

# Pengendali Kualitas Udara Bersih di Ruangan Pengelasan Berbasis Fuzzy Logic

**Doni Kintoko Parwo Pinayung Widi<sup>1</sup>, Rini Puji Astutik<sup>2</sup>**

**e-mail: [doniparwo97@gmail.com](mailto:doniparwo97@gmail.com), [astutik\\_rpa@umg.ac.id](mailto:astutik_rpa@umg.ac.id)**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jalan Sumatera No 101, Gn. Malang, Randuagung , Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel

Diterima 26 Agustus 2025

Direvisi 29 Septmber 2025

Diterbitkan 30 September 2025

### Kata kunci:

Polutan

Polusi udara

Sensor MQ7

CO

Las

## ABSTRAK

Polusi udara muncul menjadi masalah terbesar di kota kota besar dan industri. Polutan yang ada di udara tersebut berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu sangatlah penting untuk melakukan pemantauan kualitas udara. Proyek ini menitikberatkan pada desain dan pembuatan sistem pendekripsi kualitas udara agar dapat menghasilkan indikasi kualitas udara. Dengan alat ini pekerja bisa mengetahui kualitas udara yang berhubungan dengan kandungan *CO*. Jika kandungan gas *CO* kurang atau sama dengan 80 ppm , maka terdeteksi bahwa udara bersih dengan indikator *LED* warna hijau. Dan jika lebih dari 80 ppm maka terdeteksi udara kotor dengan indikasi *LED* warna merah. Sensor *MQ7* mendekripsi kadar gas *CO* dari proses pengelasan menunjukkan  $> 80\text{ppm}$ , maka udara di dalam ruangan dinyatakan kotor. Jika  $< 80\text{ppm}$ , maka udara di dalam ruangan dinyatakan bersih. *Exhauster* akan menyedot gas *CO* bila dalam ruangan mencapai  $> 80\text{ppm}$ , jika suhu  $> 26^\circ\text{C}$  Fan menyala untuk mendinginkan kembali ruangan pengelasan.

## ABSTRACT

### Keywords:

Pollutants

Air Polution

MQ 7 Sensor

CO

Welding

*Air pollution has emerged as the biggest problem in urban and industrialised cities. The pollutants in the air are harmful to human health and the environment. Therefore, it is important to monitor air quality. This project focuses on the design and manufacture of an air quality detection system in order to produce an indication of air quality. With this tool, workers can determine air quality related to CO content. If the CO gas content is less or equal to 80 ppm, it is detected that the air is clean with a green LED indicator. And if more than 80 ppm, dirty air is detected with a red LED indication. The MQ7 sensor detects CO gas levels from the welding process showing  $> 80\text{ppm}$ , then the air in the room is declared dirty. If  $< 80\text{ppm}$ , then the air in the room is declared clean. Exhauster will suck CO gas if the room reaches  $> 80\text{ppm}$ , if the temperature is  $> 26^\circ\text{C}$  Fan turns on to cool the welding room again.*

### Penulis Korespondensi:

Doni Kintoko Parwo Pinayung Widi,

Jurusan Teknik Elektro,

Universitas Muhammadiyah Gresik,

Jl. Sumatera No 101, Gn. Malang, Randuagung , Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121

Email : [doniparwo97@gmail.com](mailto:doniparwo97@gmail.com)

No. Hp/WA : 081359837328



## 1. PENDAHULUAN

Kualitas udara yang baik adalah aspek penting dalam melindungi kesehatan manusia serta keberlanjutan hidup makhluk hidup. Akan tetapi, meningkatnya polusi udara sudah menjadi permasalahan serius di banyak kota di Indonesia dan terlebih lagi di seluruh dunia. Kualitas udara yang kurang baik sudah menjadi atensi global sebab berakibat negatif pada kesehatan manusia serta ekosistem. [1]. Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan metallurgi pada penyambungan logam atau paduan logam yang dilakukan pada saat logam berada dalam keadaan cair. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, berbagai metode pengelasan baru telah dikembangkan dan dapat dikatakan jarang dijumpai logam yang tidak dapat dipotong dan dilas dengan metode yang ada saat ini. [9]. Udara mempunyai arti yang sangat penting di dalam kehidupan makhluk hidup dan keberadaan benda lainnya. Sehingga udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pemanfaatan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang.

Untuk mendapatkan udara sesuai dengan tingkat kualitas yang diinginkan, maka pengendalian udara menjadi sangat penting untuk dilakukan. [12] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Tahun 2018 Nomor 5 mengatur ketentuan terkait keselamatan dan kesehatan kerja di Indonesia berdasarkan Undang -Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Peraturan ini mencakup sejumlah beragam aktivitas pekerjaan, termasuk pengelasan, penggergajian, penggunaan bahan kimia, dan pekerjaan pada ketinggian. Tujuannya adalah untuk mencegah kecelakaan dan penyakit yang terkait dengan pekerjaan serta untuk meningkatkan kondisi kesehatan dan keselamatan di lingkungan kerja. Dalam kerangka peraturan ini, ditetapkan batasan tingkat paparan terhadap gas berbahaya seperti karbon monoksida yang dibatasi hingga 25 PPM selama 8 jam kerja per hari. Peraturan ini juga menuntut agar para pekerja menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) ketika kadar gas melampaui ambang batas yang telah ditetapkan [2]. lingkungan hidup harus menggabungkan sistem pemantauan otomatis untuk memonitoring skenariokualitas udara yang tidak menguntungkan bagi Kesehatan pernapasan.Dalam penelitian ini,kam I telah mengembangkan kecerdasan Perangkat berbasis Sistempengukur kualitas udara berbasis Internet of Things IoT fuzzy dilengkapi beberapa sensor sensor yang mampu untuk melakukan pemantauan kualitas udara dalam ruangan [8]. Permasalahan kualitas udara buruk ini perlu untuk diselesaikan dan dibuatkan alat agar pekerja las dapat bekerja dengan nyaman. Berbagai penelitian baik berupa implementasi maupun simulasi atas masalah diatas sudah dilakukan diantaranya alat yang dikontrol menggunakan logika Fuzzy menggunakan data dari sensor MQ-7, sensor gas CO dan CO2 yang menunjukkan hasil sistem menjadi responsif serta memiliki luaran bertahap / gradasi [3]. Sensor asap MQ-7 berfungsi untuk mendeteksi keberadaan asap yang berasal dari gas mudah terbakar di udara [11]. Kualitas udara merupakan aspek penting dalam menjaga kesehatan manusia dan lingkungan [10].

Penelitian terkait dengan monitoring besaran alam seperti suhu, kebocoran gas serta kelembapan menggunakan sensor DHT-11, DHT-22, MQ-135, MQ-136 dan TGS-2610 banyak dikerjakan oleh peneliti dalam negeri namun belum ditemukan penelitian yang mengembangkan topologi master-slave pada komunikasi datanya. Hal ini penting untuk disematkan karena kebutuhan akan flexibilitas penempatan alat/sensor [5] [6]. Misalnya pada ruang kerja, ruang kerja yang nyaman pada suatu perusahaan ataupun industri merupakan salah satu hal yang sangat diperlukan bagi semua orang atau karyawan yang bekerja , baik dari sisi lingkungan, udara maupun kesehatan misalnya dalam bekerja, kondisi lingkungan terutama ruangan sangat penting untuk melakukan proses bekerja sangat membutuhkan oksigen atau udara yang bersih untuk menjaga kesehatan. Pada ruangan pengelasan ini kebanyakan dihasilkannya polusi seperti gas monoksida,karbon dioksida yang berlebihan yang diakibatkan yang dikeluarkan dari komponen atau alat-alat pada proses yang berlangsung.

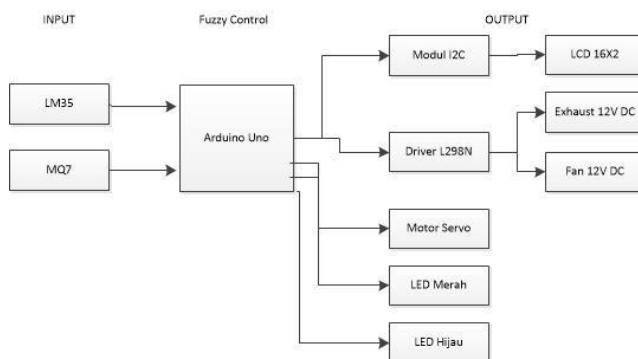
Dikarenakan banyaknya polusi yang banyak dihirup oleh manusia menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia, sehingga K3 pada ruangan tersebut bisa dikatakan sangat kurang.[4] Karbon dioksida atau juga dikenal dengan CO<sub>2</sub> merupakan senyawa kimia anorganik yang mempunyai berbagai penggunaan komersial, mulai dari produksi laser hingga karbonisasi minuman ringan. [7] Penelitian ini dirancang perangkat lunak dan perangkat keras untuk sistem dapat melakukan pengendalian udara bersih di ruang tertutup. Dengan demikian untuk dibuatlah alat ini untuk menghilangkan atau mengurangi suatu polusi yang diakibatkan dari proses pengelasan tersebut agar keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan kerja pada industri atau ruangan tersebut menjadi tinggi.



## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memanfaatkan sejumlah komponen utama dalam membangun sistem deteksi kualitas udara pada ruangan pengelasan. Komponen yang digunakan meliputi Arduino Uno sebagai pusat kendali, modul I2C untuk komunikasi data, driver L298N untuk pengendalian motor, motor servo untuk mekanisme aktuasi, serta LED sebagai indikator visual. Selain itu, sistem dilengkapi dengan exhaust dan kipas (fan) yang berfungsi sebagai penggerak sirkulasi udara, serta LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan informasi secara real-time kepada pengguna. Integrasi dari berbagai perangkat keras ini memungkinkan sistem bekerja secara terpadu dalam mendeteksi kondisi udara dan memberikan respon yang sesuai.

Adapun cara kerja sistem ini divisualisasikan melalui diagram blok pada Gambar 1. Diagram tersebut menjelaskan alur proses mulai dari input sensor hingga keluaran aktuator. Arduino Uno menerima data dari sensor, kemudian mengolah informasi tersebut untuk menentukan kondisi udara. Hasil pengolahan selanjutnya ditampilkan pada LCD sekaligus memicu kerja exhaust, fan, dan motor servo sesuai kebutuhan. Dengan rancangan ini, sistem diharapkan mampu menjaga kualitas udara pada ruangan pengelasan agar tetap sesuai standar kenyamanan dan keselamatan kerja.

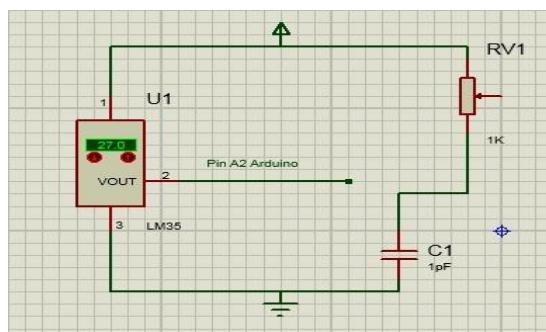


Gambar 1. Diagram Blok

### 2.1 Perancangan Perangkat Elektronik

Dalam perancangan sistem ini digunakan dua sensor suhu LM35 yang berfungsi untuk memantau kondisi termal pada ruangan pengelasan. Pemilihan sensor LM35 didasarkan pada keunggulannya, yaitu mampu memberikan keluaran analog yang linier terhadap perubahan suhu dengan tingkat sensitivitas sebesar  $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$ , serta memiliki akurasi yang cukup baik untuk kebutuhan monitoring. Dengan demikian, sensor ini sesuai untuk diaplikasikan pada lingkungan kerja yang memerlukan pemantauan suhu secara kontinu, seperti area pengelasan.

Konfigurasi rangkaian sensor LM35 dihubungkan langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno. Pin output LM35 dihubungkan ke pin analog A2 Arduino yang berfungsi sebagai masukan data analog. Pin VCC sensor terhubung pada sumber tegangan +5 V dari Arduino, sedangkan pin GND dihubungkan ke ground sistem. Untuk menjaga kestabilan sinyal dan mengurangi noise yang mungkin terjadi akibat lingkungan pengelasan, ditambahkan kapasitor sebesar  $1 \mu\text{F}$  yang dipasang antara VCC dan ground. Skema rangkaian lengkap antara sensor LM35 dan Arduino ditunjukkan pada Gambar 2, sementara rincian konfigurasi pin dan koneksi komponen ditampilkan pada Tabel 1. Dengan rancangan ini, sistem dapat mendeteksi dan mengolah data suhu secara real-time sehingga informasi termal ruangan dapat ditampilkan dan digunakan untuk mengendalikan aktuator sesuai kebutuhan.



SN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



Gambar 2. Rangkaian LM35

Tabel 1. Konfigurasi Pin LM35

Pin LM35	Pin Arduino
VCC	+5V
GND	GND
Data	A2

LCD yang digunakan berukuran 16 x 2 yang dikomunikasikan dengan I2C. Tujuan I2C adalah meminimalkan pin yang digunakan pada Arduino dan komunikasi serial berkecepatan rendah antara perangkat slave. Berikut rangkaian LCD dengan I2C. Dengan menggunakan modul I2C pin yang digunakan hanya pin SCL (Serial Clock) dan pin SDA (Serial Data) yang terdapat di *Arduino* seperti gambar 3 akan menampilkan menu awal begitu sistem dinyalakan dan menampilkan "Selamat Datang di Ruangan Pengelasan" "Doni Kintoko" serta suhu ruangan dan indikator CO.

Tabel 2. Konfigurasi Pin LCD

PIN LCD	NAMA	KETERANGAN	
1	GND	Ground	
2	VCC	+5V	
3	VEE	Tegangan Kontras LCD	
4	RS	Register Select	
5	R/W	1 = Read, 0 = Write	
6	E	Enable Clock	
7	D0	Data Bus 0	
8	D1	Data Bus 1	
9	D2	Data Bus 2	
10	D3	Data Bus 3	
11	D4	Data Bus 4	
12	D5	Data Bus 5	
13	D6	Data Bus 6	
14	D7	Data Bus 7	
Sensor digunakan mendeteksi	15	Anoda	Tegangan Backlight +
	16	Katoda	Tegangan Backlight -

MQ7 untuk keberadaan gas Karbon Monoksida (CO) yang dihasilkan selama aktivitas pengelasan berlangsung. Ketika kadar gas CO meningkat di udara, sensor ini akan merespons dengan perubahan nilai resistansi internal yang kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik oleh rangkaian. Skema rangkaian penggunaan sensor MQ7 dalam sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.





Gambar 3. Rangkaian MQ7

Tabel 3. Konfigurasi MQ7

PIN	PIN
MQ7	Arduino
A0	A1
DO	GND
VCC	+5V
GND	10

LED digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan kondisi ruangan pengelasan. Apabila aktivitas pengelasan sedang berlangsung, LED merah akan menyala sebagai tanda bahwa ruangan dalam kondisi berpotensi menghasilkan gas berbahaya dan memerlukan perhatian. Sebaliknya, jika tidak ada aktivitas pengelasan, maka LED hijau akan menyala untuk menandakan bahwa kondisi ruangan relatif aman. Dengan adanya indikator LED ini, pengguna dapat dengan mudah mengetahui status lingkungan kerja tanpa harus membaca data sensor secara langsung. Konfigurasi penggunaan LED sebagai indikator sistem ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Konfigurasi PIN LED

LED	PIN LED	PIN Arduino	Indikator
Hijau	Anoda	11	Tidak Bekerja
	Katoda	GND	
Merah	Anoda	12	Bekerja
	Katoda	GND	

## 2.2 Perancangan Perangkat Mekanik

Driver motor L298N digunakan sebagai pengendali utama untuk aktuator berupa exhauster dan fan pada sistem ini. Peran driver ini sangat penting karena mampu mengatur arah dan besar tegangan yang diberikan ke motor sehingga kinerja exhauster dan fan dapat dikontrol sesuai kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Exhauster dirancang untuk bekerja secara otomatis ketika konsentrasi asap hasil pengelasan meningkat di atas ambang batas yang telah ditentukan oleh sensor MQ7. Pada saat kondisi tersebut tercapai, L298N akan mengaktifkan motor exhauster sehingga asap yang berada di dalam ruangan dapat tersedot keluar, menjaga kualitas udara tetap aman bagi pekerja.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



Sementara itu, fan diaktifkan berdasarkan informasi suhu ruangan yang diperoleh dari sensor LM35. Ketika suhu terdeteksi cukup tinggi, L298N memberikan sinyal kendali untuk mengaktifkan fan sehingga terjadi sirkulasi udara tambahan yang membantu menurunkan suhu ruangan. Dengan demikian, kombinasi penggunaan exhauster dan fan yang dikendalikan oleh driver L298N tidak hanya berfungsi untuk mengurangi kadar gas berbahaya, tetapi juga menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan pengelasan. Konfigurasi lengkap pengendalian motor menggunakan driver L298N ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Konfigurasi Pin LN298N

PIN Driver	PIN Arduino
EnA	6
EnB	7
In 1	2
In 2	3
In 3	4
In 4	5
GND	GND
VCC	12V (Power Supply)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Proses pengujian tidak hanya difokuskan pada aspek perangkat lunak berupa rangkaian program yang mengatur alur kerja sistem, tetapi juga pada aspek perangkat keras atau mekanik yang mendukung jalannya keseluruhan sistem. Dengan demikian, pengujian dilakukan secara menyeluruh untuk melihat keterpaduan antara program, sensor, aktuator, dan indikator yang digunakan.

Selain itu, pengujian ini juga menjadi langkah penting untuk mengevaluasi tingkat keandalan sistem dalam kondisi nyata. Melalui pengujian, dapat diketahui apakah respon sensor, kontrol Arduino, serta kerja fan, exhaust, dan LED indikator berjalan sesuai skenario yang diharapkan. Hasil dari tahap ini akan menjadi acuan dalam melakukan perbaikan atau penyempurnaan sistem agar lebih optimal dalam menjaga kualitas udara pada ruangan pengelasan.



Gambar 4. Percobaan udara kotor 80 ppm

Tabel 6. Percobaan dan Analisa

MQ7(ppm)	LM35(°)	Kondisi Exhauster	Kondisi LED Hijau (Bersih)	Kondisi LED Merah (Kotor)
67ppm	23°	OFF	ON	OFF
69ppm	24°	OFF	ON	OFF
71ppm	24°	OFF	ON	OFF



72ppm	25°	OFF	ON	OFF
83ppm	26°	ON	OFF	ON
96ppm	27°	ON	OFF	ON
121ppm	28°	ON	OFF	ON
139ppm	29°	ON	OFF	ON
154ppm	30°	ON	OFF	ON

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa sistem mampu merespons perubahan kualitas udara yang ditunjukkan oleh kenaikan konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) hasil proses pengelasan. Pada saat nilai konsentrasi gas berada di bawah 80 ppm, kondisi ruangan dianggap masih relatif aman. Hal ini ditandai dengan LED hijau menyala sebagai indikator udara bersih, sementara exhaust fan dalam keadaan mati. Pada kondisi ini, ventilasi atap yang dikendalikan oleh servo juga tertutup sehingga tidak ada proses sirkulasi tambahan. Suhu ruangan yang tercatat pada rentang 23–25 °C menunjukkan stabilitas lingkungan saat aktivitas awal pengelasan belum menghasilkan akumulasi gas yang signifikan.

Namun, ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas 80 ppm, sistem secara otomatis mendeteksi bahwa udara dalam ruangan sudah termasuk kategori kotor atau berbahaya. Respon sistem ditandai dengan exhaust fan aktif untuk menyedot asap hasil pengelasan, LED merah menyala sebagai peringatan, dan servo membuka ventilasi atap agar terjadi sirkulasi udara yang lebih baik. Peningkatan suhu ruangan pada kondisi ini, yaitu hingga 30 °C, menunjukkan adanya akumulasi panas seiring berjalannya proses pengelasan. Aktivasi exhaust fan dan ventilasi membantu mempercepat pengeluaran gas berbahaya sekaligus menjaga kenyamanan suhu di ruangan.

Mekanisme ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja sesuai rancangan, yaitu mampu melakukan deteksi dini serta memberikan respon otomatis terhadap perubahan kualitas udara. Integrasi sensor MQ7, sensor LM35, serta aktuator berupa exhaust, LED indikator, dan servo ventilasi menghasilkan sistem yang bersifat adaptif. Hal ini dibuktikan dari kemampuan sistem untuk kembali ke kondisi normal ketika konsentrasi CO turun di bawah 80 ppm, ditandai dengan exhaust fan berhenti bekerja, LED hijau menyala kembali, dan ventilasi atap tertutup. Dengan demikian, sistem ini efektif tidak hanya sebagai pemantau, tetapi juga sebagai pengendali kualitas udara pada ruangan pengelasan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dianalisa, maka didapatkan beberapa kesimpulan tentang sistem kerja dari Pengendali Kualitas Udara Bersih di Ruangan Pengelasan Berbasis Fuzzy Logic meliputi:

1. Ketika sensor MQ7 mendeteksi kadar gas CO dari proses pengelasan menunjukkan  $> 80\text{ppm}$ , maka udara di dalam ruangan dinyatakan kotor. Jika  $< 80\text{ppm}$ , maka udara di dalam ruangan dinyatakan bersih.
2. Exhauster akan menyedot gas CO bila dalam ruangan mencapai  $> 80\text{ppm}$ , jika suhu  $> 26^\circ\text{C}$  Fan menyala untuk mendinginkan kembali ruangan pengelasan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Nasrul Qorib, dkk. Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Logika Fuzzy Logic Metode Mamdani. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Surabaya. 2023
- [2] M.A. Rizaldi, et all., "Literature Review: Dampak Paparan Gas Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan Masyarakat yang Rentan dan Berisiko Tinggi", Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia UNDIP: Semarang, 2022
- [3] F Satriatmoko, E Budisusila dan J.P Hapsari. "Implementasi Logika Fuzzy Pada Rancang Bangun Sistem Pembuangan Gas Ruang Produksi Elektronika", Semarang: Unissula Institutional Repository, 2019
- [4] Achmad Sujudi.2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*.Kementerian Kesehatan Republik Indonesia:Jakarta, Indonesia
- [5] Novelan M.2020. *Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android*.Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan:Jakarta, Indonesia
- [6] Junaedy, Sajiah, Z. Azzahrah dan Idaryani, "Rancang Bangun Alat Kontroling Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya Co, Co2 Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler", Jurnal Teknologi dan Komputer: Makasar, Vol.2 No.02, 2022

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



- [7] Agustinus, L. (2015). Rancang Bangun Prototype Pendeteksi Kadar Co Sebagai Informasi Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 3(2), 44–53.
- [8] M. Zareb, B. Bakhti, Y. Bouzid, C. E. Batista, I. Ternifi, and M. Abdenour, "An Intelligent IoT Fuzzy Based Approach for Automated Indoor Air Quality Monitoring," pp. 770–775, 2021
- [9] Astuti, Novi Dwi (2024) *RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN GAS KARBON MONOKSIDA PADA BENGKEL LAS MENGGUNAKAN FUZZY TYPE-2*. Undergraduate thesis, UPN Veteran Jawa Timur
- [10] Ziyadatul Majidah, dkk. Implementasi Fuzzy Logic Mamdani Untuk Monitoring Kualitas Udara Berbasis IoT jurnal pengembangan teknologi informasi dan komunikasi. Universitas Muhammadiyah Lamongan, 2024
- [11] Bambang Adi Wahyudi, Duwi Leksono Adi, Wiyono, 2020."Otomatisasi Exhaust Asap Las Berbasis Sensor MQ-2 Pada Laboratorium Pengelasan", Vol. 3, Nomor 1, Hal. 1 – 9.
- [12] Muchamad Seno Sahisnu Virdaus dan Eko Ihsanto. Rancang Bangun Monitoring dan Kontrol Kualitas Udara Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Wemos. *Jurnal Teknologi Elektro*, Jakarta: Universitas Mercu Buana, 2021

