



Penerapan Algoritma Fuzzy Mamdani pada Monitoring dan Sistem Kontrol Pemakaian Kipas Angin di Ruang Berbasis Internet Of Things

Novita Sari^{1*}, Denok Wulandari², Sahrul³

^{1,2,3} Institut Az Zuhra, JL. Melati No.16, Kel. Binawidya, Kec. Binawidya, Pekanbaru, 28292, Indonesia.

*Novita Sari, Email: novitasari@institutazzuhra.ac.id

Abstrak–Kipas angin memiliki peranan penting dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan efisien secara energi. Kipas angin digunakan secara luas dalam berbagai ruangan untuk mengatur suhu udara dan meningkatkan kenyamanan pengguna. Kondisi lingkungan yang berubah-ubah seperti suhu udara, kelembaban, dan tingkat kehadiran pengguna dapat mempengaruhi kebutuhan pengoperasian kipas angin. Namun, pemakaian kipas angin yang tidak terkontrol secara efisien seperti kipas angin yang selalu menyala meskipun tidak ada orang didalam ruangan, jumlah kipas angin yang banyak menyala meskipun orangnya sedikit dan masalah lainnya dapat mengakibatkan pemborosan pemakaian energi Listrik. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis bermaksud melakukan penulisan dengan menerapkan algoritma fuzzy mamdani pada alat monitoring dan kontrol pemakaian kipas angin pada ruangan berbasis Internet Of Things dengan mengombinasikan sensor optik, Sensor Suhu DHT 22, Wemos D1, Motor DC, dan LCD 16 x 2 dan diprogram menggunakan Bahasa Pemrograman C. Adapun prinsip kerja alat ini yaitu jumlah kipas angin yang akan nyala dilihat berdasarkan jumlah orang, suhu, dan kelembaban pada ruangan. Selain itu, alat ini juga dapat dimonitoring dan dikontrol menggunakan Smartphone Android melalui jaringan internet. Sehingga diharapkan dengan penulisan ini bertujuan untuk mengefesiesikan pemakaian kipas angin yang dapat menghemat pemakaian energi listrik.

Kata Kunci: Fuzzy;Kipas;Monitoring;Kontrol;Internet Of Things.

Abstract– Fans have an important role in creating a comfortable and energy efficient environment. Fans are widely used in various rooms to regulate air temperature and increase user comfort. Changing environmental conditions such as air temperature, humidity, and user presence can affect fan operating requirements. However, the use of fans that are not controlled efficiently, such as fans that are always on even though there are no people in the room, a large number of fans on even though there are few people and other problems can result in wasteful use of electrical energy. Based on the problems above, the researcher intends to conduct research by applying the fuzzy mamdani algorithm to a fan usage monitoring and control tool in a room based on the Internet of Things by combining optical sensors, DHT 22 Temperature Sensor, Wemos D1, DC Motor, and 16 x 2 LCD and programmed uses the C programming language. The working principle of this tool is that the number of fans that will turn on is based on the number of people, temperature and humidity in the room. Apart from that, this tool can also be monitored and controlled using an Android smartphone via the internet network. So it is hoped that this research aims to make fan use more efficient which can save electrical energy consumption.

Keywords: Fuzzy;Fan;Monitoring;Control;Internet Of Things.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis, dimana solusi penyejuk udara menjadi perhatian penting[1]. Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 mengenai Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, bahwa persyaratan udara ruangan yang baik memiliki range suhu berkisar 18°C – 28°C dan kelembaban udara 40% – 60%. Apabila suhu udara di atas 28°C maka diperlukan alat penata udara[2]. Kipas angin merupakan salah satu alternatif alat untuk penyejuk udara. Kipas angin menjadi solusi termurah untuk menyegarkan ruangan yang panas, karena kipas angin tidak menuntut kebutuhan listrik yang tinggi dan juga hampir semua orang mampu membeli kipas angin[1]. Kipas angin merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengatur sirkulasi udara serta memberikan efek menyegarkan bagi manusia[3]. Kondisi lingkungan yang berubah-ubah seperti suhu udara, kelembaban, dan jumlah orang dalam ruangan dapat mempengaruhi kebutuhan pengoperasian kipas angin.

Namun, pemakaian kipas angin pada umumnya masih digunakan secara manual. Hal tersebut dapat menyebabkan pemakaian kipas angin tidak efektif, dan manusia harus mendekati kipas angin dalam hal

mengatur kecepatan kipas sesuai suhu ruangan dan mengatur arah kipas angin yang tepat untuk digunakan. Selain itu, pemakaian kipas angin secara manual juga dapat menyebabkan kipas angin tidak terkontrol dan tidak terpantau secara efisien seperti kipas angin yang selalu menyala meskipun tidak ada orang didalam ruangan, jumlah kipas angin yang banyak menyala meskipun orangnya sedikit dan masalah lainnya sehingga dapat mengakibatkan pemborosan pemakaian energi listrik. Dengan faktor-faktor tersebut, penulis ingin memanfaatkan ilmu matematika sehingga dapat digunakan untuk menghemat pemakaian energi listrik dari kipas angin. Salah satu konsep logika matematika yaitu logika fuzzy. Logika fuzzy merupakan alat yang efektif untuk menangani ambiguitas dan ketidakpastian sistem dunia nyata[4]. Logika fuzzy dikembangkan dari himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy adalah model matematika dari data kualitatif atau kuantitatif yang bersifat samar, yang sering dihasilkan melalui bahasa alami[5].

Pada penulisan ini, penulis meninjau beberapa penulisan, yaitu pertama, menurut Alhafiz pada penulisanannya yang berjudul “Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Pada Intensitas Lampu di Laboratorium Berbasis Arduino”, hasil penulisanannya yaitu kinerja dari Alat Kendali Penerangan laboratorium dengan Logika *Fuzzy* Berbasis Arduino uno telah bekerja dengan baik, sistem dapat membaca intensitas cahaya di luar ruangan laboratorium kemudian diolah oleh arduino uno dengan algoritma pemrograman Logika Fuzzy selanjutnya diperoleh output dari Logika Fuzzy yang berupa pengaturan tegangan menggunakan teknik PWM sehingga dapat mengatur cahaya yang dikeluarkan oleh lampu LED[6]. Kedua, menurut penulisan yang dilakukan oleh Saputra dengan judul penulisan “Implementasi Algoritma *Fuzzy* Untuk Pembuatan Kipas Angin Hemat Energi Berdasarkan Suhu, Kelembaban dan Gerak”, hasil penulisanannya adalah menghasilkan sebuah konsep bagaimana cara mengimplementasikan algoritma *fuzzy* untuk pembuatan kipas angin hemat energi dan juga membuat fungsi kipas angin menjadi lebih efektif dan efisien menggunakan sensor PIR dan DHT 11[1]. Ketiga, menurut penulisan yang dilakukan oleh Danuputri dengan judul “Penentuan Kecepatan Putar Kipas Angin dan Intensitas Lampu Dengan Fuzzy Logic Mamdani”, hasil penulisanannya adalah dengan menggunakan algoritma fuzzy logic mamdani dapat memberikan sebuah hasil berupa keputusan untuk menentukan seberapa cepat sebuah kipas angin harus berputar berdasarkan faktor suhu dan kelembaban yang ada pada ruangan tersebut serta tingkat intensitas cahaya yang harus dikeluarkan lampu[7]. Keempat, menurut penulisan yang dilakukan oleh Ariyadi dkk dengan judul “Prototype Penerapan Smart Building Berbasis Internet of Things”, hasil penulisanannya adalah logika *Fuzzy Mamdani* digunakan untuk menentukan kecepatan kipas angin. *Prototype* dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor DHT11, LDR, dapat mendeteksi suhu dan kelembaban sesuai dengan yang diharapkan dengan hasil rata-rata *error* suhu 8%, kelembaban 0%, intensitas cahaya 63% dan diperoleh pengujian *user* berjalan sesuai dengan yang diharapkan dengan persentase 84% memilih setuju, 16% memilih netral, 0% memilih tidak setuju[8]. Kelima, menurut penelitian yang dilakukan oleh Novi dkk dengan judul ” Simulasi Monitoring Pengatur Kecepatan Kipas Angin Menggunakan Sistem Fuzzy Berbasis Web”, hasil penelitiannya adalah Pengontrol kecepatan otomatis kipas dengan menggunakan sensor dht11 bertujuan untuk mengatur kecepatan putaran kipas sesuai dengan suhu yang sudah diatur., serta database dengan menggunakan sensor dht11 dapat melihat history berapa saja suhu yang sedang terjadi dan berapa saja suhu yang telah terjadi dan memberikan kemudahan bagi pengguna[16]. Keenam, menurut penelitian yang dilakukan oleh Eko dkk dengan judul “Rancang Bangun Pengendali Perangkat Elektrik Rumah Menggunakan fuzzy Logic Berbasis Raspberry Pi dan Web”, hasil penelitiannya adalah *raspberry pi* dan *Arduino nano* dapat berfungsi dengan baik dalam membaca nilai sensor suhu, sensor kecepatan dan sensor cahaya[17]. Ketujuh, menurut penelitian yang dilakukan oleh Tauqid dkk dengan judul “Program Pengendali Kipas Angin Berdasarkan Suhu dan Kelembaban Menggunakan Logika Fuzzy”, hasil penelitiannya adalah hasil pengujian tingkat keakuratan metode mamdani memperoleh nilai akurasi sebesar 73,27737824964979% dengan menggunakan parameter suhu dan kelembaban udara[19]. Berdasarkan penulisan-penulisan tersebut, penulis masih menemukan kelemahan yaitu pada perhitungan algoritma *fuzzy* masih menggunakan dua parameter saja yaitu suhu dan kelembaban, sehingga pada penulisan ini, penulis membuat sebuah keterbaruan yaitu membuat sebuah alat prototype monitoring dan kontrol kipas angin menggunakan logika fuzzy dengan menggunakan parameter input suhu, kelembaban, dan jumlah orang. Adapun output dari alat ini yaitu empat buah motor DC. Selain itu, *prototype* kipas angin juga dapat dimonitoring dan dikontrol menggunakan *smartphone* Android dengan menggunakan jaringan internet.

2. METODOLOGI PENULISAN

2.1 Metode Prototype

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode penelitian Model *Prototype*. Model *Prototype* merupakan teknik pengembangan sistem yang menggunakan *prototype* sistem untuk menggambarkan sistem, sehingga pengguna atau pemilik sistem mempunyai gambaran pengembangan sistem yang akan dilakukan[9]. Selain itu,

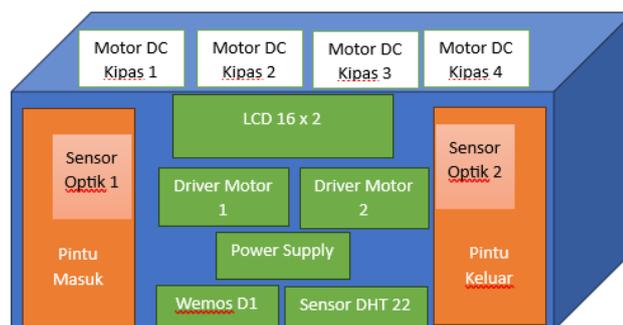
Prototyping adalah proses merancang sebuah prototype dimana prototype sendiri adalah sebuah model dari sebuah model produk yang mungkin belum memiliki semua fitur produk sesungguhnya namun sudah memiliki fitur – fitur utama dari produk sesungguhnya dan biasa digunakan untuk keperluan testing/uji coba untuk bahan uji coba sebelum berlanjut ke fase pembuatan produk sesungguhnya[18]. Tahap-tahap yang harus dilalui pada pembuatannya yaitu pengumpulan kebutuhan, perancangan dan evaluasi. Jika tahap akhir dinyatakan bahwa sistem yang telah dibuat belum sempurna atau masih memiliki kekurangan, maka sistem akan dievaluasi kembali dan akan melalui proses dari awal. Untuk mengimplementasikan metode *prototype* tersebut ada beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



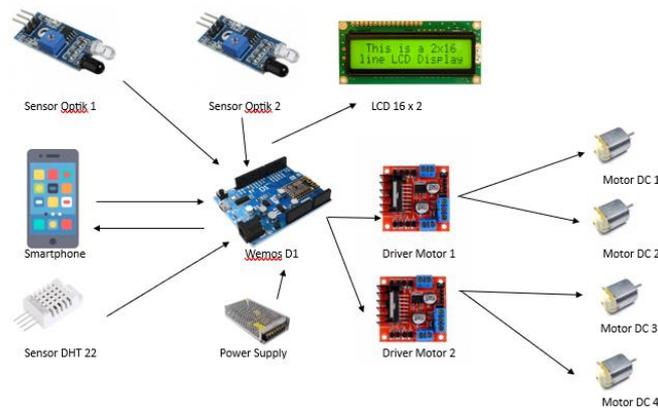
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Keterangan:

1. **Analisa Kebutuhan**
 Pada tahap ini, penulis menganalisa kebutuhan perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) beserta komponen pendukung yang dibutuhkan untuk membuat prototype alat monitoring dan kontrol pemakaian kipas angin berbasis *Internet of Things* dan algoritma *fuzzy mamdani*. Adapun sumber referensi yaitu dari buku, jurnal, prosiding dan internet yang sesuai.
2. **Desain Sistem**
 Pada tahap ini, penulis membuat gambaran rancangan bentuk fisik alat, dan blok diagram alat. Adapun gambar rancangan bentuk fisik sistem dan blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Bentuk Rancangan Fisik Alat



Gambar 3. Blok Diagram Alat

Adapun keterangan dari gambar Blok Diagram alat monitoring dan kontrol pemakaian kipas angin berbasis *Internet of Things* yaitu

- a. *Smartphone* berfungsi untuk monitoring dan mengontrol pemakaian kipas angina
 - b. Sensor optik berfungsi untuk mendeteksi orang yang masuk atau keluar dari ruangan
 - c. Sensor suhu DHT22 berfungsi mendeteksi suhu didalam ruangan
 - d. Wemos D1 berfungsi sebagai mikrokontroller dari alat
 - e. LCD 16 x 2 sebagai layar untuk menampilkan suhu dan jumlah orang
 - f. *Driver Motor* L298 berfungsi sebagai rangkaian pengendali gerakan motor DC
 - g. Motor DC berfungsi sebagai aktuator penggerak kipas
 - h. *Power Supply* berfungsi sebagai sumber Listrik untuk alat
3. Pembuatan Alat
Pada tahap ini, penulis memasang setiap komponen elektronik yang dibutuhkan pada penelitian seperti sensor optik, Sensor Suhu DHT 22, Wemos D1, *Driver Motor* L298, Motor DC, LCD 16 x 2, dan *Power Supply*. Indikator yang dicapai pada tahapan ini adalah setiap komponen alat sudah terpasang
 4. Pemrograman dan Pengujian Setiap Komponen
Pada tahap ini, penulis membuat program untuk menguji setiap komponen yang bertujuan untuk mengecek apakah komponen bekerja dengan baik atau tidak.
 5. Pemrograman Secara Keseluruhan
Jika semua komponen sudah bekerja dengan baik, maka pada tahap ini, akan dibuat pemrograman alat termasuk memasukkan algoritma *fuzzy* mamdani dengan parameter *input* yaitu suhu, kelembapan dan jumlah orang dengan *output* jumlah kipas angin dan integrasi sistem secara keseluruhan
 6. Pengujian dan Evaluasi Akhir
Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan dan mengevaluasi apakah sistem bekerja sesuai tujuan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

2.2. Logika Fuzzy Mamdani

Model logika fuzzy yang dikembangkan oleh Mamdani dan Assiliam adalah yang pertama didasarkan pada teori himpunan fuzzy Zadeh[10]. 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[11]. Dalam logika *fuzzy* model mamdani terdapat 4 tahapan yang harus dilalui[12].

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*
Tahapan yang pertama merupakan tahapan yang berfungsi untuk mengubah suatu nilai *input* yang memiliki kebenaran yang pasti (*crisp input*) kedalam bentuk *fuzzy input*. Tetapi sebelumnya harus ditentukan terlebih dahulu mengenai variabel yang akan digunakan baik variabel masukan (*Input*) atau variabel keluaran (*output*)
2. Fungsi Implikasi
Tahapan kedua yaitu disusunnya aturan yang akan digunakan dan biasanya berupa implikasi yang memetakan antara variabel *input* dengan variabel *output*. Fungsi implikasi yang digunakan pada adalah fungsi implikasi *MIN*[13].

3. Komposisi Aturan

Tahapan ketiga yaitu komposisi aturan yang memetakan beberapa aturan yang terpenuhi terkait nilai *fuzzy*. Apabila terpenuhi beberapa aturan, maka inferensi diperoleh berdasarkan kumpulan serta korelasi antar *Rules* yang sudah tersedia. Metode yang digunakan pada umumnya adalah metode *Max*. Metode max yaitu pengambilan nilai terbesar dari nilai keluaran suatu aturan[14]. Bentuk umum yang dari komposisi aturan ini adalah sebagai berikut:

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

keterangan,

$\mu_{sf}(x_i)$ adalah nilai keanggotaan *output fuzzy* sampai ke aturan ke-*i*.

$\mu_{kf}(x_i)$ adalah nilai keanggotaan konsekuensi *fuzzy* aturan ke -*i*.

4. Defuzzyfikasi

Pada metode mamdani untuk penegasan atau defuzzifikasi terdapat beberapa metode tetapi pada penelitian ini menggunakan metode *centroid*.

$$Z_0 = \int z \cdot \mu(z) dz / \int \mu(z) dz \quad (6)$$

Z_0 adalah nilai hasil defuzzifikasi dan $\mu(z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan z adalah nilai domain ke-*i* [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani

Data yang diperoleh pada penelitian ini akan diolah dengan menggunakan algoritma logika Fuzzy metode Mamdani. Ada empat tahapan dalam metode mamdani untuk mendapatkan keluaran, yaitu Pembentukan Himpunan Fuzzy, Fungsi Implikasi, Komposisi Aturan, dan Defuzzifikasi. Sebelum melakukan tahapan-tahapan metode mamdani dilakukan pembentukan himpunan fuzzy, Tabel 1 merupakan tabel pembentukan himpunan fuzzy masukan dan keluaran.

Tabel 1. Variabel dan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Parameter	Range
Input	Suhu	Dingin	[0 25]
		Sejuk	[22 27]
		Hangat	[26 30]
		Panas	[29 40]
	Kelembapan Udara	Kering	[0 48]
		Sedang	[46 65]
		Basah	[63 100]
	Jumlah Orang	Sedikit	[0 13]
		Sedang	[10 25]
Banyak		[20 40]	
Output	Jumlah Kipas Angin	Sedikit	[0 2]
		Sedang	[1 3]
		Banyak	[2 4]

Berdasarkan variabel dan domain dari himpunan fuzzy pada Tabel 1, ada langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu :

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada tahapan ini , langkah yang dilakukan adalah menentukan fungsi keanggotaan dari variabel suhu, kelembapan udara, jumlah orang, dan jumlah kipas angin seperti suhu 23 derajat, Kelembapan Udara 64%, dan jumlah orang 11. Adapun fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel sebagai berikut:

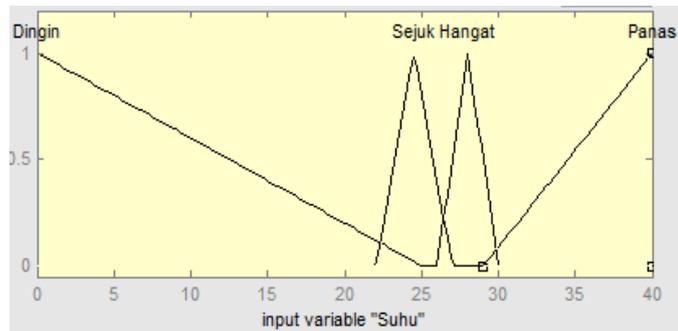
a. Suhu.

Berikut adalah Himpunan fuzzy pada variabel suhu yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Himpunan Fuzzy Suhu

No	Nama Parameter	Nilai
1	Dingin	[0 25]
2	Sejuk	[22 27]
3	Hangat	[26 30]
4	Panas	[29 40]

Fungsi keanggotaan untuk suhu ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Suhu

Fungsi keanggotaan untuk suhu dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\mu_{Dingin} = \begin{cases} 1 & x \leq 0 \\ \frac{25-x}{25} & 22 < x < 25 \\ 0 & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sejuk} = \begin{cases} 0 & x \leq 22 \\ \frac{x-22}{3} & 22 < x < 25 \\ \frac{28-x}{3} & 25 \leq x \leq 28 \\ 0 & x > 28 \end{cases}$$

$$\mu_{Hangat} = \begin{cases} 0 & x \leq 26 \\ \frac{x-26}{2} & 26 < x < 28 \\ \frac{30-x}{2} & 26 \leq x \leq 30 \\ 0 & x > 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas} = \begin{cases} 0 & x \leq 29 \\ \frac{x-29}{11} & 29 < x < 40 \\ 1 & x \geq 40 \end{cases}$$

Dari gambar 2 terlihat untuk suhu 23 derajat, berpotongan dengan fungsi keanggotaan dingin dan sejuk, sehingga:

$$\mu_{Dingin}(23) = \frac{25-23}{25} = \frac{2}{25} = 0.08$$

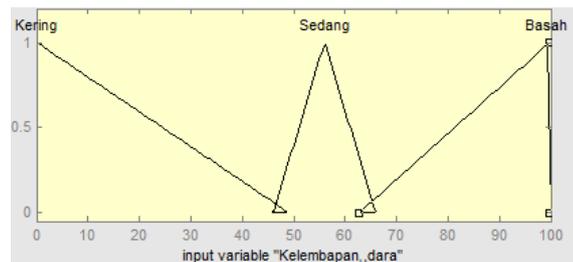
$$\mu_{Sejuk}(23) = \frac{23-22}{3} = \frac{1}{3} = 0.333$$

- b. Kelembapan Udara
Berikut adalah Himpunan fuzzy pada variabel suhu yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Himpunan Fuzzy Kelembapan Udara

No	Nama Parameter	Nilai
1	Kering	[0 49]
2	Sedang	[46 66]
3	Basah	[63 100]

Fungsi keanggotaan untuk Kelembapan Udara ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Kelembapan Udara

Fungsi keanggotaan untuk Kelembapan Udara dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Kering}} = \begin{cases} 1 & x \leq 49 \\ \frac{49-x}{49} & 22 < x < 25 \\ 0 & x \geq 49 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0 & x \leq 46 \\ \frac{x-46}{10} & 46 < x < 56 \\ \frac{66-x}{10} & 56 \leq x \leq 66 \\ 0 & x \geq 66 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Basah}} = \begin{cases} 0 & x \leq 63 \\ \frac{100-x}{37} & 63 < x < 100 \\ 1 & x \geq 100 \end{cases}$$

Dari gambar 3 terlihat untuk kelembapan udara 64%, berpotongan dengan fungsi keanggotaan sedang dan basah, sehingga:

$$\mu_{\text{Sedang}}(64) = \frac{66-64}{10} = \frac{2}{10} = 0.2$$

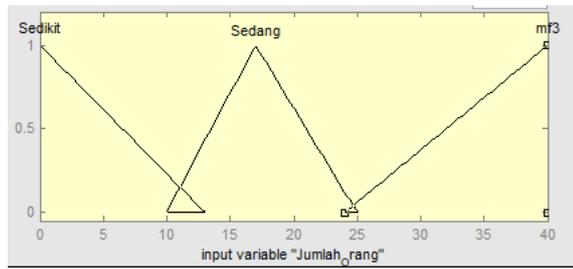
$$\mu_{\text{Basah}}(64) = \frac{100-64}{37} = \frac{36}{37} = 0.97$$

- c. Jumlah Orang
Berikut adalah Himpunan fuzzy pada variabel Jumlah orang yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Himpunan Fuzzy Jumlah Orang

No	Nama Parameter	Nilai
1	Sedikit	[0 13]
2	Sedang	[10 25]
3	Banyak	[20 40]

Fungsi keanggotaan untuk Jumlah Orang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Jumlah Orang

Fungsi keanggotaan untuk Jumlah Orang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}} = \begin{cases} 1 & x \leq 0 \\ \frac{13-x}{13} & 0 < x < 13 \\ 0 & x \geq 13 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0 & x \leq 10 \\ \frac{x-10}{7} & 10 < x < 17 \\ \frac{25-x}{8} & 17 \leq x \leq 25 \\ 0 & x > 25 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}} = \begin{cases} 0 & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{15} & 25 < x < 40 \\ 1 & x \geq 40 \end{cases}$$

Dari gambar 4 terlihat untuk Jumlah Orang 11, berpotongan dengan fungsi keanggotaan sedang dan basah, sehingga:

$$\mu_{\text{Sedikit}}(11) = \frac{13-11}{13} = \frac{2}{13} = 0.15$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(11) = \frac{11-10}{7} = \frac{1}{7} = 0.14$$

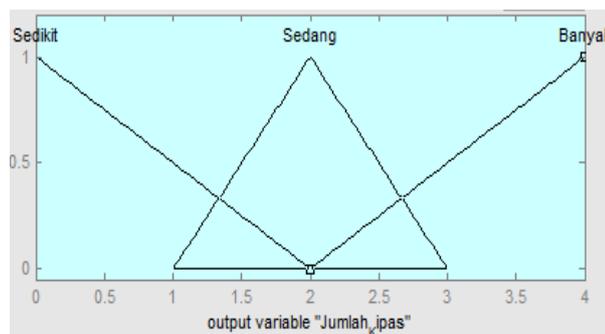
d. Jumlah Kipas

Berikut adalah Himpunan fuzzy pada variabel Jumlah orang yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Himpunan Fuzzy Jumlah Kipas

No	Nama Parameter	Nilai
1	Sedikit	[0 2]
2	Sedang	[1 3]
3	Banyak	[2 4]

Fungsi keanggotaan untuk Jumlah Kipas ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Jumlah Kipas

Fungsi keanggotaan untuk Jumlah Orang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{Sedikit}} = \begin{cases} 1 & x \leq 0 \\ \frac{x-0}{2} & 0 < x < 2 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \\ \frac{x-1}{1} & 1 < x < 2 \\ \frac{3-x}{2} & 2 \leq x \leq 3 \\ 1 & \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Banyak}} = \begin{cases} 0 & x \leq 2 \\ \frac{4-x}{2} & 2 < x < 4 \end{cases}$$

2. Fungsi Implikasi dan Komposisi Aturan

Setelah memperoleh derajat keanggotaan dari masing-masing variabel, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah Fungsi Implikasi dan Komposisi Aturan dengan menentukan fungsi implikasi untuk mendapatkan nilai α -predikat di setiap rule dengan aturan MIN. Rules dari sistem ini yaitu:

[R1] If suhu is dingin and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R2] If suhu is dingin and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

[R3] If suhu is dingin and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedikit

[R4] If suhu is dingin and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R5] If suhu is dingin and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

[R6] If suhu is dingin and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedikit

[R7] If suhu is dingin and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R8] If suhu is dingin and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

[R9] If suhu is dingin and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedikit

[R10] If suhu is sejuk and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R11] If suhu is sejuk and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

[R12] If suhu is sejuk and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedikit

[R13] If suhu is sejuk and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R14] If suhu is sejuk and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

[R15] If suhu is sejuk and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedang

[R16] If suhu is sejuk and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R17] If suhu is sejuk and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedang

[R18] If suhu is sejuk and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedang

[R19] If suhu is hangat and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

[R20] If suhu is hangat and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

- [R21] If suhu is hangat and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedang
- [R22] If suhu is hangat and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit
- [R23] If suhu is hangat and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedang
- [R24] If suhu is hangat and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is sedang
- [R25] If suhu is hangat and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit
- [R26] If suhu is hangat and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedang
- [R27] If suhu is hangat and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is banyak
- [R28] If suhu is panas and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedang
- [R29] If suhu is panas and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is banyak
- [R30] If suhu is panas and kelembapan udara is kering dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is banyak
- [R31] If suhu is panas and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedang
- [R32] If suhu is panas and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is banyak
- [R33] If suhu is panas and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is banyak
- [R34] If suhu is panas and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is banyak
- [R35] If suhu is panas and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is banyak
- [R36] If suhu is panas and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is banyak maka jumlah kipas is banyak

Jika suhu adalah 23 derajat, Kelembapan udara 64 % dan jumlah orang adalah 11 orang, maka berdasarkan pada tahapan fuzzifikasi, maka pada tahapan inferensi, rules yang harus dieksekusi yaitu:

[R4] If suhu is dingin and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Prediket 4} &= \mu_{\text{Suhu (dingin)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (sedang)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedikit)}} \\
 &= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}}) \\
 &= \min(0,08 \cap 0,2 \cap 0,15) \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

[R5] If suhu is dingin and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Prediket 5} &= \mu_{\text{Suhu (dingin)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (sedang)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedang)}} \\
 &= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}}) \\
 &= \min(0,08 \cap 0,2 \cap 0,14) \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

[R7] If suhu is dingin and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Prediket 7} &= \mu_{\text{Suhu (dingin)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (basah)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedikit)}} \\
 &= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}}) \\
 &= \min(0,08 \cap 0,97 \cap 0,15) \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

[R8] If suhu is dingin and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Prediket 8} &= \mu_{\text{Suhu (dingin)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (basah)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedang)}} \\
 &= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}})
 \end{aligned}$$

$$= \min(0,08 \cap 0,97 \cap 0,14)$$

$$= 0,08$$

[R13] If suhu is sejuk and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

$$\alpha \text{ Prediket 13} = \mu_{\text{Suhu (sejuk)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (sedang)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedikit)}}$$

$$= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}})$$

$$= \min(0,333 \cap 0,2 \cap 0,15)$$

$$= 0,15$$

[R14] If suhu is sejuk and kelembapan udara is sedang dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedikit

$$\alpha \text{ Prediket 14} = \mu_{\text{Suhu (sejuk)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (sedang)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedang)}}$$

$$= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}})$$

$$= \min(0,333 \cap 0,2 \cap 0,14)$$

$$= 0,14$$

[R16] If suhu is sejuk and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedikit maka jumlah kipas is sedikit

$$\alpha \text{ Prediket 16} = \mu_{\text{Suhu (sejuk)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (basah)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedikit)}}$$

$$= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}})$$

$$= \min(0,333 \cap 0,97 \cap 0,15)$$

$$= 0,15$$

[R17] If suhu is sejuk and kelembapan udara is basah dan jumlah orang is sedang maka jumlah kipas is sedang

$$\alpha \text{ Prediket 17} = \mu_{\text{Suhu (sejuk)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (basah)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (sedang)}}$$

$$= \min(\mu_{\text{Suhu (23)}} \cap \mu_{\text{kelembapan udara (64)}} \cap \mu_{\text{Jumlah Orang (11)}})$$

$$= \min(0,333 \cap 0,97 \cap 0,14)$$

$$= 0,14$$

3. Defuzzifikasi

Pada defuzzifikasi di penelitian ini, penulis menggunakan metode centroid yang disimbolkan dengan z^* , yaitu dengan mengambil titik pusat dari daerah fuzzy dengan menggunakan rumus berikut:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Berdasarkan rumus tersebut, maka jumlah kipas angin yang didapatkan jika suhu 23 derajat, kelembapan udara sebesar 63 %, dan jumlah orang sebanyak 11 orang yaitu sebanyak 1 kipas angin yang hidup.

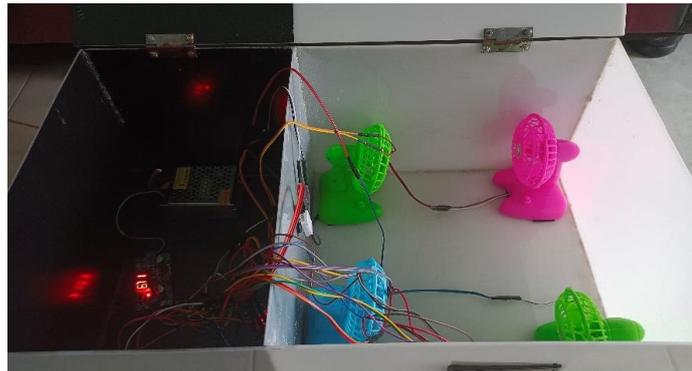
3.2 Implementasi Alat dan Aplikasi

3.2.1 Bentuk Fisik Alat

Adapun bentuk fisik *prototype* alat yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9



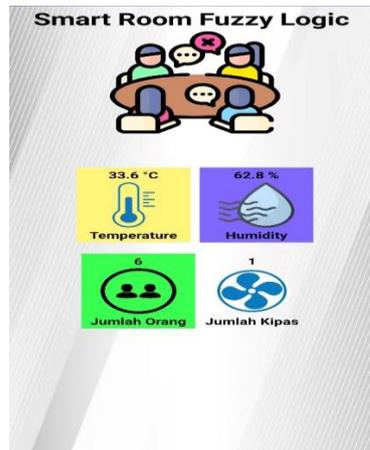
Gambar 8. Bentuk Fisik Alat



Gambar 9. Bentuk Fisik Alat

3.2.2 Tampilan Aplikasi

Aplikasi ini berfungsi untuk memonitoring suhu, kelembapan, dan jumlah orang yang masuk ke ruangan yang dapat dilihat menggunakan Smartphone Android. Selain itu, aplikasi ini juga dapat menghidupkan dan mematikan kipas Angin secara manual. Adapun bentuk tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi *Smart Room Fuzzy Logic*

3.2.3 Hasil Pengujian

Pengujian ini menggunakan sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan udara, sensor optik untuk mendeteksi jumlah orang yang masuk ke dalam dan keluar ruangan. *Output* yang ingin dihasilkan yaitu jumlah kipas angin yang hidup berdasarkan variable suhu, kelembapan udara, dan jumlah orang yang berada di ruangan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Alat

No	Suhu (°C)	Kelembapan Udara (%)	Jumlah Orang	Jumlah Kipas
1	33,6	62,8	5	2
2	34,3	62,2	10	2
3	34,1	62,3	15	3
4	33,5	63,1	2	2
5	30	64,2	2	2

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu: Algoritma Fuzzy dengan metode Mamdani bekerja dengan baik pada alat prototype pengontrolan kipas angin, sehingga jumlah kipas angin yang aktif dihitung berdasarkan suhu, kelembapan udara, dan jumlah orang kemudian jumlah kipas angin yang dikontrol menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani dapat menghemat pemakaian energi listrik karena jumlah kipas angin aktif berdasarkan suhu, kelembapan udara, dan jumlah orang selanjutnya kipas angin tidak akan aktif jika tidak ada orang didalam ruangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada Penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan hibah untuk penelitian ini. Dan tidak lupa juga kepada teman-teman di Lingkungan Institut Az Zuhra Pekanbaru yang selalu memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] H. Saputra, "Implementasi Algoritma Fuzzy Untuk Pembuatan Kipas Angin Hemat Energi Berdasarkan Suhu, Kelembaban Dan Gerak," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.* 2017, no. ISSN : 2302-3805, pp. 19–24, 2017.
- [2] S. U. Filla, U. Islam, and N. Sumatera, "Prototype Alat Pengatur Temperatur Ruang Kerja Pada Rumah Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Iot," vol. 4307, no. 1, pp. 68–77, 2024.
- [3] A. Anugrah and P. Jaya, "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kendali Kipas Angin Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 32," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.,* vol. 7, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.24036/voteteknika.v7i2.104005.
- [4] N. Yulianti and A. Wijaya, "Unnes Journal of Mathematics Education," *Ujme*, vol. 3, no. 3, pp. 57–65, 2014, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujme>
- [5] B. Davvaz, I. Mukhlash, and S. Soleha, "Himpunan Fuzzy dan Rough Sets," *Limits J. Math. Its Appl.,* vol. 18, no. 1, p. 79, 2021, doi: 10.12962/limits.v18i1.7705.
- [6] A. Al Hafiz, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Intensitas Lampu di Laboratorium Berbasis Arduino," *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 19, no. 2, p. 36, 2020, doi: 10.53513/jis.v19i2.2422.
- [7] C. Danuputri, "Penentuan Kecepatan Putar Kipas Angin Dan Intensitas Lampu Dengan Fuzzy Logic Mamdani," *J. Algoritm. Log. dan Komputasi*, vol. 3, no. 2, pp. 275–283, 2020, doi: 10.30813/j-alu.v3i2.2455.
- [8] A. Dinanda Ariyadi, H. Zulfia Zahro', and J. Dedy Irawan, "Prototype Penerapan Smart Building Berbasis Internet of Thing," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 7, no. 1, pp. 797–804, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.6163.
- [9] E. Nurlelah, F. N. Hasan, and R. Maryani, "Implementasi Model Prototype Pada Sistem Informasi Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ)," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.,* vol. 4, no. 3, pp. 1501–1511, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1351.
- [10] A. N. Salim and A. Rahman, "Implementasi Fuzzy-Mamdani untuk Pengendalian Suhu dan Kekeuhan Air Aquascape Berbasis IoT," *J. Pendidik. Teknol. Inf.,* vol. 7, no. 2, pp. 126–135, 2023.
- [11] A. S. I. Akbar, "Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Pemilihan Bidang Keahlian Bagi Mahasiswa Teknik Elektro, Universitas Mataram Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani Bertingkat," *Dielektrika*, vol. 8, no. 1, p. 68, 2021, doi: 10.29303/dielektrika.v8i1.257.
- [12] D. Kurniadi, F. Nuraeni, and D. Jaelani, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Prediksi Calon Penerima Program Keluarga Harapan," *J. Algoritm.,* vol. 19, no. 1, pp. 151–162, 2022, doi: 10.33364/algoritma/v.19-1.1016.
- [13] A. R. Wardani, Y. N. Nasution, and F. D. T. Amijaya, "Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit Di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.,* vol. 12, no. 2, p. 94, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.651.
- [14] L. Nilawati and S. Nusa Mandiri Jakarta, "Model Fuzzy Mamdani Untuk Penilaian Tingkat Kepuasan Pelayanan Pengaduan Masyarakat," *J. Inform.,* vol. 5, no. 2, pp. 237–247, 2018.
- [15] S. L. M. Sitio, "Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat

- (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika),” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 3, no. 2, p. 104, 2018, doi: 10.32493/informatika.v3i2.1522.
- [16] N. Lestari, “201-Article Text-1192-1274-10-20200819,” *JIRE (Jurnal Inform. Rekayasa Elektron.*, vol. Volume 3, no. 1, 2020.
- [17] R. Pi, “Rumah Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Raspberry,” pp. 50–56.
- [18] F. N. Hasanah, *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6833-89-6.
- [19] M. N. Taukid, I. Elzandy, A. P. Adyani, and A. P. Sari, “Program Pengendali Kipas Angin Berdasarkan Suhu dan Kelembaban Menggunakan Logika Fuzzy,” vol. 3, pp. 42–52, 2023.