

Smart Classroom Intelligent Room Lighting System Based on Fuzzy Logic

Sistem Cerdas Pencahayaan Ruang Berbasis Logika Kelabu pada Ruang Kuliah Pintar

Muhammad Kans Katib Matuari Said, Abdul Haris Ontowirjo, Vecky Canisius Poekoel, Reynold Frankie Robot
Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia
e-mails : muh.said023@student.unsrat.ac.id, aharisjo@unsrat.ac.id, vecky.poekoel@unsrat.ac.id,
reynold.robot@unsrat.ac.id

Received: 25 November 2024; revised: 10 April 2025; accepted: 29 July 2025

Abstract -- Lighting plays a crucial role in creating comfort, aesthetics, and energy efficiency in learning spaces. This study implements a fuzzy logic-based intelligent lighting system for smart classrooms, with membership functions defined as dark (0–400 lux), bright (200–800 lux), and very bright (600–1000 lux). The system utilizes a TEMT6000 ambient light sensor and a DC motor-driven roller blind to automatically adjust LED intensity and blind openings according to natural light conditions, weather, and room activities. The target illumination is set at approximately 400 lux in accordance with classroom lighting standards. Experimental results indicate that the system can maintain illumination close to the setpoint with smooth transitions in overlapping zones, avoiding sudden changes, maximizing natural light usage, reducing glare, and potentially saving energy, particularly under high ambient light conditions. These advantages demonstrate that fuzzy logic effectively handles input uncertainty and delivers adaptive control.

Keywords: Ambient Sensor TEMT6000 Fuzzy Logic, MotorDC, Roller Blind Curtain.

Abstrak -- Pencahayaan memegang peranan penting dalam menciptakan kenyamanan, estetika, dan efisiensi energi pada ruang belajar. Penelitian ini mengimplementasikan sistem pencahayaan cerdas berbasis logika fuzzy untuk ruang kuliah pintar, dengan membership function gelap (0–400 lux), terang (200–800 lux), dan sangat terang (600–1000 lux). Sistem memanfaatkan sensor cahaya ambient TEMT6000 dan motor DC pada gorden roller blind untuk mengatur intensitas LED dan bukaan gorden secara otomatis, menyesuaikan kondisi cahaya alami, cuaca, dan aktivitas di ruangan. Target pencahayaan ditetapkan ± 400 lux sesuai standar pencahayaan ruang belajar. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan tingkat pencahayaan mendekati setpoint dengan transisi pengaturan yang halus pada zona tumpang-tindih, sehingga menghindari perubahan mendadak, memaksimalkan cahaya alami, mengurangi silau, dan berpotensi menghemat energi, terutama pada kondisi ambient tinggi. Keunggulan ini menunjukkan bahwa logika fuzzy efektif menangani ketidakpastian input dan menghasilkan kendali yang adaptif.

Kata Kunci: Fuzzy Logic, MotorDC, Roller Blind, Sensor Ambient TEMT6000

I. PENDAHULUAN

Pencahayaan interior berperan penting dalam menciptakan kenyamanan visual, mendukung aktivitas belajar-mengajar, sekaligus meningkatkan efisiensi energi, khususnya pada ruang kuliah. Standar SNI 03-6197-2000 merekomendasikan tingkat pencahayaan sekitar 400 lux untuk ruang belajar, guna memastikan keterbacaan materi, mengurangi kelelahan mata, dan mempertahankan fokus mahasiswa. Namun, banyak ruang

kuliah masih mengandalkan sistem pencahayaan konvensional—baik lampu menyala penuh maupun mati total—tanpa mempertimbangkan variasi intensitas cahaya alami dari luar ruangan. Kondisi ini sering menimbulkan pencahayaan berlebih (over-illumination) atau kurang (under-illumination), yang dapat berdampak pada kenyamanan dan pemborosan energi.

Logika fuzzy adalah metode untuk mengolah data yang tidak pasti atau tidak jelas, memungkinkan variabel memiliki nilai di antara benar dan salah. Berbeda dengan logika boolean yang memiliki dua nilai yaitu benar atau salah, logika fuzzy membantu menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam sistem yang melibatkan ambiguitas atau variabilitas. Sebagai contoh, logika fuzzy dapat digunakan untuk mengontrol suatu sistem ketika input atau outputnya tidak selalu pasti atau jelas.

Penelitian terkait telah membuktikan potensi logika fuzzy dalam mengoptimalkan pencahayaan, seperti yang dilakukan [1] Bobby Prawira, dkk (2018), yang mengimplementasikan logika fuzzy pada sistem pencahayaan ruangan perkuliahan menggunakan Arduino Nano, sensor LDR, dan dimmer motor servo, yang terbukti lebih efisien dibanding sistem tanpa pengendali otomatis. Sementara itu, [2] M. Putro & F. Kambey (2016), yang mendesain sistem pengaturan pencahayaan berbasis Android untuk rumah pintar yang memanfaatkan cahaya alami dan mengacu pada standar SNI 03-6197-2000. Sistem ini simpel dan praktis, namun masih terbatas oleh parameter sempit dan respon cepat yang menyebabkan kurang stabil. Terlebih lagi, implementasi serupa berbasis Arduino Mega yang dilakukan oleh [3] Aldi, Nasrullah, & Sumadi (2024), juga mengadopsi logika fuzzy untuk mengatur intensitas cahaya lampu, memberikan bukti relevan bahwa mikrokontroler modern dapat diintegrasikan dalam sistem kendali pencahayaan adaptif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan mengintegrasikan sensor cahaya ambient TEMT6000 dan kendali motor DC pada gorden jenis roller blind yang dikombinasikan dengan Fuzzy Logic untuk menyesuaikan pencahayaan ruangan. Sistem ini tidak hanya mengatur intensitas lampu, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan cahaya alami berdasarkan kondisi lingkungan seperti cuaca, intensitas cahaya luar, dan aktivitas dalam ruangan. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada desain, implementasi, dan pengujian sistem otomatisasi pencahayaan yang hemat energi dan adaptif terhadap ketidakpastian input data. Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk

mengembangkan sistem pengaturan pencahayaan ruangan yang dapat secara otomatis menyesuaikan intensitas cahaya, memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami, meminimalkan konsumsi energi, dan meningkatkan kenyamanan pengguna. Dengan memanfaatkan Fuzzy Logic, sistem diharapkan mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan secara cerdas dan responsif.

Sistem ini dirancang untuk menciptakan pencahayaan ruangan yang nyaman, meminimalkan konsumsi energi dengan hanya menggunakan pencahayaan yang diperlukan, serta beradaptasi dengan perubahan cahaya alami. Logika fuzzy juga memberikan kontrol pencahayaan yang lebih efisien dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang sifatnya tidak pasti atau ambigu.

II. LANDASAN TEORI

Pencahayaan merupakan aspek penting dalam perancangan lingkungan binaan yang mempengaruhi kenyamanan visual, produktivitas, dan efisiensi energi. Kualitas pencahayaan ditentukan oleh intensitas, distribusi, dan arah penyebaran cahaya. Sumber pencahayaan dapat berasal dari cahaya alami yang bersumber dari matahari maupun cahaya buatan yang dihasilkan oleh lampu. Standar kenyamanan visual biasanya mengacu pada tingkat iluminasi yang diukur dalam satuan lux, sesuai rekomendasi SNI 03-6575-2001 dan standar internasional seperti Commission Internationale de l'Éclairage (CIE). Pemanfaatan cahaya alami secara optimal tidak hanya dapat meningkatkan kenyamanan pengguna ruangan, tetapi juga mengurangi konsumsi energi listrik, sehingga menjadi fokus penting dalam pengembangan sistem pencahayaan cerdas.

Dalam upaya mengotomatisasi pengaturan cahaya, sensor cahaya ambient seperti TEMT6000 sering digunakan karena memiliki karakteristik respons spektrum yang serupa dengan mata manusia. Sensor ini bekerja berbasis fototransistor dengan keluaran berupa tegangan analog yang proporsional terhadap intensitas cahaya yang diterima. Keunggulan TEMT6000 terletak pada sensitivitasnya terhadap cahaya tampak, konsumsi daya yang rendah, serta kemudahan integrasinya dengan mikrokontroler untuk pembacaan data secara real-time. Dengan memanfaatkan data dari sensor ini, sistem dapat secara adaptif mengatur tingkat pencahayaan sesuai kondisi aktual di dalam ruangan.

Pengaturan pencahayaan alami dalam ruangan sering melibatkan mekanisme fisik seperti gordena atau tirai yang digerakkan oleh motor DC. Motor DC dipilih karena kemampuannya memberikan kontrol kecepatan dan arah putaran yang presisi melalui modul driver bts 7960 40a. Dalam konteks otomasi gordena, motor DC memungkinkan penyesuaian bukaan tirai secara bertahap sehingga intensitas cahaya yang masuk dapat dikendalikan sesuai kebutuhan. Integrasi motor DC dengan sistem kontrol berbasis sensor dan algoritma pengendalian memberikan fleksibilitas tinggi dalam menjaga kenyamanan visual dan efisiensi energi.

Logika fuzzy diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 sebagai metode untuk memproses data dengan nilai kebenaran yang bersifat kontinu antara 0 dan 1, tidak terbatas pada nilai biner seperti pada logika konvensional. FLC bekerja dengan tiga tahap utama: fuzzifikasi, inferensi, dan

defuzzifikasi. Proses fuzzifikasi mengubah nilai masukan crisp dari sensor menjadi derajat keanggotaan pada fungsi keanggotaan tertentu. Fungsi keanggotaan ini biasanya dirancang berdasarkan rentang nilai sensor yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Tahap selanjutnya adalah proses inferensi yang menggunakan aturan (rule base) berbasis logika IF-THEN untuk menentukan respon sistem terhadap kondisi masukan. Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, yaitu proses mengubah keluaran fuzzy menjadi nilai crisp yang dapat digunakan untuk mengendalikan aktuator. Salah satu metode defuzzifikasi yang umum digunakan adalah centroid method, yang menghitung nilai rata-rata berbobot dari area fungsi keanggotaan keluaran untuk mendapatkan nilai kendali akhir.

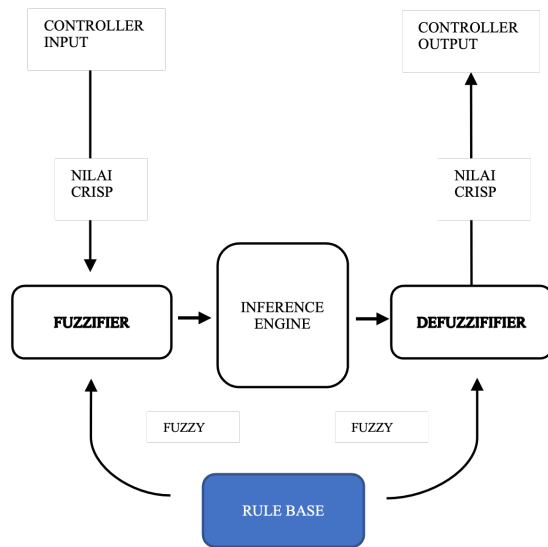
Keseluruhan Fuzzy Logic Controller mengintegrasikan ketiga proses tersebut dalam suatu sistem yang beroperasi secara real-time, membaca data dari sensor, memprosesnya sesuai basis aturan, dan mengirimkan perintah kendali ke aktuator. Keunggulan FLC dalam aplikasi pencahayaan ruangan adalah fleksibilitas dalam penyesuaian tingkat cahaya berdasarkan kondisi aktual dan preferensi pengguna, serta kemampuannya menghemat energi tanpa mengorbankan kenyamanan visual di ruang kuliah pintar.

Integrasi pencahayaan alami dan buatan merupakan strategi yang efektif dalam menciptakan sistem pencahayaan hemat energi dan nyaman. Sistem yang mampu mengendalikan lampu serta gordena secara terkoordinasi akan memanfaatkan cahaya alami semaksimal mungkin ketika tersedia, dan hanya menyalakan lampu buatan saat diperlukan. Pendekatan ini tidak hanya menghemat energi listrik dan memperpanjang umur pakai lampu, tetapi juga mempertahankan kualitas pencahayaan sesuai standar kenyamanan visual. Dengan dukungan sensor yang akurat, aktuator yang andal, dan algoritma kontrol cerdas seperti FLC, sistem pengaturan pencahayaan dapat beroperasi secara otomatis, adaptif, dan efisien.

III. METODE

A. Prosedur Fuzzy Logic

1. Identifikasi Variabel Input: Menentukan variabel input yang akan dimasukkan ke dalam himpunan fuzzy.
2. Definisikan Variabel Input: Mengkategorikan variabel input ke dalam sejumlah himpunan fuzzy, misalnya dengan kategori lambat, cepat, dan sangat cepat.
3. Mengukur Derajat Keanggotaan: Menggunakan fungsi keanggotaan (membership function) untuk menentukan derajat keanggotaan (degree of membership) bagi setiap variabel input.
4. Penerapan Aturan (Rule Application): Inference engine menerapkan aturan-aturan fuzzy yang telah didefinisikan dalam basis aturan (rule base). Aturan-aturan ini biasanya berbentuk pernyataan IF-THEN.
5. Intersection (\cap): Digunakan untuk operasi logika "AND". Dalam fuzzy inference engine, intersection memilih nilai keanggotaan terkecil (minimum) dari beberapa kondisi fuzzy, di mana semua kondisi harus terpenuhi. Union (\cup): Digunakan untuk operasi logika "OR", memilih nilai keanggotaan tertinggi (maksimum) di mana setidaknya satu kondisi harus terpenuhi.



Gambar 1 Diagram Blok Fuzzy Logic

6. Agregasi Output: Setelah aturan diterapkan, setiap aturan menghasilkan output fuzzy. Semua output fuzzy dari setiap aturan kemudian digabungkan menjadi satu himpunan fuzzy tunggal, melalui proses agregasi.
7. Centroid (Pusat Gravitasi/Pusat Area): Dua konsep utama, yaitu momen dan luas, digunakan untuk menghitung pusat suatu area. Momen digunakan untuk menentukan titik pusat, sedangkan luas menghitung total area di bawah kurva himpunan fuzzy.
8. Z adalah variabel keluaran dalam domain himpunan fuzzy (biasanya berkaitan dengan variabel yang sedang dianalisis, seperti kecepatan, dan sebagainya). $\mu(z)$ merupakan derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy pada titik Z. a dan b adalah batas-batas dari domain keluaran fuzzy.

$$Z_{crisp} = \frac{Momen}{Luas}$$

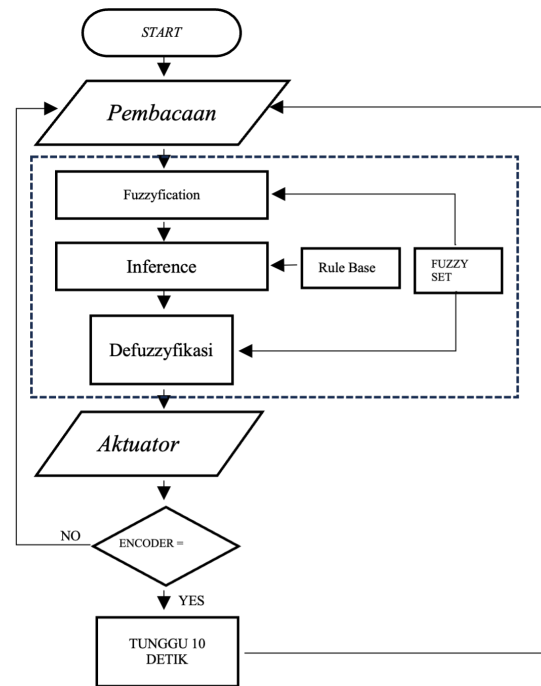
$$Momen = \int_b^a z \cdot \mu(z) dz$$

$$Luas = \int_b^a \mu(z) dz$$

B. Diagram Block Fuzzy Logic

Sistem fuzzy memiliki masukan dalam bentuk nilai "crisp" (crisp value) atau nilai numerik. Nilai ini kemudian diolah oleh fuzzifier (pengubah menjadi fuzzy) melalui proses fuzzifikasi, mengubah nilai crisp tersebut menjadi nilai fuzzy atau besaran linguistik. Nilai fuzzy inilah yang diolah oleh mesin inferensi fuzzy, yang memproses nilai input dan output fuzzy untuk menghasilkan keluaran berupa nilai fuzzy.

Setelah itu, nilai fuzzy yang keluar dari mesin inferensi fuzzy dimasukkan ke defuzzifier yang akan menjalankan proses defuzzifikasi, mengubah nilai fuzzy tersebut menjadi nilai



Gambar 2 Diagram Alur Fuzzy Logic

crisp atau numerik. Inilah yang menjadi keluaran akhir dari sistem fuzzy tersebut.

Nilai crisp yang dihasilkan oleh fuzzy controller ini merupakan nilai yang diinginkan (misalnya, bukaan tirai yang diinginkan). Untuk menjalankannya, sistem akan memeriksa seberapa besar bukaan tirai pada saat itu. Selisih antara nilai yang diinginkan dan bukaan tirai yang ada saat itu digunakan untuk menggerakkan motor yang menggerakkan tirai. Dalam hal ini, sistem loop tertutup (close loop) bisa diterapkan, sehingga ketika nilai yang diinginkan (keluaran dari fuzzy controller) tercapai (sama dengan bukaan tirai), motor akan berhenti berputar.

Jadi, keluaran dari fuzzy controller (yang berupa nilai crisp) berfungsi sebagai set point untuk sistem loop tertutup.

C. Diagram Alur Fuzzy Logic

1. Proses sistem dimulai.
2. Pembacaan Sensor Cahaya : Sistem mengambil data dari sensor cahaya sebagai input yang akan digunakan untuk menganalisis kondisi lingkungan.
3. Fuzzifikasi (Fungsi Keanggotaan): Input dari sensor diubah dari bentuk nilai numerik (crisp) menjadi himpunan fuzzy dengan menggunakan fungsi keanggotaan, sehingga menghasilkan nilai fuzzy.
4. Mesin inferensi mengevaluasi aturan-aturan fuzzy menggunakan basis aturan seperti pada Tabel 1. Hasilnya adalah keluaran fuzzy yang masih dalam bentuk himpunan fuzzy.
5. Defuzzifikasi: Proses ini mengubah hasil fuzzy yang dihasilkan dari inferensi menjadi nilai numerik (crisp) yang dapat diterapkan dalam sistem kontrol nyata.
6. Verifikasi Encoder dengan Output Fuzzy: Sistem membandingkan nilai dari encoder (misalnya, posisi atau

Tabel 1. Kondisi IF – THEN

RULE NUMBER	INPUT CAHAYA DALAM	CAHAYA LUAR	OUTPUT GORDEN (1,2,3)
R1	GELAP	GELAP	TERTUTUP
R2	GELAP	TERANG	TERBUKA
R3	GELAP	SANGAT TERANG	TERBUKA
R4	TERANG	GELAP	TERTUTUP
R5	TERANG	TERANG	SETENGAH TERBUKA
R6	TERANG	SANGAT TERANG	SETENGAH TERBUKA
R7	SANGAT TERANG	GELAP	TERTUTUP
R8	SANGAT TERANG	TERANG	TERTUTUP
R9	SANGAT TERANG	SANGAT TERANG	TERTUTUP

status dari perangkat yang dikontrol) dengan keluaran fuzzy untuk menentukan apakah tindakan lebih lanjut diperlukan.

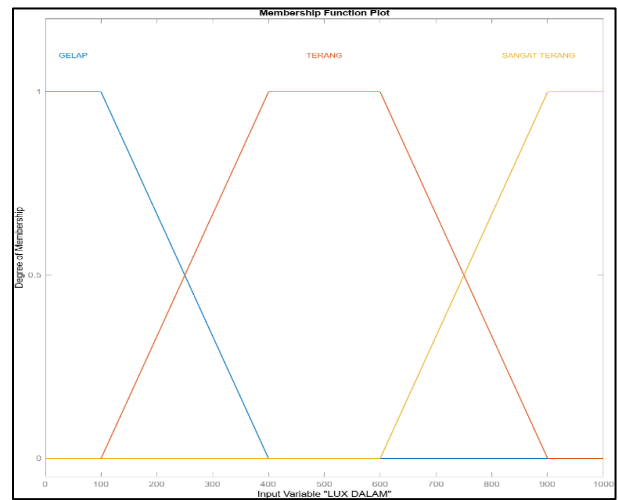
7. Tunggu Selama 10 Detik: Sistem menunggu selama 10 detik sebelum mengevaluasi kembali atau mengulangi proses kontrol.
8. Berhenti: Proses selesai, dan sistem berhenti bekerja jika semua kondisi telah terpenuhi atau jika siklus kontrol telah berakhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

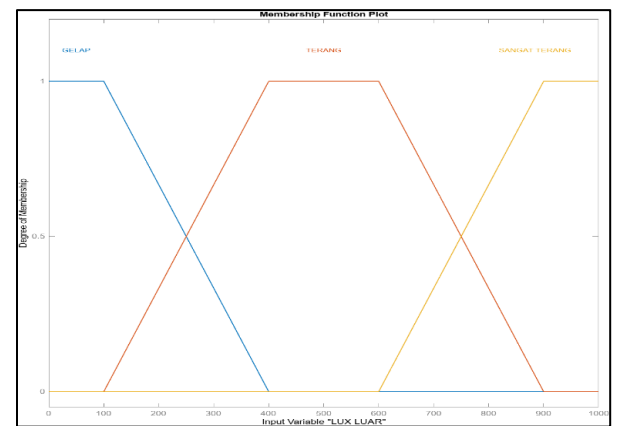
Pada Gambar 4 menggambarkan fungsi keanggotaan dalam logika fuzzy untuk variabel input "LUX DALAM," yang digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan berdasarkan tingkat intensitas cahaya (lux). Sumbu horizontal (x) menunjukkan nilai intensitas cahaya yang berkisar dari 0 hingga 1000 lux, sedangkan sumbu vertikal (y) menunjukkan fungsi keanggotaan, yaitu nilai antara 0 hingga 1 mencerminkan seberapa kuat kondisi yang termasuk dalam kategori tertentu. Terdapat tiga fungsi keanggotaan berbentuk segitiga:

1. "GELAP" (biru): Merepresentasikan tingkat intensitas cahaya rendah (0–400 lux). Derajat keanggotaan penuh (1) ada pada intensitas 0 hingga 200 lux, lalu menurun secara linear hingga 0 pada 400 lux.
2. "TERANG" (merah): Menggambarkan kondisi intensitas cahaya sedang (200–800 lux). Fungsi ini mencapai derajat keanggotaan penuh pada rentang 400 hingga 600 lux, dan menurun secara linear dari 200 hingga 400 lux di sisi kiri, serta dari 600 hingga 800 lux di sisi kanan.
3. "SANGAT TERANG" (kuning): Mengindikasikan kondisi cahaya sangat tinggi (600–1000 lux). Derajat keanggotaan penuh tercapai pada rentang 800 hingga 1000 lux, dengan transisi linear dari 600 hingga 800 lux.

Grafik pada gambar 4 dan 5 menggambarkan bagaimana input numerik (lux) dipetakan ke dalam kategori linguistik dengan derajat tertentu. Fungsi keanggotaan yang saling tumpang tindih menunjukkan bahwa nilai input dapat memiliki



Gambar 4 Membership Function Lux Dalam

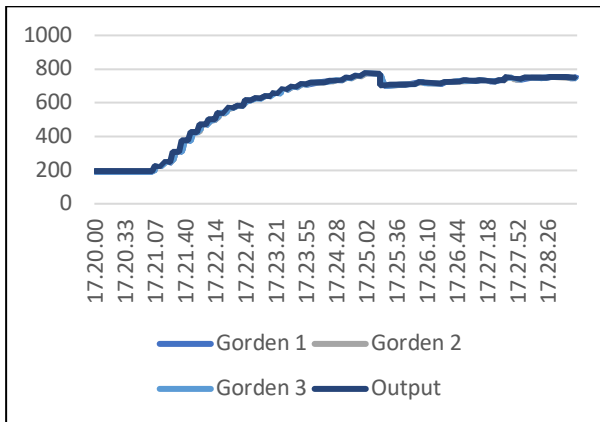


Gambar 5 Membership Function Lux Luar

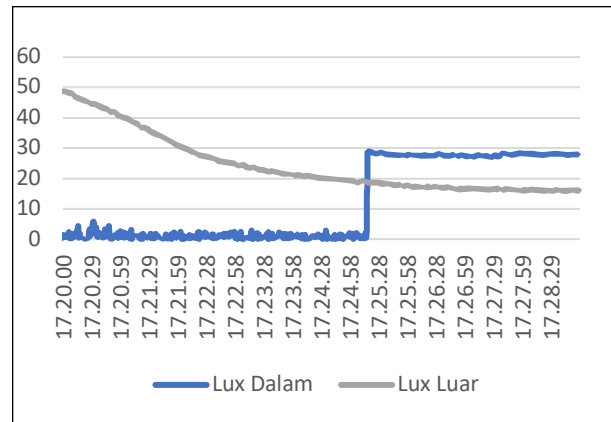
keanggotaan di lebih dari satu kategori secara bersamaan. Misalnya, nilai lux 300 memiliki keanggotaan sebagian dalam kategori "GELAP" dan "TERANG," dengan derajat keanggotaan yang dihitung berdasarkan fungsi masing-masing.

Pendekatan ini memungkinkan logika fuzzy untuk menangani ketidakpastian atau ambiguitas dalam pengambilan keputusan, misalnya dalam sistem otomatisasi pencahayaan yang menyesuaikan intensitas lampu berdasarkan tingkat pencahayaan ruangan. Pada Gambar menampilkan grafik fungsi keanggotaan untuk variabel input "LUX LUAR" dalam sistem logika fuzzy. Grafik ini digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan suatu nilai lux (intensitas cahaya) ke dalam tiga kategori linguistik, yaitu:

1. "GELAP" (biru): Mewakili intensitas cahaya rendah pada lingkungan luar. Fungsi keanggotaan penuh (derajat keanggotaan = 1) pada intensitas 0 hingga 200 lux. Nilai keanggotaan menurun secara linear dari 200 hingga 400 lux, hingga mencapai 0.
2. "TERANG" (merah): Mencerminkan intensitas cahaya sedang. Derajat keanggotaan meningkat secara linear dari 200 hingga 400 lux, mencapai puncaknya (1) pada rentang 400 hingga 600 lux. Setelah 600 lux, derajat keanggotaan menurun secara linear hingga mencapai 0 pada 800 lux.



Gambar 6 Hasil Pembacaan Encoder Gorden dan Output



Gambar 7 Hasil Pembacaan Lux dalam dan Lux Luar

3. "SANGAT TERANG" (kuning): Mengindikasikan intensitas cahaya tinggi. Fungsi keanggotaan mulai meningkat dari 600 lux, mencapai nilai penuh (1) pada rentang 800 hingga 1000 lux. Sumbu horizontal (x) menunjukkan nilai intensitas cahaya dalam lux, dengan rentang 0 hingga 1000. Sumbu vertikal (y) menunjukkan derajat keanggotaan, yang berkisar antara 0 hingga 1.

Fungsi keanggotaan ini dirancang berbentuk segitiga untuk menciptakan transisi halus antar kategori. Pada area tumpang tindih antara kategori, seperti 300 hingga 400 lux (antara "GELAP" dan "TERANG"), nilai input memiliki derajat keanggotaan di kedua kategori sekaligus. Hal ini mencerminkan karakteristik logika fuzzy dalam menangani data yang bersifat ambigu atau tidak pasti, memungkinkan interpretasi lebih fleksibel dalam sistem berbasis aturan fuzzy, seperti pengendalian pencahayaan di luar ruangan.

A. Proses Penggunaan Kecerdasan Buatan

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara putaran encoder dari tiga gorden (Gorden 1, Gorden 2, dan Gorden 3) dengan nilai keluaran fuzzy atau set poin motor encoder (Output) terhadap waktu. Berikut penjelasannya:

Gorden 1, 2, dan 3: Grafik ini mencatat perubahan jumlah putaran encoder pada masing-masing gorden. Putaran ini menggambarkan bagaimana setiap gorden bergerak atau beroperasi secara bertahap dalam waktu tertentu.

Output: Kurva ini menunjukkan nilai keluaran fuzzy atau set poin yang dihitung berdasarkan logika fuzzy. Nilai ini berfungsi sebagai acuan bagi motor encoder untuk mengatur pergerakan, menyesuaikan dengan perubahan pada gorden.

Di awal, nilai encoder untuk ketiga gorden meningkat secara bertahap, menunjukkan adanya pergerakan yang stabil dan teratur. Setelah mencapai puncak tertentu, ada sedikit penurunan pada salah satu gorden, mungkin akibat koreksi atau penyesuaian sistem. Nilai keluaran fuzzy (Output) menunjukkan kecenderungan yang konsisten, mencerminkan kemampuan sistem fuzzy dalam mempertahankan set poin motor meskipun terdapat variasi pada putaran encoder. Grafik ini menggambarkan hubungan antara putaran encoder dari tiga gorden (Gorden 1, 2, dan 3) dengan nilai set poin motor encoder yang dihasilkan oleh logika fuzzy (Output) terhadap waktu.

Putaran encoder pada masing-masing gorden menunjukkan perubahan posisi yang dipantau secara berkala. Sementara itu, nilai keluaran fuzzy memberikan referensi bagi motor untuk mengontrol pergerakan sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Meskipun terdapat fluktuasi kecil pada beberapa titik, nilai fuzzy menunjukkan kestabilan dalam mengatur set poin motor.

Gambar 7 menunjukkan perubahan intensitas cahaya di dalam ruangan (Lux Dalam) dan di luar ruangan (Lux Luar) terhadap waktu. Berikut penjelasan rincinya:

Lux Dalam: Garis biru menunjukkan tingkat intensitas cahaya di dalam ruangan yang relatif stabil di awal. Namun, terjadi kenaikan mendadak sekitar pukul 5:25:11 PM, setelah itu intensitas cahayanya stabil pada nilai yang lebih tinggi.

Lux Luar: Garis abu-abu menunjukkan intensitas cahaya di luar ruangan yang mengalami penurunan secara bertahap sepanjang waktu. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh perubahan kondisi pencahayaan alami, seperti menjelang malam.

Lonjakan intensitas cahaya di dalam ruangan (Lux Dalam) menunjukkan adanya intervensi, seperti menyalakan lampu atau membuka tirai pada waktu tertentu. Perbedaan tren antara Lux Dalam dan Lux Luar mengindikasikan pengaruh faktor eksternal (misalnya, pencahayaan matahari) terhadap intensitas cahaya luar, sedangkan intensitas cahaya di dalam ruangan dikontrol secara aktif.

Grafik ini menggambarkan perubahan tingkat pencahayaan di dalam ruangan (Lux Dalam) dan di luar ruangan (Lux Luar) terhadap waktu. Intensitas cahaya di dalam ruangan tetap stabil hingga sekitar pukul 5:25:11 PM, di mana terjadi peningkatan signifikan akibat tindakan tertentu, seperti pengaturan pencahayaan. Sebaliknya, intensitas cahaya di luar ruangan menurun secara bertahap, kemungkinan dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan seperti waktu senja. Perbedaan pola ini menunjukkan bahwa pencahayaan di dalam ruangan dikelola secara aktif, sementara cahaya luar bergantung pada faktor alami.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem cerdas pencahayaan ruangan berbasis logika fuzzy dengan rentang *membership function* gelap (0–400 lux), terang (200–800 lux), dan sangat terang (600–1000 lux) mampu mempertahankan tingkat

pencahayaannya ruang kuliah pintar mendekati setpoint ± 400 lux pada berbagai kondisi cahaya alami, dengan transisi pengaturan LED dan gorden yang halus di zona tumpang-tindih sehingga menghindari perubahan cahaya yang mendadak. Kombinasi pemanfaatan cahaya alami melalui pengaturan bukaan gorden dan pengendalian intensitas LED secara bertahap berpotensi memberikan efisiensi energi, khususnya pada kondisi ambient tinggi, sekaligus menjaga kenyamanan *visual* pengguna. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan dilakukan kalibrasi ulang *membership function* berdasarkan data lapangan guna meminimalkan *deviasi lux*, menambahkan mekanisme *hysteresis* untuk mencegah *flicker*, memperluas cakupan sensor agar pembacaan lebih representatif, serta mengintegrasikan deteksi okupansi dan sistem pemantauan berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas kontrol sesuai kebutuhan ruang kuliah.

KUTIPAN

- [1] Prawira, B. Y., Poekoel, V. C., & Kambey, F. D. (2018). Efisiensi Pencahayaannya Ruangan Perkuliahan dengan Logika Fuzzy. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(1), 33-44.
- [2] Putro, M. D., & Kambey, F. D. (2016). Sistem Pengaturan Pencahayaannya Ruangan Berbasis Android Pada Rumah Pintar. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(3), 297-307.
- [3] Aldi, A., Nasrullah, E., & Sumadi, S. (2024). Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1).
- [4] Sihombing, F. A. (2024). Kajian Fuzzy Metode Mamdani dan Fuzzy Metode Sugeno serta Implementasinya. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 4940-4955.
- [5] Rhoziq, A. N., Herwandi, H., & Luqman, M. (2023). Kontrol Kecepatan dan Suhu pada Pembersih Porang Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(3), 104-117.
- [6] Wajiansyah, A., WP, A. B., & Supriadi, S. N. (2018). Implementasi fuzzy logic pada robot line follower. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 5(4).
- [7] Nugroho, E. A. (2017). Sistem pengendali lampu lalu lintas berbasis logika fuzzy. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(1), 75-84.
- [8] Tendra, G. (2021). Implementasi Fuzzy Logic Control Pada Sistem Lampu Rumah Dengan Menggunakan Microcontroller Atmega8535. *Informatika*, 13(1), 40-45.
- [9] Nasution, H. S., Jayadi, A., & Rikendry, R. (2022). Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak Dan Kecepatan. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), 15-24.
- [10] Turesna, G., Zulkarnain, Z., & Hermawan, H. (2017). Pengendali intensitas lampu ruangan berbasis Arduino UNO menggunakan metode fuzzy logic. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 7(2), 73.
- [11] Kusumo, A. S., Rusimamto, P. W., Suprianto, B., & Buditjahjanto, I. G. P. A. (2022). Sistem kontrol intensitas cahaya lampu aquascape menggunakan fuzzy logic controller berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2), 322-331.
- [12] Maulana, A. R. (2018). Desain Sistem Pengendalian Kecepatan Motor Dc Pada Rancang Bangun Mini Konveyor Berbasis Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(3).
- [13] Wahab, F., Sumardiono, A., Tahtawi, A. R. A., & Mulayari, A. F. A. (2017). Desain dan purwarupa fuzzy logic control untuk pengendalian suhu ruangan.
- [14] Al Hafiz, A. (2020). Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Intensitas Lampu di Laboratorium Berbasis Arduino. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 19(2), 36-45.
- [15] Pardede, A. M. H., Novriyenni, N., & Efendi, S. (2017). Implementasi Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 164-177.



Muh. Kans Katib Matuari Said, anak ke dua dari lima bersaudara. Lahir di kota Sorowako pada tanggal 2 Juli 2000. Penulis menempuh pendidikan di TK Al-Ikhwan (2005 – 2006), selanjutnya SD YPS Lawewu (2006 – 2012), selanjutnya SMP YPS Singkole (2012 – 2015), dan menyelesaikan sekolah tingkat atas di SMA YPS Sorowako (2015 – 2018). Tahun 2019, penulis melanjutkan studi di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik

Elektro, Program Studi Elektro, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Penulis memilih konsentrasi minat Teknik Kendali dan Kecerdasan Buatan pada Tahun 2021. Penulis melaksanakan kerja praktek di ULPLTP Lahendong, Kabupaten Minahasa selama 3 bulan yaitu pada tanggal 26 Juli 2022 sampai dengan 23 Oktober 2022. Selama studi di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Jurusan Teknik Elektro, Penulis merupakan anggota aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Unsrat, Control Engineering Community (CEC), UKM Edukasi Robotika (EURO), dan Pabric Aesthetic (PA).