

Implementasi Sistem Kontrol Sorotan Lampu Depan Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic Controller

Saeful Bahri¹, Husnibes Muchtar², Riza Samsinar³, Fadliandi⁴, Mochamad Noorman Bayuardi⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta 10510, Indonesia
E-mail: saeful.bahri@umj.ac.id

Abstrak

Masalah paling umum yang dihadapi oleh semua pengemudi pada malam hari adalah silau yang disebabkan oleh kendaraan yang mendekat dari arah berlawanan di jalan, rusaknya tuas lampu depan (lampu depan) di atas peredupan biasa di jalan raya, dan kontrol manual terhadap aktivitas lampu depan selama perjalanan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat berkendara di malam hari lebih aman dengan sistem kontrol lampu depan terintegrasi yang dapat beradaptasi dengan cahaya sekitar. Kontroler menyalakan lampu tinggi jika tidak ada kendaraan di depan atau beralih ke lampu rendah jika ada kendaraan yang mendekat dari arah yang berlawanan dan menyalakan kembali dengan lampu yang tepat sesuai dengan kondisi sekitarnya. Sistem berbasis kontrol logika fuzzy digunakan agar lampu dapat beradaptasi dengan cahaya di sekitarnya. Dua sensor LDR digunakan sebagai parameter input dan nilai PWM dengan rentang 100 – 255 ADC sebagai parameter output dan IC BTS7960 sebagai driver untuk mengontrol tegangan lampu depan sehingga intensitas cahaya lampu depan dapat diatur. Perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor LDR 1 (kanan) dan sensor LDR 2 (kiri) yang digunakan untuk mengaktifkan sistem dengan nilai LDR 1 yang berbeda lebih besar dari 177 ADC dari LDR 2. Sistem yang dirancang dapat mendeteksi kendaraan datang dari arah berlawanan dan secara otomatis aktif dari jarak 19 – 20 meter

Abstract

The most common problems faced by all drivers at night are glare caused by vehicles approaching from the opposite direction on the road, malfunctioning of the headlight (headlight) lever on top of the usual dimming on the road, and manual control of headlight activity during road trips. . day. This research aims to make driving at night safer with an integrated headlight control system that can adapt to ambient light. The controller turns on the high light if there is no vehicle ahead or switches to low light if a vehicle is approaching from the opposite direction and turns it back on with the appropriate light according to the surrounding conditions. A system based on fuzzy logic control is used so that the lamp can adapt to the light around it. Two LDR sensors are used as input parameters and PWM values with a range of 100 – 255 ADC as output parameters and BTS7960 IC as a driver to control the headlight voltage so that the intensity of the headlights can be adjusted. The difference in light intensity received by the LDR 1 sensor (right) and the LDR 2 sensor (left) used to activate the system with a different LDR 1 value is greater than 177 ADC from LDR 2. The designed system can detect vehicles coming from the opposite direction and automatically active from a distance of 19 – 20 meters.

1 PENDAHULUAN

Efek troxler adalah kebutaan sementara yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang tinggi pada lebih dari 10.000 lumen yang terpapar ke mata kita [1]. Hal ini juga dikenal sebagai 'efek memudar.' Efek Fading terjadi pada pengendara lain yang datang dari arah berlawanan sehingga mata mereka terkena cahaya terang lampu depan mobil. Menurut data kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh efek fading pada tahun 2013 di Asia, India berada di urutan teratas daftar Indonesia di tempat kedua [1].

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengatasi efek fading ini. Dalam [2], lampu low beam secara otomatis beralih ke lampu high

beam ketika kendaraan datang dari arah yang berlawanan. Ide lainnya adalah mengontrol intensitas lampu mobil saat jalan terang atau gelap. Lampu depan otomatis akan meredup saat lampu jalan begitu terang dan akan lebih terang jika terlalu gelap [2], [3], [4]. Ide lainnya adalah secara otomatis mengganti lampu high beam ke lampu low beam menggunakan Arduino sebagai pengontrol dan lampu depan yang memiliki dua fungsi di dalamnya [5]. Penelitian untuk mensimulasikan sistem swiveling yang mengadaptasi sinar lampu depan dengan geometri jalan raya telah dilakukan pada [6].

Fuzzy Logic Controller telah banyak digunakan dalam perancangan sistem kendali [7], [8].

Perangkat lunak MATLAB telah digunakan untuk merancang dan mensimulasikan pengontrol kecepatan wiper otomatis dan mode lampu depan menggunakan logika fuzzy [8]. Perangkat lunak Proteus 8.0 telah digunakan untuk mensimulasikan dan mengontrol intensitas lampu depan dan Internet of Things (IoT) yang digunakan untuk menyimpan dan mengambil data dari Jaringan Area Lokal (LAN) atau Internet menggunakan protokol HTTP [9]. Namun penelitian-penelitian tersebut membutuhkan lebih banyak modifikasi mobil seperti perubahan spesifikasi lampu, wiring lampu, dan relay kontrol lampu. Selain itu, hanya ada dua mode intensitas cahaya yaitu high beam dan low beam. Meskipun demikian, ada juga masalah lain yang sebagian besar dilakukan penelitian dalam simulasi dan prototipe yang perlu validasi sebelum diimplementasikan.

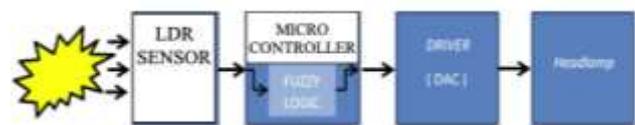
Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul ide untuk membuat lampu depan pintar, yang dapat beradaptasi dengan intensitas cahaya di sekitar mobil dan mengurangi intensitas cahaya saat kendaraan datang dari arah berlawanan. Lampu depan cerdas dengan dua lampu memiliki fungsi yang berbeda. Yang kanan akan mengurangi intensitas cahayanya (kondisi redup) sedangkan yang kiri lebih terang dari yang kanan. Kontrol berbasis fuzzy telah digunakan untuk mengontrol intensitas cahaya lampu depan dan mendeteksi mobil yang datang dari arah berlawanan.

2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem smart headlight yang dapat diterapkan pada kendaraan mobil, yang secara otomatis dapat mengatur intensitas cahaya lampu yang dipancarkan oleh headlamp dimana sistem tersebut dapat mengatur tingkat intensitas cahaya terhadap intensitas cahaya di sekitar mobil. Selain itu, sistem ini juga berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya lampu samping kiri dan kanan saat kendaraan datang dari arah berlawanan. Lampu sebelah kanan akan mengurangi daya lampu agar tidak menyilaukan pengendara yang datang dari arah berlawanan, dan lampu sebelah kiri akan memberikan intensitas cahaya yang lebih ringan dari sebelah kanan untuk menghindari kecelakaan. Sistem berbasis kontrol logika fuzzy digunakan untuk mengontrol sinar lampu depan.

Pada tahap awal penelitian ini, LDR (Light Dependent Resistor) digunakan untuk merasakan dan mengamati perubahan intensitas cahaya yang diterima baik terhadap kondisi lampu sekitar maupun lampu mobil dari arah mobil yang berlawanan arah. Setelah tahapan ini selesai, maka

langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan teknik kendali berbasis logika fuzzy untuk mengatur tingkat intensitas cahaya sesuai dengan kondisi di sekitar mobil menggunakan mikrokontroler ATmega 32. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi kendali berdasarkan variabel pengontrol logika fuzzy untuk mendapatkan hasil yang terbaik, termasuk ukuran aturan fuzzy yang digunakan. Langkah terakhir adalah pengujian dan analisis data pada kondisi lingkungan yang sebenarnya. Sistem ini dinyatakan berhasil jika dapat merespon cahaya lampu depan kendaraan yang datang dari arah berlawanan atau terhadap kondisi pencahayaan sekitar. Diagram Blok dari sistem yang diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

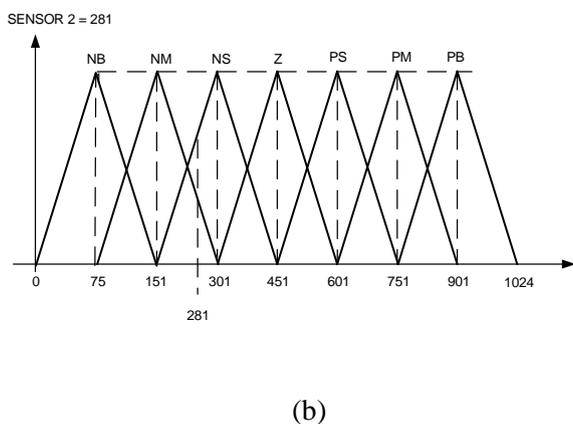
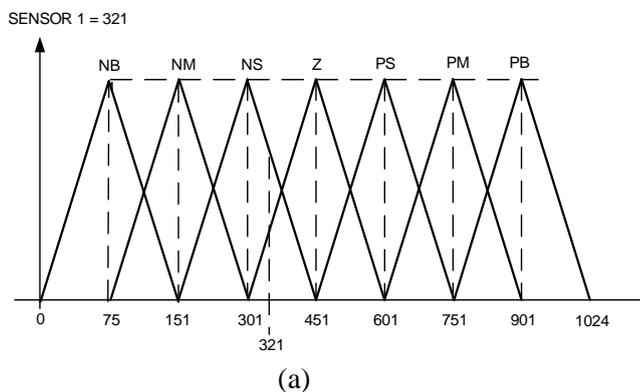
Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah LDR. Sensor ini mendeteksi intensitas cahaya di depan kendaraan. Nilai intensitas cahaya tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 32. Dengan konsep logika fuzzy yang diprogram ke dalam mikrokontroler, mikrokontroler dapat mengontrol driver DAC saat ini. Pengemudi DAC menyesuaikan tegangan lampu depan kendaraan untuk menyesuaikan intensitas cahaya lampu depan sebagai spesifikasi desain. Model Mamdani digunakan sebagai sistem inferensi fuzzy.

3 HASIL DAN ANALISIS

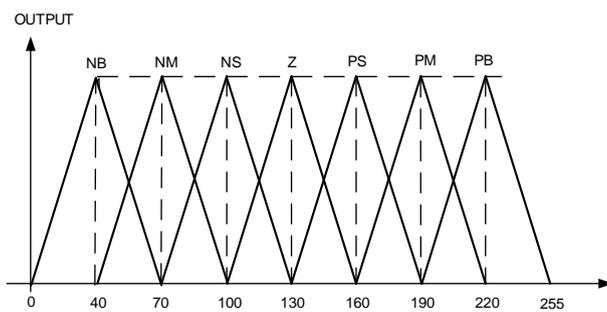
Kontrol logika fuzzy dilakukan dengan tiga langkah, yaitu fuzzifikasi, evaluasi aturan, dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi berguna untuk memetakan suatu kelompok fuzzy data input ke dalam variabel input linguistik. Evaluasi aturan disusun berdasarkan keinginan. Evaluasi aturan menentukan respons sistem pada banyak kondisi titik pengaturan dan kebisingan.

Sensor LDR digunakan pada lampu depan kendaraan pintar karena kemampuannya mendeteksi perubahan intensitas cahaya. Pada penelitian ini diambil data lumens dan nilai ADC yang tidak mengganggu driver yang datang dari arah berlawanan yang tidak lebih kecil dari 80 lux atau lebih kecil dari 780 bit ADC. Nilai PWM meningkat seiring dengan naiknya tegangan dan naiknya lumen sehingga pengendalian intensitas cahaya lampu depan dapat menggunakan driver BTS 7960 dengan mengontrol driver input frequency (PWM).

Proses fuzzifikasi pada kontroler logika Fuzzy dijelaskan di bawah ini. Nilai PWM sensor-1 dan sensor-2 adalah 321 dan 281 diambil sebagai contoh evaluasi.



Gambar 2. Himpunan Fuzzy dan fungsi keanggotaan untuk : (a) sensor-1 dan (b) sensor-2



Gambar 3. Himpunan Fuzzy dan fungsi keanggotaan dari output

Dari Gambar 2(a), nilai sensor 1 adalah 321 sehingga nilai sensor 1 berada di antara NS dan Z. Nilai crisp 321 diubah menjadi nilai fuzzy.

Rumus untuk keanggotaan Z adalah
 $\mu = (x-c)/(d-c), c < x \leq d$

$$\mu = (321-301) / (451-301) = 0.133$$

Rumus untuk keanggotaan NS adalah

$$\mu = (b-x)/(b-a), a < x < b$$

$$\mu = (451-321) / (451-301) = 0,867$$

Sebaliknya, Dari Gambar 2(b), nilai sensor 2 adalah 281 sehingga nilai sensor 2 berada di antara NM dan NS. Nilai crisp 281 diubah menjadi nilai fuzzy.

Rumus keanggotaan NS adalah

$$\mu = (x-c)/(d-c), c < x \leq d$$

$$\mu = (281-151) / (301-151) = 0.866$$

Rumus untuk keanggotaan NM adalah

$$\mu = (b-x)/(b-a), a < x < b$$

$$\mu = (301-281) / (301-151) = 0.133$$

Aturan Fuzzy digunakan untuk himpunan fuzzy sensor-1, sensor-2 dan variabel output yang diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Aturan Fuzzy

Sensor-1	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
Sensor-2							
NB	PB	PB	PB	PB	PM	PS	Z
NM	PB	PB	PB	PM	PS	Z	NS
NS	PB	PB	PM	PS	Z	NS	NM
Z	PB	PM	PS	Z	NS	NM	NB
PS	PM	PS	Z	NS	NM	NB	NB
PM	PS	Z	NS	NM	NB	NB	NB
PB	Z	NS	NM	NB	NB	NB	NB

Dengan menggunakan aturan konjungsi AND dengan memilih derajat keanggotaan minimum dari nilai-nilai linguistik (μ) yang ditautkan dan dengan memotong fungsi keanggotaan trapesium untuk nilai keluaran PWM :

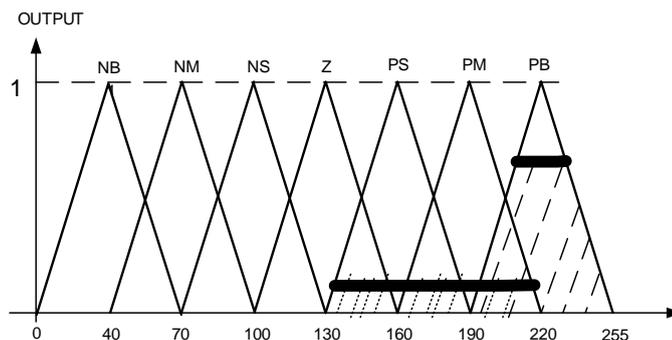
JIKA Sensor 1 adalah NS ($\mu=0.86$) DAN Sensor 2 adalah NM ($\mu=0.13$) Maka Outputnya adalah PB ($\mu=0.13$)

JIKA Sensor 1 adalah Z ($\mu=0.13$) DAN Sensor 2 adalah NM ($\mu=0.13$) Maka Outputnya adalah PM ($\mu=0.13$)

JIKA Sensor 1 adalah NS ($\mu=0.86$) DAN Sensor 2 adalah NS ($\mu=0.86$) Maka Outputnya adalah PM ($\mu=0.86$)

JIKA Sensor 1 adalah Z ($\mu=0,13$) DAN Sensor 2 adalah NS ($\mu=0,86$) Maka Outputnya adalah PS ($\mu=0,13$)

Dengan menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani, diperoleh :



Gambar 4. Plot hasil fuzzifikasi

Metode centroid digunakan untuk proses defuzzifikasi dengan menggunakan titik arbitrer dan persamaan 5.

$$y^* = \frac{\sum y \cdot \mu_g(y)}{\mu_g(y)}$$

Kita dapat:

$$y^* = \frac{(181+185+190+195+205)0.13 + (206+210+215+220+230)0.86 + (231+235+240+245+255)0.13}{0.13+0.13+0.13+0.13+0.13+0.86+0.86+0.86+0.86+0.86+0.13+0.13+0.13+0.13+0.13}$$

$$= 216.2$$

Evaluasi pengujian pada ADC aktual diberikan pada Gambar 5. Tidak ada perbedaan baik data aktual maupun perhitungan teoritis. Data aktual dan perhitungan teoritis masing-masing adalah 216,2. Penilaian lengkap untuk nilai sensor-1 dan sensor-2 lainnya dan perbandingan antara keluaran aktual sistem yang diambil dari pengamatan dan perhitungan teoritis berdasarkan data ADC untuk sensor-1 dan sensor-2 diberikan pada Tabel 2.



Gambar 5. Pembacaan aktual data sensor dan output PWM

Tabel 2. Perbandingan antara nilai keluaran aktual dan perhitungan.

SENSOR 1 (ADC)	SENSOR 2 (ADC)	Perhitungan PWM Keluar (ADC)	Aktual (ADC)	Intensitas cahaya dalam Jarak 5 Meter (Lux)
171	93	241.2	241.2	119
512	341	172.5	172.5	53
512	638	122.9	123.0	16
93	341	235	235.0	109
321	281	216.2	216.2	86

Untuk langkah terakhir, lampu depan pintar diuji secara eksperimental langsung di lingkungan nyata untuk mengamati respons sistem. Kami mensimulasikan kondisi dengan kendaraan yang datang dari arah yang berlawanan. Langkah ini mengevaluasi kinerja LDR dan mendapatkan jarak

minimum ketika mobil yang datang dari arah berlawanan dapat dideteksi. Data eksperimen untuk mengamati kinerja sistem di lingkungan nyata diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data eksperimen saat ada kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

Jarak (meter)	Hasil pembacaan S1 > S2				
	Eksperimen	Eksperimen	Eksperimen	Eksperimen	Eksperimen

	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	0	1	1	1	0

Berdasarkan data pada Tabel 3, sistem yang dirancang dapat mendeteksi kendaraan yang datang dari arah berlawanan dan secara otomatis aktif dari jarak 19 – 20 meter.

4 KESIMPULAN

Pembacaan sensor LDR dan intensitas cahaya pada sistem ini bergantung pada cahaya yang berasal dari lingkungan dan kendaraan yang datang dari arah berlawanan. Nilai sensor berkurang ketika intensitas cahaya berkurang. Intensitas cahaya untuk kondisi redup adalah 80 lux atau 78 ADC jika kendaraan datang dari arah berlawanan. Nilai keluaran PWM yang tinggi menghasilkan nilai tegangan yang tinggi. Nilai PWM dapat diguna//kan untuk mengontrol intensitas cahaya. Jarak dari arah berlawanan yang dapat dideteksi oleh smart headlamp adalah antara 19 hingga 20 meter. Fuzzy Logic Controller bekerja dengan baik pada nilai output PWM berkisar antara 100 dan 255.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta (Nomor Induk: 69/R-UMJ/IV/2020 tanggal 20 April 2020). Kami mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta atas dukungan peralatan dan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muralikrishnan.R, “Automatic Headlight Dimmer a Prototype for Vehicles,” *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 03, no. 02, hal. 85–90, 2014.
- [2] S. Roy, A. Bagubali, dan R. Agrawal, “Automatic Vehicle Beam Controller,” *2019 Innov. Power Adv. Comput. Technol. i-PACT 2019*, hal. 1–6, 2019.
- [3] V. A. Ganesh, K. V. Vithal, M. Syiemlieh, G. P. Babarao, dan S. Y. Sawant, “Automatic headlight beam control system 3,” no. 7, hal. 137–139, 2015.
- [4] A. S. M. Asaduzzaman, M. M. Islam, S. Paul, F. Alam, dan M. Rahman, “Automatic High Beam Controller for Vehicles,” vol. 4, no. April 2013, hal. 1–5, 2013.
- [5] R. Dhawle, R. Anvekar, Kulkarni Shivaji, dan S. Durg, “Automatic Headlight Beam Intensity Switcher,” *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 04, no. 05, hal. 482–485, 2015.
- [6] C. De Santos-Berbel dan M. Castro, “Effect of vehicle swiveling headlamps and highway geometric design on nighttime sight distance,” *Math. Comput. Simul.*, vol. 170, hal. 32–50, 2020.
- [7] Saeful Bahri dan Febby Angga Permana, “Perancangan Prototipe Sistem Kendali Gantry Crane Untuk Meredam Ayunan Secara Realtime Dengan Fuzzy Logic Controller,” *J.*

eLEKTUM, vol. 14, no. 1, hal. 23–31, Apr 2017.

- [8] ThetKoKo, ZawMyoTun, dan H. M. Tun, “Implementation Of Automatic Wiper Speed Control And Headlight Modes Control Systems Using Fuzzy Logic,” *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 4, no. 7, hal. 91–96, 2015.
- [9] A. J. Sairam, T. Reddy Induri, R. Arthisree, dan V. Bagyaveereswaran, “Optimal Control Logic for a Cost-effective Light Intensity Dependent Headlamp Enhanced by Internet of Things,” in *2019 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies, i-PACT 2019*, 2019.