

## RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI GAS BERACUN DENGAN ALGORITMA *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING*

Willy Stevanus Susilo<sup>1</sup>, Chyquitha Danuputri<sup>2</sup>, Angelina Pramana Thenata<sup>3</sup>,  
dan Lukman Hakim<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Informatika Fakultas Teknologi dan Desain Universitas Bunda Mulia  
Jl. Lodan Raya No. 2, Ancol, Jakarta Utara 14430, telp. (021) 6929090 Ext. 1223 - 1226  
e-mail: <sup>1</sup>[willy@zerrium.com](mailto:willy@zerrium.com), <sup>2</sup>[11385@lecturer.ubm.ac.id](mailto:11385@lecturer.ubm.ac.id), <sup>3</sup>[11826@lecturer.ubm.ac.id](mailto:11826@lecturer.ubm.ac.id),  
<sup>4</sup>[Lhakim2710@gmail.com](mailto:Lhakim2710@gmail.com)

### Abstrak

Dengan pesatnya perkembangan teknologi, membuat umat manusia menghasilkan semakin banyak emisi gas polutan. Kualitas udara terutama di perkotaan dan permukiman penduduk yang semakin memburuk juga berdampak serius bagi kesehatan paru-paru yang dapat menyebabkan penyakit pernapasan fatal hingga meninggal. Penelitian ini berfokus membangun sistem untuk mendeteksi dan memberi notifikasi berupa peringatan jika udara di sekitar sudah diatas ambang batas aman dan berbahaya berdasarkan 2 jenis gas yaitu karbon monoksida dan ozon dengan implementasi algoritma Simple Additive Weighting. Tak hanya itu, alat ini dirancang dengan fleksibilitas dan skalabilitas yang tinggi agar mudah dikembangkan lebih jauh. Hasil perancangan dan pengembangan dari alat dalam penelitian ini menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak dan algoritma yang diterapkan. Namun, untuk mendapatkan pembacaan sensor gas yang akurat, diperlukan proses kalibrasi dengan alat khusus yang hanya ada di laboratorium BSN (Badan Standar Nasional) dan BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) di Puspitek. Akhirnya, peneliti memutuskan untuk melakukan penyesuaian nilai pembacaan sensor dengan sensor di stasiun kualitas udara milik KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). Hasilnya, sensor gas karbon monoksida memiliki selisih sebesar  $\pm 8,65\%$  jika dibandingkan dengan nilai dari sensor milik KLHK, sedangkan pada sensor gas ozon memiliki selisih sebesar  $\pm 14,61\%$ .

**Kata kunci:** Gas Beracun, Gas Berbahaya, Karbon Monoksida, Ozon, Simple Additive Weighting.

### Abstract

With the rapid advancement of technology, we humans produce more pollutant gas emission. Air quality, especially in cities and settlements, is getting worse and has serious effects on lung health that can cause fatal respiratory disease up to death. This research is focused on develop a system to detect and push a warning notification if the air around is above a safe threshold and hazardous based on 2 kinds of gasses, carbon monoxide and ozone, with implementation of a Simple Additive Weighting algorithm. Not only that, this tool is designed with high flexibility and scalability, so it can be developed even further. The result of designing and developing this tool in this research shows that the tool works well from hardware, software, and the algorithm which is being used. But, in order to get an accurate gas sensor reading, it needs a calibration process, which requires a special tool that is only available at BSN (National Standardization Agency of Indonesia) and BRIN (National Research and Innovation Agency) laboratorium in Puspitek. Therefore, the researcher decided to do a value adjustment of the sensor reading by comparing it to a sensor at an air quality station owned by KLHK (Ministry of Environment and Forestry). The result is that the carbon monoxide sensor has a difference of  $\pm 8.65\%$  if it is compared with the sensor value from KLHK, while the ozone sensor has a difference of  $\pm 14.61\%$ .

**Keywords:** Poisonous Gas, Dangerous Gas, Carbon Monoxide, Ozone, Simple Additive Weighting.

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, terutama di sektor energi, transportasi, industri dan informasi membuat manusia menghasilkan semakin banyak emisi gas polutan yang dapat mengancam kesehatan paru paru. Menurut BMKG, dalam rentan waktu Januari 2004 hingga Januari 2022 data dari stasiun Global Atmosphere Watch BMKG di Bukit Kototabang Sumatera Barat menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi emisi gas rumah kaca baik gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) maupun gas metana (CH<sub>4</sub>) [1].

Tidak hanya di Indonesia, data dari World Health Organization (WHO) menunjukkan saat ini ada 7 juta kematian per tahun karena paparan polusi udara dan 91% dari populasi dunia tinggal di tempat dengan tingkat polusi udara tinggi melampaui batas aman dari WHO [2]. Menurut WHO, polutan di udara yang berbahaya dan menimbulkan penyakit meliputi PM (Particulate Matter), gas karbon monoksida (CO), ozon (O<sub>3</sub>), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) [3]. Gas polutan ini dapat masuk ke dalam rumah melalui pintu, jendela, dan ventilasi.

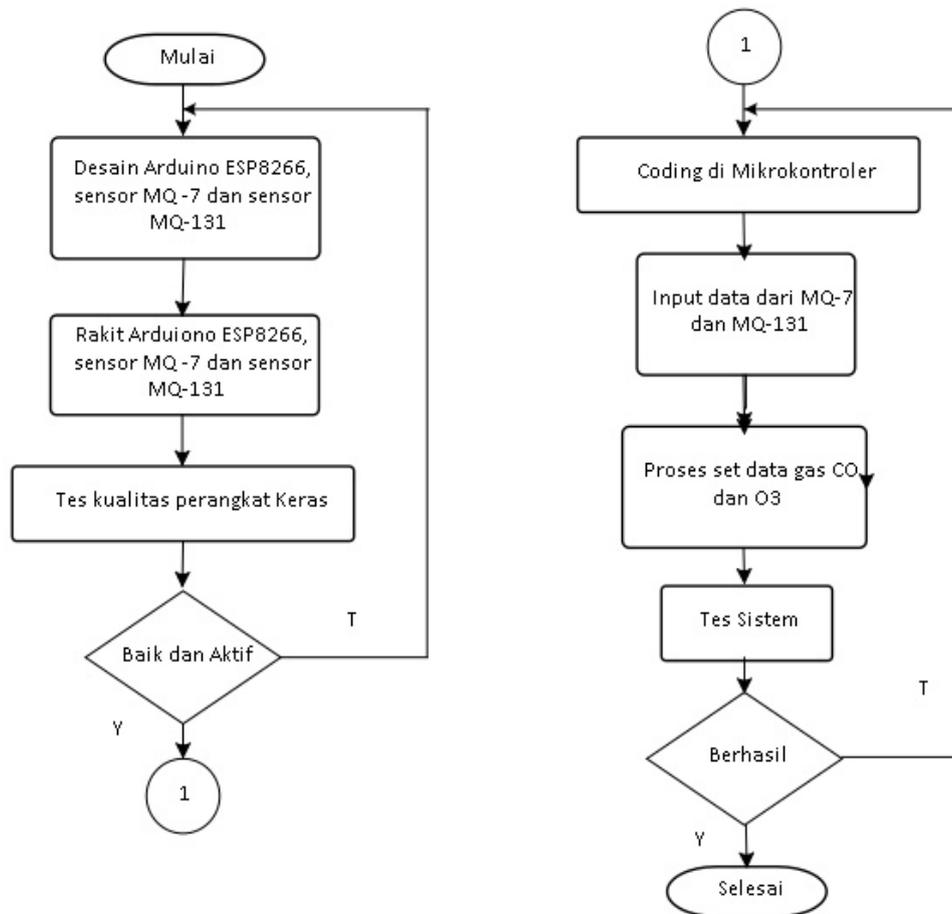
Adapun Internet of Things (IoT) merupakan peralatan elektronik yang memiliki kemampuan untuk tersambung dengan koneksi jaringan dan mentransfer data melalui jaringan tersebut sehingga dapat terhubung dengan perangkat pintar lain seperti ponsel [4]. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, peneliti membangun sistem untuk mendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO) dan kadar ozon (O<sub>3</sub>) yang menggunakan sensor dipadukan dengan algoritma simple additive weighting. Selain itu, sistem ini dapat memberikan peringatan bila konsentrasi gas gas beracun ini melewati ambang batas aman manusia. Sistem ini juga memiliki fleksibilitas tinggi dan dapat dikembangkan lebih jauh untuk menghasilkan otomatisasi seperti menghidupkan kipas ventilasi, menutup gorden jendela, dan sebagainya.

Penelitian bertujuan untuk memberikan solusi dalam mendeteksi gas beracun yang dapat membahayakan makhluk hidup dengan mengintegrasikan perangkat keras Arduino ESP8266, sensor MQ-7 yang sensitif pada keberadaan gas CO, dan sensor MQ-131 yang sensitif pada keberadaan gas O<sub>3</sub> dengan perangkat lunak Home Assistant menggunakan algoritma *Simple Additive Weighting*. Pada penelitian ini terdapat tahap membandingkan hasil sensor pengukur kadar gas melalui perbandingan data dengan sensor dari stasiun KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) yang terpublikasi pada website ISPU (Indeks Standar Pencemaran udara) milik KLHK.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada sistem ini, algoritma yang akan digunakan untuk menentukan tingkat bahaya dari gas beracun adalah *Simple Additive Weighting*. Algoritma ini dipilih karena sederhana untuk diimplementasi dan dapat menghasilkan output yang tepat untuk pengambilan keputusan berdasarkan bobot dari beberapa kriteria.

Alur penelitian identifikasi hasil yang diterima sensor-sensor yang terintegrasi dan penerapan algoritma *Simple Additive Weighting*, mendeteksi gas CO dan O<sub>3</sub> dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Tahap Penelitian

### 2.1. Analisis Kebutuhan

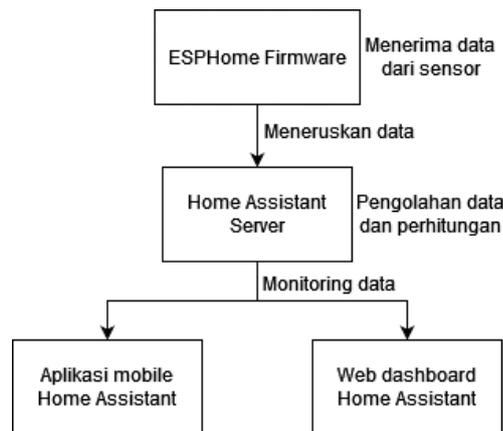
Berikut adalah kebutuhan fungsional yang perlu diimplementasi untuk memenuhi kriteria pada alat deteksi gas beracun:

1. Alat dapat mendeteksi keberadaan gas beracun melalui sensor gas MQ.
2. Bila kadar gas berbahaya melebihi ambang batas, alat dapat memberi peringatan berupa notifikasi dan *alarm*.
3. Alat dapat memberikan keluaran hasil pengukuran kualitas udara dan kadar gas berbahaya secara langsung.
4. Implementasi algoritma *Simple Additive Weighting* dapat berfungsi pada alat untuk menentukan tingkat bahaya pada udara.

Berikut adalah kebutuhan non-fungsional yang perlu diimplementasi untuk memenuhi kriteria pada alat deteksi gas beracun:

1. Alat mampu bekerja 24 jam tanpa henti.
2. Pemasangan alat sesuai panduan dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 pasal 4 ayat 3b.
3. Menghasilkan alat dengan skalabilitas tinggi, yang mudah ditingkatkan/ dikembangkan lebih lanjut, seperti penambahan jumlah sensor gas atau penambahan otomatisasi.
4. Sistem mudah digunakan dan mudah dipantau melalui web dashboard dan aplikasi mobile.

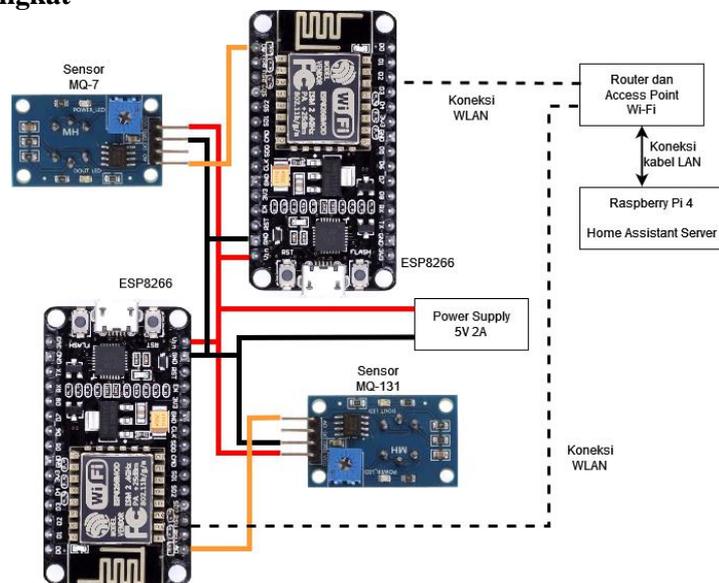
## 2.2. Perancangan Sistem



Gambar 2. Perancangan Sistem

Diagram diatas merupakan perancangan sistem pada alat deteksi gas beracun. Pertama, sensor gas MQ yang terpasang ke papan ESP8266 yang telah terpasang firmware *ESPHome*, mengirimkan data sensornya ke server *Home Assistant*. ESP8266 sendiri merupakan modul elektronik ekonomis yang terintegrasi dengan Wi-Fi dan mikrokontroler yang handal untuk aplikasi IoT [5]. Dari papan ESP tersebut, data mentah itu diolah untuk perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Hasil data tersebut dapat dipantau secara langsung di web dashboard *Home Assistant* dengan memasukkan alamat IP server *Home Assistant* di browser. Selain itu, datanya juga dapat dipantau secara langsung di ponsel dengan memasang aplikasi *Home Assistant* yang tersedia di *Google Play Store* dan *Apple App Store*.

## 2.3. Perancangan Perangkat

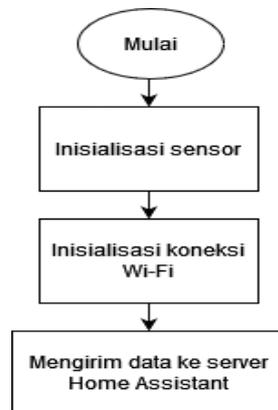


Gambar 3. Perancangan Perangkat

Diagram diatas merupakan perancangan perangkat pada alat deteksi gas beracun. Pada rangkaian, terdapat dua buah papan ESP8266 dan 2 buah sensor gas, yaitu MQ-7 yang sensitif pada gas CO dan MQ-131 yang sensitif pada gas O<sub>3</sub>. Lalu, masing-masing dari papan ESP tersebut terhubung ke *Local Area Network (LAN)* dengan menggunakan koneksi Wi-Fi. Kemudian, dari router, menggunakan kabel LAN dihubungkan ke *Raspberry Pi* agar papan-papan ESP tersebut dapat

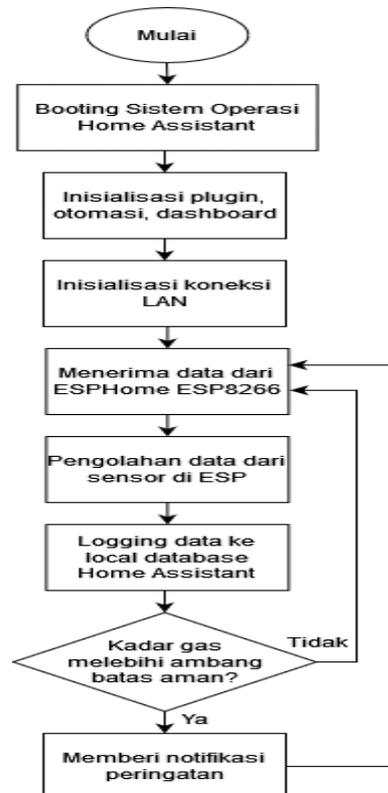
berkomunikasi dengan server *Home Assistant* pada *Raspberry Pi* dan mengirim data dari sensor ke server *Home Assistant*.

#### 2.4. Perancangan Proses



Gambar 4. Perancangan Proses pada Perangkat ESP8266

Diagram diatas merupakan flowchart pada perangkat ESP8266. Pada perangkat ini, ketika perangkat tersebut baru menyala, perangkat akan melakukan proses inisialisasi sensor dengan melakukan komunikasi ke sensor untuk mengenali sensor yang terhubung. Setelah itu, perangkat akan melakukan inisialisasi koneksi Wi-Fi dengan mencoba mencari SSID Wi-Fi yang sesuai dan mencoba melakukan proses penghubungan dengan menggunakan password Wi-Fi yang telah diprogram dari firmware *ESPHome*. Setelah proses selesai, perangkat ini bisa melakukan pengiriman data dari sensor ke server *Home Assistant* setiap 2 detik sekali.



Gambar 5. Perancangan Proses pada Server *Home Assistant*

Diagram diatas merupakan flowchart pada perangkat server *Home Assistant*. Pada perangkat ini, ketika perangkat tersebut baru menyala, perangkat akan melakukan proses booting untuk sistem operasi *Home Assistant* yang berbasis Linux. Lalu, sistem operasi akan melakukan proses inisialisasi

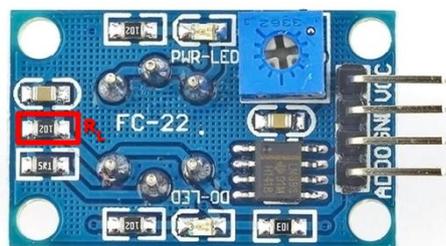
*Home Assistant* core, plugin, otomatisasi, dan dashboard (*front end*) yang merupakan komponen dasar dari peron *Home Assistant* agar dapat berfungsi. Kemudian perangkat akan melakukan proses inialisasi koneksi ke router melalui kabel LAN yang telah tersambung agar dapat berkomunikasi dengan perangkat IoT lain di jaringan LAN tersebut seperti ke perangkat ESP dan perangkat pintar seperti lampu pintar. Setelah itu, *Home Assistant* ini siap menerima data dari semua perangkat yang terhubung ke *Home Assistant* termasuk menerima data sensor gas dari papan ESP8266. Data tersebut kemudian diolah dengan mengkonversi nilai analog sensor menjadi satuan ppm berdasarkan datasheet dari sensor MQ. Dari nilai tersebut, dikonversi lagi menjadi satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  agar dapat melakukan kalkulasi nilai ISPU-nya. Data data tersebut kemudian akan tercatat ke local database pada server *Home Assistant* dengan bantuan plugin MySQL dan phpMyAdmin. Jika hasil kalkulasi nilai tersebut melebihi ambang batas aman, maka *Home Assistant* akan memberi peringatan berupa notifikasi ke web dashboard dan aplikasi *mobile*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Implementasi Sistem

Pada sistem ini, terdapat 2 sensor, yaitu sensor MQ-7 yang sensitif pada keberadaan gas CO, dan sensor MQ-131 yang sensitif pada keberadaan gas O<sub>3</sub>. Kedua sensor ini basisnya sama karena masih satu keluarga MQ dan kedua sensor ini menggunakan papan PCB yang sama, yaitu FC-22. Untuk mendapatkan pengukuran kadar gas dari sensor, peneliti memerlukan keluaran analog dari kedua sensor MQ tersebut. Dari nilai analog, perlu diubah menjadi nilai yang dapat diolah untuk proses menghitung nilai ISPU-nya.

Untuk pembacaan nilai analog sensor tersebut, papan FC-22 ini menggunakan prinsip tegangan pembagi seperti gambar dibawah:

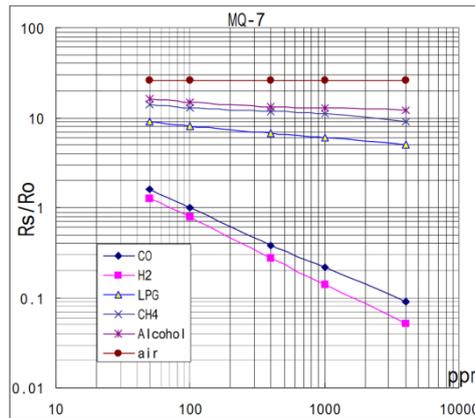


**Gambar 6.** Resistor Tegangan Pembagi pada Papan PCB FC-22 [6]

Tegangan pembagi adalah metode yang sering digunakan pada sensor analog untuk mendapat keluaran nilai sensor. Tegangan pembagi membutuhkan 2 resistor yang dirangkai secara seri untuk membagi nilai tegangannya [7]. Untuk kasus sensor MQ-7 dan MQ-131 pada sistem ini, resistor yang digunakan adalah 1 kilo Ohm. Sehingga, untuk melakukan kalibrasi pada sensor MQ tersebut, perlu mengetahui nilai hambatan satu resistor lagi yang terdapat di dalam sensor MQ itu sendiri yang nilainya berubah berdasarkan kadar gas yang terdeteksi, semakin bersih maka hambatannya akan semakin kecil.

Pada ESPHome, keluaran nilai dari sensor analog diinterpretasi menjadi nilai dari 0 sampai [8]. Untuk mengubahnya menjadi nilai analog yang seharusnya (0-1023), nilainya cukup dikalikan dengan 1023 agar mendapat hasil yang lebih presisi.

Setelah mengetahui cara papan modul sensor memperoleh nilai analog, langkah selanjutnya membaca datasheet yang terdapat pada MQ-7 untuk mendapatkan nilai referensinya:



Gambar 7. Karakteristik MQ-7 [9]

Dari grafik diatas, peneliti berfokus pada CO yang direpresentasikan dengan garis berwarna biru tua. Sumbu X untuk keluaran nilai kadar gas, sumbu Y untuk keluaran nilai hambatan sensor MQ-7. Berdasarkan grafik tersebut diperoleh nilai sebagai berikut:

Jika  $Y=1$ , maka  $X=100$

Jika  $Y=0,09$ , maka  $X=4000$

Dari grafik juga terlihat bahwa garis tersebut merupakan regresi log-log dimana nilai X dan Y sama-sama eksponensial dan tidak linear.

Langkah selanjutnya, menemukan persamaan dari regresi tersebut agar dapat memperoleh rumus untuk mengubah nilai analog sensor menjadi nilai ppm. Untuk mendapat persamaannya, pertama peneliti perlu mengetahui gradiennya dengan rumus sebagai berikut:

$$m = \frac{\Delta \log(y)}{\Delta \log(x)}$$

Lalu, diurai menjadi:

$$m = \frac{\log(y_2) - \log(y_1)}{\log(x_2) - \log(x_1)}$$

Dengan menggunakan aturan hasil bagi logaritma disederhanakan menjadi [10]:

$$m = \frac{\log(y_2/y_1)}{\log(x_2/x_1)} \quad (1)$$

m : gradien

y2 : nilai kedua pada sumbu Y

y1 : nilai pertama pada sumbu Y

x2 : nilai kedua pada sumbu X

x1 : nilai pertama pada sumbu X

Dengan menggunakan rumus 1, dengan memasukkan nilai  $y_2=0,09$ ;  $y_1=1$ ;  $x_2=4000$ ;  $x_1=100$ , hasilnya menjadi:

$$\begin{aligned} m &= \frac{\log(0,09/1)}{\log(4000/100)} \\ m &= \frac{\log(0,09)}{\log(40)} \\ m &= \frac{-1,045757491}{1,602059991} \\ m &= -0,6527580092 \end{aligned}$$

Selanjutnya, mencari fungsi dari grafik pada gambar 8 dengan mensubstitusikan rumus dari persamaan 1 sebagai berikut:

$$m = \frac{\log(y_2/y_1)}{\log(x_2/x_1)}$$

$$\log(y_2/y_1) = m \times \log(x_2/x_1)$$

Kemudian, menggunakan aturan pangkat logaritma menjadi [10]:

$$\log(y_2/y_1) = \log[(x_2/x_1)^m]$$

$$\log(y_2/y_1) = \log[(x_2/x_1)^m]$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^m \quad (2)$$

Dengan memasukkan nilai  $y_1=1$  dan  $x_1=100$  ke dalam rumus 2, hasilnya menjadi:

$$\frac{y}{1} = \left(\frac{x}{100}\right)^{-0,652758}$$

$$y = \frac{1}{\left(\frac{x}{100}\right)^{-0,652758}}$$

$$y = \frac{100^{0,652758}}{x^{0,652758}}$$

$$y = \frac{20,20765878}{x^{0,652758}}$$

$$x^{0,652758} = \frac{20,20765878}{y}$$

$$x = \sqrt[0,652758]{\frac{20,20765878}{y}}$$

$$x = \left(\frac{20,20765878}{y}\right)^{\frac{1}{0,652758}}$$

$$x = \left(\frac{20,20765878}{y}\right)^{1,531961309}$$

$$x = \frac{20,20765878}{y^{1,531961309}}$$

$$x = \frac{100}{y^{1,531961309}} \quad (3)$$

Langkah selanjutnya, seperti gambar 8, sumbu Y mewakili nilai  $R_s/R_o$ .  $R_o$  adalah nilai hambatan referensi ketika sensor MQ-7 terpapar gas CO dengan kadar 100 ppm. Sedangkan  $R_s$  adalah nilai hambatan sensor MQ-7 secara langsung. Untuk mengetahui nilai  $R_s$ , perlu dicari terlebih dahulu berdasarkan prinsip tegangan pembagi pada papan PCB FC-22 seperti pada gambar 7 menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$V_{RL} = \frac{RL}{R_s+RL} \times V \quad (4)$$

- $V_{RL}$  : Nilai tegangan dari resistor pada gambar 7 (Volt)
- $RL$  : Nilai hambatan dari resistor pada gambar 7 (Ohm)
- $R_s$  : Nilai hambatan dari sensor MQ (Ohm)
- $V$  : Tegangan sumber listrik (Volt)

Dari rumus 4 kemudian disesuaikan agar mendapat rumus untuk mencari nilai  $R_s$ :

$$V_{RL} = \frac{RL}{R_s+RL} \times V$$

$$\frac{V_{RL}}{V} = \frac{RL}{R_s+RL}$$

$$V \times RL = V_{RL} \times (R_s + RL)$$

$$V \times RL = (V_{RL} \times R_s) + (V_{RL} \times RL)$$

$$(V \times RL) - (V_{RL} \times RL) = (V_{RL} \times R_s)$$

$$\frac{(V \times RL) - (V_{RL} \times RL)}{V_{RL}} = R_s$$

$$R_s = \frac{V \times RL}{V_{RL}} - \frac{V_{RL} \times RL}{V_{RL}}$$

$$R_s = \frac{V \times RL}{V_{RL}} - \frac{V_{RL} \times RL}{V_{RL}}$$

$$R_s = \frac{V \times RL}{V_{RL}} - RL \quad (5)$$

Dari rumus 5, digabungkan ke rumus 3 menjadi hasil rumus akhir untuk mendapat nilai ppm dari MQ-7 seperti dibawah:

$$X = \frac{100}{\left( \frac{\frac{V_{RL}}{V_{RL}} - R_L}{R_o} \right)^{1,531961309}}$$

Meskipun resistor RL diketahui nilainya 1 kilo Ohm (pada gambar 7), peneliti memutuskan untuk mengukur resistor tersebut dengan multimeter untuk mengetahui nilai pastinya dan peneliti mendapat nilainya 991 Ohm. Untuk tegangan sumber listrik peneliti mendapat nilainya 4,48 Volt. Dengan memasukkan 2 nilai tadi ke rumus di atas, hasil akhirnya menjadi:

$$X = \frac{100}{\left( \frac{\frac{4,48 \times 991}{991} - 991}{R_o} \right)^{1,531961309}}$$

$$X = \frac{100}{\left( \frac{\frac{4479,68}{991} - 991}{R_o} \right)^{1,531961309}} \quad (6)$$

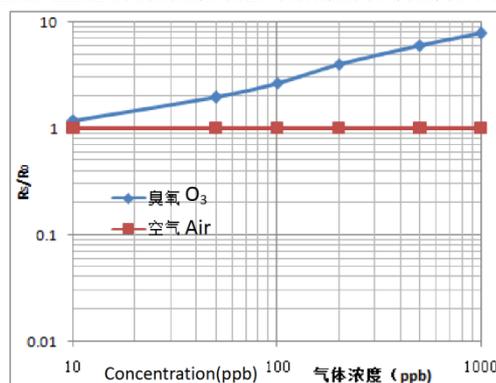
X : nilai kadar gas CO (ppm)

V<sub>RL</sub> : tegangan pada resistor RL (Volt)

R<sub>o</sub> : nilai hambatan referensi ketika sensor MQ-7 terpapar gas CO dengan kadar 100 ppm (Ohm)

Terakhir, untuk mendapat nilai R<sub>o</sub> perlu proses kalibrasi dengan membandingkan sensor ke alat lain. Karena keterbatasan alat, peneliti tidak dapat melakukan kalibrasi, sehingga peneliti menggunakan nilai R<sub>o</sub> dari referensi datasheet-nya yaitu 2000 Ohm dan akan disesuaikan kembali ketika akan dibandingkan dengan sensor pada stasiun milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Untuk mencari rumus perhitungan sensor MQ-131, menggunakan langkah yang sama seperti sensor MQ-7. Pertama, mendapatkan nilai referensi dari datasheet sensor MQ-131:



Gambar 8. Karakteristik MQ-131 [12]

Dari grafik diatas, peneliti berfokus pada O<sub>3</sub> yang direpresentasikan dengan garis berwarna biru. Sumbu X untuk keluaran nilai kadar gas, sumbu Y untuk keluaran nilai hambatan sensor MQ-131. Berdasarkan grafik tersebut diperoleh nilai sebagai berikut:

1. Jika Y=2, maka X=0,05 (mengubah dari 50 ppb menjadi ppm)
2. Jika Y=8, maka X=1 (mengubah dari 1000 ppb menjadi ppm)

Dari grafik juga terlihat bahwa garis tersebut merupakan regresi log-log dimana nilai X dan Y sama sama eksponensial dan tidak linear.

Langkah selanjutnya, menemukan persamaan dari regresi tersebut agar dapat memperoleh rumus untuk mengubah nilai analog sensor menjadi nilai ppm. Untuk mendapat persamaannya, pertama peneliti perlu mengetahui gradiennya menggunakan rumus 1:

$$m = \frac{\log(y_2/y_1)}{\log(x_2/x_1)}$$

$$m = \frac{\log(8/2)}{\log(1/0,05)}$$

$$m = \frac{\log(4)}{\log(20)}$$

$$m = \frac{0,6020599913}{1,301029996}$$

$$m = 0,4627564263$$

Selanjutnya peneliti perlu mencari fungsi dari grafik pada gambar 9 dengan menggunakan rumus 2 dengan memasukkan nilai  $y_2=8$  dan  $x_2=1$ :

$$\frac{y_2}{y_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^m$$

$$\frac{8}{y} = \left(\frac{1}{x}\right)^{0,4627564263}$$

$$\frac{8}{y} = \frac{1}{x^{0,4627564263}}$$

$$x^{0,4627564263} = \frac{y}{8}$$

$$x = \frac{0,4627564263 \sqrt[0,4627564263]{\frac{y}{8}}}{1}$$

$$x = \frac{y^{0,4627564263}}{8^{0,4627564263}}$$

$$x = \frac{y^{2,160964048}}{8^{2,160964048}}$$

$$x = \frac{y^{2,160964048}}{89,4427191} \quad (7)$$

Selanjutnya, dari rumus 5, digabungkan ke rumus 7 menjadi hasil rumus akhir untuk mendapat nilai ppm dari MQ-131 seperti dibawah:

$$x = \frac{\left(\frac{V \times RL}{V_{RL}} - RL\right)^{2,160964048}}{89,4427191}$$

Meskipun resistor RL diketahui nilainya 1 kilo Ohm (pada gambar 7), peneliti memutuskan untuk mengukur resistor tersebut dengan multimeter untuk mengetahui nilai pastinya dan peneliti mendapat nilainya 1005 Ohm. Untuk tegangan sumber listrik peneliti mendapat nilainya 4,48 Volt. Dengan memasukkan 2 nilai tadi ke rumus diatas, hasil akhirnya menjadi:

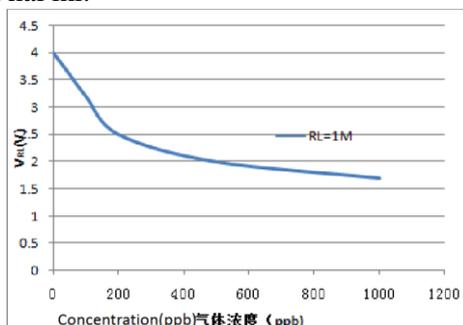
$$x = \frac{\left(\frac{4,48 \times 1005}{V_{RL}} - RL\right)^{2,160964048}}{89,4427191}$$

$$x = \frac{\left(\frac{4502,4}{V_{RL}} - RL\right)^{2,160964048}}{89,4427191} \quad (8)$$

x : nilai kadar gas O<sub>3</sub> (ppm)

$V_{RL}$  : tegangan pada resistor RL (Volt)  
 $R_o$  : nilai hambatan referensi MQ-131 (Ohm)

Disinilah letak masalah sensor MQ-131. Tidak seperti sensor MQ-7 yang tercantum di *datasheet*-nya pada kadar 100 ppm hambatannya akan menjadi 2000 Ohm, pada *datasheet* MQ-131 tidak ada keterangan mengenai hal ini.



**Gambar 9.** Tegangan Keluaran Sensor MQ-131 Terhadap Gas O<sub>3</sub> [12]

Namun, dari *datasheet* sensor ini, peneliti menemukan grafik seperti gambar 10. Terlihat pada kadar gas O<sub>3</sub> di 200 ppb, keluaran tegangan sensor menjadi 2,5 Volt dengan menggunakan resistor RL sebesar 1 Mega Ohm. Dengan menggunakan rumus 5, peneliti bisa mencari nilai Rs-nya sebagai berikut:

$$R_s = \frac{V \times R_L}{V_{RL}} - R_L$$

$$R_s = \frac{4 \times 1000000}{2,5} - 1000000$$

$$R_s = \frac{4000000}{2,5} - 1000000$$

$$R_s = 1600000 - 1000000$$

$$R_s = 600000 \text{ Ohm}$$

Pada grafik gambar 10, nilai 200 ppb (0,2 ppm) memberi nilai Rs/Ro menjadi 4. Dari sini, penulis dapat mencari nilai Ro:

$$4 = \frac{600000}{R_o}$$

$$4 \times R_o = 600000$$

$$R_o = \frac{600000}{4}$$

$$R_o = 150000$$

Terakhir, karena keterbatasan alat, peneliti tidak dapat melakukan kalibrasi, sehingga peneliti menggunakan nilai Ro dari perhitungan tadi, yaitu 150.000 Ohm dan akan disesuaikan kembali ketika akan dibandingkan dengan sensor pada stasiun milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

### 3.2. Proses Penyesuaian Sensor

Pada penelitian ini, alat tidak menjalankan proses kalibrasi karena proses kalibrasi pada sensor gas memerlukan peralatan yang sulit didapat dan tidak murah. Selain itu, di Indonesia belum ada standarisasi dan sertifikasi untuk akurasi dan proses kalibrasi sensor gas.

Berhubung peneliti tidak dapat melakukan proses kalibrasi sensor MQ pada alat, maka peneliti memutuskan untuk menggunakan metode kalibrasi *single point* dan menyesuaikan nilai pembacaannya dengan stasiun milik KLHK. Teknik *Single Point Calibration* sendiri adalah teknik kalibrasi dengan mengandalkan 1 titik nilai yang telah ditentukan. Metode ini biasanya digunakan untuk proses kalibrasi yang murah dan lebih mudah, yang tidak mengutamakan kalibrasi, apalagi jika sensor yang ingin dikalibrasi tidak mudah dilepas dari tempat pemasangannya [13]. Untuk mengetahui performa pembacaan nilai pada sensor MQ, peneliti akan membandingkan kembali pembacaan pada alat dengan sensor di stasiun milik KLHK.

**Tabel 1.** Hari Pertama, Penyesuaian Sensor MQ-7

	Nilai Sensor MQ-7 (CO)	Nilai website ISPU
Sebelum Penyesuaian	ISPU 42,8	-
Disesuaikan	ISPU 7,03	ISPU 7

**Tabel 2.** Hari Kedua, Perbandingan Sensor MQ-7

	Nilai Sensor MQ-7 (CO)	Nilai website ISPU
Sebelum Penyesuaian	ISPU 59,55	-
Setelah Penyesuaian	ISPU 9,77	ISPU 9

**Tabel 3.** Hari Pertama, Penyesuaian Sensor MQ-131

	Nilai Sensor MQ-131 (O <sub>3</sub> )	Nilai website ISPU
Sebelum Penyesuaian	ISPU 26,87	-
Disesuaikan	ISPU 31	ISPU 31

**Tabel 4.** Hari Kedua, Perbandingan Sensor MQ-131

	Nilai Sensor MQ-131 (O <sub>3</sub> )	Nilai website ISPU
Sebelum Penyesuaian	ISPU 34,79	-
Setelah Penyesuaian	ISPU 40,13	ISPU 47

Dari hasil perbandingan pembacaan sensor MQ-7 dengan pembacaan nilai kadar gas CO pada stasiun KLHK pada tabel 2, terdapat selisih pembacaan sebesar ISPU 0,77 (8,65%), sedangkan untuk sensor MQ-131 pada tabel 4, terdapat selisih pembacaan sebesar ISPU 6,87 (14,61%).

### 3.3. Implementasi Algoritma

Pada sistem ini, terdapat 2 parameter yang dapat dijadikan sebagai kriteria pada implementasi algoritma *Simple Additive Weighting* (SAW), yaitu kadar gas CO dan kadar gas O<sub>3</sub>. Algoritma ini sendiri merupakan algoritma pengambilan keputusan berdasarkan penjumlahan terbobot dari atribut-atributnya [14]. Untuk menentukan atributnya, pertama peneliti perlu menentukan sifat kriterianya, bersifat menguntungkan (beneficial) atau merugikan (non-beneficial):

**Tabel 5.** Penentuan Tipe Kriteria

Kriteria	Sifat Kriteria
Kadar Gas CO	Merugikan
Kadar Gas O <sub>3</sub>	Merugikan

Dari tabel 5, kedua kriteria tersebut bersifat merugikan karena semakin tinggi nilai kadar gas tersebut, maka semakin berbahaya dan menimbulkan efek merugikan.

Selanjutnya, menentukan nilai perbandingannya untuk menentukan tingkat bahaya kadar gasnya. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020, nilai ISPU diatas 200 masuk dalam kategori berbahaya. Pada lampiran 1 pada peraturan menteri tersebut, ISPU diatas 200 memiliki kadar CO di atas 15000 µg/m<sup>3</sup> dan kadar O<sub>3</sub> diatas 400 µg/m<sup>3</sup> [15], sehingga perbandingannya akan seperti berikut:

**Tabel 6.** Perbandingan Kriteria

Parameter	Kadar CO (µg/m <sup>3</sup> )	Kadar O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Ambang Batas Aman	15000	400
Nilai Pembacaan Langsung	Nilai pembacaan sensor MQ-7	Nilai pembacaan sensor MQ-131

Lalu, mensimulasikan nilai pembacaan langsungnya sebagai berikut:

**Tabel 7.** Simulasi Nilai Pembacaan Sensor

Parameter	Kadar CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Kadar O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Ambang Batas Aman	15000	400
Nilai Pembacaan Langsung	4500	95

Setelah mendapat nilai pembacaan sensornya, langkah selanjutnya mendapatkan nilai minimum (karena kriteria merugikan) dari masing masing kriteria. Dari tabel diatas, untuk kriteria kadar CO terendah adalah 4500 dan untuk kriteria kadar O<sub>3</sub> terendah adalah 95. Kemudian, semua data tersebut perlu dinormalisasi dengan cara nilai terendah dari masing masing kriteria dibagi dengan nilai dari setiap parameter menjadi:

**Tabel 8.** Normalisasi Nilai Pembacaan Sensor

Parameter	Kadar CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Kadar O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Ambang Batas Aman	$4500/15000 = 0,3$	$95/400 = 0,2374$
Nilai Pembacaan Langsung	$4500/4500 = 1$	$95/95 = 1$

Kemudian, menentukan bobot dari masing-masing kriteria. Jika bobotnya sama besar, maka masing masing kriteria bobotnya sama rata. Dalam kasus ini, karena bobot dari kriteria kadar gas CO dan O<sub>3</sub> sama, maka masing masing kriteria bobotnya sama rata, yaitu 0,5. Bobot dari masing masing kriteria gas ini diatur menjadi sama besar karena kedua kadar gas ini memiliki batas aman ISPU yang sama, yaitu ISPU 200 menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 [15]. Lalu, untuk mendapat hasil akhirnya, cukup kalikan masing masing parameter dengan bobot dari masing masing kriteria menjadi:

**Tabel 9.** Hasil SAW Pembacaan Sensor 1

Parameter	Kadar CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Kadar O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Hasil Jumlah
Ambang Batas Aman	$0,3 * 0,5 = 0,15$	$0,2375 * 0,5 = 0,11875$	0,26875
Nilai Pembacaan Langsung	$1 * 0,5 = 0,5$	$1 * 0,5 = 0,5$	1

Dari tabel diatas, terlihat hasil perhitungan SAW untuk parameter ambang batas aman adalah 0,26875 dan untuk parameter nilai pembacaan langsung adalah 1. Artinya, semakin besar angka hasilnya, semakin baik. Terlihat bahwa hasil hitung dari parameter nilai pembacaan langsung lebih besar dari parameter ambang batas aman. Artinya, kadar gas yang terbaca sensor secara langsung masih tergolong aman berdasarkan metode perhitungan ini.

### 3.4. Implementasi Pengujian

**Tabel 10.** Implementasi Pengujian Alat

No	Pengujian	Hasil	
		Sesuai	Tidak Sesuai
1	Sensor MQ-7 dapat mendeteksi gas CO	✓	
2	Sensor MQ-131 dapat mendeteksi gas ozon	✓	
3	Alat dapat terhubung dengan Wi-Fi	✓	
4	Alat dapat berkomunikasi dengan server <i>Home Assistant</i>	✓	
5	Alat dapat memberi notifikasi peringatan kadar gas melebihi ambang batas aman	✓	

6	Alat dapat menampilkan nilai pengukuran kadar gas secara langsung	✓
7	Sensor MQ-7 memiliki nilai pembacaan yang <i>valid</i>	✓
8	Sensor MQ-131 memiliki nilai pembacaan yang <i>valid</i>	✓
9	Algoritma SAW dapat melakukan perhitungan kadar gas sudah mencapai ambang batas aman	✓
10	Alat dapat dimonitor nilai kadar gasnya melalui aplikasi mobile secara langsung tanpa Wi-Fi dan menggunakan <i>mobile data</i>	✓
11	Alat mampu bekerja 24 jam tanpa henti	✓

Berdasarkan tabel 10, pengujian alat deteksi gas beracun ini telah sesuai dan memenuhi kebutuhan dari penelitian ini. Peneliti berhasil membangun alat yang mampu bekerja secara handal dan mudah diakses, serta implementasinya yang sederhana dan memiliki skalabilitas yang tinggi karena bisa dengan mudah menambah jumlah sensor tanpa merusak sistem yang ada dan masih berjalan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan proses selama peneliti menjalankan penelitian ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma *Simple Additive Weighting* yang digunakan pada penelitian ini dapat bekerja dengan baik sesuai harapan untuk mendeteksi kadar gas beracun dan dapat melakukan perhitungan untuk memberi peringatan notifikasi bahaya pada server *Home Assistant*.
2. Implementasi untuk integrasi alat ke server *Home Assistant* mudah dilakukan dan prosesnya tidak memakan waktu yang lama. Namun, kedua sensor gas MQ yang terpasang pada alat sulit diimplementasi karena minimnya dokumentasi mengenai pengukuran pada gas sensor MQ tersebut, sehingga perlu melakukan perhitungan manual untuk mendapat nilai pembacaannya yang pasti. Selain itu, proses kalibrasi sensor MQ tersebut sulit dilakukan karena membutuhkan alat khusus yang dapat menghasilkan gas standar secara konstan agar mendapat nilai pembacaan yang valid dan konsisten.

Berdasarkan hasil penelitian dan proses selama peneliti menjalankan penelitian ini, peneliti dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Mencari alternatif sensor lain selain sensor MQ, meskipun lebih sulit di dapat dan lebih mahal, tetapi jika terdapat dokumentasi lengkap mengenai sensor tersebut maka proses kalibrasinya akan mudah, apalagi yang sudah terkalibrasi dari pabrikannya.
2. Perlu adanya informasi lebih rinci dan mendetail dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan atau pihak lain yang bersangkutan (seperti Badan Riset dan Inovasi Nasional atau BRIN) mengenai sensor pengukur kadar gas polutan, mekanisme kalibrasi sensor dan bagaimana caranya beserta persyaratannya jika ingin melakukan kalibrasi sensor ke laboratorium Puspittek (Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi).
3. Menambah gas berbahaya lain seperti Particulate Matter (PM), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), atau Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) dengan menggunakan sensor lain yang lebih handal selain sensor MQ.
4. Melakukan desain casing penutup alat yang memiliki bentuk lebih kecil (hemat tempat) serta lebih tertutup agar tidak mudah terkena air atau cairan lainnya yang dapat merusak sensor. Selain itu, alat ini perlu casing penutup yang juga menutupi kabel sensornya agar tidak terlihat dari luar dan tampak lebih rapi.

## Daftar Pustaka

- [1] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Informasi Gas Rumah Kaca. <https://www.bmkg.go.id/kualitas-udara/?p=gas-rumah-kaca>. Diakses tanggal 9 Maret 2022.
- [2] World Health Organization. Air Pollution Data Portal. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution>. Diakses tanggal 9 Maret 2022.
- [3] World Health Organization. Air Quality and Health. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts>. Diakses tanggal 9 Maret 2022.
- [4] Teguh Prasetyo Utomo. Potensi Implementasi Internet of Things (IoT) untuk Perpustakaan. *Buletin Perpustakaan Universitas Islam Indonesia*. 2019; vol. 2(No. 1):5.
- [5] Espressif Systems. ESP8266 Wi-Fi MCU. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>. Diakses tanggal 31 Maret 2022.
- [6] Gas Sensor MQ Series Principle. <https://forum.arduino.cc/t/gas-sensors-mq-series-principle/400772>. Diakses tanggal 23 Mei 2022.
- [7] Hantje Ponto. Dasar Teknik Listrik. Deepublish Publisher: Yogyakarta. 2019:218.
- [8] Nabu Casa. Analog to Digital Sensor ESPHome. <https://esphome.io/components/sensor/adc.html>. Diakses tanggal 23 Mei 2022.
- [9] Hanwei Electronics. Technical Data MQ-7 Sensor. <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>. Diakses tanggal 23 Mei 2022.
- [10] Cynthia Y. Young. Precalculus Third Edition. Houghton Mifflin Harcourt: Boston. 2021:306.
- [11] Hantje Ponto. Dasar Teknik Listrik. Deepublish Publisher: Yogyakarta. 2019:219.
- [12] Zhengzhou Winsen Electronics Technology. Ozone Gas Sensor. [https://www.winsen-sensor.com/d/files/mq131\(low-concentration%E7%BC%89\(ver1\\_6\)---manual.pdf](https://www.winsen-sensor.com/d/files/mq131(low-concentration%E7%BC%89(ver1_6)---manual.pdf). Diakses tanggal 23 Mei 2022.
- [13] Gas Sensor Calibration. <https://gaslab.com/blogs/articles/gas-sensor-calibration>. Diakses tanggal 6 Agustus 2022.
- [14] Febrina Sari. Metode dalam Pengambilan Keputusan. Deepublish Publisher: Yogyakarta. 2018:85-86.
- [15] D. Chaniago, A. Zahara, I. S. Ramadhani. 2020. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien di Indonesia. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>. Diakses tanggal 1 April 2022.



**ZONasi: Jurnal Sistem Informasi**

is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)