

**PURWARUPA SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS  
KARBON MONOKSIDA PADA KABIN MOBIL  
MENGUNAKAN SENSOR MQ-7 BERBASIS ARDUINO**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai program Sarjana**



**Disusun Oleh:**

**Farhan Dhandy Santoso  
NIM 17010002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI DIRGANTARA ADISUTJIPTO  
YOGYAKARTA  
2022**

LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI

PURWARUPA SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS  
KARBON MONOKSIDA PADA KABIN MOBIL  
MENGUNAKAN SENSOR MQ-7 BERBASIS ARDUINO

Disusun Oleh:

Farhan Dhandy Santoso  
NIM 17010002

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 17 Oktober 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar  
Sarjana Teknik

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Denny Dermawan, S.T., M.Eng.

(  )

Pembimbing II

Lasmadi, S.T., M.Eng.

(  )

Susunan Tim Penguji

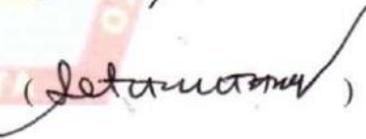
Ketua Penguji

Ir. Bambang Sudibya, M.T.

(  )

Penguji I

Paulus Setiawan, S.T., M.T.

(  )

Penguji II

Ndaru Atmi Purnami, S.Si., M.Sc.

(  )

Yogyakarta, 29 DESEMBER 2022

Dekan

Fakultas Teknologi Industri



Hero Wintolo, S.T., M.Kom.  
NIP. 010303032

Ketua Program Studi

Teknik Elektro



Denny Dermawan, S.T., M.Eng.  
NIP. 197141112005011001

## **HALAMAN MOTTO**

*“There are two day in the year that we can not do anything, yesterday and tomorrow”*

**(Mahatma Gandhi)**

*“Success is the sum of small efforts, repeated day-in and day-out”*

**(Robert Cellier)**

*“Jika kamu bisa memimpikannya, kamu bisa melakukannya”*

**(Faiza Hamriani)**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini adalah persembahan kecil yang penulis berikan kepada kedua orang tua penulis yang selalu berjuang dan rela mempertaruhkan segalanya demi anaknya. Dua orang yang selalu memberikan doa, nasihat, motivasi, kasih sayang serta selalu memberikan pembelajaran tentang kerasnya kehidupan, penulis hanya dapat mengucapkan kata terima kasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua penulis.

Kepada keluarga, saudara, dan kerabat yang selalu membantu dan memberikan semangat, terima kasih banyak. Bantuan doa dan semangat yang telah diberikan sangat membantu penulis dalam menempuh perkuliahan hingga selesai.

Kepada sahabat dan juga teman-teman penulis yang telah memberikan inspirasi, dorongan, dan dukungannya sehingga penulis dapat melangkah sampai sejauh ini. Terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah kalian berikan. Semoga sahabat dan teman-teman mendapatkan balasan yang baik pula ke depannya.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahuwata'ala, atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya yang telah di berikan pada hambanya untuk diberikan kesempatan menuntut ilmu sampai saat ini dan memberikan kelancaran dan keringanan penulis dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Purwarupa Sistem Pemantauan Kadar Gas Karbon Monoksida pada Kabin Mobil menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Arduino”.

Laporan skripsi ini pada garis besarnya disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada program studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto. Tugas akhir ini membahas tentang pembuatan alat yang dapat membantu memberikan informasi dan peringatan kadar gas karbon monoksida yang berbahaya di dalam kabin mobil. Kasus kematian yang cukup banyak dari adanya gas karbon monoksida pada kabin mobil, maka alat ini diharapkan dapat membantu penggunaanya dalam mendeteksi gas karbon monoksida di dalam kabin mobilnya. Karena kebutuhan alat ini dapat mengarah ke berbagai bidang maka dari itu Tugas Akhir ini di harapkan dapat di teruskan untuk di kembangkan menjadi lebih baik lagi.

Dalam menulis Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Keluarga tercinta penulis yaitu orang tua penulis Bapak Budi Santoso S.T, dan Ibu Heri Pujiastuti dan Adik Ashyifa Fitria Aurora yang selalu memberikan support, cinta, kasih sayang, dan doa kepada penulis.
2. Bapak Marsma Lek. Dr. Ir. Arwin Datumaya Wahyudi Sumari, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng., ACPE selaku Rektor Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Yogyakarta.
3. Bapak Hero Wintolo, S.T., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Yogyakarta.
4. Bapak Denny Dermawan, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Bapak Lasmadi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman Teknik Elektro Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto 2017 atas kebaikannya, pengalaman, dan kebersamaannya yang telah diberikan kepada saya selama ini.
7. Teman-teman UKM Musik Nada “do” atas kebaikannya, kebersamaannya, pengalaman, dan kebersamaannya yang telah diberikan kepada saya selama ini.
8. Teman-teman penulis yaitu Yoga, Putri, Umi, Deva, Apri, Nawa, Hafif, dan Figo yang selalu menghibur dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan *support* kepada penulis.

Dengan segala kerendahan hati, penulis tidak mampu mengungkapkan dengan kata-kata yang baik dan pantas untuk ditujukan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, sangat di harapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Yogyakarta, .....

Penulis

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Farhan Dhandy Santoso

NIM : 17010002

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Purwarupa Sistem Pemantauan Kadar Gas Karbon Monoksida pada Kabin Mobil menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Arduino

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya yang ditulis atau di terbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah.

Yogyakarta, *21 Desember 2022*

Yang Menyatakan,



Farhan Dhandy Santoso

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG .....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Laporan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Udara .....	6
2.2.2 Pencemaran Udara.....	7
2.2.3 Karbon Monoksida (CO).....	10
2.2.4 Mikrokontroler .....	14
2.2.5 Bahasa Pemograman.....	17
2.2.6 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	17
2.2.7 <i>Inter Integrated Circuit (I2C)</i> .....	19
2.2.8 Sensor MQ-7 .....	19
BAB III METODE PENELITIAN .....	24
3.1 Rancangan Penelitian .....	24
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	24

3.3	Rancangan Rangkaian Alat .....	26
3.4	Perancangan Tampilan .....	28
3.5	Alat dan Bahan .....	29
3.6	Prosedur Pengujian Alat .....	36
3.6.1	Kalibrasi Alat.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		37
4.1	<i>Hardware</i> .....	37
4.1.1	Rancangan <i>Hardware</i> .....	37
4.1.2	Implementasi Rancangan <i>Hardware</i> .....	38
4.2	<i>Software</i> .....	39
4.2.1	Rancangan <i>Sketch</i> .....	39
4.2.2	Implementasi <i>sketch</i> .....	40
4.3	Pengujian Fungsional .....	41
4.4	Pengujian Jarak Sensor.....	43
4.5	Pengujian Tampilan LCD.....	46
4.6	Pengujian Kalibrasi .....	47
4.6.1	Variasi Jenis Kendaraan .....	50
4.6.2	Variasi Sumber Gas CO .....	52
4.7	Pengujian Implementasi Rancangan .....	55
BAB V PENUTUP .....		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA .....		58
LAMPIRAN.....		1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arduino Pro Micro V3 .....	15
Gambar 2.2. Arduino IDE 1.8.14.....	16
Gambar 2.3. LCD 1602A.....	18
Gambar 2.4. <i>Inter Intergrated Circuit (I2C)</i> .....	19
Gambar 2.5. Sensor MQ-7 .....	19
Gambar 2.6. Rangkaian Dasar Sensor MQ-7.....	20
Gambar 2.7. Skematik Rangkaian Dasar Sensor MQ-7.....	20
Gambar 2.8. Kurva Sensifitas Sensor MQ-7 .....	21
Gambar 3.1. Diagram Blok <i>System</i> .....	24
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 3.3. Diagram Perkabelan .....	26
Gambar 3.4. Skematik Rancangan Alat Keseluruhan.....	27
Gambar 3.5. Skematik Rancangan Tampilan .....	28
Gambar 3.6. Rigid PCB <i>Single Sided</i> .....	29
Gambar 3.7. <i>Wrapping Wire</i> .....	30
Gambar 3.8. <i>Female Jumper Wire</i> .....	30
Gambar 3.9. <i>Straight Female Header Pin</i> .....	31
Gambar 3.10. <i>L Female Header Pin</i> .....	31
Gambar 3.11. <i>Micro USB to B Cable</i> .....	32
Gambar 3.12 <i>Powerbank 2200 mAh</i> .....	32
Gambar 3.13 <i>PCB Bolt</i> .....	33
Gambar 3.14. Arduino Pro Micro V3 .....	33
Gambar 3.15. Sensor MQ-7 .....	34
Gambar 3.16. <i>Blue LCD 16x2 Display</i> .....	34
Gambar 3.17. I2C.....	34
Gambar 3.18. LED <i>Red 5 mm</i> .....	35
Gambar 3.19. Resistor 220 Ohm.....	35
Gambar 3.20. <i>Buzzer</i> .....	35
Gambar 3.21. <i>Gas Detector AS8700A</i> .....	36
Gambar 4.1. <i>Wiring Diagram Rancangan</i> .....	37
Gambar 4.2. Implementasi <i>Hardware</i> .....	38

Gambar 4.3. Diagram Rancangan <i>Sketch</i> .....	39
Gambar 4.4. Implementasi <i>Sketch</i> .....	40
Gambar 4.5. Dokumentasi Pengujian Fungsional Terhadap Sensor MQ-7.....	42
Gambar 4.6. Dokumentasi Pengujian Keenam Jarak Sensor.....	44
Gambar 4.7. Grafik Pengujian Jarak Sensor .....	45
Gambar 4.8. Dokumentasi Pengujian Keempat tampilan LCD .....	46
Gambar 4.9. Dokumentasi Pengujian Ketiga Kalibrasi .....	48
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Kalibrasi.....	49
Gambar 4.11. Dokumentasi Pengujian Keempat Kendaraan Bermotor .....	51
Gambar 4.12. Hasil Pengujian Variasi Jenis Kendaraan .....	52
Gambar 4.13. Grafik Pengujian Variasi Sumber Gas CO.....	54
Gambar 4.14. Dokumentasi Pengujian Pertama Hasil Pembakaran Sampah .....	54
Gambar 4.15. Dokumentasi Pengujian Kabin Mobil.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Indeks Standar Pencemaran Udara .....	8
Tabel 2.2. Sumber Gas Monoksida.....	12
Tabel 3.1. Penyambungan <i>Wire</i> Seluruh Komponen.....	27
Tabel 3.2. Penyambungan <i>Wire</i> LCD 16x2 ke Arduino Pro Micro V3.....	28
Tabel 2.3 Rancangan Tampilan Indikator.....	29
Tabel 4.1. Pengujian Fungsional.....	42
Tabel 4.2. Pengujian Jarak Sensor .....	44
Tabel 4.3. Pengujian Tampilan LCD .....	47
Tabel 4.4. Pengujian Kalibrasi.....	48
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Variasi Jenis Kendaraan .....	50
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Variasi Objek Hasil Pembakaran Sampah.....	53
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Pada Kabin Mobil.....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skrip Program pada Arduino.....	1
Lampiran 2. <i>Datasheet</i> Sensor MQ-7 .....	2
Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha X- Ride.....	6
Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha Jupiter Z.....	6
Lampiran 5. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Supra X .....	7
Lampiran 6. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Revo...7	
Lampiran 7. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Beat....	8
Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha Mio J .....	8
Lampiran 9. Dokumentasi Pengujian Pembakaran Sampah .....	9
Lampiran 10. Dokumentasi Pengujian Sampah.....	9
Lampiran 11. Jenis Mobil BMW E36 318i.....	11
Lampiran 12. Pengujian Pertama, 0-3 menit pada Mobil BMW E36 318i.....	12
Lampiran 13. Pengujian Kedua, 3-6 menit pada Mobil BMW E36 318i .....	12
Lampiran 14. Pengujian Ketiga, 6-9 menit pada Mobil BMW E36 318i .....	13
Lampiran 15. Pengujian Keempat, 9-12 menit pada Mobil BMW E36 318i ...	14
Lampiran 16. Pengujian Keempat, 12-15 menit pada Mobil BMW E36 318i .....	16

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Arti
AC	<i>Alternating Current</i>
CO	Karbon Monoksida
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DC	<i>Direct of Current</i>
IDE	<i>Integrated Developmt Enviroenment</i>
LCD	<i>liquid crystal display</i>
MCU	<i>Micro Chip Unit</i>
V	<i>Volt</i>
ER	<i>Equivalent ratio</i>

## ABSTRAK

### PURWARUPA SISTEM PEMANTAUAN KADAR GAS KARBON MONOKSIDA PADA KABIN MOBIL MENGGUNAKAN SENSOR MQ-7 BERBASIS ARDUINO

Oleh:

Farhan Dhandy Santoso

NIM: 17010002

Program Studi Teknik Elektro

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

Email: dhandysantoso11@gmail.com

Penggunaan kendaraan bermobil tentu menghasilkan gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin. Gas ini dapat mencemari udara dan membahayakan kesehatan. Karbon monoksida merupakan gas yang memiliki karakteristik tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berkaitan dengan satu atom oksigen (O<sub>2</sub>). Pada penelitian ini akan membahas mengenai rancang bangun pemantauan gas karbon monoksida pada kabin mobil menggunakan sensor MQ-7 dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Pro Micro.

Dalam penelitian ini menggunakan metode *experiment* dengan membuat purwarupa suatu alat yang dapat mengukur kadar gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7 dan Arduino Pro Micro. Hasil ukuran tersebut dilihat melalui LCD 16x2. Adapun tahapan pengujian rancangan pada penelitian ini yakni pengujian fungsional untuk mengetahui komponen yang digunakan sudah memenuhi nilai fungsi, pengujian kalibrasi guna mengetahui tingkat akurasi dan *error* rancangan terhadap alat ukur baku yang sudah ada, pengujian kinerja guna mengetahui kemampuan dari rancangan yang terdiri dari kemampuan jarak ukur dari sensor yang digunakan, selisih waktu nilai yang ditampilkan dengan yang diukur dan yang terakhir pengujian implementasi rancangan terhadap kondisi yang sebenarnya.

Hasil pengujian fungsional menunjukkan rancangan mampu menjalankan fungsi dari masing-masing komponen. Rancangan terdiri dari Arduino Pro Micro sebagai mikrokontroler, sensor MQ-7 sebagai pengukur gas karbon monoksida, LCD 16x2 sebagai media penampil, LED dan *buzzer* sebagai indikator peringatan. Rancangan memiliki akurasi sebesar 96,7% dan *error* sebesar 3,3% dengan kemampuan maksimal jarak ukur 55 cm. Hal ini dipengaruhi oleh kualitas sensor yang digunakan, alat pembanding yang digunakan dan akurasi pembacaan nilai.

Kata Kunci: MQ-7, karbon monoksida, kabin mobil

## ABSTRACT

### PROTOTYPE OF MONITORING SYSTEM OF CARBON MONOXIDE GAS LEVELS IN CAR CABIN USING MQ-7 SENSOR BASED ON ARDUINO

By:

*Farhan Dhandy Santoso*

*NIM: 17010002*

*Department of Electrical Engineering  
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto  
Email: dhandysantoso11@gmail.com*

*The use of motorized vehicles certainly produces carbon monoxide (CO) gas, which is produced from the rest of the engine combustion. This gas can pollute the air and endanger health. Carbon monoxide is a gas that is colorless, odorless, tasteless and consists of one carbon atom covalently linked to one oxygen atom (O<sub>2</sub>). In this study, we will discuss the design of monitoring carbon monoxide gas in the car cabin using the MQ-7 sensor using the Arduino Pro Micro microcontroller.*

*In this study using the experiment method by making a prototype which is designed a tool that can measure levels of carbon monoxide gas using the MQ-7 sensor and Arduino Pro Micro. The results of these sizes are viewed through a 16x2 LCD. The stages of design testing in this study are functional testing to find out the components used have met the function value, calibration testing to determine the level of accuracy and design errors of existing standard measuring instruments, performance testing to determine the ability of the design which consists of measuring distance capabilities. of the sensors used, the time difference between the displayed values and those measured and the last is implementation testing where the design is tested against actual conditions.*

*The results of functional testing show that the design is able to carry out the functions of each component. The design consists of an Arduino Pro Micro as a microcontroller, an MQ-7 sensor as a carbon monoxide gas meter, a 16x2 LCD as a display media, LEDs and a buzzer as a warning indicator. The design has an accuracy of 96.7% and an error of 3.3% with a maximum measuring distance of 55 cm. This is influenced by the quality of the sensor used, the comparison tool used and the accuracy of the value reading.*

*Keywords: MQ-7, carbon monoxide gas, car cabin*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada zaman modern ini kemajuan teknologi sudah berkembang pesat, salah satunya dalam bidang transportasi. Transportasi merupakan penopang dari berbagai aktifitas segala sektor sehingga berperan penting dalam kehidupan. Hal inilah yang menjadi penyebab meningkatnya jumlah transportasi. Salah satu wahana transportasi adalah mobil yang pada umumnya digunakan masyarakat menengah ke atas. Penggunaan kendaraan bermobil tentu menghasilkan gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin. Gas ini dapat mencemari udara dan membahayakan kesehatan (Aziz, 2016).

Karbon monoksida merupakan gas yang memiliki karakteristik tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berkaitan dengan satu atom oksigen (O<sub>2</sub>). Gas ini dihasilkan oleh hasil pembakaran yang menggunakan gas alam, kayu bakar, solar, batu bara, bensin, dengan tekanan panas yang tinggi. Menurut Occupational Safety and Health Administration (OSHA) batas pemaparan yang diizinkan sebesar 35 PPM dalam 8 jam/hari (Nurfauzi, 2020).

Dalam sebuah artikel yang dilansir, ditemukan satu keluarga tidak sadarkan diri dalam sebuah mobil Kijang Inova yang diduga karena keracunan karbon monoksida dikarenakan keadaan mobil yang masih menyala dan kaca mobil tertutup. Berdasarkan kasus tersebut dan sifat karbon monoksida di atas, diperlukan suatu alat yang mampu melakukan pemantauan terhadap kadar karbon monoksida pada kabin mobil untuk mengetahui keadaan karbon monoksida yang sedang dihirup di dalam kendaraan agar pengemudi tidak mengalami keracunan karbon monoksida (Fauzi et al, 2021).

Berdasarkan penjabaran tersebut, permasalahan utamanya adalah tidak ada indikator gas karbon monoksida di dalam kabin mobil. Pada penelitian ini akan membahas mengenai rancang bangun pemantauan gas karbon monoksida pada kabin mobil menggunakan sensor MQ-7 dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Pro Micro.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana rancangan alat pemantau gas karbon monoksida pada kabin mobil?
2. Bagaimana kualitas rancangan alat pemantau gas karbon monoksida pada kabin mobil?

## **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan maka didapatkan batasan masalah sebagai berikut

1. Pembahasan akan di batasi hanya pada bagaimana rancangan pemantauan gas karbon monoksida pada kabin mobil.
2. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah karbon monoksida (CO).
3. Sensor yang digunakan dalam rangkaian yaitu sensor MQ-7.
4. Mikrokontroler yang digunakan di dalam rangkaian yaitu Arduino Pro Micro V3.
5. Media penampil yang digunakan di dalam rangkaian yaitu LCD 16x2.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan sebagai berikut

1. Mendapat rancangan alat pemantau gas karbon monoksida pada kabin mobil.
2. Mengetahui kualitas rancangan alat pemantau gas karbon monoksida yang di rancang pada kabin mobil

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu

1. Mendapatkan rancangan pemantauan gas karbon monoksida pada kabin mobil.
2. Meningkatkan tingkat keselamatan pengendara maupun penumpang untuk kendaraan mobil.
3. Menjadi referensi bagi peneliti lainnya.

## 1.6 Sistematika Laporan

Sistematika Laporan menggambarkan secara singkat organisasi penulisan skripsi, serta isi dari setiap bagian diantaranya sebagai berikut.

### BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

### BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi telaah penelitian yang berisi tentang hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Landasan teori yang berisi tentang pembahasan udara, pencemaran udara gas monoksida mikrokontroler, bahasa pemrograman, *liquid crystal display*, *inter integrated circuit*, dan sensor MQ-7.

### BAB III: METODE PENELITIAN

Dalam bab ini penulis mengemukakan tentang rancangan penelitian, rancangan rangkaian alat, tahapan penelitian, diagram alir penelitian, prosedur pengujian alat dan kalibrasi alat.

### BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari rancangan *hardware*, implementasi rancangan *hardware*, rancangan *sketch*, implementasi rancangan *sketch*, pengujian fungsional, pengujian jarak sensor, pengujian tampilan LCD, pengujian kalibrasi, dan pengujian implementasi rancangan.

### BAB V: PENUTUP

Bagian penutup ini berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai alat yang telah dirancang demi pengembangan dan penyempurnaan alat mengenai tugas akhir ini.

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## |BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Pustaka

Septian, G et al (2019) yang berjudul "Perancangan Sistem Deteksi Gas Karbon Monoksida Berbasis Mikrokontroler Arduino Pada Kendaraan Roda Empat". Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan memberikan informasi mengenai tingkat gas karbon monoksida melalui tiga klasifikasi status kondisi yang ditentukan yakni aman, waspada, dan bahaya yang mengacu pada tabel ISPU. Hardware pada penelitian ini meliputi sensor jenis MQ-7 sebagai input, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, LCD untuk menampilkan hasil deteksi dan status kategori, dan *buzzer alarm* sebagai penanda bila hasil deteksi menunjukkan status waspada atau bahaya. Pengujian dilakukan pada kondisi dalam dan luar kabin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa gas CO mampu terdeteksi dalam setiap kondisi untuk status aman rentang angka 16 sampai dengan 52 PPM, untuk status waspada pada rentang angka 123 sampai dengan 161 PPM, dan gas CO yang terdeteksi untuk status bahaya pada angka 399 PPM. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan pengaruh suhu terhadap kadar gas CO, serta pengujian lebih spesifik untuk setiap waktunya. Pengembangan sensor suhu pada sistem ini juga dapat memberikan hasil optimal dan metode pengambilan keputusannya dapat dikembangkan dengan metode sistem control seperti metode *Fuzzy*, PID, dan lain sebagainya

Fauzi, E.C et al (2021), penelitian ini berjudul "*Monitoring* Kadar Karbon Monoksida Dalam Mobil Dengan Sensor MQ-9 Berbasis Arduino". Penelitian ini bertujuan menangani permasalahan kurangnya rasa peduli pengendara terhadap kadar gas karbon monoksida (CO) yang dihirup di dalam mobil. Di dalam penelitian ini dirancang alat untuk mendeteksi kadar kandungan gas CO di dalam mobil menggunakan Arduino uno dan sensor MQ-9. Hasil dari nilai rangkaian dibandingkan dengan nilai *smart sensor monoxide meter AS8700A* memiliki nilai rata-rata selisih 1,573 PPM (*part per million*) dan *error* 0,0795%. Saran untuk penelitian selanjutnya agar mendapatkan nilai PPM yang lebih maksimal untuk

pendeteksian gas CO sebaiknya menggunakan sensor MQ-7 karena lebih banyak referensi di bandingkan dengan menggunakan sensor MQ-9.

Perdana, A et al (2013) meneliti tentang “Purwarupa Sistem Pemantau dan Peringatan Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Kabin Mobil Berbasis Mikrokontroler Atmega 8”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat pendeteksi karbon monoksida yang akan menampilkan kadar karbon monoksida (CO) ke dalam 4 kategori kualitas udara yaitu aman, waspada, dan bahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kesalahan tertinggi pada alat ini jika dibandingkan dengan alat analisa gas *scott* yang sebanding adalah 6,46%, dengan tingkat akurasi 93,54%. Monitor gas CO ini memiliki keunggulan mudah dibawa-bawa dan dilengkapi tiga aktuator, yaitu LCD akan menampilkan kadar gas CO, *buzzer* akan memberikan suara peringatan saat gas melebihi ambang batas, dan motor getar memberikan peringatan taktil kepada pengguna. Alat pendeteksi gas CO dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sistem aktuator yang mampu mengurangi kandungan gas di dalam ruangan secara otomatis. dibutuhkan standarisasi secara berkala untuk menjaga validasi keluaran alat pemantau gas karbon monoksida.

Nurfauzi, A (2020), penelitian ini berjudul “*Prototype Sistem CO Detector Pada kabin Mobil*”. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan prototype karbon monoksida *detector* pada kabin kendaraan untuk mendeteksi karbon monoksida. Proses pengembangan terdiri dari analisis kebutuhan, pembuatan desain alat, simulasi kinerja alat menggunakan sketch dan pembuatan *prototype*. Hasil penelitian *prototype CO detector* dapat berfungsi dengan baik namun perlu pencocokan data pengukuran dengan alat sensor karbon monoksida yang asli agar *prototype* tersebut terjamin 100% akurat hasil pengukurannya sehingga dapat untuk diaplikasikan dalam kabin mobil. Pada penelitian tersebut belum membahas mengenai pengujian fungsional, pengujian kalibrasi dan kinerja. Hasil rancangan belum mampu memberikan peringatan.

Pada penelitian ini dirancang “Purwarupa Sistem Pemantauan Kadar Gas Karbon Monoksida Pada Kabin Mobil Menggunakan Sensor MQ-7 Berbasis Arduino” berbeda dari penelitian sebelumnya di mana pada penelitian ini rancangan mampu melakukan pengukuran gas CO di dalam kabin mobil kemudian hasil

pengukuran ditampilkan melalui LCD 16x2 dan pada rancangan tersebut memberikan peringatan suara dan cahaya apabila sudah melebihi standar pencemaran udara. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian fungsional, pengujian kalibrasi, dan pengujian kinerja.

## **2.2 Landasan Teori**

Adapun landasan teori yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari pembahasan mengenai udara, gas karbon monoksida, mikrokontroler, media penampil, bahasan pemrograman dan sensor.

### **2.2.1 Udara**

Udara adalah campuran banyak komponen yang terdiri dari gas, partikel cair, partikel padat, energi, ions, zat organik yang terdistribusi secara acak dan bebas mengikuti volume bentuk ruang. Komposisi udara sangat fluktuatif dinamis seperti daerah pada khatulistiwa berbeda dengan daerah kutub, komposisi udara di dataran tinggi berbeda dengan dataran rendah, daerah banyak vegetasi berbeda dengan daerah industri dan daerah rural berbeda dengan daerah urban. Secara umum komposisi udara kering dan bersih pada homosfera antara lain nitrogen, argon, oksigen karbondioksida, helium, neon, methan, nitrous oksida, kripton, hidrogen, xenon, ozon.

Udara merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting untuk kehidupan di muka bumi ini khususnya kepada makhluk hidup. Udara mengandung oksigen (O<sub>2</sub>) untuk bernafas makhluk hidup, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) untuk proses fotosintesis oleh khlorofil daun, dan ozon (O<sub>3</sub>) untuk menahan sinar ultraviolet dari matahari. Komposisi udara seperti uap air (H<sub>2</sub>O) sangat dipengaruhi oleh keadaan tekanan udara, suhu udara dan lingkungan sekitarnya. Komposisi udara bersih dan kering pada umumnya yaitu Nitrogen (N<sub>2</sub>) sebesar 78,09%, Oksigen (O<sub>2</sub>) sebesar 20,94%, Argon (Ar) sebesar 0,93%, dan Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 0,032 %.

Udara merupakan campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi yaitu uap air dan CO<sub>2</sub>. Kegiatan yang berpotensi menaikkan konsentrasi CO<sub>2</sub> seperti pembusukan sampah tanaman, pembakaran dan sekumpulan massa manusia di dalam ruangan terbatas.

Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru tahun 2009-2013, definisi udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar. Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara.

Udara merupakan hal yang sangat vital bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Tanpa adanya udara, makhluk hidup tidak akan bisa bertahan hidup lama, bahkan hanya beberapa menit saja karena berkaitan dengan proses respirasi makhluk hidup. Hal ini karena udara yang ada di bumi ini mengandung banyak gas-gas yang dibutuhkan terutama untuk kepentingan bernafas yakni gas oksigen. Oksigen ini sangat dibutuhkan untuk bernafas, maka dari itulah udara ini dianggap sebagai komponen yang sangat dibutuhkan di setiap saat. Makhluk hidup memerlukan keadaan udara yang bersih dan sehat untuk memenuhi kebutuhannya sehari-hari, terutama untuk bernafas. Manusia membutuhkan udara yang bersih untuk bernafas yang mana dihirup paru-paru. Ketika udara yang dihirup oleh manusia tidak dalam keadaan yang bersih, maka hal itu dapat membahayakan kesehatan paru-paru manusia tersebut. (Wahyu, 2021)

### **2.2.2 Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu sehingga dapat dideteksi oleh manusia serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan material. Pengertian lain dari pencemaran udara adalah terdapat bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia (*man mader*). Selain, itu pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut. Adapun indeks standart pencemaran udara dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Indeks Standar Pencemaran Udara  
(Sumber: Tama. P, 2016)

<b>ISPU</b>	<b>Pencemaran Udara Level</b>	<b>Dampak Kesehatan</b>
0 - 50	Baik	Tidak memberikan dampak pada manusia.
51 - 100	Sedang	Tidak berpengaruh pada Kesehatan manusia ataupun hewan tapi berpengaruh pada tumbuhan yang peka.
101 - 199	Tidak sehat	Bersifat merugikan pada manusia maupun kelompok hewan yang peka atau dapat menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika.
199 - 299	Berbahaya	Kualitas udara yang dapat merugikan Kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
300 - 500	Sangat Berbahaya	Kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan Kesehatan yang serius pada populasi.

Indeks standar pencemaran udara merupakan standart dari bahaya gas karbon monoksida terhadap dampak yang dihasilkan bagi makhluk hidup. Seluruh nilai pengukuran gas karbon monoksida harus berpedoman pada standar tersebut guna mengetahui dampak yang dihasilkan sehingga dapat diantisipasi sebelum mengganggu kesehatan.

#### 1. Pencemaran Udara

Pencemaran udara alami yaitu masuknya zat pencemar ke dalam udara/atmosfer, akibat proses-proses alam seperti asap kebakaran hutan, debu gunung berapi, pancaran garam dari laut, debu meteroid dan sebagainya.

## 2. Pencemaran Udara Non-Alami

Masuknya zat pencemar ke dalam udara yang disebabkan oleh aktifitas manusia seperti gas beracun, asap dari hasil industri, asap kendaraan bermotor maupun, asap rokok yang mengandung karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), sulfur oksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen oksigen (NO, NO<sub>2</sub>) CFC, dan sebagainya. Salah satu senyawa berbahaya yang dihasilkan adalah karbon monoksida (CO).

Pencemaran udara dipengaruhi oleh beberapa faktor, terdiri dari.

### a. Suhu

Suhu adalah derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan termometer. Suhu permukaan bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut antara lain jumlah radiasi matahari yang diterima, pengaruh daratan atau lautan, pengaruh ketinggian tempat, pengaruh angin secara tidak langsung, pengaruh panas laten, penutup tanah, tipe tanah dan pengaruh sudut pandang datang sinar matahari.

### b. Kelembaban

Kelembaban adalah banyaknya uap air yang ada di udara. Keadaan kelembaban di permukaan bumi memiliki perbedaan. Daerah yang berada di khatulistiwa memiliki kelembaban yang tinggi, sedangkan kelembaban terendah berada pada lintang. Hubungan kelembaban udara dengan konsentrasi pencemar di udara ambien yaitu jika kelembaban udara tinggi dapat menyebabkan dispersi udara menjadi lambat karena banyaknya uap air di udara akan memperlambat aliran udara baik secara horizontal maupun vertikal sehingga konsentrasi polutan menjadi tinggi.

### c. Angin

Angin merupakan gerakan atau perpindahan massa udara dari suatu tempat ke tempat lain secara horizontal. Massa udara adalah udara dalam ukuran yang sangat besar yang mempunyai sifat fisik yang seragam dalam arah yang horizontal. Sifat massa udara

ditentukan oleh daerah di mana massa udara terjadi, jalan yang dilalui oleh massa udara, dan umur dari massa udara itu. Gerakan angin berasal dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Terdapat banyak jenis-jenis angin seperti angin darat, angin laut, angin gunung, angin lembah, dan angin lokal yang sifatnya kering.

d. Hujan

Hujan adalah sebuah presipitasi berwujud cairan, berbeda dengan presipitasi noncair seperti salju, batu es dan slit. Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan bumi. Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh sebelum hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara.

e. Topografi

Topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan, atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Pengertian Topografi adalah studi tentang bentuk permukaan bumi dan objek lain seperti planet, satelit alami, dan asteroid. Dalam pengertian yang lebih luas, topografi tidak hanya mengenai bentuk permukaan saja, tetapi juga vegetasi dan pengaruh manusia terhadap lingkungan, dan bahkan kebudayaan lokal. (Wahyu, 2021).

### 2.2.3 Karbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida (CO) merupakan suatu gas yang memiliki karakteristik tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas  $-192^{\circ}\text{C}$ . Kandungan gas ini memiliki massa sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut dalam air.

Karbon monoksida pada umumnya berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil ditambahkan udara dan berupa gas buangan atau gas sisa. Kota-Kota besar yang memiliki kepadatan lalu lintas tentu saja banyak menghasilkan gas karbon monoksida sehingga kadar gas karbon monoksida dalam udara cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan atau daerah yang minim transportasi. Gas karbon monoksida dapat dihasilkan juga dari proses industri. Secara alamiah gas karbon monoksida juga dihasilkan oleh alam namun relatif sedikit seperti gas hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain.

Secara umum terbentuknya gas karbon monoksida adalah melalui proses sebagai berikut.

1. Hasil pembakaran dari bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikiometris.
2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara Carbon ( $\text{CO}_2$ ) dengan karbon © yang menghasilkan gas CO.
3. Pada suhu tinggi,  $\text{CO}_2$  dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.

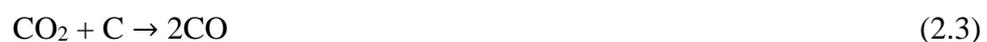
Pada pembakaran dengan *Equivalent ratio* (ER)>1, bahan bakar yang digunakan lebih dari udara. Hal ini memungkinkan terjadinya gas CO. Reaksinya adalah sebagai berikut.



Jika jumlah udara (oksigen) cukup atau stoikiometris maka akan terjadi reaksi lanjutannya, yaitu.



Reaksi pembentukan CO relatif lebih cepat terbentuk dibandingkan reaksi pembentukan  $\text{CO}_2$ , sehingga pada hasil akhir pembakaran masih mungkin terdapat gas CO. Apabila pencampuran bahan bakar dan udara tidak merata, maka terdapat bahan bakar (karbon) yang tidak berhubungan dengan oksigen dan keadaan ini menambah kemungkinan terbentuknyagas CO yang terjadi pada suhu tinggi dengan mengikuti reaksi berikut ini:



Selain dari pada itu, pada reaksi pembakaran yang menghasilkan panas dengan suhu tinggi akan membantu terjadinya penguraian (disosiasi) gas CO<sub>2</sub> menjadi gas CO mengikuti reaksi berikut ini:



Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO<sub>2</sub> yang terdisosiasi menjadi CO dan O akan semakin banyak. Suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO.

Penyebaran gas CO di udara tergantung pada keadaan lingkungan. Pada daerah perkotaan yang banyak kegiatan industrinya dan lalu-lintasnya padat, udaranya sudah banyak tercemar oleh gas CO sedangkan daerah pinggiran kota atau desa, cemaran CO di udara relatif sedikit. Tanah yang masih terbuka di mana belum terdapat bangunan di atasnya dapat membantu penyerapan gas CO. Hal ini disebabkan mikroorganisme yang ada di dalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. Angin dapat mengurangi konsentrasi gas CO pada suatu tempat karena dipindahkan ke tempat lain. Adapun sumber gas monoksida dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2. Sumber Gas Monoksida

(Sumber: Meilyndawati, 2012)

Sumber Pencemar	% Bagian	% Total
<b>Transportasi</b>		63,8
1. Mobil bensin	59,0	
2. Mobil diesel	0,20	
3. Pesawat terbang	2,40	
4. Kereta api	0,10	
5. Kapal laut	0,10	
6. Sepeda motor, dll	1,80	

<b>Sumber Pencemar</b>	<b>% Bagian</b>	<b>% Total</b>
<b>Pembakaran Stasioner</b>		1,90
1. Batu bara	0,80	
2. Minyak	0,10	
3. Gas alam	0,00	
4. Kayu	1,00	
<b>Proses Industri</b>		9,60
<b>Pembakaran Limbah Padat</b>		7,80
<b>Sumber Lain-lain</b>		16,9
1. Kebakaran hutan		
2. Pembakaran batu bara sisa		
3. Pembakaran limbah pertanian		
4. Pembakaran lainnya		
<b>Total</b>	100,0	100,0

Kendaraan memiliki resiko tinggi untuk masuknya gas karbon monoksida kedalam kendaraan adalah mobil. Hal tersebut berbahaya karena jika gas karbon monoksida masuk kedalam mobil dan menumpuk maka gas karbon monoksida tidak dapat keluar dengan sendirinya. Hal tersebut dapat mengakibatkan masuknya gas karbon monoksida kedalam tubuh. Menurut badan pusat statistik, jumlah kendaraan roda empat pada tahun 2018 berjumlah 16.440.987 juta pengguna. Penyebab masuknya gas karbon monoksida pada mobil karena adanya kebocoran dalam knalpot sehingga hasil pembakaran yang tidak sempurna dapat keluar, kemudian masuk kedalam kabin. Pembakaran yang tidak sempurna diakibatkan karena tidak dapat tercampur secara sempurna antara bahan bakar dengan udara sehingga campuran tidak dapat terbakar secara keseluruhan dalam waktu pembakaran yang begitu singkat. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan gas karbon monoksida dan apabila terdapat kebocoran dalam sistem

*Air Conditioner* (AC) maka gas tersebut dalam masuk kedalam kabin melalui kebocoran tersebut. (Wicaksono. A, 2016)

#### 2.2.4 Mikrokontroler

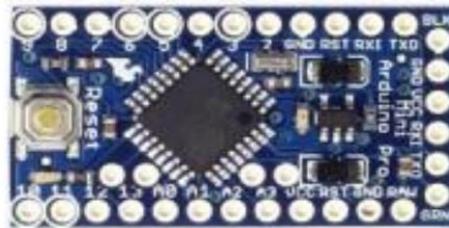
Mikrokontroler atau *Micro Chip Unit* (MCU) merupakan salah satu komponen elektronik yang memiliki beberapa sifat seperti komputer seperti *Central Processing Unit* (CPU) atau pemrosesan terpusat, port untuk input dan output atau I/O, memori data, dan memori kode. Mikrokontroler menggunakan single chip computers untuk mengontrol suatu system. (Listiono, 2016)

Mikrokontroler yaitu salah satu dari bagian dasar suatu computer system. Mikrokontroler memiliki bentuk yang relatif kecil dari suatu komputer pada umumnya dan komputer mainframe. Mikrokontroler dirancang dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer dapat menghasilkan keluaran yang spesifik berdasarkan masukan yang diterima dan program yang diperintahkan. Mikrokontroler memiliki sifat seperti komputer yakni sebagai alat yang menjalankan perintah-perintah yang diberikan mikrokontroler tersebut yang berarti, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem komputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer. Program yang dirancang memerintahkan komputer untuk melakukan kegiatan yang panjang dari tindakan yang sederhana dalam melaksanakan tugas yang lebih kompleks yang sesuai dengan rancangan program. Sistem dengan mikrokontroler pada umumnya menggunakan piranti *input* yang jauh lebih kecil seperti saklar atau *keypad* kecil. Hampir semua *input* mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal *input* digital dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika dari sumber. Tegangan positif sumber umumnya adalah 5 volt. (Riadi, R 2016)

##### 1. Arduino Pro Micro V3

Arduino Pro Micro V3 merupakan board mikrokontroler dengan ATmega328 memiliki 14 digital pin input/output di mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *input* analog, *resonator on-board*, tombol *reset* dan lubang untuk pemasangan pin *header*. *Header* 6 pin dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau *Sparkfun board breakout* untuk memberikan daya USB dan komunikasi untuk *board*. Penggunaan Arduino Pro Micro V3 memungkinkan penggunaan berbagai jenis konektor atau

solder langsung kabel. Pin tata letak kompatibel dengan Arduino Pro Micro V3. Terdapat dua versi Arduino Pro Micro V3 yakni berjalan pada 3.3V dan 8 MHz dan di 5V dan 16 MHz. Arduino Pro Micro V3 dirancang dan diproduksi oleh *SparkFun Electronics* (Wulandari S.M, 2017). Gambar Arduino Pro Micro V3 ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Arduino Pro Micro V3  
(Sumber: Wulandari S.M, 2017)

Spesifikasi Arduino Pro Micro adalah sebagai berikut.

- a. *Microcontroller* ATmega328
- b. *Operating voltage* 3.3V or 5V (*depending on model*)
- c. *Input voltage* 3.35 -12 V (3.3V model) atau 5 – 12 V (5V model)
- d. *Digital I/O Pin* 14 (*of which 6 provide PWM output*)
- e. *DC current* per I/O pin 40 mA
- f. *Flash memory* 32 kB (*of which 0.5 kB used by bootloader*)
- g. *SRAM* 2 kB
- h. *EEPROM* 1 kB
- i. *Clock speed* 8 MHz (3.3V model) atau 16 MHz (5V model)

Arduino Pro Micro V3 dapat didukung dengan kabel FTDI atau *board breakout* terhubung ke enam pin *header* atau dengan tegangan 3.3V atau 5V (tergantung pada model) pada pin VCC. Terdapat tegangan regulator di *board* sehingga dapat menerima tegangan sampai 12V DC. Adapun pin *input* dan *output* listrik sebagai berikut.

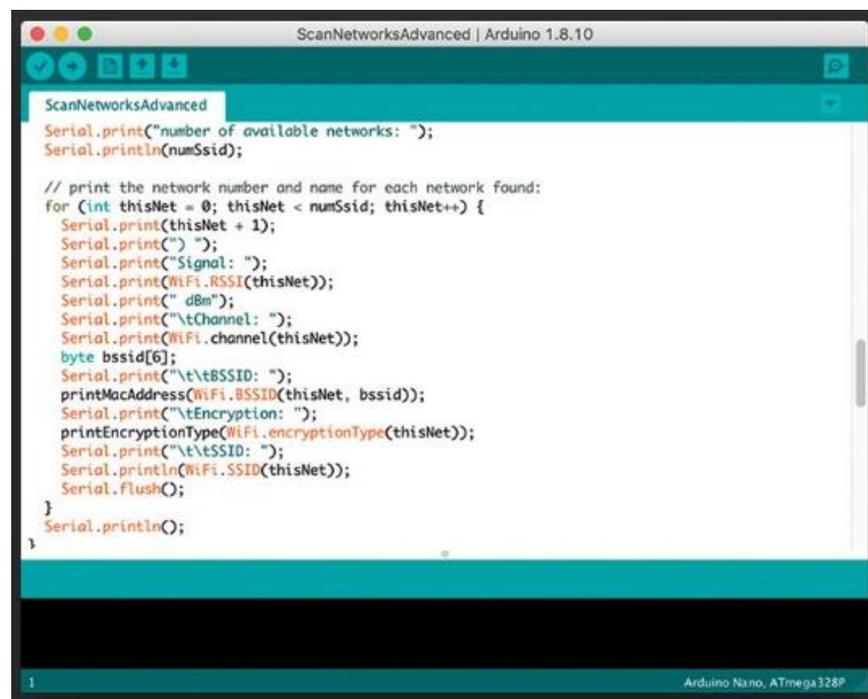
- a. RAW berfungsi untuk memasok tegangan baku untuk *board*.
- b. VCC berfungsi menghasilkan tegangan 3,3 atau 5 V.
- c. GND berfungsi sebagai *Ground*.

## 2. Software Arduino IDE

IDE atau *Integrated Development Environment* merupakan program yang digunakan pada Arduino untuk membuat program dalam bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *wiring* atau *library C/C++* yang bertujuan untuk membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah digunakan.

Software Arduino IDE memerlukan program yang ditulis oleh pengguna yang disebut dengan *sketch* dan kemudian disimpan ke dalam file dengan *ekstensi.ino*. Teks editor yang terdapat pada *software* Arduino IDE memiliki fitur seperti *searching/replacing* dan *cutting/paste* sehingga memudahkan dalam menulis kode program.

Pada *software* Arduino IDE, terdapat *message box* yang berfungsi menampilkan status pada program yang telah dibuat seperti pesan *verify*, *error*, dan *upload program*. *Software* Arduino IDE juga menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM port* yang digunakan pada bagian bawah sebelah kanan (Riswandi, 2019). Gambar *software* Arduino IDE di tunjukan pada Gambar 2.2 berikut.



```

ScanNetworksAdvanced | Arduino 1.8.10
ScanNetworksAdvanced
Serial.print("number of available networks: ");
Serial.println(numSsid);

// print the network number and name for each network found:
for (int thisNet = 0; thisNet < numSsid; thisNet++) {
  Serial.print(thisNet + 1);
  Serial.print(" ");
  Serial.print("Signal: ");
  Serial.print(WiFi.RSSI(thisNet));
  Serial.print(" dBm");
  Serial.print("\tChannel: ");
  Serial.print(WiFi.channel(thisNet));
  byte bssid[6];
  Serial.print("\t\tBSSID: ");
  printMacAddress(WiFi.BSSID(thisNet, bssid));
  Serial.print("\tEncryption: ");
  printEncryptionType(WiFi.encryptionType(thisNet));
  Serial.print("\t\tSSID: ");
  Serial.println(WiFi.SSID(thisNet));
  Serial.Flush();
}
Serial.println();
1
Arduino Nano, ATmega 328P

```

Gambar 2.2. Arduino IDE 1.8.14

(Sumber: Arduino.cc)

### 2.2.5 Bahasa Pemograman

Pada mikrokontroler, bahasa pemograman yang digunakan yaitu pemograman bahasa C. Bahasa pemograman C merupakan bahasa pemograman yang akan digunakan oleh mikrokontroler dalam pembuatan perintah di setiap mikrokontroler. Bahasa ini telah digunakan secara praktis pada hampir seluruh sistem operasi.

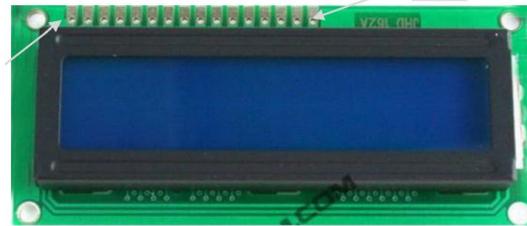
Bahasa pemograman C adalah bahasa paling umum untuk menulis system software dan aplikasi serta dalam pelajaran komputer sains. Bahasa C++ pertama kali ditemukan oleh Bjarne Stroustrup di AT&T Bell Laboratories awal tahun 1980-an berdasarkan C American National Standard Institute (ANSI). Prototype C++ muncul sebagai C yang kemudian diperbaharui dengan fasilitas kelas. Bahasa tersebut disebut C dengan kelas (*C with class*). Selama tahun 1983-1984, bahasa C dengan kelas sudah disempurnakan dengan menambahkan fasilitas tambahan operator dan fungsi yang kemudian memunculkan apa yang disebut C++. Simbol ++ merupakan operator C dalam operasi penaikan, muncul untuk memberikan keterangan bahwa bahasa ini merupakan versi yang lebih modern dari C.

Borland International merilis *compiler* Borland C++ dan Turbo C++. Kedua *compiler* ini sama-sama dapat digunakan untuk mengkompilasi kode C++. Perbedaan *compiler* tersebut, Borland C++ selain dapat digunakan dibawah lingkungan DOS dan juga dapat digunakan untuk pemrograman Windows. Borland International, beberapa perusahaan lain juga merilis *compiler* C++, seperti Topspeed C++ dan Zortech C++. C++ diciptakan untuk mendukung pemrograman berorientasi pada objek *Object Oriented Programming* (OOP) yang tidak dimiliki C. Reputasi C tidak diragukan lagi dalam menghasilkan program .EXE berukuran kecil, eksekusi yang cepat, antarmuka (*interfacing*) yang sederhana dengan bahasa lain dan fleksibilitas pemrograman (Ariefman Zulpa, 2015). (Vandik 2017).

### 2.2.6 *Liquid Crystal Display* (LCD)

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan salah satu jenis media tampil yang di mana menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD banyak ditemukan pada alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator atau layar komputer (Faiz, 2018). LCD menggunakan operasi sistem matriks yang di mana dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Layar LCD memiliki sifat

memantulkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap. LMB162A adalah salah satu modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel* serta 1 baris terakhir sebagai kursor. Pada LCD terdapat dua memori utama yaitu CGRAM dan DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh *address counter* dan pembacaan maupun penulisan datanya dilakukan melalui *register data* (Listiono, 2016). Gambar *liquid crystal display* (LCD) di tunjukan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3. LCD 1602A

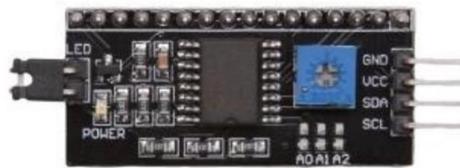
(Sumber: Listiono, 2016)

Pada LCD 1602A terdapat 16 pin *input* yaitu:

1. Pin 1 (VSS) berfungsi sebagai *ground* atau tegangan 0V.
2. Pin 2 (VDD) berfungsi sebagai sumber daya dengan tegangan 5V.
3. Pin 3 (VO) berfungsi untuk pengatur tegangan kontras LCD.
4. Pin 4 (RS) atau *Register Select* berfungsi sebagai pin pemilih *register* yang akan diakses dengan logika dari kaki ini adalah 1 untuk akses *register data* dan pin 0 untuk *register perintah*.
5. Pin 5 (R/W) merupakan pin yang di mana pada logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang dalam mode penulisan dan logika 1 sedang dalam mode pembacaan.
6. Pin 6 (E) atau *enable clock* LCD yang berfungsi mengaktifkan *clock* LCD dengan logika 1.
7. Pin 7–14 (D0–D7) merupakan data bus yang di mana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Pin 15 (A) atau anoda berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* LCD sebesar 4,5V.
9. Pin 16 (K) atau katoda berfungsi untuk tegangan negatif *backlight* LCD sebesar 0V.

### 2.2.7 *Inter Integrated Circuit (I2C)*

Modul I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran yang dirancang khusus untuk mengirim maupun menerima suatu data. Sistem I2C terdiri dari saluran *serial clock* (SCL) dan *serial data* (SDA) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus mampu mengoperasikan sebagai *master* dan *slave*. *Master* merupakan piranti yang melakukan *start transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *start* dan mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *stop* kemudian membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* merupakan piranti yang dialamati *master*. Bentuk fisik dari I2C ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Inter Intergrated Circuit (I2C)*

(Sumber: Furgoni, 2020)

### 2.2.8 *Sensor MQ-7*

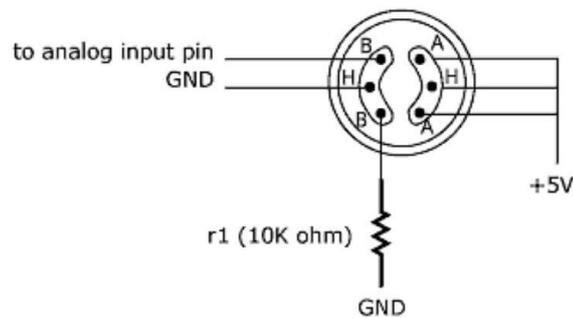
Sensor MQ-7 adalah sensor gas yang banyak digunakan dalam rangkaian untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau kendaraan khususnya mobil. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini yakni memiliki sensitivitas yang relatif tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan tahan terhadap pemakaian. Sensor ini menggunakan catu daya *heater* sebesar 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian sebesar 5V DC dan mampu mendeteksi kadar gas CO sebesar 20-2000 PPM untuk mengukur gas karbon monoksida. Gambar sensor MQ-7 di tunjukan pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5. *Sensor MQ-7*

(Sumber: Zainul 2019)

Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ-7 tersusun oleh mikro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tabung keramik, Tin Dioksida (SnO<sub>2</sub>) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas yang dibuat oleh plastik dan *stainless steel* bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan (Zainul 2019). Rangkaian dasar sensor MQ-7 di tunjukan pada Gambar 2.6 berikut.

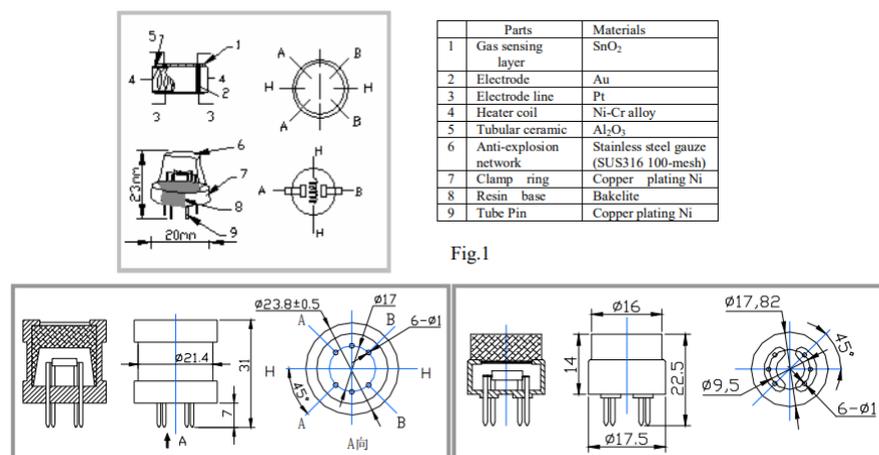


Gambar 2.6. Rangkaian Dasar Sensor MQ-7

(Sumber: Zainul, 2019)

### 1. Skematik Rangkaian Dasar Sensor MQ-7

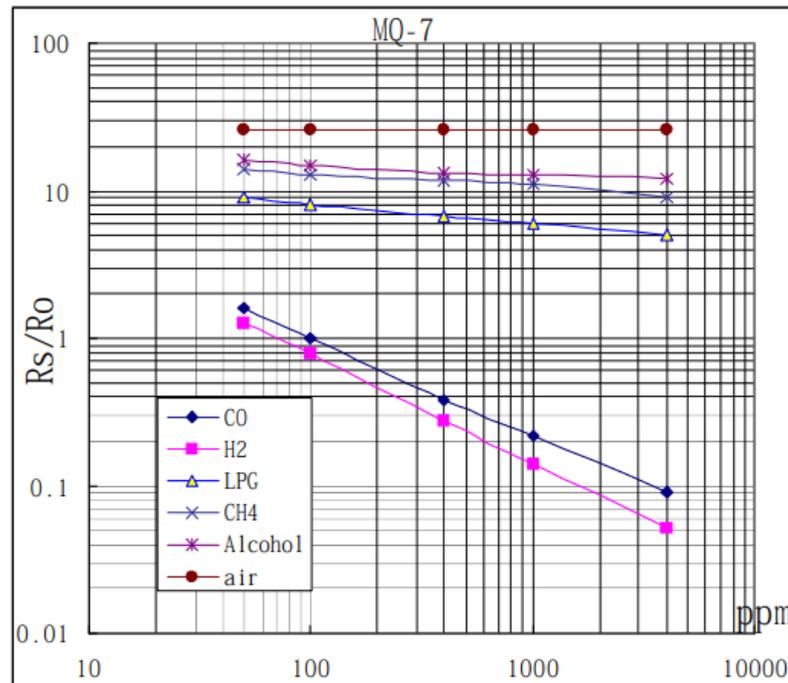
MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau mobil untuk mengukur gas karbon monoksida. Skematik rangkaian dasar sensor MQ-7 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Skematik Rangkaian Dasar Sensor MQ-7

(Sumber: Datasheet MQ-7)

Sensor disusun oleh mikro  $AL_2O_3$  tabung keramik, Tin Dioksida ( $SnO_2$ ) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan *stainless steel* bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. Kurva sensitifitas Sensor MQ-7 dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8. Kurva Sensifitas Sensor MQ-7

(Sumber: *Datasheet* MQ-7)

## 2. Prinsip Kerja Sensor MQ-7

Hambatan permukaan sensor  $R_s$  diperoleh dari sinyal output tegangan dari resistansi beban  $R_L$  yang seri. Hubungan antara itu dijelaskan dengan persamaan sebagai berikut. (Safrina, 2018)

Adapun rumus untuk untuk memperoleh VRL atau nilai keluaran tegangan dari sensor sebagai berikut.

$$V_{RL} = ADC \times \frac{5}{1024} \quad (2.5)$$

Pada persamaan nilai keluaran tegangan dari sensor berfungsi untuk mengubah nilai ADC (0-1023) menjadi nilai voltase (0-5.00 volt). Adapun rumus untuk mendapatkan  $R_s$  atau resistansi sensor sebagai berikut.

$$R_s = \left( 5 \times \frac{R_L}{V_{RL}} \right) - R_L \quad (2.6)$$

Pada persamaan diatas berfungsi untuk mendapatkan nilai resistansi sensor yang di mana digunakan untuk persamaan ppm. Adapun rumus untuk mendapatkan nilai kandungan gas karbon monoksida sebagai berikut:

$$PPM = 100 \times \left( \frac{R_s}{R_o} \right)^{-1,53} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$V_{RL}$  = Nilai keluaran tegangan dari sensor

ADC = *Analog to Digital Converter*

PPM = *Parts Per Million*

$R_s$  = Resistansi sensor

$R_L$  = Nilai resistansi beban

$R_o$  = Tahanan sensor

Pada persamaan diatas berfungsi untuk mendapatkan nilai kadar gas karbon monoksida. Nilai yang didapatkan merupakan hasil konversi dari nilai ADC.

Pengukuran sinyal dilakukan dalam waktu satu atau dua periode pemanasan lengkap (2,5 menit dari tegangan tinggi ke tegangan rendah). Lapisan sensitif dari MQ-7 komponen gas sensitif terbuat dari  $\text{SnO}_2$  dengan stabilitas. Sensor ini memiliki stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Masa servis dapat mencapai 5 tahun di bawah kondisi penggunaan. Penyesuaian sensitivitas nilai resistansi MQ-7 adalah perbedaan untuk berbagai jenis dan berbagai gas konsentrasi. Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan sehingga perlu mengkalibrasi detektor untuk CO 200PPM di udara dan menggunakan nilai resistansi beban itu ( $R_L$ ) sekitar 10  $\text{K}\Omega$  (5 $\text{K}\Omega$  sampai 47  $\text{K}\Omega$ ).

Adapun persamaan yang digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur baku guna mendapatkan akurasi dapat dilihat pada persamaan *error* berikut.

$$Error(\%) = \frac{[CO\ meter(Ppm) - sensor\ MQ7]}{CO\ meter(Ppm)} \times 100\% \quad (2.8)$$

Setelah mendapatkan *error*, maka dilakukan pengurangan guna mendapatkan nilai akurasi dengan persamaan berikut.

$$Akurasi(\%) = 100\% - Error(\%) \quad (2.9)$$

## |BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode tindakan dengan membuat purwarupa yang di mana dirancang suatu alat yang dapat mengukur kadar gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ-7 dan Arduino Pro Micro. Hasil ukuran tersebut dilihat melalui LCD 16x2. Proses ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *sketch*. Tahap perancangan perangkat keras meliputi diagram blok sistem dan perangkaian alat. perancangan *sketch* adalah proses menanamkan kecedasan melalui *sketch* yang di-*compile* dalam mikrokontroler pada *board* Arduino Pro Micro.

Diagram blok adalah suatu perencanaan alat yang di dalamnya terdapat isi inti dari pembuatan alat tersebut. Gambar diagram blok ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.

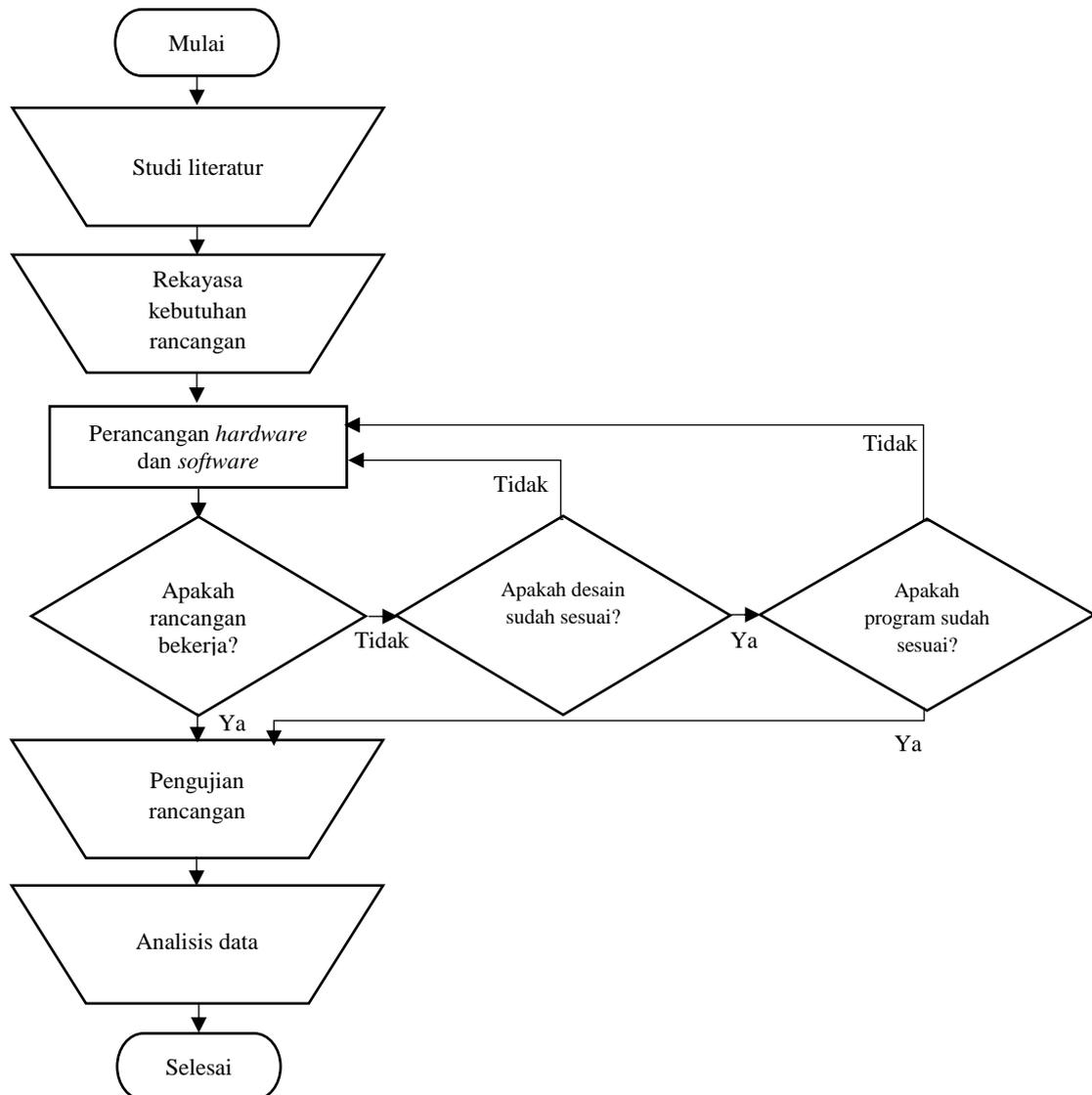


Gambar 3.1. Diagram Blok *System*

Gambar 3.1 adalah diagram blok *system* yang menggambarkan rancangan seluruh sistem. Sensor MQ-7 menerima perintah dan tegangan dari Arduino Pro Micro untuk melakukan pengukuran kandungan gas karbon monoksida di udara kemudian hasil pengukuran tersebut ditampilkan melalui LCD 16x2. Apabila kandungan di atas 100 PPM maka LED dan buzzer akan menyala.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah tahap-tahap penelitian antara lain.

1. Studi literatur

Pada bagian ini didasari dari refrensi yang valid seperti jurnal, skripsi, thesis, karya ilmiah dan artikel yang sesuai dengan topik yang akan diteliti dan dibahas.

2. Rekayasa kebutuhan rancangan

Pada bagian ini bertujuan untuk menentukan komponen yang digunakan di dalam rancangan untuk memenuhi kebutuhan fungsi.

3. Merancang *hardware* dan *software*

Pada tahap merancang alat penelitian, dilakukan perancangan dan implementasi rancangan yang sesuai dengan penelitian.

4. Pengujian rancangan

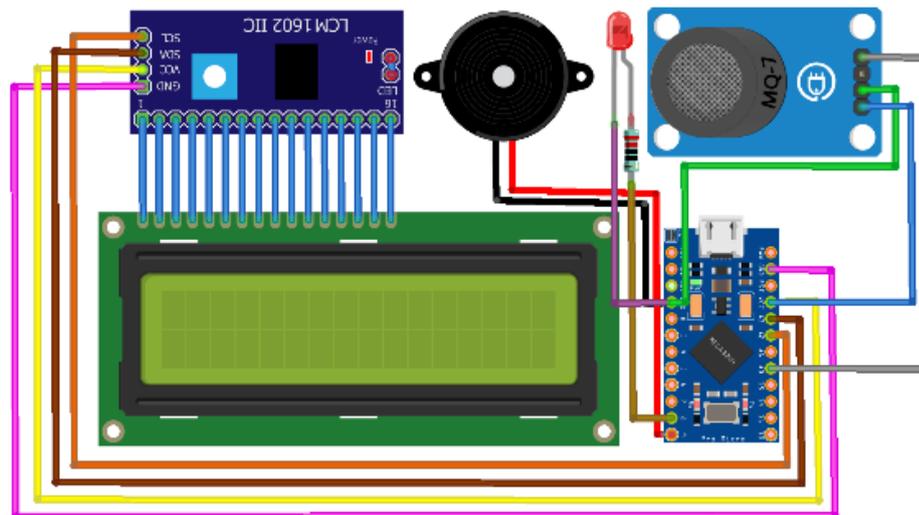
Implementasi rancangan yang telah didapatkan kemudian dilakukan tahapan pengujian guna mendapatkan kemampuan dari hasil rancangan.

5. Analisis data

Pada tahap analisis data dilakukan dengan menganalisis dari data yang telah diperoleh dan diolah berdasarkan dari hipotesa dan kerangka pikir yang telah ditentukan sebelumnya.

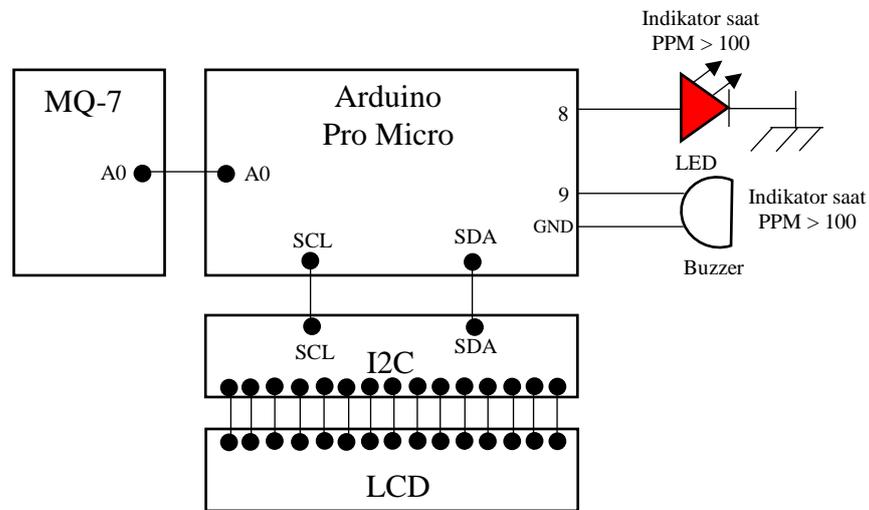
### 3.3 Rancangan Rangkaian Alat

Pada perancangan perangkat keras yang pertama kali dilakukan yaitu merancang rangkaian sistem secara keseluruhan. Hal ini ditujukan untuk menggambarkan alat guna memudahkan pada saat implementasi. Rancangan ini berisi gambaran komponen dan *wire* yang saling terhubung. Gambar rancangan rangkaian alat di tunjukan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3. Diagram Perkabelan

Gambar skematik rancangan rangkaian alat di tunjukan pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4. Skematik Rancangan Alat Keseluruhan

Konsep alat untuk mengukur dan memantau tingkat pencemaran udara ini bekerja berdasarkan hasil pembacaan sensor gas MQ 7 untuk mengukur gas karbon monoksida (CO) kemudian data tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2. Nilai pengukuran tersebut sebagai peringatan melalui buzzer dan LED.

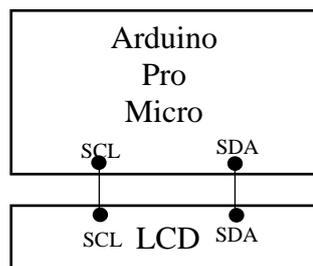
Adapun konfigurasi pin I/O antara masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1. Penyambungan *Wire* Seluruh Komponen

Arduino Pro Micro	Sensor MQ-7	LCD 16x2	LED	Buzzer
Pin VCC	VCC	VCC	-	-
Pin GND	GND	GND	GND	GND
Pin A0	Pin A0	-	-	-
Pin SCL	-	SCL	-	-
Pin SDA	-	SDA	-	-
Pin 8	-	-	+	-
Pin 9	-	-	-	+

### 3.4 Perancangan Tampilan

Hasil pembacaan dari sensor MQ 7 akan ditampilkan melalui LCD 16x2 untuk menampilkan nilai kadar gas karbon monoksida di udara. LCD 16x2 yang digunakan pada rangkaian ini memiliki 4 buah pin di mana pin VCC disambungkan pada pin VCC Arduino, pin *ground* disambungkan pada pin *ground* Arduino, pin SCL disambungkan pada pin SCL Arduino, dan pin SDA disambungkan pada pin SDA Arduino. Skematik rancangan tampilan dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5. Skematik Rancangan Tampilan

Adapun konfigurasi pin I/O antara Arduino pro micro dan LCD 16x2 dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Penyambungan *Wire* LCD 16x2 ke Arduino Pro Micro V3

LCD	Arduino Pro Micro V3
Pin SCL	Pin SCL
Pin SDA	Pin SDA
Pin VCC	Pin VCC
Pin GND	Pin GND

Adapun tampilan pada LCD 16x2 *display* dalam menentukan parameter kadar gas karbon monoksida dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Rancangan Tampilan Indikator

Kadar Gas CO (ppm)	Status
0 - 50	Baik
51 - 100	Sedang
101 - 199	Tidak sehat
199 - 299	Berbahaya
300 - 500	Sangat Berbahaya

### 3.5 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. Rigid PCB *Single Sided*

Rigid PCB *Single Sided* merupakan jenis PCB yang hanya memiliki satu lapisan komponen tembaga di salah satu sisi substratnya atau dalam penggunaannya tidak bisa bolak-balik. Faktor yang mempengaruhi pemilihan PCB ini adalah dari segi harga relatif terjangkau, dapat ditemukan di pasaran, cenderung mudah dalam penggunaan, ukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Adapun Rigid PCB *single sided* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.

Gambar 3.6. Rigid PCB *Single Sided*

#### 2. *Wrapping Wire*

*Wrapping wire* merupakan metoda menghubungkan antar komponen menggunakan kabel kawat ukuran 30 AWG atau 0,25mm secara mekanis di mana untuk menempelkan kawat ke komponen dengan cara

dilitkan beberapa kali sehingga tidak mudah lepas atau dengan cara solder ke pin komponen. Faktor yang mempengaruhi pemilihan *wrapping wire* ini adalah dari segi harga relatif terjangkau, dapat ditemukan di pasaran, cenderung mudah dalam penggunaan, dimensi yang cenderung kecil dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Adapun *Wrapping wire* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7. *Wrapping Wire*

### 3. *Female Jumper Wire*

*Jumper wire* adalah suatu istilah kabel yang ber-diameter kecil yang di dalam dunia elektronika digunakan untuk menghubungkan dua titik atau lebih dan dapat juga untuk menghubungkan 2 komponen elektronika. *Female jumper wire* merupakan salah satu jenis *jumper wire* yang di mana memiliki bentuk di kedua sisinya sebagai wadah untuk menghubungkan pin. Adapun *female jumper wire* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8. *Female Jumper Wire*

#### 4. *Straight Female Header Pin*

*Header* atau biasa dikenal dengan nama pin *head* berguna sebagai soket tempat menghubungkan kabel-kabel konektor. *female header pin* merupakan salah satu jenis konektor yang memiliki bentuk di salah satu sisinya sebagai wadah untuk menghubungkan pin. *Straight female header pin* merupakan salah satu jenis *female header pin* yang memiliki struktur lurus. Adapun *straight female header pin* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9. *Straight Female Header Pin*

#### 5. *L Female Header Pin*

*Header* atau biasa dikenal dengan nama pin *head* berguna sebagai soket tempat menghubungkan kabel-kabel konektor. *female header pin* merupakan salah satu jenis konektor yang memiliki bentuk di salah satu sisinya sebagai wadah untuk menghubungkan pin. *L female header pin* merupakan salah satu jenis *female header pin* yang memiliki struktur berbentuk huruf L. Adapun *L female header pin* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10. *L Female Header Pin*

#### 6. *Micro USB to B Cable*

Universal Serial Bus adalah standar bus serial untuk perangkat penghubung, biasanya kepada komputer namun juga digunakan di peralatan lainnya. Pada rancangan ini menggunakan jenis *port* tipe *micro* USB untuk menghubungkan ke Arduino Pro Micro V3 dan jenis B untuk menghubungkan ke powerbank sebagai *power supply* rangkaian. Adapun *micro* USB to B cable yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Gambar 3.11. *Micro USB to B Cable*

#### 7. *Powerbank 2200 mAh*

*Powerbank* adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memasukkan energi listrik ke dalam baterai yang bisa diisi ulang tanpa harus menghubungkan peranti tersebut pada *outlet* listrik. Pengisi baterai ini tergolong portabel karena berbeda dengan pengisi baterai yang harus dihubungkan pada *outlet* listrik. Pada penelitian ini menggunakan *powerbank* dengan kapasitas 2200 mAh sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun *powerbank* 2200 mAh yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.12 *Powerbank 2200 mAh*

#### 8. PCB Bolt

PCB *bolt* adalah suatu batang dengan alur heliks pada permukaannya. Penggunaannya utamanya adalah sebagai pengikat (*fastener*) untuk menahan dua objek bersama. Adapun *powerbank* 2200 mAh yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut.



Gambar 3.13 PCB Bolt

#### 9. Arduino Pro Micro V3

Arduino Pro Micro V3 merupakan *board* mikrokontroler dengan ATmega328 memiliki 14 digital pin *input/output* di mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *input analog*, *resonator on-board*, tombol *reset*, dan lubang untuk pemasangan pin *header*. Adapun Arduino Pro Micro V3 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.14 berikut.



Gambar 3.14. Arduino Pro Micro V3

#### 10. Sensor MQ-7

MQ-7 adalah sensor gas yang banyak digunakan dalam rangkaian untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, industri, atau kendaraan khususnya mobil. Adapun sensor MQ-7 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.15 berikut.



Gambar 3.15. Sensor MQ-7

#### 11. *Blue LCD 16x2 Display*

*Blue LCD 16x2 display* adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun *blue LCD 16x2 display* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16. *Blue LCD 16x2 Display*

#### 12. Modul I2C

Modul I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran yang dirancang khusus untuk mengirim maupun menerima suatu data. Adapun I2C yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut.



Gambar 3.17. I2C

### 13. LED *Red* 5 mm

LED adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Pada rangkaian ini menggunakan ukuran 5mm dengan warna merah. Adapun LED *red* 5 mm yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut.



Gambar 3.18. LED *Red* 5 mm

### 14. Resistor 220 Ohm

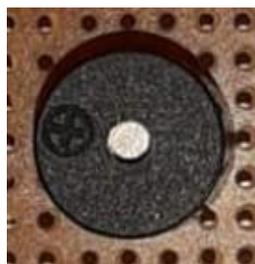
Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik. Adapun resistor 220 ohm yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.19 berikut.



Gambar 3.19. Resistor 220 Ohm

### 15. *Mini Buzzer*

*Buzzer* adalah perangkat sinyal audio bersifat mekanis, elektromekanis, atau piezoelektrik. Adapun *buzzer* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.20 berikut.



Gambar 3.20. *Buzzer*

## 16. Gas Detector AS8700A

*Gas Detector AS8700A* merupakan salah satu alat ukur baku untuk mengukur kadar gas karbon monoksida secara akurat. Dalam penelitian ini digunakan sebagai pembanding dengan rangkaian yang telah dirancang. Adapun gas detector yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.21 berikut.



Gambar 3.21. Gas *Detector AS8700A*

### 3.6 Prosedur Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan bertujuan mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang secara keseluruhan. Pengujian alat meliputi pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Pengujian perangkat keras dilakukan dengan menguji komponen satu-persatu sebelum komponen dipasang pada rangkaian. Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk melihat kinerja alat sebagaimana program yang telah di-*compile* ke papan Arduino.

#### 3.6.1 Kalibrasi Alat

Proses kalibrasi alat bertujuan untuk menyesuaikan nilai output tegangan sensor dengan nilai sebenarnya. Cara yang dipakai pada tahap ini adalah dengan membandingkan nilai *output* dengan alat yang sudah *valid* yaitu menggunakan *gas analyzer Carbon Monoxide Meter AS8700A* sebanyak 3 kali pengujian dengan variasi waktu 5 detik.

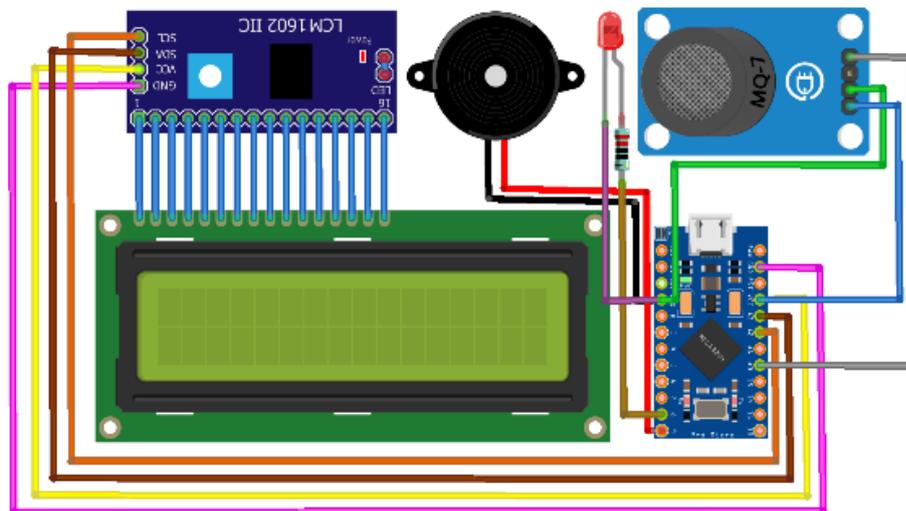
## |BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 *Hardware*

Adapun rancangan dan implementasi rancangan pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

#### 4.1.1 *Rancangan Hardware*

Rancangan *wiring diagram* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1. *Wiring Diagram* Rancangan

Pada rancangan, mikrokontroler *Arduino Pro Micro V3* mendapatkan aliran listrik dari powerbank kemudian digunakan sebagai sumber tegangan untuk sensor MQ-7, *buzzer*, LCD dan LED. Pin VCC sensor MQ-7 dihubungkan dengan pin VCC *Arduino Pro Micro V3* sebesar 5V, pin GND sensor MQ-7 dihubungkan dengan pin GND *Arduino Pro Micro V3* sebagai *ground* dan pin A0 sensor MQ-7 dihubungkan dengan pin A0 *Arduino Pro Micro V3* sebagai *analog read*.

LCD 16x2 *display* yang digunakan pada rancangan dihubungkan dengan modul I2C dengan tujuan untuk memperringkas *wire* yang digunakan dan mempermudah dalam penggunaan modul. Pin I2C dihubungkan dengan pin LCD 16x2 *display* secara berurutan dan pin 1 hingga 16. Pin VCC I2C dihubungkan dengan pin VCC *Arduino Pro Micro V3* sebesar 5V, pin GND I2C dihubungkan

dengan pin GND Arduino Pro Micro V3 sebagai *ground*, pin SCL I2C dihubungkan dengan pin SCL Arduino Pro Micro V3 sebagai sinyal *clock* dan pin SDA I2C dihubungkan dengan pin SDA I2C Arduino Pro Micro V3 sebagai *serial data*.

*Buzzer* yang digunakan pada rancangan memiliki tegangan sebesar 5V yang di mana pin anoda buzzer dihubungkan dengan pin 7 Arduino Pro Micro V3 sebagai pinmode dan pin katoda buzzer dihubungkan dengan pin GND Arduino Pro Micro V3 sebagai *ground*.

LED yang digunakan pada rancangan memiliki tegangan sebesar 3,3 V yang di mana pin anoda dihubungkan dengan resistor sebesar 220 Ohm kemudian dihubungkan dengan pin 8 Arduino Pro Micro V3 sebagai *pinmode* dan pin katoda LED dihubungkan dengan pin GND Arduino *Pro Micro V3* sebagai *ground*.

#### 4.1.2 Implementasi Rancangan *Hardware*

Implementasi rancangan *hardware* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



(a) Tampak Depan



(b) Tampak Dalam

Gambar 4.2. Implementasi *Hardware*

Implementasi rancangan pada penelitian ini menggunakan *riged PCB single sided* dengan ukuran 7 cm x 7,5 cm sementara dimensi total rancangan yaitu 8 x 7 x 2 cm. Implementasi rancangan menggunakan *wrapping wire* 0,25mm untuk menghubungkan antar pin dan *female jumper wire* untuk menghubungkan I2C ke

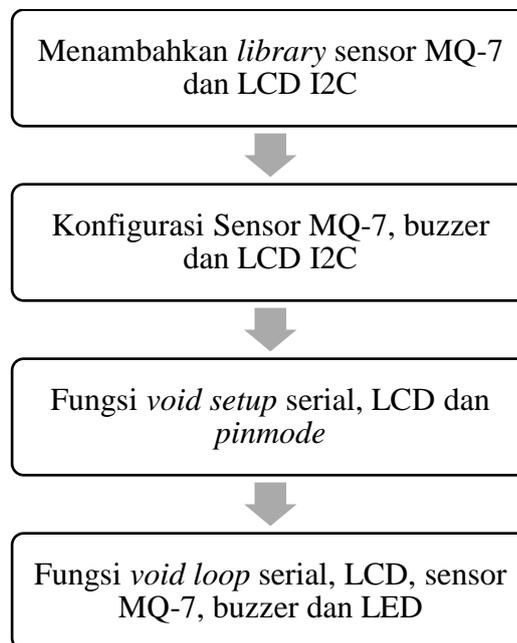
pin. Pada implementasi rancangan menggunakan *female header* pin dengan tujuan mempermudah penggantian komponen apabila terjadi kerusakan.

## 4.2 Software

Adapun rancangan dan implementasi *sketch* pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

### 4.2.1 Rancangan Sketch

Adapun rancangan *sketch* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3. Diagram Rancangan Sketch

Pada rancangan *sketch* membutuhkan *library* tambahan dalam memenuhi kebutuhan penelitian yakni *library* untuk sensor MQ-7 dan LCD I2C yang di mana untuk mempermudah pemograman. Pada proses konfigurasi bertujuan untuk implentasikan program terhadap komponen MQ-7, *buzzer*, dan LCD I2C. Pada proses fungsi *void setup* mengatur *baudrate*, *pinmode* yang digunakan dan *serial monitor*. Pada fungsi *void loop* bertujuan untuk memberi perintah sensor untuk mengukur kadar gas CO, LCD untuk menampilkan data hasil pengukuran, *buzzer* untuk memberikan peringatan suara dan LED untuk memberikan peringatan cahaya apabila hasil pengukuran gas melebihi dari batas toleransi.

#### 4.2.2 Implementasi *sketch*

Adapun implementasi *sketch* dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.

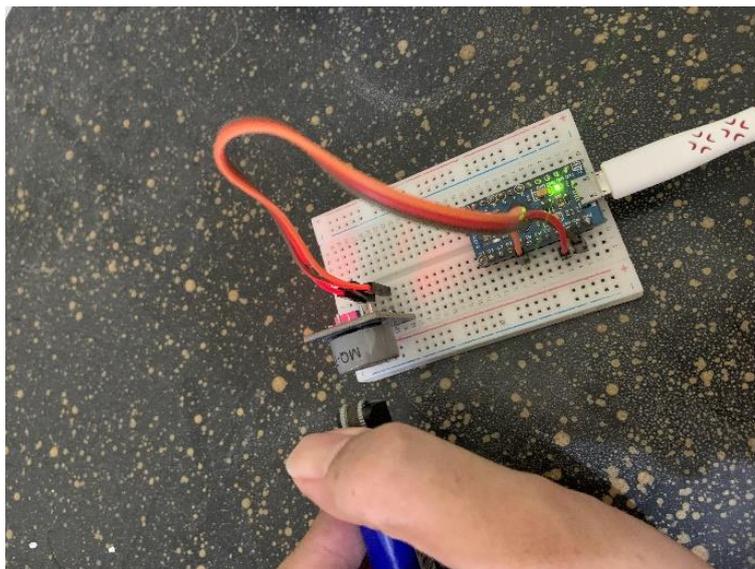
```
#include "MQ7.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
MQ7 mq7(A0,5.0);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup() {
  Serial.begin(57600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT); }
void loop() {
  Serial.println(mq7.getPPM());
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print(mq7.getPPM());
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(" PPM");
  delay(1000);
  if (mq7.getPPM())>500.00 {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BERBAHAYA");}
  if (mq7.getPPM())>200.00 && mq7.getPPM())<=500.00 {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SANGAT TIDAK SEHAT");}
  if (mq7.getPPM())>100.00 && mq7.getPPM())<=200.00 {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("TIDAK SEHAT");}
  if (mq7.getPPM())>50.00 && mq7.getPPM())<=100.00 {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SEDANG");}
  if (mq7.getPPM())<=50.00 {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BAIK");}
  else{
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BAIK");}
  if (mq7.getPPM())>100.00 {
    digitalWrite(10,HIGH);
    digitalWrite(7, HIGH);}
  else{
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(7, LOW);} }
```

Gambar 4.4. Implementasi *Sketch*

Pada gambar diatas dapat dilihat hasil implementasi *sketch* pada *hardware* Di dalam penelitian ini. Pada program tersebut menggunakan *library* MQ7 dan Liquidcrystal\_I2C. Program tersebut mengkonfigurasi pin *buzzer* pada pin 10, pin LED pada pin 7 dan pin A0 sensor pada pin A0 Arduino. Program ini menggunakan *baudrate* 57600 sesuai dengan *datasheet* mikrokontroler. Pada program sensor menggunakan perintah “mq7.getPPM()’ untuk memperoleh nilai pengukuran. Pada program LCD menampilkan parameter pengukuran serta indikator tampilan “GAS CO DETECTOR”. Pada implementasi tersebut diatur untuk memberikan peringatan berupa suara dan visual jika hasil pengukuran diatas 100 PPM karena pada nilai tersebut sudah berdampak buruk pada manusia sesuai dengan indeks standart pencemaran udara. Adapun proses pemasukan program ke rangkaian yakni dengan cara menggunakan kabel *micro* USB to B yang mana dihubungkan dari Arduino ke media pemograman yang PC. Pada tampilan sketch Arduino IDE 1.8.20 dilakukan pengenalan terhadap port yang digunakan dan pengenalan terhadap mikrokontroler yang digunakan yakni Arduino Pro Micro V3. Setelah proses pengenalan sudah didapatkan, maka program dikirimkan ke mikrokontroler.

### **4.3 Pengujian Fungsional**

Pengujian fungsional adalah pengujian yang di mana bertujuan untuk menguji apakah rancangan mampu menjalankan fungsi dari masing-masing komponen. Pengujian ini ditujukan terhadap hasil implementasi rangkaian dari rancangan yang telah dibuat. Proses pengujian mikrontroler yakni dengan memberikan sebuah perintah kemudian dianalisa apakah seluruh komponen yang digunakan sudah menyala dan dapat menjalankan fungsinya masing-masing. Adapun contoh pengujian fungsional ditunjukkan pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5. Dokumentasi Pengujian Fungsional Terhadap Sensor MQ-7

Adapun hasil pengujian fungsional dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1. Pengujian Fungsional

No	Komponen	Hasil
1.	Arduino mampu mengolah perintah dan memberikan tegangan kepada semua komponen	Berhasil
2.	Sensor MQ-7 mampu mengukur kandungan gas CO di udara	Berhasil
3.	LCD 16x2 <i>display</i> mampu menampilkan hasil pengukuran	Berhasil
4.	<i>Buzzer</i> mampu memberikan peringatan suara ketika gas CO yang dideteksi diatas 100 PPM	Berhasil
5.	LED mampu memberikan peringatan cahaya ketika gas CO yang dideteksi diatas 100 PPM	Berhasil

Tabel 4.1 menunjukkan hasil dari pengujian fungsional, yang mana pada proses pengujian sensor yang dilakukan dengan memberikan gas karbon monoksida dan dilakukan pengukuran apakah hasil pengukuran sudah mendekati atau sama dengan alat ukur baku yang digunakan. Proses pengujian LCD 16x2 *display* yang dilakukan dengan memberikan perintah untuk menampilkan hasil pengukuran

kemudian diamat apakah nilai yang diukur sama dengan nilai yang ditampilkan. Proses pengujian *buzzer* yang dilakukan dengan memberikan gas monoksida terhadap sensor yang digunakan dengan standarisasi yang digunakan pada penelitian ini yakni memberikan peringatan suara apabila kadar yang diukur melebihi dari 100 PPM. Proses pengujian LED yang dilakukan dengan memberikan gas monoksida terhadap sensor yang digunakan dengan standarisasi yang digunakan pada penelitian ini yakni memberikan peringatan cahaya apabila kadar yang diukur melebihi dari 100 PPM.

Pada pengujian fungsional dapat dikatakan berhasil apabila rancangan mampu menjalankan fungsinya masing-masing. Parameter untuk sensor adalah dapat memberikan nilai kandungan gas CO, parameter untuk LCD 16x2 *display* adalah dapat menampilkan karakter berupa nilai pengukuran sensor, parameter *buzzer* adalah dapat berbunyi apabila nilai gas CO diatas 100 PPM, parameter LED adalah dapat bercahaya apabila nilai gas CO diatas 100 PPM dan parameter untuk mikrokontroler adalah dapat memenuhi fungsi dari seluruh komponen pada rangkaian. Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa seluruh komponen berhasil menjalankan sesuai fungsinya.

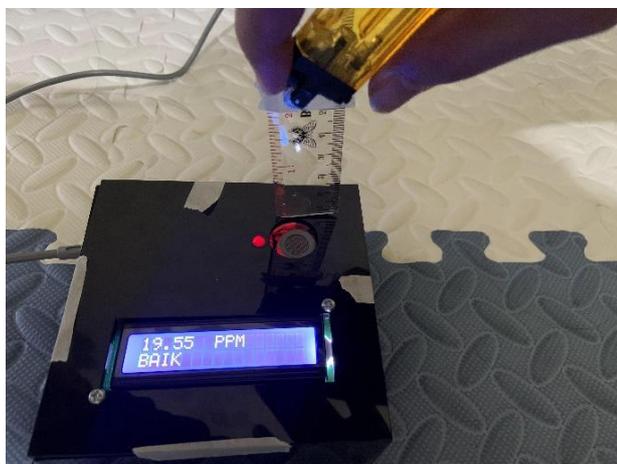
#### **4.4 Pengujian Jarak Sensor**

Pengujian jarak adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari suatu komponen guna untuk mendapatkan jarak maksimal dari komponen tersebut. Pengujian ini ditujukan untuk sensor MQ-7 karena sensor ini yang memiliki fungsi pengukuran berdasarkan kadar CO dan jarak.

Pada pengujian ini dilakukan penambahan komponen LED guna untuk mengindikasikan kadar CO apabila gas yang dideteksi kurang dari 20 PPM dikarenakan LED pada sensor akan menyala ketika gas yang dideteksi diatas 20 PPM sesuai dengan datasheet. Mekanisme pengujian dilakukan dengan cara mengukur dari 0 cm hingga batas maksimal pengukuran dengan variasi 5 cm untuk mendapatkan nilai yang signifikan.

Pengujian ini dilakukan pada ruangan tertutup berukuran 1x1 meter guna untuk mendapatkan akurasi pengukuran yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempat yang luas dan terbuka. Adapun teknik pengambilan data pada pengujian ini

yakni dengan cara memberikan sumber gas karbon monoksida terhadap rangkaian dengan variasi jarak pengukuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6. Dokumentasi Pengujian Keenam Jarak Sensor

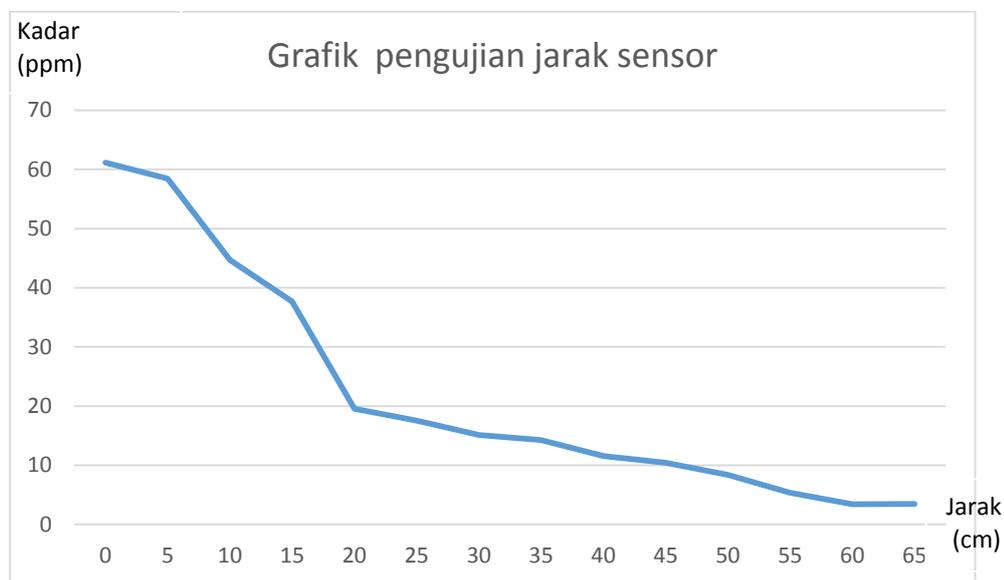
Adapun hasil pengujian jarak sensor dapat Nilai yang diukur pada pengujian ini adalah kandungan yang dideteksi, jarak pengukuran, dan waktu respon rangkaian. Pengujian jarak sensor ditunjukkan dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2. Pengujian Jarak Sensor

No	Sensor (PPM)	Jarak (cm)	Waktu menyala	
			LED Sensor (s)	LED Rangkaian (s)
1	61,16	0	Nyala	Nyala
2	58,44	5	Nyala	Nyala
4	44,67	10	Nyala	Nyala
5	37,66	15	Nyala	Nyala
6	19,55	20	Padam	Nyala
7	17,56	25	Padam	Nyala
8	15,15	30	Padam	Nyala
9	14,27	35	Padam	Nyala

No	Sensor (PPM)	Jarak (cm)	Waktu menyala	
			LED Sensor (s)	LED Rangkaian (s)
10	11,58	40	Padam	Nyala
11	10,42	45	Padam	Nyala
12	8,41	50	Padam	Nyala
13	5,35	55	Padam	Padam
14	3,40	60	Padam	Padam
15	3,50	65	Padam	Padam

Berdasarkan data yang telah diperoleh sebelumnya, dapat disimpulkan semakin jauh jarak pengukuran sensor maka semakin kecil kadar gas karbon monoksida yang dideteksi. Adapun grafik pengujian jarak sensor dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



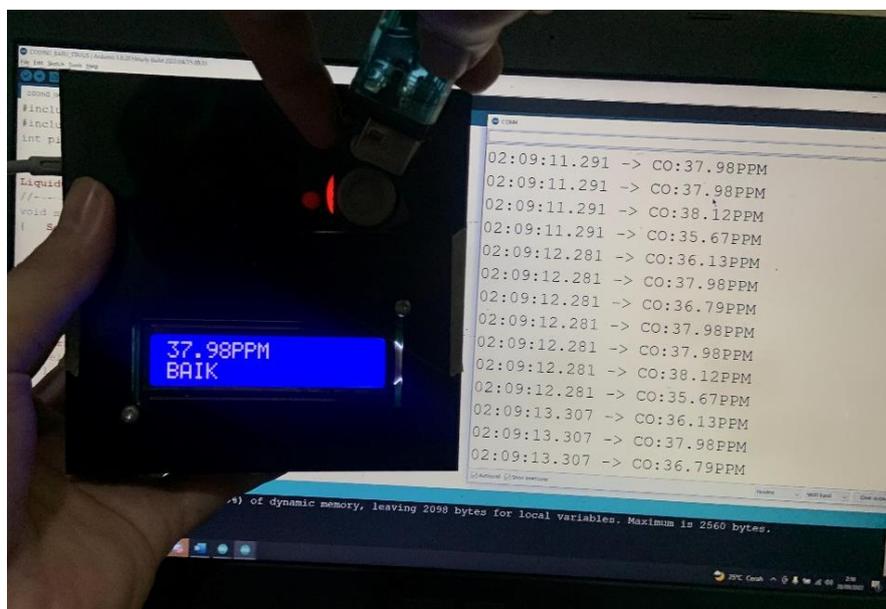
Gambar 4.7. Grafik Pengujian Jarak Sensor

Parameter pada pengujian ini yakni LED indikator pada sensor MQ-7 yang berwarna hijau akan menyala apabila mendeteksi adanya kandungan apabila diatas 20 PPM berdasarkan *datasheet* sensor MQ-7. Dalam pengukuran <20 PPM dilakukan perubahan program untuk fungsi LED pada rangkaian di mana akan

menyala apabila diatas 4 PPM karena pada kondisi awal ruangan tanpa sumber gas CO kurang dari 4 PPM. Pada pengujian ini menggunakan korek gas elektrik karena berpotensi menghasilkan gas CO yang lebih besar sehingga hasil pengujian lebih maksimal. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin dekat sumber gas CO maka semakin cepat sensor mendeteksi. Kemampuan jarak maksimal sensor dapat dilihat sejauh 55 cm dan pada jarak 60 cm sudah tidak mendeteksi. Hal ini juga dapat dipengaruhi dari waktu dan kapasitas sumber gas CO, kualitas modul yang digunakan, tempat pengujian dan kadar CO di ruang.

#### 4.5 Pengujian Tampilan LCD

Pengujian tampilan pada LCD 16x2 *display* bertujuan untuk mengetahui apakah nilai yang ditampilkan sesuai dengan nilai yang diukur. Pengujian dilakukan dengan kondisi ruangan tertutup dengan ukuran 1x1 meter dengan sumber gas CO yaitu korek gas elektrik sejauh 0 cm. Adapun teknik pengambilan data pada penelitian ini yakni dengan memberikan sumber gas CO dengan variabel tetap jarak pengukuran dan variabel hasil yaitu selisih waktu hasil pengukuran dan yang ditampilkan. Pada Gambar 4.8 menunjukkan dokumentasi pada pengujian tampilan LCD.



Gambar 4.8. Dokumentasi Pengujian Keempat tampilan LCD

Adapun hasil pengujian tampilan LCD dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3. Pengujian Tampilan LCD

<b>Pengukuran</b>	<b>LCD 16x2 Display (PPM)</b>	<b>Serial Monitor (PPM)</b>	<b>Waktu (s)</b>	<b>Hasil</b>	<b>Status</b>
1	62,15	62,15	0,5	Sesuai	Sedang
2	58,32	58,32	0,7	Sesuai	Sedang
3	44,49	44,49	0,8	Sesuai	Baik
4	37,98	37,98	0,6	Sesuai	Baik
5	37,98	37,98	0,7	Sesuai	Baik
6	19,87	19,87	0,7	Sesuai	Baik
7	17,58	17,58	0,8	Sesuai	Baik
8	15,03	15,03	0,7	Sesuai	Baik
9	14,26	14,26	0,6	Sesuai	Baik
10	11,92	11,92	0,8	Sesuai	Baik

Berdasarkan hasil pengujian, tidak ditemukan perbedaan hasil pengukuran dengan hasil yang ditampilkan namun terdapat selisih waktu rata-rata 0,7 detik. Hal ini dipengaruhi oleh hasil pembacaan tetapi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap performa rangkaian.

#### **4.6 Pengujian Kalibrasi**

Pengujian kalibrasi dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi rancangan dengan alat ukur yang sudah ada guna mengetahui *error*. Pada pengujian kalibrasi dilakukan pada ruang tertutup berukuran 1x1 meter guna mendapatkan akurasi pengukuran yang lebih tinggi dan menggunakan sumber gas CO dari korek gas elektrik dengan jarak 0 cm untuk mendapatkan sensitifitas yang lebih baik. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali, setiap pengujian diambil 1 detik sehingga nilai ppm akan bertambah seiring berjalannya waktu. Pada Gambar 4.9 menunjukkan dokumentasi

pada pengujian kalibrasi menggunakan alat pembanding dengan sumber gas CO dari korek gas.



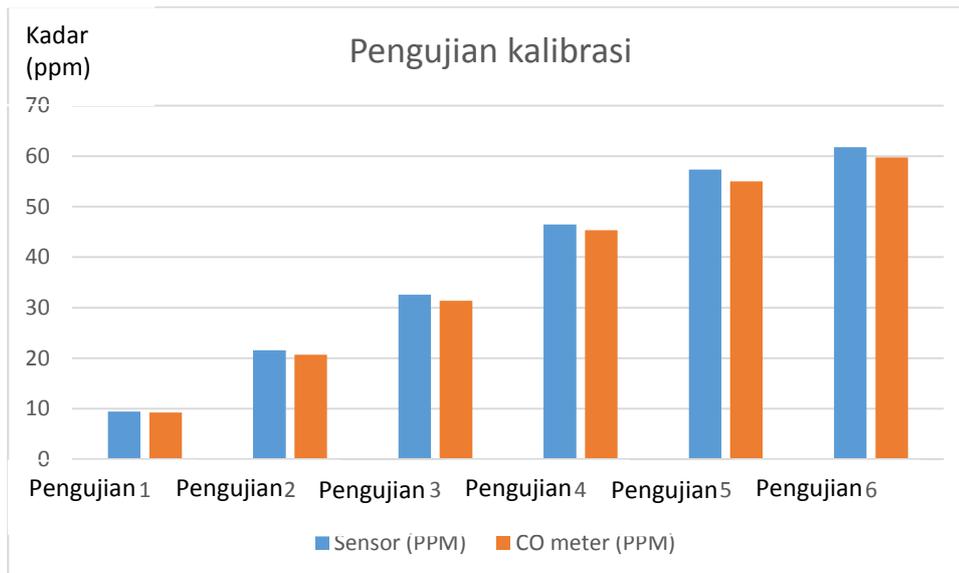
Gambar 4.9. Dokumentasi Pengujian Ketiga Kalibrasi

Adapun hasil pengujian kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Pengujian Kalibrasi

<b>Pengujian</b>	<b>Waktu (s)</b>	<b>Sensor (PPM)</b>	<b>CO meter (PPM)</b>	<b>Akurasi (%)</b>	<b>Error (%)</b>
1	1	9,43	9,23	97,95	2,05
2	2	21,58	20,65	95,71	4,29
3	3	32,58	31,36	96,25	3,75
4	4	46,47	45,35	97,59	2,41
5	5	57,34	55,03	95,98	4,02
6	6	61,76	59,76	96,76	3,24

Berdasarkan data pengujian yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa hasil pengukuran sensor MQ-7 dengan CO meter memiliki akurasi yang hampir mendekati. Adapun grafik pengujian kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Grafik Pengujian Kalibrasi

Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung akurasi dari sensor terhadap CO meter yakni.

$$Error(\%) = \frac{[CO\ meter(Ppm) - sensor\ MQ7]}{CO\ meter(Ppm)} \times 100\% \quad (4.1)$$

Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung *error* dari sensor terhadap CO meter yakni.

$$Akurasi(\%) = 100\% - Error(\%) \quad (4.2)$$

Adapun persamaan yang digunakan dalam menghitung rata-rata nilai yang telah didapatkan yakni.

$$Rata - rata = \frac{Total\ data}{jumlah\ data} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} Rata - rata_{akurasi} &= \frac{97,95+95,71+96,25+97,59+95,98+96,76}{6} \\ &= 96,7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rata - rata_{error} &= \frac{2,05+4,29+3,75+2,41+4,02+3,24}{6} \\ &= 3,3\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapatkan tingkat akurat sensor sebesar 96,7% dengan *error* 3,3%. Perbandingan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kualitas modul, proses pembacaan, dan kapasitas sumber gas CO.

#### 4.6.1 Variasi Jenis Kendaraan

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai pengukuran terhadap sumber gas CO yang berbeda objek yang sama. Pada pengujian ini dilakukan dengan variabel tetap yakni kendaraan bermotor dan variabel bebas yakni jenis kendaraan bermotor. Pada pengujian ini menggunakan 6 sampel kendaraan bermotor. Pemilihan kendaraan bermotor ini didasari atas kajian yang telah didapatkan yang di mana diketahui bahwa kendaraan bermotor merupakan salah satu penghasil gas karbon monoksida.

Pada pengujian ini dilakukan pada ruangan terbuka dengan variasi jenis kendaraan dengan durasi waktu 20 detik guna mendapatkan nilai pengukuran yang stabil dan jarak 0 cm guna mendapatkan sensitifitas yang tinggi. Berdasarkan hasil pengujian dengan objek kendaraan bermotor dibandingkan dengan indeks standar pencemaran udara sebagai berikut. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Variasi Jenis Kendaraan

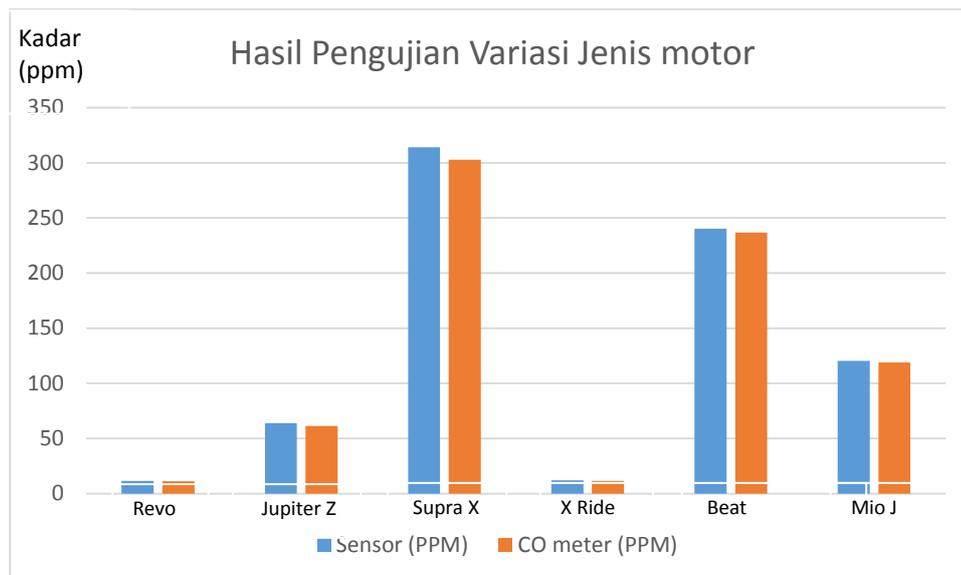
No	Sensor (PPM)	CO meter (PPM)	Akurasi (%)	Error (%)	Status	LED	Buzzer	Sumber
1.	11,47	11,12	96,98	3,02	Baik	Padam	Padam	Honda Revo
2.	63,98	61,26	95,75	4,25	Sedang	Padam	Padam	Yamaha Jupiter Z
3.	314,15	302,67	96,35	3,65	Berbahaya	Nyala	Nyala	Honda Supra X

No	Sensor (PPM)	CO meter (PPM)	Akurasi (%)	Error (%)	Status	LED	Buzzer	Sumber
4.	15,18	12,59	95,49	4,51	Baik	Padam	Padam	Yamaha X ride
5.	240,21	236,88	98,61	1,39	Sangat tidak sehat	Hidup	Nyala	Honda Beat
6.	120,23	118,98	98,96	1,04	Tidak sehat	Nyala	Nyala	Yamaha Mio J



Gambar 4.11. Dokumentasi Pengujian Keempat Kendaraan Bermotor

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan, dapat diketahui bahwa nilai pengukuran sensor dan CO meter memiliki nilai yang mendekati sehingga didapatkan grafik 4.12 berikut.



Gambar 4.12. Hasil Pengujian Variasi Jenis Kendaraan

Gambar 4.12 merupakan dokumentasi pengujian pada kendaraan bermotor Berdasarkan kondisi pengujian dibandingkan dengan indeks standar pencemaran udara, dapat disimpulkan bahwa nilai pengukuran tersebut memberikan dampak pada manusia namun, dengan memperhatikan waktu diperkirakan dapat memberikan indikasi gangguan kesehatan. Hal ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hubungan antara waktu dengan nilai pengukuran gas CO dikarenakan pada penelitian ini hanya dibatasi pengujian terhadap nilai pengukuran yang didapatkan berdasarkan sumber gas CO.

#### 4.6.2 Variasi Sumber Gas CO

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui apakah terdapat pengaruh antara sumber gas CO terhadap nilai pengukuran. Pengujian ini merupakan tahapan pengujian yang di mana untuk mengetahui kemampuan dari rancangan yang telah dibuat terhadap kondisi sebenarnya apakah rancangan mampu diimplementasikan atau tidak.

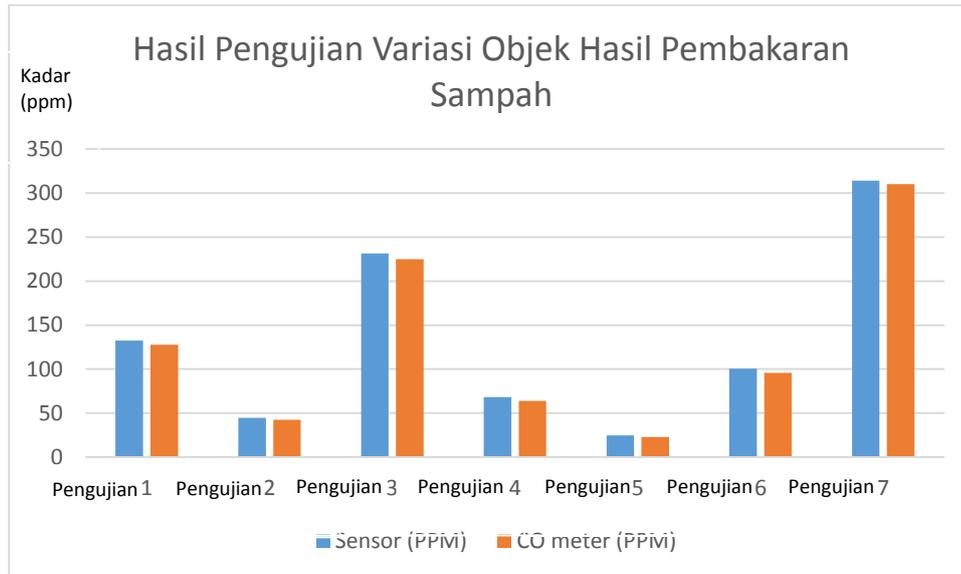
Pengujian ini dilakukan dengan variabel tetap yakni pembakaran sampah dan variabel bebas yakni lokasi pengujian. Adapun sampel yang digunakan pada pengujian ini yakni sebanyak 7 sampel yakni sampah plastik, kayu, ban bekas, kertas, kardus, daun, kain. Pada pengujian ini dilakukan dengan kondisi tempat, waktu dan skala pembakaran yang berbeda. Jarak pengukuran dilakukan sejauh 1

meter guna menghindari kerusakan alat akibat suhu dengan rentang waktu 1 menit guna mendapatkan nilai pengukuran stabil. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Variasi Objek Hasil Pembakaran Sampah

<b>Pengujian</b>	<b>Sensor (PPM)</b>	<b>CO meter (PPM)</b>	<b>Akurasi (%)</b>	<b>Error (%)</b>	<b>LED</b>	<b>Buzzer</b>	<b>Status</b>
1	189,35	182,88	96,63	3,37	Nyala	Nyala	Tidak sehat
2	44,53	42,35	95,10	4,90	Padam	Padam	Baik
3	231,53	224,91	97,14	2,86	Nyala	Nyala	Sangat tidak sehat
4	68,34	63,74	93,27	6,73	Nyala	Nyala	Sedang
5	24,5	22,74	92,82	7,18	Padam	Padam	Baik
6	100,62	95,65	95,06	4,94	Nyala	Nyala	Sedang
7	314,23	310,13	98,70	1,30	Nyala	Nyala	Berbahaya

Berdasarkan data pengujian yang diperoleh, dapat diketahui nilai pengukuran sensor dengan CO meter dengan objek hasil pembakaran sampah memiliki nilai pengukuran yang hampir mendekati sehingga didapatkan grafik hasil pengujian sebagai berikut.



Gambar 4.13. Grafik Pengujian Variasi Sumber Gas CO

Dokumentasi pengujian pada pembakaran sampah dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14. Dokumentasi Pengujian Pertama Hasil Pembakaran Sampah

Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa hasil pembakaran sampah dapat mengganggu kesehatan manusia. Nilai pengukuran yang berbeda dipengaruhi oleh skala pembakaran dan media subjek yang dibakar.

#### 4.7 Pengujian Implementasi Rancangan

Pada pengujian ini dilakukan guna menjawab rumusan masalah pada penelitian ini apakah alat yang dirancang sudah siap digunakan berdasarkan pengujian-pengujian yang dilakukan sebelumnya. Pengujian ini menggunakan jenis kendaraan BMW E36 seri 318i tahun 1991 karena memiliki indikasi kebocoran gas CO pada kabin mobil tersebut.

Pada pengujian ini dilakukan di dalam kabin mobil, alat di letakkan pada handrest tengah mobil dengan variasi waktu berbeda. Rancangan diletakan dibawah dashboard mobil. Pengukuran dilakukan dengan kondisi AC mobil dihidupkan selama 15 menit dengan jeda waktu 3 menit. Adapun pengambilan data diambil pada saat menit ketiga setiap pengujian. Hasil pengujian dapat dilihat terjadi perbedaan yang tidak signifikan dan tidak berpengaruh pada kesehatan manusia namun berdasarkan perubahan nilai, maka diketahui bahwa terjadi kebocoran gas karbon monoksida pada kabin mobil tersebut. Hasil pengujian terdapat kemungkinan terjadi perbedaan pengukuran apabila durasi waktu yang lebih lama dan performa dari AC mobil tersebut. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Pada Kabin Mobil

Waktu pengujian	Sensor (PPM)	CO meter (PPM)	Akurasi (%)	Error (%)	Buzzer	LED	Status	Merek mobil
0-3 menit	10,76	10,13	94,18	5,82	Padam	Padam	Baik	BMW E36 318i
3-6 menit	11,32	10,91	96,35	3,65	Padam	Padam	Baik	
6-9 menit	14,97	13,74	95,78	4,22	Padam	Padam	Baik	
9-12 menit	15,18	14,26	93,90	6,10	Padam	Padam	Baik	
12-15 menit	24,5	22,74	92,82	7,18	Padam	Padam	Baik	

Dokumentasi pengujian pada kabin mobil dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15. Dokumentasi Pengujian Kabin Mobil

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap rancangan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Rancangan terdiri dari Arduino Pro Micro sebagai mikrokontroler, sensor MQ-7 sebagai pengukur gas karbon monoksida, LCD 16x2 sebagai media penampil, LED dan buzzer sebagai indikator peringatan.
2. Rancangan memiliki akurasi sebesar 96,7% dan error sebesar 3,3% dengan kemampuan maksimal jarak ukur 55 cm. Hal ini dipengaruhi oleh kualitas sensor yang digunakan, alat pembanding yang digunakan dan akurasi pembacaan nilai.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan, didapatkan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Membuat reaksi ketika terjadi kelebihan gas CO dengan membuka kaca mobil.
2. Menggunakan variasi sensor dan alat pembanding lainnya.
3. Menggunakan variasi pengujian guna mendapatkan unjuk kerja yang lebih spesifik.
4. Pengembangan rancangan dengan tujuan dapat digunakan dalam aspek lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andyn Meilyndawati. 2012. Pengaruh Penambahan Glass Wool Dan Zeolit Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang Karbondioksida, Karbon Monoksida, Hidrokarbon, Dan Oksigen Pada Knalpot Sepeda Motor. Ahli Madya Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan.Yogyakarta.
- Ardiyanto, Vandik (2017) Sistem *Monitoring* Level Air Di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo. Other thesis, STMIK Sinar Nusantara Surakarta.
- Fauzi, E. C. (2021). *Monitoring* Kadar Karbon Monoksida Dalam Mobil Dengan Sensor Mq-9 Berbasis Arduino. *II(Lcd)*, 10–14.
- Hemida Wahyu Isramadhanti, 2021. Gambaran Kualitas Udara di Kota Yogyakarta Berdasarkan Pemantauan *Air Quality Monitoring System* Tahun 2019-2020. Tugas akhir. Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta
- Listianto, R. D., Sunardi, S., & Puriyanto, R. D. (2019). *Monitoring* Tegangan Baterai Lithium Polymer pada Robot Sepak Bola Beroda secara Nirkabel. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, *1*(1), 1. <https://doi.org/10.12928/biste.v1i1.826>
- M. Nur Aziz. 2016. Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kadar Gas Karbon Monoksida dan Senyawa Hidrokarbon Pada Kabin Mobil Menggunakan sensor Gas TGS 2201 Berbasis Arduino. Skripsi. Program sarjana fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Muchidin, Zainul. 2019. Rancang Bangun Alat Identifikasi Penyakit Diabetes Melitus Melalui Urine Menggunakan Sensor Gas Dan Jaringan Syaraf Tiruan. undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Nurfauzi, A. (2020). *Prototype* Sistem CO *Detector* Pada Cabin Mobil. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, *2*(2), 103–115. <https://doi.org/10.21831/jpvo.v2i2.32347>
- Perdana, A., Fatchur Rochim, A., & Didik Widiyanto, E. (2013). Purwarupa Sistem Pemantau dan Peringatan Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) pada Kabin Mobil Berbasis Mikrokontroler ATmega8. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, *1*(2), 34. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.1.2.2013.34-41>
- Rahmad Riadi Prasetyo. 2016. Rancang Bangun Pengendali Pagar Otomatis

- Menggunakan Modem Berbasis Android. Skripsi. Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Ramadhan Furqoni. 2020. Rancang Bangun Pemanfaatan Sistem Rfid Untuk Kemudahan *Login* Pembayaran. Tugas Akhir. Program Studi Teknologi Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Akakom Yogyakarta
- Riswandi. 2019. Sistem Kontrol *Vertical Garden* Menggunakan NODEMCU ESP8266 Berbasis Android. Skripsi. Program Sarjana Teknik Informatika. UIN Alauddin. Makassar.
- Septian, G., Mardiaty, R., & Effendi, M. R. (2019). Perancangan Sistem Deteksi Gas Karbon Monoksida Berbasis Mikrokontroler Arduino pada Kendaraan Roda Empat *Design of Carbon Monoxide Detector Based on Arduino Microcontroller for Four-Wheel Vehicle*. Seminar Nasional Teknik Elektro 2019, November 2019, 569–575.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Skrip Program pada Arduino

```
#include "MQ7.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
MQ7 mq7(A0,5.0);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup()
{
  Serial.begin(57600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
}
void loop() {
  Serial.println(mq7.getPPM());
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.print(mq7.getPPM());
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(" PPM");
  delay(1000);
  if (mq7.getPPM()>500.00) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BERBAHAYA");}
  if (mq7.getPPM()>200.00 && mq7.getPPM()<=500.00) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SANGAT TIDAK SEHAT");}
  if (mq7.getPPM()>100.00 && mq7.getPPM()<=200.00) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("TIDAK SEHAT");}
  if (mq7.getPPM()>50.00 && mq7.getPPM()<=100.00) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SEDANG");}
  if (mq7.getPPM()<=50.00) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BAIK");}
  else{
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("BAIK");}
  if (mq7.getPPM()>100.00) {
    digitalWrite(10,HIGH);
    digitalWrite(7, HIGH);}
  else{
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(7, LOW);} }
```

Lampiran 2. *Datasheet* Sensor MQ-7

**TECHNICAL DATA****MQ-7 GAS SENSOR****FEATURES**

- \* High sensitivity to carbon monoxide
- \* Stable and long life

**APPLICATION**

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

**SPECIFICATIONS**

## A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
V <sub>H</sub> (H)	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
V <sub>H</sub> (L)	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
R <sub>L</sub>	Load resistance	Can adjust	
R <sub>H</sub>	Heating resistance	33Ω±5%	Room temperature
T <sub>H</sub> (H)	Heating time (high)	60±1 seconds	
T <sub>H</sub> (L)	Heating time (low)	90±1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

## b. Environment conditions

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
T <sub>ao</sub>	Using temperature	-20℃-50℃	
T <sub>as</sub>	Storage temperature	-20℃-50℃	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

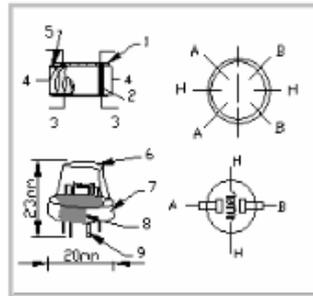
## c. Sensitivity characteristic

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
R <sub>s</sub>	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
α (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	R <sub>s</sub> (300ppm)/R <sub>s</sub> (100ppm)
Standard working condition	Temperature -20℃±2℃	relative humidity 65%±5%	RL:10KΩ±5%
	Vc:5V±0.1V	VH:5V±0.1V	VH:1.4V±0.1V
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

## D. Structure and configuration, basic measuring circuit

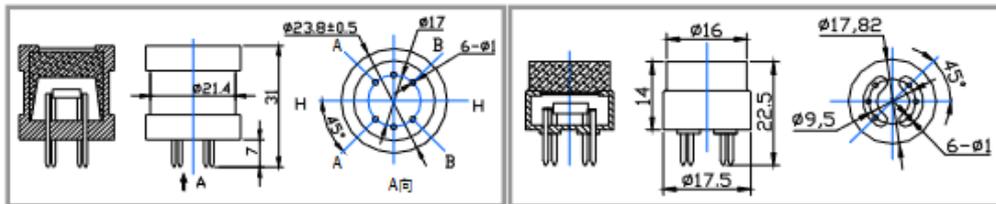
Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO <sub>2</sub>
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SU/S316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1



**Standard circuit:**

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

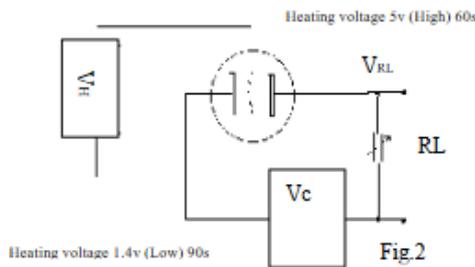


Fig.2

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

**E. Sensitivity characteristic curve**

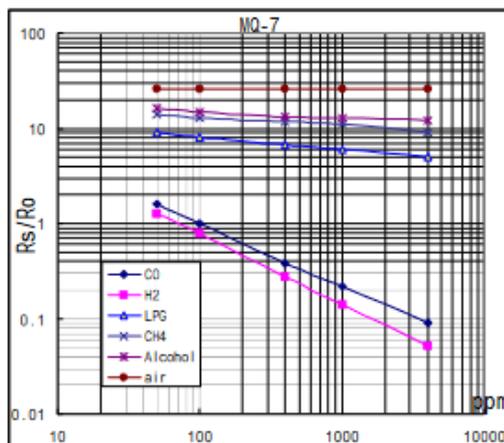


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

- in their: Temp: 20℃ .
- Humidity: 65% .
- O<sub>2</sub> concentration 21%
- RL=10kΩ

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in the clean air.

Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

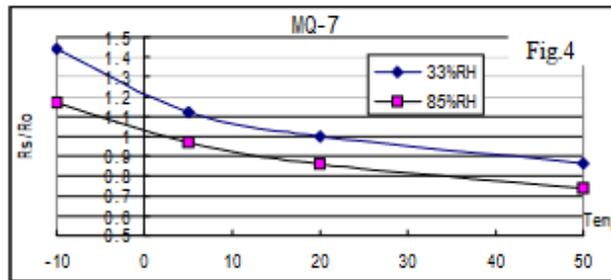


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.

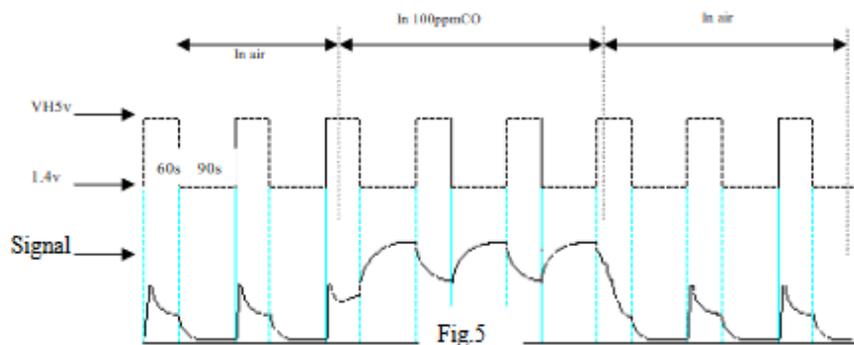
Rs: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

#### OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor  $R_s$  is obtained through effected voltage signal output of the load resistance  $R_L$  which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s \cdot R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of  $R_L$  signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of  $\text{SnO}_2$  with stability, So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

#### SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that( $R_L$ ) about  $10 \text{ K } \Omega$  ( $5 \text{ K } \Omega$  to  $47 \text{ K } \Omega$ )

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- Connect the sensor to the application circuit.
- Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- Adjust the load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- Adjust the another load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds.

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha X-Ride



Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha Jupiter Z



Lampiran 5. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Supra X



Lampiran 6. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Revo



Lampiran 7. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Honda Beat



Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Variasi Kendaraan Motor Yamaha Mio J



Lampiran 9. Dokumentasi Pengujian Pembakaran Sampah



Lampiran 10. Dokumentasi Pengujian Sampah



Lampiran 11. Jenis Mobil BMW E36 318i



Lampiran 12. Pengujian Pertama, 0-3 menit pada Mobil BMW E36 318i



Lampiran 13. Pengujian Kedua, 3-6 menit pada Mobil BMW E36 318i



Lampiran 14. Pengujian Ketiga, 6-9 menit pada Mobil BMW E36 318i



Lampiran 15. Pengujian Keempat, 9-12 menit pada Mobil BMW E36 318i



Lampiran 16. Pengujian Keempat, 12-15 menit pada Mobil BMW E36 318i

