



# Air Pollution Monitoring and Detection System Design Using Fuzzy Method Based on IoT

## Perancangan Sistem Monitoring dan Deteksi Polusi Udara Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis IoT

Firga Deman Samudra \*, Miftachul Ulum , Koko Joni , Diana Rahmawati

Teknik Informatika, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

\* Email Penulis Korespondensi : [firgademan1997@gmail.com](mailto:firgademan1997@gmail.com)

**Abstract.** *The large amount of air pollution that occurs in the community is caused by the increase in the number of motorized vehicles and human activities, as well as the limited sense of sight and smell of humans so that they cannot feel the presence of pollutant gases that are harmful to health, so we need a tool that can detect and monitor pollutant gases so they don't exceed the threshold. In this study, a monitoring system and air pollution detection using the fuzzy Sugeno method based on the Internet of Things (IoT) is designed. In this system the MQ-7, MQ-135 and MQ-131 sensors are used to detect CO, CO<sub>2</sub> and Ozone gases, while the Sharp GP2Y1010AU0F sensor functions to detect dust. The results of these sensor readings are processed by the Arduino Uno and NodeMCU microcontrollers to be displayed on the P10 panel and sent to the Antares IoT Cloud server which can be accessed in real time. The results of this study have an accuracy rate of approximately 97% for gas sensors, both CO, CO<sub>2</sub>, and Ozone gas sensors. As for the dust sensor, the accuracy rate is 93.83%.*

**Keywords:** *Air quality; harmful pollutants; detect; monitor; Internet of Things*

**Abstrak.** *Banyaknya pencemaran udara yang terjadi di lingkungan masyarakat yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan aktifitas manusia, serta keterbatasan indera penglihatan maupun penciuman manusia sehingga tidak dapat merasakan adanya gas polutan berbahaya bagi kesehatan, maka diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi dan memonitor gas polutan agar tidak melebihi ambang batasnya. Pada penelitian ini dirancang sistem monitoring dan deteksi polusi udara menggunakan metode fuzzy sugeno berbasis Internet of Things (IoT). Pada sistem ini sensor MQ-7, MQ-135 dan MQ-131 digunakan sebagai pendeteksi gas CO, CO<sub>2</sub> dan Ozon, sedangkan sensor Sharp GP2Y1010AU0F berfungsi mendeteksi debu. Hasil pembacaan sensor ini diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU untuk ditampilkan pada panel P10 dan dikirim ke server Antares IoT Cloud yang dapat diakses secara real time. Hasil penelitian ini memiliki tingkat akurasi kurang lebih 97% untuk sensor gas baik sensor gas CO, gas CO<sub>2</sub>, maupun Ozon. Sedangkan untuk sensor debu tingkat akurasinya 93,83%*

**Kata kunci-** *kualitas air; polutan berbahaya; deteksi; monitor; Internet of Things*

## PENDAHULUAN

Udara merupakan elemen penting bagi makhluk hidup dan kehidupan manusia, sehingga perlu dipelihara kualitasnya agar berfungsi dengan baik untuk mendukung kehidupan yang sehat bagi seluruh makhluk hidup. Udara mengandung oksigen yang dibutuhkan makhluk hidup. Namun selain oksigen terdapat zat lainnya di udara seperti karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen dioksida, sulfur dioksida, debu, bakteri, jamur dan sebagainya. Udara didalam maupun diluar ruangan dapat terkontaminasi dengan zat-zat berbahaya bagi kesehatan[1].

Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) 1997, penyebab munculnya masalah kualitas udara dalam ruangan (*Indoor*), umumnya diakibatkan beberapa hal, diantaranya kurangnya ventilasi udara (52%), adanya sumber kontaminan didalam ruangan (16%), kontamina dari luar ruangan (10%), mikroba 5%, bahan material bangunan (4%), lain-

lain (13%) (Keputusan Kesehatan Menteri RI No.1407 tahun 2002) [2].

Pencemaran udara diakibatkan oleh meningkatnya aktivitas manusia, sehingga dibutuhkan solusi untuk meminimalisir efek yang dapat mengganggu kesehatan. Walaupun pada kondisi tertentu manusia dapat menggunakan inderanya untuk membedakan udara dilingkungan sekitarnya berada pada level baik, normal maupun sebaliknya. Namun untuk pemantauan secara langsung dan terus menerus, penglihatan maupun penciuman manusia masih terbatas[1]. Dari permasalahan tersebut dapat dirancang suatu sistem *monitoring* dan deteksi polusi udara berbasis internet of things (IOT) yang terintegrasi dengan smartphone untuk mengetahui indeks polusi udara dalam rangka menstabilkan kadar polutan agar tetap berada dibawah ambang batasnya, serta dapat dipantau secara *real-time* dimana saja dan mendapatkan data kualitas polusi udara. Sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap polusi udara yang ada.

## METODE PENELITIAN

### Polusi udara

Polusi Udara merupakan kondisi masuknya atau dimasukkannya suatu zat, energi maupun komponen lain ke dalam udara akibat kegiatan manusia atau proses alam yang menyebabkan perubahan komposisi atau susunan udara dari keadaan normalnya sehingga melampaui baku mutu kualitas udara yang sudah ditetapkan. Adapun zat-zat polutan atau pencemar udara meliputi Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Timbal (Pb), Ozon (O<sub>3</sub>), Partikular (PM<sub>10</sub>) dan lain-lain. Adapun dampak dari polusi udara itu sendiri dapat menginfeksi saluran pernafasan, termasuk asma, bronkitis dan gangguan pernafasan yang lain, dapat menimbulkan hujan asam dan efek rumah kaca akibat lapisan troposfer yang diserap radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi yang disebabkan keberadaan CO<sub>2</sub>, metana, CFC dan Ozon[3]. Rentang indeks standar pencemar udara setelah di kategorikan dan memberikan dampak kesehatan, ditunjukkan oleh Tabel 1.

**Tabel 1.** Rentang indeks standar pencemar udara[4]

Rentang	Kategori	Dampak Kesehatan
0-50	Baik	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika.
51 – 100	Sedang	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan, tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitive dan nilai estetika.
101 – 199	Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia atau kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan atau nilai estetika.
200 – 299	Sangat Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar

300 Lebih	-	Berbahaya	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius .
-----------	---	-----------	---

### Internet of things (IOT)

*Internet Of Things* (IOT) adalah suatu konsep untuk memperluas konektivitas atau manfaat internet yang saling terkoneksi secara kontinyu yang memungkinkan benda satu dengan yang lain dapat berkomunikasi sehingga membentuk sistem yang lebih kompleks[5]. Misalnya CCTV yang dipasang disepanjang jalan dihubungkan dengan internet dan dikontrol diruang kontrol yang jaraknya puluhan kilometer.

### Quality of service (QoS)

*Quality of Service* (QoS) adalah suatu metode pengukuran tentang seberapa baik atau buruknya jaringan serta merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. Dalam quality of service memiliki beberapa parameter-parameter, yaitu *throughput*, *packet loss*, dan *delay* (*latency*) dengan sifat maupun karakteristik masing-masing[6].

### Metode fuzzy sugeno

Metode fuzzy adalah suatu metode untuk mencari atau menemukan solusi yang bersifat keaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar (*true*) atau salah (*false*). Metode *Fuzzy sugeno* diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985[7]. *Fuzzy Sugeno* hampir sama dengan fuzzy mamdani, namun output (konsekuen) sistemnya berbeda, tidak berupa *fuzzy* melainkan berupa persamaan linier atau konstanta.

Ada 2 jenis metode sugeno yaitu :

a. Metode *Fuzzy Sugeno Orde Nol*

Secara umum model inferensi *fuzzy Sugeno Orde-Nol* yaitu:

$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \cdot (X_2 \text{ is } A_2) \dots (X_n \text{ is } A_n) THEN z = k \quad (1)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke I sebagai anteseden, dan  $k$  adalah suatu konstanta (bersifat *crisp*) sebagai konsekuen.

b. Metode *Fuzzy Sugeno Orde Satu*

Secara umum model inferensi *fuzzy Sugeno Orde-Satu* yaitu:

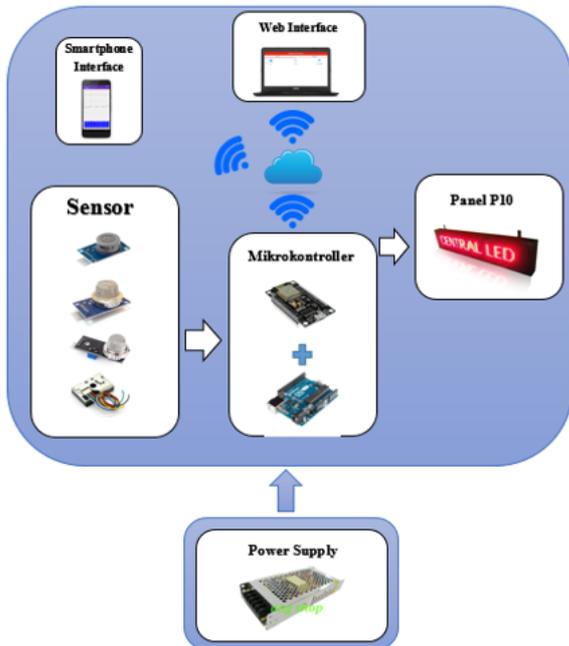
$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \cdot (X_2 \text{ is } A_2) \dots (X_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q \quad (2)$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke-I sebagai anteseden, dan  $P_i$  adalah suatu konstanta (tegas) ke I dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

$$WA = \frac{a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2 + \dots + a_n \cdot z_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n}$$

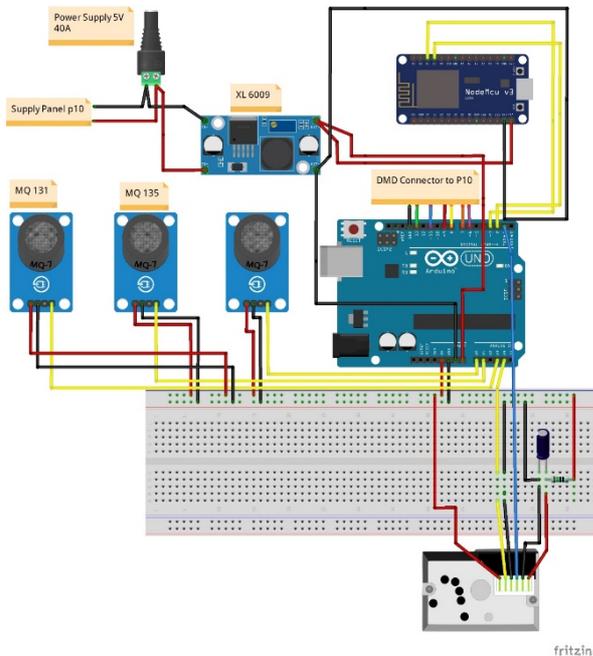
### Desain sistem

Pada desain sistem dapat dilihat pada gambar 1. yang terdiri dari beberapa komponen sistem, yaitu Mikrokontroler berupa Arduino uno dan NodeMCU, sensor, meliputi sensor MQ-7, MQ-131, MQ, 135 dan sensor Sharp GP2Y1010AU0F, panel P10, Smartphone Interface, Web Interface dan power supply. Gambar 1 mengilustrasikan desain system yang dibuat.



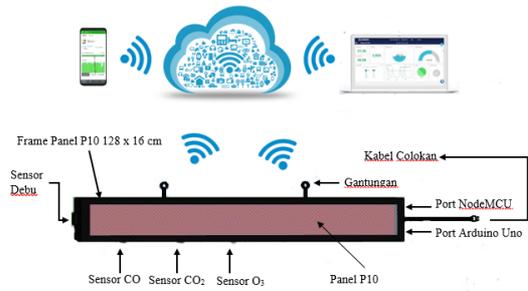
Gambar 1. Desain Sistem

Gambar 2 menunjukkan diagram skematik system.



Gambar 2. Diagram Skematik Sistem

Sedangkan Gambar 3 mengilustrasikan gambaran system secara umum.



Gambar 3. Gambaran Umum Sistem

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian sensor MQ-7

Pada Pengujian sensor MQ-7 ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor MQ-7 dengan hasil pengukuran pada CO-Meter dengan menggunakan sumber gas CO hasil pembuangan dari knalpot sepeda motor serta mengetahui nilai error yang dihasilkan oleh pembacaan sensor MQ-7 agar hasil lebih akurat. Hasil pengujian sensor MQ-7 ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sensor mq-7

No	Pengukuran	Satuan Gas (PPM)		Berhasil (%)	Error (%)
		CO-Meter	Sensor MQ-7		
1	Pengukuran 1	246	249	99,20	1,20
2	Pengukuran 2	164	167	98,21	1,79
3	Pengukuran 3	282	285	98,95	1,05
4	Pengukuran 4	343	346	99,14	0,86
5	Pengukuran 5	332	335	99,11	0,89
6	Pengukuran 6	329	335	98,21	1,79
7	Pengukuran 7	314	318	98,75	1,25
8	Pengukuran 8	204	207	98,56	1,44
9	Pengukuran 9	271	275	98,55	1,45
10	Pengukuran 10	276	279	98,93	1,07
Rata-rata (%)				98,73	1,27

Dari data hasil pengujian sensor MQ-7 pada tabel 2. yang dilakukan 10 kali percobaan dalam rentang waktu 10 detik, didapatkan hasil nilai nilai error terbesar 1,79 % dan dan terkecil 0,86 % serta rata-rata error 1,277 % dengan rata-rata keberhasilan yaitu sebesar 98,73 %.

### Pengujian sensor MQ-135

Pada proses pengujian ini menggunakan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) hasil pembungan dari knalpot sepeda motor. Hasil pembacaan sensor MQ-135 terhadap gas CO<sub>2</sub> dibandingkan dengan hasil pembacaan dari Gas Analyzer. Hasil perbandingan dari keduanya dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Pengujian sensor mq-135

No	Pengukur an	Satuan Gas (PPM)		Berh asil (%)	Error (%)
		Gas Anal yzer	Sen sor M Q-135		
1	Pengukur an 1	369	377,85	97,66	2,34
2	Pengukur an 2	350	364,87	95,93	4,07
3	Pengukur an 3	338	344,03	98,25	1,75
4	Pengukur an 4	329	333,38	98,69	1,31
5	Pengukur an 5	325	330,77	98,26	1,74
6	Pengukur an 6	323	329,54	98,02	1,98
7	Pengukur an 7	323	328,40	98,36	1,64
8	Pengukur an 8	325	331,26	98,12	1,88
9	Pengukur an 9	331	339,91	97,38	2,62
10	Pengukur an 10	339	345,47	98,13	1,87
Rata-rata (%)				97,88	2,12

Berdasarkan tabel 3. hasil pengujian sensor MQ-135 untuk nilai gas CO<sub>2</sub> didapatkan nilai *error* terbesar yaitu 4,07 % dan *error* terkecil 1,31 % serta rata-rata *error* sebesar 2,12 % dan rata-rata keberhasilan yaitu sebesar 97,88 %.

### Pengujian sensor MQ-131

Pada pengujian sensor gas MQ-131 atau sensor yang mendeteksi Ozon ini dilakukan dengan menguji langsung kadar ozon berada diluar ruangan hampa. Pengujian ini dilakukan dengan melihat kestabilan sensor. Proses pengujian pada sensor gas Ozon (MQ-131) dilakukan dengan menggunakan sampel luar ruang hampa dengan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali dengan rentang waktu 10 detik, yang ditunjukkan oleh Tabel 4.

**Tabel 4.** Pengujian sensor mq-131

NO	ADC	Tegangan	PPM
1	120	0,59	117,19
2	121	0,59	118,16
3	119	0,58	116,21

Berdasarkan data pada tabel 4. hasil pengujian sensor gas Ozon (MQ-131) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai ADC dan tegangan , maka nilai ppm akan naik juga, atau nilai ppm berbanding lurus dengan nilai ADC dan tegangan.

### Pengujian sensor sharp GP2Y1010AU0F

Pada pengujian sensor GP2Y1010AU0F atau sensor debu ini dilakukan kalibrasi atau membandingkan

dengan alat *Dust Trak*. Proses pengujian ini diambil dengan mencari kadar debu yang ada. Pengambilan data sensor dilakukan sebanyak 10 percobaan dengan rentang waktu 10 detik yang ditunjukkan oleh Tabel 5.

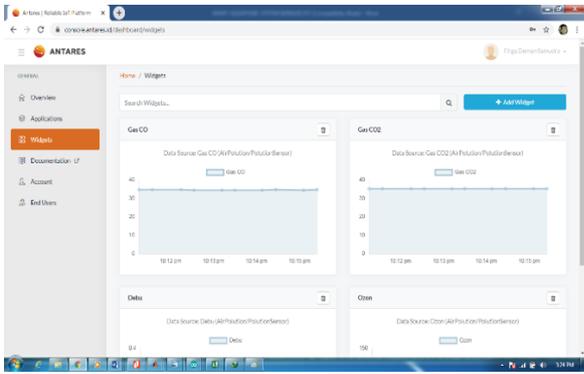
**Tabel 5.** Pengujian Sensor Sharp GP2Y1010AU0F

No	Pengukuran	Satuan Debu (mg/m <sup>3</sup> )		Berh asil (%)	<i>Erro r</i> (%)
		<i>Dust Trak</i>	Sensor Debu		
1	Pengukuran 1	0,042	0,044	95,46	4,54
2	Pengukuran 2	0,050	0,053	94,34	5,66
3	Pengukuran 3	0,054	0,060	90,00	10,00
4	Pengukuran 4	0,055	0,060	91,67	8,33
5	Pengukuran 5	0,053	0,056	94,65	5,35
6	Pengukuran 6	0,055	0,060	91,67	8,33
7	Pengukuran 7	0,055	0,057	96,50	3,50
8	Pengukuran 8	0,053	0,055	96,37	3,63
9	Pengukuran 9	0,056	0,060	93,34	6,66
10	Pengukuran 10	0,050	0,053	94,34	5,66
Rata-rata (%)				93,83	6,17

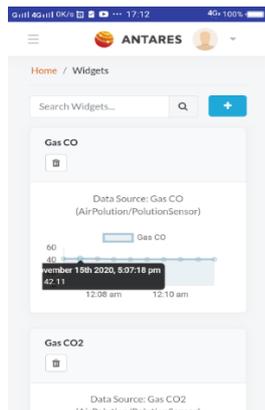
Berdasarkan tabel 5. hasil pengujian sensor GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi kadar debu yang dikalibrasi langsung dengan alat *Dust Trak* di UPT K3 Surabaya, Jawa Timur dalam 10 kali pengujian dengan rentang waktu 10 detik didapatkan hasil nilai *error* terbesar yaitu 10,00 % dan eror terkecil 3,50 % serta rata-rata *error* sebesar 6,17 % dan rata rata keberhasilan yaitu sebesar 93,83%.

### Pengujian server

Penelitian ini menggunakan *platform* IOT local yaitu Antares. Antares sendiri merupakan sebuah *platform* IOT yang dapat menyimpan data maupun memonitoring sistem serta mempunyai tampilan *interface* yang cukup baik dan mudah digunakan. Hasil pembacaan sensor yang dari NodeMCU setelah melalui komunikasi serial akan dikirim ke server Antares. Di Antares inilah data maupun sistem dapat di simpan dan di monitor secara *real time* dengan menggunakan id akun yang berupa token melalui jaringan WIFI, dimana penelitian ini menggunakan 1 *device* dengan 4 *variabel* agar mudah dalam membaca dan *variable* tidak akan saling tertukar karena mempunyai *variable* yang berbeda-beda, seperti terlihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Tampilan Interface Pada Web Server.



Gambar 5. Tampilan Interface Pada Smartphone

### Pengujian quality of service (QOS)

Pada pengujian *Quality of Service* parameter-parameter digunakan adalah *throughput*, *delay* dan *packet loss*. Dari ketiga parameter inilah akan diuji pada setiap data sensor yang ditransmisikan ke server melalui jaringan WiFi. Perhitungan dilakukan secara manual dengan analisa data yang ditransmisikan pada serial monitor dan data yang diterima pada server. Kemudian hasil perhitungan akan dibandingkan dengan kategori dari setiap parameter yang diuji untuk mendapatkan kesimpulan baik atau buruk suatu sistem monitoring. Data Hasil pengujian disajikan pada tabel 6.

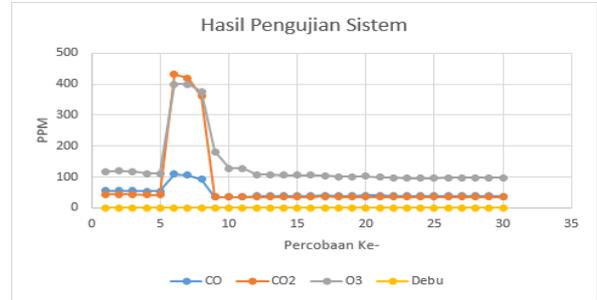
Tabel 6. Hasil perhitungan metode quality of service

N o	Throu ghput (bps)	Inde ks	Del ay (ms )	Inde ks	Packet Loss (%)	Ind eks
1	2,73	1	0	4	0	4
2	2,75	1	0	4	0	4
3	2,75	1	0,9 6	4	4,16	3
4	2,76	1	0	4	6,25	3

### Pengujian sistem

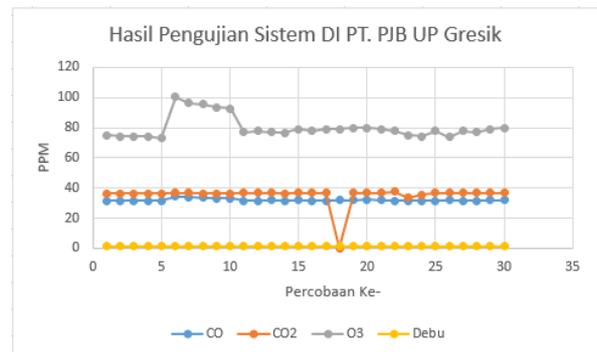
Pengujian dari keseluruhan sistem bertujuan apakah sistem yang dirancang berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem dilakukan beberapa tempat diantaranya: di luar Lab Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura selama kurang lebih satu bulan, didaerah sekitar Lingkungan PT.PJB UP Gresik dan PT.Wilmar Nabati Indonesia. Hasil keluaran data dari semua sensor di proses menggunakan *fuzzy sugeno*.

Pada pengujian keseluruhan sistem semua data sensor yang sudah diproses ditampilkan pada panel P10 sebagai tampilan secara langsung dan server Antares sebagai tampilan monitoring baik melalui web server maupun melalui smartphone. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan di luar Lab Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura yang terlihat pada Gambar 6.



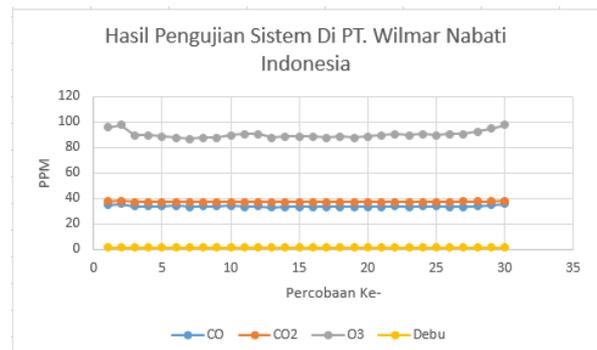
Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Sistem Di Lab. Elektro

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian kualitas udara di Lab Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura, menurut Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) hasilnya adalah Udara Sehat. Sedangkan Grafik hasil pengujian system di PT. PJB UP Gresik ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Sistem Di PT. PJB UP Gresik

Berdasarkan data hasil pengujian kualitas udara disekitar daerah lingkungan PT. PJB UP Gresik menurut Peraturan Gubernur Jawa timur Nomor 10 Tahun 2009 tentang baku mutu udara hasilnya yaitu Udara Buruk. Dan grafik hasil pengujian system di PT. Wilmar Nabati Indonesia ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Sistem Di PT. Wilmar Nabati Indonesia

Berdasarkan data hasil pengujian kualitas udara disekitar daerah lingkungan PT. Wilmar Nabati Indonesia menurut Peraturan Gubernur Jawa timur Nomor 10 Tahun 2009 tentang baku mutu udara hasilnya yaitu Udara Buruk.

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat dirancang suatu sistem monitoring dan deteksi polusi udara secara real time berbasis Internet of Things (IoT). Dan sistem yang dibuat berjalan sesuai dengan apa yang diinginkan. Tingkat keakurasian tiap sensor cukup baik dengan nilai rata-rata error untuk sensor gas CO 1,27%, sensor gas CO2 2,12%, dan Debu 6,17%. Karakteristik jaringan sistem monitoring dan deteksi polusi udara berbasis Internet of Things yaitu cukup bagus, dimana nilai indeks *throughput* adalah 1, indeks delay adalah 4 dan packet loss dengan indeks 4. Hasil kualitas udara di Lab Elektro menunjukkan indikator “Udara sehat” baik pada panel P10 maupun di webserver Antares oleh karena itu bisa dikatakan kondisi udara pada lingkungan Lab elektro adalah baik (sehat) akibat polusi udara yang kecil. Dan untuk kualitas udara disekitar daerah lingkungan PT. PJB UP Gresik dan PT. Wilmar Nabati Indonesia kondisi udaranya buruk akibat polusi udara yang cukup banyak. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode logika fuzzy sugeno adalah metode yang sangat baik diterapkan pada penelitian ini khususnya pada bagian penentuan output kualitas udara maupun kadar polusi udara.

## REFERENSI

- [1] M. A. Rosid, A. S. Fitriani, I. R. I. Astutik, N. I. Mulloh, and H. A. Gozali, “Im proving Text Preprocessing for Student Complaint Document Classification Using Sastrawi,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 874, no. 1, 2020.
- [1] J. M. S. Waworundeng dan O. Lengkong, “Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruang dengan Platform IoT,” *CogITo Smart J.*, vol. 4, no. 1, hal. 94, 2018.
- [2] R. N. Lesmana dan Y. Rahayu, “Membangun Sistem Pemantau Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Mengaplikasikan Sensor CO Berbasis LabVIEW,” *Jom FTEKNIK*, vol. 3, hal. 1–6, 2016.
- [3] J. Abidin, F. Artauli Hasibuan, K. kunci, P. Udara, dan D. Gauss, “Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara,” *Pros. SNFUR-4*, no. September, hal. 978–979, 2019.
- [4] Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara,” hal. 1–16, 2020.

- [5] Y. Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, hal. 19–26, 2018.
- [6] R. Wulandari, “ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI),” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, hal. 162–172, 2016.
- [7] L. Salisa Setiawati, I. Budiman, dan O. Soesanto, “Penerapan Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi,” *J. Ilmu Komput.*, vol. 04, no. 01, hal. 1–10, 2016.
- [2] R. Kiran, P. Kumar, and B. Bhasker, “Oslcfit (organic simultaneous LSTM and CNN Fit): A novel deep learning based solution for sentiment polarity classification of reviews,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 157, p. 113488, 2020.

---

### **Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*

### **Article History:**

*Received: 2021-01-23 | Accepted: 2021-03-30 | Published: 2021-04-29*

---