



Sistem Kontrol dan Monitoring AC dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis IoT

Meiliyani Br Ginting¹, Nirwan Sinuhaji^{2*}, Ita Margaretta Br Tarigan³

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Rekayasa Perangkat Lunak, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan
Jl. Sei Batang Hari No.84a, Babura Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

²Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Manajemen Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan
Jl. Sei Batang Hari No.84a, Babura Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

³Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Teknik Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis Indonesia, Medan
Jl. Sei Batang Hari No.84a, Babura Sunggal, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹Meiliyani.ginting@gmail.com, ^{2*}nirwansinuhaji@yahoo.co.id, ³itamargaretta1997@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: nirwansinuhaji@yahoo.co.id

Submitted: 22/09/2024; Accepted: 20/10/2024; Published: 21/10/2024

Abstrak—Permasalahan suhu udara yang panas dapat mengganggu kenyamanan dalam ruangan dan efisiensi energi. Penggunaan AC sebagai solusi untuk menyejukkan ruangan sering kali tidak optimal, dengan masalah seperti AC yang tetap menyala ketika ruangan kosong dan pengaturan suhu yang sembarangan, yang dapat mempercepat kerusakan perangkat. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem kontrol dan monitoring AC yang memanfaatkan metode Fuzzy Mamdani berbasis Internet of Things (IoT). Metode Fuzzy Mamdani dipilih karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian dan variabilitas dalam pengaturan suhu, sementara IoT memungkinkan sistem untuk memantau dan mengendalikan AC secara real-time melalui internet. Sistem yang diusulkan dirancang untuk memantau kondisi AC, mengatur suhu secara otomatis berdasarkan kebutuhan aktual, dan memberikan informasi untuk tindakan korektif jika diperlukan. Dengan sistem ini, diharapkan penggunaan AC dapat dioptimalkan, efisiensi energi meningkat, dan masa pakai AC dapat diperpanjang. Penelitian ini menunjukkan pentingnya implementasi sistem kontrol berbasis Fuzzy Mamdani dan IoT untuk mengatasi ketidakefektifan penggunaan AC, meningkatkan kenyamanan, dan mengurangi konsumsi energi. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan AC yang lebih efisien di lingkungan pendidikan dan dapat menjadi model bagi aplikasi serupa di bidang lainnya. Dari hasil yang dilakukan suhu ruangan yang diuji adalah 25°C dengan kelembapan mencapai 80%. Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode Fuzzy Mamdani, diperoleh hasil keputusan untuk suhu AC yang direkomendasikan adalah 23,3°C. Hasil ini sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan secara manual.

Kata Kunci: Sistem Kontrol; Monitoring; AC; Fuzzy Mamdani; IoT

Abstract—The problem of hot air temperature can disrupt indoor comfort and energy efficiency. The use of AC as a solution to cool the room is often not optimal, with problems such as AC remaining on when the room is empty and arbitrary temperature settings, which can accelerate device damage. To overcome this problem, this study proposes the development of an AC control and monitoring system that utilizes the Fuzzy Mamdani method based on the Internet of Things (IoT). The Fuzzy Mamdani method was chosen because of its ability to handle uncertainty and variability in temperature settings, while IoT allows the system to monitor and control the AC in real-time via the internet. The proposed system is designed to monitor the condition of the AC, automatically adjust the temperature based on actual needs, and provide information for corrective action if necessary. With this system, it is expected that the use of AC can be optimized, energy efficiency increased, and the service life of the AC can be extended. This study shows the importance of implementing a Fuzzy Mamdani and IoT-based control system to overcome the suboptimal use of AC, improve comfort, and reduce energy consumption. The results of this study are expected to make a significant contribution to more efficient AC management in educational environments and can be a model for similar applications in other fields. From the results, the room temperature tested was 25°C with humidity reaching 80%. Based on data processing using the Fuzzy Mamdani method, the results of the decision for the recommended AC temperature were 23.3°C. These results are in accordance with the results of manual testing.

Keywords: Control System; Monitoring; AC; Fuzzy Mamdani; IoT

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Tropis yang memiliki udara yang cukup Panas. Sehingga aktivitas terutama didalam ruangan sering terganggu. ITB Indonesia adalah sebuah instansi yang bergerak dalam bidang pendidikan yang salah satu kampusnya ada di kota Medan. Kota Medan merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki suhu yang lumayan panas. Suhu yang panas dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dalam bekerja[1],[2] dan mempengaruhi kelembaban ruangan[3].

Dalam menghadapi udara yang panas maka dibutuhkan alat yang dapat memberikan udara yang sejuk. AC merupakan salah satu alat yang dapat memberi solusi untuk menyejukkan ruangan. Dari hasil pengamatan penulis maka penggunaan AC pada ITB Indonesia selama ini belum dilakukan secara benar sehingga mengakibatkan AC tidak berfungsi secara optimal. Sering ditemukan AC masih hidup padahal ruangan dalam keadaan kosong atau dalam keadaan sedang tidak digunakan.

Selain itu pengaturan suhu AC sering dilakukan secara sembarangan. Hal inilah yang mengakibatkan AC cepat rusak atau tidak berfungsi secara optimal. Sistem kontrol diharapkan dapat membantu untuk memonitoring keadaan AC[4],[5],[6]. Sistem kontrol AC pada ruangan kedepannya dapat digunakan secara maksimal dan



seoptimal mungkin[7],[8],[9]. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk memonitoring penggunaan AC adalah metode Fuzzy Mamdani berbasis IoT[10][11],[12].

Metode ini akan digunakan untuk mengoptimalkan fungsi AC yang ada pada ITB Indonesia. Sistem monitoring adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mengawasi, memantau, dan mengumpulkan data atau informasi secara berkala tentang suatu proses, perangkat, lingkungan, atau aktivitas tertentu[13],[14] selain itu dapat mengefesiesikan penggunaan energi listrik[15].

Tujuan utama dari sistem monitoring digunakan untuk memastikan bahwa penggunaan AC dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan standar yang ditetapkan dan dapat mendeteksi keadaan AC[16],[17]. Selain itu sistem monitoring juga digunakan untuk memberikan informasi yang diperlukan untuk mengambil tindakan yang tepat jika terjadi masalah atau perubahan kondisi yang signifikan. Internet of Things (IoT) digunakan untuk membantu agar dapat terhubung dan berkomunikasi melalui internet [18],[19],[20], selain itu IoT juga dapat membantu memberikan informasi[21],[22],[23]. Metode fuzzy memberikan fleksibilitas yang baik untuk penalaran[24],[25],[26]. Dengan cara ini, kita dapat mempertimbangkan ketidakakuratan dan ketidakpastian suatu situasi yang terjadi[27],[28],[29]

Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengatasi penggunaan AC yang kurang efektif serta dapat mendukung penggunaan listrik yang lebih efisien dan efektif. Dengan menerapkan konsep fuzzy dan IoT maka informasi suhu AC dapat segera didapatkan sehingga dapat dilakukan pengontrolan serta pengendalian suhu AC sesuai kebutuhan. Urgensi penelitian ini adalah pentingnya alat yang dapat digunakan untuk memonitoring serta mengendalikan AC sehingga dapat mengoptimalkan fungsi AC dan menjaga AC untuk tidak cepat rusak.

Dari beberapa penelitian terdahulu ada yang meneliti tentang pengontrol AC dengan menggunakan metode Sugeno, ada yang memanfaatkan IoT sebagai kendali AC. Penulis melihat belum ada hasil monitoring yang dikirim ke web. Pada penelitian ini penulis akan membuat Sistem Kendali dan Monitoring AC dengan terlebih dahulu menganalisa data dengan menggunakan metode Fuzzy Mamdani dan yang menjadi kebaruan dari penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 dan hasil dari monitoring suhu ruangan akan dikirim ke dalam database dalam bentuk website

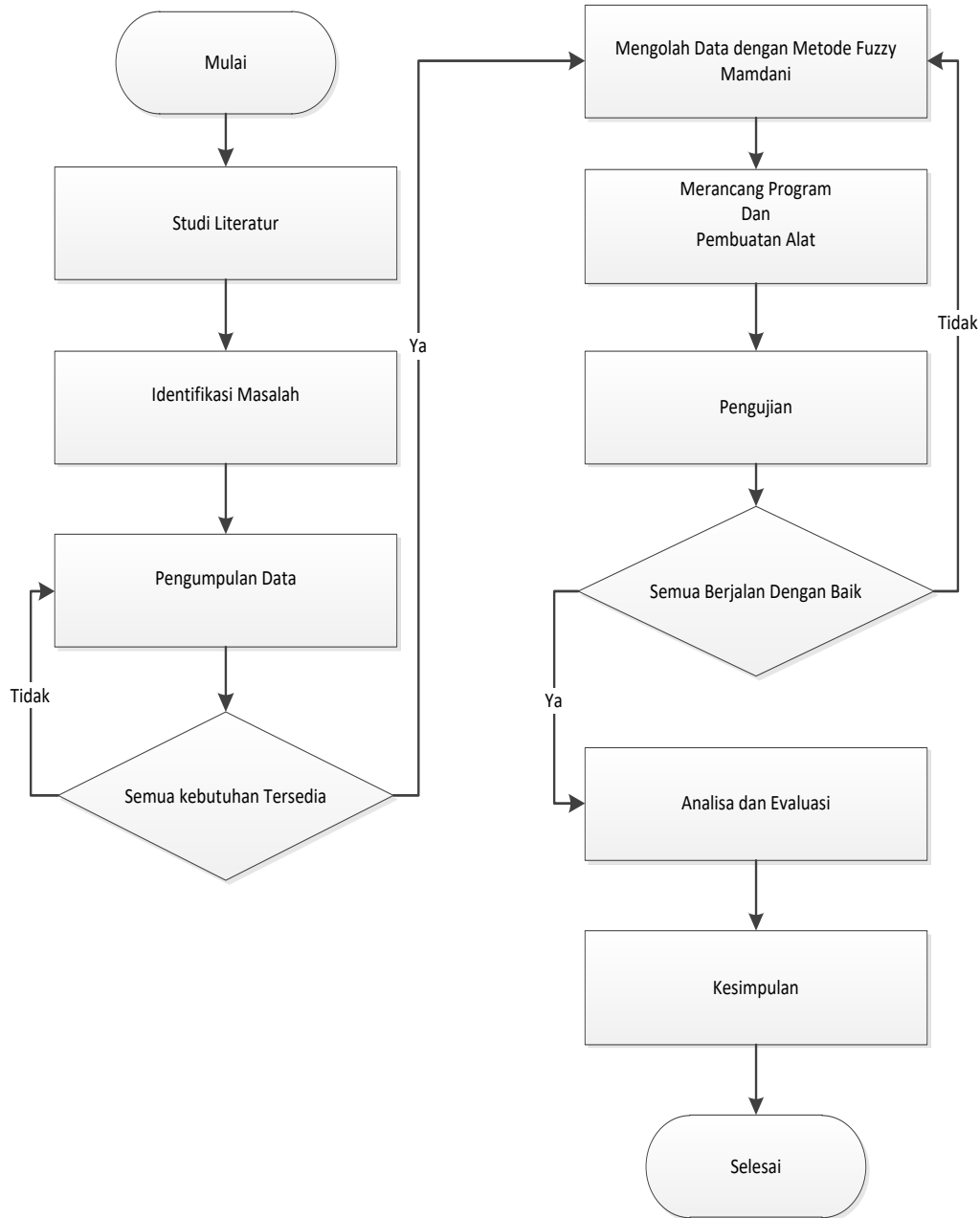
Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mengefektifkan penggunaan AC dengan menjaga kestabilan suhu AC yang ada pada ruangan kampus ITB Indonesia, Membuat alat monitoring dan kontrol AC yang dapat dikendalikan melalui internet. Sehingga penggunaan AC pada ITB Indonesia dapat terkontrol dan kedepannya Penggunaan energi Listrik Juga dapat stabil sesuai dengan kebijakan pemerintah menetapkan suhu pada 24°C .

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode fuzzy mamdani dengan tahapan menganalisa masalah, menetapkan data, menentukan fuzzyfication, menentukan membership function, menentukan rule evaluation serta defuzzification. Kemudian dilanjutkan pembuatan alat sebagai pengontrol penggunaan AC, serta memanfaatkan IoT sebagai pemberi informasi, sehingga dapat mengefektifkan penggunaan AC dengan menjaga kestabilan suhu AC. Pendekatan pemecahan masalah digunakan dengan memanfaatkan metode fuzzy mamdani dengan tahapan Mengidentifikasi masalah, menetapkan data dan mengolah data dengan metode fuzzy mamdani, kemudian membangun sebuah alat yang akan digunakan sebagai pengontrol penggunaan Air Conditioner, serta memanfaatkan IoT yang dapat memberi informasi, sehingga suhu ruangan dapat dikendalikan. Yang akhirnya dapat menjadi solusi dari permasalahan penggunaan AC yang kurang efektif. Diagram alir Penelitian dibuat supaya proses pengerjaan dapat dilakukan dengan terstruktur. Metodologi penelitian sebagai alur proses yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Studi Literatur, Pada tahap ini dilakukan pendalaman mengenai permasalahan penggunaan AC yang kurang efektif
- b. Identifikasi Masalah dan tahap analisis, Pada tahap ini dilakukan proses untuk mengidentifikasi data yang dibutuhkan, masalah dan tantangan yang harus diselesaikan dan menjelaskan solusi yang diusulkan untuk menyelesaikan masalah dan tantangan yang ada.
- c. Pengumpulan Data, pada tahap ini penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan yang sudah ditemukan.
- d. Implementasi, Pada tahap ini dilakukan implementasi Metode.
- e. Merancang program dan alat, pada tahap ini dilakukan pembuatan program serta pembuatan alat.
- f. Pengujian, Melakukan pengujian untuk melihat akurasi dari program dan alat yang dibangun.
- g. Melakukan pengujian data testing dengan metode yang telah di tentukan sehingga mendapatkan hasil akurasi yang terbaik.
- h. Evaluasi, Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian yang sudah dilakukan untuk mengambil kesimpulan dan saran.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

2.2 Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu sistem yang keluaran sistemnya dikendalikan pada suatu nilai tertentu atau untuk mengubah beberapa ketentuan yang telah ditetapkan oleh masukan ke sistem. Sebuah kendali suhu pada sistem pusat pemanasan di sebuah rumah, mempunyai masukan dari thermostat atau panel kendali yang telah ditentukan suhunya dan menghasilkan keluaran berupa suhu aktual. Suhu ini diatur dengan sistem kendali sehingga sesuai dengan nilai yang ditentukan oleh masukan pada sistem.

Sistem kendali terbuka atau open loop merupakan sebuah sistem yang tidak dapat mengubah dirinya sendiri terhadap perubahan situasi yang ada. Dengan kata lain, sistem kendali kalang terbuka tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Hal ini disebabkan karena tidak adanya umpan balik (feedback) pada sebuah sistem kalang terbuka. Sistem ini masih membutuhkan manusia yang bekerja sebagai operator. Pada sistem kalang terbuka masukan dikendalikan oleh manusia sebagai operator, dan perubahan kondisi lingkungan tidak akan langsung direspon oleh sistem, melainkan dikendalikan oleh manusia. Sistem kendali terbuka adalah kipas angin, dimana kuatnya putaran motor dikendalikan oleh manusia.

2.2 Internet of Thing

Internet of Thing (IoT) merupakan sebuah penemuan yang dapat menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan penggabungan teknologi serta dampak sosial. Jika ditinjau lebih lanjut, IoT merupakan sebuah



infrastruktur global yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, pemanfaatan layanan yang canggih dengan terkoneksi secara jarak jauh baik secara fisik ataupun virtual.

Internet of Thing (IoT) juga dikatakan sebagai sebuah sensor yang terhubung dengan internet dan dapat bertingkah laku seperti internet dengan membangun koneksi secara terbuka setiap saatnya. Internet of Thing (IoT) juga dapat berbagi data secara luas dan bebas untuk berbagai macam jenis aplikasi sehingga komputer dapat memahami serta menjadi bagian dari kehidupan masyarakat.

Maka dari itu Internet of Things dapat dikatakan sebuah konsep yang terhubung dengan perangkat sebagai media komunikasi berbasis internet. Dengan adanya IoT, seorang user dapat saling terhubung dan berkomunikasi untuk melakukan aktivitas tertentu, mencari, mengolah, dan mengirimkan informasi secara otomatis.

Pada dasarnya, IoT beroperasi dengan cara menghubungkan berbagai jenis perangkat seperti software atau hardware ke jaringan internet. Ada 3 komponen utama yang berperan penting dalam proses kerja IoT yaitu : sensor, gateway, dan cloud.

2.3 Fuzzy Logic Mamdani

Fuzzy logic adalah suatu logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran (fuzzyness) antara benar atau salah. Profesor Lotfi A. Zadeh merupakan pencetus sekaligus yang mengenalkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika fuzzy [8]. 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 [9].

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan keluaran, diperlukan empat tahapan [9]:

1. Pembentukan himpunan fuzzy.

Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi 1 atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi fuzzy
3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka infrensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.

- a. Metode Max (Maximum)

Pada metode max, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf} [x_i] \leftarrow \max (\mu_{sf} [x_i] , \mu_{kf} [x_i]) \tag{1}$$

dengan $\mu_{sf} [x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i dan $\mu_{kf} [x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

- b. Metode Additive (Sum)

Pada metode additive, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [x_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf} [x_i] + \mu_{kf} [x_i]) \tag{2}$$

dengan $\mu_{sf} [x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i dan $\mu_{kf} [x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

- c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode probabilistik OR (probor), solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [x_i] \leftarrow (\mu_{sf} [x_i] + \mu_{kf} [x_i]) - (\mu_{sf} [x_i] * \mu_{kf} [x_i]) \tag{3}$$

dengan $\mu_{sf} [x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i; dan $\mu_{kf} [x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

4. Penegasan (defuzzy). Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010), terdapat beberapa metode untuk yang dapat digunakan pada defuzzify, antara lain:

- a. Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode centroid, titik pusat daerah fuzzy diambil untuk memperoleh solusi crisp. Secara umum dapat dituliskan:

$$z * \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \rightarrow \text{untuk semesta kontinu} \tag{4}$$

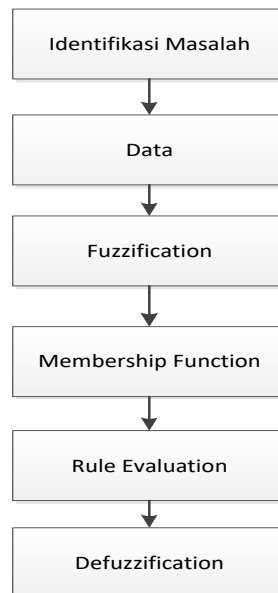
$$z * \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \rightarrow \text{untuk semesta diskret} \tag{5}$$

- b. Metode Bisektor
Pada metode bisektor, nilai pada domain yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy diambil untuk memperoleh solusi crisp.
- c. Metode Mean of Maximum (MOM)
Pada metode mean of maximum, nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum diambil untuk memperoleh solusi crisp.
- d. Metode Largest of Maximum (LOM)
Pada metode largest of maximum, nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum diambil untuk memperoleh solusi crisp.
- e. Metode Smallest of Maximum (SOM)
Pada metode smallest of maximum nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum diambil untuk memperoleh solusi crisp.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Fuzzy Mamdani

Analisis data dalam membangun konsep, model dan kebijakan menggunakan Metode Fuzzy. Adapun konsep dari metode fuzzy dapat dilihat berikut”



Gambar 2. Metode Fuzzy

Metode Fuzzy Salah satu Metode Analisis Data dalam penelitian ini. Proses analisis data diawali dengan identifikasi permasalahan, kemudian mengumpulkan data setelah data ditemukan maka dilanjut dengan menentukan fungsi keanggotaan, setelah itu menentukan rule evaluation dan akhirnya menentukan nilai Defuzzification.

1. Suhu

Suhu merupakan kondisi yang terjadi pada suatu ruangan ataupun tempat. Adapun sebagai inputan pada kondisi suhu ruangan dapat dilihat tabel 1 berikut:

Tabel 1. Input Suhu Ruangan

Suhu Ruangan (°C)	Keterangan
20-25	Dingin
24-30	Sedang
28-36	Panas

2. Kelembapan

Kelembapan merupakan kondisi yang terjadi pada suatu ruangan ataupun tempat. Adapun sebagai inputan pada kondisi kelembapan udara dapat dilihat tabel 2 berikut:

Tabel 2. Input Kelembapan Udara

Kelembapan (%)	Keterangan
40-60	Kering

Kelembapan (%)	Keterangan
55-75	Sedang
70-90	Lembab

3. Pengaturan Suhu AC

Pengaturan Suhu AC merupakan proses penentuan keadaan AC pada ruangan. Hal ini juga menandakan sebagai output ataupun luaran dan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Output Pengaturan Suhu AC

Suhu (°C)	Keterangan
16-22	Rendah
20-26	Sedang
25-30	Tinggi

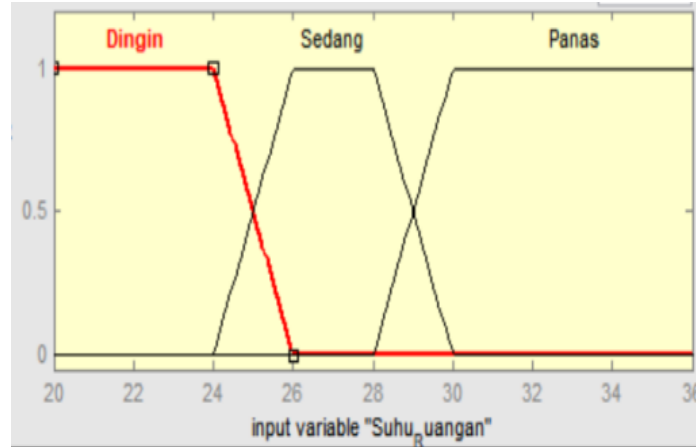
Langkah selanjutnya menentukan rule base fuzzy mamdani dari data membership function yang telah dibuat sebelumnya

1. If Suhu_Ruangan Dingin and Kelembapan Kering Then Pengaturan_Suhu_AC Rendah
2. If Suhu_Ruangan Dingin and Kelembapan Sedang Then Pengaturan_Suhu_AC Sedang
3. If Suhu_Ruangan Dingin and Kelembapan Lembab Then Pengaturan_Suhu_AC Tinggi
4. If Suhu_Ruangan Sedang and Kelembapan Kering Then Pengaturan_Suhu_AC Rendah
5. If Suhu_Ruangan Sedang and Kelembapan Sedang Then Pengaturan_Suhu_AC Sedang
6. If Suhu_Ruangan Sedang and Kelembapan Lembab Then Pengaturan_Suhu_AC Sedang
7. If Suhu_Ruangan Panas and Kelembapan Kering Then Pengaturan_Suhu_AC Rendah
8. If Suhu_Ruangan Panas and Kelembapan Sedang Then Pengaturan_Suhu_AC Rendah
9. If Suhu_Ruangan Panas and Kelembapan Lembab Then Pengaturan_Suhu_AC Sedang

Himpunan fuzzy beserta fungsi keanggotaan dari variabel Suhu Ruangan, Kelembapan dan Pengaturan Suhu sebagai berikut.

a. Himpunan fuzzy Suhu Ruangan

Himpunan Suhu Ruangan dibagi menjadi tiga himpunan yaitu pada Suhu interval 20-26 Dingin, pada interval 24 – 30 sedang, pada interval 28-36 Panas.



Gambar 3. Variabel Suhu Ruangan

Persamaan fungsi keanggotaan untuk variabel Suhu Ruangan adalah sebagai berikut :

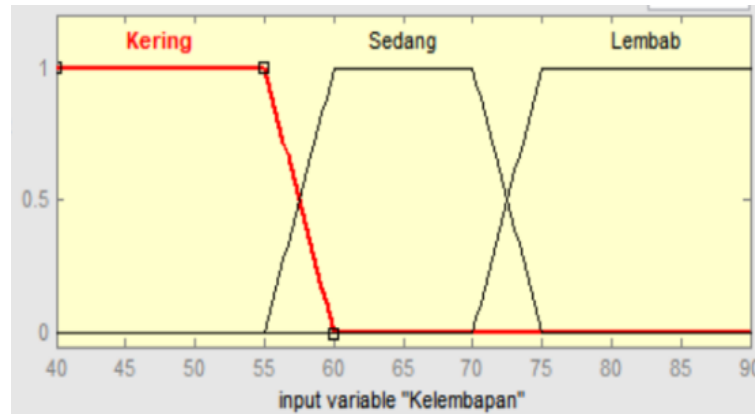
$$\mu_{Dingin} = \begin{cases} 1; x \leq 20 \\ \frac{26-x}{26-20}; 20 \leq x \leq 26 \\ 0; x \geq 26 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; x \leq 24 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-24}{27-24}; 24 \leq x \leq 27 \\ \frac{30-x}{30-27}; 27 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas} = \begin{cases} 1; x = 27 \\ 0; x \leq 28 \\ \frac{x-28}{36-28}; 28 \leq x \leq 36 \\ 1; x \geq 36 \end{cases}$$

b. Himpunan fuzzy Kelembapan

Himpunan Kelembapan dibagi menjadi tiga himpunan yaitu kering pada interval 40-60, sedang pada interval 55 – 75, Lembab pada interval 70-90. Himpunan fuzzy untuk Kelembapan dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 4. Variabel Kelembapan

Fungsi keanggotaan untuk variabel Kelembapan sebagai berikut :

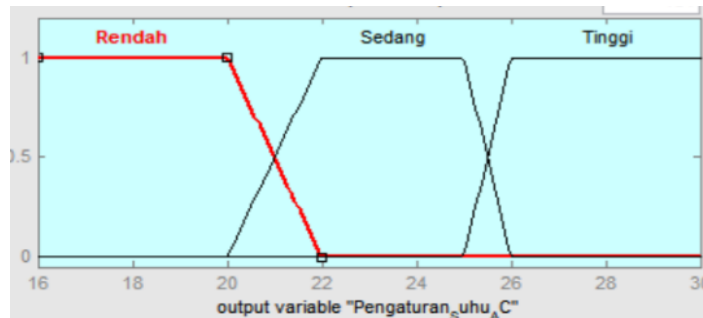
$$\mu_{Kering} = \begin{cases} 1; x \leq 55 \\ \frac{60-x}{60-55}; 55 < x < 60 \\ 0; x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; x \leq 55 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-55}{65-55}; 55 < x < 65 \\ \frac{70-x}{70-65}; 65 < x < 70 \\ 1; x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{Lembab} = \begin{cases} 0; x \leq 70 \\ \frac{x-70}{90-70}; 70 < x < 90 \\ 1; x \geq 90 \end{cases}$$

c. Himpunan fuzzy untuk Pengaturan Suhu AC

Himpunan Fuzzy Pengaturan Suhu AC dibagi menjadi Tiga bagian yaitu Rendah pada interval 16-22, Sedang pada interval 20 – 26, Tinggi pada interval 25-30. Himpunan fuzzy untuk Pengaturan Suhu AC dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 5. Variabel Pengaturan Suhu AC

Fungsi keanggotaan variabel prestasi sebagai berikut ;

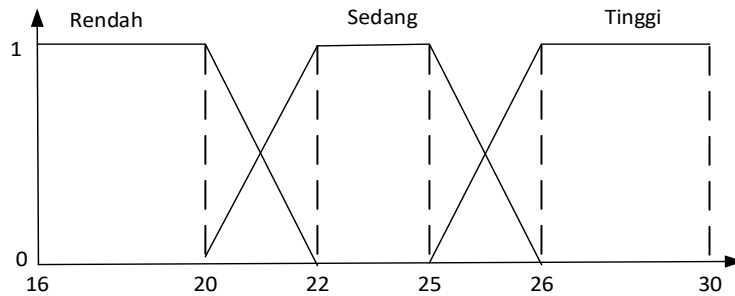
$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1; x \leq 16 \\ \frac{22-x}{22-16}; 16 \leq x \leq 22 \\ 0; x \geq 22 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 26 \\ \frac{x-20}{23-20}; 20 \leq x \leq 23 \\ \frac{26-x}{26-23}; 23 \leq x \leq 26 \\ 1; x \leq 23 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0; x \leq 25 \\ \frac{x-25}{30-25}; 25 \leq x \leq 30 \\ 1; x \geq 30 \end{cases}$$

Pengujian dilakukan untuk mengetahui Pengaturan Suhu Pada AC dengan parameter Suhu Ruangan dan Kelembapan. Misalkan Suhu Ruangan 25^oc dan Kelembapan 80^oc Berapakah suhu yang akan diatur pada AC. Penyelesaian :

1. Perhitungan FIS Metode Mamdani
 - a) Pembentukan Himpunan Fuzzy Suhu Ruangan



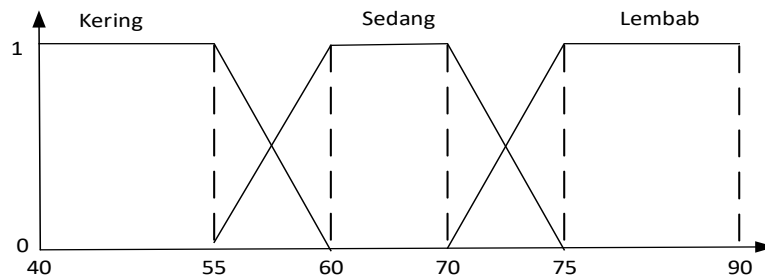
Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Suhu Ruangan

Pada gambar 6 dapat dilihat Suhu Ruangan 25⁰c berada pada himpunan Dingin dan himpunan Sedang, Maka derajat keanggotaan dapat dibuat seperti berikut :

$$\mu_{\text{Dingin}}(x) = \frac{26-25}{26-20} = \frac{1}{6} = 0,16$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \frac{25-24}{30-24} = \frac{1}{6} = 0,16$$

- b) Pembentukan Himpunan Fuzzy pada Kelembapan



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Kelembapan

Pada gambar 8 dapat dilihat Kelembapan 80⁰c berada pada himpunan Lembab , Maka derajat keanggotaan dapat dibuat seperti berikut :

$$\mu_{\text{Lembab}}(x) = \frac{90-80}{90-70} = \frac{10}{20} = 0,5$$

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Dari fungsi keanggotaan yang sudah terbentuk maka setelah disesuaikan yang cocok adalah Rule 3 dan Rule 6
 R3. If Suhu_Ruangan Dingin and Kelembapan Lembab Then Pengaturan_Suhu_AC Tinggi

$$\alpha\text{-Predikat } 3 = \min(0.16; 0.5)$$

$$\alpha\text{-Predikat } 3 = 0.16$$

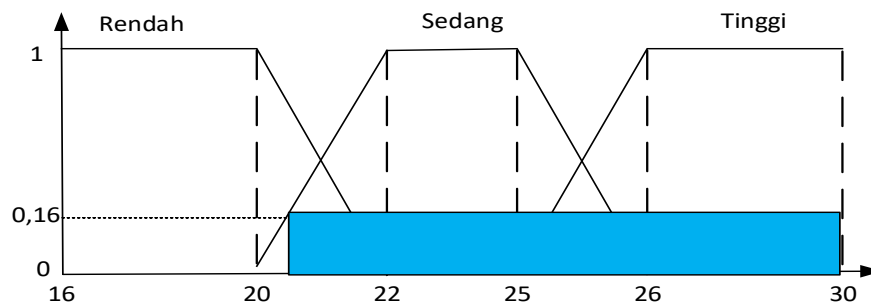
R3. If Suhu_Ruangan Sedang and Kelembapan Lembab Then Pengaturan_Suhu_AC Sedang

$$\alpha\text{-Predikat } 3 = \min(0.16; 0.5)$$

$$\alpha\text{-Predikat } 3 = 0.16$$

3. Komposisi Antar Aturan

Komposisi antar Aturan berada pada output Pengaturan Suhu AC Tinggi dan Pengaturan Suhu AC Sedang



Gambar 8. Komposisi Antar Aturan Pengaturan Suhu AC

Kemudian dilanjutkan dengan menentukan titik potong

1. Titik Potong 1

$$\frac{t1-20}{26-20} = 0,16$$

$$T1=(0,16 \times 6)+20 = 20,96$$

2. Titik Potong 2

$$\frac{30-t2}{30-25} = 0,16$$

$$T2=30-(0,16 \times 5) = 29,2$$

Maka dapat dibentuk fungsi keanggotaan baru sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Pengaturan suhu AC}} = \begin{cases} \frac{x-20}{26-20}, & 20 \leq x \leq 20,96 \\ 0,16; & 20,96 \leq x \leq 29,2 \\ \frac{30-x}{30-25}; & 29,2 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

4. Defuzzifikasi

Pada tahap Defuzzifikasi pada mamadani menggunakan metode Centroid of area (COA) yaitu menentukan nilai crisp dengan mengambil titik pusat setiap daerah. Proses Defuzzifikasi dilakukan sebagai berikut :

$$M1 = \int_{20}^{20,96} \frac{z-20}{26-20} dz = 1,585152$$

$$M2 = \int_{20,96}^{29,2} 0,16 dz = 33,065472$$

$$M3 = \int_{29,2}^{30} \frac{30-z}{30-25} dz = 1,885867$$

$$A1 = \int_{20}^{20,96} \frac{z-20}{26-20} dz = 0,9768$$

$$A2 = \int_{20,96}^{29,2} 0,16 dz = 1,3184$$

$$A3 = \int_{29,2}^{30} \frac{30-z}{30-25} dz = 0,064$$

Maka dapat dihitung titik pusat sebagai berikut

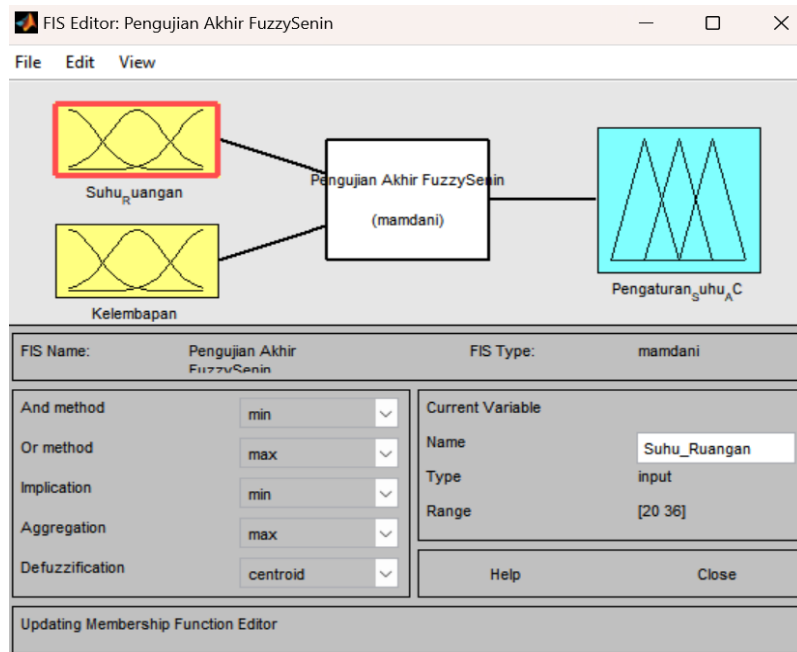
$$Z = \frac{M1 + M2 + M3}{A1 + A2 + A3}$$

$$Z = \frac{1,585152 + 33,065472 + 1,885867}{0,9768 + 1,3184 + 0,064}$$

$$Z = \frac{36,536491}{1,4592}$$

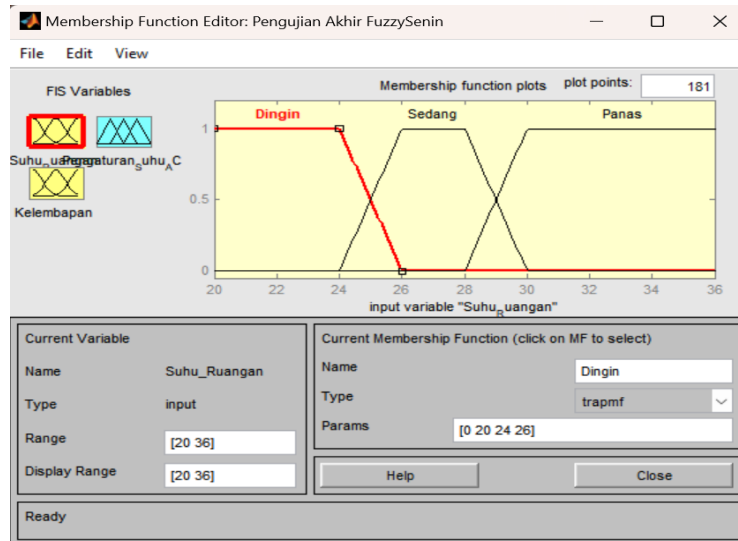
$$Z = 25,03$$

Pertama dilakukan penentuan Variabel



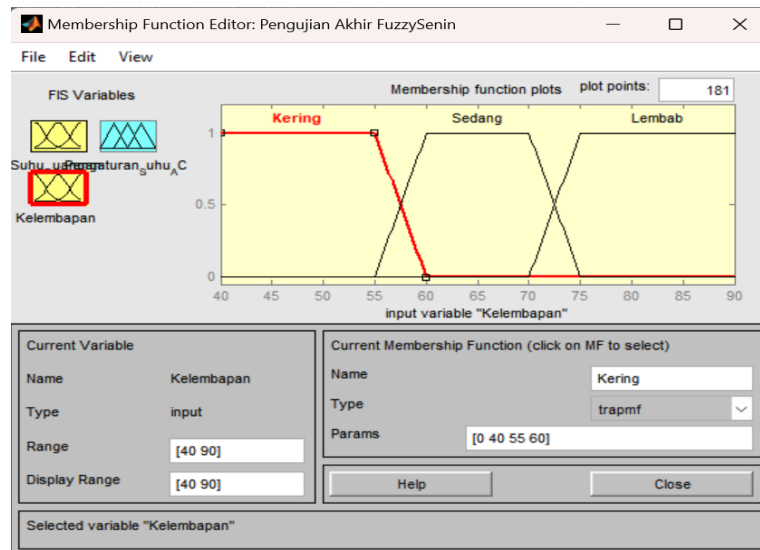
Gambar 9. Fungsi Keanggotaan

Pada tahap ini ada tiga variabel fuzzy yang dibentuk yaitu : untuk Input terdiri dari variabel Suhu Ruangan dan Kelembapan, untuk output terdiri dari Pengaturan Suhu Ruangan. Kedua dilakukan penentuan himpunan untuk setiap variabel



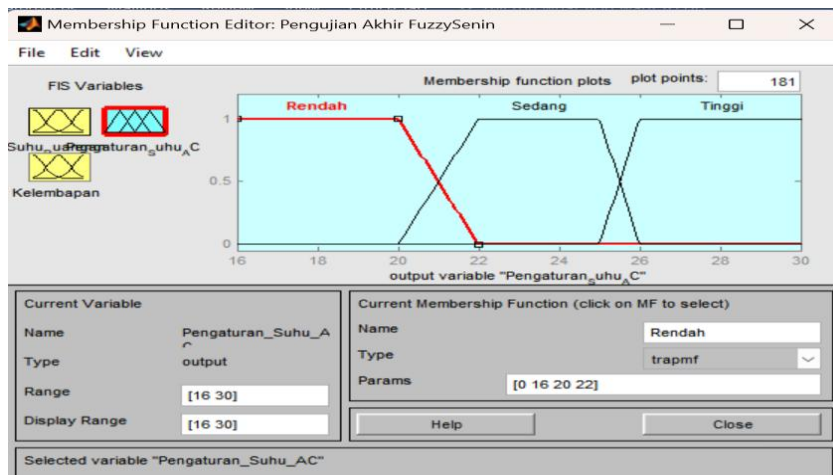
Gambar 10. Fungsi Keanggotaan untuk Suhu Ruang

Untuk Suhu Ruang terdiri dari himpunan : Dingin dengan interval(20-26), Sedang dengan interval(24 - 30), Panas dengan interval(28-36).



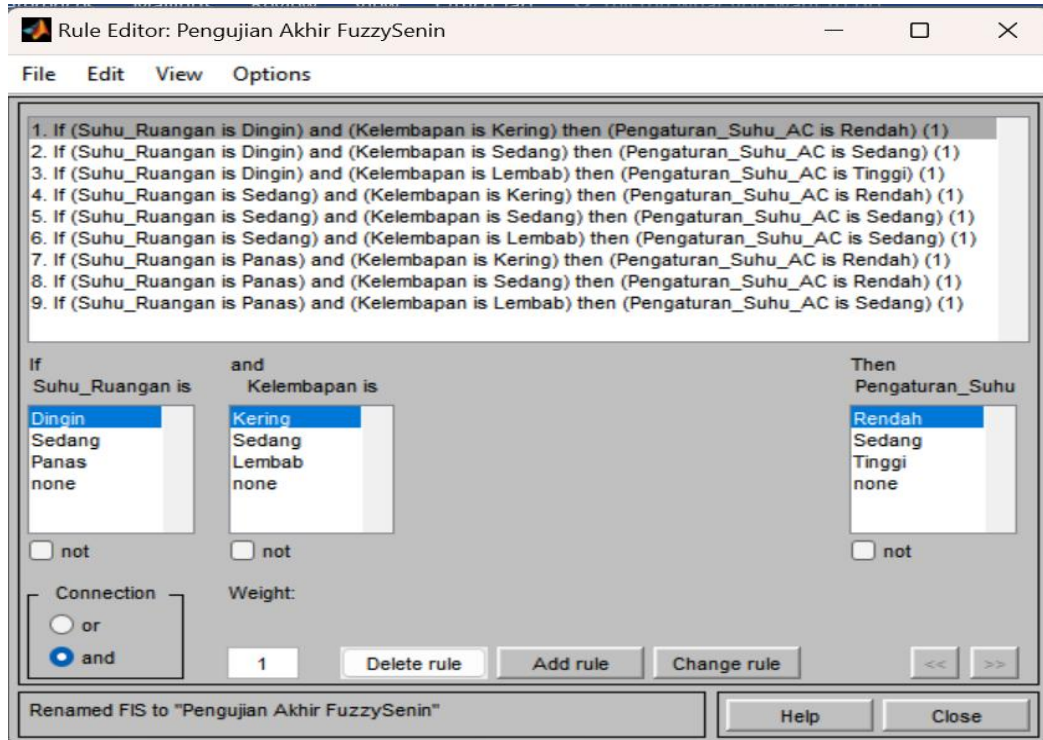
Gambar 11. Fungsi Keanggotaan untuk Kelembapan

Untuk Kelembapan terdiri dari himpunan : Kering dengan interval(40-60), Sedang dengan interval(55 - 75), Panas dengan interval(70-90).

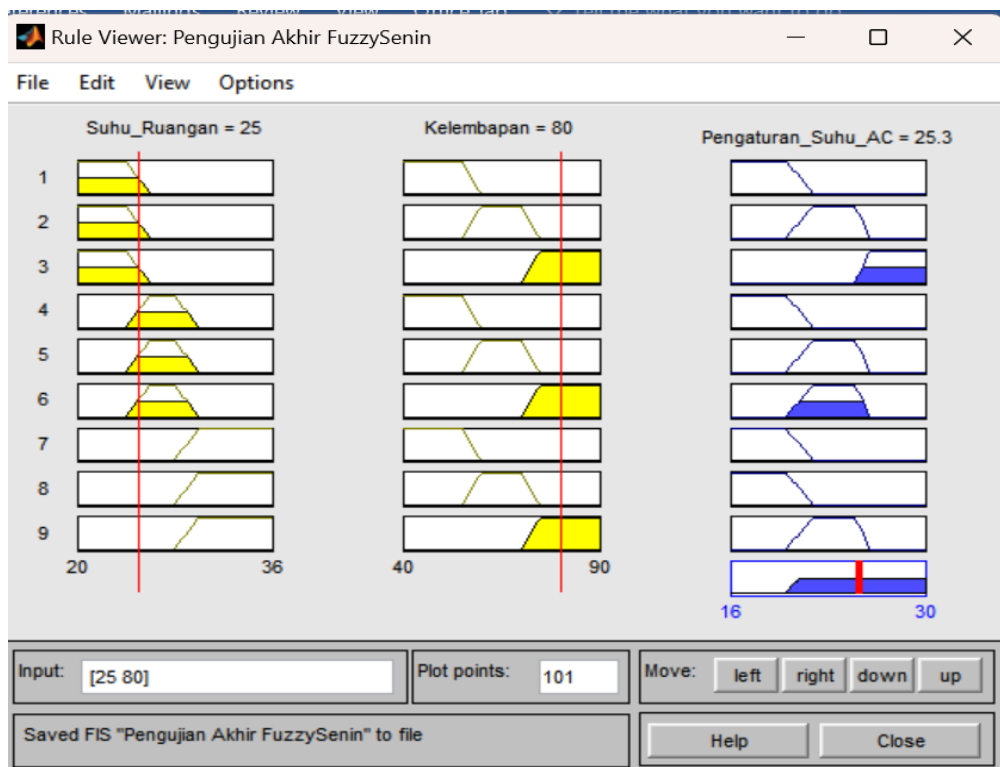


Gambar 12. Fungsi Keanggotaan untuk Pengaturan Suhu Ruang

Untuk Pengaturan Suhu Ruang terdiri dari himpunan : Rendah dengan interval(16-22), Sedang dengan interval(20 -26), Tinggi dengan interval(25-30). Ketiga Menentukan Rule Evaluation



Gambar 13. Rule Evaluation



Gambar 14. Hasil Rule Viewer

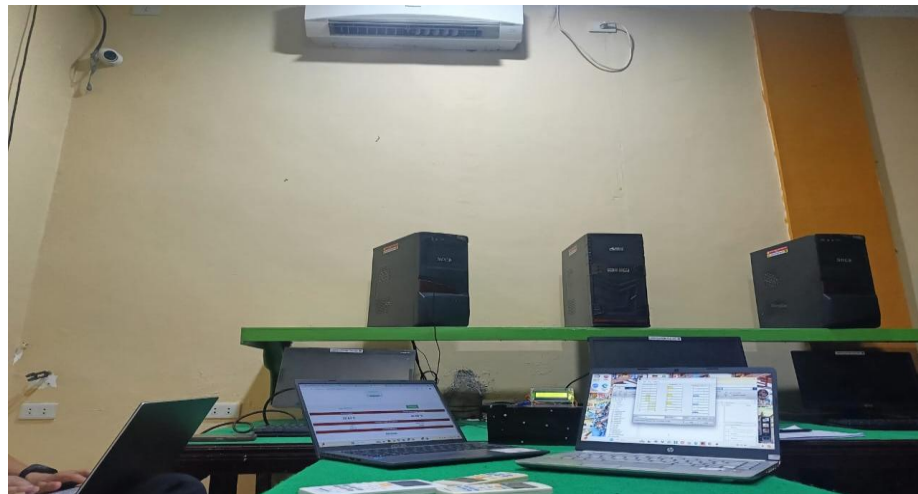
Gambar 14. merupakan gambar hasil dari pengujian untuk Suhu Ruang 25 dan Kelembapan 80 yang menghasilkan pengaturan Suhu AC pada 25,3^oC

3.3 Pengujian Alat

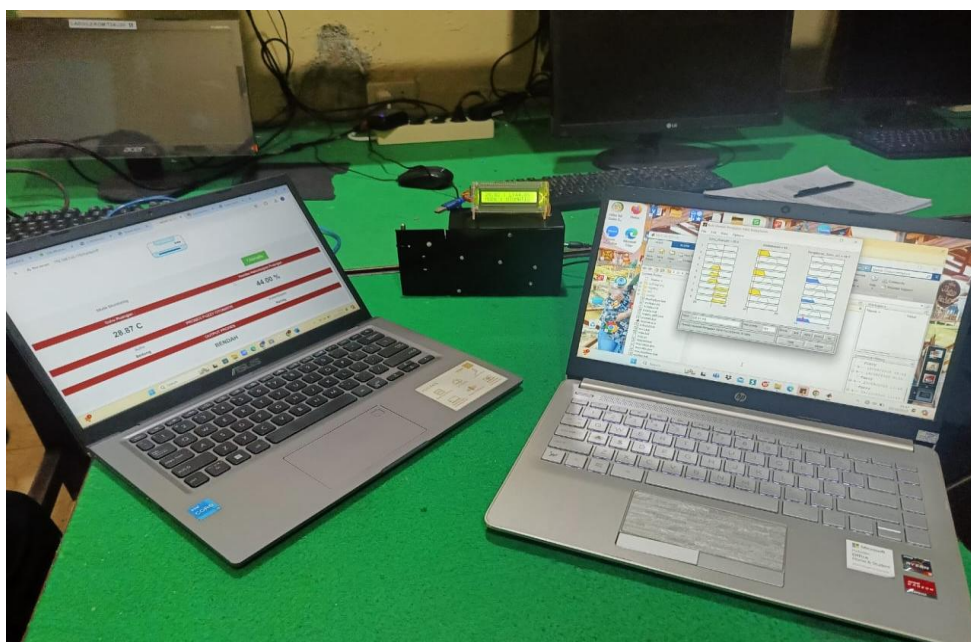
Setelah dilakukan proses penyelesaian dengan Fuzzy Mamdani, maka selanjutnya dilakukan hasil pengujian dari sistem sebagai berikut:



Gambar 15. Proses Perancangan Sistem



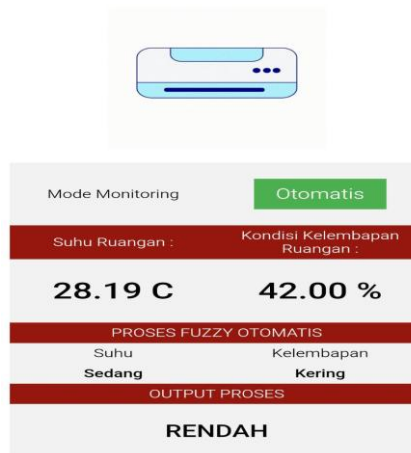
Gambar 16. Proses Pengujian Sistem



Gambar 17. Proses Pengujian Sistem dengan AC

Selanjutnya proses untuk melakukan kontrol dari jarak jauh, adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

MONITORING AC



Gambar 18. Hasil Pengujian Suhu AC

MONITORING AC



Gambar 19. Hasil Kontrol Sistem

Proses Pengujian Metode Fuzzy Mamdani. Pengujian metode Fuzzy Mamdani dilakukan menggunakan perangkat lunak Matlab. Tahapan-tahapan dalam proses ini meliputi:

1. Penentuan Data: Mengidentifikasi data suhu ruangan dan kelembapan yang akan digunakan dalam pengujian.
2. Pembentukan Variabel dan Himpunan: Menentukan variabel yang relevan dan membentuk himpunan fuzzy untuk setiap variabel.
3. Penentuan Fungsi Keanggotaan: Menetapkan fungsi keanggotaan yang menggambarkan derajat keanggotaan setiap nilai dalam himpunan fuzzy.
4. Penentuan Rule Evaluation: Mengembangkan aturan fuzzy (rules) yang akan digunakan untuk mengevaluasi dan menghasilkan output berdasarkan input yang diberikan.

Dalam pengujian ini, suhu ruangan yang diuji adalah 25°C dengan kelembapan mencapai 80%. Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode Fuzzy Mamdani, diperoleh hasil keputusan untuk suhu AC yang direkomendasikan adalah 23,3°C. Hasil ini sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan secara manual..

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian sistem kontrol dan monitoring AC menggunakan metode Fuzzy Mamdani berbasis IoT adalah sebagai berikut Metode fuzzy Mamdani terbukti efektif dalam mengontrol suhu AC secara otomatis dengan mempertimbangkan variabel input seperti suhu ruangan dan kelembapan. Pengujian menggunakan Matlab menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi suhu AC yang sesuai berdasarkan kondisi lingkungan yang ada. Dengan mengintegrasikan IoT (Internet of Things), sistem kontrol AC di ITB Indonesia dapat memantau dan mengendalikan suhu secara real-time dari jarak jauh. Sensor-sensor yang terhubung melalui IoT memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan terus-menerus, serta memungkinkan penyesuaian suhu AC yang cepat dan efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem fuzzy berbasis IoT memberikan keputusan yang konsisten dan akurat dalam menentukan suhu AC. Hasil dari pengujian



secara manual dan hasil dari sistem fuzzy menunjukkan kesesuaian yang baik, dengan suhu yang diatur oleh AC berada dalam kisaran yang diinginkan. Dari hasil yang dilakukan suhu ruangan yang diuji adalah 25°C dengan kelembapan mencapai 80%. Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode Fuzzy Mamdani, diperoleh hasil keputusan untuk suhu AC yang direkomendasikan adalah 23,3°C. Hasil ini sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan secara manual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia atas bantuan dana penelitian melalui program Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Pendanaan 2024. Ucapan terimakasih kepada Bapak Rektor ITB Indonesia Dr. David JM Sembiring, M.Kom yang telah mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENCES

- [1] H. H. Abrianto, K. Sari, and I. Irmayani, "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 38–49, 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i1.2687.
- [2] N. H. Zulni and R. Latuconsina, "Perancangan Aplikasi Monitoring Dan Prediksi Cuaca Pada Jemuran Otomatis Designing Monitoring Application and Weather Forecast for Automatic Clothes Hanger," *Agustus*, vol. 7, no. 2, p. 4806, 2020.
- [3] N. Anis and A. Setia Budi, "Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 4, pp. 1810–1816, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [4] B. A. Abdilah, M. A. Murti, and A. Z. Fuadi, "Rancang Bangun Pengontrolan AC (Air Conditioner) Untuk Penghematan Energi Dengan Kendali Fuzzy Logic Sugeno Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan LoRa," *J. Mikrotik*, vol. 8, no. 1, pp. 55–64, 2018.
- [5] M. Y. Ihza, M. G. Rohman, and A. A. Bettaliyah, "Perancangan Sistem Controller Lighting and Air Conditioner Di Unisla Dengan Konsep Internet of Things (Iot) Berbasis Web," *Gener. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2022, doi: 10.29407/gj.v6i1.16295.
- [6] M. A. Afandi, S. Nurandi, and I. K. A. Enriko, "Automated Air Conditioner Controler and Monitoring Based on Internet of Things," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 11, no. 1, p. 83, 2021, doi: 10.22146/ijeis.64563.
- [7] E. M. Y. Erwin and F. Pratama, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Server Berbasis IoT Menggunakan Arduino Pada PT. Bintaro Serpong Damai," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 7, no. 1, pp. 15–22, 2023, doi: 10.47970/siskom-kb.v7i1.453.
- [8] M. Arfan Ravy Wahyu Pratama, Y. Agus Pranoto, and M. Orisa, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Pasien Isolasi Covid-19 Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 495–502, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3786.
- [9] T. D. Hendrawati and K. Algifary, "Pengembangan Sistem Kontrol dan Monitoring pada Irigasi Tanaman Cabe Berbasis Node Nirkabel dan Internet of Things (IoT) menggunakan Metode Fuzzy Logic," pp. 4–7, 2022.
- [10] P. adi Sudarmawan, A. Panji Sasmito, and R. Primaswara, "PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA SISTEM MONITORING DAN KONTROL KANDANG AYAM OTOMATIS BERBASIS IoT," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 315–320, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3265.
- [11] M. W. Hamdani, "Perancangan dan Implementasi Metode Kontrol Fuzzy Logic Mamdani pada Sistem Kontrol TDS dan pH Hidroponik," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 10, no. 2, pp. 171–183, 2022, doi: 10.32487/jtt.v10i2.1555.
- [12] A. F. Akbar and S. Rasyad, "... Kontrol Suhu Ac (Air Conditioner) Pada Ruang Meeting Secara Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Iot," *Teliska*, vol. 16, no. Iii, pp. 15–22, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teliska/article/view/6898%0Ahttps://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teliska/article/download/6898/2910>
- [13] A. Pradypta, L. Anifah, N. Kholis, and F. Baskoro, "Rancang Bangun Sistem Monitoring pH Dan Kontrol Suhu Pada Media Pemeliharaan ikan Hias Air Tawar Afrianzah Pradypta Lilik Anifah , Nur Kholis , Farid Baskoro," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 270–277, 2022.
- [14] Y. A. Nasution, "Rancang Bangun Monitoring Motor Brushless DC Berbasis Internet of Things dengan Kontrol Fuzzy," *J. Tek. Elektro UNESA*, vol. 9, no. 2, pp. 355–363, 2020.
- [15] G. S. Fahmi, Diding Suhardi, and Widiyanto, "Analisis Audit dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Air Conditioning (AC) di Gedung Kantor BPJS Daerah Kota Malang dengan Pendekatan AHP," in *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 2021, vol. 4, no. 1, pp. 335–343.
- [16] E. Setyawan, U. Chotijah, and H. D. Bhakti, "Implementasi Pemadam Kebakaran Otomatis Pada Ruang Menggunakan Pendeteksi Asap Suhu Ruang Dan Sensor Api Berbasis Esp32 Dengan Metode Fuzzy Sugeno Dan Internet of Things (Iot)," *Indexia*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.30587/indexia.v3i1.2850.
- [17] S. Plowerita, A. S. Handayani, I. Hadi, and N. L. Husni, "Sistem Monitoring Kesehatan Dalam Penentuan Kondisi Tubuh Dengan Metode Fuzzy Mamdani," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, p. 102, 2021, doi: 10.33387/protek.v8i2.3341.
- [18] 2019) Aditya Eka P, "BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64," *Gastron. ecuatoriana y Tur.*



- local., vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- [19] M. Natsir, D. B. Rendra, and A. D. Y. Anggara, "Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya," *J. PROSISKO (Pengembangan Ris. dan Obs. Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 6, no. 1, pp. 69–72, 2019.
- [20] A. D. Novianto, I. N. Farida, and J. Sahertian, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 316–321, 2021.
- [21] A. Fauzi, S. A. Wibowo, and R. Primaswara Prasetya, "Penerapan Internet of Things Terhadap Rancang Bangun Sistem Monitoring Perawatan Dan Peningkat Pemberian Pakan Pada Ikan Cupang Dengan Metode Fuzzy," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 645–652, 2021.
- [22] M. M. F. Fatori, "Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik," *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 350–356, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1746.
- [23] C. Saputra, R. Setiawan, and Y. Arvita, "Penerapan Sistem Kontrol Suhu dan Monitoring Serta Kelembapan pada Kumbung Jamur Tiram Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *J. Sains dan Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 116–126, 2022, doi: 10.34128/jsi.v8i2.504.
- [24] N. Made and G. A. Pramesti, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Air Conditioner Dengan Fuzzy Logic," *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2022.
- [25] S. Sunanto, R. Firdaus, and Makmur Setiawan Siregar, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Kendali Suhu dan Kelembaban Ruang Server," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 128–136, 2021, doi: 10.37859/coscitech.v2i2.3362.
- [26] A. Moch Rafli and E. Andika, "Perancangan Alat Sortir Buah Tomat Menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Berbasis IoT," 2023.
- [27] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [28] J. Prayudha, A. Pranata, and A. Al Hafiz, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 141–148, 2018, doi: 10.33330/jurteks.v4i2.57.
- [29] R. R. Rizky and Z. Hakim, "Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Pandeglang Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Syntax J. Inform.*, vol. 9, no. 1, p. 15, 2020, doi: 10.35706/syji.v9i1.3439.]