yang akan mendeteksi jarak robot terhadap kedua dinding koridor. Keluaran sensor ini berupa tegangan analog yang langsung diolah oleh ADC internal didalam sistem mikrokontroler ATmega8535.
2. *Keypad* berfungsi sebagai tombol untuk menjalankan proses pengendalian.
3. LCD (*Liquid Crystal Display*) dan driver LCD berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung.
4. *Driver* L293D berfungsi sebagai kemudi yang akan menjalankan dua buah motor DC. *Driver* ini menerima masukan PWM yang berasal dari sistem mikrokontroler.
5. Motor DC berfungsi sebagai sistem penggerak robot mobil.
6. Catu daya berfungsi sebagai suplai sistem keseluruhan.
7. Mikrokontroler ATmega8535 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada sistem pengendalian robot mobil ini yang dapat diprogram dengan menggunakan bahasa C *embedded*. Selain itu pada mikrokontroler ATmega8535 terdapat ADC *internal* yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dan PWM *internal* yang berfungsi menghasilkan sinyal kotak yang dapat digunakan untuk mengatur dua buah motor dc.

### Perancangan Perangkat Lunak

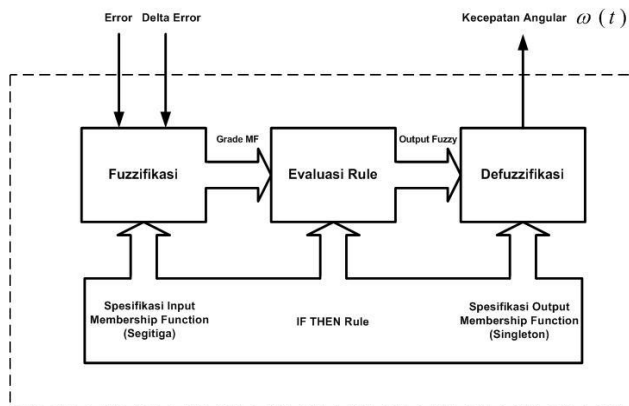
Secara umum diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 3.3 di mana program dimulai dengan melakukan inialisasi semua variabel-variabel utama dari proses pengontrolan dan mikrokontroler.



Gambar 3.3 Diagram alir program utama

### Sub Rutin Kendali Logika Fuzzy

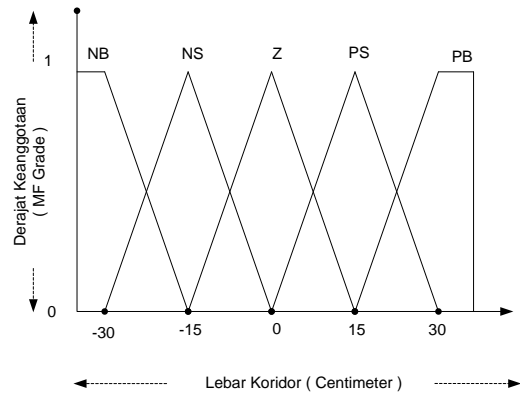
Pengendali logika *fuzzy* akan mengevaluasi setiap masukan *crisp* dari ADC internal ATmega8535 ke dalam 3 tahapan, yaitu fuzzifikasi, evaluasi aturan defuzzifikasi (perhitungan COG). Blok diagram pengendali logika fuzzy dapat dilihat pada Gambar 3.4.



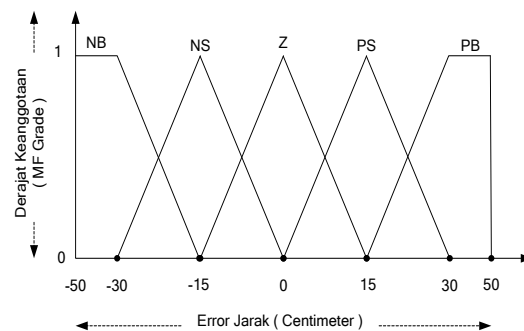
Gambar 3.4 Blok diagram pengendali logika fuzzy

### Fuzzifikasi

Dalam perancangan kendali logika *fuzzy* ini terdapat 2 masukan *crisp* hasil konversi ADC yaitu Lebar Koridor dan *Error* (beda kesalahan). Tahapan awal proses fuzzifikasi adalah menentukan parameter – parameter fungsi keanggotaan pada setiap himpunan *fuzzy* masukan. Parameter fungsi keanggotaan Lebar Koridor dan *Error* yang digunakan dalam pemrograman fuzzifikasi ini ditunjukkan dalam Gambar 3.5, yang memperlihatkan fungsi keanggotaan Lebar Koridor dan Gambar 3.6 memperlihatkan fungsi keanggotaan *Error* untuk himpunan masukan *fuzzy*.



Gambar 3.5 Fungsi keanggotaan lebar koridor



Gambar 3.6 Fungsi keanggotaan error

### Evaluasi aturan

Evaluasi aturan adalah proses mengevaluasi derajat keanggotaan tiap-tiap fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* masukan ke dalam basis aturan yang telah ditetapkan. Secara lengkap, jumlah kombinasi yang mungkin dari 2 himpunan *fuzzy* masukan dengan masing-masing 5 fungsi keanggotaan adalah  $5^2$  atau 25 aturan. Keluaran fuzzy akan menentukan kecepatan robot mobil dan kemudi robot mobil ke kiri atau ke kanan.

Untuk lebih sederhananya 25 aturan kendali logika *fuzzy* robot mobil penjejak dinding koridor dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Basis Aturan Kendali Logika Fuzzy Robot Mobile Penjejak Dinding Koridor

| Lebar Koridor \ Error | Error |    |   |    |    |
|-----------------------|-------|----|---|----|----|
|                       | NB    | NS | Z | PS | PB |
| NB                    | R1    | L1 | S | R1 | R1 |
| NS                    | L2    | R2 | S | L1 | L1 |
| Z                     | L2    | L2 | S | R2 | R2 |
| PS                    | L1    | L3 | S | R3 | R2 |
| PB                    | L1    | L3 | S | R3 | R1 |

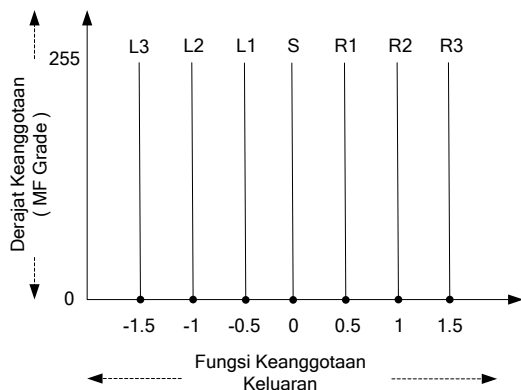
Metode pengambilan keputusan (*inferensi*) yang digunakan dalam pemrograman ini adalah metode Max-Min.

### Defuzzifikasi

Tahap terakhir dari metode pengambilan keputusan *fuzzy* adalah defuzzifikasi. Defuzzifikasi merupakan kebalikan dari proses fuzzifikasi, yaitu mengubah himpunan *fuzzy* keluaran menjadi keluaran

tegas (*crisp*). Perubahan ini diperlukan karena *plant* hanya mengenal nilai tegas sebagai variabel kendali.

Dalam perancangan kendali logika *fuzzy* ini menggunakan 1 himpunan *fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya berupa *singleton*, seperti tampak pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7 Fungsi keanggotaan keluaran**

Untuk mendapatkan nilai tegas keluaran dari himpunan-himpunan *fuzzy* keluaran yaitu dengan menggunakan metode *Center Of Gravity* (COG).

Hasil keluaran yang berupa nilai tegas tersebut menentukan besar kecepatan angular robot  $\omega(t)$ . Nilai kecepatan angular inilah yang akan menentukan kecepatan kedua motor pada robot sesuai dengan persamaan (9) :

$$V_R = V(t) - \omega(t) \frac{L}{2}$$

$$V_L = V(t) + \omega(t) \frac{L}{2}$$

Di mana :

- $V_R$  = Kecepatan roda kanan
- $V_L$  = Kecepatan roda kiri
- $V(t)$  = Kecepatan linier robot
- $\omega(t)$  = Kecepatan angular robot
- $L$  = Diameter bodi robot yaitu 16 cm

### Pengujian Driver Motor DC

Rangkaian driver L293D berfungsi sebagai sistem kemudi motor dc. Pin PD.4 dan PD.5 akan menghasilkan nilai PWM dengan mengatur nilai dari OCR1A1 dan OCR1B1. Hasil Pengujian driver motor DC L293D dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Driver L293D**

| Nilai OCR1A1 | Nilai OCR1B1 | $V_{\text{keluaran}}$ channel 1 (volt) terukur | $V_{\text{keluaran}}$ channel 2 (volt) terukur | $V_{\text{keluaran}}$ (volt) perhitungan |
|--------------|--------------|--|--|--|
| 255          | 255          | 8.9  | 8.9  | 9  |
| 215          | 215          | 7.7  | 7.7  | 7.6                                      |
| 185          | 185          | 6.6  | 6.6  | 6.5                                      |
| 160          | 160          | 5.8  | 5.8  | 5.7                                      |
| 125          | 125          | 4.5  | 4.5  | 4.4                                      |
| 90           | 90           | 3.3  | 3.3  | 3.2                                      |
| 6.5          | 65           | 2.5  | 2.5  | 2.3                                      |
| 40           | 40           | 1.6  | 1.6  | 1.4                                      |

### Pengujian Linieritas Sensor GP2D12

Dalam perancangan sensor jarak, GP2D12 digunakan untuk mendeteksi jarak robot dengan dinding dalam jangkauan 10 – 80 cm dengan kenaikan tegangan yang tidak linier. Untuk mendapatkan ukuran yang baik dalam *centimeters* atau *inches* harus dibuat fungsi yang mengubah tegangan keluaran menjadi sebuah nilai jarak (*range value*).

Hasil linierisasi sensor setelah melalui fungsi ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

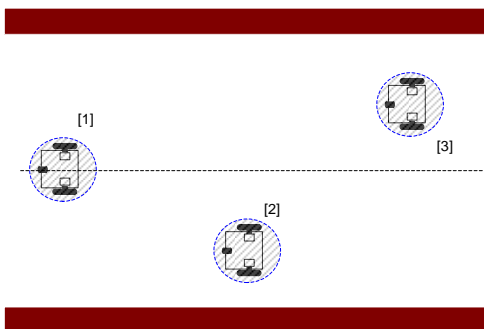
**Tabel 4.2 Kalibrasi Data Sensor GP2D12 ( linier)**

| Kalibrasi Data Sensor GP2D12 ( linier) |            |
|--|------------|
| Voltage (volt)                         | Range (cm) |
| 2.62                                   | 9          |
| 1.48                                   | 20         |
| 1.03                                   | 32         |
| 0,79                                   | 43         |
| 0,69                                   | 51         |
| 0,58                                   | 62         |
| 0,57                                   | 63         |
| 0.58                                   | 62         |

Pada Tabel 4.2 didapatkan hasil nilai jarak dengan kenaikan yang linier walaupun terjadi kesalahan pembacaan tegangan keluaran sensor pada nilai jarak 60 sampai 80 cm hal ini disebabkan oleh terjadi fluktuasi tegangan (tegangan yang berubah-ubah).

### Pengujian Algoritma Kendali Logika Fuzzy

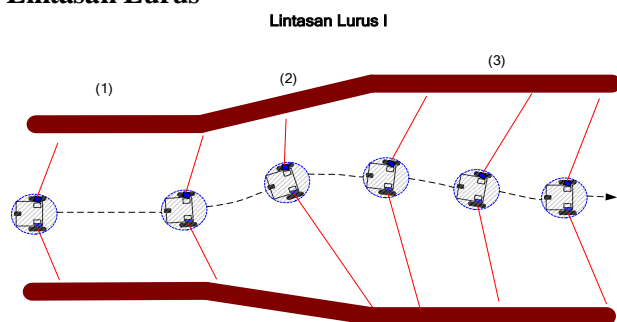
Pengujian algoritma pemrograman kendali logika *fuzzy* akan disimulasikan dengan menempatkan robot mobil berada pada 3 posisi berbeda, yaitu: [1] Robot berada pada posisi tepat di antara dua dinding koridor, [2] Robot berada pada posisi lebih dekat dengan dinding kanan, dan [3] Robot berada pada posisi lebih dekat dengan dinding kiri. Pengujian pada ketiga posisi tersebut dilakukan dengan memberikan robot mobil variasi jarak terhadap kedua dinding dan variasi lebar antar kedua dinding, dan mengambil data yang ditampilkan, serta membandingkan dengan hasil perhitungan. Gambar 4.1 menunjukkan posisi – posisi pengujian robot mobil terhadap dinding koridor.



**Gambar 4.1 Tiga posisi pengujian robot mobil terhadap pada dinding**

| Posisi Robot | Lebar Koridor | Error | PWM percobaan |          | PWM perhitungan |          |
|--------------|---------------|-------|---------------|----------|-----------------|----------|
|              |               |       | PWM kanan     | PWM kiri | PWM kanan       | PWM kiri |
| 1            | 50            | 0     | 50            | 50       | 50              | 50       |
| 2            |               | 2     | 49            | 51       | 49.2            | 50.8     |
| 3            |               | -3    | 54            | 46       | 54              | 46       |
| 1            | 70            | 0     | 51            | 50       | 50              | 50       |
| 2            |               | 25    | 47            | 53       | 47.78           | 52.22    |
| 3            |               | -7    | 54            | 46       | 54              | 46       |
| 1            | 90            | 0     | 50            | 50       | 50              | 50       |
| 2            |               | 18    | 43            | 59       | 41.27           | 58.72    |
| 3            |               | -11   | 57            | 44       | 55.09           | 44.91    |
| 1            | 110           | 0     | 50            | 54       | 50              | 50       |
| 2            |               | 32    | 63            | 42       | 58.44           | 41.55    |
| 3            |               | -24   | 40            | 61       | 42.18           | 59.63    |

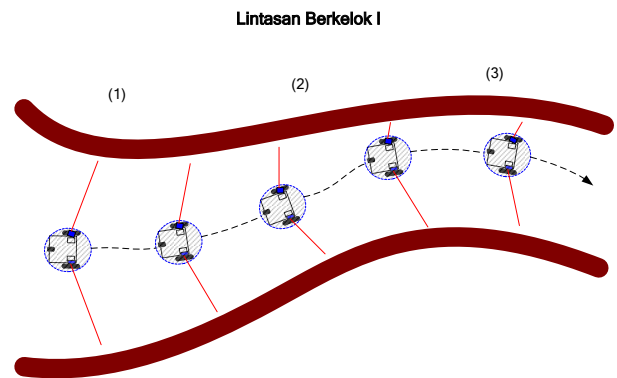
### Pengujian Robot Terhadap Dinding Koridor Lintasan Lurus



Gambar 4.2 Pengujian robot terhadap dinding koridor lintasan lurus I

Pada pengujian robot mobil terhadap dinding koridor lintasan lurus I ini, robot mobil ditempatkan pada posisi 1 (jarak antara dinding sebesar 54 cm), dan robot mobil berada tepat di tengah di antara kedua dinding tersebut. Pergerakan robot mobil menuju posisi 2 (jarak antara dinding sebesar 72 cm) dimulai dengan berjalan lurus dan kemudian robot mobil bergerak mendekati dinding sebelah kiri ketika berada di posisi 2. Robot mobil kemudian akan berbelok ke kanan secara perlahan ketika berada di posisi 3 (jarak antara dinding sebesar 94 cm), dan kemudian berjalan lurus dengan mempertahankan robot mobil berada tepat di tengah kedua dinding koridor tersebut. Gambar 4.2 menggambarkan ilustrasi pergerakan robot mobil pada saat menelusuri dinding koridor berbentuk lintasan lurus dalam keadaan jarak antara dinding koridor sempit (posisi 1) menuju dinding koridor lebar (posisi 3).

### Pengujian Robot Terhadap Dinding Lintasan Berkelok



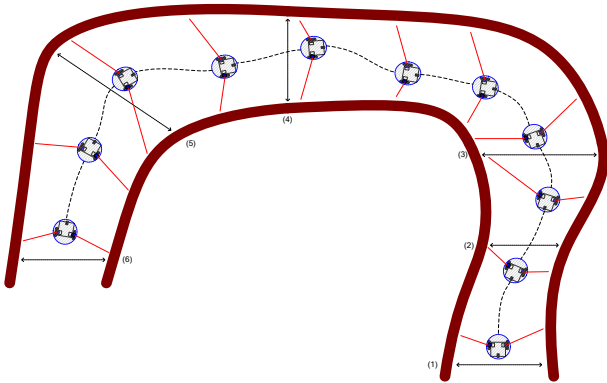
Gambar 4.5 Pengujian robot mobil terhadap dinding koridor lintasan berkelok I

Pada pengujian robot mobil terhadap dinding koridor lintasan berkelok I ini, robot mobil ditempatkan pada posisi 1 (jarak antara dinding sebesar 103 cm), dan robot mobil berada tepat di tengah di antara kedua dinding tersebut. Robot mobil dapat berbelok mengikuti bentuk dinding koridor yang berkelok ke kiri dengan tetap mempertahankan posisi berada di tengah kedua dinding koridor pada saat bergerak menuju posisi 2 (jarak antara dinding sebesar 68 cm). Ketika robot mobil mulai berada di posisi 3 (jarak antara dinding sebesar 59 cm), robot mobil akan berbelok perlahan mengikuti bentuk dinding koridor yang berkelok ke kanan, namun posisi robot mobil berada lebih mendekati dinding koridor sebelah kiri pada akhir posisi 3. Gambar 4.3 menggambarkan ilustrasi pergerakan robot mobil pada saat menelusuri dinding koridor berkelok dalam keadaan jarak antara dinding koridor lebar (posisi 1) menuju dinding koridor sempit (posisi 3).

### Pengujian Robot Terhadap Dinding Lintasan Uji

Pada pengujian robot mobil terhadap dinding koridor lintasan uji ini, robot mobil akan bergerak dalam bentuk lintasan lurus dan berkelok, dengan jarak bervariasi antara 65 cm hingga 113 cm. Robot mobil ditempatkan pada posisi 1 (jarak antara dinding sebesar 87 cm) sebagai posisi awal dan berada tepat di tengah antara dua dinding koridor. Robot mobil kemudian dapat bergerak dengan berbelok mengikuti bentuk lintasan melewati posisi 2 (jarak antara dinding sebesar 65 cm) dan posisi 3 (jarak antara dinding sebesar 110 cm) dengan tetap mempertahankan posisi berada di tengah antara dinding koridor. Dalam menuju posisi 4 (jarak antara dinding sebesar 92 cm) dengan bentuk lintasan lurus, robot mobil dapat bergerak dengan mengikuti bentuk lintasan, namun dengan tetap melakukan koreksi untuk mempertahankan posisi mobil robot tersebut berada di tengah dinding koridor. Dalam melewati posisi 5 (jarak antara dinding sebesar 113 cm) dan posisi 6 (jarak antara dinding sebesar 72 cm), robot

mobil dapat berbelok mengikuti bentuk lintasan dengan tetap mempertahankan posisi robot mobil berada di tengah di antara dua dinding koridor. Gambar 4.6 menggambarkan ilustrasi pergerakan robot mobil dalam menelusuri dinding koridor lintasan uji.



**Gambar 4.6 Pengujian robot mobil terhadap dinding koridor lintasan uji**

### Kesimpulan

Dalam perancangan robot mobil penjejak dinding koridor, yang disimulasikan dengan dinding kanan dan kiri pada lintasannya, kendali logika fuzzy menunjukkan performa yang baik dalam mempertahankan posisi robot mobil untuk selalu berada di tengah dinding koridor, namun dapat ditemui dalam beberapa kali percobaan, terutama pada lintasan yang berbelok hingga  $90^0$  robot mobil masih membutuhkan waktu yang lebih dan jarak yang cukup dalam melakukan koreksi terhadap dinding lintasan. Salah satu faktor penyebab kurang reaktifnya gerakan robot mobil tersebut adalah kekurangtelitian pembacaan sensor GP2D12 IR, dan dalam hal ini diperlukan kalibrasi yang cermat dari perancang. Penyebab lain adalah faktor fisik dari luar seperti lantai lintasan yang kurang rata atau terjadi slip pada ban saat bergerak membelok dengan tajam. Secara pemrograman juga dimungkinkan tidak terbacanya data akibat terpotong interupsi mikrokontroler. Secara garis besar robot mobil yang dirancang telah menunjukkan performa yang baik, terutama dalam lebar jarak koridor antara 60 cm hingga 100 cm, dimana robot mobil selalu melakukan koreksi untuk mempertahankan posisi berada di tengah dinding koridor.

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penggunaan Timer 1 mikrokontroler ATmega8535 sebagai PWM internal, pada mode phase correct PWM top=FFh dengan keluaran non-inverted memberikan hasil yang baik untuk pengaturan kecepatan motor dc.
2. Robot mobil bekerja baik pada pembacaan jarak sensor 15 – 45 cm sedangkan pada jarak lebih dari 50 cm robot tidak bekerja dengan baik hal ini disebabkan karena pada pembacaan jarak lebih 50 cm keluaran sensor GP2D12 yang berubah-ubah .

3. Robot mobil, dapat bekerja baik dalam menjejak dinding koridor dengan jarak antara dinding sebesar 60 – 100 cm, baik yang berbentuk dinding koridor lintasan lurus, maupun lintasan berkelok, namun pada lintasan yang berbelok hingga mendekati  $90^0$  masih memerlukan waktu untuk mencapai titik tengah koridor kembali setelah melewati tikungan tersebut.

### Saran

Dalam perancangan robot mobil menggunakan kendali logika fuzzy, dapat digunakan basis aturan maupun fungsi keanggotaan (masukan/keluaran) yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang paling memuaskan. Robot mobil dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menjejak dinding koridor dengan kemampuan pengaturan masukan jarak tertentu terhadap dinding. Robot mobil juga dapat dimodifikasi dengan teknologi bluetooth sehingga dapat dikendalikan melalui telepon genggam.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craig, John J. *Introduction to Robotics*. 1986. Addison-Wesley Publishing Company, Inc: California.
- [2] Handyarso, Accep: Skripsi: *Rancang Bangun Robot Mobil Penjejak Dinding Berbasis Pengendali PD Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega8535*. 2007. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [3] Fallahi, Andi: Skripsi: *Perancangan Robot Mobile Penjejak Dinding Ruang Menggunakan Kendali Logika Fuzzy*. 2007. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [4] Jang, Jysh-Sing Roger dkk. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. 1997. Prentice-Hall International Inc.: London.
- [5] Lucas, GW. *A Tutorial and Elementary Trajectory Model for the Differential Steering System of Robot Wheel Actuators*. 2006. Internet.
- [6] Pitowarno, Endro. *Robotika, Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan..* 2006. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- [7] Setiawan, Iwan. Trias A. Darjat. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Mobil untuk Keperluan Navigasi Darat Berbasis Trayektori Bezier*. 2006. Universitas Diponegoro.
- [8] Silveira, PE. *Speed Control of an Autonomous Mobile Robot - Comparison between a PID Control and a Control Using Fuzzy Logic*. 2006. Internet.
- [9] Sugiarto, Indar. *Simulasi Fuzzy Logic untuk Pencari Jalan Maze*. 2005. Makalah IES. Surabaya.
- [10] Wardhana L. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi*. 2006. Penerbit Andi: Yogyakarta.

## **BIODATA**



Dilahirkan di Jakarta tanggal 14 September 1984. Menempuh pendidikan mulai dari SD Wukir Retawu, SMPN 1 Cilegon, SMAN 3 andung. Saat ini sedang menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro konsentrasi Kendali.

Pembimbing I  
Menyetujui,

Iwan Setiawan, S.T., M.T.  
**NIP. 132 283 183**

Pembimbing II

Darjat, S.T, M.T  
**NIP. 132 231 135**