

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KEAMANAN RUANG LAUNDRY BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Rayhan Arjunastya Miftaharif, Suryo Adi Wibowo, Ahmad Faisol

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1918108@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Laundry merupakan sektor yang memerlukan pemantauan dan pengendalian efektif untuk mencapai efisiensi operasional. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menjadi solusi yang menjanjikan dengan kemampuan pemantauan real-time. Namun, dalam menghadapi kompleksitas pengambilan keputusan dalam operasi *laundry*, diperlukan pendekatan yang adaptif. Dalam konteks ini, penelitian ini mengintegrasikan IoT dengan Metode *Fuzzy Logic* untuk mengatasi tantangan ini. Permasalahan utama yang dibahas adalah perlunya meningkatkan efisiensi dan pemantauan dalam sektor *laundry*, terutama dalam mengendalikan variabel seperti suhu dan waktu untuk mencapai hasil terbaik. Kompleksitas dalam mengendalikan variabel ini dapat menjadi hambatan bagi pemilik atau pekerja *laundry*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi manfaat penerapan teknologi IoT dalam sektor *laundry*, khususnya dalam pemantauan real-time dan pengendalian variabel seperti suhu. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa Metode *Fuzzy Logic* dapat digunakan untuk mengoptimalkan keputusan berdasarkan data sensor dalam konteks *laundry*. Dalam metodologi penelitian, perangkat IoT diintegrasikan ke dalam proses *laundry* untuk mengumpulkan data sensor secara *real-time*. Metode *Fuzzy Logic* digunakan untuk menganalisis data ini dan menghasilkan keputusan yang adaptif. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa setiap sensor dapat mengirimkan data dengan sukses dan bahwa sistem Metode *Fuzzy Logic* beroperasi sesuai harapan. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Setiap sensor yang digunakan berhasil mengirimkan data ke *website* menggunakan internet. *Fuzzy logic* juga sukses diaplikasikan ke dalam sistem. Dan pada pengujian pengguna, sistem dianggap cukup bermanfaat bagi pemilik atau pekerja *laundry*.

Kata kunci : *Fuzzy Logic, IOT, Ruang Laundry, Sistem Keamanan*

1. PENDAHULUAN

IOT (*Internet of Things*) adalah sebuah konsep yang menggabungkan objek fisik yang terhubung dengan internet dan mampu saling berkomunikasi untuk mengumpulkan data dan memproses informasi tanpa intervensi manusia. Dalam hal ini, IOT mencakup segala jenis perangkat yang terhubung ke internet contohnya seperti sensor, controller, dan mesin. IOT dapat menghubungkan benda-benda dengan koneksi internet sehingga dapat dilakukan pemantauan jarak jauh melalui jaringan internet. [1]

Perkembangan teknologi IOT telah membawa dampak besar pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia bisnis dan industri. *Laundry* sebagai salah satu sektor yang membutuhkan pemantauan dan pengendalian yang efektif dapat mendapatkan manfaat signifikan dari penerapan teknologi IOT. Integrasi perangkat seperti IOT ke dalam proses *laundry* dapat memberikan data real-time sehingga mengetahui kondisi dan juga meningkatkan efisiensi pada pengerjaan.

Penggunaan banyak mesin stim pada *laundry* saat ini memiliki beberapa pengaruh baik positif maupun negatif. Dengan menggunakan mesin stim pakaian biasanya memiliki hasil akhir yang lebih rapi dan menarik. Namun perlu diingat bahwa penggunaan mesin stim secara terus menerus akan menghasilkan gas dan uap panas yang menumpuk pada ruangan.

Untuk itu diperlukan sensor gas yang berfungsi mendeteksi berapa tingkat gas dan juga kipas atau air conditioner untuk mengurangi panas pada ruang *laundry*.

Metode *Fuzzy Logic* menjadi pendekatan yang menarik dalam mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan dalam sistem IoT. Dalam konteks perancangan sistem keamanan *laundry*, *Fuzzy Logic* dapat digunakan untuk menganalisis data sensor dan memberikan keputusan yang lebih adaptif dan kontekstual. Misalnya dalam mengatur kecepatan kipas berdasarkan suhu tertentu dalam ruangan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Dan Pembuatan Sistem Keamanan *Laundry* Berbasis IOT Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*” yang nantinya akan terhubung pada internet dalam bentuk *website*. Pemilihan *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy mamdani* didasarkan dalam beberapa faktor seperti contohnya fleksibilitas dalam desain sistem, dapat digunakan dalam sistem MISO (*Multiple Input Single Output*) dan MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), dan memiliki konsekuen hasil yang tajam dari defuzzifikasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

IoT Concept dapat digunakan untuk *monitoring* dengan bantuan akses internet. Dengan memanfaatkan *IoT Concept* dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan sistem *monitoring* pada penggunaan air rumah tangga tentang penggunaan air. [2]

Pada penelitiannya yang berjudul "Penerapan Metode Fuzzy Untuk Smart Farming Hamster Berbasis Iot" berdasarkan hasil pengujian sensor dht11 yang telah dilakukan bahwa sensor dht11 memiliki tingkat akurat rata – rata 96.84% dengan nilai akurat tertinggi 97.83% dan terendah 96.15% untuk deteksi suhu dan nilai akurat rata – rata 78.06% dengan nilai akurat tertinggi 86.91% dan akurat terendah 69.14% untuk deteksi kelembaban. [3]

Mesin setrika uap yang ada pada usaha laundry biasanya menggunakan *steam boiler* berbahan bakar gas LPG, yang mana uap panas keluar setrikaan tersebut langsung di buang begitu saja ke lingkungan. Sebenarnya uap panas tersebut masih dapat digunakan sebagai pengering laundry, yang mana hal itu tentu dapat meningkatkan produktifitas dari usaha laundry tersebut. [4]

2.2. Internet of Things

Internet of things (IoT) adalah konsep dari jaringan perangkat yang terhubung satu sama lain melalui internet dan mampu mengumpulkan dan berbagi data secara otomatis dan tanpa perlu campur tangan manusia. Konsep IoT dapat diterapkan pada berbagai jenis perangkat, mulai dari peralatan rumah tangga seperti kulkas, oven, dan lampu hingga perangkat industri seperti mesin-mesin produksi dan kendaraan. [5]

2.3. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *platform IOT* yang bersifat *open-source*. Didasarkan pada modul mikrokontroler ESP8266. NodeMCU memiliki fitur yang memungkinkan pengembang mengembangkan aplikasi *Internet of Things* dengan cepat dan mudah. Dalam penggunaannya, NodeMCU dapat digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik, seperti sensor, motor, dan lampu, serta dapat terhubung ke internet melalui Wi-Fi untuk mengirim dan menerima data dari server. [6]

2.4. LDR (Light-Dependent Resistor)

Sensor LDR (*Light-Dependent Resistor*) merupakan salah satu jenis sensor yang dapat digunakan dengan Arduino. Sensor ini bekerja dengan mengubah perubahan intensitas cahaya pada permukaannya menjadi perubahan resistansi. Semakin banyak cahaya yang jatuh pada permukaan LDR, maka semakin rendah resistansinya, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang jatuh pada permukaan LDR, maka semakin tinggi resistansinya. [7]

2.5. DHT11

Sensor DHT11 adalah jenis sensor suhu dan kelembaban yang dapat digunakan dengan Arduino untuk membaca dan mengukur suhu dan kelembaban udara sekitar dengan akurasi yang baik. Sensor ini memiliki empat pin, yaitu VCC, GND, Data, dan NC (*Not Connected*) yang harus disambungkan ke pin yang sesuai pada Arduino menggunakan kabel *jumper*. [8]

2.6. MQ9

Sensor MQ-9 adalah sensor gas yang dapat digunakan untuk mendeteksi gas seperti karbon monoksida. Sensor ini menggunakan teknologi deteksi semikonduktor untuk mengukur konsentrasi gas yang ada di sekitarnya. Sensor MQ-9 terdiri dari dua elektroda yang terbuat dari bahan yang sensitif terhadap gas tertentu. Ketika gas masuk ke dalam sensor, maka terjadi reaksi kimia yang mengubah resistansi sensor. Perubahan ini kemudian diukur dan dikirimkan ke mikrokontroler atau perangkat lainnya untuk dianalisis. [9]

2.7. Laravel

Laravel adalah sebuah framework aplikasi *web open-source* yang ditulis dalam bahasa pemrograman PHP. *Framework* ini dirancang untuk mempermudah proses pengembangan aplikasi web dengan menyediakan berbagai fitur dan alat bantu yang lengkap dan terstruktur. Laravel menyediakan berbagai fitur untuk mempercepat pengembangan aplikasi web, antara lain sistem routing, ORM (*Object-Relational Mapping*), sistem *template blade*, dan banyak lagi. [10]

2.8. Fuzzy Mamdani

Fuzzy Mamdani adalah salah satu metode dalam logika *fuzzy* yang dikembangkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan aturan-aturan yang menggunakan konsep-konsep *fuzzy*. Dalam metode *Fuzzy Mamdani*, variabel *input* dan *output* didefinisikan sebagai himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang dapat berupa segitiga, trapesium, atau bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik masalah yang ingin diselesaikan. Fungsi keanggotaan ini digunakan untuk menggambarkan sejauh mana suatu nilai memenuhi himpunan *fuzzy*.

Aturan-aturan dalam *Fuzzy Mamdani* dinyatakan dalam bentuk "*IF-THEN*" dengan menggunakan variabel input dan output serta himpunan-himpunan *fuzzy*. Misalnya, "*IF* suhu rendah *THEN* kecepatan angin rendah". Aturan-aturan ini menggambarkan hubungan antara variabel input dan output dalam bentuk linguistik.

Proses pengambilan keputusan dalam *Fuzzy Mamdani* melibatkan beberapa langkah, antara lain:

1. Fuzzifikasi: Konversi *input crisp (non-fuzzy)* menjadi himpunan *fuzzy* dengan menggunakan fungsi keanggotaan.
2. Evaluasi aturan: Menggunakan aturan-aturan yang telah ditentukan untuk menggabungkan informasi dari berbagai variabel input dan menghasilkan himpunan *fuzzy* untuk variabel output.
3. Inferensi: Menggunakan himpunan fuzzy hasil evaluasi aturan untuk menghasilkan himpunan *fuzzy output*.
4. Defuzzifikasi: Konversi himpunan *fuzzy output* menjadi *nilai crisp (non-fuzzy)* yang dapat digunakan sebagai hasil keputusan.

Metode Fuzzy Mamdani telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti sistem pengendalian, pengambilan keputusan, pengenalan pola, dan analisis data. Dengan menggunakan konsep *fuzzy*, metode ini memungkinkan pengolahan informasi yang lebih fleksibel dalam mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas masalah. [11]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan spesifikasi yang menjelaskan fitur dan fungsi yang harus ada dalam website dan alat untuk dapat memenuhi tujuan dan kebutuhan pengguna

A. Kebutuhan Fungsional Alat

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Alat

No	Perangkat	Fungsional
1	NodeMCU	Mengirimkan semua <i>output</i> sensor dari alat ke website
2	Ombrometer	Mengukur besarnya curah hujan dalam satuan mm (milimeter)
3	Anemometer	Mengukur besarnya kecepatan angin dalam satuan m/s
4	LDR	Mengukur besarnya intensitas cahaya dalam satuan lux
5	DHT11	Mengukur besarnya suhu dan kelembaban dalam satuan derajat celsius
6	MQ9	Mengukur tinggi polutan pada suatu wilayah dalam satuan PPM (<i>Parts Per Million</i>)

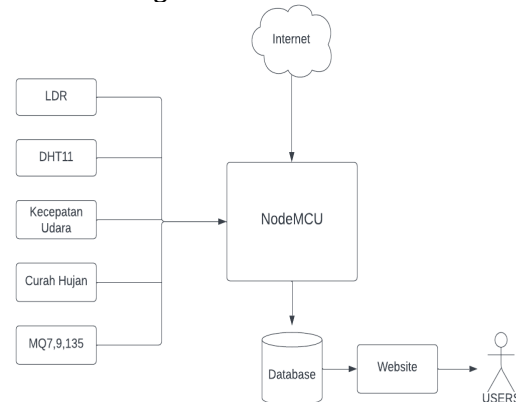
B. Kebutuhan Fungsional Website

Tabel 2. Kebutuhan Fungsional Website

No	Halaman Menu	Fungsional
1	Dashboard	Menampilkan sekilas data terakhir dari semua <i>output</i> sensor yang dikirim dari NodeMCU ke website
2	Ombrometer	Menampilkan grafik dan tabel dari <i>output</i> sensor curah hujan secara <i>real-time</i>
3	Anemometer	Menampilkan grafik dan tabel dari <i>output</i> sensor kecepatan angin secara <i>real-time</i>

No	Halaman Menu	Fungsional
4	LDR	Menampilkan grafik dan tabel dari <i>output</i> sensor intensitas cahaya secara <i>real-time</i>
5	DHT11	Menampilkan grafik dan tabel dari <i>output</i> sensor suhu dan kelembaban secara <i>real-time</i>
6	MQ9	Menampilkan grafik dan tabel dari <i>output</i> sensor gas secara <i>real-time</i>

3.2. Blok Diagram Sistem

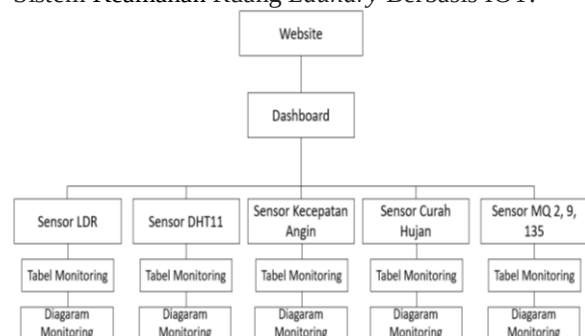


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Blok diagram merupakan suatu bagian dari sistem yang mana NodeMCU akan menjadi pusat pemrosesan. Adapun sensor LDR, DHT11, Kecepatan Udara, Curah Hujan, dan MQ akan menjadi inputan. Output yang dihasilkan akan berupa website yang berisikan data-data dari sensor yang telah diproses NodeMCU.

3.3. Struktur Menu

Pada Gambar 2 merupakan struktur menu dari Sistem Keamanan Ruang Laundry Berbasis IOT.

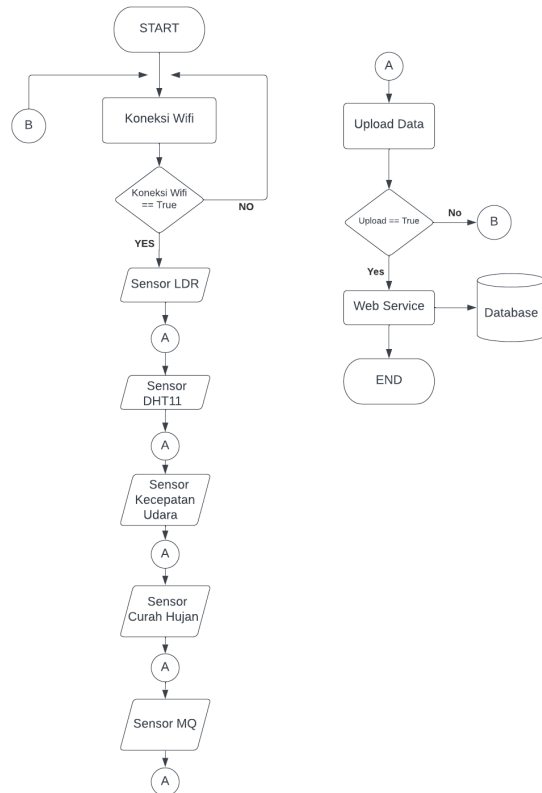


Gambar 2. Struktur Menu

Pada Gambar 2 menunjukkan menu apa saja yang ada dalam website. Pengguna nantinya dapat mengakses setiap menu yang tersedia untuk melakukan monitoring kondisi ruang laundry secara *realtime*.

3.4. Flowchart Alat

Berikut adalah *flowchart* dari alat yang telah dibuat seperti yang dijelaskan pada Gambar 3

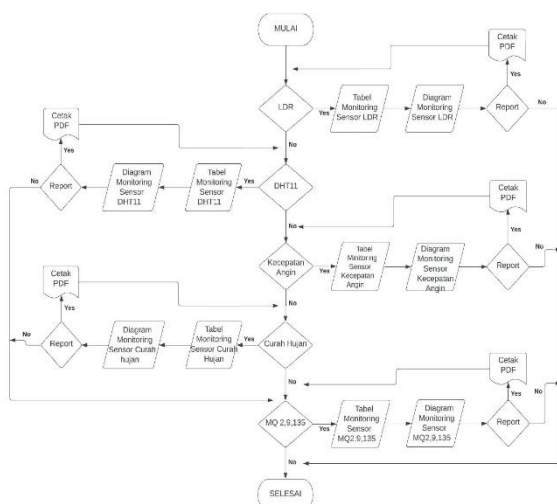


Gambar 3. Flowchart Alat

Berdasarkan Gambar 3 pengguna dapat langsung melihat informasi sensor yang di kirim dari arduino dan kemudian di tampilkan ke website sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruang laundry sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.5. Flowchart Website

Berikut adalah *flowchart* dari website yang telah dibuat seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Website

Pada Gambar 4 *flowchart* akan menunjukkan alur website yang nantinya dapat diakses oleh pengguna. Dalam website, pengguna dapat langsung melihat atau memonitoring data dari setiap sensor pada alat yang

sudah terhubung langsung dengan internet. Setiap menu sensor pada website memiliki tabel dan grafik yang akan ter-update secara *real-time* sehingga pengguna dapat melakukan monitoring ruang laundry secara lebih detail.

3.6. Perancangan Metode

Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan perancangan metode fuzzy mamdani untuk suhu :

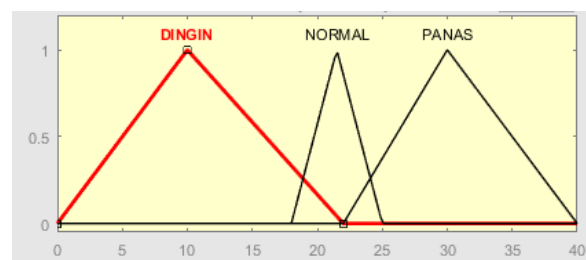
1. Input Fuzzy Suhu

Menentukan variable input yang akan digunakan. Pada Tabel 3 menunjukkan *variable* untuk data suhu.

Tabel 3 variabel input suhu

Variabel	Rentang
Dingin	Suhu 0 - 20
Normal	Suhu 21 - 25
Panas	Suhu 26 - 40

Menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input* yang akan disimulasikan pada aplikasi MATLAB seperti Gambar 5.



Gambar 5. Derajat Keanggotaan Suhu

Derajat Keanggotaan untuk suhu dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{Dingin}(x) = \begin{cases} 1, & \text{untuk } x \leq 10 \\ \frac{(22-x)}{22-10}, & \text{untuk } 10 < x < 22 \\ 0, & \text{untuk } x \geq 22 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 18 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{(x-18)}{22.5-18}, & \text{untuk } 18 < x < 22.5 \\ \frac{(25-x)}{25-22.5}, & \text{untuk } 22.5 < x < 25 \\ 0, & \text{untuk } x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 22 \\ \frac{(x-22)}{30-22}, & \text{untuk } 22 < x < 30 \\ 1, & \text{untuk } x \geq 30 \end{cases}$$

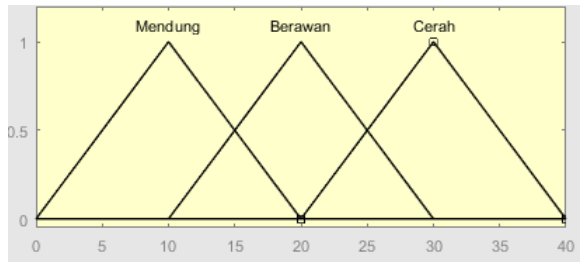
2. Input Fuzzy LDR

Menentukan variable input yang akan digunakan. Pada Tabel 4 menunjukkan *variable* untuk data LDR.

Tabel 4 variabel input LDR

Variabel	Rentang
Mendung	Suhu 0 - 15
Berawan	Suhu 16 - 22
Cerah	Suhu 23 - 40

Menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input* yang akan disimulasikan pada aplikasi MATLAB seperti Gambar 6.



Gambar 6. Derajat Keanggotaan LDR

Derajat Keanggotaan untuk LDR dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Mendung}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{untuk } x \leq 15 \\ \frac{(22-x)}{22-15}, & \text{untuk } 15 < x < 22 \\ 0, & \text{untuk } x \geq 22 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Berawan}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 16 \text{ atau } x \geq 22 \\ \frac{(x-16)}{22-16}, & \text{untuk } 16 < x < 22 \\ \frac{(40-x)}{40-22}, & \text{untuk } 22 < x < 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Cerah}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 22 \\ \frac{(x-22)}{40-22}, & \text{untuk } 22 < x < 40 \\ 1, & \text{untuk } x \geq 40 \end{cases}$$

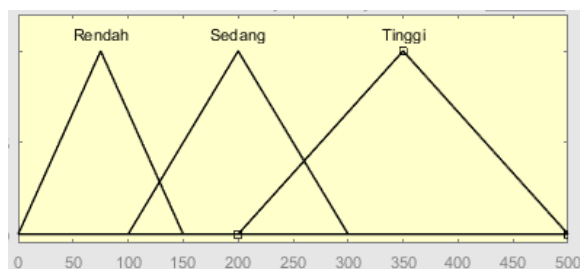
3. Input Fuzzy Gas

Menentukan *variable input* yang akan digunakan. Pada Tabel 5 menunjukkan *variable* untuk data Gas

Tabel 5. variabel input Gas

Variabel	Rentang
Rendah	Suhu 0 – 150
Sedang	Suhu 100 – 300
Tinggi	Suhu 200 – 500

Menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input* yang akan disimulasikan pada aplikasi MATLAB seperti Gambar 7.



Gambar 7 Derajat Keanggotaan Gas

Derajat Keanggotaan untuk Gas dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 0 \\ \frac{(150-x)}{150}, & \text{untuk } 0 < x < 150 \\ 1, & \text{untuk } x \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 50 \text{ atau } x \geq 300 \\ \frac{(x-50)}{300-50}, & \text{untuk } 50 < x < 300 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 100 \\ \frac{(x-100)}{500-100}, & \text{untuk } 100 < x < 500 \\ 1, & \text{untuk } x \geq 500 \end{cases}$$

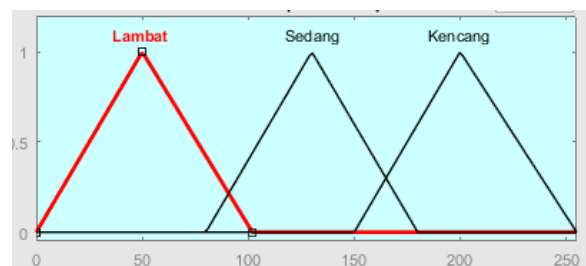
4. Output Fuzzy Kipas

Menentukan *variable output* yang akan digunakan. Pada Tabel 6 menunjukkan *variable* untuk data PWM Kipas.

Tabel 6. variabel output kipas

Variabel	Rentang
Lambat	0 – 102
Sedang	103 – 180
Kencang	181 – 255

Menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap *variable input* yang akan disimulasikan pada aplikasi MATLAB seperti Gambar 8.



Gambar 8. Derajat Keanggotaan Kipas

Derajat Keanggotaan untuk Kipas dirumuskan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Lambat}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{untuk } x \leq 50 \\ \frac{(102-x)}{102-50}, & \text{untuk } 50 < x < 102 \\ 0, & \text{untuk } x \geq 102 \end{cases}$$

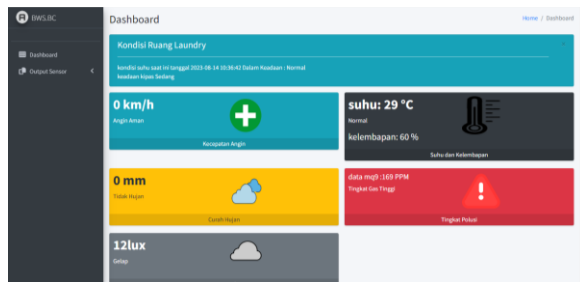
$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 80 \text{ atau } x \geq 180 \\ \frac{(x-80)}{130-80}, & \text{untuk } 80 < x < 130 \\ \frac{(180-x)}{180-130}, & \text{untuk } 130 < x < 180 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Kencang}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{untuk } x \leq 150 \\ \frac{(x-150)}{200-150}, & \text{untuk } 150 < x < 200 \\ 1, & \text{untuk } x \geq 200 \end{cases}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Website

Berikut adalah halaman utama website seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Utama

Pada Gambar 9 halaman utama berfungsi agar pengguna dapat langsung melihat data sensor terakhir secara *real-time*. Kondisi ruang laundry dan data sensor juga akan berubah tergantung pada data sensor terakhir yang diterima.

4.2. Implementasi Metode

Metode Fuzzy Mamdani adalah salah satu teknik dalam logika fuzzy yang digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan pada nilai fuzzy input. Berikut adalah langkah-langkah dalam Fuzzy Mamdani.

A. Fuzzifikasi

Berikut ini adalah rumus perhitungan fuzzifikasi untuk masing-masing himpunan fuzzy berdasarkan derajat keanggotaan. Nilai suhu yang digunakan adalah 25.

$$\mu_{Dingin}(25) = (22 - 25) / (22 - 10) = -3 / 12 = -0.25$$

$$\mu_{Normal}(25) = (25 - 18) / (22.5 - 18) = 7 / 4.5 \approx 1.5556$$

$$\mu_{Panas}(25) = (25 - 22) / (30 - 22) = 3 / 8 = 0.375$$

B. Pengaplikasian Aturan

Aturan 1 : *if Suhu DINGIN then Kipas LAMBAT*

Aturan 2 : *if Suhu NORMAL then Kipas SEDANG*

Aturan 3 : *if Suhu PANAS then Kipas KENCANG*

Berdasarkan hasil fuzzifikasi aturan yang akan digunakan adalah Aturan 2

C. Defuzzifikasi

Menggunakan metode centroid untuk mengubah nilai-nilai keanggotaan menjadi suatu nilai crisp.

$$1. \text{Nilai Crisp} = \frac{\sum (\text{Nilai Keanggotaan} \times \text{Pusat Area})}{\sum \text{Nilai Keanggotaan}}$$

Dengan menggunakan pusat area yang diberikan oleh nilai tengah setiap himpunan keanggotaan, dapat dihitung:

$$\text{Pusat Area kipas lambat} = (0 + 50 + 102) / 3 = 52.67$$

$$\text{Pusat Area kipas sedang} = (80 + 130 + 180) / 3 = 130$$

$$\text{Pusat Area kipas cepat} = (150 + 200 + 255) / 3 = 201.67$$

Setelah diketahui pusat area maka akan dilakukan penghitungan nilai crisp:

$$2. \text{Nilai Crisp} = \frac{(0 \times 52.67) + (1.5556 \times 130) + (0.357 \times 201.67)}{0 + 1.5556 + 0.357}$$

$$3. \text{Nilai Crisp} = \frac{0 + 202.228 + 75.62}{0 + 1.5556 + 0.357}$$

$$4. \text{Nilai Crisp} = \frac{277.848}{1.9126}$$

$$5. \text{Nilai Crisp} = 178.99$$

Jadi, dengan suhu 25 derajat Celsius, kecepatan kipas yang direkomendasikan berdasarkan sistem fuzzy Mamdani adalah "sedang" dengan PWM 178.99.

4.3. Pengujian Metode Fuzzy

Pengujian fuzzy suhu dilakukan pada simulasi matlab menggunakan lima data suhu seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Fuzzy Mamdani

No	Suhu (°C)	Kondisi Suhu	Kecepatan Kipas (PWM)	Kondisi Kipas
1	18	Dingin	50.85	Lambat
2	20	Normal	108.89	Sedang
3	22	Normal	130	Sedang
4	24	Normal	164.88	Sedang
5	28	Panas	202.78	Kencang

Pada Tabel 7 dilakukan pengujian yang dapat diketahui hasilnya bahwa sistem fuzzy yang dilakukan sudah sesuai dengan Aturan yang sebelumnya ditentukan pada proses pengaplikasian aturan fuzzy

4.4. Pengujian Browser

Pengujian Browser dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan dengan baik jika menggunakan browser populer seperti Google Chrome, Mozilla Firefox dan Microsoft Edge seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Browser

No	Menu	Browser		
		Chrome	Mozilla Firefox	Microsoft Edge
1	Dashboard	✓	✓	✓
2	LDR	✓	✓	✓
3	DHT11	✓	✓	✓
4	Ombro	✓	✓	✓
5	Anemo	✓	✓	✓
6	MQ9	✓	✓	✓

Pada Tabel 8 pengujian browser dilakukan pada 3 browser yang sering dipakai yaitu Microsoft Edge, Google Chrome, dan Mozilla Firefox. Hasil yang diperoleh sistem tersebut dapat berjalan dengan baik.

4.5. Pengujian Sensor LDR

Pengujian Sensor LDR dilakukan dengan menggunakan aplikasi luxmeter yang hasilnya akan dibandingkan seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Pengujian LDR

No	LDR (lux)	Luxmeter (lux)	Error
1	29	30	3.33%
2	23	25	8%
3	47	48	2.12%
4	35	37	5.71%
5	24	25	4.16%
6	29	30	3.44%
7	33	31	6.45%
8	5	5	0%
9	22	21	4.76%
10	7	7	0%

Pada Tabel 9 didapatkan hasil pengukuran dari LDR dengan pengukuran standar. Dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar pada data adalah 8% . Dari persentase error yang tergolong kecil maka dapat disimpulkan bahwa pembacaan alat ukur LDR dapat bekerja dengan baik

4.6. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian Sensor Suhu dilakukan dengan menggunakan aplikasi thermometer yang hasilnya akan dibandingkan seperti pada tabel 10.

Tabel 10. Pengujian DHT11

No	DHT11	Thermometer	Error
1	24.8	25	0.8%
2	23.6	24	1.6%
3	25.3	24	1.2%
4	23.8	24	0.8%
5	26.1	26	0.3%
6	27.8	27	1.3%
7	27.8	25	8.75%
8	25.9	26	0.38%
9	27.7	28	1.08%
10	28.4	29	2.11%

Pada Tabel 10 didapatkan hasil pengukuran dari DHT11 dengan Thermomter. Dapat dilihat bahwa kesalahan terbesar pada data adalah 2.11% . Dari persentase error yang tergolong kecil maka dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor DHT11 dapat bekerja dengan baik

4.7. Pengujian Sensor Gas

Pengujian Sensor MQ9 dilakukan dengan menguji berbagai macam gas dari jarak tertentu seperti pada Tabel 12.

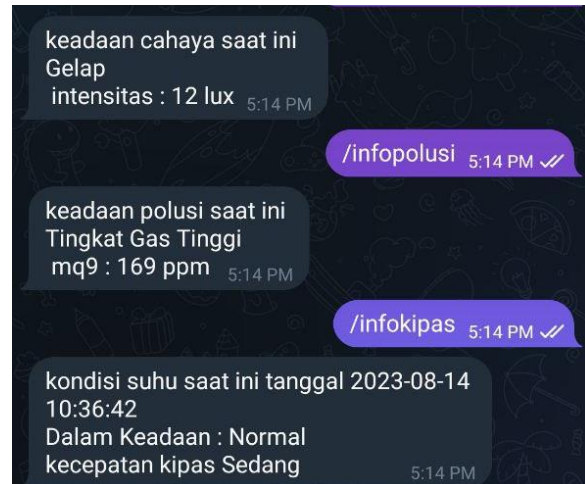
Tabel 12. Pengujian Sensor Gas

No	Jenis Gas	Jarak	PPM
1	Korek Api	1cm	554
2	Korek Api	5cm	509
3	Kompore	1cm	455
4	Kompore	5cm	424
5	Asap Knalpot	1cm	697
6	Asap Knalpot	5cm	683
7	Kertas Terbakar	1cm	543
8	Kertas Terbakar	5cm	521
9	Gas LPG	1cm	442
10	Gas LPG	5cm	420
11	Bensin	1cm	450
12	Bensin	5cm	432
13	Rokok	1cm	532
14	Rokok	5cm	501

Pada Tabel 12 didapatkan hasil pengukuran dari sensor MQ9 dengan beberapa macam gas dari jarak tertentu. Gas yang dihasilkan dari Asap Knalpot dari jarak 1cm merupakan gas dengan PPM tertinggi yang berhasil dideteksi oleh sensor MQ9. Sedangkan LPG dari jarak 5cm merupakan yang paling rendah.

4.8. Pengujian Bot Telegram

Dengan menggunakan bot telegram, tidak perlu mengakses website jika ingin melihat data terakhir dan kondisi ruang *laundry*. Berikut adalah hasil pengujian dari bot telegram yang digunakan untuk mengirim notifikasi ke pengguna.



Gambar 10. Bot Telegram

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa pengujian bot telegram berhasil mengirimkan notifikasi yang berisi data terakhir dan kondisi ruang *laundry* secara akurat.

4.9. Pengujian User

Dengan melakukan pengujian *user* dapat mengetahui apa saja kekurangan yang mungkin dimiliki oleh sistem seperti pada Tabel 13. Pengujian user untuk Sistem yang dibuat dilakukan oleh sepuluh responden.

Tabel 13. Pengujian User

Pernyataan	Jawaban				
	SS	S	C	TS	STS
Apakah sistem berhasil memberikan informasi tentang kondisi ruang laundry saat ini?	4	4	2	0	0
Dapatkah sistem mendeteksi perubahan kondisi ruang laundry secara akurat berdasarkan data yang diterima dari sensor-sensor?	3	4	2	1	0
Apakah pengguna merasa antarmuka pengguna (UI) sistem mudah digunakan dan informatif?	3	2	5	0	0
Dapatkah pengguna memantau sistem pendeteksian melalui perangkat seluler atau perangkat lain di luar komputer utama?	3	3	3	1	0
Apakah sistem memberikan visualisasi	1	6	2	1	0

Pernyataan	Jawaban				
	SS	S	C	TS	STS
yang jelas tentang kondisi ruang laundry?					
Apakah sistem mengirimkan pemberitahuan (notifikasi) secara efektif jika terjadi perubahan signifikan dalam kondisi ruang laundry?	3	4	3	0	0
Apakah notifikasi yang berasal dari telegram mudah digunakan?	3	5	2	0	0
Apakah notifikasi yang dikirimkan oleh sistem berisi data lengkap yang dibutuhkan pengguna?	3	4	2	1	0
Apakah notifikasi sistem memiliki waktu respon kirim yang cepat?	4	2	3	1	0
Apakah sistem yang telah dibuat dapat membantu atau berguna untuk pemilik atau pekerja laundry?	3	3	4	0	0

Keterangan :

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

C = Cukup

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

Menurut hasil pengujian *user* pada Tabel 13 dari sepuluh responden yang telah menjawab dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem Keamanan Ruang Laundry dapat bekerja dengan baik dan juga cukup membantu bagi pemilik dan pekerja *laundry*

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Setiap sensor yang digunakan berhasil mengirimkan data ke website dengan akurat dan nantinya dapat dilihat langsung menggunakan bot telegram atau website. Fuzzy logic juga sukses diaplikasikan ke dalam sistem. Dan pada pengujian pengguna, sistem dianggap cukup bermanfaat bagi pemilik atau pekerja *laundry*. Saran yang bisa diberikan adalah aplikasi ini menampilkan data secara realtime dengan tampilan aplikasi dan fitur yang sederhana, masih dapat dikembangkan lebih jauh dengan menambah fitur yang lainnya atau juga lebih memperbaiki tampilan dari website yang sudah ada. Selain pada website, penambahan kondisi-kondisi lain untuk fuzzy juga akan mengembangkan aplikasi ini menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Gokhale, O. Bhat, and S. Bhat, "Introduction to IOT," *Int. Adv. Res. J. Sci. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 41–44, 2018.
- [2] A. A. Afifuddin, "Penerapan Metode Fuzzy untuk Monitoring Penggunaan Air Rumah Tangga Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 1, pp. 31–38, 2019.
- [3] B. Garinanto, S. Adi Wibowo, and D. Rudhistiar, "Penerapan Metode Fuzzy Untuk Smart Farming Hamster Berbasis Iot," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 693–699, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3752.
- [4] A. Maulana, "Kajian eksperimental boiler setrika uap yang terintegrasi dengan mesin pengering laundry," in *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unjani Expo (Unex)*, 2020, pp. 1–3.
- [5] Y. Efendi, "Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput. Fak. Ilmu Komput. Univ. Al Asyariah Mandar*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018.
- [6] M. F. Wicaksono, "Implementasi modul wifi NodeMCU Esp8266 untuk smart home," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [7] D. Desmira, "Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2022.
- [8] M. Y. E. Aditya and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2013.
- [9] T. Rachman, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Pada Lingkungan Perumahan Berbasis Iot Dengan Nodemcu." Universitas Islam Kalimantan MAB, 2021.
- [10] D. P. Sari, R. Wijanarko, and J. X. M. Tengah, "Implementasi Framework Laravel pada Sistem Informasi Penyewaan Kamera (Studi Kasus di Rumah Kamera Semarang)," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 2, no. 1, p. 32, 2020.
- [11] S. Saepudin, M. Miftah, L. Santya, and V. Mandala, "Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dengan Tsukamoto Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Lantak Si Jimat," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 6, no. 1, pp. 11–18, 2019.