

Analisis Prediksi Intensitas Cahaya Lampu Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani dan Sugeno

Dzaru Rizky Fathan Fortuna¹, Ihza Fajri Rahmadi², Daffa Alifio Ardyananda³, Anggraini Puspita Sari^{4*}

^{1,2,3,4}Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

¹21081010283@student.upnjatim.ac.id,

²21081010043@student.upnjatim.ac.id, ³21081010316@student.upnjatim.ac.id, ⁴anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Abstrak— Dalam era industri 4.0, kesibukan yang dihadapi oleh kalangan remaja dan dewasa semakin meningkat, termasuk tugas dan acara yang memenuhi jadwal harian mereka. Oleh karena itu, seringkali mereka lupa untuk mematikan lampu di rumah, yang berpotensi meningkatkan tagihan biaya listrik. Untuk membantu pengguna menyelesaikan permasalahan ini, dibutuhkan sebuah sistem pada lampu yang mampu mengatur intensitas cahaya secara otomatis. Tujuan penelitian pengembangan sistem prediksi intensitas cahaya lampu menggunakan pendekatan fuzzy, melalui cara membandingkan metode Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani adalah untuk menentukan pendekatan fuzzy yang paling akurat dalam memprediksi *dataset* yang telah dibuat, dengan cara mempertimbangkan hasil akurasi dari dua metode tersebut. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari tujuh tahap, antara lain *literatur review*, *needs analysis*, *data collection*, *system design*, *system implementation*, *system testing*, *result analysis*, dan *conclusion*. Pada tahap *data collection*, data diperoleh dari hasil percobaan pengguna dalam mengatur intensitas cahaya lampu di ruang mereka selama tujuh hari. Data yang terkumpul kemudian dikelompokkan berdasarkan waktu (jam), hari, dan intensitas cahaya. Berdasarkan hasil perbandingan yang telah dilakukan, metode Mamdani terbukti lebih akurat dalam menangani *dataset* tersebut, dengan selisih sebesar 2,97% dibandingkan dengan metode Sugeno.

Kata Kunci— Sistem Prediksi, Intensitas Cahaya Lampu, Fuzzy, Mamdani, Sugeno, Pengaturan Otomatis.

I. PENDAHULUAN

Setiap manusia maupun makhluk hidup lainnya tentu membutuhkan cahaya agar kehidupan mereka lebih nyaman. Ada berbagai jenis sumber energi yang mampu menghasilkan cahaya, salah satunya merupakan energi listrik [1]. Listrik adalah sumber energi yang sangat penting dalam mendukung kegiatan sehari-hari manusia. Namun, seiring berjalannya waktu, permintaan masyarakat akan listrik terus meningkat dengan cepat. Maka dari itu, dibutuhkan sumber penghasil energi listrik yang ramah lingkungan [2]. Ditambah dengan munculnya teknologi yang canggih dan sistem kerja otomatis di era ini, membuat manusia merasakan berbagai dampak positif menggunakan energi ini. Namun, perkembangan teknologi juga memerlukan konsumsi energi yang sangat besar. Maka dari itu, perlu untuk mencari opsi sumber alternatif energi lain untuk memenuhi kehidupan sehari-hari manusia [3].

Sebagian besar sistem lampu yang masih digunakan saat ini,

hanya dapat dinyalakan atau dimatikan dengan menekan sebuah tombol, serta memiliki intensitas cahaya yang tetap. Namun penggunaan sistem ini, memiliki beberapa kelemahan, yaitu kurang efisien dalam penggunaan sumber daya dan intensitas cahaya yang dikeluarkan untuk keperluan aktivitas, sehingga mengakibatkan biaya pengeluaran listrik lebih besar [4]. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengatur intensitas cahaya lampu secara otomatis. Dalam penelitian ini, tujuannya adalah mengembangkan sistem tersebut dengan menggunakan pendekatan fuzzy Sugeno dan fuzzy Mamdani [5]. Fuzzy Mamdani merupakan metode pendekatan fuzzy yang paling sederhana dibandingkan dengan pendekatan fuzzy lainnya dan hasil yang dikeluarkan merupakan nilai domain yang mewakili tingkat keanggotaan dari himpunan linguistik, sedangkan fuzzy Sugeno hasil yang dikeluarkan menggunakan fungsi linear atau nilai konstan sebagai keluaran [6]. Tujuan penggunaan dua metode dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh metode yang paling akurat dalam memprediksi *dataset* yang telah dibuat. Hal ini dilakukan dengan membandingkan akurasi hasil prediksi dari dua metode tersebut [7].

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem prediksi intensitas cahaya lampu menggunakan pendekatan fuzzy Sugeno dan fuzzy Mamdani. Data uji yang digunakan pada sistem ini adalah hasil yang diperoleh selama proses tahap *data collection* [8]. Pada tahap tersebut, data diperoleh dari hasil percobaan pengguna dalam mengatur intensitas cahaya lampu di ruangnya selama 7 hari. Kemudian, data tersebut akan dikumpulkan dan dikelompokkan berdasarkan waktu (jam), hari, dan intensitas cahaya [9]. Langkah berikutnya adalah mengimplementasikan metode Sugeno dan Mamdani pada sistem, dengan menetapkan fungsi keanggotaan dan aturan (*rule base*) [10]. Pada tahap ini, logika fuzzy Sugeno dan Mamdani memiliki peran penting pada pengembangan sistem prediksi intensitas cahaya lampu dalam menganalisis dan memprediksi data uji. Namun sebelum itu, *data training* yang telah dibuat dan ditetapkan akan dianalisis dan dilatih dalam logika fuzzy Sugeno dan fuzzy Mamdani terlebih dahulu agar dapat memprediksi intensitas cahaya lampu. Dalam metode fuzzy, variabel linguistik ditentukan oleh himpunan fuzzy yang menggambarkan tingkat keanggotaan suatu nilai dengan variasi yang beragam [11].

Fuzzy adalah suatu metode pemikiran yang digunakan untuk mengambil keputusan atau kesimpulan dengan menggunakan kaidah fuzzy. Pada penelitian pengembangan sistem prediksi intensitas cahaya lampu menggunakan pendekatan fuzzy Sugeno dan Mamdani. Metode-metode ini digunakan sebagai pembandingan untuk menentukan metode yang paling akurat dalam mendeteksi intensitas cahaya lampu dari data uji yang telah dibuat, dengan tujuan memperoleh hasil akurasi tertinggi. Dalam menerapkan metode fuzzy Mamdani terdiri dari 4 tahapan, antara lain yaitu :

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap perubahan nilai-nilai *crisp* menjadi himpunan fuzzy melalui dengan proses memasukkannya ke dalam fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan adalah pengaturan setiap rentang nilai masukan pada seluruh himpunan fuzzy yang ditetapkan.

2. Pendefinisian aturan fuzzy

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan himpunan aturan fuzzy yang didalamnya terdiri dari gabungan himpunan fuzzy masukan dan keluaran. Aturan yang digunakan dalam sistem prediksi intensitas cahaya lampu ini berbentuk “IF (masukan ‘waktu’) AND (masukan ‘hari’) THEN (keluarannya adalah ‘intensitas cahaya lampu’)”.

3. Evaluasi aturan fuzzy

Kemudian, langkah berikutnya adalah memasukkan aturan yang telah ditetapkan tersebut ke dalam sistem kontrol fuzzy untuk dievaluasi dan ditentukan tingkat keanggotaan keluaran yang bersumber pada kombinasi nilai masukan.

4. Defuzzifikasi

Langkah terakhir adalah tahap perubahan nilai-nilai hasil evaluasi aturan fuzzy menjadi nilai *crisp*, yang disebut dengan metode defuzzifikasi. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam sistem prediksi intensitas cahaya lampu ini adalah *Center of Gravity* (COG) untuk membulatkan nilai keluaran fuzzy menjadi nilai *crisp* [11].

Sementara penerapan metode fuzzy Sugeno juga memiliki 4 tahapan, antara lain yaitu:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap perubahan nilai-nilai *crisp* menjadi himpunan fuzzy melalui dengan proses memasukkannya ke dalam fungsi keanggotaan. Pada tahap ini, langkah kerjanya serupa dengan metode fuzzy Mamdani.

2. Pendefinisian aturan fuzzy

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan himpunan aturan fuzzy yang didalamnya terdiri dari gabungan himpunan fuzzy masukan dan keluaran. Aturan yang digunakan dalam sistem prediksi intensitas cahaya lampu ini berbentuk “IF (masukan ‘waktu’) AND (masukan ‘hari’) THEN (keluaran =

$f(\text{'hari'}, \text{'waktu'})$ ”, yang mana f merupakan fungsi matematika yang mengartikan pembulatan ke bawah dari hasil perhitungan rata-rata dari nilai yang mewakili himpunan hari dan waktu (jam) yang ditetapkan.

3. Evaluasi aturan fuzzy

Kemudian, langkah berikutnya adalah menerapkan aturan fuzzy yang telah dibuat, serta menghitung nilai keluaran yang bersumber pada kombinasi nilai masukan. Pada metode fuzzy Sugeno keluaran yang dihasilkan adalah nilai *crisp* dengan berdasarkan pada fungsi yang telah ditentukan.

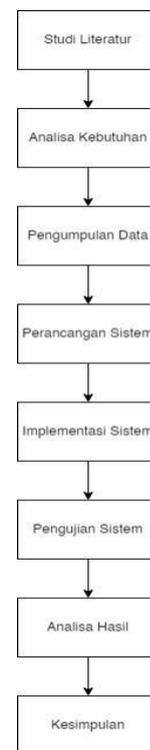
4. Defuzzifikasi (opsional)

Pada tahap ini, defuzzifikasi dapat dilakukan dengan mengubah nilai keluaran terlebih dahulu ke dalam himpunan fuzzy. Kemudian, barulah dapat menggunakan metode defuzzifikasi untuk memperoleh nilai *crisp*. Namun, penerapan defuzzifikasi pada metode fuzzy Sugeno adalah tidak wajib dilakukan [11].

Pada tahap *implementation system*, setelah mendeklarasikan dan menetapkan fungsi keanggotaan serta aturan pada tahap *system design*, maka data tersebut akan diolah dengan logika fuzzy Sugeno dan Mamdani [12].

Dengan demikian dari tahap-tahap yang telah dilalui dan dijalankan, maka sistem akan dapat mengatur intensitas cahaya lampu secara otomatis dengan berdasarkan waktu (jam) dan hari.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Metodologi Penelitian

A. Pengumpulan Data

Dalam mengembangkan sistem ini, data pengguna pada frekuensi penggunaan lampu sangatlah penting. Data yang akan dikelompokkan dan digunakan sebagai bahan pengembangan sistem ini, antara lain waktu (jam), hari, dan intensitas cahaya [13]. Data diperoleh dari percobaan pengguna dalam mengatur intensitas cahaya lampu di ruangnya selama 7 hari. Skenario dalam percobaan ini adalah pengguna mengatur intensitas cahaya lampu ruangnya dari rentang nilai 1 hingga 5 setiap jam sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pengguna pada saat jam tersebut. Hasil data yang diperoleh dari percobaan tersebut menjadi dasar untuk pengembangan sistem intensitas cahaya lampu ini.

B. Rancangan Sistem

Variabel *fuzzy* yang digunakan untuk menghitung akurasi prediksi intensitas cahaya lampu dengan metode Mamdani dan Sugeno adalah bersumber dari waktu (jam), hari, dan intensitas lampu dari data yang diperoleh.

Pada penerapan logika *fuzzy*, langkah pertama yang diupayakan adalah mengatur *domain* pada himpunan fuzzy di setiap variabel dan fungsi keanggotaannya, dengan mengikuti aturan sebagai berikut [14] :

1. Waktu

Variabel waktu memiliki domain dari 0 hingga 24, yang mewakili jam dalam sehari. Fungsi keanggotaan dan rentang nilainya dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu

Fungsi Keanggotaan	Rentang Nilai
Pagi	4-8
Siang	8-14
Sore	14-17
Malam	17-21
Tengah Malam	21-24

2. Hari

Variabel hari memiliki domain dari 1 hingga 7, yang mewakili hari dalam seminggu. Fungsi keanggotaan dan rentang nilainya dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Fungsi Keanggotaan Variabel Hari

Fungsi Keanggotaan	Rentang Nilai
Weekday	1-5
Weekend	5-7

3. Intensitas Cahaya

Variabel intensitas cahaya memiliki domain dari 1 hingga 5, yang mewakili tingkat keterangan cahaya lampu. Fungsi keanggotaan dan rentang nilainya dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel Fungsi Keanggotaan Variabel Intensitas Cahaya

Fungsi Keanggotaan	Rentang Nilai
Redup	1-2
Sedang	2-4
Terang	4-5

Selanjutnya, agar memperoleh nilai prediksi intensitas cahaya lampu, langkah berikutnya yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan indikator untuk setiap keadaan pada intensitas lampu. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah pembuatan aturan logika *fuzzy*, dengan aturan sebagai berikut [15]:

- IF Waktu == 'Pagi' and Hari == 'Weekday' THEN Intensitas Lampu = 'Sedang'
- IF Waktu == 'Pagi' and Hari == 'Weekend' THEN Intensitas Lampu = 'Redup'
- IF Waktu == 'Siang' THEN Intensitas Lampu = 'Redup'
- IF Waktu == 'Sore' THEN Intensitas Lampu = 'Sedang'
- IF Waktu == 'Malam' THEN Intensitas Lampu = 'Terang'
- IF Waktu == 'Tengah Malam' and Hari == 'Weekday' THEN Intensitas Lampu = 'Redup'
- IF Waktu == 'Tengah Malam' and Hari == 'Weekend' THEN Intensitas Lampu = 'Sedang'

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap sistem ini adalah dengan melakukan uji coba memasukkan data uji ke dalam sistem, beberapa data uji yang dipakai tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Uji Untuk Pengujian Prediksi Intensitas Cahaya Lampu

Waktu	Hari	Intensitas Cahaya
5	1	3
6	1	3
7	1	2
9	1	1
10	1	1

11	1	1
12	1	1
13	1	1
15	1	2
16	1	3
18	1	4
19	1	5
20	1	5
22	1	2
23	1	1

Berdasarkan *data testing* yang tercantum pada Tabel 1, dengan menggunakan metode Mamdani dan Sugeno diperoleh hasil prediksi intensitas cahaya lampu dan hasil akurasi dari metode tersebut. yang hasilnya prediksi tercantum di Tabel 5 dan 6 :

Tabel 5 Hasil Prediksi Intensitas Cahaya Lampu Dengan Metode Mamdani

Waktu	Hari	Intensitas Cahaya	Prediksi Intensitas Cahaya
5	1	3	3
6	1	3	3
7	1	2	3
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
15	1	2	3
16	1	3	3
18	1	4	5
19	1	5	5
20	1	5	5

22	1	2	1
23	1	1	1

Tabel 6 Hasil Prediksi Intensitas Cahaya Lampu Dengan Metode Sugeno

Waktu	Hari	Intensitas Cahaya	Prediksi Intensitas Cahaya
5	1	3	3
6	1	3	3
7	1	2	3
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
15	1	2	3
16	1	3	3
18	1	4	4
19	1	5	4
20	1	5	4
22	1	2	1
23	1	1	1

Dari hasil prediksi kedua metode pada tabel tersebut diperoleh, bahwa prediksi intensitas cahaya lampu sangat berpengaruh pada jam dan status hari. Semakin jam menunjukkan waktu siang, maka intensitas cahaya lampu semakin redup. Hal ini dapat dibuktikan di Tabel 5 dan 6 yang menunjukkan waktu pada pukul 9-13. Sedangkan, semakin jam menunjukkan waktu malam, maka intensitas cahaya semakin terang, terbukti di Tabel 5 dan 6 yang menunjukkan waktu pada pukul 15-20.

Sementara berdasarkan hari, diperoleh bahwa intensitas cahaya lampu di waktu yang menunjukkan pagi pada *weekday* rentang intensitasnya berada pada 2-3, sedangkan pagi pada *weekend* rentang intensitasnya menurun menjadi 1-2, Selain itu, pada tengah malam saat *weekday*, intensitasnya berada pada 1-2, tetapi saat *weekend* rentang intensitasnya meningkat menjadi 2-3.

Dari perbandingan hasil prediksi kedua metode tersebut, diperoleh bahwa metode mamdani lebih akurat dalam menangani dataset pada Tabel 4, dengan memiliki hasil akurasi 92.45%, sedangkan pada metode sugeno memiliki hasil akurasi 89.48%.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengembangan sistem prediksi intensitas cahaya lampu menggunakan pendekatan fuzzy, dengan membandingkan metode mamdani dan sugeno, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 97 data testing, metode Mamdani terbukti lebih akurat dalam menangani dataset tersebut dengan mencapai tingkat keakuratan sebesar 92.45%, sementara itu, metode Sugeno mencapai tingkat keakuratan sebesar 89.48%
2. Sistem prediksi intensitas cahaya lampu ini ditujukan untuk kalangan remaja dan dewasa yang memiliki jadwal padat dan seringkali lupa mematikan lampu di rumah. Pendekatan fuzzy Mamdani dipilih pada sistem ini karena lebih akurat dibandingkan dengan pendekatan fuzzy Sugeno, serta lebih cocok untuk kebutuhan pengaturan intensitas cahaya lampu di rumah pengguna. Oleh karena itu, sangat cocok digunakan di rumah pengguna karena dapat membuat pengguna tidak cemas lagi akan lupa mematikan lampu rumah, sebab intensitas cahaya lampu akan menurun atau meningkat secara otomatis berdasarkan jam dan waktu.

REFERENSI

- [1] Kusumo, A. S., Rusimanto, 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.
- [2] Nasution, Y. A., Syauqy, D., & Prasetyo, B. H. (2022). Rancang Bangun Sistem Tracking Matahari berdasarkan Cahaya dan Arus pada Sel Surya menggunakan Logika Fuzzy Model Sugeno. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(7), 3551-3559.
- [3] Setiawan, A. B., & Puriyanto, R. D. (2019). Pengatur Intensitas Cahaya Ruang dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan PLC. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 1(3), 100-107.
- [4] Annur, A. W. (2019). Penerapan Logika Fuzzy (Metode Sugeno) Untuk Aplikasi Mobile Monitoring Pencahayaan Rumah Menggunakan Arduino. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 3(1), 1-8.
- [5] Rullah, S. F. R., & Prebianto, N. F. (2020). Lampu Cerdas Multimode Menggunakan Arduino dengan Kontrol Fuzzy Berbasis Android. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(1), 10-15.
- [6] Muflihunna, K., & Mashuri, M. (2022). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi. *UNNES Journal of Mathematics*, 11(1), 27-37.
- [7] Andika, I. G. A. K. R., Yuwono, S., & Wibowo, A. S. (2020). Implementasi Pengendalian Intensitas Cahaya Lampu Berbasis Logika Fuzzy Dengan Menggunakan Sensor Ldr (application Of Ldr Sensor For Controlling Lamps' Light Intensity Based On Fuzzy Logic). *eProceedings of Engineering*, 7(3).
- [8] Rullah, S. F. R., & Prebianto, N. F. (2020). Lampu Cerdas Multimode Menggunakan Arduino dengan Kontrol Fuzzy Berbasis Android. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(1), 10-15.
- [9] Sihananto, A. N., Sari, A. P., Khariono, H., Fernanda, R. A., & Wijaya, D. C. M. (2022). Implementasi Metode K-Means Untuk Pengelompokan Kasus Covid-19 Tingkat Provinsi Di Indonesia. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 3(1), 76-85.
- [10] Makhfudz, N., Susilowati, E., & Aspriyani, R. (2023). IMPLEMENTASI FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) TIPE MAMDANI DAN SUGENO UNTUK PRAKIRAAN CUACA MENGGUNAKAN MATLAB. *Jurnal Teknologika*, 13(1), 52-62.
- [11] Kurnia, Y. E., Mulyono & Rochmad. 2020. Implementasi Algoritma Bee Colony dengan Metode Fuzzy Mamdani untuk Pengaturan Lampu Lalu Lintas. *Unnes Journal of Mathematics*, 9(2): 64-73.
- [12] Agriawan, M. N., Sania, S., Rasmita, C., Wahyuni, N., & Maisarah, M. (2021). Prototype Sistem Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 4(1), 39-42.
- [13] Kencana, E. S., & Purnomo, A. S. (2021). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit pada Gigi Menggunakan Metode Bayes-Forward Chaining. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 395-402.
- [14] Andreas, A., Pradana, R., Pramusinto, W., & Ferdiansyah, F. (2023, April). IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA PROTOTIPE PUPUK CAIR AQUASCAPE OTOMATIS DAN PENAMBAHAN AIR DENGAN MIKROKONTROLER ESP32. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)* (Vol. 2, No. 1, pp. 553-562).
- [15] Apriansyah, A., Fauzi, A., & Faisal, S. (2023). Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) Berbasis Internet of Things (IoT). *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 7(1), 292-299