

# HELM PINTAR UNTUK PEMANTAUAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DAN TINGKAT KEBISINGAN SUARA PADA DAERAH INDUSTRI DAN PERTAMBANGAN

Muhammad Sainal Abidin<sup>1)</sup>, Ridia Utami Kasih<sup>2)</sup>, dan La Ode Sahlan Zulfadlih<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Mandala Waluya

<sup>1,2,3</sup>Jl. Jend A.H. Nasution No-G-37, Kendari

E-mail: [sainal@umw.ac.id](mailto:sainal@umw.ac.id)<sup>1)</sup>, [ridiautamikasih@umw.ac.id](mailto:ridiautamikasih@umw.ac.id)<sup>2)</sup>, [alanz.laode@umw.ac.id](mailto:alanz.laode@umw.ac.id)<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

Aktivitas para pekerja yang berada pada lingkungan seperti pertambangan dan industri sangat rentan akan terpapar polusi. Selama melakukan tindakan pencegahan terhadap potensi tersebut, dapat dilakukan dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) yang disesuaikan dengan tingkat polutannya. Tingkat polutan tersebut dapat diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan alat yang sesuai. Untuk mempermudah dalam proses pengukuran, maka alat ukur yang digunakan dapat ditempatkan pada helm kerja yang dikenakan oleh para pekerja. Helm kerja tersebut dilengkapi dengan sistem elektronika yang terdiri sensor karbon monoksida (CO) dan sensor level intensitas suara yang hasil pengukurannya terkirim pada *smartphone* dengan komunikasi *bluetooth*. Sensor CO menggunakan MQ-7 dan sensor intensitas suara MAX GY4466. Proses pengukuran dan pengiriman data akan dikontrol menggunakan mikrokontroler jenis Atmega328 dan modul *bluetooth* HC-05. Untuk sumber listrik menggunakan baterai li-ion jenis 18650. Aplikasi yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dibuat menggunakan Platform MIT *Inventor*. Berdasarkan hasil pengukuran, kedua sensor dapat terkirim dengan baik pada *smartphone*. Agar diperoleh hasil pengukuran yang sesuai dengan alat ukur standar, maka hasil pengukuran kedua sensor dilakukan kalibrasi. Sensor MQ-7 kalibrasi dilakukan menggunakan analisa grafik yang bersumber dari *datasheet*. Untuk sensor MAX GY4466 kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukurannya dengan sound level meter.

**Kata Kunci:** Polusi, Sensor, Mikrokontroler, Kalibrasi, Bluetooth

## 1. PENDAHULUAN

Polusi atau pencemaran merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi dunia saat ini. Berbagai macam dampak negatif yang dapat terjadi dari polusi ini (Ertiana, 2022). Telah banyak inovasi yang dilakukan untuk mencegah/mengurangi dan menanggulangi dampak dari polusi tersebut (Abidin & Hasibuan, 2019). Pengembangan sumber energi terbarukan merupakan salah satu metode yang dilakukan untuk mengurangi jumlah polusi yang dihasilkan (Setyo dkk., 2019). Sedangkan untuk pencegahan dapat dilakukan dengan melakukan monitoring kadar polutan yang ada pada suatu lingkungan. Hal ini bertujuan untuk melakukan tindakan pencegahan terhadap dampak yang dihasilkan. Banyak bidang aktifitas manusia yang dapat menghasilkan polusi seperti pada bidang industri dan pertambangan. Polusi yang terjadi dapat berupa polusi udara, air, suara dan pencemaran (Safira, 2021). Polusi yang terjadi dapat membahayakan kondisi lingkungan serta makhluk hidup yang ada pada lingkungan tersebut tidak terkecuali manusia. Sebagai contoh, dampak dari polusi udara adalah masalah pernapasan, kanker bahkan masalah mata (A'yun & Umaroh, 2022). Namun tidak bisa dipungkiri, pencemaran yang terjadi berasal dari aktifitas manusia bertujuan untuk memajukan kehidupan

manusia seperti aktivitas pada pabrik dan pertambangan (Idham, 2018). Indonesia sendiri merupakan salah satu negara yang memiliki industri terbesar. Keberanekaragaman industri yang berkembang di Indonesia memiliki dampak yang beranekaragam bagi lingkungannya baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Nova dkk., 2021; Pratiwi, 2021). Dalam pengoperasiannya, kegiatan seperti industri dan pertambangan melibatkan para pekerja pada lingkungannya. Hal ini memaksa para pekerja untuk berada pada lingkungan dengan potensi terpapar polusi yang terjadi. Polusi yang sering terjadi pada lingkungan industri dan pertambangan adalah polusi suara dan polusi udara. Polusi udara yang terjadi dapat bersumber dari asap pembuangan mesin pabrik dan debu sedangkan untuk polusi suara dapat juga bersumber dari bunyi yang dihasilkan oleh mesin maupun kendaraan dengan ukuran besar seperti truk (Achsa & Krisbiantoro, 2020; Sukendar dkk., 2021).

Metode yang dapat digunakan dalam mengantisipasi terpaparnya seseorang polusi adalah dengan melakukan pengukuran tingkat polutan yang ada pada suatu lingkungan (Salasa dkk., 2021). Metode ini dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung menggunakan suatu alat khusus sesuai dengan

jenis polutan yang akan diukur dari hasil pengukuran yang diperoleh, maka akan disesuaikan dengan ambang batas yang diperbolehkan sehingga dapat diambil tindakan pencegahan yang sesuai (Hamzah dkk., 2020). Jika kadar polutan yang terukur melebihi ambang batas, maka dapat dilakukan tindakan pencegahan. Pengembangan sistem seperti ini dapat dilakukan dengan menggunakan basis mikrokontroler. Pengukuran kadar karbon monoksida dapat menggunakan sensor jenis MQ-7 yang hasil pengukurannya dapat terbaca pada pada *smartphone* (Andreyan & Prakoso, 2018; Manurung dkk., 2018). Metode yang dapat digunakan untuk mengirimkan data ke *smartphone* dapat menggunakan modul *bluetooth* jenis HC-05 (Sukendar dkk., 2021). Begitu pula untuk pengukuran level intensitas suara yang dapat menggunakan modul jenis MAX4466 yang hasil pengukurannya tertampil pada komputer dengan menggunakan aplikasi berbasis Delphi (Anastasi dkk., 2018; Anggrayni & Dzulkifli, 2022). Sistem yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya masih bersifat terpisah untuk masing-masing polutan dengan bentuk seperti alat-alat ukur pada umumnya. Dalam metode ini, maka pengukuran harus dilakukan setiap saat untuk memastikan kondisi lingkungan kerja yang aman dari polusi dengan berbagai jenis alat pengukuran bergantung dari jumlah jenis polutan yang akan diukur. Metode ini menjadi kurang efektif untuk diterapkan pada semua pekerja yang dalam lingkungan kerja karena harus membawa instrument pengukuran yang dapat mengganggu pekerjaan. Untuk itu, diperlukan suatu metode pengukuran khusus agar tidak mengganggu aktifitas para pekerja.

Untuk mempermudah proses tersebut, maka dapat dikembangkan suatu alat yang mampu melakukan pengukuran untuk beberapa jenis polutan dalam satu alat serta tidak mengganggu aktifitas pekerja dalam penggunaannya. Meskipun telah ada sistem yang dapat melakukan pengukuran lebih dari satu jenis polutan seperti kadar CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, suhu dan kelembapan suatu lingkungan, namun tetap saja dalam proses penggunaannya akan mengganggu aktifitas pekerja (Putra dkk., 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan penempatan alat yang tepat agar tidak mengganggu aktifitas.

Metode yang dapat dilakukan adalah dengan menempatkan sistem pengukur polutan pada helm kerja yang umumnya wajib digunakan oleh para pekerja. Untuk langkah awal jenis polutan yang akan diukur adalah kadar karbon monoksida (CO) dan level intensitas suara. Sebagaimana diketahui, kedua jenis polutan ini banyak ditemukan di wilayah pertambangan dan industri. Helm kerja yang awalnya digunakan khusus sebagai Alat Pelindung Diri (APD) oleh para pekerja ini akan dilakukan modifikasi dengan menambahkan sistem sensor yang dapat mengukur tingkat intensitas suara dan kadar gas karbon monoksida (CO). Dengan demikian, secara tidak langsung para pekerja akan selalu membawa instrument pengukur yang dibutuhkan tanpa

mengganggu pekerjaannya serta menghilangkan fungsi dasarnya. Sistem sensor ini akan melakukan pengukuran setiap saat yang kemudian akan diolah oleh mikrokontroler. Jika kadar polutan melebihi ambang batas, maka sistem akan memberikan peringatan dalam bentuk bunyi *buzzer*. Disaat yang bersamaan, hasil pengukuran juga dapat terlihat pada *smartphone* dengan menggunakan komunikasi *bluetooth* (Girsan & Ma'muriyah, 2022). Aplikasi yang dibuat menggunakan platform MIT *Inventor* (Edriati dkk., 2021; Risma dkk., 2021). Dengan demikian, modifikasi helm kerja dengan melengkapi sistem sensor intensitas suara dan sensor karbon monoksida (CO) serta *Bluetooth* yang dapat terhubung dengan *smartphone* dapat mejadi solusi dalam melakukan pengukuran tingkat polutan pada suatu lingkungan tanpa harus mengganggu aktifitas pekerjaan lainnya.

## 2. RUANG LINGKUP

Polusi yang terdapat pada suatu daerah dapat berupa polusi udara, air, suara dan tanah. Polusi-polusi ini sendiri masing-masing dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis zat yang mencemarinya. Misalkan pencemaran udara dapat berupa gas karbon dioksida, karbon monoksida, debu dan zat pencemar udara lainnya.

1. Identifikasi masalah yang dibahas dalam penelitian ini, yaitu:
  - 1) Belum adanya sistem yang dapat melakukan pengukuran tingkat pencemaran polusi yang dapat digunakan oleh pekerja dengan mudah.
  - 2) Hasil pengukuran sensor yang digunakan masih analog sehingga masih perlu dilakukan kalibrasi.
  - 3) Bagaimana melakukan modifikasi agar helm kerja dapat disematkan sistem sensor.
2. Batasan masalah dalam penelitian, yaitu:
  - 1) Polutan yang diukur adalah kadar karbon monoksida dan tingkat kebisingan suara.
  - 2) Hasil pengukuran dikirimkan pada *smartphone* dengan komunikasi *Bluetooth*
3. Penelitian ini menghasilkan suatu alat berbentuk Helm yang dilengkapi dengan sensor karbon monoksida dan sensor tingkat kebisingan suara.

## 3. BAHAN DAN METODE

Perancangan sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan sistem sensor dan pembuatan aplikasi pada *smartphone* sebagai media untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor.

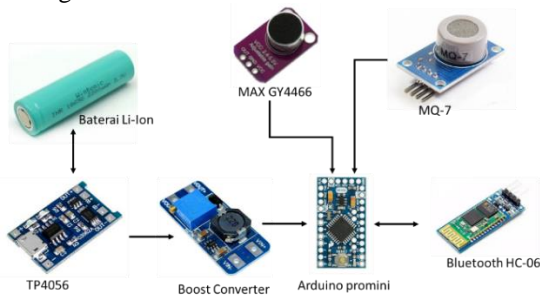
### 3.1 Pembuatan Sistem Sensor

Sistem sensor ini merupakan bagian yang melakukan pengukuran polutan pada lingkungan. Polutan yang diukur adalah intensitas suara dan kadar karbon monoksida (CO). Metode pembuatan sistem ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan awal yang

dilakukan adalah perancangan blok diagram untuk menentukan alur kerja sistem elektronika baik pengiriman/pembacaan data sensor dan sumber tegangan yang digunakan. Blok diagram ini merupakan dasar yang digunakan dalam perancangan skematik rangkaian untuk pembuatan rangkaian elektronika. Pemasangan setiap komponen menggunakan metode penyolderan langsung pada setiap komponen dan tidak menggunakan kabel *jumper*. Hal ini dilakukan agar koneksi antar setiap komponen lebih kuat dan tidak mudah terlepas saat sistem dioperasikan. Selain itu, hal ini akan memperkecil ukuran rangkaian dan mempermudah dalam pemasangan pada helm kerja.

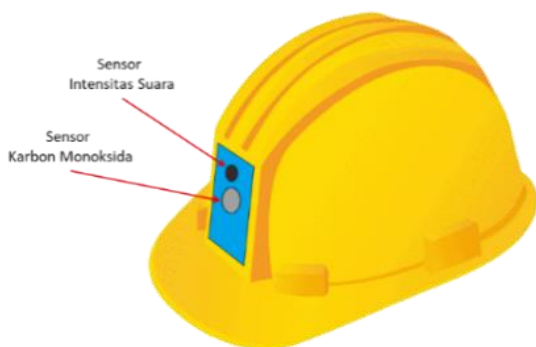
### 3.1.1. Blok Diagram

Sistem sensor ini dikendalikan oleh mikrokontroler yang terhubung dengan modul *Bluetooth* untuk mengirim data secara *wireless* pada *smartphone*. Untuk sumber tegangan listrik, sistem ini menggunakan baterai Li-Ion yang dapat diisi ulang menggunakan modul TP4056 (Abiyasa dkk., 2017). Gambar 1 memperlihatkan blok diagram dari sistem yang dirancang.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Sensor

Pada Gambar 2, sistem sensor ini kemudian akan ditempatkan pada helm kerja yang digunakan oleh pekerja sehingga tidak akan menyulitkan dalam proses mobilitasnya.

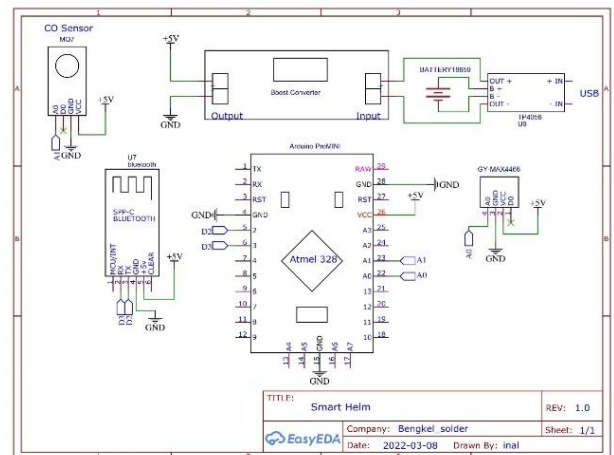


Gambar 2. Desain Smart Helm

### 3.1.2. Skematik Rangkaian

Berdasarkan blok diagram, kemudian dilakukan perancangan skematik rangkaian elektronika seperti yang terlihat pada Gambar 3 yang bertujuan untuk

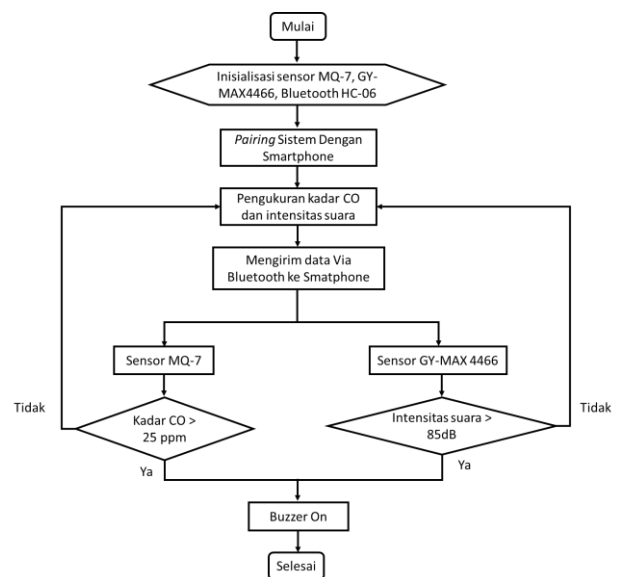
menjelaskan secara detail proses penghubungan dari setiap komponen.



Gambar 3. Skematik Rangkaian Elektronika

### 3.1.3. Diagram alir

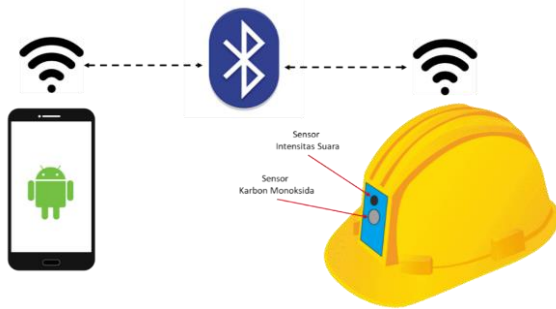
Sistem elektronika ini kemudian dilakukan pemrograman agar dapat berkerja secara otomatis dengan alur seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir Sistem

### 3.2 Aplikasi Smart Helm

Untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor karbon monoksida dan intensitas suara, maka digunakan *smartphone* sebagai media penampilnya. Agar *smartphone* dapat melakukan hal tersebut, maka pada *smartphone* harus terinstal aplikasi khusus yang terintegrasi dengan sistem elektronika pada sistem sensor. Aplikasi ini dibuat menggunakan *platform MIT inventor* yang telah disesuaikan dengan program yang telah dimasukkan pada mikrokontroler sistem sensor. Sistem kerja alat diperlihatkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Blok pengiriman data**

#### 4. PEMBAHASAN

Sistem yang telah dibuat terdiri dari beberapa komponen utama serta untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka harus dilakukan kalibrasi.

##### 4.1 Implementasi

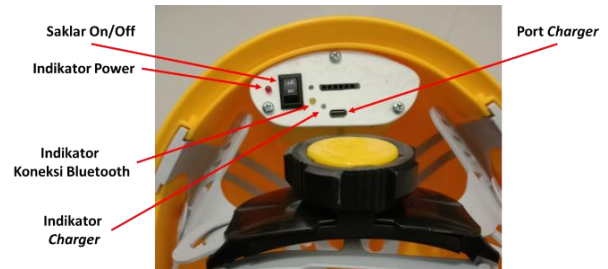
Alat monitoring “*Smart Helm*” ini merupakan suatu alat yang dapat digunakan dalam melakukan pemantauan kadar karbon monoksida dan tingkat kebisingan suara. Dalam pengoperasiannya, sistem sensor yang disematkan pada helm kerja ini dihubungkan dengan *Smartphone* yang terkoneksi melalui *Bluetooth*. Pada helm kerja terdapat 2 buah sensor yaitu sensor MQ-7 yang digunakan untuk mengukur kadar karbon monoksida dan sensor GY MAX4466 yang berfungsi untuk mengukur tingkat intensitas suara. Pada Gambar 6, terlihat helm kerja yang telah dimodifikasi dengan memasang sensor pada bagian depan.



**Gambar 6. Sistem Sensor Smart Helm**

Data hasil pengukuran dari kedua sensor ini terhubung dengan mikrokontroler yang diletakkan pada sisi dalam helm bagian belakang. Data pengukuran yang masih analog kemudian dikonversi menjadi data digital menggunakan jalur *Analog to Digital Converter* (ADC) pada mikrokontroler. Untuk melakukan pengiriman data pada *smartphone* digunakan jalur serial menggunakan modul *Bluetooth* HC-06. Seluruh komponen elektronika pada sistem ini mendapatkan daya dari baterai Li-ion jenis 18650 yang dapat diisi ulang melalui port *Micro USB* menggunakan modul TP4056.

Panel sistem kontrol ini dapat dilihat pada Gambar 7 yang diletakkan pada bagian sisi dalam belakang helm.



**Gambar 7. Sistem Kontrol**

Sedangkan untuk aplikasi yang digunakan dalam menampilkan hasil pengukuran pada *smartphone* dibuat menggunakan *platform MIT Inventor*. Pada aplikasi ini akan memperlihatkan data hasil pengukuran sensor karbon monoksida dan level intensitas suara yang terukur. Antara *smartphone* dan sistem terlebih dahulu dihubungkan dengan memasang *bluetooth* antar keduanya dan memasukkan *password* yang diatur pada pada modul *bluetooth* HC-05 (Akbar dkk., 2020). Tampilan aplikasi ini seperti yang terlihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Tampilan Aplikasi Pada Smartphone**

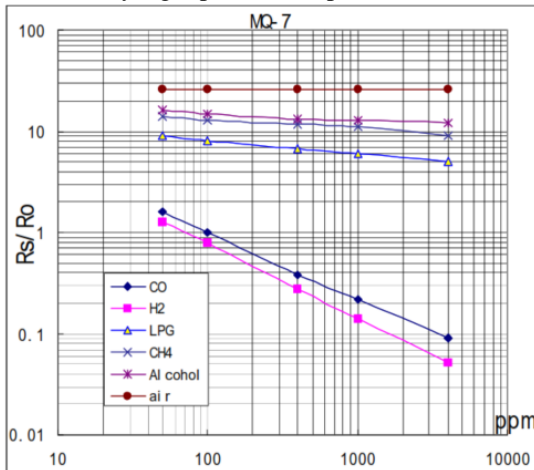
##### 4.2 Analisa Data

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, sensor yang digunakan menggunakan sensor dengan keluaran data masih analog sehingga masih diperlukannya proses kalibrasi. Proses kalibrasi bertujuan untuk memberikan

hasil pengukuran yang sesuai dengan alat ukur standar baik untuk kadar karbon monoksida dan tingkat intensitas suara.

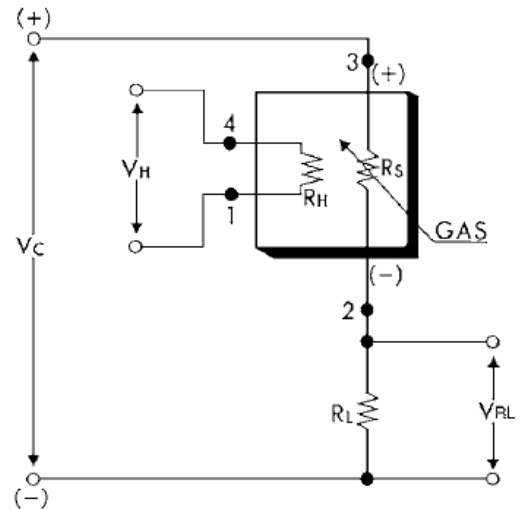
### 1. Kalibrasi sensor MQ-7

Kalibrasi yang digunakan pada sensor MQ-7 dilakukan berdasarkan data karakteristik yang diperoleh dari *datasheet* yang diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Karakteristik sensor MQ-7

Berdasarkan data yang diperoleh dari *datasheet*, jenis sensor ini dapat digunakan untuk melakukan pengukuran untuk beberapa jenis gas, yaitu gas CO, H<sub>2</sub>, LPG, CH<sub>4</sub>, dan juga alkohol. Namun dari sifatnya, sensor ini lebih peka terhadap gas CO sehingga untuk pengukuran jenis gas yang lain dapat menggunakan sensor jenis yang berbeda. Karena keterbatasan peralatan alat pembanding untuk melakukan pengukuran kadar CO, maka proses kalibrasi dilakukan dengan pendekatan matematika. Dari Gambar 9 terlihat bahwa untuk mendapat nilai pengukuran dalam satuan ppm kita terlebih dahulu harus mengetahui perbandingan nilai Rs (nilai resistansi sensor pada kadar CO tertentu) terhadap RO (nilai tahanan sensor pada udara bersih dengan kadar CO 100ppm). Grafik ini diambil pada suhu 20°C, tingkat kelembaban 65%, konsentrasi oksigen 21%. Untuk mendapatkan nilai Rs dan RO, terlebih dahulu dilakukan analisa pada skematik rangkaian dari sensor MQ-7. Gambar 10 memperlihatkan bahwa sensor dan hambatan beban terhubung secara seri.



Gambar 10. Skematik rangkaian sensor MQ-7

Berdasarkan analisa dari rangkaian resistor yang terhubung secara seri, maka untuk menentukan nilai Rs dapat dilakukan analisa dengan persamaan:

$$R_s = \left( \frac{R_L}{V_{RL}} \times V_{CC} \right) - R_L \quad (1)$$

Dimana  $R_s$  (1) adalah tahanan pada sensor ( $\Omega$ ),  $V_{CC}$  adalah tegangan yang masuk pada sensor (5volt DC),  $R_L$  adalah tahanan beban pada rangkaian (1k $\Omega$ ), dan  $V_{RL}$  adalah tegangan keluaran rangkaian (Volt). Untuk mendapatkan nilai  $V_{RL}$ , dilakukan pengukuran menggunakan mikrokontroler dengan kode program pada Gambar 11.

```

1 #define pinSensor A0
2 void setup () {
3   Serial.begin (9600);
4 }
5
6 void loop () {
7   int sensorValue = analogRead (pinSensor);
8   float VRL = sensorValue*5.00/1024;
9   Serial.print ("VRL : ");
10  Serial.println (" volt");
11  Serial.print (VRL);
12 }
    
```

Gambar 11. Program Pengukuran Nilai  $V_{RL}$

Berdasarkan kode program ini maka diperoleh nilai  $R_L$ , sehingga dapat dilakukan pengukuran nilai RS dengan kode program pada Gambar 12.

```

1 #define pinSensor A0
2 void setup () {
3     Serial.begin (9600);
4 }
5 long RL = 1000; // 1000 ohm
6 void loop () {
7     int sensorValue = analogRead (pinSensor);
8     float VRL = sensorValue*5.00/1024;
9     Serial.print ("VRL : ");
10    Serial.println (" volt");
11    Serial.print (VRL);
12    float Rs = (5.00*RL/VRL)-RL;
13    Serial.print ("Rs: ");
14    serial.print (Rs);
15    Serial.println ("Ohm");
16    Serial.println ();
17    delay (500);
18 }

```

**Gambar 12. Program Pengukuran Nilai  $R_s$**

Setelah diperoleh nilai  $V_{RL}$  dan  $R_s$ , maka nilai  $R_o$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$y = 100 \times (x^{-1,532}) \quad (2)$$

Dimana  $y$  (2) adalah kadar CO (ppm), dan  $x$  adalah perbandingan  $R_s/R_o$ . Sehingga diperoleh nilai  $R_o = 830\Omega$ .

Berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam program kalibrasi mikrokontroler seperti yang terlihat pada Gambar 13.

```

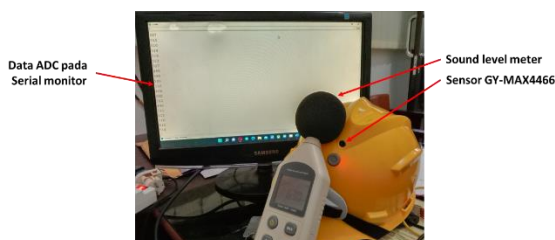
1 void loop () {
2     mq7 = analogRead (A0);
3     VRL = mq7*5.00/1024;
4     RS = (5.00*RL/VRL)-RL;
5     PPM = 100*pow(RS/Ro, -1.53);
6 }

```

**Gambar 13. Program Kalibrasi Sensor MQ-7**

## 2. Kalibrasi sensor GY MAX4466

Untuk pengukuran intensitas suara menggunakan sensor GY-MAX4466 dilakukan kalibrasi dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat sound level meter. Terlebih dahulu mikrokontroler diprogram untuk membaca data tagangan yang dihasilkan oleh sensor melalui port ADC (pin A1) yang ditampilkan pada serial monitor. Pembacaan data tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran sound level meter pada beberapa kondisi tingkat intensitas suara seperti yang terlihat pada Gambar 14.



**Gambar 14. Proses Kalibrasi Sensor GY-MAX4466**

Setelah proses kalibrasi, diperoleh hasil konversi data yang kemudian dimasukkan ke dalam program mikrokontroler untuk dikalkulasi dengan hasil pembacaan sensor. Analisa yang dilakukan akan mengkonversi hasil pembacaan sensor menjadi satuan *Decible* (dB) yang diperlihatkan pada Gambar 15.

```

1 void sound () {
2     double soundSensed = samplesoudPeak();
3     level = map (soundSensed, 0, 1024, 40, 90);
4     delay (100);
5 }

```

**Gambar 15. Faktor kalibrasi sensor GY-MAX4466**

## 4.3 Uji Coba Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan hasil pengukuran telah sesuai dengan nilai standar yang baku. Untuk pengukuran kadar karbon monoksida dilakukan dengan pengukuran gas buang pada knalpot sepeda motor. Sedangkan untuk intensitas suara dengan cara mendekatkan sensor pada sumber suara yang berasal dari *smarthpone*. Pada Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran nilai  $R_s$  dan kadar CO dan Tabel 2 pengukuran level intensitas suara.

**Tabel 1. Pengukuran Kadar CO**

No.	$R_s$ ( $\Omega$ )	Kadar CO (ppm)
1	1630	35,6
2	1613	36,2
3	1677	34,1
4	1642	35,2
5	1645	35,1

**Tabel 2. Pengukuran Intensitas Suara**

No.	Sound Level Meter (dB)	Sensor (dB)	Error (%)
1	50,3	49,2	2,2
2	60,3	58,5	3,0
3	61,2	60,2	1,6
4	61,8	62,1	0,5
5	62,2	61,2	1,6
Rata-rata			1,8

Karena kalibrasi sensor MQ-7 dilakukan secara matematis, maka hasil pengukuran hanya membandingkan hasil pengukuran kadar CO terhadap nilai resistansi sensor yang terukur. Sedangkan untuk pengukuran level intensitas suara yang dilakukan terlihat pada Gambar 14 adalah dengan melakukan pengukuran langsung terhadap suara yang berada pada lingkungan alat dan sound level meter ditempatkan. Rata-rata *error* hasil pengukuran tersebut adalah sebesar 1,8%

## 5 KESIMPULAN

Pengukuran intensitas suara dan kadar CO dapat dilakukan dengan menggunakan sensor GY-MAX4466 dan sensor MQ-7 dengan menerapkan proses kalibrasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan alat ukur standar. Kalibrasi yang dilakukan menggunakan analisa matematis yang berpatokan pada karakteristik sensor

serta membandingkan hasil pengukuran dengan alat ukur standar. Hasil pengukuran dapat terkirim dengan baik pada *smartphone* menggunakan *bluetooth* dengan aplikasi yang dibuat menggunakan MIT *Inventor*.

## 6 SARAN

Pelaksanaan pemantauan secara menyeluruh terhadap semua pekerja yang terpusat, maka dapat dikembangkan sistem pengiriman data menggunakan modul *LoRa* (*long range*) ataupun menggunakan metode *IoT* (*Internet Of Things*). Dengan demikian, kondisi polutan yang ada di sekitar pekerja dapat terpantau dalam satu komputer. Selain itu, jumlah jenis polutan yang diukur dapat ditambah seperti kadar debu dan jenis gas polutan lainnya.

## 7 DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., & Hasibuan, F. A. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV*.
- Abiyasa, A. P., Sukadan, I. W., Utama, I. W., & Sugaraya, I. W. (2017). Datalogger Portabel Online Untuk Remote Monitoring Menggunakan Arduino Mikrokontroler. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*.
- Achsa, C. M., & Krisbiantoro, D. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Pemberi Peringatan Kebisingan Suara Berbasis Arduino (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto). *Jurnal SIMETRIS*, 11(2).
- Akbar, T., Gunawan, I., & Anwar, K. (2020). Rancang Bangun Kendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Smartphone Android. *Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(2), 174–181.
- Anastasi, L., Pingak, R. K., & Laponi, S. (2018). Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno. *Ilmu Dasar*, 19(0), 111–116.
- Andreyan, Moch., & Prakoso, A. (2018). Sistem Monitoring Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Cerobong Asap Industri Dengan Komunikasi Bluetooth Melalui Smartphone Android. *Teknik Elektro*, 07(01), 23–30.
- Anggrayni, F. M., & Dzulkifli. (2022). Rancang Bangun Sound Level Meter Berbasis Arduino Uno Untuk Mengukur Kebisingan Intermiten Akibat Kereta Api Melintas. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 11(3), 8–17.
- A'yun, I. Q., & Umaroh, R. (2022). Polusi Udara dalam Ruang dan Kondisi Kesehatan: Analisis RumahTangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 22(1), 16–26.
- Edriati, S., Husnita, L., Amri, E., Samudra, A. A., & Kamil, N. (2021). Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 652–657.
- Ertiana, E. della. (2022). Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Ilmiah STIKES Kendal*, 12(2).
- Girsan, A., & Ma'muriyah, N. (2022). Implementasi MIT App Inventor dan Sensor Piezoelectric pada Prototipe Piano berbasis Arduino Mega 2560. *TELCOMATICS*, 7(1), 13–21.
- Hamzah, H., Agriawan, M. N., & Abubakar, M. Z. (2020). Analisis Tingkat Kebisingan Menggunakan Sound Level Meter berbasis Arduino Uno di Kabupaten Majene. *Journal of Health, Education, Economics, Science, and Technology*, 3(1), 25–32.
- Idham, M. (2018). Pengaruh kendaraan berat terhadap polusi suara Dan getaran di pita getar. *Teknik Sipil*, 7(2).
- Manurung, M. B., Darmawan, D., & Iskandar, R. F. (2018). Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ7. *E-Proceeding of Engineering*, 5(2).
- Nova, F., Kasmar, A. F., Azmi, M., & Putra, K. A. (2021). Monitoring Polusi Udara dan Kebakaran Berbasis Android. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 13(1).
- Pratiwi, S. S. D. (2021). Analisis Dampak Sumber Air Sungai Akibat Pencemaran Pabrik Gula Dan Pabrik Pembuatan Sosis. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 3(2).
- Putra, H. S. D., Lim, R., & Putro, I. H. (2019). Pemantauan Kualitas Udara Polutan Gas CO Dan CO2 Berbasis IoT. *Teknik Elektro*, 12(1), 26–31.
- Risma, Farida, & Andriani, S. (2021). Android Mobile Learning MIT App Inventor Dan Pengembangannya Pada Pembelajaran Matematika. *Department of Mathematics Education*.
- Safira, I. A. (2021). Peran Polusi Suara Terhadap Kesehatan Mental Warga Ibukota Di Provinsi DKI Jakarta. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 37(1).
- Salasa, M. G., Rosadi, A., & Fahriani, N. (2021). Perancangan Alat Monitoring Polusi Udara Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Gas TGS-2442. *Jurnal Ilmiah Computing Insight*, 3(1).
- Setyo, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *RIPTEK*, 13(2), 177–186.
- Sukendar, T., Ishaq, A., & Saputro, M. I. (2021). Penggunaan Bluetooth Android Berbasis Arduino Uno Dalam Mengendalikan Lampu Rumah. *Teknologi Informatika Dan Komputer*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.37012/jtik.v7i1.490>

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Yayasan Mandala Waluya Kendari yang telah mendanai penelitian ini melalui seleksi yang dilakukan oleh LPPM Universitas Mandala Waluya.