

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN KECERAHAN LAMPU UTAMA PADA MOBIL BERBASIS ARDUINO UNO

Mayda Waruni Kasrani¹, A. Asni², Agi Setia Putra³

^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan
Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA

Abstract— This study is created a system to control brightness in the car main lights based on an Arduino Uno. The purpose of this system is to create and design an automation system that can control the brightness of the headlights on the car based on the parameters of the circumstance in which the vehicle passes. With this system it is expected to further optimize the use of power in the car battery. For this reason, the Fuzzy Logic method is used for decision making. The use of this method because the solution of the conditions that occur in driving can be parameterized using the Fuzzy method. The input of this method is the level of brightness of the light read by the BH1750 sensor and the distance of other vehicles in front of it are read by the HCSR04 sensor. The distance and brightness parameters of the light are used by the writer as a determinant of the fuzzy rule of this system. Where the reading results of the two sensors will affect the PWM Out value of the Arduino. And the change in PWM value will affect the brightness level of the headlights of the car. The results of controlling the brightness of the light is quite effective in maintaining voltage efficiency. In Low-Beam conditions the average voltage is 1.6 Volts, in Med-Beam conditions 4.9 Volts, and in High-Beam conditions 8.6 Volts.

Intisari— Pada penelitian ini di lakukan perancangan sebuah sistem pengendali kecerahan lampu utama pada mobil berbasis Arduino Uno. Tujuan dari sistem ini adalah membuat dan merancang sistem otomatisasi yang dapat mengendalikan kecerahan lampu utama pada mobil berdasarkan parameter keadaan di sekitar yang di lalui kendaraan tersebut. Dengan sistem ini diharapkan dapat lebih mengoptimalkan penggunaan daya pada baterai mobil. Dengan alasan tersebut maka di gunakanlah metode *Fuzzy Logic* untuk pengambilan keputusan. Penggunaan metode ini karena solusi dari kondisi-kondisi yang terjadi dalam berkendara dapat di parameterkan menggunakan metode *Fuzzy*. Masukan dari metode ini adalah tingkat kecerahan cahaya yang di baca oleh sensor BH1750 dan jarak kendaraan lain yang berada di depannya di baca oleh sensor HCSR04. Parameter jarak dan kecerahan cahaya tersebutlah yang di gunakan penulis sebagai penentu *fuzzy rule* dari sistem ini. Dimana hasil pembacaan kedua sensor tersebut akan mempengaruhi nilai *PWM Out* dari Arduino tersebut. Dan perubahan nilai *PWM* tersebut akan berpengaruh terhadap tingkat kecerahan lampu utama mobil tersebut. Hasil dari dari pengontrolan kecerahan cahaya ini cukup efektif dalam menjaga efisiensi tegangan. Pada kondisi *Low-Beam* tegangan rata-rata 1,6 Volt, Pada kondisi *Med-Beam* 4,9 Volt, dan pada kondisi *High-Beam* 8,6 Volt.

Kata Kunci— Arduino Uno, Sensor Ultrasonik HCSR04, Sensor HCSR04, *Fuzzy Logic*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan lampu pada kendaraan mobil sangatlah di butuhkan terutama pada malam hari. Tetapi sejauh ini nyala lampu utama pada mobil hanya bisa di kontrol secara manual oleh pengemudi dimana nyala lampu tersebut hanya hidup dan mati tanpa bisa di atur tingkat intensitas kecerahannya, sehingga saat malam hari sering kali lampu utama pada mobil bersinar begitu terangnya baik di jalan minim penerangan maupun di jalanan yang sangat cukup penerangan, sehingga sering kali nyala dari lampu utama mobil ini kerap kali menyilaukan pandangan pengendara yang mengendarai kendaraan dari arah berlawanan. Berdasarkan data Polri tahun 2013 terjadi sebesar 6,1 persen kecelakaan lalu lintas pada kendaraan bermotor disebabkan oleh cahaya lampu yang menyilaukan kendaraan lain (Markas Besar Kepolisian Republik Indonesia, 2013).

Perkembangan ilmu dan teknologi yang sangat pesat memungkinkan praktisi untuk selalu melakukan pembaruan ide-ide pengotomasi dari sebuah alat dapat meminimalkan campur tangan manusiasehingga dapat bekerja dengan efisien. Otomatisasi alat biasanya digunakan untuk sebuah proses industri saja tetapi sudah mulai digunakan untuk kebutuhan yang lainnya [1]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem otomatisasi yang mampu menyesuaikan kebutuhan pencahayaan pengendara pada siang maupun malam hari, serta sistem pencahayaan yang bisa menyesuaikan dengan perubahan cuaca di area jalan yang di lalui. tentu sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan agar dapat mengurangi panas pada bohlam dan reflektor, mengurangi cahaya yang dapat menyilaukan kendaraan lain dan memperpanjang umur pemakaian aki sehingga menjadi lebih efisien. Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah logika *Fuzzy*. Karna dengan menggunakan logika *Fuzzy* akan menghasilkan keputusan yang menyerupai keputusan manusia hal tersebut dikarenakan logika *Fuzzy* menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis dengan bahasa yang alami.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut detail dari teori yang berkaitan dengan alat pengontrol kecerahan lampu utama mobil berbasis Arduino Uno sebagai landasan dalam pembuatan alat dan penyusunan laporan:

A. Penelitian Terdahulu

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Desain dan Implementasi Sistem Kontrol Intensitas Lampu Motor Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. Dibuat oleh Miranti Widyastuti, Drs Suwandi, M.Si, dan Reza Fauzi Iskandar S. Pd, M.T dari Fakultas Teknik Elektro Universitas Telkom. Hasil penelitian ini adalah respon terhadap peraturan tentang kewajiban menyalakan lampu utama pada siang hari, sehingga di lakukan pengontrolan terhadap intensitas cahaya yang di pancarkan oleh lampu kendaraan menggunakan logika Fuzzy [2].

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Alat Kendali Penerangan Ruangan Dengan Logika Fuzzy Berbasis ATMEGA16. Dibuat oleh Fandi Tantra Nirwana dari Universitas Negeri Yogyakarta. Hasil penelitian ini adalah bagaimana mengontrol pencahayaan pada ruangan, dengan menggunakan logika fuzzy akan menghasilkan keputusan yang lebih manusiawi [1].

Telah dilakukan penelitian yang berjudul Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Perancangan Alat Pengaturan Otomatis Intensitas Penerangan Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535. Dibuat oleh Dessy Alfiani dari Universitas Sumatera Utara. Berdasarkan pengujian intensitas cahaya menggunakan logika fuzzy, cahaya yang terpasang pada sistem sudah di program untuk mempertahankan cahaya di 300 lux [3].

B. Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory microcontroller Arduino. Board pada Arduino Uno mikrokontroler berbasis ATmega328 dan bersifat open source [4].

C. Lampu Utama

Sistem penerangan dalam kendaraan bermotor adalah komponen yang harus dimiliki setiap kendaraan. Komponen tersebut berfungsi sebagai penunjang keselamatan pengemudi maupun orang lain. Selain berfungsi sebagai komponen keselamatan sistem penerangan juga berfungsi sebagai penunjang kenyamanan berkendara.

D. Sensor BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Data output dengan sensor ini langsung output di satuan Lux (Lx). Ketika benda-benda yang menyala di honogen

mendapatkan 1 lx fluks bercahaya dalam satu meter persegi, intensitas cahaya mereka 1 LX [5].

E. Ultrasonic Sensor HCRS-04

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor *ultrasonic* karena sensor ini menggunakan gelombang *ultrasonic* (bunyi *ultrasonic*) [6].

F. Transistor TIP112

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu Basis (Dasar), Kolektor (Pengumpul) dan Emitor (Pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dan sumber listriknya. Transistor sebenarnya berasal dari kata "transfer" yang berarti pemindahan dan "resistor" yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat kita simpulkan, pengertian Transistor adalah pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh William Shockley, John Barden dan W.H, Brattain. Tetapi, komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958. Jenis Transistor terbagi menjadi 2, yaitu transistor tipe P-N-P dan transistor N-P-N.

G. Power Supply Switching

Power Supply Switching adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus seara (arusDC). *Power Supply Switching* yang kita kenal kebanyakan yaitu mengubah dari listrik PLN 220 Volt (arus AC) menjadi tegangan listrik lebih kecil (arus DC) yaitu menjadi 5 volt DC, 12 volt DC, 19 volt DC, 24 volt DC dan sebagainya tergantung keperluan perangkat apa yang digunakan [6].

H. Liquid Crystal Display 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. LCD 16x2 artinya LCD tersebut dapat menampilkan 32 karakter (2 baris dan 16 kolom).

I. Controller

Kontroler merupakan komponen pada suatu sistem yang bertujuan untuk mengolah sinyal baik masukan dan sinyal referensi menjadi sinyal kontrol dengan sedemikian rupa sehingga performa dari sistem yang dikendalikan oleh kontroler dapat di sesuaikan dengan spesifikasi performansi

yang diinginkan. Prinsip kerja kontroler adalah membandingkan nilai aktual keluaran plant dengan nilai referensi, kemudian menentukan nilai kesalahan dan akhirnya menghasilkan sinyal kontrol untuk meminimalkan kesalahan (Ogata, 1997). Adanya sebuah kontroler dalam sebuah sistem kendali mempunyai peran yang besar. Sebuah sistem dapat diatur dengan sedemikian rupa sehingga membentuk prilakunya sendiri.

J. Kontrol Logika Fuzzy

Kontroler logika Fuzzy adalah sistem berbasis aturan (Rule Based System) yang didalamnya terdapat himpunan aturan Fuzzy yang mempresentasikan mekanisme pengambilan keputusan. Aturan yang dibuat digunakan untuk memetakan variabelinput ke variabel output dengan pernyataan “If-Then”. Kontroler ini akan menggunakan data tertentu (Crisp) dari sejumlah sensor kemudian mengubahnya menjadi bentuk linguistik atau fungsi keanggotaan melalui proses fuzzifikasi. Lalu dengan aturan Fuzzy, tahap inferensi yang akan menentukan hasil keluaran Fuzzy. Setelah itu hasil ini akan diubah kembali menjadi bentuk numerik melalui proses defuzzifikasi [2].

K. Fuzzifikasi

Proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non Fuzzy (variabel numerik) menjadi variabel Fuzzy (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah di kuantisasi sebelum diolah oleh pengendali logika Fuzzy harus diubah terlebih dahulu kedalam variabel Fuzzy. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun, maka dari nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi Fuzzy yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara Fuzzy pula [7]

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian di halaman Kampus Universitas Balikpapan, yang akan dilakukan uji coba peralatan pada bulan April 2019 sampai dengan bulan Agustus.

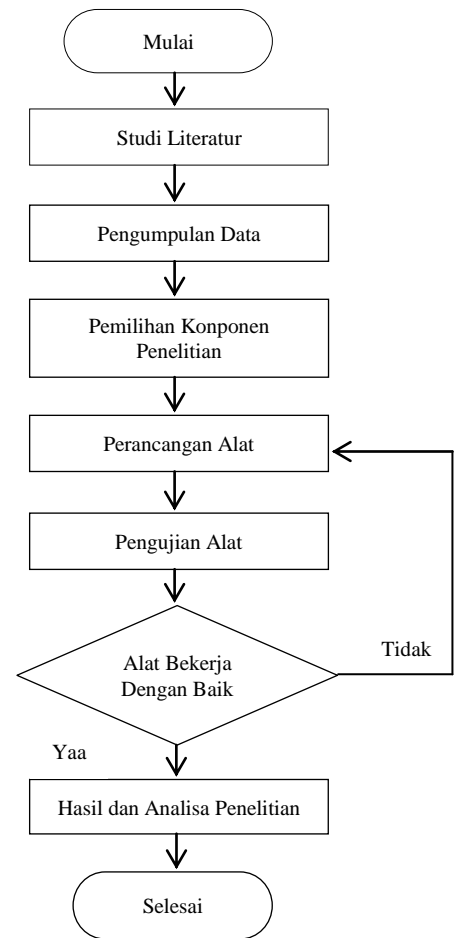
A. Diagram Alir Penelitian

Diagram penelitian disusun berdasarkan proses jalannya penelitian mulai dari studi literature, pengumpulan data, Pemilihan komponen penelitian, hingga pada penyusunan laporan termasuk persiapan perancangan hardware dan perancangan software.

Didalam alir penelitian dimulai dengan studi literature untuk mengumpulkan materi-materi berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Dengan studi literatur yang telah dikumpulkan maka penulis selanjutnya mempelajari konsep dasar dari penelitian yang akan dilakukan dan dilakukan juga dengan instrument data pendukung termasuk alat dan peralatan. Pengumpulan data diperlukan pada alat peralatan yang akan digunakan pada rangkaian.

Setelah data yang digunakan telah siap, penulis masuk kedalam sesi perancangan hardware kemudian perancangan Software. Setelah itu bisa melanjutkan ke pengujian sistem, apabila sistem berjalan dengan baik maka perancangan

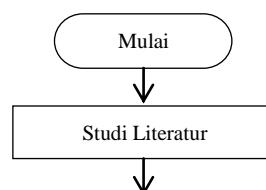
berhasil, dan jika sistem tidak berjalan lancar maka harus ada di perbaiki pada hardware dan juga software. Diagram alir penelitian dapat ditunjukkan dalam gambar 3.1 agar mempermudah pemahaman penelitian;

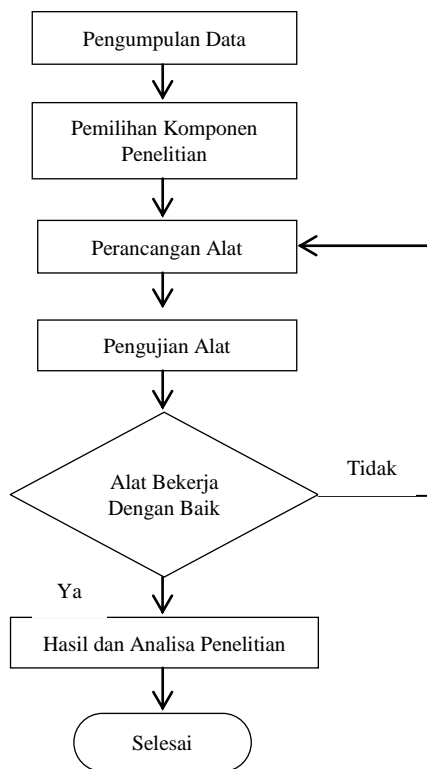


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

B. Diagram Alir Perancangan

Diagram alir perancangan dilakukan pemilihan dan konsep perancangan software atau hardware untuk menentukan skema rangkaian. Setelah pemilihan komponen dan perancangan selesai maka akan dilakukan uji coba kelayakan alat, untuk mengetahui kinerja alat. Jika alat tidak bekerja dengan baik maka akan di lakukan pemeriksaan pada software dan hardware. Diagram perancangan alat ditunjukkan dengan gambar 3.2:





Gambar 3.2 Diagram Perancangan Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Alat



Gambar 4.1 Implementasi Alat Pengontrol Kecerahan lampu utama

Penerapan untuk perancangan alat pengontrol kecerahan lampu utama pada mobil ini menggunakan beberapa komponen utama, yaitu: Arduino Uno sebagai Kontroler komponen lainnya, sensor BH1750 dan sensor HCSR04 digunakan sebagai data input yang akan di *Fuzzyfikasi* oleh Arduino sehingga menghasilkan sinyal output kecerahan lampu sesuai dengan kecerahan yang diinginkan.

B. Cara Kerja Alat

Alat ini bekerja dengan sistem otomatisasi. Dimana saat saklar lampu pada posisi ON maka sistem ini akan mulai

bekerja. Dengan memanfaatkan sensor BH1750 sebagai data input untuk kecerahan cahaya di sekitarnya, dan juga sensor HCSR04 sebagai data input jarak antara mobil ini dengan kendaraan di depannya. Kemudian masukan dari kedua data tadi akan di proses oleh mikrokontroler yaitu Arduino Uno dengan metode *Fuzzyfikasi*. Metode Fuzzy akan memperhitungkan data input dari kedua data tersebut untuk digunakan sebagai pengambilan kesimpulan. Dimana kesimpulan tersebutlah yang akan menghasilkan nilai PWM yang di gunakan sebagai nilai kecerahan lampu tersebut.

C. Pengujian Sensor HCSR04

Pengujian sensor HCSR04 bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sensor HCSR04 dalam membaca jarak dengan objek di depannya. Dimana pada sistem ini sensor HCSR04 digunakan sebagai pembacaan jarak antara mobil dengan kendaraan di depannya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara sensor HCSR04 dengan meteran gulung untuk mengetahui seberapa akurat sensor membaca jarak dengan objek di depannya.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor HCSR04

Meteran Gulung	Sensor HCSR04	Rata-rata Sensor HCSR04	Error
1 Meter	99 Cm	98 Cm	0.91%
	99 Cm		
	97 Cm		
	98 Cm		
	97 Cm		
3 Meter	293 Cm	294.6 Cm	0.018%
	296 Cm		
	294 Cm		
	293 Cm		
	297 Cm		
5 Meter	486 Cm	487.6 Cm	0.03%
	487 Cm		
	489 Cm		
	488 Cm		
	488 Cm		

Berdasarkan pengujian sensor HCSR04 dengan meteran dapat di ketahui akurasi pembacaan jarak sensor HCSR04 sangat baik karna hanya memiliki eror kurang dari 1%.

D. Pengujian Sensor BH1750.

Pengujian sensor BH1750 dilakukan dengan tujuan mengetahui seberapa baik sensor BH1750 membaca intensitas cahaya yang ada di sekitarnya. Pada pengujian sensor BH1750 di lakukan dalam beberapa kondisi guna mendapatkan data yang maksimal dan juga melihat seberapa baik sensor BH1750 terpengaruh dengan keadaan di sekitarnya.

a. Pengujian di Jalan Arteri dengan PJU Setinggi 9 meter.

Pengujian dilakukan di jalan arteri dengan PJU 9 meter guna mengetahui intensitas cahaya yang ada di jalanan tersebut. Dimana kondisi tersebut adalah kondisi yang terjadi saat berkendara di malam hari. Pengujian sensor ini di lakukan pada dua titik, yaitu tepat di bawah PJU dan di antara PJU.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Di Daerah Memiliki PJU

Posisi	Lux Meter	Rata-Rata Lux Meter	Sensor BH 1750	Rata-Rata Sensor BH1750	Eror
Posisi Di Bawah PJU	17	20.4 lux	21	19.8 lux	0.03%
	20		19		
	19		20		
	18		20		
	18		19		
Diantara PJU	10	9.8 lux	10	10 lux	0.02%
	10		10		
	9		10		
	10		10		
	10		10		

Berdasarkan hasil pengujian di atas di ketahuai bahwa intensitas cahaya di bawah PJU Rata-rata 20 lux, dan di antara PJU rata-rata 10 lux.

b. Pengujian di jalanan minim lampu penerangan.

Pengujian pada jalan minim penerangan bertujuan mengetahui seberapa baik respon sensor BH1750 saat kondisi minim cahaya.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Di Daerah Minim Penerangan

Lux Meter	Rata-Rata Lux Meter	Sensor BH1750	Rata-rata BH1750	eror
1	1 Lux	0	0.4 Lux	0.6%
1		0		
1		1		
1		1		
1		0		

Berdasarkan hasil pengujian di atas intensitas cahaya pada jalanan yang minim lampu penerangan rata-rata 1 lux.

E. Pengujian Keseluruhan Sistem.

Pengujian keseluruhan sistem ini adalah pengujian kesemua perangkat. Pengujian ini menggunakan lampu utama mobil yang memiliki daya sebesar 65 watt. Dengan pengujian manual, yaitu dengan men-setting manual nilai PWM di program Arduino sehingga memudahkan dalam pengukuran tegangan yang output sistem ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Dengan Metode Fuzzy

PWM	Intensitas	Tegangan Output	Rata-rata Tegangan Output
20	LOW BEAM	0,29 V	1.6 Volt
40		0,67 V	
60		2,20 V	
80		2,99 V	
100	MED BEAM	3,78 V	4,9 Volt
120		4,58 V	
140		5,38 V	
160		6,21 V	
180	HIGH BEAM	7,02 V	8,6 Volt
200		7,83 V	
220		8,65 V	
240		9,48 V	
255		10,07 V	

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah selesai melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap implementasi dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Merancang dan membuat sistem pengendalian kecerahan cahaya lampu utama menggunakan PWM pada mobil dengan Fuzzy logic berjalan dengan baik dan terencana. Sehingga berhasil mengendalikan kecerahan lampu utama secara otomatis
2. Ketika kondisi High Beam tegangan rata-rata 8,86 Volt, pada kondisi Medium Beam efisiensi tegangan rata-rata 4,9 Volt serta pada kondisi Low Beam efisiensi tegangan rata-rata 1,6 Volt.

B. Saran

Dari hasil tugas akhir yang penulis kerjakan ini masih terdapat beberapa kekurangan dan dimungkinkan untuk pengembangan dan perancangan lebih lanjut. Oleh karenanya penulis merasa perlu untuk memberi saran-saran sebagai berikut :

1. Pengembangan selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki kekurangan alat ini, sebaiknya menggunakan sensor ping untuk pembacaan jarak karna lebih stabil dalam pengiriman sinyal saat jarak jauh sekalipun.
2. Pengembangan pengendalian dengan parameter lain seperti kondisi jalan, cuaca, medan jalan, suhu pada reflector, dan lebih mengefektifkan lagi tingkat efisiensi penggunaan accu mobil.
3. Diharapkan kedepannya sistem ini dapat di terapkan pada kendaraan yang beroperasi di jalanan agar tidak ada lagi kecelakaan akibat lampu terlalu silau maupun telalu redup.

REFERENSI

[1] F. T. Nirwana, "Alat Kendali Penerangan Ruangan Dengan Logika Fuzzy Berbasis Atmega16 The Control Of Lighting The Room With Fuzzy Logic Based Atmega16 Oleh : Fandi Tantra Nirwana (12507134014)," vol. 16, no. 12507134014, pp. 1–7, 2013.

[2] M. Widyastuti, R. Fauzi, I. S. Pd, F. T. Elektro, and L. Fuzzy, "Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Intensitas Lampu Motor Menggunakan Logika Fuzzy Design And Implementation Control System Of The Light Intensity," vol. 4, no. 1, pp. 619–625, 2017.

[3] U. S. Utara, U. S. Utara, and U. S. Utara, "Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Perancangan Alat Pengaturan Otomatis Intensitas Penerangan Ruangan Berbasis Mikrokontroler Atmega8535," 2018.

[4] B. A. B. li and D. Teori, "No Title," pp. 3–17.

[5] U. S. Utara and U. S. Utara, "Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Cahaya dengan menggunakan Sensor Bh1750 Berbasis Arduino," 2017.

[6] H. K. J. A. Jarrell D. Collier, Michael P. Davenport, "Search @ Www.Google.Com." p. Accesat 05.03.2019, 2017.

[7] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. D. Semarang, "(Studi Kasus Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC)," pp. 1–10.