



Sistem Monitoring Kadar Gas Sulfur Dioksida (SO₂) Serta Suhu dan Kelembapan Udara Pada Ruangan Berbasis ESP32

Nur Wahyu Rahmadhany
Universitas Muhammadiyah Gresik
Email: dhanynr@gmail.com

Alamat: Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia
Korespondensi penulis: dhanynr@gmail.com

Abstract. Sulfur gas is a dangerous pollutant for humans. The main effect of (SO₂) pollutant on humans is irritation of the respiratory system. Especially health for the elderly and sufferers who experience chronic diseases of the respiratory and cardiovascular systems which are very sensitive to contact with (SO₂). So in this research it is necessary to design a monitoring system for levels of sulfur dioxide gas (SO₂), temperature and humidity in the room. This monitoring system uses the MQ-136 sensor as a detector for (SO₂) sulfur dioxide gas levels in Ppm units and the DHT11 sensor as a temperature and humidity detector in the room. The reading results of the two sensors will be processed via the ESP32 Wifi Module with Application BLYNK and Google Spreadsheet output. Meanwhile, the Exhaust Fan output lights up according to Fuzzy Logic Mamdani regulations.

Keywords: Sulfur Dioxide, MQ-136, DHT11.

Abstrak. Gas Sulfur adalah salah satu polutan berbahaya bagi manusia. Akibat utama polutan (SO₂) terhadap manusia adalah terjadinya iritasi pada sistem pernafasan. Terutama kesehatan bagi usia lanjut dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan dan kardiovaskular yang sangat sensitif jika kontak dengan (SO₂). Sehingga pada penelitian ini perlu adanya sebuah rancang sistem monitoring kadar gas sulfur dioksida (SO₂), suhu dan kelembapan pada ruangan. Sistem monitoring ini menggunakan sensor MQ-136 sebagai pendeteksi kadar gas sulfur dioksida (SO₂) dengan satuan ppm dan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan pada ruangan. Hasil pembacaan kedua sensor tersebut akan diproses melalui Modul Wifi ESP32 dengan mempunyai output Aplikasi BLYNK dan Google Spreadsheet. Sementara output Exhaust Fan menyala sesuai dengan ketentuan Fuzzy Logic Mamdani.

Kata kunci: Sulfur Dioksida, MQ-136, DHT11.

1. LATAR BELAKANG

Kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia karena polusi udara dalam ruangan memiliki dampak yang lebih berbahaya dibandingkan polusi udara di luar ruangan. polusi udara dalam ruangan 2 sampai 10 kali lebih berbahaya dibandingkan polusi udara luar ruangan, Padahal masyarakat menghabiskan waktunya sekitar 75% sampai 85% di dalam ruangan. Para pekerja terpapar polusi udara dalam ruangan 2 hingga 5 kali lebih banyak, bahkan 100 kali lebih tinggi dari pada tingkat polusi di luar ruangan. Hal ini menunjukkan bahwa makin tinggi tingkat polusi udara di dalam ruangan, makin tinggi pula ancaman kesehatannya. Oleh karena itu, kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia(Adler, L., 2000).

Bahan kimia seperti asam sulfat (H₂SO₄) ini sering dipakai pada industry contohnya ialah batterai lead acid yang di gunakan pada PLTU atau PLTS, namun pada produk akhir asam sulfat itu jarang muncul. asam sulfat dipakai dalam pembuatan pupuk, plat timah, pengolahan

minyak dan dalam pewarna tekstil. Di bagian atas atmosfer venus yang lebih dingin, terdapat asam sulfat dalam keadaan cair. Sulphur trioksida sangatlah reaktif dan berdispersi menjadi sulfur dioksida (SO₂) dan oksigen atomic, yang akan kemudian mengoksidasi karbon monoksida menjadi karbondioksida. Sulfur dioksida dan uap air kemudian naik secara arus konveksi dari lapisan tengah atmosfer menuju lapisan atas, dimana keduanya akan diubah lagi menjadi asam sulfat dan ini berulang lagi kemudian. Dampak dari uap asam sulfat bagi para pekerja, karena jika uap dari asam sulfat adalah gas sulfur dioksida (SO₂) jika gas ini sampai terhirup dapat menyebabkan munculnya gangguan pernapasan. Mulai dari sesak napas hingga kemungkinan terparah lainnya seperti infeksi dan iritasi pada paru-paru. Dikarenakan pengaruh Uap dari Asam sulfat (H₂SO₄) yang menghasilkan gas (SO₂) dan kemudian terhirup oleh pekerja ini sangat bahaya, maka peneliti ini bertujuan untuk membuat alat sistem monitoring untuk mengetahui kadar gas (SO₂) yang berada di ruangan atau di lingkungan sekitar (Siffert L, 2018).

Maka dari itu penelitian kali ini ingin menggunakan sensor MQ-136 sebagai monitoring kadar gas sulfur dioksida (SO₂) yang nantinya satuan akan berbentuk PPM (Part Per Millions) ditambahkan sensor DHT11 yang mampu mendeteksi Suhu dan kelembapan ruangan, serta memiliki output pada Exhaust Fan dan hasil monitoring akan ditampilkan pada Lcd, data real time tertampil pada Aplikasi BLYNK dan Google Spreadsheet.

2. KAJIAN TEORITIS

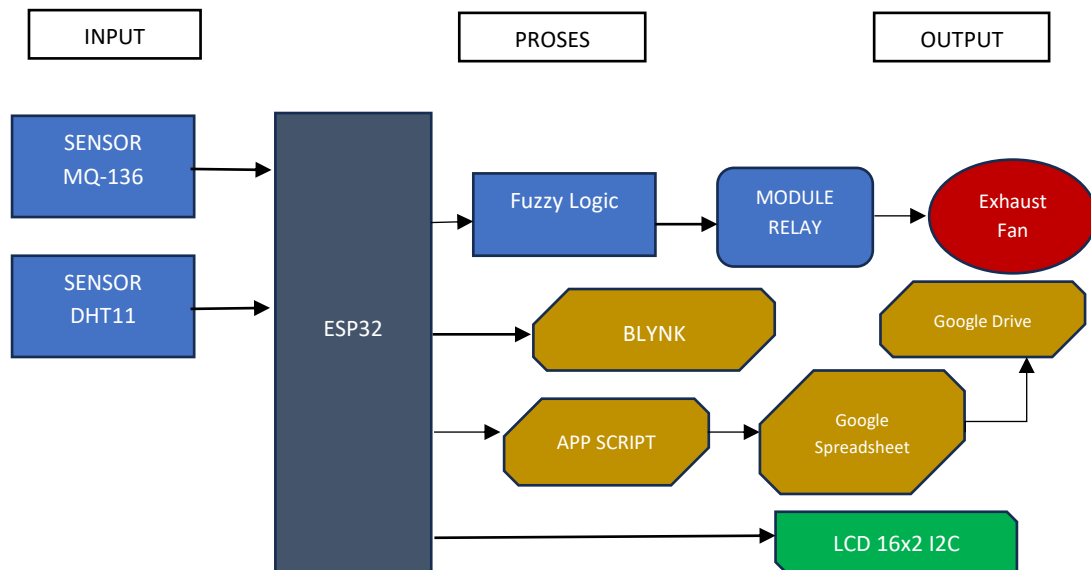
Gas sulfur dioksida (SO₂) suatu gas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil di pembangkit listrik, fasilitas industri, dan pada sumber seperti lokomotif, kapal, mobil, dan suatu alat lainnya. Emisi dari kegiatan industri serta interaksinya dengan meteorologi dan topografi memiliki dampak fluktuasi dispersi atmosfer yang dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi pencemaran udara. (SO₂) bisa di katakan polutan yang berbahaya bagi kesehatan terutama bagi manusia usia lanjut dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan dan kardiovaskular yang sensitif terhadap (SO₂) walaupun dengan konsentrasi yang relatif rendah, misalnya 30 PPM atau lebih.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini akan dimulai dengan studi literatur yang bertujuan untuk penelitian yang akan datang, penggalan data mulai dari jurnal, buku, skripsi hingga penelitian terdahulu. Untuk tahapan pertama ada literatur yang akan dipelajari yaitu, Metode Fuzzy

Mamdani, Konfigurasi Piranti ESP32, Sensor Gas Type MQ-136, Sensor Suhu DHT11, Penggunaan Blynk dan Google Spreadsheet.

A. Konsep Blok Sistem



Gambar 3.1 Konsep Blok Sistem

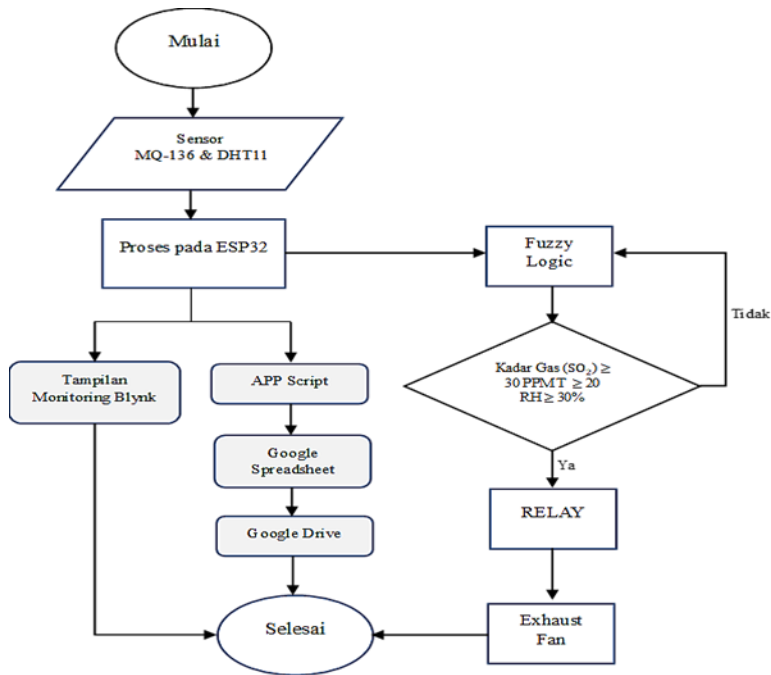
Dapat jelaskan dalam blok sistem diatas ini menggunakan input sensor MQ-136 yang di gunakan untuk mengetahui kadar gas sulfur dioksida dan Sensor DHT11 digunakan untuk pendeteksi suhu dan kelembapan. Kemudian diproses melalui ESP32 dan modul relay. Sementara output ada Exhaust Fan, Exhaust Fan menyala sesuai dari Fuzzy Logic Mamdani. Lalu untuk pengaksesan riwayat data sensor input melalui data report menggunakan aplikasi Blynk dan Google Spreadsheet kemudian ada LCD 16x2 I2C secara real time maupun tidak. Fungsi Fuzzy Logic adalah mengontrol output berupa Exhaust Fan berdasarkan range dari data input sensor MQ-136 dan DHT11.

B. Desain Software

Sistem Interface dibuat menggunakan aplikasi Blynk dan Google Spread Sheet dengan membuat desain tampilan HMI (Human Machine Interface), Data Log dari pembacaan sensor dan result defuzzifikasi fuzzy logic mamdani tertampil secara real-time maupun tidak. Gambar desain merupakan suatu desain sistem yang digunakan untuk melakukan pengaturan dan melakukan monitoring pada sistem yang sedang beroperasi. Berikut merupakan desain tampilan Blynk dan Google Spreadsheet pada PC.

No	Date	Time	Temperature	Humidity	SO2	Fan
36	17/02/24	21:18:28	28.30	85.00	0.48	01:01
37	17/02/24	21:18:58	28.30	85.00	0.50	02:01
38	17/02/24	21:19:27	28.30	85.00	0.43	02:01
39	17/02/24	21:19:57	28.30	84.00	0.56	03:01
40	17/02/24	21:19:27	28.30	84.00	0.52	02:01
41	17/02/24	21:18:58	28.30	84.00	0.51	02:01
42	17/02/24	21:19:27	28.30	84.00	0.54	03:01
43	17/02/24	21:18:58	28.30	85.00	0.53	02:01
44	17/02/24	21:20:28	28.30	85.00	0.55	03:01
45	17/02/24	21:20:58	28.30	85.00	0.53	02:01
46	17/02/24	21:21:28	28.30	85.00	0.50	02:05
47	17/02/24	21:21:58	28.30	85.00	0.53	03:05
48	17/02/24	21:22:28	28.30	85.00	0.51	02:05
49	17/02/24	21:22:58	28.30	85.00	0.57	03:05
50	17/02/24	21:23:28	28.30	85.00	0.53	02:05
51	17/02/24	21:24:07	28.30	85.00	0.51	02:05
52	17/02/24	21:24:38	28.30	85.00	0.53	03:05
53	17/02/24	21:25:08	28.30	85.00	0.59	02:01
54	17/02/24	21:25:38	28.30	85.00	0.59	02:05
55	17/02/24	21:26:08	28.30	85.00	0.58	01:05
56	17/02/24	21:26:40	28.30	85.00	0.58	02:05
57	17/02/24	21:27:11	28.30	85.00	0.64	02:05
58	17/02/24	21:27:47	28.30	85.00	0.63	03:01
59	17/02/24	21:28:17	28.30	84.00	0.67	03:01

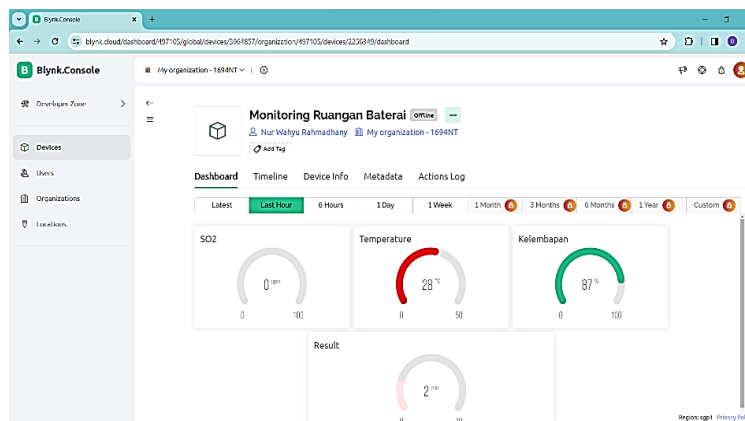
Gambar 3.2 Desain Tampilan Blynk



Gambar 3.3 Desain Tampilan Google Spreadsheet

C. Proses Kera Sistem

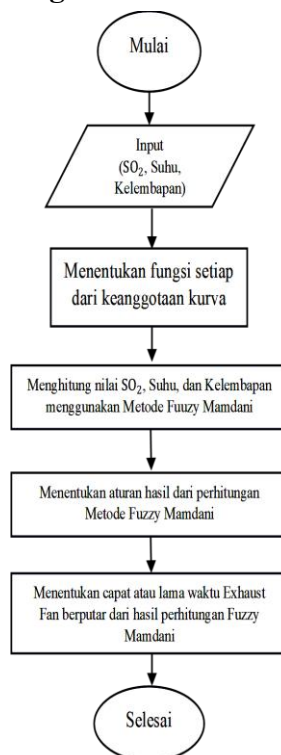
Pada proses kerja sistem tahapan ini akan dijelaskan berikut merupakan alur sistem dari cara kerja alat yang digambarkan melalui Gambar 4 dibawah.



Gambar 3.4 Flowchart Proses Kerja Sistem

Sensor MQ-136 dan DHT11 mengambil data pada ruangan sebagai input data awal, input data ini disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan. Setelah didapatkan, data akan diproses oleh ESP32 berdasarkan rules Fuzzy yang telah ditentukan. Kemudian dari pemrosesan tersebut akan menentukan output pada pin ESP32, pin tersebut dapat digunakan atau dihubungkan ke Exhaust Fan. Karena terdapat 2 sensor MQ-136 maka pada saat pemrosesan fuzzy akan dipilih parameter sensor yang paling rendah sebagai acuan, hal ini dikarenakan dalam prototype ekosistem dalam ruangan dilengkapi dengan 1 Exhaust Fan yang waktu berputar berdasarkan output fuzzy. Blynk akan menampilkan hasil monitoring sedangkan Google Spreadsheet mengambil data report lalu kemudian tersimpan pada Google Drive dan LCD 16x2 I2C kemudian akan menampilkan parameter pembacaan dari data sensor MQ-136 dan DHT11 serta waktu menyalnya exhaust. Setiap terjadi perubahan pada data pembacaan sensor MQ-136 dan DHT11 maka data tersebut akan tertampil secara realtime.

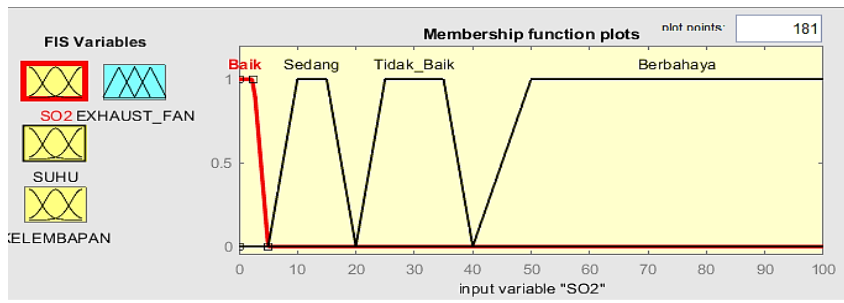
D. Perencanaan Metode Fuzzy Logic Mamdani



Gambar 3.5 Flowchart Perencanaan Fuzzy Logic

Pada perancangan logika fuzzy Mamdani terdiri dari fungsi keanggotaan, basis peraturan dan defuzzifikasi. kemudian algoritma yang menjadi penentu suatu tindakan perangkat elektronik pada sistem yang berjalan akan dimasukkan ke dalam ESP32. Fungsi dari Keanggotaan Himpunan fuzzy yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 6 – 9.

a) Fungsi Keanggotaan Kadar Gas SO₂



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Input Variable Kadar Gas SO₂

Fungsi Keanggotaan Kadar Gas SO₂ ditunjukkan oleh persamaan 3. 1 – 3. 4 dibawah ini:

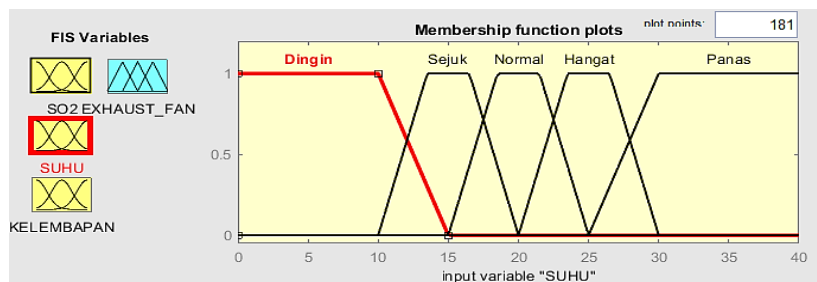
$$\mu_R \text{ Baik}[x] = \begin{cases} 1 & , x < 2,5 \\ \frac{5-x}{5-2,5} & , 2,5 \leq x \leq 5 \\ 0 & , x > 5 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_R \text{ Sedang}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 10 \text{ atau } \leq 15 \\ \frac{x-5}{10}; & 5 < x < 10 \\ \frac{20-x}{10}; & 15 < x < 20 \\ 0; & x = \leq 5 \text{ atau } \geq 20 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_R \text{ Tidak Baik}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 25 \text{ atau } \leq 35 \\ \frac{x-20}{10}; & 20 < x < 25 \\ \frac{40-x}{10}; & 35 < x < 40 \\ 0; & x = \leq 20 \text{ atau } \geq 40 \end{cases} \quad (3.3)$$

$$\mu_R \text{ Berbahaya}[x] = \begin{cases} 1 & , x \geq 50 \\ \frac{x-40}{50-40} & , 40 \leq x \leq 50 \\ 0 & , x \leq 40 \end{cases} \quad (3.4)$$

b) Fungsi Keanggotaan Suhu



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Input Variable Suhu

Fungsi Keanggotaan Suhu ditunjukkan oleh persamaan 3. 5 – 3. 9 dibawah ini :

$$\mu_R \text{ Dingin}[x] = \begin{cases} 1 & , x < 10 \\ \frac{15-x}{15-10} & , 10 \leq x \leq 15 \\ 0 & , x > 15 \end{cases} \quad (3.5)$$

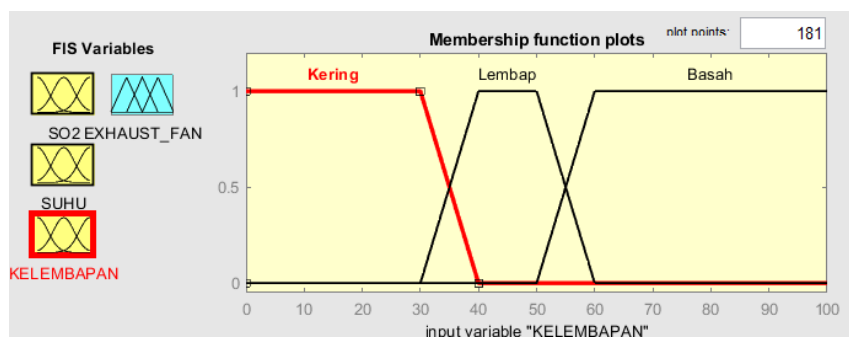
$$\mu_R \text{ Sejuk}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 13,5 \text{ atau } \leq 16,5 \\ \frac{x-10}{10}; & 10 < x < 13,5 \\ \frac{20-x}{10}; & 16,5 < x < 20 \\ 0; & x = \leq 10 \text{ atau } \geq 20 \end{cases} \quad (3.6)$$

$$\mu R \text{ Normal}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 18,5 \text{ atau } \leq 21,5 \\ \frac{x-15}{10}; & 15 < x < 18,5 \\ \frac{25-x}{10}; & 21,5 < x < 25 \\ 0; & x = \leq 15 \text{ atau } \geq 25 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu R \text{ Hangat}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 23,5 \text{ atau } \leq 26,5 \\ \frac{x-20}{10}; & 20 < x < 23,5 \\ \frac{30-x}{10}; & 26,5 < x < 30 \\ 0; & x = \leq 20 \text{ atau } \geq 30 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu R \text{ Panas}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 30 \\ \frac{x-25}{30-25}, & 25 \leq x \leq 30 \\ 0, & x \leq 25 \end{cases} \quad (3.9)$$

c) Fungsi Keanggotaan Kelembapan



Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Input Variable Kelembapan

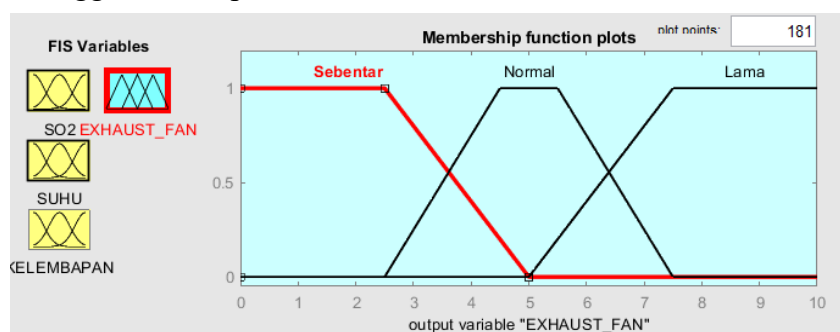
Fungsi Keanggotaan Kelembapan ditunjukkan oleh persamaan 3. 10 – 3. 12 dibawah ini:

$$\mu R \text{ Basah}[x] = \begin{cases} 1, & x < 30 \\ \frac{40-x}{40-30}, & 30 \leq x \leq 40 \\ 0, & x > 40 \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\mu R \text{ Lembap}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 40 \text{ atau } \leq 50 \\ \frac{x-30}{10}; & 30 < x < 40 \\ \frac{60-x}{10}; & 50 < x < 60 \\ 0; & x = \leq 30 \text{ atau } \geq 60 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu R \text{ Kering}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 60 \\ \frac{x-50}{60-50}, & 50 \leq x \leq 60 \\ 0, & x \leq 50 \end{cases} \quad (3.12)$$

d) Fungsi Keanggotaan Output Exhaust Fan



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Output Variable Exhaust Fan

Fungsi Keanggotaan Output Exhaust Fan ditunjukkan oleh persamaan 3. 13 – 3. 15 dibawah ini :

$$\mu R \text{ Sebentar}[x] = \begin{cases} 1, & x < 2,5 \\ \frac{5-x}{5-2,5}, & 2.5 \leq x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases} \quad (3. 13)$$

$$\mu R \text{ Normal}[x] = \begin{cases} 1; & x = \leq 4,5 \text{ atau } \leq 5,5 \\ \frac{x-2,5}{10}; & 2,5 < x < 4,5 \\ \frac{7,5-x}{10}; & 5,5 < x < 7,5 \\ 0; & x = \leq 2,5 \text{ atau } \geq 7,5 \end{cases} \quad (3. 14)$$

$$\mu R \text{ Lama}[x] = \begin{cases} 1, & x \geq 7,5 \\ \frac{x-5}{7,5-5}, & 5 \leq x \leq 7,5 \\ 0, & x \leq 5 \end{cases} \quad (3. 15)$$

Rules Fuzzy mamdani yang digunakan untuk basis aturan output dari nilai kadar gas SO₂, Suhu, dan Kelembapan sebagai berikut :

Table 4.1 Rules Mamdani

NO	IF	SO ₂	AND	SUHU	AND	KELEMBAPAN	THEN	EXHAUST FAN
1	IF	BAIK	AND	DINGIN	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
2	IF	BAIK	AND	SEJUK	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
3	IF	BAIK	AND	NORMAL	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
4	IF	BAIK	AND	HANGAT	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
5	IF	BAIK	AND	PANAS	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
6	IF	BAIK	AND	DINGIN	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
7	IF	BAIK	AND	DINGIN	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
8	IF	BAIK	AND	SEJUK	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
9	IF	BAIK	AND	SEJUK	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
10	IF	BAIK	AND	NORMAL	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
11	IF	BAIK	AND	NORMAL	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
12	IF	BAIK	AND	HANGAT	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
13	IF	BAIK	AND	HANGAT	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
14	IF	BAIK	AND	PANAS	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
15	IF	BAIK	AND	PANAS	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
16	IF	SEDANG	AND	DINGIN	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
17	IF	SEDANG	AND	DINGIN	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
18	IF	SEDANG	AND	DINGIN	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
19	IF	SEDANG	AND	SEJUK	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
20	IF	SEDANG	AND	SEJUK	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR
21	IF	SEDANG	AND	SEJUK	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
22	IF	SEDANG	AND	NORMAL	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
23	IF	SEDANG	AND	MORMAL	AND	LEMBAP	THEN	SEBENTAR

24	IF	SEDANG	AND	NORMAL	AND	BASAH	THEN	SEBENTAR
25	IF	SEDANG	AND	HANGAT	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
26	IF	SEDANG	AND	HANGAT	AND	LEMBAP	THEN	NORMAL
27	IF	SEDANG	AND	HANGAT	AND	BASAH	THEN	NORMAL
28	IF	SEDANG	AND	PANAS	AND	KERING	THEN	NORMAL
29	IF	SEDANG	AND	PANAS	AND	LEMBAP	THEN	NORMAL
30	IF	SEDANG	AND	PANAS	AND	BASAH	THEN	NORMAL
31	IF	TIDAK BAIK	AND	DINGIN	AND	KERING	THEN	NORMAL
32	IF	TIDAK BAIK	AND	DINGIN	AND	LEMBAP	THEN	NORMAL
33	IF	TIDAK BAIK	AND	DINGIN	AND	BASAH	THEN	NORMAL
34	IF	TIDAK BAIK	AND	SEJUK	AND	KERING	THEN	NORMAL
35	IF	SEDANG	AND	HANGAT	AND	KERING	THEN	SEBENTAR
36	IF	TIDAK BAIK	AND	SEJUK	AND	BASAH	THEN	NORMAL
37	IF	TIDAK BAIK	AND	NORMAL	AND	KERING	THEN	NORMAL
38	IF	TIDAK BAIK	AND	MORMAL	AND	LEMBAP	THEN	NORMAL
39	IF	TIDAK BAIK	AND	NORMAL	AND	BASAH	THEN	LAMA
40	IF	TIDAK BAIK	AND	HANGAT	AND	KERING	THEN	LAMA
41	IF	TIDAK BAIK	AND	HANGAT	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
42	IF	TIDAK BAIK	AND	HANGAT	AND	BASAH	THEN	LAMA
43	IF	TIDAK BAIK	AND	PANAS	AND	KERING	THEN	LAMA
44	IF	TIDAK BAIK	AND	PANAS	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
45	IF	TIDAK BAIK	AND	PANAS	AND	BASAH	THEN	LAMA
46	IF	BERBAHAYA	AND	DINGIN	AND	KERING	THEN	LAMA
47	IF	BERBAHAYA	AND	DINGIN	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
48	IF	BERBAHAYA	AND	DINGIN	AND	BASAH	THEN	LAMA
49	IF	BERBAHAYA	AND	SEJUK	AND	KERING	THEN	LAMA
50	IF	BERBAHAYA	AND	SEJUK	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
51	IF	BERBAHAYA	AND	SEJUK	AND	BASAH	THEN	LAMA
52	IF	BERBAHAYA	AND	NORMAL	AND	KERING	THEN	LAMA
53	IF	BERBAHAYA	AND	MORMAL	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
54	IF	BERBAHAYA	AND	NORMAL	AND	BASAH	THEN	LAMA
55	IF	BERBAHAYA	AND	HANGAT	AND	KERING	THEN	LAMA
56	IF	BERBAHAYA	AND	HANGAT	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
57	IF	BERBAHAYA	AND	HANGAT	AND	BASAH	THEN	LAMA
58	IF	BERBAHAYA	AND	PANAS	AND	KERING	THEN	LAMA
59	IF	BERBAHAYA	AND	PANAS	AND	LEMBAP	THEN	LAMA
60	IF	BERBAHAYA	AND	PANAS	AND	BASAH	THEN	LAMA

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan tentang pengujian dengan kesesuaian parameter-parameter alat yang digunakan dan juga pengujian control kondisi udara pada ruangan, Bab ini juga nantinya akan di lakukan analisa terhadap bagian yang telah didapatkan. Pengujian yang dilakukan diantaranya yaitu, Pengujian Sensor MQ136, Pengujian Sensor DHT11, Pengujian Sensor Fuzzy Logic Mamdani, Pengujian Kontrol Kondisi Udara Pada ruangan.

A. Pengujian Sensor MQ-136

Pengujian sensor MQ136 ini menggunakan metode Mapping dari program Arduino dari peneliti sebelumnya. Hal ini di lakukan untuk mendapatkan hasil nilai parameter yang sesuai, berikut hasil pengujian sensor MQ136 tersebut dapat di lihat pada Table 2.

Table 4.2 Pengujian Sensor MQ136

NO	Tanggal	Waktu	MQ136 SO ₂ (PPM)
1	27/3/2024	09:40	4.40
2	27/3/2024	09:44	3.83
3	27/3/2024	09:59	0.10
4	27/3/2024	14.05	5.74
5	27/3/2024	14.07	2.29
6	27/3/2024	14.07	0.05

Pada table 2 diatas ialah suatu hasil pengujian dari sensor MQ136 yang di program dengan Arduino menggunakan library MQUnifiedsensor dengan Ratio Clean Air 3.6.

B. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara kalibrasi sensor sangat diperlukan agar dapat melakukan pembacaan nilai parameter yang akurat. juga membuat program sensor untuk menyesuaikan pembacaan parameter nilai sensor dengan menggunakan pembanding termometer, kalibrasi ini digunakan untuk mengambil nilai suhu dan kelembapan yang akurat.

Table 4.3 Kalibrasi Sensor DHT11 Suhu

NO	Sensor DHT11	Termometer	Error(%)
	Suhu (C°)	Suhu (C°)	
1	31.30	31.50	0.06
2	31.30	31.30	0
3	31.30	31.30	0
4	32.30	32.30	0
5	32.30	32.30	0
Rata-rata error			0.01

Table 4.4 Kalibrasi Sensor DHT11 Kelembapan

NO	Sensor DHT11	Termometer	Error(%)
	Kelembapan (%)	Kelembapan (%)	
1	78.00	88.30	0.12
2	79.00	88.30	0.10
3	80.00	88.70	0.09
4	80.00	90.10	0.11
5	81.00	90.10	0.10
Rata-rata error			0.05

Dari suatu hasil dari pengujian pada table 3-4 Sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembapan mampu mendapatkan hasil nilai parameter yang diinginkan dengan rata-rata error Suhu sebesar 0.01% dan rata-rata error kelembapan sebesar 0,05%.

C. Pengujian Fuzzy Logic Mamdani

Pada metode fuzzy logic mamdani ini memiliki system untuk mengatur waktu berputarnya output Exhaust dengan kesesuaian parameter sensor MQ136 dan DHT11. Dengan adanya metode fuzzy logic mamdani ini untuk mengetahui respon fuzzy logic mamdani terhadap mengaturnya waktu berputar exhaust sebagai output sensor dan adanya rules fuzzy mamdani yang telah ditentukan. Metode ini ialah system secara adaptif untuk menyesuaikan waktu berputarnya output exhaust sesuai dengan kondisi tekanan kadar gas sulfur dioksida yang diukur parameternya oleh MQ136 dan suhu serta kelembapan yang diukur oleh DHT11. Pada hasil dari pengujian fuzzy logic mamdani dapat di lihat pada table 5.

Table 4.5 Table Pengujian Fuzzy logic Mamdani

NO	Tanggal	Waktu	SO ₂ (PPM)	Suhu (C°)	Kelembapan (%)	Respon Sistem (Exhaust)	Respon Matlab	Error (%)
1	27/3/2024	09:40	4.40	30.80	79.00	2.35	5.00	0.53
2	27/3/2024	09:44	3.83	30.80	79.00	2.22	5.00	0.56
3	27/3/2024	09:59	0.10	30.80	79.00	1.94	5.00	0.61
4	27/3/2024	14.05	5.74	32.80	73.00	5.00	5.00	0
5	27/3/2024	14.07	2.29	32.80	74.00	1.94	5.00	0.61
6	27/3/2024	14.21	0.05	32.80	73.00	1.94	5.00	0.61
Rata – rata error								0.48

Dari hasil data tersebut dapat menyesuaikan waktu exhaust berputar berdasarkan dari beberapa input sensor yang diatur oleh fuzzy mamdani dengan keakuratan rata-rata error 0.48%.

D. Pengujian Kontrol Kondisi Udara Pada Ruangan

Pengujian Kontrol kondisi udara pada ruangan ini memiliki suatu tujuan untuk mengamati dan mendapatkan suatu data kondisi udara didalam ruangan. Pengujian ini terfokus kepada

respon sistem dan kerja exhaust untuk mengatur udara pada ruangan. Pengujian ini juga terdapat peran alat-alat yaitu sensor MQ136, sensor DHT11, output Exhaust dan metode fuzzy logic mamdani.

Table 4.6 Kontrol Kondisi Udara

NO	Tanggal	Waktu	SO ₂ (PPM)	Suhu (C°)	Kelembapan (%)	Keterangan
1	27/3/2024	09:40	4.40	30.80	79.00	Kondisi udara, SO ₂ mencapai 4.40 ppm masih dalam kategori baik serta suhu 30.8C° dan 79%.
2	27/3/2024	09.44	3.83	30.80	79.00	Kondisi Udara membaik dengan kadar gas SO ₂ menurun menjadi 3.83 ppm dengan suhu serta kelembapan yang tetap sama dengan sebelumnya
3	27/3/2024	09.59	0.10	30.80	79.00	Kondisi Udara membaik dengan kadar gas SO ₂ yang menurun menjadi 0.10 ppm.
4	27/3/2024	14.05	5.74	32.80	73.00	Pada pukul 14.05 meningkat kembali Kondisi udara, SO ₂ mencapai 5.74 ppm serta suhu 32.8C° dan 73%.
5	27/3/2024	14.07	2.29	32.80	74.00	Terdapat penurunan setelah 2 menit kemudian pada SO ₂ mencapai 2.29 ppm serta suhu 32.8C° dan 73%.
6	27/3/2024	14.21	0.05	32.80	73.00	Dan 14 menit kemudian kondisi udara kembali normal.

Dalam pengujian ini dilakukan dengan waktu 5 jam dengan kondisi Exhaust berputar menyesuaikan waktu yang telah ditentukan dengan metode fuzzy logic mamdani. Dengan adanya data pada Table 6, telah dinyatakan alat dapat menurunkan Kadar gas SO₂ serta suhu dan kelembapan tersebut, dan ada beberapa dokumentasi atau gambar yang dapat dilihat pada gambar 10-12.

Dapat dilihat pada gambar 10, alat sedang dalam pengujian dan bisa juga dikatakan mengambil suatu data yang diinginkan.

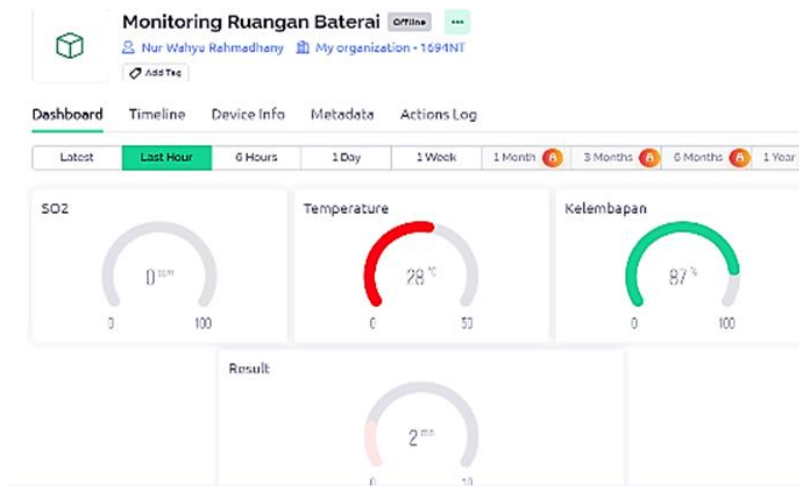


Gambar 4.10 Pengujian Alat

Dapat dilihat pada gambar 11-12, ialah penyimpanan data pada Google Spreadsheet dan hasil monitoring blynk dan kontrol udara didalam ruangan dari Sensor MQ136, DHT11, metode fuzzy logic mamdani. Google Spreadsheet ini mencatat satu data dengan waktu 30detik.

Gambar 4.11 Hasil Penyimpanan Data Google Spreadsheet

1	Date	Time	Temperature	Humidity	SO2	Exhaust
34	17/3/2024	23.16.26	29.30	85.00	0.48	02.01
35	17/3/2024	23.16.56	29.30	85.00	0.50	02.01
36	17/3/2024	23.17.27	29.30	85.00	0.43	02.01
37	17/3/2024	23.17.57	29.30	84.00	0.38	02.01
38	17/3/2024	23.18.37	29.30	84.00	0.32	02.01
39	17/3/2024	23.18.56	29.30	84.00	0.31	02.01
40	17/3/2024	23.19.27	29.30	84.00	0.34	02.01
41	17/3/2024	23.19.58	29.30	85.00	0.33	02.01
42	17/3/2024	23.20.28	29.30	85.00	0.30	02.01
43	17/3/2024	23.20.58	29.30	85.00	0.29	02.01
44	17/3/2024	23.21.29	28.90	85.00	0.30	02.05
45	17/3/2024	23.21.59	28.90	85.00	0.33	02.05
46	17/3/2024	23.22.30	28.90	85.00	0.31	02.05
47	17/3/2024	23.23.00	28.90	85.00	0.37	02.05
48	17/3/2024	23.23.38	28.90	86.00	0.33	02.05
49	17/3/2024	23.24.07	28.90	85.00	0.31	02.05
50	17/3/2024	23.24.38	28.90	86.00	0.33	02.05
51	17/3/2024	23.25.18	29.30	86.00	0.09	02.01
52	17/3/2024	23.25.39	28.90	85.00	0.09	02.05
53	17/3/2024	23.26.10	28.90	85.00	0.08	02.05
54	17/3/2024	23.26.40	28.90	85.00	0.08	02.05
55	17/3/2024	23.27.11	28.90	85.00	0.04	02.05
56	17/3/2024	23.27.57	29.30	86.00	0.10	02.01
57	17/3/2024	23.28.27	29.30	85.00	0.07	02.01



Gambar 4.12 Hasil Monitoring Blynk

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap proses pembuatan, perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dengan komponen ataupun pada tahap integrasi sistem, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut ini.

1. Sensor MQ136 menggunakan metode Mapping dari library Arduino mampu mendapatkan hasil nilai parameter yang diinginkan dan juga dapat di terapkan pada metode kontrol fuzzy logic mamdani.
2. Sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembapan mampu mendapatkan hasil nilai parameter yang diinginkan dengan rata-rata error Suhu sebesar 0.01% dan rata-rata error kelembapan sebesar 0,05% maka dari itu keakuratan hasil kalibrasi dapat diterapkan pada metode fuzzy logic mamdani.
3. Metode Fuzzy Logic Mamdani dapat menyesuaikan waktu exhaust berputar berdasarkan dari input sensor MQ136 dan DHT11 dengan keakuratan rata-rata error 0.48%.
4. Kontrol kondisi udara pada ruangan, alat berjalan efektif dapat menurunkan Kadar gas SO₂suhu dan kelembapan.

Berdasarkan proses pengerjaan dan penyelesaian alat skripsi ini, ada beberapa kekurangan dari segi komponen ataupun tingkat proses kinerja sistem alat yang kurang baik dan maka dari itu agar alat memiliki kinerja yang secara maksimal ada beberapa saran yang dapat digunakan yaitu, disarankan untuk menambahkan alat pembanding pada saat kalibrasi sensor MQ136 agar pembacaan nilai parameter lebih akurat.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir/skripsi, Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril ataupun material sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih ini saya tujukan kepada Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dorongan dan semangat kepada saya, Bapak Denny Irawan, ST., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro sekaligus Dosen Pembimbing saya yang telah mendidik dan memberikan bimbingan, saran, motivasi, serta ilmu selama masa perkuliahan, Bapak Harunur Rosyid, ST., M.KOM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik dan Ibu Rini Puji Astutik, ST., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah mendidik dan memberikan bimbingan, saran, motivasi, serta ilmu selama masa perkuliahan.

7. DAFTAR REFERENSI

- Adler, L. (2000). Common indoor air pollutants: Sources and health impacts. IAQ Fact Sheet 2, HF-LRA.161. Cooperative Extension Service - University of Kentucky. Retrieved May 22, 2018, from <https://fcs-hes.ca.uky.edu/sites/fcs-hes.ca.uky.edu/files/hf-lra.161.pdf>
- Blynk. (2017). Blynk. [Online] Available at: <https://www.blynk.cc/>
- Datasheet MQ136. (2017). MQ136 semiconductor sensor for sulfur dioxide. <https://www.china-total.com>
- Dewi, I. A., Kasenda, V., Suotha, H. I. R., & Moseya. (2012). Rancang bangun alat ukur konsentrasi gas sulfur dioksida (SO₂) berbasis mikrokontroler dan sensor MQ-136. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, 8(1), 28-32.
- Dwinanto, I., Rosyadi, R., Lusiana, A., Wisnuadji, K., & Ghatra. (2015). Pengaruh pemasangan exhaust fan di ruang kelas 3.8 Fakultas Teknik UNTIRTA terhadap kenyamanan thermal yang dihasilkan. *MEKANIKA*, 15(2), 70-76.
- Ganapathy, R. (2016). *Learning Google Apps Script*. Packt Publishing Ltd.
- Hakim, A. R., Harpad, B., Teknik Informatika, & Teknik Informatika. (2010). Sistem monitoring suhu laboratorium komputer. pp. 1–6.
- Jogiyanto, H. M. (2005). *Sistem Teknologi: Pendekatan Terintegrasi: Konsep Dasar, Teknologi, Aplikasi Pengembangan dan Pengelolaan* (2nd ed.). BPFE Yogyakarta: Andi Offset.
- Putri, S. N., & Saputro, D. R. S. (2021). Construction fuzzy logic with curve shoulder in inference system Mamdani. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1776, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Rodzikin, A. R. B. (2021). Rancang bangun alat ukur pendeteksi gas sulfur dioksida (SO₂) berbasis mikrokontroler ESP8266 menggunakan sensor MQ-136. Universitas Sriwijaya.
- Siffert, L., Blaser, S., Ottiger, P., & Leutwyler, S. (2018). Transition from water wires to bifurcated H-bond networks in 2-Pyridone. (H₂O)_n, n = 1-4 clusters. *The Journal of Physical Chemistry. A*.
- Wahyuni, A. S. (2017). Rancang bangun sistem monitoring emisi kadar gas sulfur dioksida menggunakan sensor MQ-136 berbasis mikrokontroler STM32F4 Discovery. *Teknik Instrumentasi*.