

PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS *ARDUINO* MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Teguh Pratama¹, Cendy S. E. Tupamahu², Doms Upuy³

¹²Teknik Mesin, Universitas Pattimura, Ambon, Maluku

³Prodi Ilmu Komputer, Universitas Pattimura, Ambon, Maluku

Keywords:

Perancangan, Monitoring, Kualitas Udara, Arduino, Logika Fuzzy.

Correspondent Email:

teguh.prtma03@gmail.com

Abstrak. Peningkatan penggunaan teknologi dalam kehidupan sehari-hari berdampak pada kualitas udara dalam ruangan, yang dapat memengaruhi kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan alat untuk memonitor kualitas udara berbasis Arduino dengan mikrokontroler ESP2866, yang terintegrasi dengan sensor MQ-136 (gas), DHT-11 (suhu), dan GP2Y (debu). Metode logika fuzzy digunakan untuk menentukan tingkat kualitas udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat ini dapat diandalkan untuk memantau dan meningkatkan kualitas udara melalui deteksi real-time dan respons otomatis terhadap perubahan kondisi. Metode Mamdani dengan defuzzifikasi centroid menggunakan Matlab terbukti lebih efektif dalam menentukan indeks kualitas udara, memungkinkan pemantauan yang akurat dan responsif, serta mendukung pengambilan keputusan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan lingkungan dalam ruangan.

Abstract. The increasing use of technology in daily life has impacted indoor air quality, which can affect human health. Therefore, there is a need for a monitoring tool based on Arduino with an ESP2866 microcontroller, integrated with MQ-136 (gas), DHT-11 (temperature), and GP2Y (dust) sensors. Fuzzy logic methods are employed to determine air quality levels. Research results indicate that this device is reliable for monitoring and improving air quality through real-time detection and automatic responses to changing conditions. The Mamdani method with centroid defuzzification using Matlab has proven to be more effective in determining air quality indices, allowing for accurate and responsive monitoring, and supporting decision-making to maintain health and comfort in indoor environments.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pemakaian teknologi di berbagai bidang kehidupan sehari-hari membawa dampak terhadap kualitas udara di dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan merupakan aspek penting dalam menjaga lingkungan hidup yang sehat [1]. Kualitas udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, bahan bangunan (misal; asbes), struktur bangunan (misal; ventilasi), bahan pelapis untuk furniture serta interior (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar rumah (*ambient air quality*), radiasi dari Radon (Rd), formaldehid, debu, suhu dan kelembaban ruangan sangat mempengaruhi efektivitas

kegiatan dalam melakukan pekerjaan[2]. Bekerja pada lingkungan yang terlalu lembab atau terlalu panas, dapat menurunkan kemampuan fisik tubuh dan menyebabkan kelelahan sedangkan pada lingkungan yang terlalu dingin, dapat menyebabkan hilangnya fleksibilitas motorik tubuh[3], serta dapat mengganggu kesehatan manusia yang bisa memberikan risiko terhadap aktivitas kehidupan sehari-hari.

Maka dari itu perlu adanya sistem yang dapat *memonitoring* kualitas udara dalam ruang sehingga kita dapat mengetahui apakah udara dalam ruangan yang kita tempati baik atau tidak. Bagaimana mendeteksi atau mengetahui apakah kualitas udara disuatu tempat memiliki

kualitas udara yang baik atau tidak yaitu dengan menggunakan sistem mikrokontroler yang terintegrasi dengan beberapa sensor di antaranya sensor MQ-135 (co₂) yang dapat mendeteksi kadar konsentrasi gas, sensor dht-11 untuk mendeteksi suhu dan sensor debu GP2Y sehingga sangat cocok digunakan untuk mengukur tingkat kualitas udara [4], [5] Untuk itu dibutuhkan adanya sistem monitoring kualitas udara menggunakan metode logika fuzzy yang berfungsi sebagai pengambilan keputusan pada penentuan kualitas udara tersebut, yang dimana bisa menjadi acuan, untuk mengetahui informasi mengenai tingkat kualitas udara dalam ruangan[6].

Pilihan menggunakan teknologi Arduino sebagai basis sistem monitoring dinilai sebagai solusi yang inovatif dan efektif. Arduino, yang telah terbukti efisien dalam berbagai aplikasi, dapat diintegrasikan dengan sensor-sensor kualitas udara untuk memberikan pemantauan yang real-time dan akurat. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk melakukan tindakan preventif atau perbaikan lingkungan yang diperlukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu inovasi teknologi yang berperan penting untuk mencegah penyakit yang disebabkan karena pencemaran udara yang terjadi saat ini. Sistem monitoring sangat diperlukan sehingga udara dapat dalam ruangan dapat dimonitor. Tinjauan Pustaka ini akan membahas terkait system monitoring kualitas udara, termasuk teknologi yang digunakan pada system ini.

2.1 Indeks Kualitas Udara

Saat ini indeks standar kualitas udara yang dipergunakan secara resmi di Indonesia adalah Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU), hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP 45 / MENLH / 1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara.

2.2 Monitoring

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan, yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring menyediakan data dasar untuk

menjawab permasalahan, sedangkan evaluasi adalah memposisikan data-data tersebut agar dapat digunakan dan diharapkan memberikan nilai tambah[2].

2.3 NodeMCU ESP 8266

NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler yang dirancang untuk aplikasi IoT, mengintegrasikan chip ESP8266 yang memiliki kemampuan Wi-Fi dan protocol TCP/IP. NodeMCU ESP8266 memudahkan pengembangan aplikasi IoT karena dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, serta memiliki banyak pin input/output yang mendukung berbagai sensor dan modul tambahan. Keunggulan dari NodeMCU adalah kemampuannya untuk terhubung ke internet dengan mudah, sehingga sangat cocok untuk aplikasi seperti sistem pendeteksi kebocoran gas ini. [7][8]

2.4 Sensor Mq-135 (gas)

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa / kadar gas-gas berbahaya yang dapat mengganggu kualitas udara dan mengganggu pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog pada pin outputnya.[9]

2.5 Sensor DHT-11 (suhu)

Sensor DHT11 merupakan sensor digital yang berfungsi untuk mengukur suhu serta tingkat kelembapan. Sensor ini memiliki akurasi yang cukup baik untuk aplikasi rumah tangga dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU. Dalam penelitian ini, DHT11 berfungsi untuk memberikan informasi tentang kondisi lingkungan sekitar, yang sangat penting dalam konteks deteksi kebocoran gas LPG. [10]

2.6 Sensor debu PM2.5

Debu merupakan partikel yang memiliki ukuran diameter kurang dari 10 µm atau yang sering disebut particulate matter (PM₁₀). Sensor yang dapat digunakan untuk mengukur debu adalah sensor GP2Y. Sensor GP2Y adalah sensor yang memanfaatkan hamburan cahaya atau disebut dengan sistem penginderaan optic. Sensor ini dilengkapi dengan LED dan fotodioda yang diatur secara diagonal. Sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi partikel yang sangat halus

seperti debu atau asap rokok, dan umumnya digunakan dalam sistem pembersih udara.[11]

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE adalah media pemrograman pada papan yang harus diprogram; ini adalah perangkat lunak untuk mengembangkan sketsa pemrograman. Mengedit, membuat, mengunggah ke papan tertentu, dan menulis program tertentu semuanya dapat dilakukan dengan Arduino IDE. Berdasarkan bahasa pemrograman Java, Arduino IDE menyertakan pustaka C/C++ (pengkabelan) yang memudahkan operasi input/output. [12]

2.8 Matlab

Digunakan oleh banyak insinyur dan ilmuwan, Matlab adalah platform komputasi dan pemrograman numerik yang banyak digunakan untuk pemeriksaan data, perumusan algoritma, dan konstruksi model. Menawarkan lingkungan desktop yang ramah pengguna yang memfasilitasi analisis dan desain berulang, Matlab juga menawarkan kotak peralatan komprehensif yang dilengkapi dengan fungsi khusus yang disesuaikan dengan beragam domain aplikasi. Selain itu, aplikasi interaktif memungkinkan eksplorasi algoritme, sementara antarmuka bahasa eksternal memungkinkan integrasi tanpa batas dengan bahasa pemrograman lain. Selain itu, Matlab mendukung koneksi perangkat keras, komputasi paralel, serta penerapan web dan desktop. Dengan keserbagunaannya, Matlab dapat diterapkan di berbagai bidang termasuk kontrol sistem, pembelajaran mendalam, pemrosesan gambar, pembelajaran mesin, pemeliharaan prediktif, robotika, dan pemrosesan sinyal.[13]

2.9 Fuzzy Logic

Logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy yang menggunakan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan, dengan nilai keanggotaan berkisar antara 0 hingga 1. Sistem inferensi Mamdani merupakan metode logika fuzzy yang mengubah aturan-aturan fuzzy menjadi keluaran dalam bentuk himpunan logika fuzzy. Tahapannya meliputi pembentukan himpunan fuzzy, fuzzifikasi untuk menentukan derajat keanggotaan variabel input, operasi logika fuzzy untuk menggabungkan pernyataan

antecedent, implikasi menggunakan fungsi Min, agregasi menggunakan fungsi Max, dan terakhir, defuzzifikasi untuk mengubah himpunan fuzzy input menjadi bilangan crisp. Salah satu metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid, yang mengambil titik pusat daerah fuzzy sebagai output. [14]

Metode fuzzy mamdani digunakan dengan mempertimbangkan bahwa metode ini dapat diterapkan pada masalah yang tidak linear, memiliki variabel yang kompleks dan tingkat pendekatan yang memiliki pola pemikiran seperti manusia. [15]

3. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian secara cermat dan sistematis sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1 Variabel Penelitian

a) Independent Variable (Variabel Bebas)

Independent Variable atau Variabel Bebas adalah Variabel yang menjadi penyebab atau memiliki kemungkinan teoritis berdampak pada Variabel lain. Variabel Bebas umumnya dilambangkan dengan huruf X. keberadaan Variabel Bebas pada umumnya terkait atau ada hubungannya dengan keberadaan Variabel Terikat.

b) Dependent Variable (Variabel Terikat)

Dependent Variable atau Variabel Terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas

Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian ini dapat ditulis dalam bentuk matematis sebagai berikut:

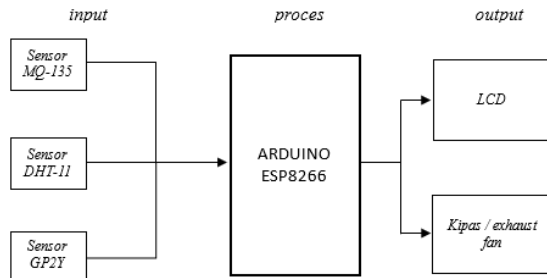
$$Y = f(X) ; \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

Y= Kualitas udara

X= Data Sensor (MQ-135, DHT-11 dan Dust sensor GP2Y).

3.2 Diagram Blok Sistem

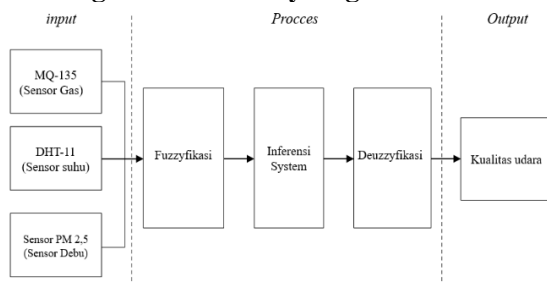


Gambar 1. Diagram blok logika fuzzy

3.3 Analisis System

Analisis dilakukan untuk mendapatkan hasil berupa kualitas udara dari data yang di dapatkan dari sensor yang mendeteksi udara sekitar. Pada analisis system ini digunakan metode fuzzy mamdani. Metode ini dinilai cukup efektif dalam penggunaan sistem kontrol karena output yang dihasilkan berupa nilai crisp yang dapat langsung digunakan untuk mengendalikan perangkat keras, seperti mengatur kecepatan kipas, ventilasi dan perangkat monitoring. Hal ini membuat metode ini cocok untuk aplikasi praktis seperti kontrol lingkungan dalam ruangan.

3.4 Diagram blok Fuzzy Logic



Gambar 2. Diagram blok logika fuzzy

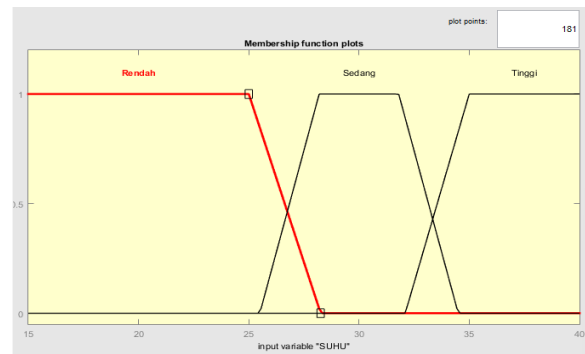
a) Fuzzyfikasi

Pada proses fuzzyfikasi, input yang berupa nilai atau angka akan dirubah ke dalam bentuk fuzzy (variable linguistik) sehingga lebih mudah dipahami. Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai input yaitu sensor MQ-135, DHT-11 dan Sensor debu GP2Y. Sedangkan output yang dihasilkan berupa Kualitas udara yang digunakan sebagai acuan kondisi udara sekitar.

Berikut merupakan fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel input dan variabel output:

- 1) Fungsi Keanggotaan dari *input* Sensor Suhu

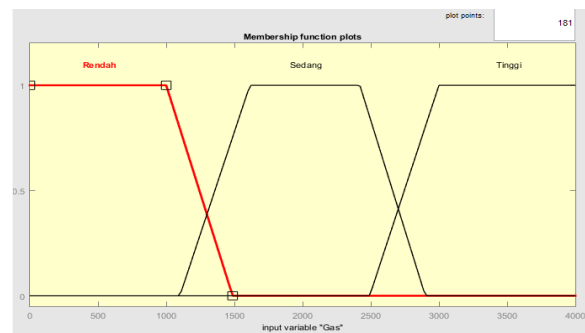
$$\mu_{\text{Suhu}_{\text{rendah}}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25} & 25 \leq x \leq 30 \\ 0; & x \geq 30 \end{cases}$$



Gambar 3.3 Grafik Fungsi Keanggotaan Sensor Suhu

- 2) Fungsi keanggotaan dari *input* sensor gas MQ-135

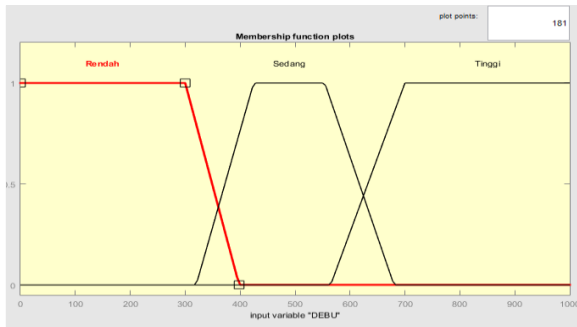
$$\mu_{\text{Debu}_{\text{rendah}}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 300 \\ \frac{500-x}{500-300} & 300 \leq x \leq 500 \\ 0; & x \geq 500 \end{cases}$$



Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Sensor gas

- 3) Fungsi keanggotaan dari *input* sensor debu

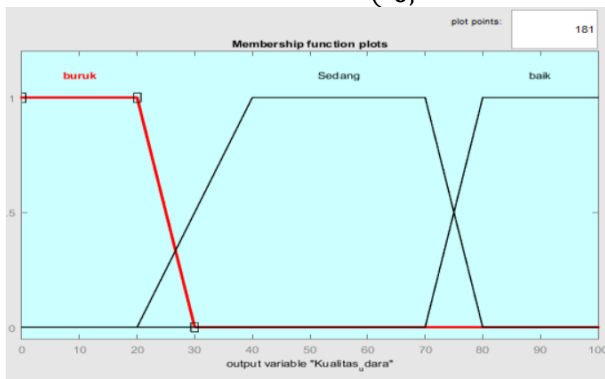
$$\mu_{\text{Debu}_{\text{rendah}}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 300 \\ \frac{500-x}{500-300} & 300 \leq x \leq 500 \\ 0; & x \geq 500 \end{cases}$$



Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan Sensor Debu GP2Y

4) Fungsi Keanggotaan dari *Output* Kualitas Udara

$$\mu_{\text{Kualitas_udaraBaik}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 30 \\ \frac{50-x}{50-30} & 30 \leq x \leq 50 \\ 0; & x \geq 50 \end{cases}$$



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Output Kualitas Udara

b) Inferensi System

Inferensi system merupakan proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Di dalam inferensi system terdapat *rule base* berupa kondisi dalam bentuk IF-THEN (JIKA-MAKA). Hasil aturan dasar dari logika Fuzzy dapat di lihat pada tabel berikut:

[R1]	<i>IF</i> Suhu Rendah, <i>AND</i> Gas Rendah, <i>AND</i> Debu Rendah, <i>THEN</i> Kualitas Udara baik
[R2]	<i>IF</i> Suhu Rendah, <i>AND</i> Gas Rendah, <i>AND</i> Debu Sedang, <i>THEN</i> Kualitas sedang
[R3]	<i>IF</i> Suhu Rendah, <i>AND</i> Gas Rendah, <i>AND</i> Debu Tinggi, <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk

[R4]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R5]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R6]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R7]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R8]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R9]	<i>IF</i> Suhu Rendah <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R10]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R11]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R12]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R13]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R14]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara sedang
[R15]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R16]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R17]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R18]	<i>IF</i> Suhu Sedang <i>AND</i> Gas Tinggi <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R19]	<i>IF</i> Suhu Tinggi <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R20]	<i>IF</i> Suhu Tinggi <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Sedang <i>THEN</i> Kualitas Udara tinggi
[R21]	<i>IF</i> Suhu Tinggi <i>AND</i> Gas Rendah <i>AND</i> Debu Tinggi <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk
[R22]	<i>IF</i> Suhu Tinggi <i>AND</i> Gas Sedang <i>AND</i> Debu Rendah <i>THEN</i> Kualitas Udara Buruk

[R23] IF Suhu Tinggi AND Gas Sedang AND Debu Sedang THEN Kualitas Udara Buruk

[R24] IF Suhu Tinggi AND Gas Sedang AND Debu Tinggi THEN Kualitas Udara Buruk

[R25] IF Suhu Tinggi AND Gas Tinggi AND Debu Rendah THEN Kualitas Udara Buruk

[R26] IF Suhu Tinggi AND Gas Tinggi AND Debu Sedang THEN Kualitas Udara Buruk

[R27] IF Suhu Tinggi AND Gas Tinggi AND Debu Tinggi THEN Kualitas Udara Buruk

c) Defuzzyfikasi

pada proses ini merupakan proses dimana akhir yaitu perubahan data input yang telah diproses dalam bentuk fuzzy kemudian diubah kembali ke nilai tegas (crisp) atau nilai pasti untuk mendapatkan nilai yang nantinya sebagai acuan kondisi udara pada lingkungan tersebut. Pada fuzzy ini metode yang digunakan untuk defuzzyfikasinya yaitu menggunakan Centroid (CoA) yang dimana metode centroid ini juga dikenal sebagai metode COA (Center of Area) atau metode Center of Gravity. Pada metode ini nilai tegas keluarannya diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses fuzzy.

$$Z_0 = \frac{\int_a^b Z \mu(Z) dZ}{\int_a^b \mu(Z) dZ}$$

Di mana:

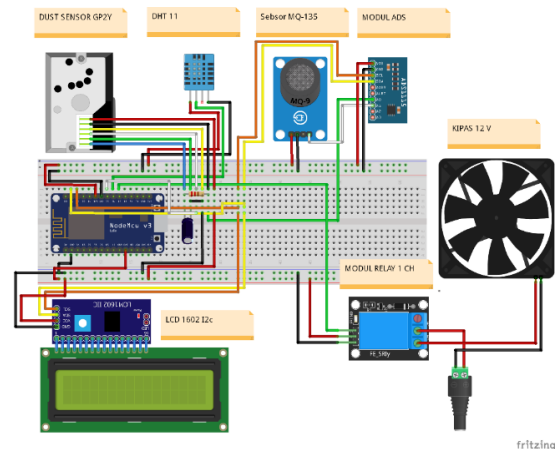
Z_0 : adalah centroid dari himpunan fuzzy.

$\mu(Z)$: fungsi keanggotaan dari himpunan fuzzy.

Z : variabel input yang diintegrasikan.

a dan b : batas bawah dan atas dari domain Z .

3.5 Desain Rancangan Perangkat



Gambar 4. Desain Rancangan Perangkat

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi dari perancangan sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis arduino menggunakan box elektrik sebagai wadah untuk semua komponen yang terdiri dari mikrokontroler nodemcu, dust sensor GP2Y, sensor suhu DHT11, Sensor gas MQ-135 dan Lcd I2C seperti yang ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil Rancangan Alat

Setelah semua tahapan implementasi tuntas dan alat dapat berjalan dengan baik, dalam hal ini monitoring kualitas udara secara *real-time*. Cara pengoperasian alat yaitu dimana nodeMCU esp 8266 sebagai tempat penampung data yang di dapat dari sensor pada perangkat, kemudian data tersebut ditampilkan secara real time pada layar LCD 1602 I2C. setelah itu kipas akan otomatis menyala apabila nilai sensor mencapai parameter yang telah ditentukan untuk mensirkulasikan udara pada ruangan tersebut. Berikut merupakan hasil

dari pengujian yang dilakukan pada perangkat dengan beberapa kondisi ruangan.

Tabel 1. Hasil pengujian kualitas udara dalam ruangan normal

Suhu (C)	Gas (ppm)	Debu (mg/m ³)	Output Kipas (on/off)
30	10	15	Off
30	15	18	Off
32	12	30	Off
31	14	25	Off

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa suhu pada ruangan masih normal karena berada pada rentang 30-32C. Kemudian untuk sensor gas berada pada rentang 10-15 ppm dimana masuk dalam kategori rendah. Kemudian untuk debu nya berada pada rentang 15-25 mg/m³, berada pada kategori rendah. Untuk output kipas berada pada posisi off karena sensor mendeteksi kualitas udara yang cukup baik. Dapat disimpulkan bahwa udara pada ruangan dengan kondisi normal terbilang masih cukup baik.

Tabel 2. Hasil pengujian kualitas udara dalam ruangan terkontaminasi cairan aerosol

Suhu (C)	Gas (ppm)	Debu (mg/m ³)	Output Kipas (on/off)
30	1500	50	off
30	2500	300	on
32	2500	500	on
31	3600	550	on

Dapat dilihat bahwa untuk sensor suhu pada ruangan yang disemprot baygon masih normal karena berada pada rentang 30-33C. Kemudian untuk sensor gas berada pada rentang 1500-3600 ppm dimana masuk pada kategori tinggi. Kemudian untuk sensor debu berada pada rentang 300-550mg/m³, tentunya berada pada kategori sedang. Output kipas berada pada posisi on karena sensor menangkap kualitas udara yang kurang baik atau buruk. Dapat disimpulkan bahwa udara pada ruangan yang disemprot Baygon memiliki kualitas udara yang buruk.

Tabel 3. Hasil pengujian kualitas udara dalam ruangan berasap

Suhu (C)	Gas (ppm)	Debu (mg/m ³)	Output Kipas (on/off)
30	2200	200	Off
30	4000	1000	On
32	3700	980	On
31	3000	900	On

Untuk sensor suhu pada ruangan dalam kondisi berasap masih dalam normal karena berada pada rentang 30-33C. Kemudian untuk sensor gas berada pada rentang 2200-4000 ppm dimana masuk pada kategori tinggi. Kemudian untuk sensor debu berada pada rentang 900-1000 mg/m³ tentunya berada kategori tinggi. Dapat disimpulkan bahwa udara pada ruangan dengan kondisi berasap memiliki kualitas udara yang tidak baik/buruk.

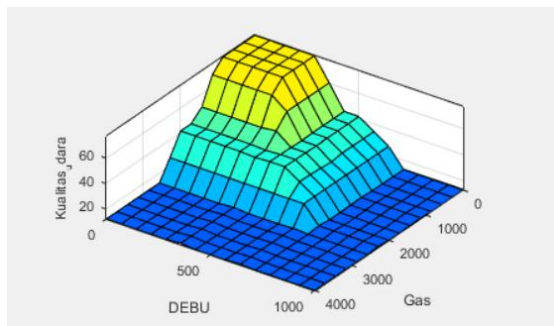
Setelah data yang diperlukan di dapatkan, kemudian data tersebut diolah menggunakan logika fuzzy untuk mendapatkan kualitas udara seperti tujuan dari pada penelitian ini. Hasil dari analisis fuzzy ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis fuzzy logic menggunakan Matlab

Suhu (C)	Gas (ppm)	Debu (mg/m ³)	Kualitas udara (%)
30	10	15	76,4
30	15	18	76,4
30	2500	300	51,1
32	2500	500	51,9
32	3700	980	13,1
31	3000	900	12,7

Berdasarkan tabel 4, tingkat kualitas udara dalam ruangan ditunjukkan berdasarkan kondisi yang terukur. Pada data 1 dan 2, nilai tingkat kualitas udara adalah sebesar 76,4%, yang termasuk dalam kategori baik dengan rentang 70-100%. Selanjutnya, pada data 3 dan 4, kualitas udara dalam ruangan mencapai nilai 51,1% dan 51,9%, yang termasuk dalam kategori sedang dengan rentang 30-70%. Sedangkan pada data 4 dan 5, kualitas udara menunjukkan nilai antara 12,7% hingga 13,1%,

yang dikategorikan sebagai kondisi udara yang buruk. Data ini diperoleh dari pengujian perangkat yang menunjukkan bahwa kualitas udara dalam ruangan semakin buruk ketika perangkat mendeteksi adanya polutan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak polutan atau polusi yang ada di dalam ruangan, semakin buruk kualitas udara yang dihasilkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kualitas udara dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh jumlah polutan yang terdeteksi, di mana peningkatan jumlah polutan akan secara langsung berkontribusi pada penurunan kualitas udara tersebut.



Gambar 4. Surface / Grafik 3D analisis system menggunakan MATLAB

5 KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino dapat mendeteksi polutan dan memonitoring kualitas udara dalam ruangan secara efektif, dengan hasil pengujian menunjukkan respons yang sesuai terhadap kondisi ruangan yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat berbasis arduino dapat digunakan dengan baik dalam memonitoring kualitas udara dalam ruangan melalui deteksi real-time dan respons otomatis terhadap kondisi udara yang berubah-ubah. Kemudian untuk Implementasi metode *fuzzy logic* terbukti efektif dalam menentukan tingkat kualitas udara dalam ruangan. Dari analisis data yang dilakukan, terlihat bahwa kualitas udara cenderung memburuk seiring dengan meningkatnya nilai yang ditampilkan oleh sistem. Sebaliknya, ketika nilai yang ditampilkan berada pada angka rendah, kondisi kualitas udara dalam ruangan berada dalam keadaan baik. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat dan fuzzy logic merupakan dua hal

yang berbeda, tetapi masih saling berhubungan. Yang dimana perangkat monitoring mendeteksi dan mendapatkan data real dari kondisi sekitar melalui ketiga sensor, sedangkan fuzzy logic merupakan metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan tingkat kualitas udara dalam ruangan berdasarkan data yang didapatkan dari perangkat monitoring. Metode ini memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan kondisi udara, sehingga pengambilan keputusan dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan lingkungan dalam ruangan menjadi lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fajar B, F. D. Lestary, A. Hidayat, D. Fadhilatunisa, and A. Eka, "Prototype Sistem Monitoring Pendeteksi dan Penyaringan Udara pada Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal MediaTIK*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, Jan. 2023, doi: 10.59562/mediatik.v6i2.1388.
- [2] G. C. Rumampuk, V. C. Poekoel, and A. M. Rumagit, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet of Things ," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 17, no. 1, pp. 11–18, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.35793/jti.v17i1.34212>.
- [3] G. P. Humairoh and R. D. E. Putra, "Prototipe Pengendalian Kualitas Udara Indoor Menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor MQ135, DHT-22 dan Filter HEPA," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 2529–2536, Jan. 2022, doi: 10.32672/jse.v7i1.3708.
- [4] M. K Ahmad and A. Taryanto, "Sistem Monitoring Polusi Udara Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Esp8266 Wemos D1 Wifi," *JURNAL JITS (Journal of Information Technology Student)*, vol. 3, no. 1, pp. 40–49, 2024, Accessed: Aug. 11, 2025. [Online]. Available: <https://journal.piksi.ac.id/index.php/jits/article/view/1628>
- [5] R. C. Adinata and Y. S. Mustakmal, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis Arduino,"

- Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 2022.
- [6] D. Upuy and A. H. Hiariey, "Comparison Of Sugeno And Mamdani Fuzzy System Performance In Predicting The Amount Of Virgin Coconut Oil (Vco) Production," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 6, no. 3, pp. 209–213, Dec. 2023, doi: 10.33387/jiko.v6i3.7051.
- [7] I. M. Y. Kusumah, D. S. Ramdhani, and E. F. Yumansyah, "Prototype Alat Deteksi Kebocoran Gas Lpg Menggunakan Nodemcu Esp8266," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 12, no. 2, pp. 15–25, Dec. 2022, doi: 10.58761/juristikstmikbandung.v12i2.172.
- [8] R. Andriawan, D. Berliani, Y. Sarigih, and U. Latifa, "Rancangan Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Nodemcu ESP866 Berbasis Internet," *Science, and Physics Education Journal (SPEJ)*, vol. 6, no. 1, pp. 33–41, Dec. 2022, doi: 10.31539/spej.v6i1.4394.
- [9] M. F. Akbar, "Pemanfaatan Sensor Mq-135 Sebagai Monitoring Kualitas Udara Pada Aula Gedung Fasikom," Universitas Sriwijaya, Palembang, 2021. Accessed: Jun. 01, 2025. [Online]. Available: https://repository.unsri.ac.id/53925/1/RAM_A_56401_09030581822042.pdf
- [10] M. A. Fauzi and S. A. Sukarno, "Pengembangan Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Iot: Integrasi Sensor Mq-02 Dan Dht11 Untuk Pemantauan Real Time," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 1, pp. 1467–1474, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5980>.
- [11] R. Aghorru and M. Koprari, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas Dan Polusi Udara Pm2.5 Yang Terintegrasi Dengan Platform Iot," *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 3, 2023, doi: 10.31602/tji.v14i3.12029.
- [12] N. Badruzzaman, H. Bhakti, and O. S. Bachri, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu Dan Ph Air Kolam Budidaya Ikan Lele Menggunakan Arduino Esp8266 Dan Arduino Ide," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3, pp. 4423–4432, Oct. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5355>.
- [13] A. A. K. Dwipangga, M. Abdillah, M. F. Apriansyah, and R. A. Saputra, "Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Untuk Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruang," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 3, pp. 3967–3974, Jun. 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9851>.
- [14] A. D. Putri and A. Maulana, "Penerapan Metode Mamdani Fuzzy Logic untuk Menentukan Pembelian Alat Berat dalam Proyek Migas di PT SMOE Indonesia," *Jurnal Desain Dan Analisis Teknologi (JDDAT)*, vol. 2, no. 2, pp. 138–149, Jul. 2023, doi: 10.58520/jddat.v2i2.32.
- [15] M. Markun, Eviriawan, I. Fahrani, and R. A. Saputra, "Penggunaan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Evaluasi Kepuasan Pelanggan: Studi Kasus Pada Layanan Perbankan Di Bank BRI," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3, pp. 2461–2473, Aug. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4775>.