

SISTEM PENGHINDAR TABRAKAN DEPAN-BELAKANG KOOPERATIF BERBASIS LOGIKA FUZZY

Bulan Fatimah Rahmat¹, Noor Cholis Basjaruddin², Didin Saefudin³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : bulanrahmat30@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : noorcholis@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : -

ABSTRAK

Sistem penghindar tabrakan depan-belakang kooperatif dirancang sehingga dapat mengirimkan data berupa perubahan kecepatan dan nilai *output fuzzy* menggunakan komunikasi dengan modul *radio frequency*, diharapkan kendaraan lebih kooperatif dengan menggunakan *Vehicle to Vehicle Communication*. Sistem CRCAS (*Cooperative Rear-End Collision Avoidance System*) atau sistem penghindar tabrakan depan-belakang kooperatif antar kendaraan melengkapi fitur pada *driverless car*. Sistem ini dapat menghindari terjadinya tabrakan depan-belakang (sundulan) pada mobil, ketika mobil sedang berjalan dan secara tiba – tiba terjadi pengurangan kecepatan pada mobil di depannya. *Lane Keeping Assistance* membantu pengemudi agar kendaraan tetap berada pada jalurnya. Sistem ini diaplikasikan pada mobil radio control yang bekerja dengan sensor PING sebagai sensor jarak, Arduino Mega sebagai mikrokontroler, dan motor servo sebagai pengatur arah mobil. Metode yang digunakan pada sistem ini adalah fuzzy logic. Hasil pengujian berupa kecepatan berbeda (cepat, lambat, sedang) pada tiga posisi jarak (dekat, sedang, dan jauh), output sistem berupa pengereman atau pengurangan kecepatan yang menunjukkan hasil kendali dapat bekerja sesuai dengan desain dengan rata- rata presetasi keberhasilan *Lane Keeping Assistance* sebesar 75% dan presentasi keberhasilan rata-rata dari sistem CRCAS yaitu 88,9%..

Kata Kunci :

CRCAS, *Vehicle to Vehicle Communication*, *radio frequency*, *Lane Keeping Assistance*.

1. PENDAHULUAN

Jumlah mobil semakin meningkat pada tahun 2011 Ward's memperkirakan jumlah mobil telah melebihi 1 milyar dan pada 2035 diproyeksikan akan mencapai 2 milyar mobil [1]. Semakin banyak mobil akan menyebabkan jumlah kecelakaan lalu lintas semakin tinggi. Berdasarkan data WHO, 1.25 juta orang meninggal tiap tahunnya karena kecelakaan lalu lintas, yang menyebabkan sebagian negara kehilangan sekitar 3% dari PDB-nya [2].

Kecelakaan lalu lintas dapat disebabkan oleh kesalahan manusia maupun kesalahan dari kendaraan. Sistem komunikasi antar kendaraan dengan pertukaran dan distribusi

informasi. Sistem antisipasi tabrakan yang dapat berupa peringatan, atau juga dapat berupa tindakan langsung yang dilakukan oleh mobil ketika hendak mengalami kemungkinan tabrakan dengan mobil lain. Sistem tersebut dibutuhkan terutama pada *driverless car* atau mobil tanpa awak.

Pengembangan Teknologi untuk mencegah tabrakan depan-belakang terus dilakukan. Seperti beberapa penelitian medis elektronik oleh [3] dan [4]. Pada [3] dilakukan analisa kendali untuk penghindaran tabrakan depan-belakang dengan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak antar objek, [4] analisa yang dilakukan hampir sama dengan [4] namun terdapat perbedaan komponen yang digunakan untuk mengukur jarak objek digunakan

kamera pixy. Pada penelitian sebelumnya belum kooperatif dalam penghindaran tabrakan sehingga pada penelitian ini melakukan penambahan kendali kooperatif dengan komunikasi antar kendaraan. Penggunaan modul *Radio Frequency* diharapkan antar kendaraan lebih kooperatif dalam pemberian informasi mengenai kecepatan mobil atau pengereman yang dilakukan oleh mobil di depannya dan jarak antara kedua mobil tersebut agar tabrakan depan-belakang dapat dihindarkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengertian Driverless Car

Driverless car (Sering juga disebut *self-driving car*, atau kendaraan autonomous) menurut [3] secara harfiah berarti mobil tanpa pengemudi atau pengertian lainnya, *driverless car* adalah sebuah kendaraan berbasis robotik yang didesain agar dapat melakukan perjalanan dari satu tempat ke tempat lain secara otomatis. Kendaraan otonom dinavigasikan tanpa campur tangan manusia selama perjalanan, mulai dari awal hingga sampai ke tujuan yang dikehendaki.

2.2 Cooperative Rear-end Collision

Avoidance System (CRCAS)

Rear-end collision adalah salah satu tipe kecelakaan yang banyak terjadi pada kendaraan. *Rear-end collision* sendiri adalah tipe kecelakaan yang terjadi antara bagian depan mobil, dengan bagian belakang mobil yang berada di depannya [7], oleh karena itu disebut tabrakan depan – belakang. Biasanya, tipe kecelakaan ini terjadi dikarenakan mobil yang berada di depannya berhenti mendadak dan pengemudi tidak sadar atau tidak sempat melakukan pengereman atau penghindaran. Cooperative Rear-end Collision Avoidance System (CRCAS) secara kooperatif mengambil aksi manuver yang sama, manuver yang dilakukan dapat berupa pengereman[8].

2.3 Lane Keeping Assistance

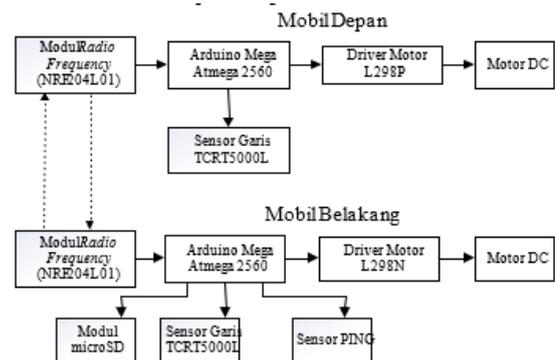
Lane Keeping Assistance merupakan salah satu jenis sistem keselamatan berkendara yang berfungsi menjaga kendaraan agar tetap pada jalur yang benar, sehingga menghindari pengemudi dari kecelakaan akibat menabrak pembatas jalan atau tabrak samping dari kendaraan yang lain. Secara umum sistem ini mendeteksi pembatas jalan pada kedua sisi, ketika sistem mendeteksi bahwa sisi kendaraan mengenai garis pembatas jalan maka sistem akan otomatis

membelokkan kemudi kendaraan untuk tetap pada jalurnya. [4]

2.4 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika fuzzy suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. [5] Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki 2 nilai 1 atau 0. Teori himpunan fuzzy telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam berbagai masalah *real*. Himpunan fuzzy merupakan suatu nilai-nilai yang dikembangkan lebih lanjut dari konsep himpunan dalam matematika.

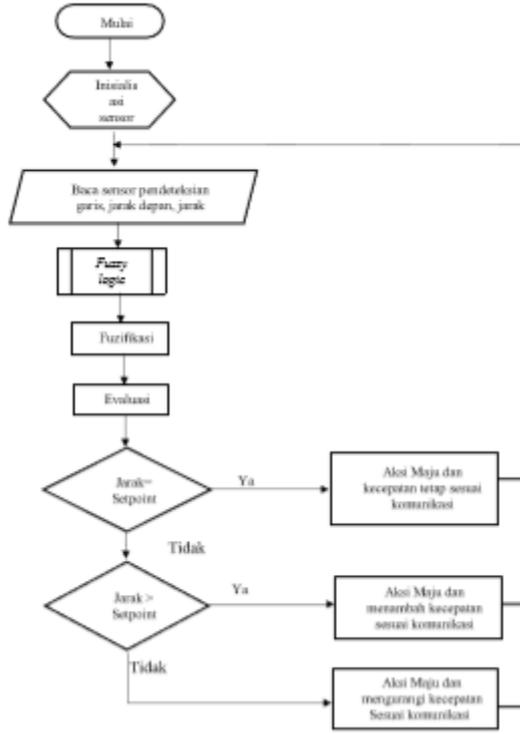
3. HASIL DAN ANALISIS



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

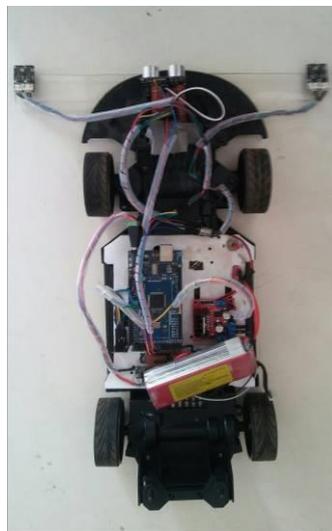
Gambar 1 merupakan diagram blok dari sistem mobil yang digunakan sebagai objek penelitian. Sensor PING akan mendeteksi jarak antar kendaraan, kemudian data tersebut dikirimkan ke mikrokontroler untuk diolah. Setelah itu mikrokontroler memerintahkan driver motor untuk menggerakkan motor DC agar memiliki kecepatan sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan. Data selama pengolahan direkam dan disimpan oleh *data logger* pada Micro SD dan komunikasi antar mobil dilakukan dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01.

Diagram sistem CRCAS ditunjukkan pada gambar 2

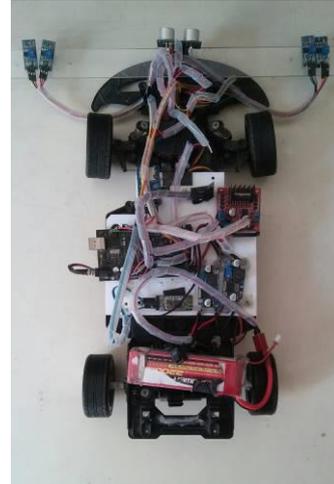


Gambar 2. Diagram Alir Sistem.

Hasil dan analisis dari realisasi hardware yang telah diimplementasikan terdapat pada Gambar 3, Gambar 4.



Gambar 3. Hardware Mobil RC Belakang Tampak Atas



Gambar 4. Hardware Mobil RC Depan Tampak Atas

Hasil pengujian alat pada bagian:

1. Sensor PING

Tabel 1. Hasil Pengujian Pembacaan Jarak Objek yang Sebenarnya (cm)

Objek yang diukur (cm)	Jarak Pembacaan Sensor (cm)
20	20
40	40
60	60
80	80
100	100

Sensor PING dalam kondisi baik dan pembacaan jarak sensor dengan jarak sebenarnya memiliki nilai pembacaan yang sama.

2. Driver Motor L298

Driver motor L298 digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor berdasarkan nilai PWM yang diberikan dari Arduino Mega.

Hasil pengujian driver motor L298 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian driver motor L298

Input Tegangan (V)	Nilai PWM	Nilai Tegangan Output (V)			
		Tanpa Beban		Dengan Beban	
		M1	M2	M1	M2
9,9	0	0,57	1,00	0,00	0,00
	25	1,13	1,95	0,07	0,07
	50	2,08	2,67	0,15	0,16
	75	2,93	3,45	1,30	1,32
	100	3,86	4,15	2,36	2,43
	125	4,62	4,85	3,28	3,34
	150	5,53	5,53	3,70	3,99
	175	6,34	6,32	4,44	4,56
	200	7,14	7,02	4,75	4,88
	225	7,88	7,72	5,50	5,26
255	8,75	8,57	5,60	5,55	

Motor dc dapat bergerak saat input tegangan kurang lebih 5 V, pada saat tanpa beban nilai minimum motor dc bergerak di PWM 150, sedangkan saat kondisi dengan beban motor dc bergerak saat nilai PWM 225.

3. Pengujian Modul Radio Frequency

Pengujian koneksi antar modul nRF24L01 yang kemudian jarak antar keduanya diperbesar untuk mengetahui jarak pengiriman. Tabel hasil pengujian modul nRF24L01 terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Modul nRF24L01

Tegangan Input nRF24L01 (V)	Jarak Pengiriman (m)	Keterangan
3.3	1	Terkirim
	2	Terkirim
	3	Terkirim
	4	Terkirim
	5	Terkirim
	6	Terkirim
	7	Terkirim
	8	Terkirim
	9	Terkirim
	10	Terkirim

Modul nrf240L1 data berkomunikasi dengan baik, data yang dikirimkan dapat terkirim hingga jarak 10 m.

4. Pengujian sistem Lane Keeping Assistance

Pengujian sistem *Lane Keeping Assistance* (LKA) dilakukan dengan menjalankan mobil pada kecepatan normal dan kencang sejauh 3 meter. Hasil dari pengujian terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian *Lane Keeping Assistance*

No.	PWM	Percobaan Ke-										Pre set asi Keberhasilan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	90	Y	Y	T	Y	T	Y	Y	Y	Y	Y	80%
2	120	Y	T	Y	T	Y	Y	T	Y	Y	Y	70%
Rata- Rata Presetasi Keberhasilan											75%	

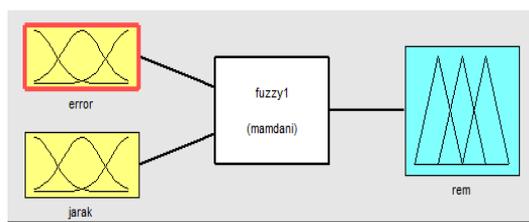
Hasil pengujian LKA secara keseluruhan dapat dikatakan baik dengan rata-rata keberhasilan 75%, pada saat PWM 90 memiliki tingkat keberhasilan yang lebih baik dibandingkan PWM 90 hal ini dikarenakan pada saat kecepatan tinggi pembacaan sensor garis menjadi error.

5. Perancangan Sistem Kendali Sistem

Kendali yang digunakan pada perancangan alat ini adalah sistem kendali Fuzzy Logic. Perancangan sistem kendali ini disimulasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB. Metode Fuzzy Logic yang digunakan pada perancangan ini adalah metode Fuzzy Logic Mamdani. Untuk memperoleh output yang diinginkan, maka perlu melakukan 3 tahapan berikut.

a. Penentuan Input, Output dan Himpunan Fuzzy (Fuzzifikasi) Fuzzifikasi yaitu suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (crisp) menjadi fuzzy (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan suatu fungsi kenggotaannya masing-masing. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. [5]

Sistem pada penelitian ini memiliki 2 input dan 1 output fuzzy logic. Input fuzzy logic pada sistem ini kecepatan dan jarak. Kecepatan input yang merupakan nilai dari komunikasi mobil depan. Outputnya berupa pengereman atau pengurangan kecepatan. Gambar 4 berikut menampilkan input dan output.

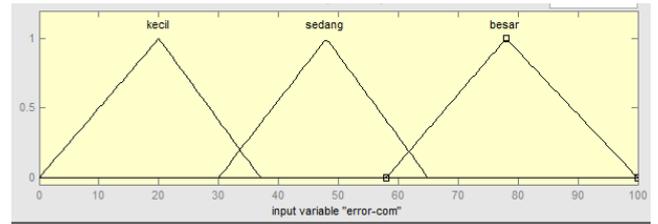


Gambar 5. Input dan Output Fuzzy

Pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 terdapat anggota himpunan dari input dan output fuzzy logic yang digunakan.

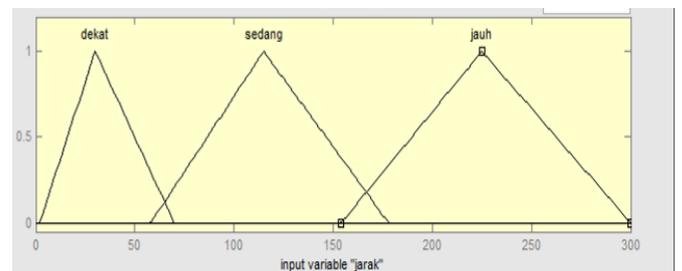
Himpunan input kecepatan dari komunikasi:

- Kecil : [0 20 20 40]
- Sedang : [30 45 45 65]
- Besar : [60 80 80 100]



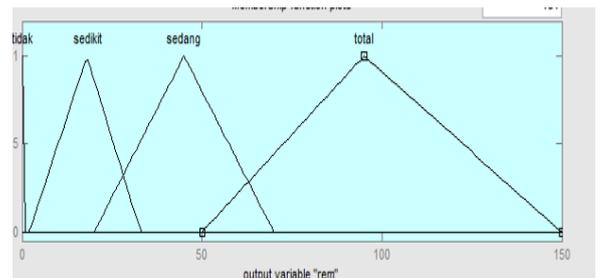
Gambar 6. Input Kecepatan

- Himpunan input Jarak:
- Dekat : [2 30 40 70]
 - Sedang : [58 58 115 178]
 - Jauh : [154 225 225 300]



Gambar 7. Input Jarak

- Himpunan output Rem:
- No Rem : [0 0 0 0]
 - Rem Sedikit : [2 18 18 33]
 - Rem Sedang : [20 20 45 70]
 - Rem Total : [50 50 95 150]



Gambar 8. Output Rem

b. Evaluasi Aturan (Rule) Pada tahap ini kita akan mengetahui bagaimana masukan-

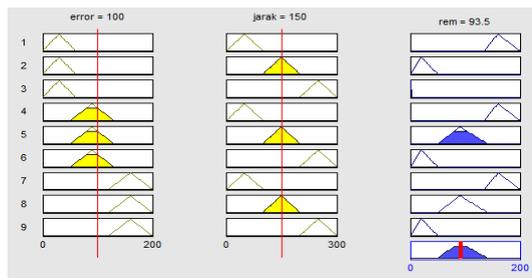
1. If (error-com is kecil) and (jarak is dekat) then (rem is sedang) (1)
2. If (error-com is kecil) and (jarak is sedang) then (rem is sedikit) (1)
3. If (error-com is kecil) and (jarak is jauh) then (rem is tidak) (1)
4. If (error-com is sedang) and (jarak is dekat) then (rem is total) (1)
5. If (error-com is sedang) and (jarak is sedang) then (rem is sedang) (1)
6. If (error-com is sedang) and (jarak is jauh) then (rem is sedikit) (1)
7. If (error-com is besar) and (jarak is dekat) then (rem is total) (1)
8. If (error-com is besar) and (jarak is sedang) then (rem is sedang) (1)
9. If (error-com is besar) and (jarak is jauh) then (rem is sedikit) (1)

masukan tersebut digunakan dalam proses evaluasi rule. Aturan-aturan fuzzy biasanya menggunakan pernyataan jika-maka yang menggambarkan aksi yang diambil dalam merespon bermacam-macam masukan fuzzy. [5] Gambar 9 merupakan aturan (rule) yang digunakan pada perancangan kendali Fuzzy logic pada sistem ini.

Gambar 9. Aturan Fuzzy Logic

c. Penegasan (Defuzzifikasi) Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. [5]

Gambar 10. menampilkan input,output, dan hasil simulasi Fuzzy Logic.



Gambar 10. Hasil Simulasi Fuzzy Logic

6. Pengujian Sistem Kendali Sistem

Hasil pengujian CRCAS ditunjukkan pada tabel 5.

No.	PWM	Percobaan Ke-								Presetasi Keberhasilan	
		1	2	3	4	5	6	7	8		9
1.	80→55→0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	88,89 %

Hasil pengujian sistem CRCAS dengan melakukan perubahan kecepatan dari 80-55-0 dengan menggunakan komunikasi memiliki tingkat keberhasilan 88,9%. Sistem mampu melakukan pengereman dan penghindaran tabrakan dengan kegagalan hanya satu kali saat dilakukan sembilan kali percobaan.

4. DISKUSI

Hasil simulasi yang dilakukan di software MATLAB, output dari fuzzy logic telah sesuai. Penelitian ini dapat direalisasikan pada hardware berbentuk mobil radio control.

5. KESIMPULAN

Hasil pengujian membuktikan bahwa sensor PING dapat mendeteksi jarak dan modul *radio frequency* dapat melakukan komunikasi. Perubahan kecepatan mobil depan menjadi input fuzzy yang menghasilkan output berupa pengereman atau pengurangan kecepatan, dengan rata-rata presetasi keberhasilan *Lane Keeping Assistance* sebesar 75% tingkat presentasi keberhasilan rata-rata dari sistem CRCAS yaitu 88,9%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V, J, 2017 . vehicle in the world [online], http://www.greencarreports.com/news/1093560_1-2-billion-vehicles-onworlds-roads-now-2-billion-by-2035-report [diakses pada tanggal 13 Mei 2019]
- [2] World Health Organization, 2017. Mediacentre Accident [online], <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/> . [diakses pada tanggal 13 Mei 2019]
- [3] Pancawati, Anggun. Sistem Penghindaran Tabrakan Depan-Belakang Berbasis Logika Fuzzy Pada Mobil Remote Control. Final Project. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, Teknik Elektro; 2016.
- [4] Pebriyanto, Sistem Penghindaran Tabrakan Depan-Belakang Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Sensos Kamera, Bandung, 2016.
- [5] Rouse, Margaret, 2011. Definiton of Driverless Car [online], <http://whatis.techtarget.com/definition/driverless-car> [diakses pada tanggal 13 Mei 2019]

- [6] N. C. Basjaruddin, Kuspriyanto, Suhendar, D. Saefudin dan S. A. Aryani, "Lane Keepign Assist System Based on Fuzzy Logic," International Electronics Symposium (IES), 2015.
- [7] Suzanne E. Lee, Eddy Llaneras, Sheila Klauer, and Jeremy Sudweeks, "Analyses of Rear-End Crashes and Near-Crashes in the 100-Car Naturalistic Driving Study to Support Rear-Signaling Countermeasure Development," USDOT/National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, Final Report 207.
- [8] T. Kasuga and S. Yakubo, "Design of a Highly Safe Model Vehicle for Rear-End Collision Avoidance Considering Multiple Faults of Sensors," in International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation, Brno, 2009, pp. 63-68.