



IMPELEMENTASI METODE FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN KAPASITAS AIR CONDITIONER

Dandy Wicaksono^{1*}, Budi Santoso², Slamet Kacung³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Dr Soetomo

email: dandywicaksono888@gmail.com^{1*}

Abstrak: Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis metode Fuzzy Tsukamoto yang bertujuan membantu konsumen dalam menentukan kapasitas dan kategori AC secara tepat. Sistem dirancang dalam bentuk aplikasi web interaktif yang memberikan rekomendasi jenis AC Split-Wall dengan kapasitas mulai dari $\frac{1}{2}$ PK hingga 2 PK. Rekomendasi yang dihasilkan mempertimbangkan sejumlah parameter penting, seperti tinggi ruangan, luas ruangan, intensitas cahaya, jumlah orang dalam ruangan, harga unit AC, serta daya listrik yang tersedia. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui wawancara langsung dengan ahli di bidang tata udara untuk memastikan validitas dan relevansi parameter yang digunakan. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan rekomendasi yang optimal dan disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna. Evaluasi hasil menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi yang akurat dan bermanfaat, terutama bagi pengguna yang belum berpengalaman dalam memilih perangkat pendingin udara. Dengan pendekatan berbasis logika fuzzy, sistem ini mampu menyajikan panduan yang efisien dan praktis. Selain itu, implementasi sistem ini juga diharapkan dapat meningkatkan kepuasan pengguna, mendukung efisiensi energi, serta membantu proses pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan berbasis data dalam pemilihan AC yang sesuai.

Kata Kunci : Pendukung Keputusan, Air Conditioner, Logika Fuzzy, Fuzzy Tsukamoto.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat, khususnya pada mesin pendingin udara AC (*Air Conditioner*), telah membawa perubahan signifikan dalam kehidupan masyarakat, terutama di Indonesia[1]. Penggunaan AC yang semakin meluas menjadi salah satu faktor utama dalam meningkatkan kenyamanan di ruang tertutup, terutama di daerah-daerah dengan suhu panas yang tinggi[2]. Namun, dengan banyaknya pilihan kapasitas dan fitur AC yang tersedia di pasaran, konsumen sering kali menghadapi kesulitan dalam memilih AC yang tepat sesuai dengan kebutuhan mereka. Hal ini terutama berlaku bagi konsumen baru yang kurang memiliki pengetahuan dasar mengenai spesifikasi AC yang sesuai dengan kondisi ruangan mereka[3].

Banyaknya kapasitas AC yang tersedia di pasaran menyebabkan konsumen mengalami kesusahan dalam menentukan kapasitas yang tepat. Namun, proses pemilihan AC yang efisien seringkali dilakukan tanpa mempertimbangkan faktor-faktor seperti tinggi ruangan, luas ruangan, intensitas cahaya, dan jumlah orang secara menyeluruh, sehingga berisiko mendapatkan AC yang tidak sesuai dengan kebutuhan ruangan. [4].

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, diperlukan sebuah sistem yang mengimplementasikan metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK) guna merekomendasikan kapasitas dan kategori AC yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sistem Pendukung Keputusan digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang bertujuan mengurangi kesalahan dalam penilaian serta meningkatkan efektivitas hasil keputusan[5]. Dalam penelitian ini, sistem akan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Fuzzy Tsukamoto merupakan salah satu metode logika fuzzy yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan karena kemampuannya dalam menangani data yang bersifat tidak pasti[6]. Fuzzy Tsukamoto sangat sesuai untuk digunakan dalam menentukan kapasitas AC yang optimal berdasarkan kriteria seperti tinggi ruangan, luas ruangan, intensitas cahaya, dan jumlah orang.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi konsumen dalam memilih AC, terutama bagi pengguna baru yang belum memiliki pengalaman dalam menentukan kapasitas AC yang tepat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan kepuasan konsumen dalam pengambilan keputusan terkait pemilihan AC.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengembangan sistem pendukung keputusan untuk menentukan kapasitas AC, berbagai metode telah digunakan dalam penelitian sebelumnya menggunakan metode VIKOR, yang menilai alternatif berdasarkan beberapa kriteria seperti harga, konsumsi daya listrik, dan kapasitas pendinginan[7]. Selain itu, metode Simple Additive Weighting (SAW) juga telah diterapkan dalam kasus serupa dan terbukti menghasilkan rekomendasi yang akurat, sehingga dianggap efektif dalam proses pengambilan keputusan[8]. Fuzzy AHP telah diterapkan dalam pemilihan karyawan terbaik[9]. Fuzzy Tsukamoto digunakan untuk mengatur suhu AC secara optimal di dalam ruangan[10]. Berdasarkan hasil kajian literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode fuzzy dalam sistem pendukung keputusan untuk menentukan kapasitas AC masih tergolong jarang. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem rekomendasi berbasis metode Fuzzy Tsukamoto yang mempertimbangkan sejumlah parameter penting, seperti luas dan tinggi ruangan, intensitas cahaya, jumlah pengguna, harga, serta daya listrik, guna menghasilkan rekomendasi yang tepat. Sistem ini akan

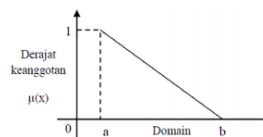


dirancang sebagai aplikasi web dengan memanfaatkan bahasa pemrograman Python serta framework Streamlit untuk mendukung pengolahan data dan antarmuka pengguna yang interaktif[11]. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai dasar dalam pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti tinggi ruangan, luas ruangan, intensitas cahaya, jumlah orang, harga, dan daya listrik.

SPK sebagai sistem berbasis komputer interaktif yang membantu pengambil keputusan dalam menganalisis data dan model untuk menyelesaikan masalah tidak terstruktur. SPK memiliki karakteristik utama seperti mendukung keputusan individu maupun kelompok, serta memberikan analisis berbasis model yang relevan. SPK memiliki kemampuan untuk menangani berbagai proses pengambilan keputusan, baik dalam situasi terstruktur maupun semi-terstruktur. SPK juga terintegrasi dengan sistem informasi lainnya guna meningkatkan efektivitas dalam pemrosesan data dan pengambilan keputusan[12].

Fuzzy logic adalah sebuah metode yang digunakan untuk menangani ketidakpastian atau ambiguitas dalam pengambilan keputusan atau pemrosesan data. Berbeda dengan logika klasik yang hanya mengenal dua nilai, yaitu benar atau salah (1 atau 0), fuzzy logic memperkenalkan konsep nilai antara 0 dan 1 yang memungkinkan untuk menggambarkan ketidakpastian atau variabel yang tidak pasti dalam bentuk yang lebih dekat dengan cara berpikir manusia[13]. Himpunan fuzzy merupakan konsep yang memperluas fungsi karakteristik sehingga mencakup nilai real dalam interval 0 hingga 1. Derajat keanggotaan dalam himpunan ini menunjukkan bahwa suatu elemen dalam himpunan semesta tidak hanya memiliki nilai 0 atau 1, tetapi juga dapat berada di antara kedua nilai tersebut[14]. Dengan demikian, kebenaran suatu elemen tidak terbatas pada benar atau salah, melainkan dapat memiliki nilai di antaranya, di mana nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan nilai lainnya berada di antara keduanya. Himpunan fuzzy memiliki dua atribut utama yaitu, linguistik adalah penamaan grup yang mewakili kondisi tertentu menggunakan bahasa alami, dan numeris adalah angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Penentuan nilai keanggotaan dapat dilakukan melalui pendekatan fungsi, dengan berbagai jenis fungsi yang dapat digunakan tergantung pada kebutuhan dan karakteristik data[15].

Fungsi linear turun adalah salah satu jenis fungsi keanggotaan yang menggambarkan hubungan menurun antara nilai domain dan derajat keanggotaan. Fungsi ini dimulai dari nilai domain di sebelah kiri dengan derajat keanggotaan tertinggi (1) dan secara bertahap menurun seiring bertambahnya nilai domain hingga mencapai derajat keanggotaan terendah (0) di sebelah kanan. Representasi linear turun dapat dilihat pada Gambar 1:

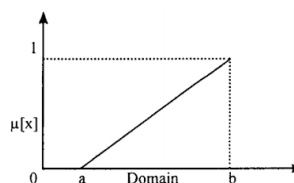


Gambar 1. Representasi Linear Turun

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x < a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

jika x berada di bawah atau sama dengan nilai a , maka x sepenuhnya termasuk dalam himpunan fuzzy. Ketika x berada di antara a dan b , nilai keanggotaannya menurun secara linier. Sedangkan jika x melebihi b , maka nilai tersebut tidak lagi termasuk dalam himpunan fuzzy.

Fungsi linear naik adalah bentuk fungsi keanggotaan fuzzy yang menunjukkan peningkatan nilai keanggotaan secara bertahap dari 0 hingga 1 seiring bertambahnya nilai domain. Fungsi ini digunakan untuk merepresentasikan variabel yang mulai dari tidak memenuhi hingga sepenuhnya memenuhi suatu kondisi. Representasi linear naik dapat dilihat pada Gambar 2:



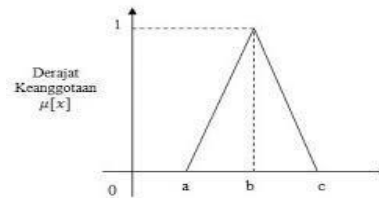
Gambar 2. Representasi Linear Naik

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Jika x lebih kecil dari atau sama dengan a , maka nilai tersebut tidak termasuk dalam himpunan fuzzy. Ketika nilai x berada di antara a dan b , derajat keanggotaannya meningkat secara linier. Dan ketika x melebihi atau sama dengan b , nilai tersebut dianggap sepenuhnya termasuk dalam himpunan fuzzy.



Fungsi keanggotaan segitiga adalah bentuk sederhana dalam logika fuzzy yang terdiri dari dua garis lurus yang membentuk pola segitiga. Fungsi ini ditentukan oleh tiga titik, yaitu a , b , dan c , di mana a dan b merupakan batas nilai dengan derajat keanggotaan nol, sedangkan b adalah titik maksimum dengan derajat keanggotaan satu. Fungsi ini efektif untuk menggambarkan perubahan nilai keanggotaan secara bertahap dan sering digunakan karena kemudahannya. Representasi linear segitiga dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Representasi Linear Segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

Jika nilai x kurang dari atau sama dengan a , atau lebih besar dari atau sama dengan c , maka derajat keanggotaannya adalah 0, menandakan bahwa x tidak termasuk dalam himpunan fuzzy. Untuk nilai x antara a dan b , derajat keanggotaan dihitung dengan rumus $\frac{x-a}{b-a}$, yang menunjukkan peningkatan linier dari 0 ke 1. Sementara itu, jika x berada antara b dan c , digunakan rumus $\frac{c-x}{c-b}$, yang menggambarkan penurunan linier dari 1 ke 0. Fungsi ini membentuk kurva segitiga yang mencerminkan perubahan derajat keanggotaan secara bertahap.

METODE

Penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan seluruh kebutuhan data dengan melakukan wawancara pada ahli pendingin tata udara untuk mendapatkan data yang sesuai dengan kebutuhan sistem yang diharapkan dapat memecahkan masalah.

Pengembangan sistem dimulai dengan merancang basis data dan antarmuka pengguna sebagai elemen utama. Setelah perancangan selesai, program diimplementasikan menggunakan platform web dengan framework Streamlit. Selanjutnya, dilakukan uji coba untuk mengukur kinerja sistem dan dilanjutkan dengan evaluasi guna menilai efektivitasnya.

Proses menentukan kapasitas AC yang sesuai dengan kebutuhan ruangan masih menjadi tantangan bagi banyak konsumen, terutama bagi mereka yang kurang berpengalaman dan belum memahami karakteristik teknis AC secara menyeluruh. Di Indonesia, beragam pilihan kapasitas AC yang beredar di pasaran sering membuat konsumen kebingungan dalam memilih unit yang tepat. Beberapa faktor penting yang seharusnya dipertimbangkan dalam pemilihan AC antara lain adalah tinggi ruangan, luas ruangan, intensitas cahaya, dan jumlah orang. Namun, banyak konsumen yang masih bergantung pada intuisi pribadi atau rekomendasi orang lain tanpa mempertimbangkan aspek teknis secara cermat, yang pada akhirnya bisa menyebabkan pemilihan AC yang tidak sesuai. Kesalahan ini dapat berujung pada konsumsi energi yang tidak efisien atau ketidaknyamanan suhu dalam ruangan. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sebuah aplikasi berbasis web yang mampu memberikan rekomendasi pemilihan kapasitas dan jenis AC secara tepat dengan menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto.

Rincian himpunan *input* dalam penentuan kapasitas air conditioner terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Himpunan Input

Variabel	Himpunan Input Fuzzy	Bobot
Tinggi Ruangan	Kecil	[0-2.7m]
	Sedang	[2.6-3.2m]
	Tinggi	[>3m]
Luas Ruangan(m ²)	Kecil	[0-16m]
	Sedang	[14-24m]
	Besar	[>20m]
Intensitas Cahaya(%)	Rendah	[0-4]
	Sedang	[3-7]
	Tinggi	[6-10]



Jumlah Orang	Sedikit Sedang Banyak	[1-4orang] [3-8orang] [>7 orang]
--------------	-----------------------------	--

Rincian himpunan *Output* dalam penentuan air conditioner terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Himpunan Output

Variabel	Himpunan Input Fuzzy	Bobot
Kapasitas	Kecil Sedang Besar	[0.5-1PK] [0.5-1.5PK] [1-2PK]

Derajat Keanggotaan Fuzzy

Berikut beberapa fungsi keanggotaan dari setiap kriteria dari menentukan kapasitas ac

Derajat Keanggotaan Tinggi Ruangan

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2.7 \\ \frac{3.2 - x}{3.2 - 2.6}; & 2.6 < x \leq 3.2 \\ 0; & x > 3.2 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2.6 \\ \frac{x - 2.6}{3.2 - 2.6}; & 2.6 < x \leq 3.2 \\ \frac{3.2 - x}{3.2 - 3}; & 3.2 < x \leq 3 \\ 0; & x > 3 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Tinggix} = \{1; x > 3\} \quad (6)$$

Derajat Keanggotaan Luas Ruangan

$$\mu_{Kecil}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 16 \\ \frac{24 - x}{24 - 14}; & < x \leq 24 \\ 0; & x \geq 24 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 14 \\ \frac{x - 14}{24 - 14}; & 14 < x \leq 24 \\ \frac{24 - x}{24 - 20}; & 24 < x \leq 20 \\ 0; & x > 20 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Besar}(x) = \{1; \text{Jika } x > 20\} \quad (9)$$

Derajat Keanggotaan Jumlah Orang

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 4 \\ \frac{8 - x}{8 - 3}; & 3 < x \leq 5 \\ 0; & x \geq 8 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \\ \frac{x - 3}{8 - 3}; & 3 < x \leq 8 \\ \frac{x - 7}{x - 7}; & x > 7 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{Besar}(x) = \{1; x > 7\} \quad (12)$$

Derajat Keanggotaan Intensitas Cahaya



$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 4 \\ \frac{7-x}{7-3}; & 3 < x \leq 7 \\ 0; & x \geq 7 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{7-3}; & 3 < x \leq 7 \\ \frac{10-x}{10-7}; & 7 < x \leq 10 \\ 0; & x > 10 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{Besar}(x) = \begin{cases} 1; & x > 6 \end{cases} \quad (15)$$

Infrensi fuzzy Tsukamoto

Metode inferensi fuzzy Tsukamoto merupakan suatu pendekatan dalam logika fuzzy yang menerapkan aturan IF-THEN dengan konsekuen berupa fungsi keanggotaan monoton. Pada metode ini, setiap aturan menghasilkan keluaran numerik tegas (crisp) yang diperoleh melalui evaluasi derajat kebenaran menggunakan operator minimum (MIN), diikuti dengan pencarian nilai output melalui invers fungsi keanggotaan konsekuen. Selanjutnya, seluruh nilai keluaran crisp tersebut diintegrasikan menggunakan metode rata-rata tertimbang (Weighted Average) untuk menentukan nilai keputusan akhir yang representatif.

Menentukan Nilai Infrensi

Pada tahap inferensi fuzzy Tsukamoto, setiap aturan yang berbentuk IF-THEN akan dievaluasi dengan menghitung nilai firing strength atau derajat kebenaran. Nilai ini diperoleh dengan menggunakan operator MIN, yaitu dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil dari semua premis dalam satu aturan

α_1

$$= \min(\mu_{A1}(x), \mu_{B1}(x)) \quad (16)$$

Nilai α_1 merupakan nilai derajat kebenaran atau kekuatan aktivasi dari suatu aturan fuzzy. Fungsi keanggotaan $\mu_{A1}(x)$ dan $\mu_{B1}(x)$ masing-masing menggambarkan seberapa besar nilai x termasuk dalam himpunan fuzzy A_1 dan B_1 .

Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses akhir dalam sistem logika fuzzy yang mengkonversi output fuzzy menjadi nilai numerik tunggal (crisp) yang dapat digunakan sebagai keputusan. Metode weighted average adalah salah satu teknik defuzzifikasi yang populer, dimana nilai output akhir dihitung sebagai rata-rata tertimbang dari nilai keluaran setiap aturan, dengan bobot berupa derajat kebenaran (firing strength) aturan tersebut

$$z = \frac{\sum (\alpha_i x_i)}{\sum \alpha_i} \quad (17)$$

Nilai Z merupakan output akhir yang sudah berbentuk crisp. Nilai α_1 adalah derajat keanggotaan dari aturan fuzzy ke-1, sedangkan z_1 adalah nilai output crisp dari aturan tersebut. Setiap nilai z_1 dikalikan dengan α_1 untuk menunjukkan kontribusi masing-masing aturan. Hasil perkalian tersebut dijumlahkan, lalu dibagi dengan jumlah seluruh α_1 , sehingga menghasilkan nilai akhir yang proporsional berdasarkan kekuatan masing-masing aturan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi metode fuzzy tsukamoto, dengan ketentuan sebagai berikut :

Tinggi Ruangan : 2.9m

Luas Ruangan : 12m

Intensitas Cahaya : 5

Jumlah Orang : 3

Maka nilai tinggi ruangan termasuk kategori sedang dan tinggi, luas ruangan termasuk kategori kecil, intensitas cahaya termasuk kategori sedang, dan jumlah orang termasuk kategori sedikit. Untuk menentukan kapasitas ac yang tepat dan sesuai nilai yang sudah ditentukan maka proses selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan *fuzzy tsukamoto* sebagai berikut:

Fuzzyfikasi

Langkah pertama yang perlu dilakukan proses ini adalah menghitung nilai keanggotaan untuk setiap variabel input yang digunakan.

1. Tinggi ruangan 2.9
Jika tinggi ruangan 2.9
Rendah = 0.5
Sedang = 0.5
Tinggi = 0
2. Luas Ruangan 12m
Rendah = 1
Sedang = 0
Besar = 0



3. Intensitas cahaya 5
Rendah = 0.5
Sedang = 0.5
Besar = 0
4. Jumlah orang 3
Sedikit = 1
Sedang = 0
Besar = 0

Menentukan Aturan Fuzzy

Setelah nilai keanggotaan ditentukan, langkah selanjutnya adalah menetapkan aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN berdasarkan kombinasi variabel input dan output sebagai berikut:

1. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 0.5 PK.
2. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 0.75 PK.
3. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
4. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 0.75 PK.
5. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
6. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
7. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
8. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
9. Jika tinggi ruangan kecil, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
10. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 0.75 PK.
11. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
12. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
13. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
14. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
15. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
16. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
17. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
18. Jika tinggi ruangan sedang, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
19. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1 PK.
20. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
21. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedikit, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
22. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 1.5 PK.
23. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.



24. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang sedang, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
25. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya rendah, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
26. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya sedang, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK.
27. Jika tinggi ruangan besar, luas ruangan kecil, intensitas cahaya tinggi, dan jumlah orang banyak, maka kapasitas AC yang direkomendasikan adalah 2 PK

Infrensi Fuzzy Tsukamoto

Pada tahap ini, setiap aturan fuzzy yang telah dibuat akan dievaluasi dengan menentukan nilai firing strength menggunakan operator MIN. Nilai firing strength diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil dari masing-masing premis dalam aturan.

Aturan 2 (Kapasitas AC 0,75PK)

$$\alpha_2 = \min(0.5, 1, 0.5, 1) = 0.5 \quad (18)$$

Aturan 3 (Kapasitas AC 1PK)

$$\alpha_3 = \min(0.5, 1, 0.5, 1) = 0.5 \quad (19)$$

Aturan 11 (Kapasitas AC 1PK)

$$\alpha_{11} = \min(0.5, 1, 0.5, 1) = 0.5 \quad (20)$$

Aturan 12 (Kapasitas AC 1.5PK)

$$\alpha_{12} = \min(0.5, 1, 0.5, 1) = 0.5 \quad (21)$$

Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi pada metode Tsukamoto menggunakan metode *weight average*, yaitu dengan membagi jumlah dari hasil $a \cdot z$ yang ada di setiap rule dengan jumlah dari a yang ada di setiap rule

$$Z = \frac{(0.5 \cdot 0.75) + (0.5 \cdot 1) + (0.5 \cdot 1) + (0.5 \cdot 1.5)}{0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5} = \frac{(0.375) + (0.5) + (0.5) + (0.5)}{2} = \frac{2.125}{2} \approx 1.06PK \quad (22)$$

Setelah mendapatkan nilai $Z = 1.06pk$ langkah selanjutnya adalah menentukan derajat keanggotaan pada variabel output dan membandingkannya. Menentukan Keanggotaan output himpunan fuzzy untuk kapasitas AC (PK) terdiri dari 0.5pk, 0.75pk, 1pk, 1.5pk, 2pk. Jika nilai $Z = 1.06pk$ maka keanggotaan fuzzy pada himpunan yang mendekati 1.06 yaitu 1pk dan 1.5pk. Menggunakan interpolasi linear untuk menentukan derajat keanggotaan:

$$1) \mu_{1pk} = \frac{1.5 - 1.06}{1.5 - 1} = \frac{0.44}{0.5} = 0.88 \quad (23)$$

$$2) \mu_{1.5pk} = \frac{1.06 - 1}{1.5 - 1} = \frac{0.06}{0.5} = 0.12 \quad (24)$$

Membandingkan Keanggotaan dan Menentukan Output Dari hasil perhitungan, diperoleh Keanggotaan pada 1pk = 0.88. Keanggotaan pada 1.5pk = 0.12. Karena 1pk memiliki keanggotaan yang lebih tinggi 0.88 dibandingkan 1.5pk 0.12 jadi. Rekomendasi yang diberikan adalah kapasitas ac 1pk.

Implementasi Sistem

Sistem yang dikembangkan berfungsi untuk menentukan kapasitas AC menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Sistem ini memiliki tiga menu utama, yaitu Input Data, Panduan, dan Hasil Perhitungan. Masing-masing menu memiliki peran tersendiri, seperti memasukkan parameter ruangan, menampilkan panduan kriteria perhitungan, serta menyajikan rekomendasi kapasitas AC berdasarkan proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

Halaman Input Data

Pada halaman ini, pengguna dapat memasukkan berbagai parameter yang dibutuhkan untuk menentukan kapasitas AC, seperti luas dan tinggi ruangan, jumlah orang, serta intensitas cahaya. Data yang diinput akan diproses melalui tahap fuzzifikasi untuk menentukan derajat keanggotaan masing-masing variabel sebelum melanjutkan ke tahap inferensi dan defuzzifikasi. Tampilan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Input Data Ruangan

Dimensi Ruangan

Luas Ruangan (m²)

20.00

Tinggi Ruangan (m)

2.80

Okupansi

Jumlah Orang

2

Intensitas Cahaya

Intensitas Cahaya Matahari

0 5 10

Hitung Kapasitas

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan AC

Penentuan Kapasitas AC Menggunakan Metode Fuzzy

Panduan Pengisian

Luas Ruangan:

- Kecil: 0-16 m²
- Sedang: 14-24 m²
- Besar: > 20 m²

Tinggi Ruangan:

- Rendah: < 2.7m
- Sedang: 2.6-3.2m
- Tinggi: > 3.0m

Jumlah Orang:

- Sedikit: 1-4
- Sedang: 3-8
- Banyak: > 7

Intensitas Cahaya:

- Rendah: 0-4
- Sedang: 3-7
- Tinggi: 6-10

Gambar 4. Halaman Input Data

Halaman Panduan

Berisi informasi mengenai kriteria dan rentang nilai dari setiap variabel yang digunakan dalam sistem, seperti luas ruangan, tinggi ruangan, jumlah orang, dan intensitas cahaya. Panduan ini membantu pengguna dalam memahami cara mengisi data dengan benar agar sistem dapat memberikan rekomendasi kapasitas AC yang sesuai berdasarkan metode Fuzzy Tsukamoto. Tampilan sistem dapat dilihat pada Gambar 5.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan AC

Penentuan Kapasitas AC Menggunakan Metode Fuzzy

Panduan Pengisian

Luas Ruangan:

- Kecil: 0-16 m²
- Sedang: 14-24 m²
- Besar: > 20 m²

Tinggi Ruangan:

- Rendah: < 2.7m
- Sedang: 2.6-3.2m
- Tinggi: > 3.0m

Jumlah Orang:

- Sedikit: 1-4
- Sedang: 3-8
- Banyak: > 7

Intensitas Cahaya:

- Rendah: 0-4
- Sedang: 3-7
- Tinggi: 6-10

Gambar 5. Halaman Panduan

Halaman Hasil Perhitungan

Menampilkan hasil analisis sistem berdasarkan data yang telah dimasukkan. Proses perhitungan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, yang mencakup fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menentukan kapasitas AC yang direkomendasikan. Pengguna dapat melihat nilai keanggotaan dari setiap variabel serta hasil akhir dalam bentuk kapasitas AC yang sesuai dengan kondisi ruangan. Tampilan sistem dapat dilihat pada Gambar 6.



The screenshot displays the 'Input Data Ruangan' (Room Data Input) and 'Panduan Pengisian' (Filling Guide) sections. The input section includes fields for 'Dimensi Ruangan' (Room Dimensions) with 'Luas Ruangan (m²)' set to 12.00 and 'Tinggi Ruangan (m)' set to 2.90. It also includes 'Okupansi' (Occupancy) with 'Jumlah Orang' set to 3, and 'Intensitas Cahaya' (Light Intensity) with a slider set to 5. The 'Panduan Pengisian' section lists criteria for 'Luas Ruangan' (Room Area), 'Tinggi Ruangan' (Room Height), 'Jumlah Orang' (Number of People), and 'Intensitas Cahaya' (Light Intensity). The 'Hasil Perhitungan' (Calculation Results) section shows the recommended AC capacity as '1 PK'. The 'Detail Perhitungan Fuzzy' (Fuzzy Calculation Details) section shows the fuzzy inference process for 'Luas', 'Tinggi', 'Orang', and 'Cahaya'.

Gambar 6. Halaman Hasil Perhitungan

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem pendukung keputusan berbasis metode Fuzzy Tsukamoto yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi kapasitas AC secara optimal dengan mempertimbangkan berbagai parameter, seperti tinggi dan luas ruangan, intensitas cahaya, serta jumlah penghuni. Sistem ini berbasis aplikasi web yang membuktikan bahwa sistem ini dapat meningkatkan ketepatan dalam pemilihan AC. Dengan adanya sistem ini, terutama bagi pengguna yang belum berpengalaman, proses pemilihan AC dapat menjadi lebih akurat, sehingga meminimalkan kesalahan dalam pembelian dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

Sebagai rekomendasi, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan metode kecerdasan buatan lainnya, seperti machine learning, untuk meningkatkan ketepatan hasil rekomendasi. Selain itu, menambahkan parameter tambahan, seperti tingkat kelembaban udara dan jenis material bangunan ruangan, dapat meningkatkan akurasi rekomendasi yang diberikan. Pengujian sistem juga sebaiknya diperluas dengan melibatkan lebih banyak data dari berbagai lingkungan dan kondisi ruangan untuk memastikan keakuratan hasilnya. Terakhir, agar lebih praktis dan mudah diakses oleh pengguna, pengembangan sistem dalam bentuk aplikasi seluler dapat menjadi solusi yang bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Persentase Rumah Tangga yang Memiliki AC Menurut Provinsi dan Perilaku Menyalakan AC Dibawah 25 C, 2013 dan 2017," 2019. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/statistics-table/1/MjA1MyMx/persentase-rumah-tangga-yang-memiliki-ac-menurut-provinsi-dan-perilaku-menyalakan-ac-dibawah-25-c--2013-dan-2017.html>
- [2] S. Nurlisa, "Penggunaan Ac Disaerah Beriklim Tropis," Aulias Center. Accessed: May 09, 2025. [Online]. Available: <https://auliacenter.com/berita/read/penggunaan-ac-di-daerah-beriklim-tropis-tantangan-dan-solusi>
- [3] Aqua, "Cara Kerja Sistem AC dalam Ruangan & Komponen Utama di Dalamnya," AquaElektronik. Accessed: May 09, 2025. [Online]. Available: <https://aquaelektronik.com/article/detail/539/ini-cara-kerja-sistem-ac-ruangan>
- [4] M. Amadri, "Perawatan dan Perbaikan Air Conditioner," *Libr. Politek. Negeri Bandung*, vol. 1937, pp. 5–45, 2013.
- [5] T. Sukwika, "Sistem Pendukung Keputusan: Metode MAUT," no. July, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/372077112>
- [6] D. Farhan and F. Sulianta, "Implementation of Fuzzy Tsukamoto Logic To Determine the Number of Seeds Koi Fish in the Sukamanah Cianjur Farmer'S Group," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 187–198, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.1.477.
- [7] M. Mesran, K. Ulfa, D. P. Utomo, and I. R. Nasution, "Penerapan Metode VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) dalam Pemilihan Air Conditioner Terbaik," *Algoritma. J. Ilmu Komput. Dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 24, 2020, doi: 10.30829/algoritma.v4i1.7256.
- [8] I. A. Setyani and Y. R. Sipayung, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Siswa Berprestasi dengan Metode SAW (Simple Addtive Weighting)," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 4, p. 632, 2023, doi: 10.30865/json.v4i4.6179.
- [9] Jasril, E. Haerani, and L. Afrianty, "Sistem Pendukung Keputusan (Spk) Pemilihan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode Fuzzy Ahp (F- Ahp)," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2011 (SNATI 2011) Yogyakarta*, vol. 2011, no. Snati 2011, pp. 17–18, 2011.
- [10] F. C. Da Silva and A. Muliantara, "Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Penentuan Suhu AC Dalam Suatu Ruangan," *Jnatia*, vol. 1, no. 1, pp. 31–38, 2022.
- [11] G. A. Syafarina and Z. Zaenuddin, "Implementasi Framework Streamlit Sebagai Prediksi Harga Jual Rumah Dengan Linear Regresi," *Metik J.*, vol. 7, no. 2, pp. 121–125, 2023, doi: 10.47002/metik.v7i2.608.
- [12] L. F. I. Sarwandi, Lince T. Sianturi, Nelly Astuty Hasibuan, I Gede Iwan Sudipa, M. Syahrizal, Alwendi, Mesran, Muqimuddin, Budanis Dwi Meilani, Ni Luh Wiwik Sri Rahayu Ginanta, "Sistem Pendukung Keputusan."
- [13] A. . Rindengan and A. . L. Yohanes, *Sistem Fuzzy*. 2019.
- [14] Sudrajat, "Dasar-Dasar Fuzzy Logic," *Jur. Mat. Fak. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam Univ. Padjadjaran Bandung*, vol. 1, no. 1, pp. 1–63, 2008, [Online]. Available: https://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/07/dasar_dasar_fuzzy_logic.pdf
- [15] I. Muhandhis, A. S. Ritonga, and M. H. Murdani, "Implementasi Metode Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Curah Hujan Dasarian Di Sumenep," *J. Ilm. Edutic Pendidik. dan Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 01–10, 2021, doi: 10.21107/edutic.v8i1.8907.