

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGATURAN KONDISI MOBIL PADA LINTASAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY PADA TRANSPORTASI MOBIL KAMPUS

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF CAR'S CONDITION CONTROL ON TRACK USING FUZZY LOGIC AT CAMPUS CAR TRANSPOTATION

Dewi Nabilah Hanifah¹, Agus Virgono², Astri Novianty³

^{1, 2, 3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung

dewinabilah.h.2e@gmail.com¹, avirgono@telkomuniversity.ac.id², astrinov@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Pada suatu kawasan kampus yang cukup luas diperlukan sebuah alat transportasi internal kampus yang dapat menghubungkan suatu gedung ke gedung lainnya dengan jarak yang cukup jauh. Karena itu, perancangan sebuah alat Transportasi Mobil Kampus merupakan solusi untuk mengatasi masalah tersebut.

Alat transportasi ini dirancang dengan memiliki jalur khusus untuk dilalui. Perancangan ini menggunakan dua buah robot mobil yang akan melintasi sebuah jalur yang memiliki dua buah terminal dan sebuah persimpangan di tengah lintasan. Untuk mengatur kondisi yang harus dilakukan mobil agar tidak terjadi tabrakan, maka diperlukan suatu kecerdasan buatan yang diimplementasikan pada mobil. Algoritma yang digunakan untuk memberikan keputusan terhadap kondisi mobil adalah logika fuzzy.

Untuk menghasilkan keputusan, nilai *input* yang diberikan oleh sensor akan di *fuzzification* untuk mendapat nilai keanggotaan. Nilai keanggotaan inilah yang akan dibentuk dalam aturan fuzzy untuk menentukan kondisi mobil. Kemudian kondisi yang telah didapatkan akan di *defuzzification* yang nilainya akan di kirimkan oleh server kepada robot mobil. Setelah dilakukan pengujian menggunakan 10 skenario posisi mobil, sistem logika fuzzy dapat mengatasi 9 dari 10 skenario pengujian mobil untuk mengatur kondisi mobil agar tidak terjadi tabrakan.

Kata kunci : Logika Fuzzy, Mobil, Kecerdasan Buatan

Abstract

In a campus area needed an internal transportation for connect the campus building to another with long distance. Therefore, the design of Campus Car Transport is a solution to overcome these problems.

The transporter designed to have a special line. In this design uses two robot cars will traverse a path that has three terminals and an intersection in the middle of the track. To manage the queue and the conditions that should be done in order to avoid a car collision, it would require an artificial intelligence that is implemented in the car. The algorithm used to determine the condition of the car is fuzzy logic.

To get a decision, input values provided by the sensor will be fuzzification to get the value of membership. The membership value will be used in the fuzzy rules to determine the condition of the car. Then the conditions that have been found will be defuzzification and its value will be sent by the server to the robot car. After testing using 10 scenarios of the cars position, fuzzy logic system can solve 9 of 10 cars testing scenarios to avoid a collision.

Keyword : *fuzzy logic, car, artificial intelligence*

1. Pendahuluan

Dalam suatu kawasan kampus yang cukup luas, diperlukan alat transportasi internal kampus agar transportasi di wilayah kampus menjadi lebih teratur. Perancangan alat transportasi kampus atau juga bisa disebut Transportasi Mobil Kampus dapat dilakukan dengan membuat prototipenya terlebih dahulu. Prototipe ini dirancang dengan menggunakan mobil robot sebagai alat transportasi dan terminal sebagai tempat menaik-turunkan penumpang.

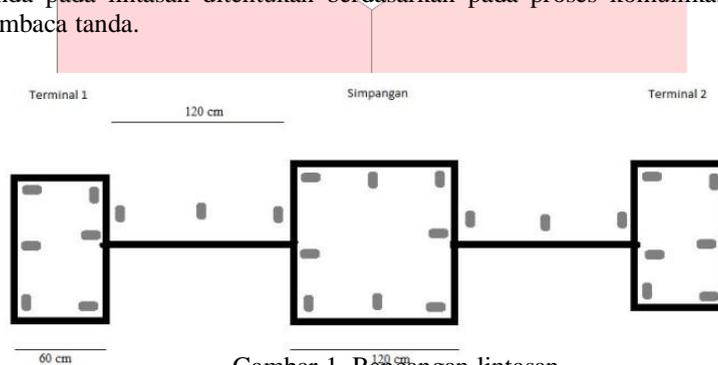
Dalam hal ini diperlukan suatu lintasan khusus untuk lalu lintas mobil. Sehingga mobil diharuskan memiliki kecerdasan tertentu untuk mengatur kecepatan agar tidak terjadi tabrakan dengan mobil lain pada lintasan. Ada

banyak kecerdasan buatan yang digunakan untuk mengatasi masalah transportasi, salah satunya adalah logika fuzzy yang dapat digunakan untuk merancang sistem pengendali otomatis [2]. Dalam kontrol *non-fuzzy* setiap nilai *output* dihasilkan dari nilai *input* yang tepat, sehingga perubahan kecil terhadap nilai *input* dapat menghasilkan perubahan besar kepada nilai *output* [1]. Logika fuzzy menghasilkan fungsi keanggotaan yang bervariasi, hal ini dapat menghasilkan nilai *output* yang lebih kontinu [5]. Dalam penelitian ini menggunakan logika fuzzy dengan model Sugeno dan metode *Weighted Average*. Dengan menggunakan logika fuzzy, maka dapat dibuat beberapa aturan untuk mengatur kondisi mobil sehingga kecepatan mobil dapat dikendalikan dengan baik.

2. Metodologi

2.1 Deskripsi Sistem

Dalam pembuatan prototipe alat transportasi mobil kampus ini dirancang dengan dua buah mobil yang akan melalui sebuah lintasan. Dalam lintasan terdapat sebuah persimpangan untuk mobil berselisihan dan terminal untuk tempat persinggahan mobil. Panjang lintasan antara satu terminal dengan terminal yang lain adalah 840cm. Pada lintasan diberikan tanda untuk mengetahui posisi mobil. Jarak antar tanda pada lintasan adalah 60cm. Jarak antar tanda pada lintasan ditentukan berdasarkan pada proses komunikasi data dan kemampuan robot mobil dalam membaca tanda.

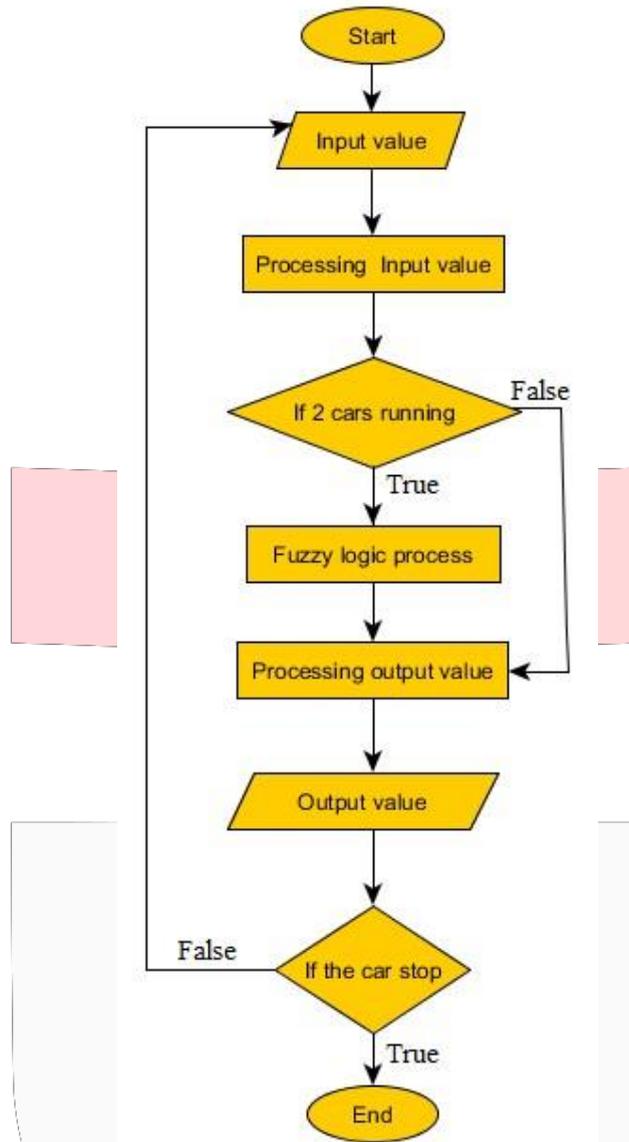


Gambar 1. Rancangan lintasan

Untuk mengatur kondisi mobil pada lintasan agar tidak terjadi tabrakan menggunakan sistem logika fuzzy. Sistem pengaturan kondisi mobil diimplementasikan pada server yang telah dirancang agar dapat berkomunikasi dengan mobil melalui media *wireless*. Mobil akan mengirimkan informasi berupa kecepatan mobil, jarak tempuh, dan tujuan mobil melalui media *wireless* kepada server. Kemudian nilai masukan yang diterima oleh server akan diproses menggunakan logika fuzzy untuk mendapatkan hasil keluaran yang akan menentukan kondisi mobil. Nilai keluaran yang dihasilkan berupa kecepatan, dan nilai kecepatan ini kemudian akan dikirimkan kembali kepada mobil oleh server menggunakan media *wireless*.

2.2 Pemodelan Sistem Logika Fuzzy

Mobil akan mengirimkan data kepada server setiap membaca tanda pada lintasan. Apabila kedua buah mobil dijalankan pada lintasan dengan tujuan yang berbeda, maka diperlukan sistem logika fuzzy untuk mengatur kecepatan mobil agar tidak terjadi tabrakan. Dalam sistem logika fuzzy, terdapat tiga proses pengolahan nilai masukan untuk mendapatkan sebuah keluaran.

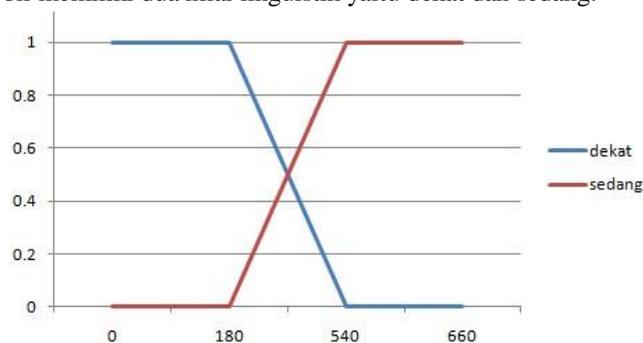


Gambar 2. Flow Chart Sistem Logika Fuzzy

2.2.1 Fuzzification

Sistem ini dirancang menggunakan empat buah variabel linguistik *input* yaitu kecepatan, jarak, posisi mobil 1 dan posisi mobil 2. Untuk mendapatkan nilai linguistik dari setiap nilai *input* diperlukan proses *fuzzification* yang ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan setiap variabel. Berikut adalah fungsi keanggotaan dari variabel linguistik yang digunakan.

1. Variabel jarak antar mobil memiliki dua nilai linguistik yaitu dekat dan sedang.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Jarak Antar Mobil

Persamaan fungsi keanggotaan jarak antar mobil dengan nilai linguistik Dekat dan Sedang adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Dekat}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 540 \\ 1; & 0 \leq x \leq 180 \\ \frac{540-x}{540-180}; & 180 \leq x \leq 540 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 180 \\ 1; & 540 \leq x \leq 660 \\ \frac{x-180}{540-180}; & 180 \leq x \leq 540 \end{cases} \quad (3.2)$$

2. Variabel kecepatan memiliki tiga nilai linguistik yaitu cepat, sedang dan lambat.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Kecepatan Mobil

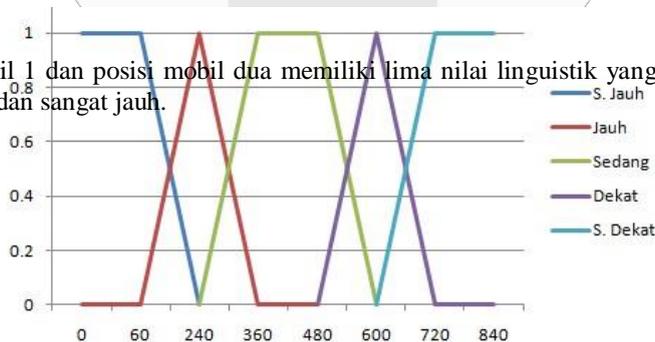
Persamaan fungsi keanggotaan kecepatan mobil dengan nilai linguistik Lambat, Sedang dan Cepat adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Lambat}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 150 \\ 1; & 0 \leq x \leq 80 \\ \frac{150-x}{150-80}; & 80 \leq x \leq 150 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \text{ and } x \geq 150 \\ \frac{x-80}{150-80}; & 80 \leq x \leq 150 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Cepat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 150 \\ \frac{x-150}{255-150}; & 150 \leq x \leq 255 \end{cases} \quad (6)$$

3. Variabel posisi mobil 1 dan posisi mobil dua memiliki lima nilai linguistik yang sama yaitu sangat dekat, dekat, sedang, jauh dan sangat jauh.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Posisi Mobil 1 dan Mobil 2

Persamaan fungsi keanggotaan posisi mobil 1 dan mobil 2 dengan nilai linguistik Sangat Jauh, Jauh, Sedang, Dekat dan Sangat Dekat adalah sebagai berikut:

$$\mu_{S. Jauh}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 240 \\ 1; & 0 \leq x \leq 60 \\ \frac{240-x}{240-60}; & 60 \leq x \leq 240 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{dekat}}(P) &= 0; P \leq 60 \quad \mu_{\text{dekat}}(P) = \frac{P-60}{240-60}; 60 \leq P \leq 240 \\ & \frac{360-P}{360-240}; 240 \leq P \leq 360 \\ & 0; P \leq 240 \quad \mu_{\text{dekat}}(P) = \frac{360-P}{360-240}; 240 \leq P \leq 360 \\ & 1; 360 \leq P \leq 480 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{sedang}}(P) &= \frac{P-240}{360-240}; 240 \leq P \leq 360 \\ & \frac{600-P}{600-480}; 480 \leq P \leq 600 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{cepat}}(P) &= 0; P \leq 480 \quad \mu_{\text{cepat}}(P) = \frac{P-480}{600-480}; 480 \leq P \leq 600 \\ & \frac{720-P}{720-600}; 600 \leq P \leq 720 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{lambat}}(P) &= 0; P \leq 600 \\ & 1; 720 \leq P \leq 840 \\ & \frac{P-600}{720-600}; 600 \leq P \leq 720 \end{aligned} \tag{11}$$

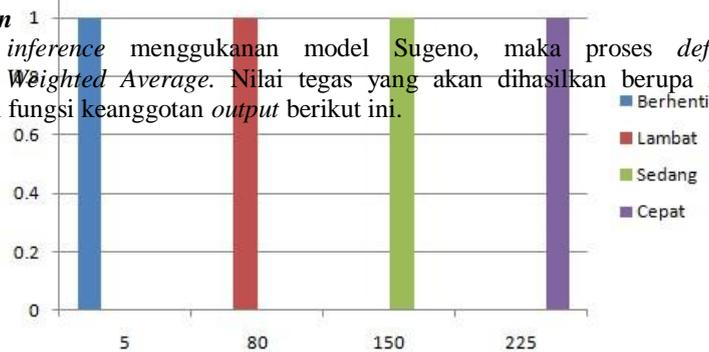
2.2.2 Inference

Hasil dari proses *fuzzification* akan dipetakan kedalam aturan fuzzy yang telah ditentukan. Proses *inference* dilakukan dengan menggunakan model fuzzy Sugeno Orde-Nol. Dan variabel *output* yang dihasilkan berupa kecepatan dengan nilai lingistik berhenti, cepat, sedang dan lambat. Aturan fuzzy ditentukan berdasarkan kombinasi setiap nilai linguistik dari semua variabel *input*. Jumlah aturan fuzzy yang dihasilkan adalah 150 buah. Berikut adalah beberapa rancangan aturan fuzzy yang telah dibuat:

1. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = dekat And kecepatan = lambat then cepat
2. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = dekat And kecepatan = sedang then cepat
3. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = dekat And kecepatan = cepat then lambat
4. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = sedang And kecepatan = lambat then cepat
5. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = sedang And kecepatan = sedang then cepat
6. If posisi 1 = dekat And posisi 2= s.jauh And jarak = sedang And kecepatan = cepat then lambat

2.2.3 Defuzzification

Karena proses *inference* menggunakan model Sugeno, maka proses *defuzzification* dilakukan menggunakan metode *Weighted Average*. Nilai tegas yang akan dihasilkan berupa kecepatan mobil yang didapatkan berdasarkan fungsi keanggotaan *output* berikut ini.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Singleton

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan mobil menggunakan metode *Weighted Average* adalah:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{output}} &= \frac{5 \times \mu_{\text{Berhenti}} + 80 \times \mu_{\text{Lambat}} + 150 \times \mu_{\text{Sedang}} + (255 \times \mu_{\text{Cepat}})}{\mu_{\text{Berhenti}} + \mu_{\text{Lambat}} + \mu_{\text{Sedang}} + \mu_{\text{Cepat}}} \end{aligned} \tag{12}$$

3. Hasil Pengujian Sistem dan Analisis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kebenaran proses fuzzy yang dihasilkan oleh program. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan proses fuzzy yang dihasilkan oleh program dengan proses fuzzy menggunakan Matlab. Karena pada Matlab telah disediakan Fuzzy Logic Toolbox (FLT) untuk membuat sistem *inference* fuzzy secara standar.

Tabel 1 Pengujian Hasil *Output* Sistem Fuzzy

No	Jarak (cm)	Kecepatan (PWM)	Posisi 1 (cm)	Posisi 2 (cm)	F. Kecepatan (PWM)		Error
					Matlab	Program	
1	540	150	240	60	150	150	0
2	540	150	240	60	150	150	0
3	530	150	250	60	159	159	0
4	530	159	250	60	157	147	10
5	520	159	250	70	157	147	10
6	520	147	250	70	159	159	0
7	510	147	260	70	168	167	1
8	510	167	260	70	161	144	17
9	500	167	260	80	161	144	17
10	500	144	260	80	168	167	1
11	490	144	270	80	176	176	0
12	490	176	270	80	161	142	19
13	480	176	270	90	161	142	19
14	480	142	270	90	176	172	4
15	470	142	280	90	185	185	0
16	470	185	280	90	157	140	17
17	460	185	280	100	157	140	17
18	460	140	280	100	185	185	0
19	450	140	290	100	194	194	0
20	450	194	290	100	150	138	12
21	440	194	290	110	150	138	12
22	440	138	290	110	194	194	0
23	480	150	300	60	203	202	1
24	480	202	300	60	141	137	4
25	420	137	300	120	203	202	1
26	420	202	300	120	141	137	4
27	360	202	360	120	131	131	0
28	360	131	360	120	255	255	0
29	300	255	360	180	42.5	42	0.5
30	300	42	360	180	255	255	0
Presentase Nilai Error dari 136 Data					23.5%		

Dari hasil pengambilan data sebanyak 136 kali, terdapat 32 data yang memiliki selisih nilai lebih dari 1 (error > 1). Dari hasil pengamatan yang dilakukan, nilai error yang dihasilkan dipengaruhi proses *fuzzification* untuk menentukan nilai keanggotaan dari setiap variabel linguistik *input*. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan aturan yang digunakan pada program dengan aturan yang digunakan pada matlab. Sehingga, nilai kebenaran *output* sistem fuzzy oleh program adalah sebesar 76.5%. Nilai kebenaran ini diperoleh melalui persamaan :

$$\frac{\text{Jumlah Data yang Benar}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\%$$

Dari 32 data yang error sesuai hasil perbandingan, nilai error maksimal adalah sebesar 37 PWM. Namun seluruh nilai error yang dihasilkan masih dapat ditoleransi oleh mobil, karena batas nilai error yang maksimal yang dapat ditoleransi oleh mobil adalah kurang dari 59 PWM (error < 59 PWM).

Untuk mengukur performansi dari sistem fuzzy yang telah dibuat, dilakukan pengujian menggunakan 10 skenario posisi mobil pada lintasan untuk mengetahui apakah nilai *output* sistem fuzzy yang dihasilkan dapat mengatur kondisi mobil dengan baik. Pengujian dilakukan dengan memberikan PWM awal sebesar 150. Pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 2. Pengujian Skenario Posisi

No Skenario	Posisi Awal 1	Posisi Awal 2	Hasil
1	60 cm	1 cm	Lolos
2	120 cm	1 cm	Lolos
3	180 cm	1 cm	Lolos
4	240 cm	1 cm	Lolos
5	300 cm	1 cm	Lolos
6	360 cm	1 cm	Lolos
7	420 cm	1 cm	Lolos
8	480 cm	1 cm	Tabrakan
9	540 cm	1 cm	Lolos
10	600 cm	1 cm	Lolos

Agar mobil dapat menerima hasil *output* fuzzy sesuai dengan posisi mobil pada lintasan, digunakan aturan pengiriman tambahan di luar sistem fuzzy. Setelah beberapa kali melakukan percobaan aturan pengiriman nilai kecepatan pada mobil, ditemukan aturan pengiriman dengan kesalahan pengiriman paling minimum. Seperti yang diterapkan pada pengujian 10 skenario yang telah dilakukan. Aturan yang digunakan adalah hasil *output* fuzzy yang lebih besar akan di kirimkan kepada mobil yang berada di jalan lurus. Dari hasil pengujian menggunakan 10 skenario, dapat di lihat bahwa sistem logika fuzzy yang dirancang untuk mengatur kondisi kecepatan mobil pada lintasan dapat mengatasi 9 dari 10 skenario pengujian yang dilakukan.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan analisa pada sistem fuzzy yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Program yang dibuat menggunakan logika fuzzy dengan model Sugeno untuk mengatur kondisi mobil pada lintasan agar tidak terjadi tabrakan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, dengan tingkat kebenaran 76,5% dari hasil perbandingan program dengan simulasi menggunakan Matlab.
2. Setelah dilakukan pengujian menggunakan 10 skenario posisi mobil, sistem logika fuzzy yang dibantu dengan aturan pengiriman yang tepat berhasil mengatur kondisi mobil agar tidak terjadi tabrakan pada 9 dari 10 skenario yang dirancang untuk pengujian. Sehingga tingkat keberhasilan sistem logika fuzzy yang dirancang untuk mengatur kondisi mobil sebesar 90%.
3. Pengambilan keputusan logika fuzzy dipengaruhi oleh jarak antar tanda pada jalur yaitu 60cm. Hal ini mengakibatkan kurang presisinya posisi mobil saat dilakukan proses fuzzy. Namun, jika jarak anatar tanda kurang dari 60cm maka akan mengganggu proses komunikasi data antara server dan mobil. Sehingga dipilihlah jarak antar tanda sejauh 60cm untuk mengurangi kesalahan dalam komunikasi data.

Daftar Pustaka:

- [1]. Ibrahim, Dogan and Tayseer Alshanaheh. *An Undergraduate Fuzzy Logic Control Lab Using a Line Following Robot*. Near East University. Turkey. 2009
- [2]. Kuswandi, Son, 2007. *Kendali Cerdas, Teori dan Aplikasi Praktisnya*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.
- [3]. Kusumadewi, Sri, 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4]. Pandjaitan, Lanny W, 2007. *Dasar-dasar Komputasi Cerdas*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.
- [5]. Powlikowski, Scott. *Development of a Fuzzy logic Speed and Steering Control System For an Autonomous Vehicle*. University of Cincinnati. 1999
- [6]. Suyanto, ST, Msc., 2007. *Artificial Intelligence, Searching, Planning dan Learning*. Bandung : Informatika Bandung.
- [7]. Sumantri K.Risandriya, ST., MT. "Aplikasi Logika Fuzzy Pada Microcontroller Dengan Simulasi Pengereman Kendaraan Bermotor".
- [8]. Zulkifli Faisal, "Soft Braking System Pada Roda Prototip Kereta Api Dengan Menggunakan Fuzzy Logic Controller".