



PEMBANTU PENGEMUDIAN AKTIF UNTUK JALAN MENANJAK DAN MENURUN BERBASIS LOGIKA FUZZY

Hanni Novitasari Tandiar^{*}, Noor Cholis Basjaruddin, Sabar Pramono

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jln. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Po. Box 1234, Bandung 40012 INDONESIA
Telepon: +62-22-2013789 ext.175
Fax: +62-22-2013889
^{*}e-mail: hanni.tandiar@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya minat masyarakat terhadap kendaraan menyebabkan meningkatnya angka kecelakaan lalu lintas. Kondisi tubuh pengemudi yang dalam keadaan letih atau mengantuk menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Untuk meminimalisir kecelakaan yang disebabkan oleh penyebab tersebut, maka diperlukan kendaraan yang memiliki sistem *Active Steering Assistance*. Sistem ini akan membantu pengemudi agar kendaraan tetap berada pada jalurnya pada berbagai medan jalan, misalnya tanjakan dan turunan. Sistem ini diaplikasikan pada mobil radio control yang bekerja dengan CMUcam5 Pixy Camera sebagai sensor, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dan motor servo sebagai pengatur arah mobil. Alat ini mempunyai 3 rentang kecepatan, yaitu lambat, sedang, dan cepat. Metode yang digunakan pada sistem ini adalah *fuzzy logic*. Hasil pengujian berupa kecepatan berbeda (cepat, lambat, sedang) pada 3 medan (menanjak, datar, dan menurun) dan 5 arah berbeda (belok kanan, belok kanan jauh, lurus, belok kiri, dan belok kiri jauh) yang menunjukkan bahwa hasil kendalo dapat bekerja sesuai dengan desain.

Kata Kunci

Active steering assistance, CMUcam5 Pixy, Fuzzy logic.

1. PENDAHULUAN

Bidang transportasi mempunyai peran penting dalam mendukung pertumbuhan di berbagai bidang. Ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang pesat mendukung perkembangan alat transportasi, sehingga minat masyarakat terhadap kendaraan makin meningkat. Perkembangan alat transportasi sebagai alat mobilisasi membawa dampak positif, yaitu sebagai alat mobilisasi manusia dalam kegiatan sehari-hari. Namun hal ini juga diiringi dengan beberapa dampak negatif, misalnya kemacetan dan meningkatnya angka kecelakaan lalu lintas.

Kondisi fisik kendaraan, seperti ban, rem, dan bagian-bagian kendaraan yang dalam keadaan kurang atau tidak baik dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Selain itu, pengemudi juga dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan, misalnya kondisi tubuh pengemudi dalam keadaan letih atau mengantuk. Untuk meminimalisir kecelakaan yang disebabkan oleh kondisi tubuh pengemudi yang letih atau mengantuk, maka diperlukan kendaraan yang memiliki fitur tertentu yang dapat membantu pengemudi mengendalikan kendaraan secara otomatis. Salah satu sistem yang dapat diterapkan adalah *Active Steering Assistance*. Sistem ini akan membantu

kendaraan tetap berada pada jalurnya pada berbagai medan jalan, yaitu tanjakan dan turunan.

Pada penelitian ini dibuat sebuah purwarupa mobil yang dapat dikendalikan kecepatannya dan arahnya sesuai medan jalan yang dilalui. Dimana pengendalian kecepatan dan arah pergerakan mobil diatur menggunakan kendali cerdas *Fuzzy Logic*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 *Active Steering Assistance*

Active Steering Assistance adalah salah satu jenis sistem keselamatan berkendara yang berfungsi menjaga kendaraan agar tetap pada jalur yang benar, sehingga menghindari pengendara dari kecelakaan akibat menabrak pembatas jalan atau tabrak samping dari kendaraan yang lain. Secara umum sistem *Active Steering Assistance* 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. [1]

2.2 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*) merupakan cabang dari sistem kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang

dibuat dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin (komputer). Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Fuzzy Logic menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis.

Fuzzy dipresentasikan bukan sebagai metodologi kontrol, namun sebagai suatu cara pemrosesan data yang memperbolehkan anggota himpunan parsial daripada anggota himpunan kosong atau non-anggota. Pendekatan ini pada teori himpunan tidak diaplikasikan untuk mengontrol sistem sampai tahun 70-an karena kurangnya kemampuan komputer-mini pada saat itu. Pelopor aplikasi Fuzzy Set dalam bidang kontrol yang merupakan aplikasi pertama dan utama dari Fuzzy Set adalah Prof. Ebrahim Mamdani dan kawan-kawan dari Queen Mary College London. Penerapan Fuzzy secara nyata di industri banyak dipelopori para ahli dari Jepang, misalnya Prof. Sugeno dari Tokyo Institute of Technology, Prof. Yamakawa dari Kyusu Institute of Technology, Togay dan Watanabe dari Bell Telephone Labs.

Metode logika fuzzy memiliki tiga tahapan proses fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi. Logika fuzzy adalah nilai yang memiliki samar (fuzzyness) antara benar dan salah. Secara teori, logika fuzzy bisa bernilai benar dan salah pada saat yang sama tapi berapa banyak kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung pada berapa banyak berat badan keanggotaannya. Secara teori, logika fuzzy, himpunan fuzzy dikenal (fuzzy set) yang merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (variabel linguistik) yang dinyatakan dalam nilai fungsi keanggotaan dari nol sampai satu.. Pengontrol dengan Fuzzy Logic mempunyai kelebihan yaitu dapat mengontrol sistem yang kompleks, non-linier, atau sistem yang sulit direpresentasikan kedalam bentuk matematis. Selain itu, informasi berupa pengetahuan dan pengalaman mempunyai peranan penting dalam mengenali perilaku sistem di dunia nyata. Fuzzy Logic juga memiliki himpunan Fuzzy yang mana pada dasarnya, teori himpunan Fuzzy merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Dimana dengan Fuzzy Logic, hasil yang keluar tidak akan selalu konstan dengan input yang ada. Cara kerja Fuzzy Logic secara garis besar terdiri dari input, proses dan output. Fuzzy Logic merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (truth) dan kesalahan (false). Dengan menggunakan Fuzzy Logic nilai yang dihasilkan bukan hanya ya (1) atau tidak (0) tetapi seluruh kemungkinan diantara 0 dan 1. Ada beberapa hal

yang perlu diketahui dalam memahami sistem Fuzzy antara lain:

1. Variabel Fuzzy merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem Fuzzy.
2. Himpunan Fuzzy merupakan suatu group yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel Fuzzy.
3. Semesta pembicaraan, merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel Fuzzy.
4. Domain adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan Fuzzy.

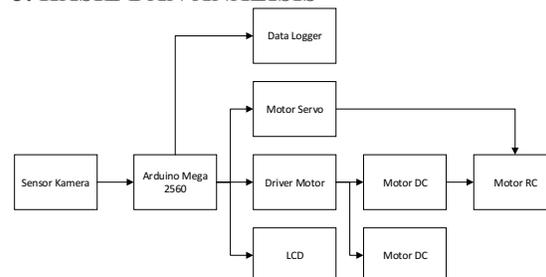
2.3 Rule Fuzzy Logic

Perancangan *rule fuzzy* dilakukan untuk mengolah data input agar dapat menghasilkan data output yang diinginkan. Rule yang diterapkan sebagai berikut:

Tabel 1. Rule Fuzzy Logic

Y Axis Kiri	Tinggi	Tengah	Rendah
Kecepatan Lambat	Kecepatan motor tetap, servo naik	Kecepatan motor turun, servo tengah	Kecepatan motor turun banyak, servo turun
Normal	Kecepatan motor naik sedikit, servo naik	Kecepatan motor tetap, servo tengah	Kecepatan motor turun, servo turun
Cepat	Kecepatan motor naik banyak, servo naik	Kecepatan motor naik, servo tengah	Kecepatan motor tetap, servo turun

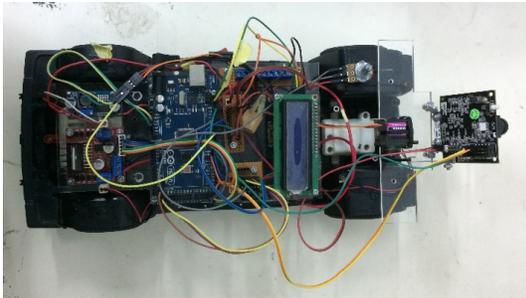
3. HASIL DAN ANALISIS



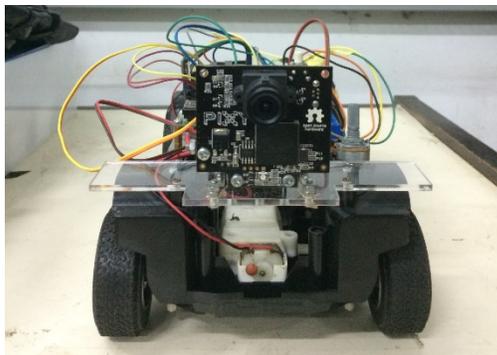
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar 1 merupakan diagram blok dari sistem mobil yang digunakan sebagai objek penelitian. Cara kerja dari sistem ini secara umum adalah sensor kamera akan mendeteksi jalur yang terdapat pada sisi kanan dan kiri, kemudian data tersebut dikirimkan ke Arduino Mega untuk diolah. Setelah itu Arduino Mega memerintahkan untuk menggerakkan motor servo dan motor DC sesuai perhitungan yang telah dirancang agar mobil tetap berada pada lintasan. Motor DC dikendalikan oleh driver motor. Data selama pengolahan direkam dan disimpan oleh *data*

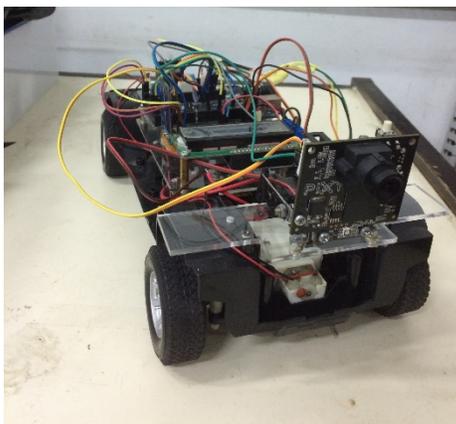
Hasil dan analisis dari realisasi hardware yang telah diimplementasikan terdapat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4, sesuai dengan hasil perancangan, yaitu meliputi Arduino Mega, CMUcam5 Pixy, baterai LiPo 11.1V, buck converter, L298, microSD, LCD, dan chasis.



Gambar 2. Hardware Mobil RC Tampak Atas



Gambar 3. Hardware Mobil RC Tampak Depan



Gambar 4. Hardware Mobil RC Tampak Isometrik

Hasil pengujian alat pada bagian:

1. Sensor Kamera CMUcam5 Pixy

Sensor kamera CMUcam5 Pixy digunakan untuk mendeteksi jalur pada lintasan. Pada dasarnya, sensor kamera ini menggunakan warna sebagai objek yang dideteksinya. Pengenalan warna pada kamera dilakukan pada software PixyMon. Pengujian pada

konversi dari lebar piksel menjadi jarak. Untuk mendapatkan konversi tersebut, dibutuhkan nilai *Focal Length* dari kamera. Rumus yang digunakan adalah:

$$F = \frac{P \times D}{W}$$

Dimana:

F = *Focal length* kamera (konstanta)

P = Lebar piksel yang terlihat oleh kamera (variabel)

D = Jarak kamera terhadap benda (variabel, cm)

W = Lebar benda (konstanta, dalam cm)

Digunakan benda dengan lebar benda (W) 5cm, jarak dari kamera (D) 20cm, dan lebar piksel yang diperoleh oleh kamera (P) adalah sebesar 57. Maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$F = \frac{P \times D}{W} = \frac{57 \times 20}{5} = 228$$

Nilai *focal length* yang diperoleh adalah 228. Sehingga pada perhitungan yang dimasukkan pada program menjadi:

$$D' = \frac{F \times W}{P} = \frac{228 \times 5}{57} = \frac{1140}{57}$$

Hasil pengujian pembacaan Jarak CMUcam5 Pixy ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pembacaan Jarak
CMUcam5 Pixy

Jarak Objek yang Sebenarnya (cm)	Lebar Piksel	Jarak Objek yang Terdeteksi oleh Kamera (cm)
5	192	5
10	110	10
15	74	15
20	57	20
25	46	24
30	38	30
35	33	34
40	29	39
45	26	43
50	23	49

2. Driver Motor L298

Driver motor L298 digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor berdasarkan nilai PWM yang diberikan dari Arduino Uno. Input PWM akan menentukan cepat lambatnya motor berputar. Hasil pengujian driver motor L298 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Driver Motor L298

Tegangan Input (V)	Nilai PWM	Tegangan Output (V) Tanpa Beban	Tegangan Output (V) Dengan Beban
12,5	0	0	0
	63	9,6	6,33
	127	11,2	8,97

3. Motor Servo

Motor servo digunakan untuk menggerakkan roda bagian depan mobil secara horizontal dan menggerakkan sensor kamera secara vertikal. Pergerakan motor servo berupa sudut yang diatur dari Arduino Mega. Motor servo yang digunakan adalah TowerPro MG90S. Hasil pengujian motor servo TowerPro MG90S terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor Servo TowerPro MG90S

Tegangan Input (V)	Sudut Input (Arduino Uno)	Hasil Pengukuran Sudut
5	0	1
	15	19
	30	35
	45	48
	60	64
	75	78
	90	92
	105	104
	120	117
	135	132
	150	144
	165	155
	180	170

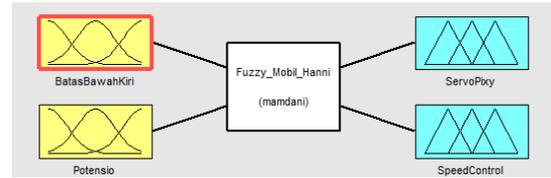
4. Perancangan Sistem Kendali

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.

- 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. [4]

Sistem pada penelitian ini memiliki 2 input dan 2 output *fuzzy logic*. Input *fuzzy logic* pada sistem ini berupa batas kiri bawah dari objek kiri yang terdeteksi dan kecepatan input yang merupakan nilai dari potensiometer. Outputnya berupa kecepatan mobil dan pergerakan sudut servo. Gambar 5 berikut menampilkan input dan



Gambar 5. Input dan Output Fuzzy

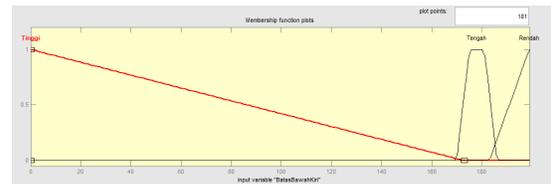
Pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 terdapat anggota himpunan dari input dan output *fuzzy logic* yang digunakan.

Himpunan input batas kiri bawah objek kiri:

Tinggi : [0 0 173]

Tengah : [170 175 181 186]

Rendah : [183 199 199]



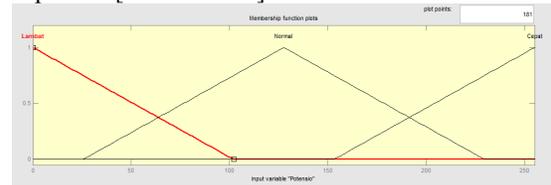
Gambar 6. Input Batas Kiri Bawah Objek Kiri

Himpunan input kecepatan:

Lambat : [0 0 102]

Normal : [25.5 127.5 229.5]

Cepat : [153 255 357]



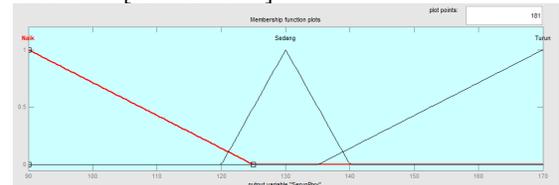
Gambar 7. Input Kecepatan

Himpunan output servo:

Naik : [90 90 125]

Sedang : [120 130 140]

Turun : [135 170 170]



Gambar 8. Output Servo

Himpunan output kecepatan:

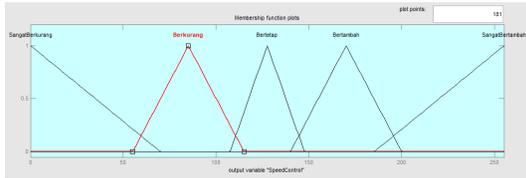
Berkurang banyak : [0 0 70]

Berkurang : [55 85 115]

Tetap : [108 128 148]

Bertambah : [140 170 200]

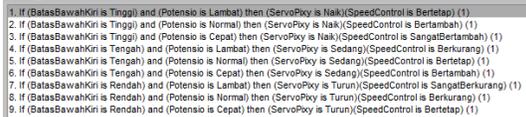
Bertambah banyak : [185 255 255]



Gambar 5. Output Kecepatan

b. Evaluasi Aturan (Rule)

Pada tahap ini kita akan mengetahui bagaimana masukan-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. [4] Gambar 6 merupakan aturan (rule) yang digunakan pada perancangan kendali *Fuzzy logic* pada sistem ini.

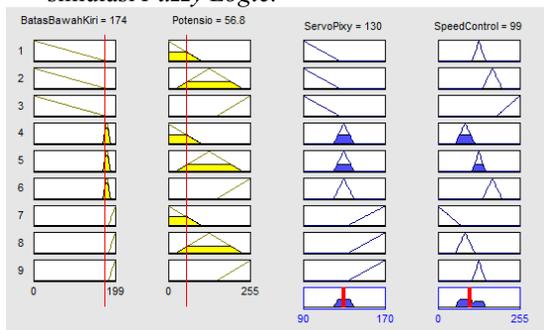


Gambar 6. Aturan *Fuzzy Logic*

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. [4]

Gambar 7 menampilkan input,output, dan hasil simulasi *Fuzzy Logic*.



Gambar 7. Hasil Simulasi *Fuzzy Logic*

4. DISKUSI

Dari hasil simulasi yang dilakukan di *software* MATLAB, output dari *fuzzy logic* telah sesuai

dengan hasil perancangan yang dilakukan di awal penelitian. Penelitian ini dapat direalisasikan pada hardware berbentuk mobil *radio control*.

5. KESIMPULAN

Hasil pengujian membuktikan bahwa sensor kamera dapat mendeteksi jalur sebagai objek dan membaca jarak objek yang dideteksi dengan menggunakan batas bawah objek yang terdeteksi. Keadaan jalur pada lintasan dan kecepatan motor DC dijadikan input *fuzzy* dalam sistem ini yang menghasilkan output berupa kecepatan motor dan pergerakan motor servo untuk menyesuaikan kecepatan dan arah kendaraan dengan kondisi jalan yang dilewati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung, baik secara materi maupun rohani. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lainnya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. C. Basjaruddin, Kuspriyanto, Suhendar, D. Saefudin dan S. A. Aryani, "Lane Keepign Assist System Based on Fuzzy Logic," *International Electronics Symposium (IES)*, 2015.
- [2] R. Setiowati, N. C. Basjaruddin dan Supriyadi, "Active Steering Assistane For Turned Road Based On Fuzzy Logic," *8th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2017.
- [3] K. Anindyaguna, N. C. Basjaruddin dan D. Saefudin, "Overtaking Assistant System (OAS) with Fuzzy Logic Method Using Camera Sensor," *2nd International Conference of Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE)*, 2016.
- [4] F. M, Active Steering Assistance For Lane Keeping Pada Mobil Remote Control, Bandung, 2013.
- [5] Pebriyanto, Sistem Penghindaran Tabrakan Depan-Belakang Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Sensos Kamera, Bandung, 2016.