

Monitoring Area *Blind Spot* Sepeda Motor Menggunakan Sensor Ultrasonik

*Muhammad Hanur Yoga Wijaya

Fakultas Informatika
Telkom University
Bandung, Indonesia

hanuryogawijaya@student.telkomuniversity.ac.id

Fazmah Arif Yulianto

Fakultas Informatika
Telkom University
Bandung, Indonesia

fazmaharif@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perkembangan teknologi di masa sekarang mengalami lompatan yang sangat besar. Teknologi telah diimplementasikan kedalam seluruh bidang kehidupan manusia, termasuk rutinitas kehidupan sehari-hari. Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah area blind spot pada sepeda motor. Area blind spot ini akan menyebabkan masalah jika pengendara sepeda motor bermanuver tanpa memperhatikan area yang tidak terlihat langsung oleh mata. Fuzzy logic digunakan dalam pengembangan alat pemantau area blind spot. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk menentukan bahaya tidaknya dan seberapa besar nilai bahaya dari kondisi sekitar pengendara berdasarkan jarak yang diukur dengan sensor ultrasonik dan kecepatan yang diambil dari GPS. Input berupa jarak dan kecepatan tersebut diproses oleh fuzzy logic pada Arduino MEGA 2560 dan pengendara diberi notifikasi berupa kedipan LED. Pada pengujian sensor ultrasonik, GPS dan fuzzy, unit – unit tersebut bekerja dengan baik dan tervalidasi sesuai rancangan. Pada pengujian terintegrasi, terdapat penurunan pada akurasi sebesar 10% yang diakibatkan kondisi lingkungan. Menurut subjek uji, sistem bekerja dengan cukup baik walaupun dari sisi indikator perlu ditingkatkan kembali.

Kata kunci— fuzzy logic, arduino mega 2560, sensor ultrasonik, gps, blind spot

I. PENDAHULUAN

Blind Spot pada kendaraan merupakan area dimana pengendara sedikit memiliki visibilitas langsung atau bahkan tidak memiliki visibilitas yang membuat pengendara tidak bisa melihat objek atau kendaraan lain yang berada di area ini. Pada kecepatan rendah, jarak antara kendaraan satu dan kendaraan lain tidak menimbulkan bahaya besar apabila terjadi perpindahan jalur atau manuver lain. Tetapi, pada kondisi kecepatan tinggi, jarak antar kendaraan menjadi sangat krusial untuk melakukan hal tersebut.

Fuzzy logic telah digunakan di berbagai macam permasalahan. Metode ini dapat digunakan untuk berbagai input. Dalam mikrokontroler, fuzzy logic sangat banyak digunakan untuk memproses banyak input sensor menjadi satu output yang digunakan untuk umpan balik [1]. Tetapi, dalam pengembangan fuzzy logic untuk suatu permasalahan, keakuratan dan kebenaran dari metode ini sangat bergantung pada input dan konfigurasi.

Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana sistem akan memberi notifikasi pengendara bagaimana kondisi di sekitar pada saat berkendara. Pada saat sepeda motor digunakan, ada area yang tidak bisa dilihat langsung oleh pengendara [2], sehingga harus menggunakan alat bantu. Area itu disebut blind spot. Pengendara akan diberi notifikasi berupa lampu indikator yang akan menunjukkan apakah kondisi di sekitar berbahaya atau tidak. Tingkat bahaya akan ditentukan dari jarak sepeda motor dengan objek di sekitar, dan juga kecepatan berkendara. Sensor ultrasonik

digunakan untuk mengukur jarak. Kecepatan berkendara akan diambil dari modul GPS yang bisa mengeluarkan parameter kecepatan. Algoritma fuzzy logic digunakan untuk mengambil kesimpulan bahwa kondisi di sekitar sepeda motor tersebut berbahaya atau tidak.

Tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana merancang sebuah sistem yang dapat membantu pengendara sepeda motor untuk menilai kondisi blind spot sepeda motor pada saat berkendara. Serta mengimplementasikan fuzzy logic untuk mendapatkan kesimpulan dari input jarak dan kecepatan, dan juga bagaimana hasil dari pengujiannya.

II. KAJIAN TEORI

A. Mikrokontroler

Dari paparan diatas, tugas akhir ini akan diselesaikan dengan menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah perangkat pemrosesan terpadu yang terintegrasi dalam satu chip kecil, yang dapat mengendalikan berbagai macam perangkat dan sistem [5]. Sistem yang dibangun pada penelitian tugas akhir ini menggunakan input dari sensor dan sebuah metode untuk menghasilkan kesimpulan. Oleh karena itu, mikrokontroler sangat dibutuhkan untuk sistem ini.

B. Jarak dan Sensor Ultrasonik

Sistem yang akan dibangun membutuhkan dua input yaitu berupa jarak dan kecepatan. Untuk mendapatkan input jarak, digunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik bekerja dengan memantulkan gelombang suara. Ketika pantulan gelombang ditransmisikan dan memantul ke sebuah objek, gelombang tersebut akan kembali diterima sensor. Waktu tempuh pantulan tersebut yang dihitung sehingga dapat mendapatkan nilai jarak [6].

C. Kecepatan dan GPS

Untuk mendapatkan input kecepatan, digunakan sebuah modul GPS. Pada dasarnya, GPS hanya bisa menghasilkan nilai longitude dan latitude yang merepresentasikan posisi dari sensor tersebut, dan data tersebut dikirim oleh satelit sehingga GPS hanya bertugas sebagai pemancar sinyal dan penerima data. Tetapi dari interval waktu tertentu, GPS dapat menerima beberapa data posisi. Sehingga dari beberapa data tersebut bisa diambil nilai rata – rata untuk mendapatkan nilai kecepatan pindah posisi [7].

D. Fuzzy Logic

Metode yang digunakan untuk mengambil kesimpulan dari keluaran dua sensor tersebut adalah fuzzy logic. Fuzzy logic biasa digunakan untuk mengambil keputusan dari berbagai

macam input [8]. Metode ini juga sudah teruji untuk mengatasi ketidakpastian dan keambiguan [9]. Pada penelitian ini, terdapat dua input berupa jarak dan kecepatan. Metode fuzzy cocok untuk merepresentasikan tingkat bahaya.

E. Arduino MEGA 2560

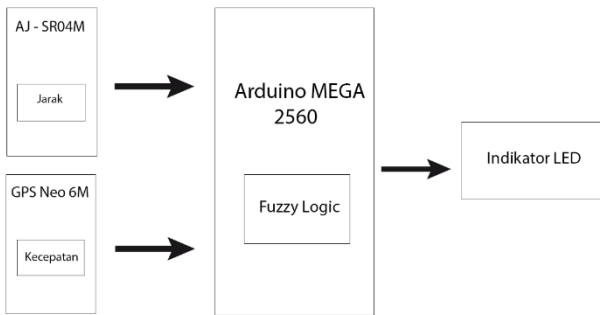
Arduino MEGA 2560 digunakan sebagai pusat integrasi dari semua perangkat yang digunakan. Tipe ini merupakan versi lebih tinggi, dibandingkan dengan versi UNO. Tugas akhir ini memerlukan setidaknya 26 pin untuk interfacing modul GPS, 6 Sensor ultrasonik dan 6 LED. Arduino UNO menyediakan 13 pin digital dan 6 pin analog. Sedangkan Arduino MEGA 2560 menyediakan 54 pin digital dan 16 pin analog. Sehingga Arduino MEGA 2560 lebih cocok untuk sistem ini [10].

III. METODE

Memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur atau langkah-langkah penelitian, waktu penelitian, sumber data, cara perolehan data dan menjelaskan metode yang akan digunakan dalam penelitian [10 pts].

A. Gambaran Umum Sistem

Pada tugas akhir ini peneliti merancang dan membangun sistem untuk memantau area blind spot sepeda motor supaya pengendara mendapatkan informasi bagaimana kondisi di area yang tidak terlihat secara langsung. Gambar 1 menjelaskan, sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak. Modul GPS Neo 6M digunakan untuk mendapatkan input kecepatan sepeda motor. Indikator untuk pengendara berupa LED. Sensor ultrasonik, GPS dan LED terhubung ke Arduino MEGA 2560. Kemudian, input jarak dan kecepatan akan diproses oleh fuzzy logic. Keluaran dari fuzzy logic akan mengubah waktu kedipan LED indikator.

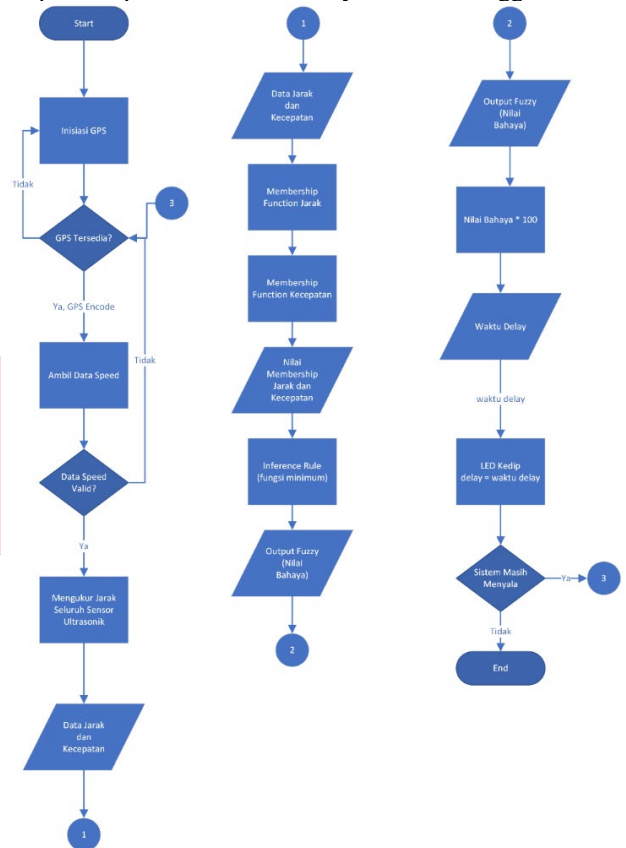


GAMBAR 1 (A)

B. Flowchart Sistem

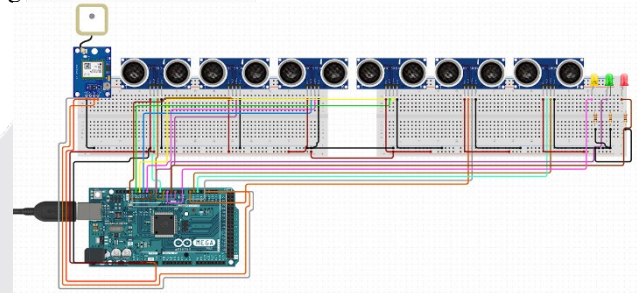
Sistem dimulai dengan menginisiasi GPS untuk mengambil data kecepatan, kemudian enam sensor ultrasonik melakukan pengukuran untuk mendapat nilai jarak. Lalu data jarak dan kecepatan masuk kedalam fuzzy logic dimulai dari proses fungsi keanggotaan, aturan inferensi dan proses mendapat output dari defuzzifikasi. Nilai output dari proses fuzzy kemudian dikalikan 100 dan disimpan untuk digunakan

sebagai waktu delay dari kedipan LED. Kemudian LED akan berkedip yang kecepatan kedipnya akan berbeda, tergantung kepada output fuzzy yang dikonversi menjadi nilai delay. Semakin cepat kedipan maka level bahaya semakin tinggi.



GAMBAR 2 (A)

C. Rangkaian Hardware



GAMBAR 3 (A)

Hardware yang digunakan adalah Arduino MEGA 2560, 6 sensor ultrasonik AJ-SR04M, 1 modul GPS NEO 6M dan LED indikator. Sebagai prototype, hardware dihubungkan menggunakan kabel jumper dari masing masing pin ke pin Arduino yang telah ditentukan. Jalur pin yang terhubung pada masing masing perangkat dijelaskan pada tabel berikut.

TABEL 1 (A)

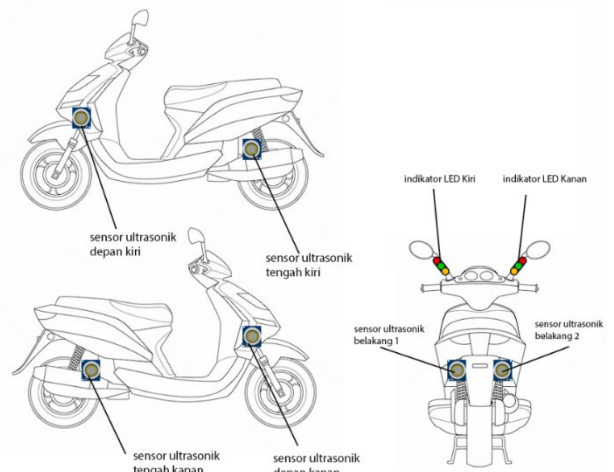
No	Perangkat	Tegangan Input	PIN 1	PIN 2
1	Ultrasonik Depan Kanan	5v	TX: 22	RX: 23

2	Ultrasonik Depan Kiri	5v	TX: 24	RX: 25
3	Ultrasonik Tengah Kanan	5v	TX: 26	RX: 27
4	Ultrasonik Tengah Kiri	5v	TX: 28	RX: 28
5	Ultrasonik Belakang 1	5v	TX: 30	RX: 29
6	Ultrasonik Belakang 2	5v	TX: 32	RX: 30
7	GPS NEO 6M	3v	TX: RX3	RX: TX3
8	LED Depan Kanan	5v	34	-
9	LED Depan Kiri	5v	35	-
10	LED Tengah Kanan	5v	36	-
11	LED Tengah Kiri	5v	37	-
12	LED Belakang 1	5v	38	-
13	LED Belakang 2	5v	39	-

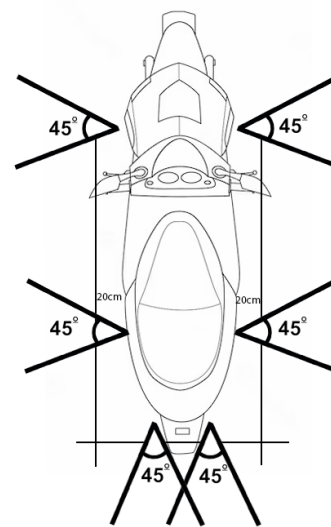
D. Sensor Ultrasonik & GPS

Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memantulkan gelombang suara. Pada sensor ultrasonic AJ-SR04M, terdapat transmitter dan receiver. Proses kerja sensor ini diawali dengan mentransmisikan gelombang suara melalui transmitter ke objek yang akan diukur jaraknya. kemudian gelombang suara tersebut akan kembali jika mengenai objek dan akan diterima oleh receiver. Nilai asli dari hasil pemantulan gelombang tersebut adalah waktu tempuh dari pantulan gelombang suara. Kecepatan gelombang suara adalah 340m/s. 1 cm setara dengan 0,01m. Maka untuk 1 cm, waktu tempuh pantulan gelombang suara adalah senilai 29,4us. Karena dalam pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik memerlukan dua pantulan, untuk jarak 1 cm setara dengan nilai waktu tempuh 58,8us. Sehingga untuk mengubah nilai tersebut menjadi jarak dalam bentuk centimeter memerlukan rumus sebagai berikut

$$\text{Jarak} = \frac{\text{waktu tempuh gelombang}}{58,8} \quad (1)$$



GAMBAR 3 (A)



GAMBAR 4 (A)

Untuk mengcover area blind spot sepeda motor, enam buah sensor ultrasonik ditempatkan di bagian kiri, kanan dan belakang motor dan masing masing bagian mendapatkan dua buah sensor ultrasonik. Menurut datasheet dari pabrik, sensor ini akan bekerja dengan baik pada objek pantul yang berjarak 20 cm dari transmitter – receiver dan bidang pantul sebesar 45 derajat dari transmitter – receiver. Kemudian, lampu LED sebagai indikator yang ditujukan kepada pengendara dipasang di spion sepeda motor dengan harapan cahaya LED tertangkap oleh mata walaupun pengendara tidak fokus ke bagian LED tersebut. Gambar 3 diatas merupakan ilustrasi penempatan sensor ultrasonik dan lampu LED dan gambar 4 merupakan ilustrasi top-view cakupan sensor ultrasonik

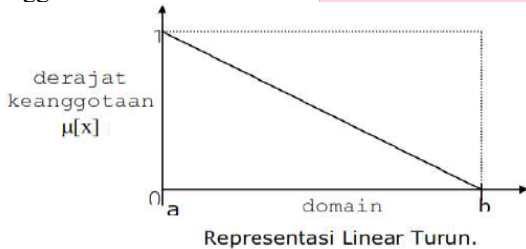
Sensor GPS NEO 6M dalam spesifikasi resminya dapat mengunci lokasi dalam waktu 27 detik. Akurasi yang dihasilkan juga cukup baik, senilai 2,5 meter. GPS bekerja dengan menerima data lokasi dari satelit sehingga dalam penggunaan sensor ini, hanya perlu proses receive melalui jalur serial yang ada di Arduino MEGA 2560. Untuk menangani data yang diterima, digunakan library

TinyGPS++ dan hanya perlu memanggil fungsi `gps.speed.kmph()` untuk mendapatkan kecepatan, selama koneksi dan sinyal modul GPS dalam tingkatan yang baik.

E. Implementasi Fuzzy Logic

Pada sistem ini, fuzzy logic yang digunakan adalah pendekatan sugeno. Ada beberapa tahapan dalam penerapan fuzzy logic ini. Pertama yaitu menentukan variabel input. Kemudian membangun fungsi keanggotaan. Selanjutnya adalah membuat aturan fuzzy dan aturan inferensi fuzzy. Terakhir adalah defuzzifikasi.

Dalam proses fungsi keanggotaan, input dari jarak sensor ultrasonik dan kecepatan dari GPS diubah menjadi nilai – nilai yang memiliki tingkat keanggotaan berupa variabel linguistik. Fungsi keanggotaan yang digunakan untuk mengubah nilai input jarak dan kecepatan adalah fungsi linear turun, linear naik dan fungsi segitiga. Untuk input jarak dibagi menjadi 3 anggota, yaitu dekat yang memiliki rentang 0-50cm, normal yang memiliki rentang 50-75cm dan jauh 75-100cm. Sedangkan input kecepatan juga terbagi menjadi 3 anggota, yaitu lambat 0-30 km/h, sedang 30-45 km/h, dan tinggi 45-60km/h.



Fungsi Keanggotaan:

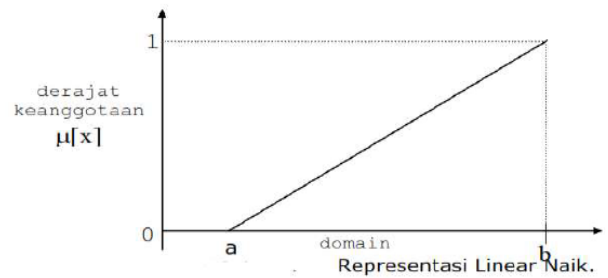
$$\mu[x] = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

GAMBAR 5 (A)

Gambar diatas adalah gambaran bagaimana representasi linear turun. Nilai a adalah titik dimana derajat keanggotaan memiliki nilai tertinggi yaitu 1.0 dan b adalah nilai dimana derajat keanggotaan memiliki nilai terendah yaitu 0.0. Sedangkan x adalah nilai yang akan diubah dari nilai tegas kedalam bentuk keanggotaan. Fungsi linear turun digunakan untuk memproses input yang berada pada anggota jarak dekat(0-50cm) dan kecepatan lambat (0-30kmh) ke dalam nilai dalam fungsi keanggotaan. Misal, input jarak adalah 40 cm dan kecepatan adalah 25 kmh. Maka nilai keanggotaannya:

$$u_{Dekat}[40] = \frac{50 - 40}{50 - 0} = \frac{10}{50} = 0.5 \quad (2)$$

$$u_{Lambat}[25] = \frac{30 - 25}{30 - 0} = \frac{5}{30} = 0.6 \quad (3)$$



Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

GAMBAR 5 (A)

Fungsi linear naik merupakan kebalikan dari fungsi linear turun. Nilai a menjadi titik dimana derajat keanggotaan memiliki nilai terendah dan nilai b adalah nilai derajat tertinggi yaitu 1.0. Nilai x merupakan input yang diubah menjadi nilai keanggotaan. Fungsi ini digunakan untuk mengubah nilai yang berada pada kategori jarak jauh (75-100cm) dan kecepatan tinggi (45-60kmh) ke dalam nilai dalam fungsi keanggotaan. Misal, input jarak adalah 85cm dan kecepatan adalah 50kmh, perhitungannya sebagai berikut:

$$u_{Jauh}[85] = \frac{85 - 75}{100 - 75} = \frac{10}{25} = 0.4 \quad (4)$$

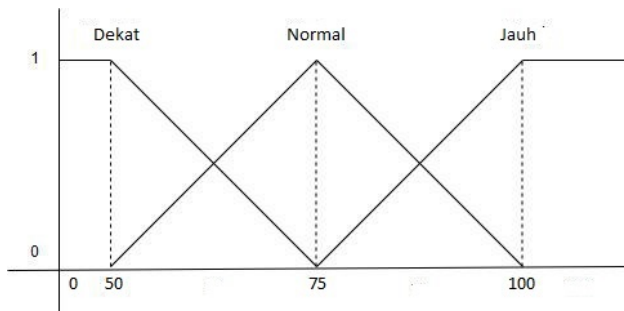
$$u_{Tinggi}[50] = \frac{50 - 45}{60 - 45} = \frac{5}{15} = 0.3 \quad (5)$$

Fungsi segitiga adalah gabungan dari fungsi linear naik dan linear turun. Pada fungsi ini, nilai a dan c menjadi titik terendah dimana nilai keanggotaan adalah 0. Nilai x memiliki keanggotaan pada fungsi ini jika nilai x berada diantara a dan b atau b dan c. Fungsi ini digunakan untuk input nilai kecepatan yang termasuk dalam kategori jarak normal (50-75cm) dan kecepatan sedang (30-45kmh). Misal, untuk input jarak 60cm dan kecepatan 40 kmh, perhitungannya sebagai berikut:

$$u_{Normal}[60] = \frac{60 - 50}{75 - 50} = \frac{10}{25} = 0.4 \quad (6)$$

$$u_{Sedang}[40] = \frac{40 - 30}{45 - 30} = \frac{10}{15} = 0.6 \quad (7)$$

Sehingga, jika ketiga fungsi tersebut digabungkan, pada fungsi keanggotaan jarak, akan memiliki area kabur pada rentang 50-75cm yang bisa masuk ke dalam kategori dekat atau normal dan rentang nilai 75-100cm yang bisa masuk kedalam kategori normal atau jauh, diilustrasikan pada gambar berikut.



GAMBAR 6 (A)

Pada tahap sebelumnya, input jarak dan kecepatan sudah diubah menjadi dua buah nilai keanggotaan pada masing masing jenis input. Kemudian, dibuat sebuah aturan fuzzy yang merupakan alfa predikat dari kategori jarak dan kecepatan. Karena pendekatan fuzzy yang digunakan adalah versi sugeno, maka alfa predikat tersebut memiliki bentuk berupa "IF jarak A and kecepatan B then output". Selain itu, alfa predikat tersebut memiliki nilai yang diambil menggunakan fungsi minimum dari dua nilai keanggotaan jarak dan kecepatan. Setelah itu, aturan fuzzy diterapkan sebagai inferensi supaya dapat disimpulkan sebuah keputusan dari kondisi - kondisi input. Tabel berikut merupakan aturan fuzzy yang telah dibuat

TABEL 2 (A)

Jarak/Kecepatan	Lambat	Sedang	Tinggi
Dekat	Tidak Berbahaya	Bahaya	Bahaya
Normal	Tidak Berbahaya	Tidak Berbahaya	Bahaya
Jauh	Tidak Berbahaya	Tidak Berbahaya	Tidak Berbahaya

Sebagai contoh, pada bagian sebelumnya, terdapat nilai beberapa nilai keanggotaan. Dipilih kategori jarak normal (60cm) adalah 0.4 dan kecepatan sedang (40kmh) adalah 0.6, menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Maka output pada proses ini adalah.

$$\min(uNormal[60] \cap uSedang[40]) = 0.4 \cap 0.6 \quad (8)$$

$$\min(uNormal[60] \cap uSedang[40]) = 0.4 \quad (9)$$

Setelah aturan dan inferensi dibuat pada tahap sebelumnya, terakhir adalah tahap defuzzifikasi. Tahap ini akan mengembalikan nilai output dari inferensi fuzzy menjadi nilai tegas. Pada tahap ini, label dari aturan inferensi fuzzy memiliki nilai keanggotaan 0.5 untuk berbahaya dan 1.0 untuk tidak berbahaya Untuk pendekatan sugeno, digunakan rumus weight-average. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$y = \frac{\sum u(y) \cdot y}{\sum u(y)} \quad (10)$$

y = nilai minimum dari alfa predikat
 u(y) = keanggotaan dari alfa predikat

Untuk contoh perhitungan, pada bagian inferensi fuzzy terdapat alfa predikat jarak normal (60cm) dan kecepatan sedang (40kmh) yang memiliki nilai 0.4 dan kategori alfa

predikatnya tidak berbahaya. Maka output dari defuzzifikasi ini adalah

$$y = \sum \frac{0.4 \times 1.0}{1.0} \quad (10)$$

$$y = \frac{0.4}{1.0} = 0.4 \quad (11)$$

Maka, nilai fuzzy pada jarak 60cm dan kecepatan 40kmh adalah 0.4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

TABEL 3 (A)

No	Jarak Pengujian	Output Sensor	Margin
1	25cm	26cm	+1cm
2	30cm	31cm	+1cm
3	40cm	42cm	+2cm
4	50cm	51cm	+1cm
5	60cm	61cm	+1cm

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan di dalam ruangan. Validasi jarak dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran penggaris dengan hasil output dari sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik sangat bekerja dengan baik jika benda yang menjadi bidang pantul memiliki lebar minimal 45 derajat dan 20cm dari pemancar.

B. Pengujian Kecepatan dari GPS

TABEL 4 (A)

No	Kecepatan Speedometer	Kecepatan GPS	Margin
1	10km/h	9km/h	-1km/h
2	20km/h	19km/h	-1km/h
3	30km/h	32km/h	+2km/h
4	40km/h	41km/h	+1km/h
5	50km/h	53km/h	+3km/h

Dalam pengujian ini, modul sensor GPS dikoneksikan ke Arduino, kemudian dipantau menggunakan serial monitor dalam aplikasi Arduino. Lingkungan pengujian modul GPS digunakan pada sepeda motor yang speedometrnya sudah dikalibrasi dengan kecepatan GPS ponsel pintar dari aplikasi Google Maps, yang diharapkan output kecepatannya lebih valid. Walaupun demikian, selisih antara kecepatan speedometer dengan modul GPS yang diuji bisa dipengaruhi oleh sinyal yang didapatkan. Oleh karena itu, penempatan antena GPS sangat berpengaruh terhadap output kecepatan yang didapatkan.

C. Pengujian Fuzzy Logic

TABEL 5
(A)

No	Kecepatan	Jarak	Output Fuzzy Matematis	Output Fuzzy Sistem
1	35km/h	55cm	0.91	0.91
2	47km/h	75cm	1.00	1.00
3	32km/h	45cm	0.95	0.95
4	51km/h	47cm	0.50	0.50
5	55km/h	40cm	0.50	0.50

Pengujian unit kode program *fuzzy* ini dilakukan dengan menentukan jarak dan kecepatan yang dimasukkan manual, artinya inputan ini bukan berasal dari sensor. Nilai *fuzzy* dari hasil uji tersebut dibandingkan dengan output *fuzzy* matematis merupakan nilai yang didapatkan dari perhitungan peneliti. Tabel diatas menunjukkan bahwa kode *fuzzy* sudah sesuai dengan rancangan. Akurasi dari *fuzzy* ini mencapai 100%.

D. Pengujian Fuzzy Logic

Pengujian digunakan dengan menggunakan sepeda motor tambahan sebagai objek yang ada di sekitar sepeda motor yang menjadi tempat untuk implementasi sistem. Besar nilai error antara output fuzzy sistem dan output fuzzy matematis akan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Error = \frac{Fuzzy\ Matematis - Output\ Fuzzy\ Sistem}{Fuzzy\ Matematis} \times 100 \quad (12)$$

Lingkungan tempat pengujian adalah jalan kurang lebih selebar 6 meter untuk dua arah atau kurang lebih 3 meter untuk satu arah. Untuk memastikan jarak yang menjadi nilai pengujian, digunakan alat bantu berupa alat ukur meter. Sepeda motor sebagai benda objek sekitar akan diuji dengan berada di belakang sensor dan percobaan menyalip. Sehingga fokus sensor dalam pengujian ini adalah bagian belakang dan kanan. Hasil pengujian dijelaskan pada tabel berikut.

TABEL 6
(A)

Kecepatan Uji (km/h)	Jarak Uji (cm)	Output Fuzzy Sistem	Output Fuzzy Matematis	Error	Nilai Bahaya
25	45	1.00	1.00	0%	100
25	55	1.00	1.00	0%	100
25	80	1.00	1.00	0%	100
35	45	0.93	0.88	5.6%	88
35	55	0.93	0.91	2.2%	91
35	80	1.00	1.00	0%	100
50	45	0.55	0.50	10%	50
50	55	0.63	0.60	5%	60
50	80	1.00	1.00	0%	100

Setelah diimplementasikan, ditemukan bahwa penggunaan sensor ultrasonik pada lingkungan uji berupa sepeda motor bergerak menyebabkan akurasi pengukuran jarak berubah. Nilai error fuzzy bisa mencapai 10%, sehingga akurasi fuzzy pada saat motor bergerak minimal 90%. Turunnya akurasi tersebut bisa disebabkan oleh beberapa hal

seperti getaran akibat sepeda motor berada di jalanan yang tidak rata, tertutupnya sensor ultrasonik oleh benda lain, atau inferensi sinyal akibat gesekan kabel. Kedipan led berasal dari delay yang didapatkan dengan mengalikan output fuzzy dengan angka 100. Sehingga led akan menyala selama nilai fuzzy dikalikan angka 100 dan mati selama nilai fuzzy dikalikan angka 100 sebanyak dua kali. Semakin aman, nilai delay mendekati angka 100 dan semakin berbahaya, nilai delay mendekati angka 50. Dengan variasi nilai delay tersebut, LED berkedip semakin cepat jika kondisi berbahaya.

E. Pengujian Kepada Subjek

Untuk menilai apakah alat dapat bekerja sesuai rancangan dan apakah LED dapat memberi notifikasi kepada pengendara dengan baik, dilakukan pengujian kepada subjek sebanyak 3 orang. Kriteria subjek adalah bisa menggunakan sepeda motor. Pendapat subjek didapatkan melalui pertanyaan langsung dan direpresentasikan kedalam tabel berikut.

TABEL 7
(A)

Responden 1				
Pertanyaan	ST	TS	S	SS
Alat bekerja tidak lama setelah sepeda motor dinyalakan			✓	
LED berkedip semakin cepat saat kendaraan lain mendekat			✓	
Kedipan LED mudah ditangkap mata untuk merepresentasikan tingkat bahaya			✓	

STS : Sangat Tidak Setuju TS: Tidak Setuju S: Setuju SS:Sangat Setuju

TABEL 8
(A)

Responden 2				
Pertanyaan	ST	TS	S	SS
Alat bekerja tidak lama setelah sepeda motor dinyalakan				✓
LED berkedip semakin cepat saat kendaraan lain mendekat			✓	
Kedipan LED mudah ditangkap mata untuk merepresentasikan tingkat bahaya		✓		

STS : Sangat Tidak Setuju TS: Tidak Setuju S: Setuju SS:Sangat Setuju

TABEL 9
(A)

Responden 3				
Pertanyaan	ST	TS	S	SS
Alat bekerja tidak lama setelah sepeda motor dinyalakan				✓
LED berkedip semakin cepat saat kendaraan lain mendekat			✓	
Kedipan LED mudah ditangkap mata untuk merepresentasikan tingkat bahaya			✓	

STS : Sangat Tidak Setuju TS: Tidak Setuju S: Setuju SS:Sangat Setuju

Berdasarkan tabel diatas, menurut pendapat subjek alat sudah bekerja cukup baik. Sistem menyala tidak lama setelah sepeda motor dinyalakan, artinya GPS dapat memperoleh lokasi dengan cepat. Hanya saja, pada pertanyaan ketiga, subjek 2 tidak setuju dengan alasan agak sulit membedakan tingkat bahaya karena kedipan terlalu cepat dan memberi saran akan lebih baik jika kedipan LED diperlambat supaya dapat lebih mudah membedakannya.

V. KESIMPULAN

Perancangan sistem dalam tugas akhir ini sudah berhasil dilakukan dan hasil implementasi juga berhasil dilakukan. Dari hasil pengujian diatas, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu pertama, sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik, ditunjukkan dengan sensor bisa menghasilkan nilai jarak dengan selisih pengukuran yang cukup minim. Kedua modul GPS dapat bekerja dengan baik. Kecepatan yang dihasilkan dari GPS juga menunjukkan selisih yang bisa ditoleransi. Ketiga, Kode program fuzzy logic sudah sesuai rancangan sistem. Perbandingan hitungan matematis dan output pemrosesan fuzzy sangat identik. Hasil dari pengujian terintegrasi, error muncul sebanyak empat kali yaitu 5.6%, 2.2%, 10%, dan 5%. Jika diambil nilai error terbesar, akurasi dari sistem ini bisa mencapai 90%. Kemungkinan penyebab turunnya akurasi diakibatkan oleh gangguan pada fisik hardware. Keempat, Menurut subjek, sistem ini bekerja cukup baik. Alat bekerja tidak lama setelah sepeda motor dinyalakan. Indikator LED juga berkedip semakin cepat ketika kendaraan lain mendekat. Tetapi, menurut salah satu subjek uji, kecepatan kedipan LED sebaiknya diperlambat supaya kedipan lebih mudah ditangkap mata dan lebih mudah membedakan tingkat bahaya

REFERENSI

[1] E. Cox, *The fuzzy systems handbook*, Second Edition, London: Academic press limited, 1998.

- [2] F. K. Zaman, S. C. Abdullah and N. Razak, "Risk of Vehicle Blind Spot towards Motorcyclist Safety in Malaysia: Assessment on Perceptions of Behaviour," *Journal of the Society of Automotive Engineers Malaysia*, vol. 4, no. 2, pp. 168-179, 2020.
- [3] M. I. Nari, A. Mufid and E. M. Prasetya, "IMPLEMENTASI SENSOR ULTASONIK JSN-SR04T SEBAGAI ALAT BANTU PARKIR MOBIL MPV BERBASIS ARDUINO UNO," *Journal of Engineering Science and Technology (JESTY)*, vol. 1, no. 2, pp. 65-75, 2023.
- [4] P. Indonesia, *Undang Undang No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2009.
- [5] J. Axelson, *The Microcontroller Idea Book*, Madison: Lakeview Research, 1997.
- [6] A. Biswas, S. Abedin and M. Kabir, "Moving Object Detection Using Ultrasonic Radar with Proper Distance, Direction, and Object Shape Analysis," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [7] E. Kaplan and C. Hegarty, *Understanding GPS: Principles and Applications.*, Artech House, 2006.
- [8] D. Meana-Llorian, B. Gonzalez Garcia, P. G.-B. B. C, J. Cueva Lovelle and N. Garcia-Fernandez, "IoFClime: The fuzzy logic and the Internet of Things to control indoor temperature regarding the outdoor ambient conditions," *Future Generations Computer Systems*, vol. 76, pp. 75-284, 2017.
- [9] L. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338-353, 1965.
- [10] Arduino, "Arduino Mega 2560 Rev3," Arduino, 2021. [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>. [Accessed 19 Agustus 2023].