



RANCANG BANGUN LEVEL LAMPU OTOMATIS PADA MOBIL BERJALAN MENGUNAKAN METODE FUZZY

Wahyu Nur Hidayat¹, Mohammad Luqman², Mas Nurul Achmadiyah³
e-mail: wahyunurhidayat1211@gmail.com, moh.luqman@polinema.ac.id,
masnurul@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9
Malang, Indonesia

Abstrak

Fitur penerangan pada kendaraan sangat berperan penting demi kenyamanan dan keselamatan berkendara [1]. Bagian dari fitur penerangan pada kendaraan adalah headlamp. Headlamp yang ditempatkan di bagian depan kendaraan. Pada umumnya headlamp dilengkapi lampu jarak jauh dan dekat. Saat ini *headlamp* ketika menerangi jalan, arah sorotan lampu belum optimal. Hal ini dapat kita lihat dari ketika mobil saat pada posisi jalan menanjak atau sedang membawa beban berat, maka bagian depan mobil akan mendongak ke atas. Hal ini menyebabkan sudut pancaran sinar dari *headlamp* juga akan menyorot ke atas, tidak lagi menyorot ke arah jalan. Dengan membuat level lampu otomatis pada mobil, maka kondisi tersebut dapat di koreksi secara otomatis sehingga arah sorotan lampu dari headlamp tetap mengarah ke arah permukaan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatur arah sorotan lampu secara otomatis berdasarkan posisi bodi mobil yang mendongak ke atas. Sehingga, pengemudi selalu mendapatkan cukup cahaya pada jalan yang sedang dilaluinya, meskipun jalan yang sedang dilaluinya menanjak. Metode yang digunakan adalah metode *Fuzzy*. Variable yang digunakan adalah variasi sudut pada posisi bodi mobil. Sudut yang diatur akan dideteksi oleh sensor Gyroscope. Hasil dari perancangan level lampu otomatis pada mobil ini dapat berjalan, tetapi masih ada kekurangan.

Kata kunci: Sudut, Level Lampu Otomatis, Metode Fuzzy

Abstract

The lighting features in vehicles play a very important role in driving comfort and safety [1]. Part of the lighting features on a vehicle is the headlamp. Headlamps are placed at the front of the vehicle. In general, headlamps are equipped with long and short distance lights. Currently, when the headlamp lights the road, the direction of the light beam is not optimal. We can see



this from when the car is in an uphill position or is carrying a heavy load, the front of the car will look up. This causes the angle of the beam from the headlamp to also shine upwards, no longer shining towards the road. By creating an automatic light level on the car, this condition can be corrected automatically so that the direction of the light beam from the headlamp remains directed towards the road surface. This research aims to adjust the direction of the light beam automatically based on the position of the car body looking up. So, the driver always gets enough light on the road he is traveling on, even though the road he is traveling on is uphill. The method used is the Fuzzy method. The variable used is the angle variation in the position of the car body. The angle set will be detected by the Gyroscope sensor. The results of designing automatic light levels in this car can work, but there are still shortcomings.

Keywords: Angle Automatic Light Level Third fuzzy method

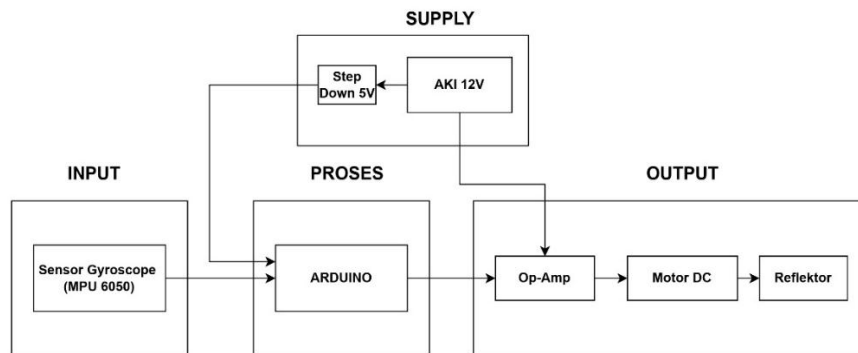
1. PENDAHULUAN

Sistem penerangan pada mobil khususnya *headlamp* sangatlah penting untuk keamanan dalam berkendara saat dimalam hari, karena *headlamp* akan menerangi jalan yang akan dilewati dan ini sangat membantu seorang pengendara mobil jika jalan yang dilewati gelap. *Headlamp* inilah yang akan meneranginya dan dapat juga mencegah kecelakaan dari jalan yang berlubang [2]. Penggunaan lampu utama pada kendaraan bermotor yang menyilaukan sangat menyakitkan mata dan membahayakan pengguna jalan lain, hal ini terjadi karena lampu utama yang gunakan telah diganti dengan lampu utama yang memiliki daya lebih besar, pengaturan ketinggian lampu yang salah atau *inkompabilitas* dengan *reflektor* lampu mengakibatkan banyaknya pancaran sinar liar yang dapat membahayakan pengguna jalan lain [3]. Keselamatan merupakan kebutuhan primer bagi setiap manusia, tidak terkecuali untuk keselamatan mobil yang masih menjadi mode transportasi favorit di kalangan masyarakat Indonesia [4]. Sistem minimum dapat digunakan untuk mengontrol arah dan intensitas cahaya lampu kendaraan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi jalanan dengan memasang sensor posisi pada lingkaran kemudi untuk dijadikan referensi arah cahaya lampu dan sensor cahaya yang mendeteksi keberadaan kendaraan lain dari arah berlawanan untuk mengontrol cahaya yang dihasilkan oleh lampu kendaraan [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang digunakan pada penelitian.

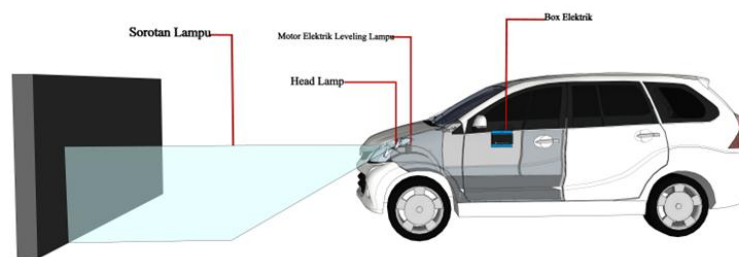


Gambar 1 : Blok Diagram Sistem

Pada blok *input* terdapat sensor gyroscope MPU 6050, yang digunakan untuk mendeteksi posisi kemiringan yang terjadi pada bodi mobil dan mengirimkan datanya ke Arduino [6]. Proses pada sistem ini yang digunakan untuk memproses perintah yang telah diterima oleh Mikrokontroller untuk menentukan kerja pada motor. Mikrokontroller yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Uno. Pada blok *output* terdapat Driver Motor dan Motor DC yang memiliki fungsi sebagai aktuator yang menggerakkan feflektor *headlamp*. Jika Arduino membaca level mobil sedang menanjak, maka Arduino akan menggerakkan motor *headlamp* menuju ke bawah agar sorot lampu tetap mengarah kejalan. Setelah mobil berada pada jalan datar, maka arduino akan mengembalikan arah sorotan lampu ke posisi awalnya.

2.2 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada gambar 2.



Gambar 2 : Desain Mekanik

Spesifikasi mekanik yang digunakan sebagai berikut:

- Panjang : 12,5 cm
- Tinggi : 5 cm
- Lebar : 8,5 cm
- Bahan base : Plastik
- Berat Satuan : 1 Kg

2.3 Perancangan Sensor Gyroscope MPU 6050



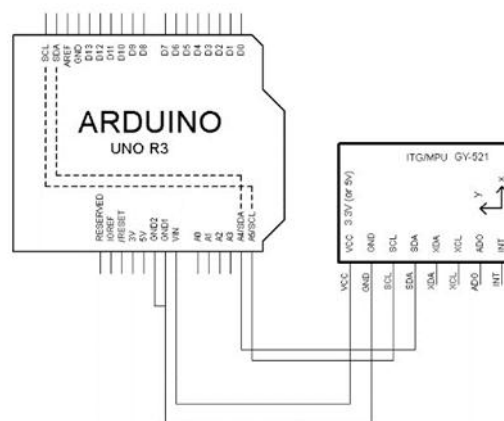
Sensor MPU-6050 adalah modul yang menggabungkan akselerometer dan gyroscope dalam satu chip [7]. Untuk berkomunikasi dengan sensor ini dapat menggunakan koneksi I2C. Alat dan bahan yang dibutuhkan pada perancangan sensor ini meliputi:

- Arduino (misalnya Arduino Uno)
- Sensor gyroscope MPU-6050
- Kabel Jumper (beberapa kabel jumper *female-to-male*)
- Breadboard

Adapun Langkah-langkah dalam perancangan sensor seperti berikut:

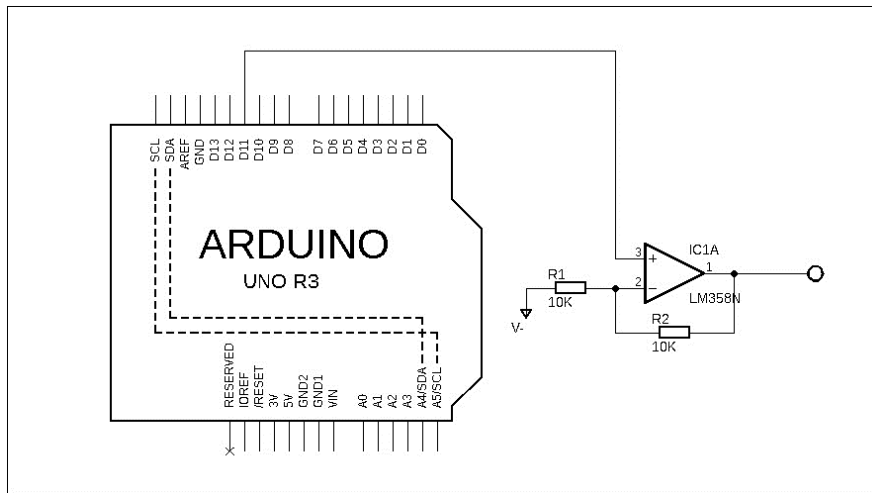
- Hubungkan Kabel Jumper:
 - Sambungkan sensor MPU-6050 ke Arduino menggunakan kabel jumper. Ini adalah langkah yang penting untuk memastikan setiap pin terhubung dengan benar. Berikut adalah panduan koneksi untuk sensor MPU-6050:
 - Sambungkan pin VCC pada sensor ke pin 5V pada Arduino.
 - Sambungkan pin GND pada sensor ke pin GND pada Arduino.
 - Sambungkan pin SDA pada sensor ke pin A4 pada Arduino.
 - Sambungkan pin SCL pada sensor ke pin A5 pada Arduino.
- Instalasi Library:

Sebelum menggunakan sensor MPU-6050, perlu menginstal *library* yang diperlukan pada Arduino IDE. Pada Arduino IDE, pilih "*Sketch > Include Library > Manage Libraries...*" dan cari "MPU6050". Instal *library* yang sesuai oleh Jeff Rowberg. Untuk gambar skematik pada perancangan sensor gyroscope MPU-6050 terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Perancangan Sensor Gyroscope MPU-6050

2.5 Perancangan Op-Amp



Gambar 4 : Perancangan Op-Amp

Gambar 4 menunjukkan rangkaian yang digunakan pada perancangan Op-Amp. Dalam merancang sebuah rangkaian penguat operasional (op-amp) *non-inverting*, ada beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan, termasuk faktor penguatan, resistansi masukan, resistansi keluaran, dan nilai-nilai komponen yang digunakan. Langkah pertama yaitu menentukan faktor penguatan (A) yang dibutuhkan. Faktor penguatan (A) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$2 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$2 - 1 = \frac{R_2}{R_1}$$

$$1 = \frac{R_2}{R_1} = \frac{10k}{10k}$$

Keterangan:

A adalah faktor penguatan yang diinginkan.

R_2 adalah resistansi umpan balik (resistor yang terhubung dengan input non-inverting).

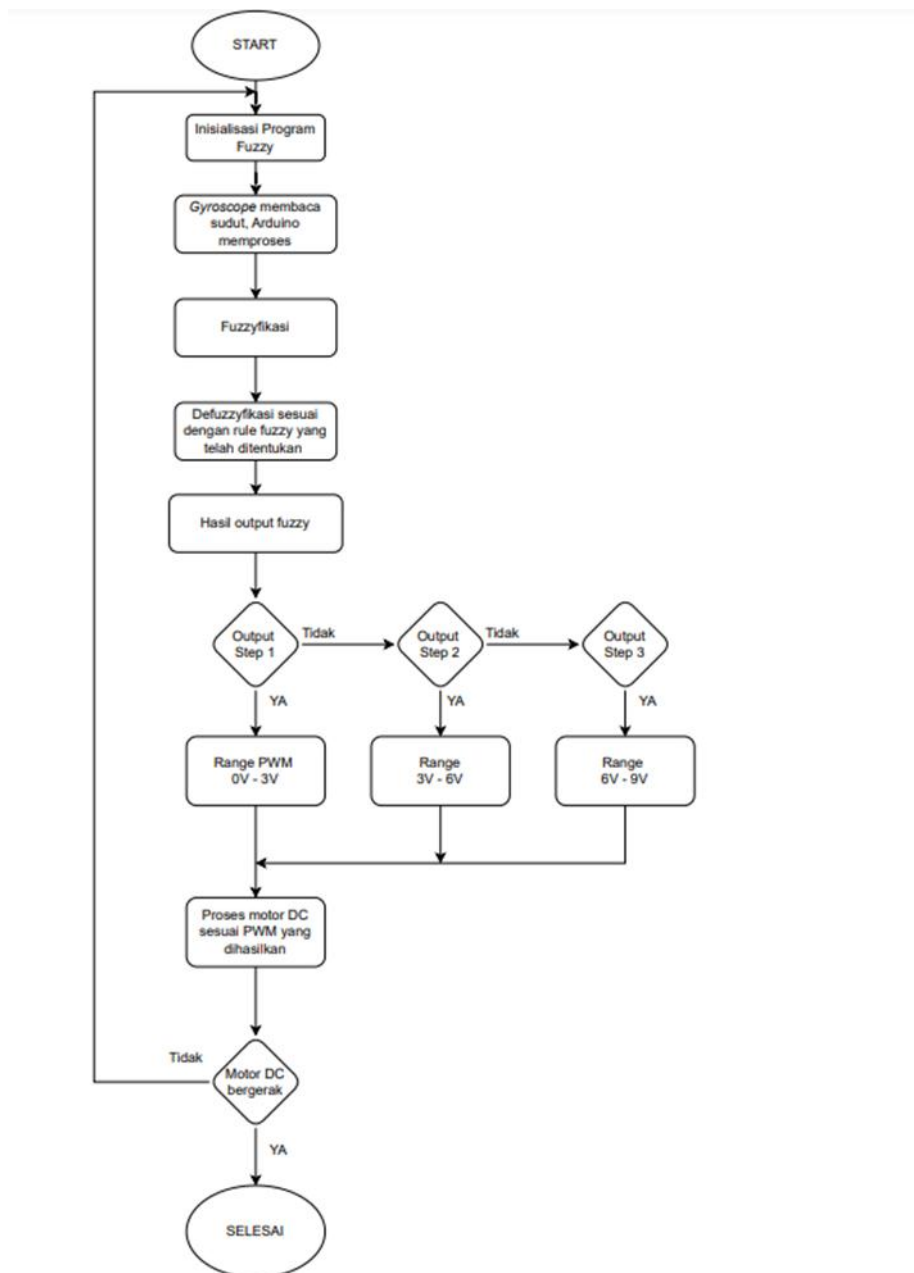
R_1 adalah resistansi yang terhubung dengan input inverting.

Langkah kedua pilih nilai resistor R_2 dan R_1 berdasarkan faktor penguatan yang telah ditentukan. Pastikan bahwa nilai-nilai resistor yang dipilih sesuai dengan aplikasi yang digunakan. Kemudian, tentukan nilai tegangan referensi (jika diperlukan). Pastikan untuk memasukkan tegangan referensi ini dalam perhitungan. Langkah selanjutnya hubungkan komponen sesuaikan dengan perancangan.

Hubungkan resistor $R2$ antara *output* op-amp dan *input non-inverting*. Sambungkan resistor $R1$ antara *input inverting* dan *ground* (atau referensi tegangan). Pastikan untuk menghubungkan *input inverting* kesumber sinyal yang ingin dikuatkan. Lalu verifikasi kebenaran rancangan dan pastikan rancangan sesuai dengan persyaratan aplikasi dan spesifikasi op-amp yang digunakan. Periksa nilai-nilai resistor dan tegangan referensi yang telah ditentukan.

2.6 Perancangan Software

Flowchart Perancangan Software terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5 : Flowchart Perancangan Software



Dimulai dari *Start*, Inisiasi program *fuzzy* yang ditentukan sudut sama dengan θ derajat. Selanjutnya sensor gyroscope membaca sudut yang terbaca, dan kemudian Arduino diproses menggunakan fuzzyfikasi. Selanjutnya proses defuzzyfikasi sesuai dengan *rule fuzzy* yang telah ditentukan. Hasil *output fuzzy*, jika *output step 1 range* PWM 0V – 3V, jika *output step 2 range* PWM 3V – 6V, Jika *Output Step 2 range* PWM 6V – 9V. Kemudian motor dc memproses sesuai PWM yang dihasilkan. Jika motor dc bergerak maka stop. Jika tidak maka kembali ke inisiasi program *fuzzy*.

Proses perancangan *Fuzzy Logic* yang digunakan adalah metode algoritma mamdani. Metode Mamdani dengan sebutan lain metode max-min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Berikut Perancangan penjelasan mengenai pengetahuan awal *Fuzzy*.

a. Fuzzyfikasi

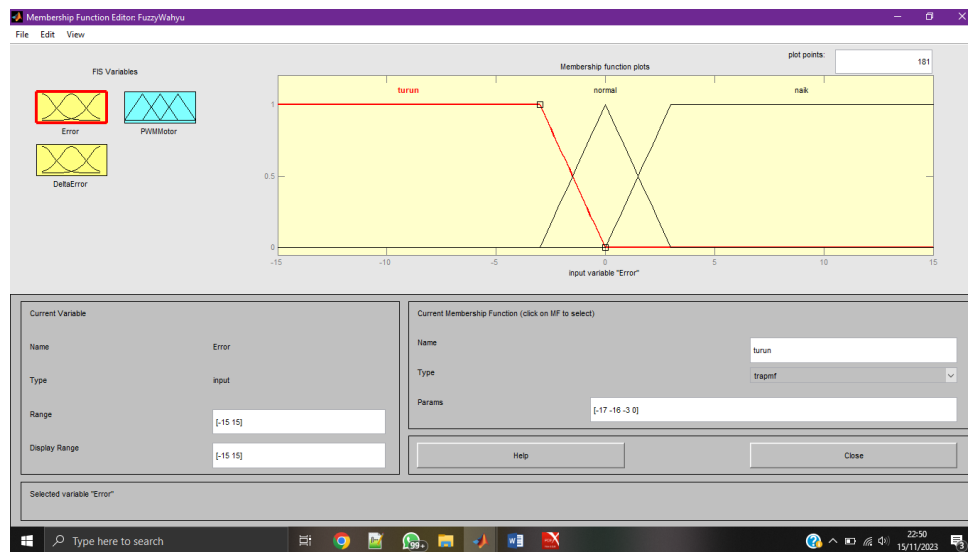
Proses mengubah data numerik atau masukan ke dalam bentuk yang dapat diolah oleh sistem kendali *fuzzy*. Data numerik ini mewakili variabel masukan dari sistem. Proses ini melibatkan pemetaan nilai numerik ke himpunan *fuzzy* dengan memperhatikan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya.

- *Input Error* Sensor MPU Gyroscope

Tabel 1 : Variabel Linguistik

<i>Error</i>	Keterangan
-17 sd 0	Turun
-3 sampai 3	Normal
0 sampai 17	Naik

Fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 : Fungsi Keanggotaan

Domain : -15 – 15

Parameter Turun : [-17 -16 -3 0]

Parameter Normal : [-3 0 3]

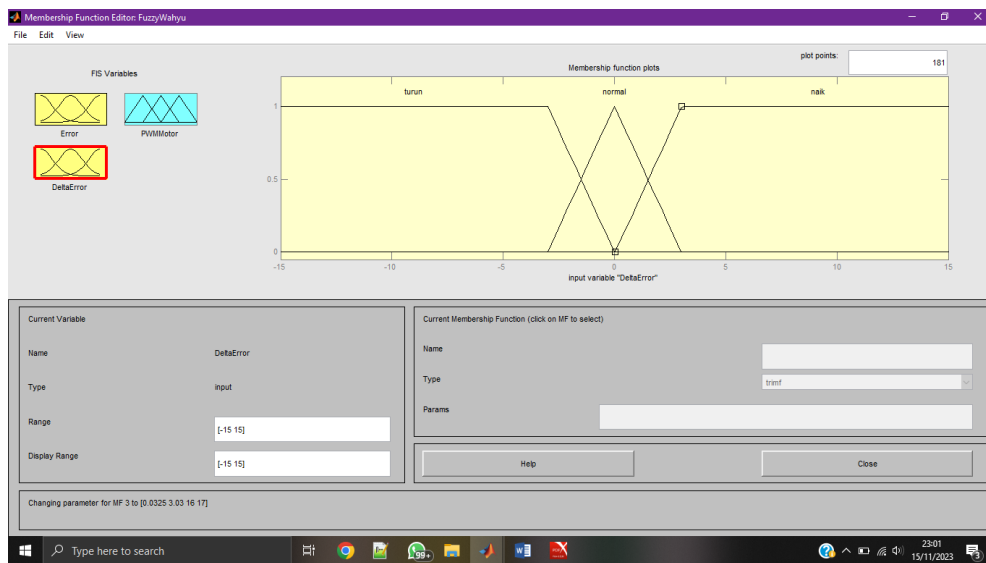
Parameter Naik : [0 3 16 17]

- *Input Delta Error* Sensor MPU Gyroscope

Tabel 2 : Variabel Linguistik

<i>Error</i>	Keterangan
-17 sd 0	Turun
-3 sampai 3	Normal
0 sampai 17	Naik

Fungsi keanggotaan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 : Fungsi Keanggotaan

Domain : -15 – 15

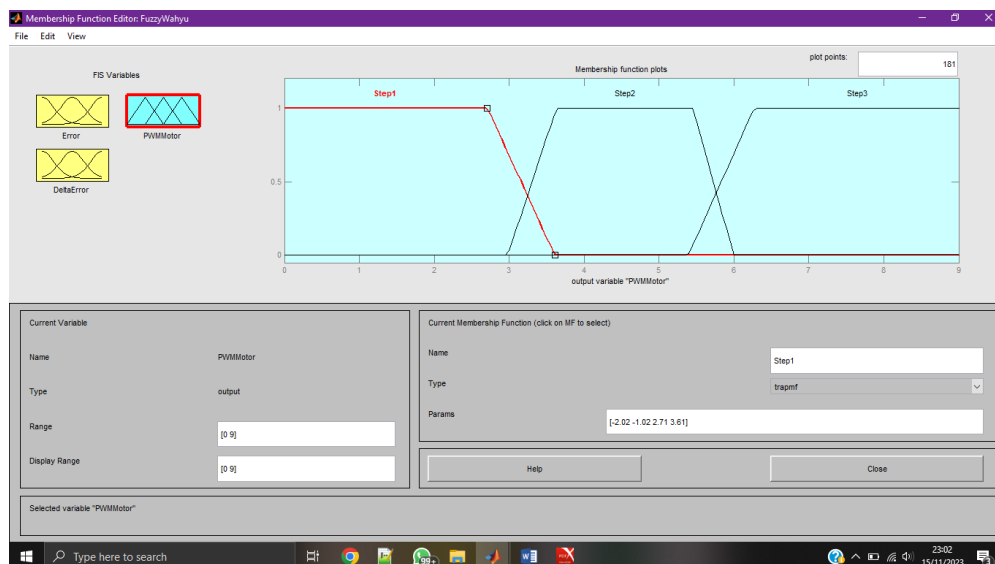
Parameter Turun : [-17 -16 -3 0]

Parameter Normal : [-3 0 3]

Parameter Naik : [0 3 16 17]

- *Output* PWM Motor

Gambar *output* PWM motor terdapat pada gambar 8.



Gambar 8 : *Output* PWM Motor

Domain : 0 – 9

Step 1 : [-2.02 -1.02 2.71 3.61]

Step 2 : [2.98 3.63 5.449 6]



Step 3 : [5.39 6.271 9.73 12.2]

b. Inferensi *Fuzzy*

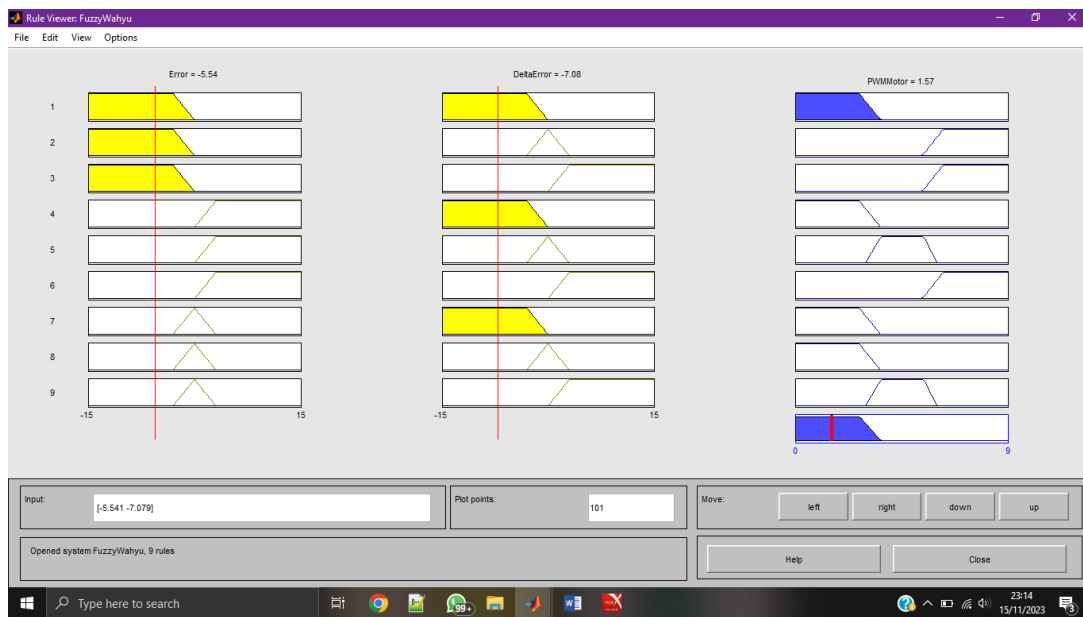
Pada tahap ini, aturan-aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya diterapkan untuk menghasilkan nilai keluaran fuzzy. Aturan-aturan ini biasanya menghubungkan beberapa kondisi (variabel masukan fuzzy) dengan tindakan (variabel keluaran fuzzy). Inferensi ini mencerminkan penalaran yang dilakukan manusia dalam konteks aturan linguistik [8]. Metode yang umum digunakan untuk inferensi adalah metode min-max atau metode Mamdani.

Fuzzy Rules:

- *If (Error is turun) and (DeltaError is turun) then (PWMMotor is Step1) (1)*
- *If (Error is turun) and (DeltaError is normal) then (PWMMotor is Step3) (1)*
- *If (Error is turun) and (DeltaError is naik) then (PWMMotor is Step3) (1)*
- *If (Error is naik) and (DeltaError is turun) then (PWMMotor is Step1) (1)*
- *If (Error is naik) and (DeltaError is normal) then (PWMMotor is Step2) (1)*
- *If (Error is naik) and (DeltaError is naik) then (PWMMotor is Step3) (1)*
- *If (Error is normal) and (DeltaError is turun) then (PWMMotor is Step1) (1)*
- *If (Error is normal) and (DeltaError is normal) then (PWMMotor is Step1) (1)*
- *If (Error is normal) and (DeltaError is naik) then (PWMMotor is Step2) (1)*

c. Defuzzyfikasi

Setelah mendapatkan hasil inferensi dalam bentuk himpunan *fuzzy* pada variabel keluaran, langkah selanjutnya adalah mengubah hasil ini kembali menjadi nilai numerik yang dapat digunakan untuk mengendalikan sistem fisik, proses ini disebut defuzzyfikasi. Gambar 9 merupakan contoh penerapan *fuzzy* 1 (Error = -5,54 ; DeltaError = -7,08 ; PWM : 1,57).



Gambar 9 : Contoh Penerapan *Fuzzy* 1

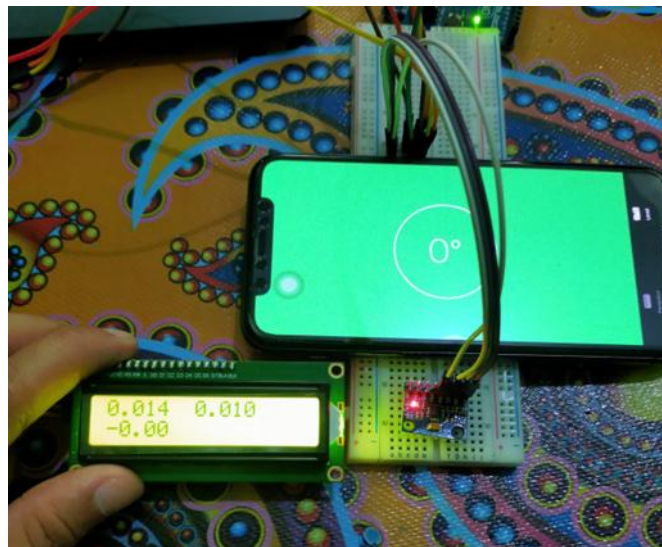
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor Gyroscope MPU 6050

Kalibrasi sensor gyroscope MPU-6050 sangat penting untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan akurat dan konsisten. Tanpa kalibrasi yang baik, sensor mungkin menghasilkan data yang terdistorsi atau tidak akurat. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk melakukan kalibrasi pada sensor gyroscope MPU-6050. Sebelumnya, pastikan memiliki akses ke peralatan seperti komputer, papan Arduino, kabel jumper, dan sensor gyroscope MPU-6050. Serta pastikan telah menginstal library "MPU6050" pada Arduino IDE. Adapun langkah-langkah sebagai berikut:

- Tempatkan sensor pada permukaan stabil letakkan sensor pada permukaan datar yang stabil dan tidak bergerak. Pastikan sensor tidak terguncang selama proses kalibrasi.
- Dapatkan nilai *offset* awal buka contoh program "*Calibration.ino*" yang disertakan dalam *library* "MPU6050" di Arduino IDE. Program ini akan membantu mendapatkan nilai *offset* awal untuk setiap sumbu gyroscope. Ikuti petunjuk pada Serial Monitor untuk mengikuti proses kalibrasi. Maka nilai *offset* untuk sumbu X, Y, dan Z akan didapatkan.
- Terapkan Nilai *Offset* dalam kode setelah mendapatkan nilai *offset* untuk setiap sumbu, terapkan nilai-nilai ini dalam kode untuk mengkompensasi *offset* pada pembacaan gyroscope. Anda bisa mengubah nilai-nilai *offset* dalam kode di bagian *setXGyroOffset*, *setYGyroOffset*, dan *setZGyroOffset*.

- d. Uji dan Validasi setelah memasukkan nilai *offset* dalam kode, uji sensor dengan melakukan gerakan sederhana atau rotasi pada papan. Pastikan bahwa pembacaan gyroscope merespons dengan benar dan mengikuti gerakan yang sebenarnya.
- e. Pemantauan Kontinu dalam beberapa kasus, sensor gyroscope mungkin mengalami *drift* seiring waktu. Ini berarti nilai pembacaan gyroscope dapat bergeser seiring waktu. Mungkin perlu melakukan kalibrasi berkala tergantung pada kebutuhan aplikasi.



Gambar 10 : Kalibrasi Sensor Gyroscope MPU 6050

3.2 Pengujian Motor DC Autolevelling

Perancangan motor auto leveling pada lampu mobil bertujuan untuk mengatur ketinggian cahaya lampu mobil agar sesuai dengan kondisi jalan dan menghindari menerangi pengemudi kendaraan lain secara langsung. Berikut langkah-langkah dasar untuk merancang sistem motor auto leveling pada lampu mobil:

a. Pemasangan Lampu dan Motor:

Pasang lampu utama dan motor pada kendaraan. Lampu harus bisa diatur tingginya dengan gerakan vertikal.

b. Pemasangan Sensor:

Pasang sensor kemiringan atau akselerometer pada kendaraan. Sensor ini akan memberikan informasi tentang kemiringan kendaraan.

c. Penghubungan Motor dan Sensor:

- Hubungkan motor ke mekanisme lampu sehingga motor dapat menggerakkan lampu naik-turun.
- Hubungkan sensor kemiringan ke papan mikrokontroler. Sensor ini akan memberikan input tentang kemiringan kendaraan.

d. Papan Mikrokontroler:

Gunakan papan mikrokontroler (seperti Arduino atau mikrokontroler lainnya) untuk mengendalikan motor dan memproses input dari sensor.

e. Program Mikrokontroler:

Buat program di papan mikrokontroler untuk membaca data dari sensor kemiringan dan menggerakkan motor berdasarkan data tersebut. Misalnya, jika kendaraan miring ke depan, motor akan mengangkat lampu sehingga cahaya tidak menerangi kendaraan di depan secara langsung.

f. Pengujian:

Uji sistem secara menyeluruh untuk memastikan motor bergerak sesuai dengan perubahan kemiringan kendaraan. Pastikan lampu bergerak naik-turun dengan responsif dan tepat saat kendaraan miring.

g. Penyetelan dan Fein Tuning:

Jika diperlukan, lakukan penyetelan dan finetuning pada program dan mekanisme motor untuk memastikan kinerja yang optimal.

h. Keamanan dan Regulasi:

Pastikan bahwa sistem auto leveling tidak mengganggu pengendara kendaraan lain atau mengganggu tampilan pengemudi lain di jalan. Perhatikan peraturan lalu lintas dan undang-undang setempat terkait pencahayaan kendaraan.

i. Integrasi dengan Sistem Kelistrikan:

Hubungkan sistem motor auto leveling dengan sistem kelistrikan mobil agar berfungsi dengan benar saat mesin mobil menyala.

j. Uji Lapangan dan Penerapan:

Uji sistem dalam kondisi sebenarnya dan pastikan motor auto leveling berfungsi baik dalam berbagai kondisi jalan dan situasi pencahayaan. Dibawah ini adalah pengujian motor autolevelling.



Gambar 11 : Percobaan Motor

Hasil Pengujian keseluruhan terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 : Pengujian Sistem Keseluruhan



Kondisi Jalan	Sudut	Sorot Lampu	
	Kemiringan Jalan	Manual	Otomatis
Normal 0	0°	85	79
Normal 1	1°	88	83
Naik	2°	103	95
Naik	3°	114	97
Naik	4°	126	99
Naik	5°	137	118

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penerapan, pengujian, dan analisa pada sistem perancangan Sistem Motor Autolevelling didapatkan hasil :

- Didapatkan cara merancang lampu level otomatis yang di atur menggunakan arduino uno dengan metode fuzzy.
- Didapatkan data dari pengujian alat lampu level lampu otomatis dengan data:
 - Saat posisi mobil berada pada 0 derajat ketinggian lampu saat manual berada di 84 cm, dan saat level lampu otomatis ketinggian lampu berada di 79cm.
 - Saat posisi mobil berada pada 3 derajat ketinggian lampu saat manual berada di 114 cm, dan saat level lampu otomatis ketinggian lampu berada di 97 cm.
 - Saat posisi mobil berada pada 5 derajat ketinggian lampu saat manual berada di 137 cm, dan saat level lampu otomatis ketinggian lampu berada di 118 cm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Kusmagi, *Selamat berkendara di jalan raya*. PT Niaga Swadaya, 2010.
- [2] B. Gunawan dan R. T. Setyawan, "MODUL AUTOMATIC HEAD LAMP DENGAN KONTROL ARDUINO".
- [3] C. B. J. Kusumo, D. Syauqy, dan W. Kurniawan, "Sistem Kendali Sudut Pitch Projector Headlamp Sepeda Motor Berbasis Closed Loop System," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 11, hlm. 4731–4740, 2018.



- [4] N. Nasrullah dan M. S. Ramdani, "Simulasi Sistem Lampu Mobil Dinamis Untuk Kenyamanan Berkendara Pada Malam Hari Menggunakan Arduino," *Jurnal Tiarsie*, vol. 17, no. 4, hlm. 127–136, 2020.
- [5] Y. I. Mahendra, *Dari Hobi Jadi Profesional*. Penerbit Andi, 2010.
- [6] R. Fitriani, "PEMBUATAN SISTEM WEARABLE PEDOMETER DENGAN DISPLAY PADA SISTEM ANDROID".
- [7] R. T. Asnada dan S. Sulistyono, "Pengaruh Inertial Measurement Unit (IMU) MPU-6050 3-Axis Gyro dan 3-Axis Accelerometer pada Sistem Penstabil Kamera (Gimbal) Untuk Aplikasi Videografi," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 11, no. 1, hlm. 48–55, 2020.
- [8] Y. A. Maulana, Y. Pranajelita, dan A. P. Sari, "Prediksi Rekomendasi Restoran dengan Metode Fuzzy," dalam *Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara*, 2023, hlm. 71–78.