

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA LAMPU
RUANGAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC* BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO MEGA**

(Skripsi)

Oleh:

AHMAD ALDI



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2023

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA LAMPU
RUANGAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC* BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA**

Oleh :

Ahmad Aldi

1715031046

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA LAMPU RUANGAN MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA

Oleh:

Ahmad Aldi

Aktivitas manusia sebagian besar membutuhkan cahaya, akan tetapi sinar cahaya matahari tidak bersinar selama 24 jam atau cuaca mendung, manusia tetap bisa beraktivitas dengan menggunakan cahaya lampu. Pemakaian lampu pada setiap ruangan berbeda-beda tergantung dengan pemakaiannya, semakin penting suatu ruangan yang digunakan maka akan semakin besar penggunaan cahaya pada ruangan tersebut. Untuk dapat mengoptimalkan cahaya pada ruangan, maka diperlukan kontrol intensitas cahaya di ruangan tersebut yang dapat mengefisiensi daya listrik pada pemakaian lampu. Pada penelitian ini dibuat sistem kendali intensitas cahaya menggunakan *fuzzy logic* berbasis Arduino Mega dengan sensor cahaya BH1750 dan sensor IR. Prinsip kerjanya yaitu ketika sensor IR mendeteksi jumlah orang di ruangan maka sensor tersebut akan mengirim sinyal ke Mikrokontroler untuk menghidupkan atau mematikan *relay*. Sensor cahaya BH1750 akan mengukur intensitas cahaya di ruangan dan mengirim data sinyal ke Mikrokontroler yang akan diolah sesuai program *fuzzy logic*. Setelah diproses data hasil berupa sinyal PWM akan di kirim modul AC Dimmer untuk mengontrol intensitas cahaya lampu. Hasil perbandingan data tanpa sistem kendali dengan data hasil penelitian sistem *fuzzy input* intensitas cahaya, persentase efisiensi daya sebesar 69,24% dan untuk sistem *fuzzy input error delta error*, persentase efisiensi daya sebesar 68,76%. Hasil pengukuran pada alat menunjukkan bahwa intensitas cahaya saat menggunakan sistem *fuzzy* yaitu 149--156 lux dengan target set point yaitu 150 lux dan menurut SNI pada ruang tamu tingkat intensitas cahaya minimum yaitu 120--250 lux.

Kata kunci : **Intensitas cahaya, Sensor BH1750, Logika Fuzzy , Sensor IR, AC Dimmer, PWM**

ABSTRACT

DESIGN OF ROOM LIGHT INTENSITY CONTROL SYSTEM USING FUZZY LOGIC BASED ON ARDUINO MEGA MICROCONTROLLER

By:

Ahmad Aldi

Most human activities require light, but the sun's rays do not shine for 24 hours or the weather is cloudy, humans can still do their activities using light. The use of lights in each room varies depending on its use, the more important a room is used, the greater the use of light in that room. To be able to optimize the light in the room, it is necessary to control the intensity of the light in the room which can make the electric power efficient in the use of lights. In this study, a light intensity control system was created using Arduino Mega-based fuzzy logic with a BH1750 light sensor and an IR sensor. The working principle is that when the IR sensor detects the number of people in the room, the sensor will send a signal to the microcontroller to turn the relay on or off. The BH1750 light sensor will measure the light intensity in the room and send a data signal to the microcontroller which will be processed according to the fuzzy logic program. After the data is processed, the results in the form of a PWM signal will be sent by the AC Dimmer module to control the intensity of the light. The results of the comparison of data without a control system with data from research results of the light intensity fuzzy input system, the proportion of power efficiency is 69.24% and for the fuzzy input system error delta error, the proportion of power efficiency is 68.76%. The measurement results on the device show that the light intensity when using the fuzzy system is 149--156 lux with a target set point of 150 lux and according to SNI in the living room the minimum light intensity level is 120--250 lux..

Keywords : **Light intensity, Sensor BH1750, Fuzzy Logic, IR Sensors, AC Dimmers, PWM**

Judul Skripsi

: RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI
INTENSITAS CAHAYA LAMPU
RUANGAN MENGGUNAKAN FUZZY
LOGIC BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO MEGA

Nama Mahasiswa

: Ahmad Aldi

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1715031046

Program Studi

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Emir Nasrullah, M.Eng

NIP. 19600614 199402 1 001



Sunadi, S.T., M.T.

NIP. 19731104 200003 1 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ketua Program Studi

Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.

NIP 19710314 199903 2 001



Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.

NIP 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

Ketua

: Ir. Emir Nasrullah, M.Eng



Sekretaris

: Sumadi, S.T., M.T.



Penguji

: Syaiful Alam, S.T., M.T.



2. **Dekan Fakultas Teknik**



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian : 14 juli 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI INTENSITAS CAHAYA LAMPU RUANGAN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Aldi

1715031046

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 17 November 1998. Penulis merupakan anak keenam dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Yanto Asri dan Ibu Warsini

Mengenai riwayat pendidikan, Penulis lulus Sekolah Dasar di SDN 1 Karang Maritim pada tahun 2011, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 30 Bandar Lampung pada tahun 2014, lulus Sekolah Menengah Atas di SMK Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2017, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2017.

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik sebagai anggota Departemen Pengembangan Keteknikan pada Divisi Penelitian dan Pengembangan pada tahun 2018-2019.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan dan riset.

PERSEMBAHAN

Bismillaahirrahmaanirrahim

*Kuucapkan puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala
atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawatku
kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wa sallam yang
telah menjadi pedoman hidupku*

*Kupersembahkan karyaku ini kepada kedua orang tuaku
Bapak Yanto Asri dan Mama Warsini sebagai wujud bakti,
cinta, kasih sayang dan terimakasihku atas segala yang telah
diberikan, untuk kakak-kakakku atas dukungan, doa dan
kasih sayang yang telah diberikan.*

*Lembaga yang telah mendidik,
mendewasakan, dan mencerdaskan
dalam berpikir dan bertindak
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*

*Dan untuk
INDONESIA*

Motto

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk”

(Q.S Ad-Duha: 7)

“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali”

(HR Tirmidzi)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa ta'ala berkat rahmat dan karunia-nya yang telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wa sallam karena kita dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insyaallah nikmatnya surga.

Pada hal ini Penulis telah menulis skripsi berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruang Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, Penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung .
4. Bapak Emir Nasrullah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama atas saran yang membangun dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.

5. Bapak Sumadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T., selaku Penguji atas bimbingan, saran serta masukan ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
7. Bapak Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah mendidik, membimbing dan memberikan ilmu pengetahuannya.
8. Staff Administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Ayah, Mama, dan Kakak-kakak kandungku yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga skripsi dan penyusunan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
10. Seluruh Keluarga Besar Penulis yang selalu menjadi motivasi penulis untuk terus berjuang.
11. Seluruh teman-teman angkatan 2017 atas kebersamaan yang diberikan kepada penulis, mulai penulis masuk kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi ini sebagai tugas akhir dalam memperoleh gelar sarjana.
12. Elkaken (Elektronika dan Kendali) angkatan 2017.
13. Teman-teman Budiman Squad yang telah menyelesaikan gelar sarjana maupun sedang mencari referensi tugas akhir.
14. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Bandar Lampung, 14 Juli 2023

Penulis,
Ahmad Aldi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
SURAT PERNYATAAN	vii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Cahaya.....	7
2.3 Sensor BH1750	7
2.4 Sensor IR.....	8
2.5 Arduino Mega.....	9
2.6 LCD I2C.....	12
2.7 AC Dimmer	13
2.8 Modul <i>Relay</i>	15

2.9	Lampu Pijar	15
2.10	Logika <i>Fuzzy</i>	16
2.10.1	Fungsi keanggotaan (<i>Membership Function</i>)	17
2.10.2	Operator dasar	21
2.10.3	<i>Fuzzy</i> Mamdani	21
III.	METODE PENELITIAN	25
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.3	Diagram Alir Penelitian	25
3.4	Diagram Blok	27
3.5	Diagram Sistem Logika <i>Fuzzy</i>	28
3.5.1	Sistem <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya	28
3.5.2	Sistem <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	28
3.6	Diagram Alir Sistem	29
3.7	Desain Alat	30
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Prinsip Kerja	32
4.2	Desain Sistem Perangkat	33
4.3	Logika <i>Fuzzy</i> pada Perancangan Sistem	33
4.3.1	Fuzzyfikasi	34
4.3.2	<i>Rules Fuzzy</i>	38
4.3.3	Defuzzyfikasi	39
4.4	Pengujian	40
4.4.1	Pengujian Fungsi Modul	40
4.4.2.	Pengujian Keseluruhan Sistem	52
4.4.2.1	Pengujian Tanpa Sistem Kontrol	52

4.4.2.2 Pengujian Sistem Kontrol Hitung Masuk dan Keluar Orang di ruangan	53
4.4.2.3 Pengujian Sistem Kontrol dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya di dalam ruangan	54
4.4.2.4 Pengujian Sistem Kontrol dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i> ..	56
4.4.2.5 Data Hasil Simulasi pada Matlab	58
4.4.2.6 Perbandingan Data Hasil Pengukuran dengan Data Hasil Simulasi	59
V. PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sensor BH1750	8
2.2 Sensor IR.....	9
2.3 Arduino Mega	9
2.4 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	12
2.5 AC Dimmer.....	13
2.6 (a).Rangkaian TRIAC (b).Gelombang Arus TRIAC	14
2.7 <i>Zero crossing</i>	14
2.8 Modul <i>Relay</i>	15
2.9 Struktur Dasar Pengendali <i>Fuzzy Logic</i>	16
2.10 Grafik Linear Naik	17
2.11 Grafik Linear Turun	18
2.12 Grafik Segitiga	19
2.13 Grafik Trapesium	20
2.14 Hasil Defuzzifikasi.....	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.2 Diagram Blok Sistem	27
3.3 Sistem <i>Fuzzy Input</i> Intensitas Cahaya.....	28
3.4 Sistem <i>Fuzzy Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	28
3.5 Diagram Alir Sistem	29
3.6 Desain Alat.....	30
3.7 Rangkaian Alat.....	31
4.1 Perangkat Penelitian.....	33
4.2 <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	34
4.3 <i>Output</i> nilai PWM.....	34
4.4 <i>Source Code Membership Input</i> dan <i>Output</i>	35

4.5	<i>Input Error</i>	36
4.6	<i>Input Delta Error</i>	36
4.7	<i>Output PWM</i>	37
4.8	<i>Output Duty Cycle PWM</i>	38
4.9	Inferensi <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	39
4.10	Inferensi <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	40
4.11	Menghubungkan Mikroprosesor dengan Perangkat Komputer	41
4.12	Software Arduino	41
4.13	(a) Pilihan Board di Arduino IDE, (b) Pilihan Port di Arduino IDE	42
4.14	Tampilan Serial Monitor Arduino IDE.....	42
4.15	Rangkaian Mikroprosesor dengan Sensor BH1750	43
4.16	Program Sensor BH1750	43
4.17	Tampilan Serial Monitor Sensor BH1750.....	44
4.18	Rangkaian Mikroprosesor dengan Sensor IR.....	45
4.19	Program Sensor IR	46
4.20	Tampilan Serial Monitor Sensor IR	46
4.21	Rangkaian Mikroprosesor dengan LCD 16x2.....	48
4.22	(a) Tampilan Program Pencarian Alamat I2C (b) Tampilan Serial Monitor pada Arduino IDE.....	48
4.23	Tampilan pada LCD 16x2.....	49
4.24	Perubahan Indikator LED pada relay.....	50
4.25	Rangkaian Mikroprosesor dengan AC dimmer	51
4.26	Data Grafik Pengujian <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya	55
4.27	Data Grafik Pengujian <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	57
4.28	Perbandingan Data Hasil Pengukuran dengan Data Hasil Simulasi untuk Sistem <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	60
4.29	Perbandingan Data Hasil Pengukuran dengan Data Hasil Simulasi untuk Sistem <i>Fuzzy</i> dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Spesifikasi Arduino Mega:.....	10
3.1 Alat dan Bahan.....	25
4.1 <i>Rules Fuzzy</i> dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya	38
4.2 <i>Rules Fuzzy</i> dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	39
4.3 Data Hasil Pengujian sensor BH1750.....	44
4.4 Data Hasil Pengujian sensor IR	47
4.5 Data Hasil Pengujian <i>Relay</i>	50
4.6 Data Hasil Pengujian AC dimmer.....	51
4.7 Data Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya	52
4.8 Pengujian Tanpa Kontrol Sistem	53
4.9 Hasil Pengambilan Data	53
4.10 Hasil Pengukuran Pertama pada <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	54
4.11 Hasil Pengukuran Kedua pada <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	55
4.12 Hasil Pengukuran Pertama pada <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	56
4.13 Hasil Pengukuran Kedua pada <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	57
4.14 Hasil Data Matlab dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya	58
4.15 Hasil Data Matlab dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	59
4.16 Hasil Perbandingan Data dengan <i>Input</i> Intensitas Cahaya.....	59
4.17 Hasil Perbandingan Data dengan <i>Input Error</i> dan <i>Delta Error</i>	61

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencahayaan di suatu ruangan adalah hal yang sangat penting untuk efektivitas pada suatu kegiatan di dalam ruangan. Dengan demikian untuk perumahan, industri, perkantoran dan pendidikan dapat menyesuaikan dengan kondisi ruangan agar dapat lebih nyaman untuk beraktivitas. Efisiensi energi merupakan suatu usaha untuk menghemat dan memanfaatkan energi sesuai dengan kebutuhannya. Salah satu bentuk efisiensi energi pada suatu ruangan bisa dilakukan dengan cara memakai pencahayaan alami di siang hari. Tata letak lampu penerangan yang tepat, pemakaian lampu hemat energi, dan pemakaian peralatan listrik agar hemat energi.

Aktivitas manusia sebagian besar membutuhkan cahaya, akan tetapi sinar cahaya matahari tidak bersinar selama 24 jam atau cuaca mendung. Manusia tetap bisa beraktivitas dengan menggunakan cahaya lampu. Setiap hari, di dalam ruangan, manusia melakukan aktivitas yang berbeda-beda dan setiap aktivitas membutuhkan intensitas cahaya ruang yang berbeda pula. Intensitas cahaya yang diperlukan untuk membaca berbeda dengan intensitas cahaya ketika sedang bersantai atau tidak melakukan kegiatan. Pencahayaan dalam ruang yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas perlu diatur sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Berdasarkan berkas SNI 03-6575-2001 yang didownload dari wiki.uui.ac.id. Mengenai tata cara perencanaan teknis konservasi energi pada bangunan rumah dan gedung. Disebutkan bahwa salah satu syarat untuk sistem tata cahaya perancangan konservasi energi pada bangunan adalah sistem tata cahaya buatan yang dirancang harus memenuhi tingkat pencahayaan minimal yang

direkomendasikan. Oleh karena itu diperlukan sistem kendali intensitas cahaya lampu agar dihasilkan intensitas cahaya ruang sesuai kebutuhan yang berpedoman pada SNI.

Pemakaian lampu pada setiap ruangan berbeda-beda tergantung dengan pemakaiannya, semakin penting suatu ruangan yang digunakan maka akan semakin besar penggunaan cahaya pada ruangan tersebut. Untuk dapat mengoptimalkan cahaya pada ruangan, maka diperlukan kontrol intensitas cahaya di ruangan tersebut untuk mengefisiensi daya listrik dan kenyamanan pada pemakaian lampu.

Penelitian tentang sistem yang dapat mengontrol intensitas cahaya pada ruangan sudah dilakukan pada penelitian terdahulu oleh:

- Gusti A.K.R. Andika, Sigit Y, Agung S, (2020) yang berjudul “IMPLEMENTASI PENGONTROLAN INTENSITAS CAHAYA PADA LAMPU BERBASIS LOGIKA *FUZZY* DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR LDR”
- Ramdani , Marisa (2021) yang berjudul “Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu Dengan *Internet Of Things* Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*”
- Adie.P. Pratama, Ahmad Fauzi, Dwi.K. (2023) yang berjudul “Implementasi Algoritma *Fuzzy Logic* pada Sistem Kendali Lampu Otomatis dengan Arduino dan Ac Light Dimmer”

Berdasarkan penelitian yang sudah ada maka penulis melakukan penelitian untuk membuat sistem kendali dengan *input* intensitas cahaya lampu ruangan menggunakan *fuzzy logic* berbasis Mikrokontroler Arduino Mega dimana sistem ini dapat mengontrol daya listrik (P) yang masuk pada lampu di ruangan menggunakan AC dimmer modul sehingga dapat mengatur pancaran cahaya lampu (Lux) sesuai set point secara otomatis agar mengefisiensikan daya listrik yang terpakai agar tidak boros

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kendali intensitas cahaya lampu pada ruangan berbasis Arduino Mega dengan *fuzzy logic*?
2. Bagaimana melakukan kendali Intensitas cahaya lampu pada ruangan yang secara otomatis sesuai dengan SNI?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang Sistem Kendali Intensitas cahaya lampu ruangan dengan menggunakan Arduino Mega
2. Merancang program sistem untuk kendali lampu menggunakan sensor IR dan sensor BH1750
3. Sistem kendali ini hanya berupa *miniature* atau *protoype* ruang tamu
4. Sistem kendali diprogram dengan set point 150 lux sesuai SNI ruang tamu yaitu 120--250 lux.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancangan sistem kendali intensitas cahaya lampu pada ruangan berbasis Arduino Mega
2. Membandingkan penggunaan daya listrik pada lampu saat menggunakan sistem kendali dengan tidak menggunakan sistem kendali.
3. Menyesuaikan cahaya lampu pada ruangan sesuai rancangan sistem kendali.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghemat daya listrik yang terpakai pada lampu.
2. Kenyamanan pada saat menggunakan ruangan

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.:

BAB I – PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tinjauan pustaka secara teoritis mengenai landasan dalam penelitian ini dan berisi literatur penelitian terdahulu.

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan langkah-langkah pelaksanaan penelitian.

BAB IV – PEMBAHASAN

Menjelaskan perancangan dan analisis dari hasil pengujian.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran-saran mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar didapatkan hasil lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Sistem Kendali Intensitas cahaya pada ruangan menggunakan metode *Fuzzy logic*, di antaranya sebagai berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Uraian
1	Gusti A.K.R. Andika, Sigit Y, Agung S, (2020)	Implementasi Pengontrol Intensitas Cahaya Pada Lampu Berbasis Logika <i>Fuzzy</i> Dengan Menggunakan Sensor LDR	Jurnal ini merancang pengimplementasian sistem yang dapat mengatur pencahayaan yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia memberikan referensi di suatu ruangan, seperti pada ruangan tamu intensitas yang diperlukan berkisar 120 -- 250 lux .
2	Ramdani , Marisa (2021)	Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu Dengan Internet Of Things Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	Sistem dirancang untuk mengefisiensikan intensitas pada cahaya di ruangan kuliah yang terpakai menggunakan <i>Internet Of Things</i> metode <i>Fuzzy Logic</i>
3	Adie.P. Pratama, Ahmad., Dwi.K. (2023)	Implementasi Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> pada Sistem Kendali Lampu Otomatis dengan Arduino dan AC <i>Light Dimmer</i>	Sistem kendali <i>fuzzy logic</i> lampu otomatis untuk mengontrol kecerahan dari lampu otomatis oleh sensor cahaya berdasarkan dari sinar matahari.Cahaya lampu diatur menggunakan modul AC dimmer

Pada penelitian yang berjudul Perancangan “Implementasi Pengontrol Intensitas Cahaya Pada Lampu Berbasis Logika *Fuzzy* Dengan Menggunakan Sensor LDR” oleh Gusti A.K.R. Andika, Sigit Y, Agung S, Jurusan Teknik Elektro Universitas Telkom pada tahun 2020. Penelitian ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler, LDR sebagai sensor cahaya, Sensor arus sebagai pengukur arus listrik dan modul AC dimmer sebagai pengontrol daya yang masuk ke Lampu, Lampu sebagai output yang berupa intensitas cahaya. Sistem dirancang untuk mengendalikan intensitas cahaya di ruangan yang memanfaatkan sensor LDR untuk mendeteksi cahaya di dalam ruangan, dan sensor LDR akan mengirim data yang diolah di Arduino uno menggunakan *fuzzy logic* menjadi sinyal PWM yang diterima di AC dimmer modul untuk mengendalikan intensitas cahaya pada lampu. [1]

Pada penelitian yang berjudul “Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu dengan *Internet Of Things* Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” oleh Ramdani, Marisa dan Carudin Jurusan Teknik Informatika STMIK Bani Saleh pada tahun 2021. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai Mikrokontroler, Modul AC Dimmer sebagai pengontrol daya, dan lampu sebagai sumber cahaya. Sistem dirancang untuk mengendalikan intensitas cahaya di ruangan berbasis *Internet Of Things* sebagai aplikasi kontrol. Dan Arduino sebagai pengolah data yang diprogram dan akan diteruskan menjadi sinyal PWM di Modul AC Dimmer untuk mengontrol intensitas cahaya lampu pijar. [2]

Pada penelitian yang berjudul “Implementasi Algoritma *Fuzzy Logic* pada Sistem Kendali Lampu Otomatis dengan Arduino dan AC Light Dimmer” oleh Adie Pratama, Ahmad Fauzi, Dwi.K. Universitas Buana Perjuangan pada tahun 2023. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai Mikrokontroler, LDR sebagai pendeteksi cahaya modul AC dimmer sebagai pengontrol daya, dan lampu sebagai sumber cahaya. Sistem dirancang untuk mengendalikan intensitas cahaya lampu menggunakan metode *fuzzy logic* di ruangan dengan mengontrol kecerahan dari sensor cahaya berdasarkan dari sinar matahari. Dan Arduino sebagai pengolah data yang diprogram dan akan diteruskan menjadi sinyal PWM pada modul AC Dimmer untuk mengontrol intensitas cahaya lampu pijar. [3]

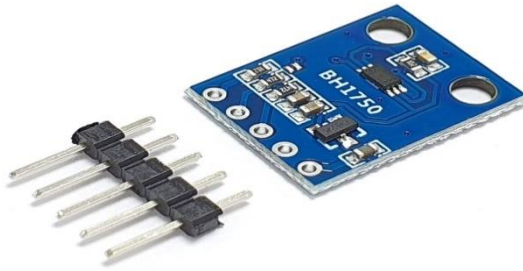
Berdasarkan penelitian terdahulu yang sudah ada maka penulis akan melakukan penelitian yaitu, membuat sistem kendali intensitas cahaya menggunakan *fuzzy logic* berbasis Arduino Mega. Sensor yang digunakan adalah sensor cahaya BH1750 dan sensor IR. Prinsip kerjanya yaitu ketika sensor IR mendeteksi jumlah orang di ruangan maka sensor tersebut akan mengirim sinyal ke Mikrokontroler untuk menghidupkan atau mematikan relay. Dan sensor cahaya BH1750 akan mengukur intensitas cahaya di ruangan dan akan mengirim data sinyal ke Mikrokontroler untuk diolah sesuai program *fuzzy logic*. Setelah itu, data hasil program yaitu sinyal PWM mengatur modul AC Dimmer untuk mengontrol intensitas cahaya lampu. [4]

2.2 Cahaya

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik (EM) yang memiliki spektrum warna yang berbeda satu sama lain. Setiap warna dalam *spectrum* mempunyai energi, frekuensi dan panjang gelombang yang berbeda-beda. Cahaya merupakan paket partikel yang disebut foton. Foton dianggap sebagai pembawa radiasi elektromagnetik, Seperti : cahaya, gelombang radio, dan sinar ex. Frekuensi foton bergantung pada energi yang dilepas atau diterima saat elektron berpindah tingkat energinya.

2.3 Sensor BH1750

Sensor cahaya yaitu suatu komponen elektronika yang dapat mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai benda atau ruangan. Contoh: *photo transistor*, *photocell*, *photo diode*, dan sebagainya.



Gambar 2.1 Sensor BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 merupakan 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 fotodiode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Data *output* sensor ini langsung menghasilkan data digital dengan satuan Lux. Sensor cahaya BH1750, sensor modul dengan 16 bit AD *converter* (ADC) *built-in* yang dapat langsung *output* sinyal digital, tidak ada kebutuhan untuk perhitungan yang rumit.

2.4 Sensor IR

Sensor IR adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi rintangan menggunakan Pantulan cahaya inframerah. Ketika modul sensor mendeteksi sebuah halangan atau objek di depan sensor maka akan diperoleh pantulan cahaya dengan intensitas yang diatur sensitivitas nya dengan sebuah potensiometer. Nilai yang dihasilkan adalah *HIGH* atau *LOW*. Sensor ini akan bernilai *LOW*, jika mendeteksi ada penghalang di depannya, dan bernilai *HIGH* jika tidak ada penghalang. Sensor ini mempunyai dua bagian utama yaitu IR *emitter* dan IR *receiver*. Emitter bertugas memantulkan inframerah ke rintangan atau objek kemudian akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver*.



Gambar 2.2 Sensor IR

2.5 Arduino Mega

Arduino Mega adalah sebuah papan mikrokontroler versi tertinggi dari pabrikan Arduino. Jadi Arduino Mega ini mempunyai pin *Input* atau *Output* yang banyak dan kapasitas memory yang paling besar diantara versi Arduino lainnya.

Arduino ini bersifat *open source* dimana rangkaian Mikrokontroler ini dapat dipelajari bahkan ditiru tanpa adanya royalti. Oleh sebab itu maka jangan heran banyak sekali papan Mikrokontroler yang meniru Arduino ini seperti Sensor Uno Plus, Freeduino, Freeduino MaxSerial, Zigduino, Robotdyn dan lain lain.

Selain Hardware-nya yang bersifat *open source*, *software* yang digunakan untuk menanamkan coding juga bersifat *open source* yaitu Arduino IDE. Oleh karena itu Arduino IDE ini dapat digunakan untuk memprogram mikrokontroler lainnya yang tidak diproduksi oleh arduino seperti NodeMCU, Wemos D1, dan lain lain.



Gambar 2.3 Arduino Mega

Board Arduino Mega memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut : Pin *out* tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin *RESET*, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega:

Mikrokontroler	Atmega2560
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20 V (limits)
<i>Operasi Voltage</i>	5V
Arus	50 Ma
I/O	54 Pin I/O Digital (Termasuk 15 pin PWM)
<i>Flash Memory</i>	256KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 8 KB
EEPROM	4 KB
Kecepatan	16 Mhz

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke colokan listrik *board*. Baterai dapat dimasukkan pada pin header Gnd dan Vin dari konektor daya.

Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 volt. Jika Anda menggunakan tegangan kurang dari 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 volt, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 volt.

Pin listrik yang tersedia adalah sebagai berikut:

1. Pin Digital

Merupakan suatu pin yang dapat digunakan sebagai *Input / Output* sinyal digital. Sinyal digital ini terdiri dari dua logika yaitu *LOW* (0 Volt) dan *HIGH* (5 Volt).

2. Pin Analog

Merupakan suatu pin yang digunakan sebagai *Input* sinyal analog dengan rentang 0--1023, dimana nilai 1023 sinyal analog adalah 5 Volt. Jadi pin Analog ini akan dihubungkan ke sensor.

3. Pin Output 3,3 Volt dan 5 Volt

Pin ini digunakan sebagai sumber listrik dan kutub positif pada rangkaian elektronika yang dihubungkan ke Arduino Mega.

4. Pin GND

Merupakan kutub negatif pada rangkaian elektronika yang dihubungkan ke Arduino Mega.

5. Pin Vin

Digunakan untuk menghubungkan Arduino ke sumber listrik yaitu tegangan 9--12 Volt DC. Akan tetapi kebanyakan Arduino Mega ini dihubungkan ke sumber listrik melalui colokan USB yang disediakan.

6. Pin Reset

Pin yang digunakan untuk mereset ulang program, sehingga program kembali ke awal.

7. Pin IOREF

Pin *Input* atau *Output* referensi yang digunakan untuk melindungi board agar tidak terjadi *overvoltage*.

8. Pin AREF

Pin yang digunakan untuk mengatur nilai tegangan sinyal analog yang masuk ke pin tersebut yaitu dengan fungsi `analogReference()`.

Misalkan ditaruh coding, `analogReference (1023)` maka tegangan maksimal yang masuk ke pin tersebut adalah senilai 5 Volt.

9. Pin SDA dan SCL

Pin yang digunakan untuk komunikasi menggunakan I2C seperti ketika arduino ingin dihubungkan ke LCD ataupun modul monitor lainnya.

10. Pin TX dan RX

Merupakan suatu pin yang digunakan sebagai komunikasi data serial menggunakan kabel. Misalkan kita ingin menghubungkan atau mengkomunikasikan dua buah arduino maka kita bisa menghubungkan pin

TX dan RX dari masing - masing arduino tersebut. Pin TX digunakan sebagai *Transceiver* / pengirim data sementara RX digunakan sebagai *Receiver* atau penerima data.

2.6 LCD I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada Penelitian ini LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



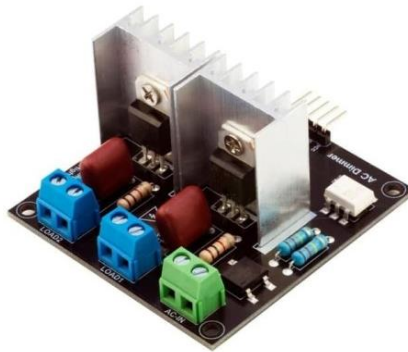
Gambar 2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- Dilengkapi dengan *backlight*.

2.7 AC Dimmer

Module AC Light Dimmer module merupakan modul dimmer buatan RobotDyn yang dapat dikontrol oleh Mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi dan sebagainya. Dalam modul dimmer ini terdapat fitur pin *zero crossing detector*. Adanya fitur ini menyebabkan Mikrokontroler dapat mengetahui waktu yang pas dalam pengiriman sinyal PWM. *Timing* yang tidak tepat mengakibatkan arus AC dengan TRIAC akan menghasilkan sinyal output yang kacau bila dihubungkan dengan PWM dan dapat menyebabkan dimmer tidak berfungsi dengan semestinya.

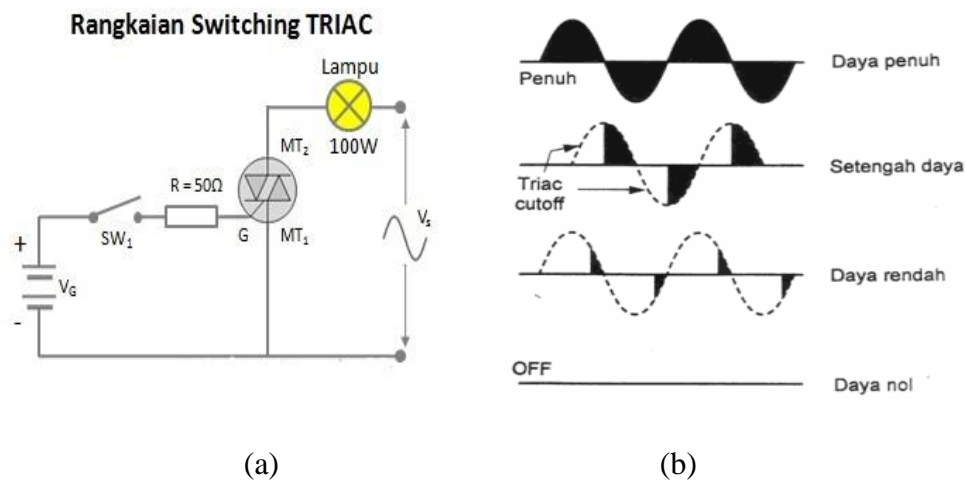


Gambar 2.5 AC Dimmer

Triac atau dikenal dengan nama *Bidirectional Triode Thyristor*, dapat mengalirkan arus listrik ke kedua arah ketika di trigger (dihidupkan). Pemicu (Triggering): Triac memiliki tiga terminal: MT1 (Main Terminal 1), MT2 (Main Terminal 2), dan G (Gate). Ketika tegangan pemicu yang sesuai diberikan pada terminal G, triac akan diaktifkan, dan aliran arus akan dimungkinkan melalui MT1 dan MT2.

Arus awal: Ketika triac diaktifkan, aliran arus awal dimulai dari MT1 menuju MT2 atau sebaliknya, tergantung pada polaritas gelombang AC saat itu. Hold-on (Tetap Aktif): Setelah triac diaktifkan, arus awal akan terus mengalir sampai ada perubahan polaritas gelombang AC. Pada saat perubahan polaritas, triac akan mati dan harus diaktifkan kembali melalui pemicu.

Mati Otomatis: Triac akan secara otomatis mati saat arus melalui jalur menjadi nol pada gelombang AC. Pada saat ini, perangkat tidak lagi menghantarkan arus sampai pemacu diaktifkan kembali pada siklus berikutnya.



Gambar 2.6 (a).Rangkaian TRIAC (b).Gelombang Arus TRIAC

Proses waktu penyalan *zero crossing* bergantung pada saat sinyal menyentuh nilai nol. Maka dibutuhkan mekanisme untuk mendeteksi waktu sinyal tersebut bernilai 0. Pada aplikasi dimmer digital, perlintasan titik nol harus dideteksi terlebih dahulu sebelum melakukan penyalan, Pendeteksian nilai nol bisa dilakukan dengan rangkaian *zero crossing detector* / ZCD berikut :



Gambar 2.7 Zero crossing

2.8 Modul Relay

Modul *relay* ini dapat digunakan sebagai *switch* untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Misalnya Lampu listrik, Motor listrik, dan berbagai peralatan elektronik lainnya. Modul *relay* merupakan suatu piranti yang menggunakan elektromagnetik untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar. Susunan sederhana modul *relay* terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Bila kumparan diberi energi, medan magnet yang terbentuk menarik amatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme saklar



Gambar 2.8 Modul Relay

2.9 Lampu Pijar

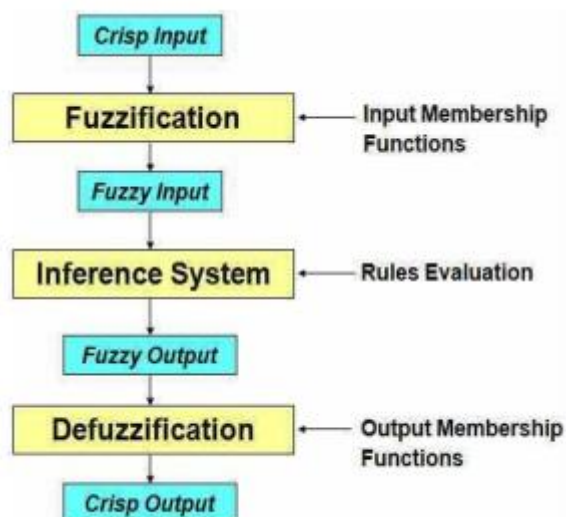
Lampu pijar adalah adalah suatu perangkat yang menghasilkan cahaya dengan memanaskan kawat filamen sampai suhu tinggi dan menciptakan cahaya. Bola lampu disuplai dengan arus listrik dengan *feed* melalui terminal atau kawat yang melekat pada kaca. Lampu pijar yang diproduksi dengan berbagai ukuran tegangan mulai dari 1,5 V hingga 300 V. Lampu pijar banyak digunakan karena memiliki harga yang murah dan efisien karena tidak memerlukan peralatan eksternal lain.

2.10 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* merupakan cabang ilmu *artificial intelligence*, yaitu suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan. *Fuzzy logic* pertama kali dikenalkan kepada publik oleh Lotfi A. Zadeh, seorang profesor di University of California Berkeley. [5]

Fuzzy logic digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Ungkapan bahasa untuk karakteristik sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk implikasi logika, misalnya aturan jika - maka.

Secara bahasa, *fuzzy* berarti kabur atau samar. Logika *fuzzy* adalah logika multivalued yang memungkinkan nilai diantara dua logika. Pada teori himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan tegas (Crisp Set). Pada himpunan tegas hanya dikenal dua kemungkinan dalam fungsi keanggotaannya, yaitu kemungkinan termasuk keanggotaan himpunan (logika 1) dan kemungkinan berada diluar keanggotaannya (logika 0). Namun dalam teori himpunan fuzzy tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya tetapi memiliki derajat keanggotaan yang nilainya antara 0 dan 1.

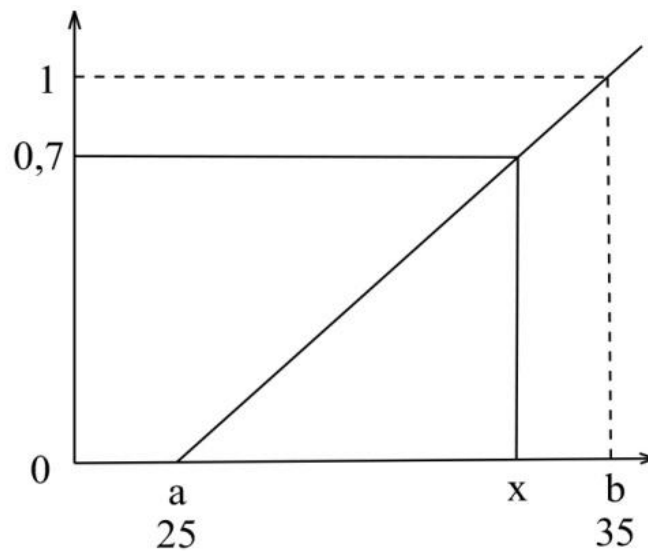


Gambar 2.9 Struktur Dasar Pengendali *Fuzzy Logic*

2.10.1 Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*)

Fungsi keanggotaan adalah suatu fungsi (Kurva) yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* kedalam nilai keanggotaan (derajat Keanggotaan) yang bernilai interval antara 0 sampai 1. Ada beberapa bentuk fungsi kurva sebagai berikut:

- Linear Naik



Gambar 2.10 Grafik Linear Naik

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases} \quad \dots\dots\dots(\text{Pers 2.1})$$

Contoh :

$$\frac{x - 25}{35 - 25} = 0,7$$

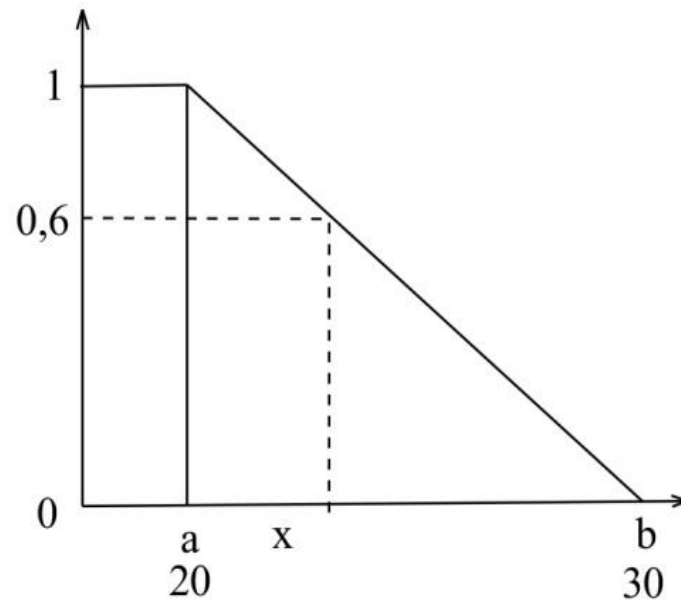
$$\frac{x - 25}{10} = \frac{7}{10}$$

$$x - 25 = 7$$

$$x = 7 + 25$$

$$x = 32$$

- Linear Turun



Gambar 2.11 Grafik Linear Turun

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases} \quad \dots\dots\dots(\text{Pers 2.2})$$

Contoh :

$$\frac{30 - x}{30 - 20} = 0,6$$

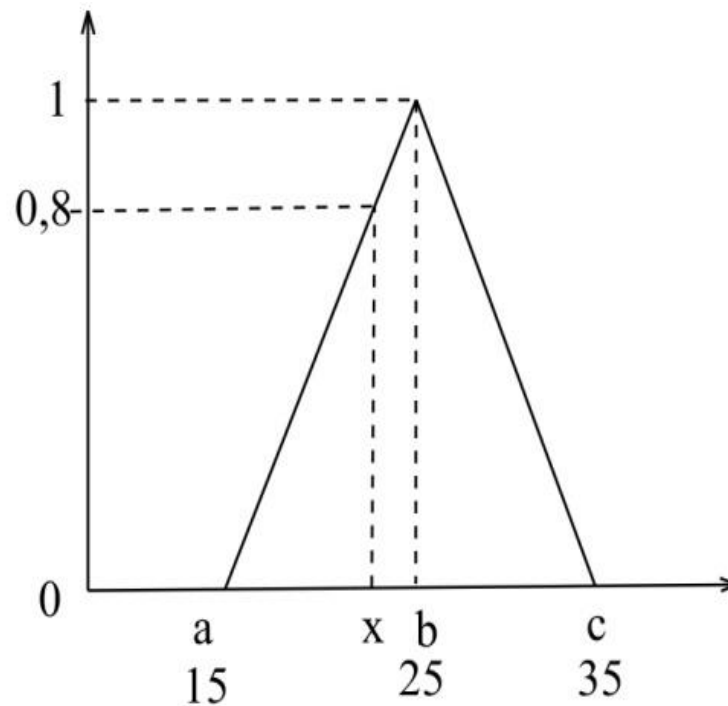
$$\frac{30 - x}{10} = \frac{3}{5}$$

$$30 - x = 6$$

$$-x = -24$$

$$x = 24$$

- Segitiga



Gambar 2.12 Grafik Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.3})$$

Contoh :

$$\frac{x - 15}{25 - 15} = 0,8$$

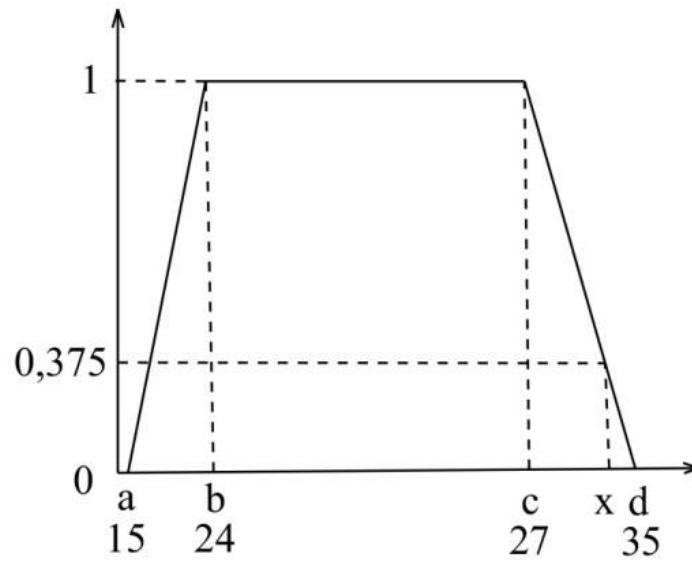
$$\frac{x - 15}{10} = \frac{4}{5}$$

$$x - 15 = 8$$

$$x = 8 + 15$$

$$x = 23$$

- Trapezium



Gambar 2.13 Grafik Trapezium

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \leq b \text{ atau } x \geq c \\ \frac{d-x}{d-c} & ; c \leq x \leq d \end{cases} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.4})$$

Contoh :

$$\frac{35 - x}{35 - 27} = 0,375$$

$$\frac{35 - x}{8} = \frac{3}{8}$$

$$35 - x = 3$$

$$-x = 3 - 35$$

$$-x = -32$$

$$x = 32$$

2.10.2 Operator Dasar

Pada logika *fuzzy*, terdapat beberapa operasi yang diartikan secara khusus untuk memodifikasi serta mengkombinasikan himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan dari dua operasi disebut α -predikat. Terdapat tiga operator dasar yaitu:

1. Operator *AND*

Operator ini berhubungan dengan operasi interaksi pada himpunan. Operator *AND* adalah operator yang mengambil nilai dari keanggotaan terkecil antara dua himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cap B = \min(\mu A(x), \mu B(x)) \quad \dots\dots\dots(\text{Pers 2.5})$$

2. Operator *OR*

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. Operator *OR* adalah operator yang mengambil nilai dari keanggotaan terbesar antara dua himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cup B = \max(\mu A(x), \mu B(y)) \quad \dots\dots\dots(\text{Pers 2.6})$$

3. Operator *NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi negasi pada himpunan. Operator *NOT* adalah operator yang mengambil nilai dari keanggotaan pada himpunan yang bersangkutan dari 1

$$\mu A' = 1 - \mu A[x] \quad \dots\dots\dots(\text{Pers 2.7})$$

2.10.3 *Fuzzy Mamdani*

Metode *Fuzzy Mamdani* merupakan salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System* yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti. Metode *Fuzzy Mamdani* diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

Prosedur Metode *Fuzzy Mamdani* Seperti telah dikemukakan pada sub bab sebelumnya bahwa proses pengambilan kesimpulan atau keputusan dengan menggunakan Metode *Fuzzy Mamdani* dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*; aplikasi fungsi implikasi; komposisi aturan;

defuzzifikasi. Tahap terakhir dari prosedur Metode *Fuzzy Mamdani* adalah proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi dipergunakan untuk menafsirkan nilai keanggotaan *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau bilangan real

Ada beberapa metode defuzzy yang digunakan untuk aturan mamdani yaitu;

➤ Metode *Centroid*

Pada metode ini, solusi crisp dapat diperoleh dengan mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \text{ untuk variabel kontinyu, } \dots\dots\dots(\text{Pers 2.8})$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \text{ untuk variabel diskret } \dots\dots\dots(\text{Pers 2.9})$$

➤ Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi crisp dapat diperoleh dengan cara mengambil nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

$$Z_p \text{ Sedemikian } \int_{R_1}^p \mu(z) dz = \int_p^R \mu(z) dz \dots\dots\dots(\text{Pers 2.10})$$

➤ Metode *Mean of Maximum*

Pada metode ini solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata dari domain yang memiliki nilai keanggotaan *maximum*

➤ Metode *Largest of Maximum*

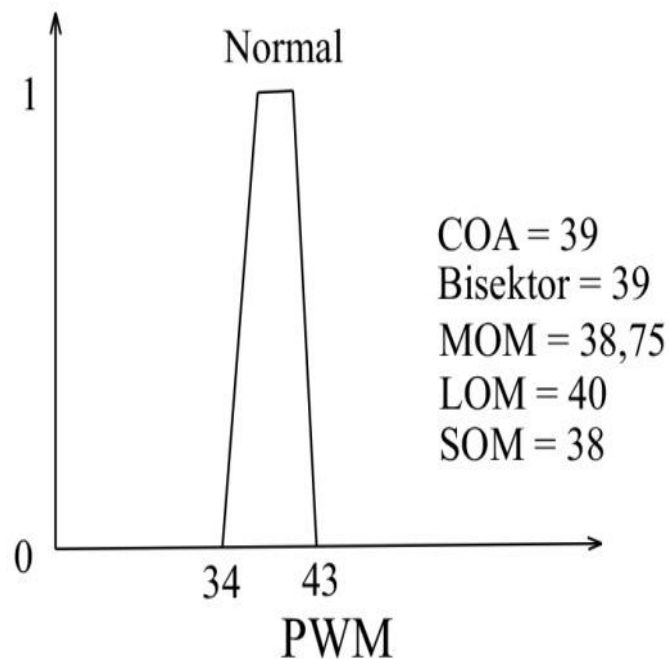
Pada metode ini solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan *maximum*

➤ Metode *Smallest of Maximum*

Pada metode ini solusi diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan *maximum*

Contoh :

Contoh soal *fuzzy logic* Jika intensitas cahaya 0 yaitu variable Gelap maka PWM Normal. Jadi nilai Defuzifikasinya.



Gambar 2.14 Hasil Defuzzifikasi

$$COA = \frac{\sum PWM \times \text{Nilai keanggotaan}}{\sum \text{Nilai keanggotaan}}$$

$$COA = \frac{(34 \times 0) + (38 \times 1) + (40 \times 1) + (43 \times 0)}{1 + 1 + 1 + 1}$$

$$COA = \frac{78}{2} = 39 \text{ PWM}$$

$$\text{Bisektor} = \frac{\text{Batas atas} + \text{Batas Bawah}}{2}$$

$$\text{Bisektor} = \frac{40 + 38}{2} = 39 \text{ PWM}$$

Jadi hasil perhitungan nilai PWM dari defuzifikasi metode COA dan Bisektor di atas hampir sama dengan hasil dari keluaran yang pada *Software* Matlab

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Sedangkan waktu penelitian tugas akhir ini dimulai dari bulan Januari 2022 sampai dengan bulan Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan

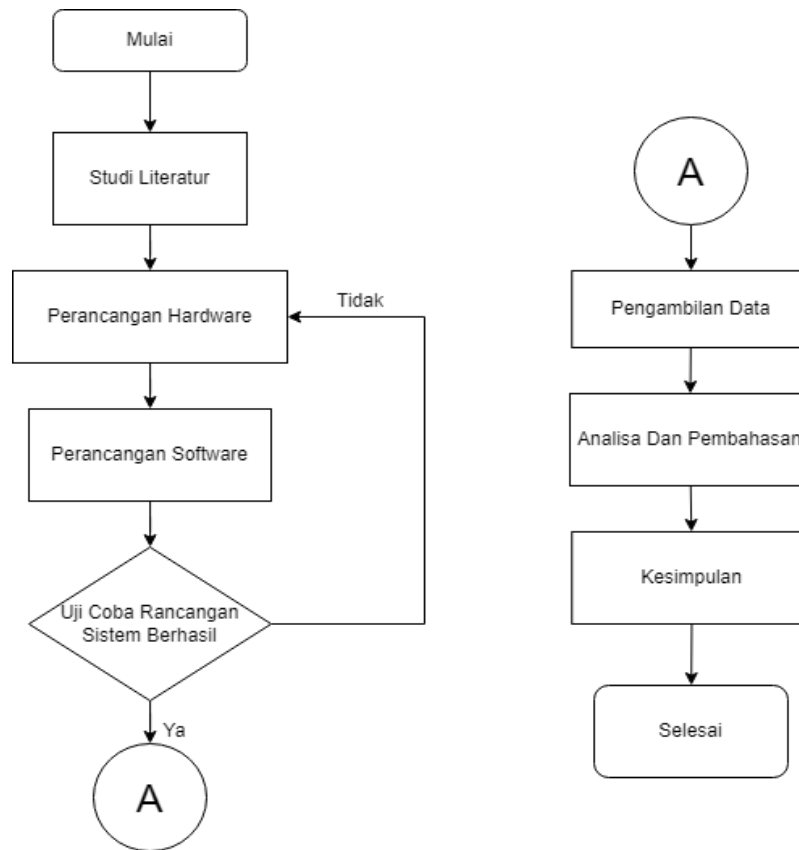
Adapun alat dan bahan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No	Alat dan bahan	Fungsi
1	Arduino MEGA	Mikroprosesor
2	Sensor BH1750	Sensor Cahaya
3	Modul AC Dimmer 2 Channel	Pengontrol daya
4	LCD I2C	Menampilkan data
5	Sensor IR	Mendeteksi jumlah orang
6	<i>Relay</i>	Saklar Sumber AC
7	Lampu Pijar	Sumber cahaya
8	Laptop Lenovo	Merancang hardware

3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir akan menggambarkan prosedur penelitian ini yang tujuannya agar memperjelas serta mempermudah langkah-langkah apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:



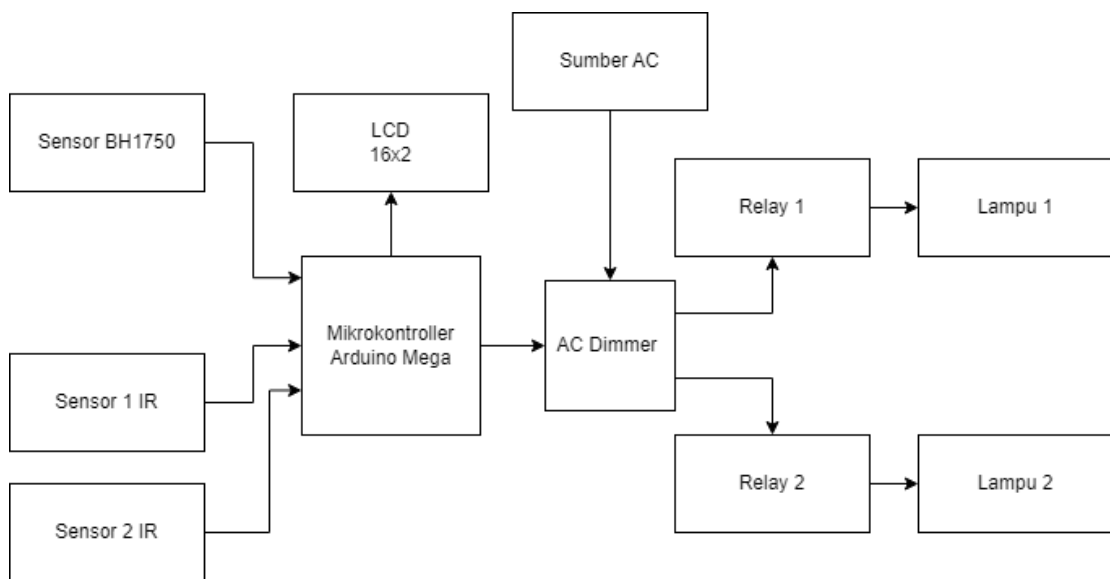
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa penelitian ini dimulai dengan studi literatur sebagai bahan acuan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Kemudian berlanjut menuju tahap perancangan *hardware* dengan mengumpulkan komponen elektronika yang akan digunakan (Arduino Mega, Modul AC Dimmer, Sensor IR, Sensor BH1750, LCD) dan mendesain skematik dan *layout* PCB untuk *prototype* sistem kontrol Intensitas cahaya. Kemudian berlanjut perancangan *software* dengan melakukan program terhadap *prototype* sistem kendali Intensitas cahaya yang telah dirancang. Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai dilanjutkan dengan pengujian dari *prototype* sistem dimana diuji apakah cahaya lampu di ruangan sesuai pada program yang dikontrol, jika sistem yang dirancang sudah memenuhi spesifikasi maka dapat dilakukan pengambilan data berupa lux yang terukur, jumlah orang, jumlah arus yang terukur, dan daya yang terpakai serta sensor cahaya BH1750. Jika pengujian sistem dengan berbagai parameter yang telah

ditentukan sebelumnya berhasil maka selanjutnya akan dilakukan analisa dan menentukan kesimpulan yang didapat dari Analisa data.

3.4 Diagram Blok

Tahapan perancangan yang dilakukan dalam sistem untuk mengontrol intensitas cahaya lampu pada penelitian ini dapat direpresentasikan dalam diagram blok seperti pada Gambar 3.2 berikut ini:



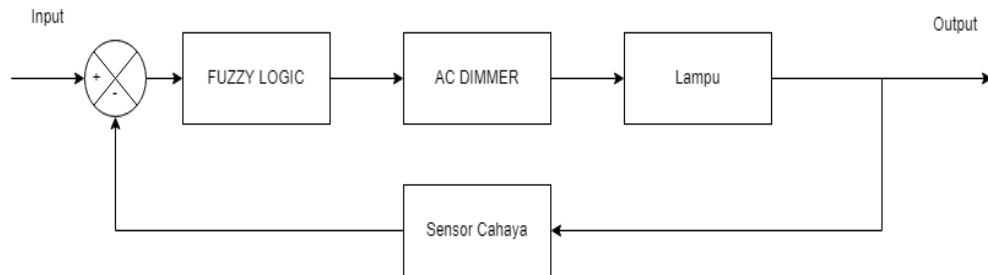
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 tentang diagram blok untuk sistem kendali intensitas cahaya pada ruangan, *input* dari sensor IR mendeteksi jumlah orang di ruangan dan sensor BH1750 yang berupa input intensitas cahaya di ruangan akan mengirim *output* sinyal dari sensor akan masuk ke mikrokontroler. Pada mikrokontroler *output* dari sensor cahaya akan diolah sesuai program. Hasil dari pengolahan tersebut untuk mengontrol sinyal PWM AC dimmer modul agar menyesuaikan intensitas lampu pijar cahaya pada ruangan tersebut.

3.5 Diagram Sistem Logika *Fuzzy*

Pada penelitian ini digunakan dua sistem logika *fuzzy* pada gambar berikut :

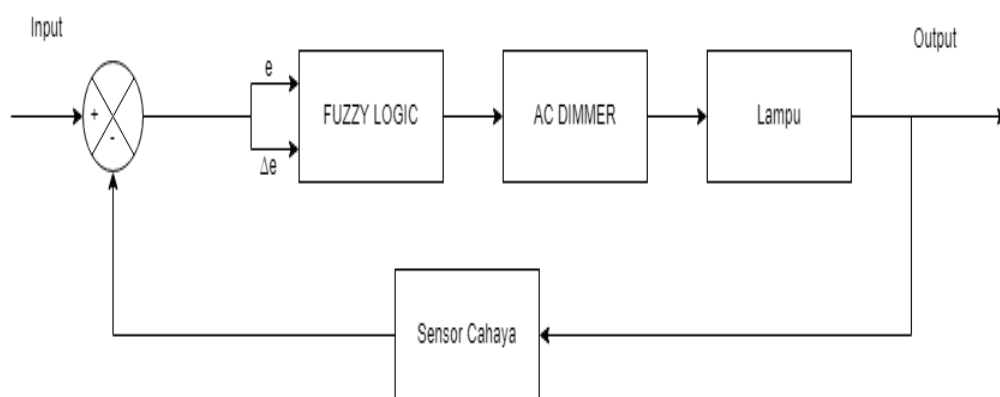
3.5.1 Sistem *Fuzzy* dengan *Input* Intensitas Cahaya



Gambar 3.3 Sistem *Fuzzy Input* Intensitas Cahaya

Dari gambar 3.3 Sistem menggunakan 1 *input* yaitu intensitas cahaya di ruangan. Masukan atau *input* pada sistem akan diolah pada logika *fuzzy* dan setelah di proses hasil keluaran berupa sinyal PWM akan di kirim ke AC Dimmer untuk mengatur kecerahan lampu. Lampu akan memancarkan cahaya yang akan di tangkap sensor BH1750 untuk feedback pada *output*.

3.5.2 Sistem *Fuzzy* dengan *Input* Error dan Delta Error

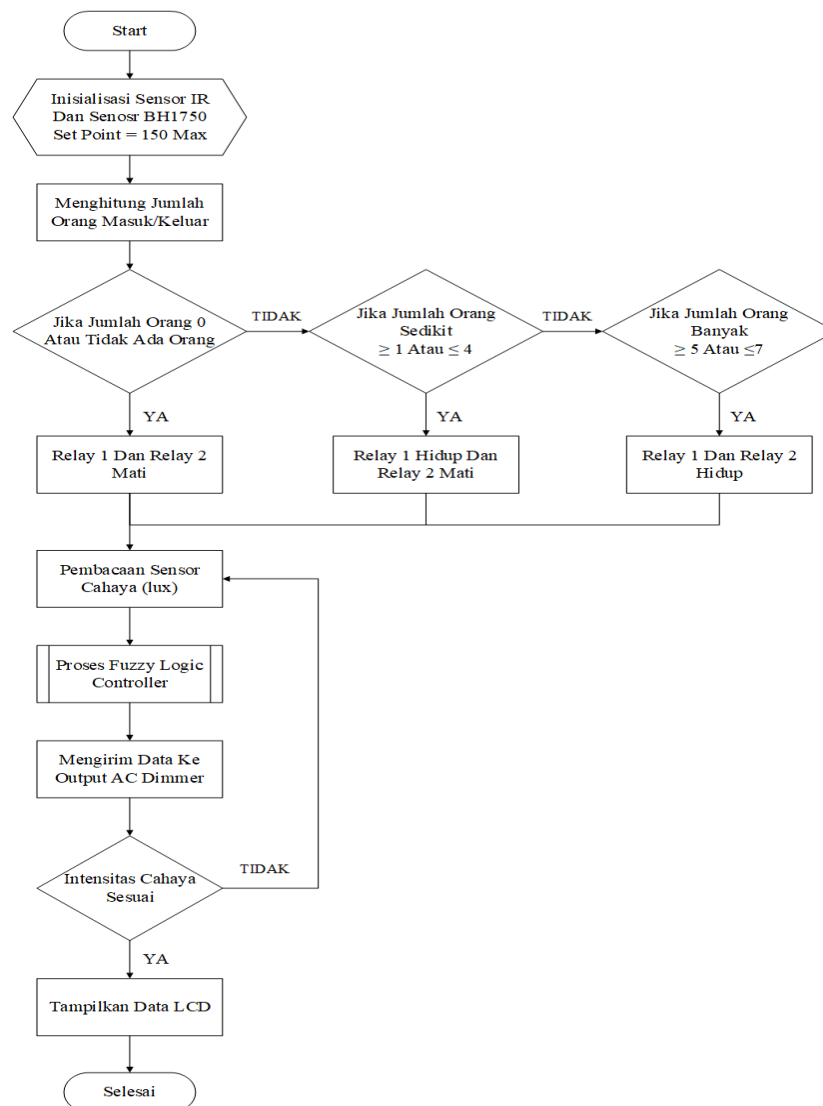


Gambar 3.4 Sistem *Fuzzy Input Error* dan *Delta Error*

Dari gambar 3.4 Sistem menggunakan 2 *input* yaitu *Error* dan *Delta Error*. Masukan atau *input* pada yaitu membandingkan kesalahan intensitas cahaya dan *set point*. Sistem akan diolah pada logika *fuzzy* dan setelah di proses hasil keluaran berupa sinyal PWM akan di kirim ke AC Dimmer untuk mengatur kecerahan lampu. Lampu akan memancarkan cahaya yang akan di tangkap sensor BH1750 untuk feedback pada *output*. [6]

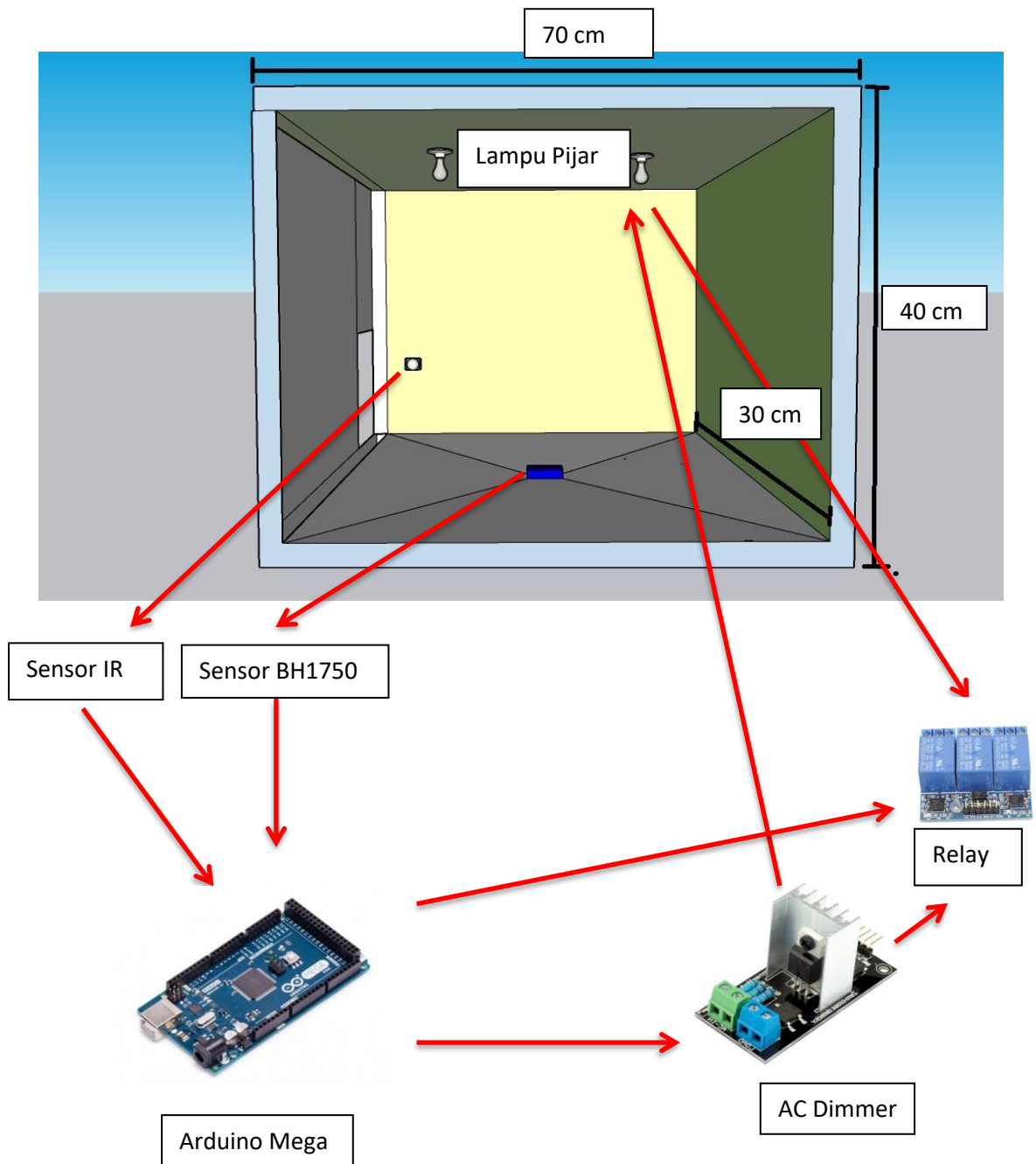
3.6 Diagram Alir Sistem

Tahapan yang dilakukan dalam sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.2 berikut ini:

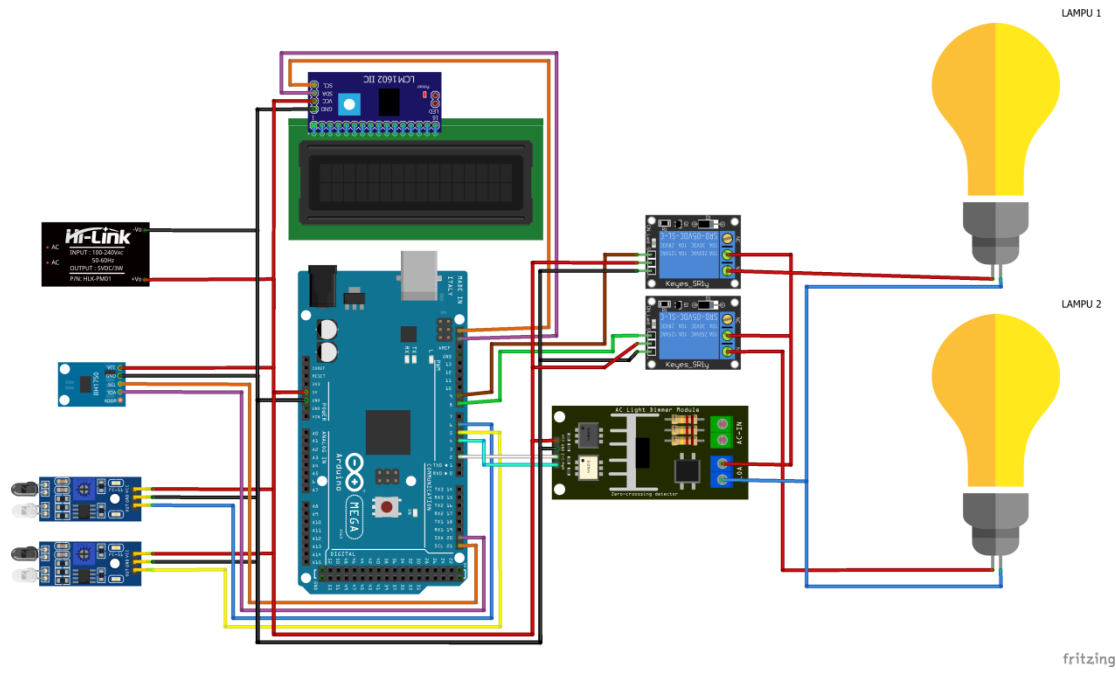


Gambar 3.5 Diagram Alir Sistem

3.7 Desain Alat



Gambar 3.6 Desain Alat



Gambar 3.7 Rangkaian Alat

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terealisasinya sistem pengendali intensitas cahaya dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* dengan Arduino Mega berbasis Atmega 2560.
2. Hasil dari perbandingan pengukuran tanpa sistem kendali dengan hasil pengukuran sistem *fuzzy input* intensitas cahaya, persentase efisiensi daya sebesar 69,24%. Sedangkan hasil pengukuran untuk sistem *fuzzy input error* dan *delta error*, persentase efisiensi daya sebesar 68,76%.
3. Hasil pengukuran pada alat menunjukkan bahwa intensitas cahaya saat menggunakan sistem *fuzzy* yaitu 149--156 lux dengan target set point yaitu 150 lux, sedangkan menurut SNI pada ruang tamu tingkat intensitas cahaya minimum yaitu 120 --250 lux

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan, maka dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Menggunakan *Internet Of Things* (IOT) untuk memudahkan dalam memonitoring jumlah orang dan intensitas cahaya di dalam ruangan.
2. Menambahkan sensor tegangan dan arus agar bisa langsung memonitor daya listrik yang terpakai dari alat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. A. K. R. Andika, S. Yuwono and A. S. W, "Implementasi Pengontrol Intensitas Cahaya Pada Lampu Berbasis Logika Fuzzy Dengan Menggunakan Sensor LDR," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, pp. 8607-8620, 2020.
- [2] Ramdani, Marisa and Carudin, "Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu dengan Internet Of Things Berbasis Arduino UNO Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 7, pp. 51-58, 2021.
- [3] A. P. Putra, A. Fauzi and D. S. Kusumaningrum, "Implementasi Algoritma Fuzzy Logic pada Sistem Kendali Lampu Otomatis dengan Arduino dan AC Light Dimmer," *Technology and Science*, vol. IV, pp. 107-116, 2023.
- [4] I. N. Lestari, E. Mulyana and R. Mardiaty, "The Implementation of Mamdani's Fuzzy Model for Controlling the Temperature of Chicken Egg Incubator," *IEEE*, vol. 5, no. 978-0-7695-4668-1/12, 2020.
- [5] B. Y. Prawira, V. C. Poekoel and F. D. Kambey, "Efisiensi Pencahayaan Ruang Perkuliahan dengan Logika Fuzzy," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, pp. 33-34, 2018.
- [6] S. Romadhan, B. Setiyono and Sumardi, "Menggunakan Kontrol Fuzzy Untuk Pengaturan Suhu Cairan Berbasis ATMEGA16," *TRANSIENT*, vol. 3, no. ISSN: 2302-9927, 617, 2014.
- [7] M. G. Shafer, E. Saputra, K. A. Bakar and F. Ramadhani, "Modeling of Fuzzy Logic Control System for Controlling Homogeneity of Light Intensity from Light Emitting Diode," *IEEE*, no. 978-1-7281-7596-6/20, pp. 71-75, 2012.
- [8] K. Choeychuen, "Fuzzy membership function optimization for smart LED

lamp using particle swarm optimization," *IEEE*, no. 978-1-5386-2615-3/18, 2018.

[9] R. B. Caldo, J. T. Seranilla, D. J. Castillo, K. S. Diocales, W. D. Gulle, Briandale and C. T. Parreño, "Design and Development of Fuzzy Logic Controlled Dimming Lighting System Using Arduino Microcontroller," *IEEE*, no. 978-1-5090-0360-0/15, 2015.

[10] Badan Standardisasi Nasional, "Panduan teknik penerangan bangunan dan gedung," Jakarta: SNI 03-6575-2001, 2001.