

**PROTOTYPE PENGATURAN KECEPATAN DAN KENDALI  
JARAK OTOMATIS PADA MOBIL LISTRIK TERHADAP  
BAHAYA KECELAKAAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY  
LOGIC CONTROLLER (FLC)**

Eko Sulisty<sup>1</sup>, Sri Agustini<sup>2</sup>, Tegar Prayogi<sup>3</sup>, I Made Andik Setiawan<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email: srgustini11@gmail.com

**ABSTRAK**

*Mobil listrik merupakan sebuah mobil yang akan bergerak dengan motor listrik DC dan memanfaatkan energi listrik. Namun, pengereman mobil listrik hanya bisa dilakukan secara manual dengan perkiraan pengemudi saja. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kecelakaan diperlukan sebuah sistem pengontrolan kecepatan dan kendali jarak otomatis ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol kecepatan dan pengereman mobil listrik jika terdapat objek di depan mobil listrik menggunakan metode Fuzzy Logic Controller (FLC) dan membuat kontrol jarak mobil dengan objek yang ada di kiri, kanan dan belakang. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengontrolan motor DC menggunakan FLC dengan inputan kecepatan motor dan jarak mobil ke objek. Kemudian dilakukan difuzzifikasi untuk menentukan aksi output dari motor berupa melambat atau berhenti. Pengujian dilakukan dengan meletakkan objek di depan mobil listrik dengan jarak sangat dekat (10 cm) sampai dengan sangat jauh (400 cm). Hasil pengujian prototype jika tanpa beban yaitu mobil akan berhenti jika jarak terhadap objek < 50 cm dengan rata-rata delay 2,9 detik. Sedangkan, jika menggunakan beban pada pengujian mulai dari 100 cm, mobil akan berhenti rata-rata pada jarak 70 cm dikarenakan torsi motor tidak kuat. Jika pengujian mulai dari 200 cm mobil kebanyakan menabrak dikarenakan ada delay pada pembacaan sensor.*

*Kata kunci: Fuzzy Logic Controller (FLC), kendali jarak, pengaturan kecepatan*

**ABSTRACT**

*An electric car is a car that will move with a DC electric motor and utilize electrical energy. However, braking electric cars can only be done manually with the driver's estimate only. Therefore, to prevent accidents, an automatic speed control and distance control system is needed. This study aims to control the speed and braking of electric cars if there are objects in front of the electric car using the Fuzzy Logic Controller (FLC) method and make control of the distance of the car with objects on the left, right and rear. The research method used is controlling DC motors using FLC with input of motor speed and car distance to objects. Then difuzzification is carried out to determine the output action of the motor in the form of slowing down or stopping. The test was carried out by placing the object in front of the electric car with a very close distance (10 cm) to very far (400 cm). The results of prototype testing if without load, that is, the car will stop if the distance*

to the object < 50 cm with an average delay of 2.9 seconds. Meanwhile, if you use a load on the test starting from 100 cm, the car will stop on average at a distance of 70 cm because the motor torque is not strong. If the test starts at 200 cm, most cars crash because there is a delay in sensor readings.

*Keywords: Fuzzy Logic Controller (FLC), distance control, speed regulation*

## 1. PENDAHULUAN

Mobil listrik adalah kendaraan yang menggunakan energi listrik sebagai tenaga utama untuk menggerakkan motor listrik. Pada mobil listrik saat ini, belum adanya pengereman yang bisa dikontrol. Pengereman mobil listrik hanya bisa dilakukan secara manual dengan perkiraan pengemudi saja. Selain itu, pada mobil listrik saat ini juga belum banyak adanya pemberitahuan jarak mobil dengan objek yang berada di depan, kiri, kanan, dan belakang mobil listrik tersebut. Padahal dengan mengetahui jarak antara mobil dengan objek tersebut pengemudi dapat melakukan parkir atau berkendara dengan aman sehingga kecelakaan dapat dihindari. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kecelakaan terutama pada mobil listrik yang sangat merugikan jika kecelakaan terjadi diperlukan sebuah sistem pengontrolan kecepatan mobil listrik yang akan mengurangi kecepatan dengan melakukan pengereman secara otomatis apabila di depan mobil terdapat objek yang sudah mendekati *setting* jarak.

Sudah ada penelitian sebelumnya yang telah menguji pengontrolan kecepatan mobil listrik. Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Hendrik Iswanto, yang menggunakan teknologi komunikasi dalam pengendalian kecepatan mobil listrik. Metode tersebut melibatkan pengendalian perangkat keras dan pemantauan data melalui telepon seluler yang menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC) (Iswanto, 2020). Sementara itu pada penelitian Afwan Ramadhan, dkk. yang merancang kendali kecepatan mobil listrik dengan metode PID menggunakan *remote control* (Ramadhan, et al., 2022), sedangkan pada penelitian Dwi Aji Saputra, dkk. merancang simulasi pengendali PWM kecepatan dengan Arduino menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak (Saputra, et al., 2020). Namun, penelitian yang telah dilakukan di atas hanya mengontrol kecepatan mobil listrik saat ada objek di depannya saja. Belum ada penelitian yang me-monitoring objek di kanan, kiri, dan belakang mobil listrik untuk memberikan peringatan kepada pengemudi jika objek terlalu dekat. Berdasarkan penelitian-penelitian terkait sistem kontrol kecepatan dan jarak pada mobil listrik saat ini, dibuatlah sebuah alat pengontrolan kecepatan dan kendali jarak yang akan mengatur kecepatan mobil listrik jika ada halangan di depannya dengan melakukan pengereman secara otomatis. Pengereman ini dilakukan dengan pengaturan PWM oleh *Fuzzy Logic Controller*. Sedangkan pada kiri, kanan dan belakang mobil menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak terhadap objek yang datanya akan ditampilkan di LCD sebagai *monitoring* pengemudi terhadap jarak mobil dengan objek. Jika jarak mobil dengan objek terlalu dekat, maka akan diberikan suara peringatan *buzzer* dan LCD akan menampilkan jarak mobil terhadap objek.

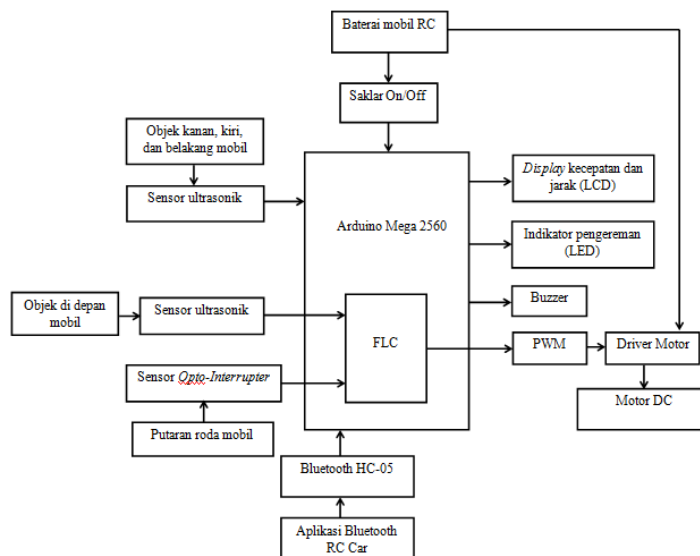
## 2. METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu perancangan dan pembuatan *hardware* dan *software* sistem kontrol pengaturan kecepatan dan kendali jarak pada mobil listrik. Pembuatan *hardware* meliputi yaitu *hardware* mekanik dan *hardware* elektrik. Pembuatan *hardware* elektrik dilakukan dengan membuat Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler dengan *input* berupa sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor kecepatan *Opto-Interrupter*, serta *output* kontrol berupa LED, LCD, driver motor L298N, motor DC, *buzzer*, dan modul *Bluetooth* HC-05. Sensor ultrasonik HC-SR04 diletakkan pada sisi bagian depan, kiri, kanan, dan samping mobil *remote control* yang masing-masing diletakkan sebanyak 2 sensor. Mobil *remote control* yang digunakan memiliki ukuran panjang 45 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 12 cm.

*Software* yang digunakan pada penelitian ini yaitu Arduino IDE dan Matlab. Dimana Arduino IDE digunakan untuk memprogram mikrokontroler yang akan mengontrol sistem secara keseluruhan dengan menerapkan logika *fuzzy* yang dibuat dengan menggunakan aplikasi Matlab untuk mengatur kecepatan dan kendali jarak pada mobil listrik. Kemudian pengontrolan laju *prototype* mobil listrik digunakan aplikasi *Bluetooth RC Car* melalui *smartphone*.

Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan suatu objek di depan mobil dengan jarak sangat dekat, sampai dengan sangat jauh sesuai inputan pada *Fuzzy Logic controller* (FLC), serta memberikan kecepatan mulai dari lambat sampai dengan cepat untuk melihat *output* PWM yang dihasilkan. Selain itu, pengujian dilakukan dengan melihat *buzzer*, kondisi, dan LED dalam keadaan apa saat diberi *input* dengan nilai tertentu. Selanjutnya, data hasil pengujian tersebut akan dicatat dalam tabel pengujian.

Adapun blok diagram cara kerja alat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Cara Kerja Alat

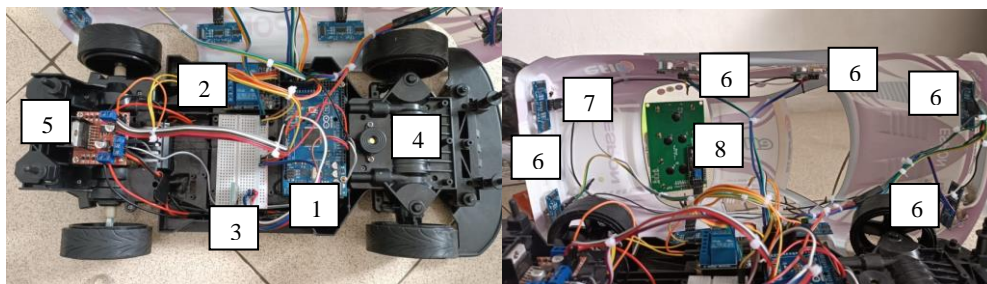
Cara kerja sistem pengontrolan kecepatan dan kendali jarak mobil listrik, yaitu sumber tegangan peralatan kontrol berasal dari baterai mobil listrik. Saklar on/off digunakan untuk menghidupkan dan mematikan rangkaian kontrol dan *relay*. Untuk menjalankan mobil listrik menggunakan Aplikasi Bluetooth RC Car. Input rangkaian kontrol berasal dari sensor jarak (ultrasonik) dan sensor kecepatan (Opto-

Interrupter). Pengaturan sensor ultrasonik yang berada di sisi depan mobil menggunakan *Fuzzy Logic Controller* (FLC) yang akan mengatur nilai dari *Pulse Width Modulation* (PWM). Hasil keluaran PWM akan mengontrol RPM dari motor DC. Untuk sensor jarak pada di sisi kanan, kiri, dan belakang mobil akan mendeteksi objek dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Jarak pendeteksian objek di depan ditentukan dengan pengaturan jarak yang sudah ditentukan mulai dari 0-400 cm. Jika kecepatan dan jarak mobil terhadap objek di depan melebihi nilai yang ditentukan sebelumnya maka Arduino akan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm peringatan bahaya dan mobil akan melakukan pengereman bertahap secara otomatis. Pengereman ini dilakukan dengan cara pengaturan PWM oleh FLC lalu diteruskan ke driver motor dan motor DC. LED akan menyala saat FLC aktif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pembuatan *Hardware*

Setelah selesai merancang *hardware* yang dilakukan dengan merancang skema pengkabelan, maka pembuatan *hardware* dilakukan dengan memasang *wiring* pada komponen dengan cara menghubungkan sensor HC-SR04, sensor *Opto-Interrupter*, *buzzer*, LED, LCD, modul *bluetooth* HC-05, driver motor, dan *relay* ke pin-pin Arduino Mega 2560. Gambar 2 adalah hasil akhir pembuatan sistem kontrol yang dipasang pada *prototype*.



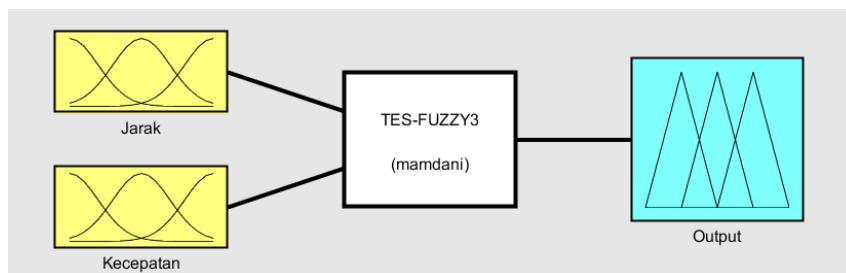
Gambar 2. Rangkaian Sistem Kontrol Prototype Pengaturan Kecepatan dan Kendali Jarak

Keterangan :

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Arduino Mega 2560      | 5. Driver Motor L298N |
| 2. Relay                  | 6. Sensor HC-SR04     |
| 3. <i>Bluetooth</i> HC-05 | 7. LED                |
| 4. <i>Buzzer</i>          | 8. LCD                |

#### 3.2 Simulasi

Simulasi pada penelitian ini dilakukan untuk memprediksi cara kerja sistem dimana hasil dari simulasi ini akan dijadikan sebagai acuan dan juga pembandingan terhadap hasil pengujian menggunakan *hardware* yang telah dibuat. Simulasi yang dilakukan mengenai *Fuzzy Logic Controller* (FLC) metode Mamdani menggunakan aplikasi Matlab dengan *input* kecepatan dan jarak. Pada gambar dibawah ini merupakan desain blok diagram *Fuzzy Logic Control* (FLC).



Gambar 3. Blok Diagram *Fuzzy Logic Control (FLC)*

### 3.3 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja dengan benar dan sesuai dengan yang diinginkan.

#### 3.3.1 Pengujian Prototype Tanpa Beban

Pengujian dilakukan dengan cara mengangkat *prototype* mobil listrik sehingga *prototype* tidak menyentuh lantai, kemudian memberikan nilai pada *input* jarak dan *input* kecepatan. Nilai yang diberikan pada *input* jarak mulai dari sangat dekat sampai dengan sangat jauh, serta *input* kecepatan diberi nilai mulai dari lambat sampai dengan sangat cepat. Kemudian, data yang dihasilkan dengan nilai *input* tersebut mempengaruhi kecepatan, LED, dan juga *buzzer* seperti apa, serta *output* yang dihasilkan sama atau tidak jika menggunakan simulasi Matlab. Simulasi pada aplikasi Matlab ini dilakukan sebanyak 21 kali sama dengan pengujian pada *prototype* ini. Adapun hasil pengujian alat ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Keseluruhan Alat

Uji Ke-	Input		Output		Delay	LED	Kondisi	Buzzer
	Jarak (cm)	Kecepatan (RPM)	Matlab	Arduino				
	10	560	0	0	2.47	Aktif	Bahaya	Aktif
	30	600	0	0	2.9	Aktif	Bahaya	Aktif
	50	770	64.2	64.22	2.54	Aktif	Bahaya	Aktif
	70	900	61.8	61.83	3.1	Aktif	Bahaya	Aktif
	80	560	64.4	65.87	3	Aktif	Bahaya	Aktif
	100	600	74	73	2.98	Aktif	Bahaya	Aktif
	110	810	74	73	3.28	Mati	Bahaya	Aktif
	130	951	70.3	70	2.6	Mati	Bahaya	Aktif
	150	560	125	125	2.78	Mati	Bahaya	Aktif
	170	665	125	125	2.56	Mati	Aman	Mati
	200	870	125	125	3.22	Aktif	Aman	Mati
	220	900	125	125	3.43	Aktif	Aman	Mati
	230	906	125	125	2.67	Aktif	Aman	Mati
	250	560	153	153	2.85	Mati	Aman	Mati
	270	600	154	153	3.2	Mati	Aman	Mati
	300	870	153	153	3.3	Mati	Aman	Mati
	310	951	187	186	3.26	Mati	Aman	Mati
	330	560	187	187.18	2.7	Mati	Aman	Mati
	350	770	187	186	2.45	Mati	Aman	Mati
	370	882	186	186	2.9	Mati	Aman	Mati
	400	975	186	186	3.2	Aktif	Aman	Mati
	Rata-Rata Delay				2.92			

Dari tabel 2, pada simulasi ini dapat dilihat bahwa mobil akan berhenti jika jarak objek kurang dari 50 cm. Hal ini menyesuaikan keadaan mobil listrik yang akan berhenti jika objek di depannya terlalu dekat untuk menghindari tabrakan. Kemudian, semakin jauh jarak dengan objek, maka kecepatan yang dihasilkan akan semakin besar. Untuk LED akan aktif jika nilai kecepatan yang dihasilkan oleh *output fuzzy* lebih kecil dari kecepatan *set point*. Selanjutnya, kondisi dikatakan aman jika jarak  $> 150$  cm. Kondisi dikatakan bahaya jika jarak  $\leq 150$  cm yang akan ditandai dengan aktifnya *buzzer*. Namun, pada simulasi di atas masih mengalami delay dengan rata-rata *delay* selama 2.92 detik. *Delay* ini disebabkan karena pembacaan sensor dan pergantian pada on/off relay atau *switching time* dan respon pada kontrol bluetooth.

### 3.3.2 Pengujian Prototype dengan Beban

Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan *prototype* di lantai kemudian memberikan nilai pada *input* jarak dan *input* kecepatan. Nilai yang diberikan pada *input* jarak sebesar 100 cm dan 200 cm, serta *input* kecepatan diberi nilai sebesar 150 RPM. Pengujian *prototype* dengan beban ini dilakukan dengan berat sebesar 1,3 kg. Adapun hasil pengujian alat ini dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Pengujian Mulai dari Jarak 100 cm

Pengujian	Jarak	Output FLC	Jarak Berhenti
1	100 cm	73	76
2		73	78
3		73	69
4		73	67
5		73	60

Pada Tabel 3. ini *prototype* akan berhenti bukan pada jarak 50 cm. Hal ini dikarenakan torsi pada motor DC tidak kuat untuk menggerakkan mobil seberat 1,3 kg. Oleh karena itu, mobil akan berhenti pada jarak mulai dari 60 cm sampai dengan 78 cm sebanyak 5 kali pengujian.

Tabel 4. Pengujian Mulai dari Jarak 200 cm

Pengujian	Jarak	Output FLC	Jarak Berhenti
1	200 cm	125	Menabrak
2		125	Menabrak
3		125	5
4	200 cm	125	Menabrak
5		125	Menabrak

Pada Tabel 4 dalam 5 kali pengujian *prototype* kebanyakan tidak berhenti dan menabrak. Hal ini dikarenakan sistem kontrol mengalami *delay* yang disebabkan karena pergantian pada on/off relay atau *switching time*. Sistem kontrol ini lambat merespon yang menyebabkan *delay* sehingga kendaraan tidak bisa menyesuaikan kecepatan dengan cepat dan mengakibatkan resiko menabrak. Hal ini terjadi dikarenakan kondisi jalan mobil yang licin dan tidak sempurnanya pembacaan sensor ultrasonik (pembacaan terbatas hanya disudut  $15^\circ$ ).

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa hasil data dari simulasi menggunakan Matlab dan menggunakan *prototype* hampir sama dan tidak jauh berbeda. PWM yang dihasilkan pada *output* besarnya sangat bergantung pada jarak *input*-nya. Semakin dekat jarak mobil dengan objek, maka semakin rendah nilai PWM yang dihasilkan, yang mengartikan kecepatan semakin pelan bahkan mobil akan berhenti jika jarak kurang dari 50 cm. Begitupun sebaliknya, semakin jauh jarak mobil dengan objek maka PWM yang dihasilkan semakin besar.

Kemudian, simulasi masih mengalami delay dengan rata-rata delay selama 2.92 detik. Delay ini disebabkan karena pergantian pada on/off relay atau switching time dan respon pada kontrol bluetooth. Pengujian *prototype* dengan beban mulai dari jarak 100 cm akan berhenti bukan pada jarak 50 cm. Hal ini dikarenakan torsi pada motor DC tidak kuat untuk menggerakkan mobil seberat 1,3 kg. Oleh karena itu, mobil akan berhenti pada jarak mulai dari 60 cm sampai dengan 78 cm sebanyak 5 kali pengujian.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan fasilitas sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Eko Sulisty, M.T. selaku pembimbing 1 dan I Made Andik Setiawan, M.Eng.Ph.D selaku pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan masukan pada proses pelaksanaan penelitian ini.
3. Rekan-rekan yang tidak bisa disebutkan satu persatuyang telah memberikan semangat serta dukungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Iswanto, H., 2020. *Sistem Kontrol Kecepatan Dan Monitoring Mobil Listrik Berbasis Logika Fuzzy Dan Internet Of Things*, Jawa Timur: Universitas Jember.
- Ramadan, A., Rusdinar, A. & Rosa, M. R., 2022. Perancangan Kendali Kecepatan Mobil Listrik Dengan Metode PID Berbasis Remot Kontrol. *e-Proceeding of Engineering*, 9(2), pp. 152-161.
- Saputra, D. A., Handaga, B., Effendy, M. & Alim, D. H., 2020. Simulasi Pemograman Pengendali PWM Kecepatan dengan Mikrokontroler Arduino berbasis Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Purwarupa Mobil Listrik. *Journal of Mechanical Engineering and Science*, 1(2), pp. 19-25.