

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR CO DAN CO₂
DALAM UDARA DI RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO**

SKRIPSI

Oleh:
REZA ANBEL HARBIAN
NIM. 210604110009



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR CO DAN CO₂
DALAM UDARA DI RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains**

**Oleh:
REZA ANBEL HARBIAN
NIM. 210604110009**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR CO DAN CO₂ DALAM UDARA DI RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

SKRIPSI

Oleh:
REZA ANBEL HARBIAN
NIM. 210604110009

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada tanggal, 26 Juni 2025

Pembimbing I



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II



Dr. Umaiyatus Syarifah, MA
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Kepala Program Studi



Dr. Khum Yazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

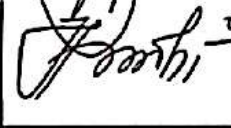
HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR CO DAN CO₂ DALAM UDARA DI RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

SKRIPSI

Oleh:
REZA ANBEL HARBIAN
NIM. 210604110009

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarja Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 24 Juni 2025

Penguji Utama :	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji :	<u>Ahmad Luthfin, M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Sekretaris Penguji :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Dr. Umaiyatus Syarifah, MA</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Fakultas Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Reza Anbel Harbian

NIM : 21060411009

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar CO dan CO₂ Dalam Udara di Ruang Berbasis Mikrokontroler Arduino

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 26 Juni 2025

Saya Membuat Pernyataan




Reza Anbel Harbian

NIM. 21060411009

MOTTO

It will pass, everything you've gone through. So make yourself happy, do what you like.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil ‘alamin sebagai bentuk rasa syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia, serta kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh cinta, hormat, dan terima kasih yang mendalam kepada keluarga tercinta, khususnya Ayahanda Joni Harbiantoro dan Ibunda Titin Rahayu, yang telah menjadi sosok inspiratif dalam hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang tulus, doa yang tak pernah putus, nasihat yang penuh makna, serta dukungan moral dan material yang tiada henti. Segala pengorbanan, kesabaran, dan perjuangan yang Bapak dan Ibu lakukan menjadi semangat utama dalam setiap langkah penulis. Tak lupa, kepada saudara penulis, Assykal Harbiantoro, yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam bentuk apa pun, menjadi tempat berbagi dan menguatkan di saat penulis berada dalam titik terendah sekalipun.

Semoga karya ini menjadi bagian kecil dari usaha penulis dalam membalas semua cinta, doa, dan pengorbanan yang telah diberikan dengan tulus oleh keluarga tercinta.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar CO dan CO₂ Dalam Udara di Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakiyyah, yakni Addinul Islam Wal Iman.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si, selaku ketua Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Farid Samsu Hananto, M.T., selaku dosen pembimbing I
5. Dr. Umaiyyatus Syarifah, MA selaku dosen pembimbing II.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Bapak, Ibu, adik serta keluarga di rumah yang selalu memberi doa dan dukungan, baik riil maupun materiil selama proses penelitian.

8. Teman-teman Fisika yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 26 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi

BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat.....	6

BAB II	7
2.1 Kualitas Udara	7
2.2 Gas Karbon Monoksida (CO).....	8
2.3 Gas Karbon Dioksida (CO ₂).....	8
2.4 Arduino Uno	9
2.5 Software Arduino IDE	10
2.6 Sensor	11
2.6.1 Sensor MQ-7	11
2.6.2 Sensor MQ-135	13
2.7 Blower	14
2.8 LCD	15
2.9 Penelitian Terkait	15
2.10 Kerangka Berpikir	16

BAB III	17
3.1 Jenis Penelitian	17

3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3	Alat dan Bahan	17
3.3.1	Perangkat Keras (Hardware)	17
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	18
3.4	Diagram Alir Penelitian	18
3.5	Prosedur Penelitian	19
3.5.1	Studi Literatur	19
3.5.2	Perancangan Sistem	19
3.5.3	Teknik Pengambilan Data	22
3.5.4	Teknik Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Penelitian.....	25
4.1.1	Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	25
4.1.2	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	26
4.1.3	Kalibrasi Sensor MQ-135 dan MQ-7	28
4.2	Data Hasil Pengujian	32
4.3	Pembahasan	34
4.4	Integrasi dengan Al-Qur'an	37
BAB V PENUTUP.....		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN.....		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Uno	9
Gambar 2. 2 Software Arduino IDE	10
Gambar 2. 3 Sensor MQ-7.....	11
Gambar 2. 4 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-7	12
Gambar 2. 5 Sensor MQ-135.....	13
Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 (Sai et al., 2019).....	13
Gambar 2. 7 Blower.....	14
Gambar 2. 8 LCD	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Alat	19
Gambar 3. 3 Diagram Blok.....	20
Gambar 4. 1 Rangkaian Alat Monitoring Kadar Gas CO dan CO ₂	26
Gambar 4. 2 Tampilan Web Plot Digitizer pada MQ-7	29
Gambar 4. 3 Tampilan Web Plot Digitizer pada MQ-135	29
Gambar 4. 4 Tampilan Data Perpotongan X dan Y Kurva MQ-7.....	30
Gambar 4. 5 Tampilan Data Perpotongan X dan Y Kurva MQ-135.....	30
Gambar 4. 6 Tampilan Power Regression Sensor MQ-7.....	31
Gambar 4.7 Tampilan Power Regression Sensor MQ-135.....	31
Gambar 4. 8 Tampilan Coding pada Sensor MQ-7	31
Gambar 4. 9 Tampilan Coding pada Sensor MQ-135	32
Gambar 4. 10 Diagram Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO).....	33
Gambar 4. 11 Diagram Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO ₂).....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO)	22
Tabel 3. 2	Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Dioksida (CO ₂)..	22
Tabel 4. 1	Pin out Arduino Uno dengan Sensor MQ-135.....	25
Tabel 4. 2	Pin out Arduino Uno dengan Sensor MQ-7.....	25
Tabel 4. 3	Pin out Arduino Uno dengan LED RGB	26
Tabel 4. 4	Pin out Arduino Uno dengan Motor Driver yang dihubungkan Blower	26
Tabel 4. 5	Pin out Arduino Uno dengan LCD	26
Tabel 4. 6	Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO)	32
Tabel 4. 7	Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Dioksida (CO ₂) ..	32

ABSTRAK

Harbian, Reza Anbel. 2025. **Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar CO dan CO₂ Dalam Udara Di Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto S.Si., M.T (II) Dr. Umaiatus Syarifah, MA

Kata Kunci: CO, CO₂, Arduino, sensor MQ-7, sensor MQ-135.

Kualitas udara dalam ruangan memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan manusia, terutama karena sebagian besar aktivitas harian dilakukan di dalam ruangan. Polusi udara seperti gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) dapat menimbulkan gangguan pernapasan dan penyakit serius apabila melebihi ambang batas aman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat monitoring kadar gas CO dan CO₂ dalam ruangan berbasis mikrokontroler Arduino Uno, yang dilengkapi dengan sistem blower otomatis dan indikator LED. Sensor MQ-7 digunakan untuk mendeteksi gas CO, sedangkan MQ-135 digunakan untuk mendeteksi gas CO₂. Data sensor dikalibrasi menggunakan WebPlotDigitizer dan dianalisis melalui persamaan regresi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi kadar gas secara real-time, menampilkan data pada LCD, serta memberikan respon otomatis melalui aktivasi blower dan perubahan warna LED sesuai tingkat bahaya. Rata-rata konsentrasi CO tercatat 51.1 ppm dan CO₂ sebesar 479.7 ppm, dengan respon sistem yang cepat dan akurat. Alat ini juga mencerminkan nilai-nilai Islam dalam menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan umat. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi solusi efektif dan ekonomis untuk memantau kualitas udara dalam ruang tertutup.

ABSTRACT

Harbian, Reza Anbel. 2025. **Design of Monitoring Tool for CO and CO₂ Levels in Indoor Air Based on Arduino Uno Microcontroller.** Undergraduated Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisor: (I) Farid Samsu Hananto S.Si., M.T. (II) Dr. Umaiatus Syarifah, MA

Kata Kunci: CO, CO₂, Arduino, MQ-7 sensor, MQ-135 sensor

Indoor air quality plays an important role in maintaining human health, especially since most daily activities are carried out indoors. Air pollution such as carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) gases can cause respiratory problems and serious illness if they exceed the safe threshold. This study aims to design and build a monitoring tool for CO and CO₂ gas levels in an Arduino Uno microcontroller-based room, which is equipped with an automatic blower system and LED indicators. The MQ-7 sensor is used to detect CO gas, while the MQ-135 is used to detect CO₂ gas. Sensor data is calibrated using WebPlotDigitizer and analyzed through regression equations. The test results show that the device is able to detect gas levels in real-time, display data on the LCD, and provide an automatic response through blower activation and LED color changes according to the level of danger. The average CO concentration was recorded at 51.1 ppm and CO₂ at 479.7 ppm, with a fast and accurate system response. This tool also reflects Islamic values in maintaining environmental cleanliness and the health of the people. Thus, this tool can be an effective and economical solution for monitoring air quality in enclosed spaces.

مستخلص البحث

هاربيان، ريزا أنبيل. 2025. تصميم وبناء جهاز لمراقبة نسبة CO و CO₂ في الهواء داخل الغرفة يعتمد على المتحكم الدقيق أردوينو أونو. بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) فريد سامسو هانانتو، الماجستير (2) الدكتورة. أمية الشريفة، الماجستير

الكلمة الرئيسية: CO₂، CO، أردوينو، مستشعر MQ-7، مستشعر MQ-135. تلعب جودة الهواء داخل المباني دورًا هامًا في الحفاظ على صحة الإنسان، خاصةً لأن معظم الأنشطة اليومية تُجرى داخل المباني. يمكن أن تتسبب تلوث الهواء مثل غاز أحادي أكسيد الكربون (CO) وثنائي أكسيد الكربون (CO₂) في مشاكل تنفسية وأمراض خطيرة إذا تجاوزت الحدود الآمنة. تهدف هذه الدراسة إلى تصميم وبناء أداة لمراقبة مستوى غاز CO و CO₂ في الداخل تعتمد على ميكروكنتروлер أردوينو أونو، مزودة بنظام مروحة أوتوماتيكية ومؤشر LED. يتم استخدام حساس MQ-7 لاكتشاف غاز CO، بينما يتم استخدام MQ-135 لاكتشاف غاز CO₂. تمت معايرة بيانات المستشعر باستخدام WebPlotDigitizer وتم تحليلها من خلال معادلة الانحدار. أظهرت نتائج الاختبار أن الأداة قادرة على الكشف عن مستويات الغاز في الوقت الحقيقي، وعرض البيانات على شاشة LCD، وتقديم استجابة تلقائية من خلال تنشيط المروحة وتغيير لون LED وفقًا لمستوى الخطر. تم تسجيل متوسط تركيز أول أكسيد الكربون عند 51.1 ppm و CO₂ بمقدار 479.7 ppm، مع استجابة سريعة ودقيقة للنظام. تعكس هذه الأداة أيضًا قيم الإسلام في الحفاظ على نظافة البيئة وصحة الأمة. وبالتالي، يمكن أن تكون هذه الأداة حلًا فعالًا واقتصاديًا لمراقبة جودة الهواء في الأماكن المغلقة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah suatu campuran gas yang ditemukan pada lapisan yang mengelilingi bumi (atmosfer), memiliki komposisi yang tidak selalu konstan. Udara merupakan campuran gas yang sangat penting bagi kehidupan di bumi dan memiliki peran vital dalam berbagai proses alam, termasuk pernapasan, fotosintesis, serta pengaturan iklim dan cuaca. Oleh karena itu, udara harus dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya. (Hendi & Sumanto, 2024).

Dalam konteks global, polusi udara telah menjadi isu lingkungan yang serius. Polusi udara yang tinggi ini kini merusak kesehatan orang Indonesia. Beberapa wilayah di Indonesia tingkatnya jauh lebih buruk. Rata-rata orang Indonesia dapat kehilangan 1,2 tahun harapan hidup pada tingkat polusi saat ini, menurut Indeks Kualitas Udara Kehidupan (AQLI), karena kualitas udara gagal memenuhi pedoman Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) untuk konsentrasi unsur partikulat halus (PM_{2,5}). Indeks polusi, yang dikembangkan oleh Michael Greenstone dan rekan di *Energy Policy Institute at the University of Chicago* (EPIC), menunjukkan bahwa dampak kesehatan jauh lebih besar di beberapa bagian negara dengan polusi partikulat yang tinggi (Greenstone & Fan, 2019).

Malang merupakan salah satu kota terbesar di Jawa Timur dengan pertumbuhan ekonomi dan transportasi yang pesat, dan menghadapi masalah kualitas udara yang signifikan. Pada tahun 2023, konsentrasi tertinggi PM 2.5 di Kota Malang mencapai 101.2 g/m³, mencapai level tidak sehat 47 kali (Muhaimin et al., 2024).

Ruangan yang bersih adalah ruangan yang sehat. Berarti bahwa sebuah ruangan harus dibersihkan dari debu, sampah, dan bahkan udara kotor dengan sistem sirkulasi udara yang baik. Namun, tidak semua ruangan dapat dianggap bersih (Widodo et al., 2017). Pencemaran udara dalam ruang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena orang lebih banyak menghabiskan waktu di dalam rumah. Oleh karena itu, rumah sangat penting sebagai lingkungan mikro yang berhubungan dengan risiko pencemaran udara (Kurniawan et al., 2023).

Sebagaimana dinyatakan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, penyakit ISPA selalu berada di posisi teratas. pertama dari sepuluh penyakit terbanyak di Indonesia menunjukkan bahwa polusi udara memiliki efek jangka pendek, seperti iritasi mata dan tenggorokan, serta efek jangka panjang, seperti kanker paru-paru, asma, kanker nasofaring dan laring dan penyakit pernapasan (A'yun & Umaroh, 2022). Menurut WHO lebih dari 1,5 juta orang meninggal akibat polusi didalam ruangan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Ramadhani et al., 2023).

Selain itu, menurut *United States Enviromental Protection Agency* (EPA) sekitar 80 hingga 90 persen orang hidup di dalam ruangan (seperti rumah, kantor, restoran, dll.), yang berarti bahwa polusi udara dalam ruangan 2 hingga 10 kali lebih berbahaya dibandingkan polusi udara luar ruangan. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak polusi di dalam ruangan, semakin besar ancaman bagi kesehatan (A'yun & Umaroh, 2022).

Kualitas udara yang memenuhi standar kesehatan adalah komponen penting dalam menjaga lingkungan yang sehat. Semua makhluk hidup membutuhkan

oksigen dari udara yang sehat. Namun, selain oksigen, udara juga mengandung zat seperti karbon monoksida, karbon dioksida, jamur, bakteri, virus, debu, dan sebagainya. Oksigen di dalam maupun di luar ruangan dapat tercemar dengan bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Kadar zat-zat dapat dikontrol dalam beberapa batas, tetapi jika melebihi batas normal dapat berbahaya bagi kesehatan. Menurut *World Health Organization* (WHO), zat berbahaya yang berasal dari struktur, material konstruksi, peralatan, proses pembakaran, atau pemanasan dapat menyebabkan masalah kesehatan (Novelan, 2020).

Dalam perspektif Islam, menjaga lingkungan, termasuk kualitas udara, merupakan bagian dari tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi. Q.S. al-A'raf [7]:56 disebutkan,

رَحِمَتْ إِنَّ وَطَمَعًا خَوْفًا وَادْعُوهُ إِصْلَاحَهَا بَعْدَ الْأَرْضِ فِي تَفْسِدُوا وَلَا
الْمُحْسِنِينَ مِّن قَرِيبُ اللَّهِ

"Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik."

Dalam Tafsir al-Misbah, Shihab menyatakan bahwa ayat ini melarang manusia untuk merusak bumi setelah Allah telah menciptakannya dengan sempurna. Pencemaran lingkungan, penebangan hutan liar, dan peperangan adalah beberapa contoh tindakan yang dapat merusak keseimbangan dan keharmonisan alam. Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT membuat alam raya dengan kasih sayang dan rahmat. Jadi, sebagai khalifah di bumi, manusia harus menjaganya dengan sebaik-baiknya (Shihab, 2021).

Salah satu bentuk tanggung jawab sebagai seorang khalifah adalah menjaga kebersihan. Kebersihan lingkungan yang terjaga merupakan kunci utama dalam

menciptakan kesehatan yang optimal, karena udara yang bersih dan bebas dari polusi akan mengurangi risiko gangguan pernapasan dan penyakit berbahaya. Bahkan islam mengajarkan manusia untuk menjaga kesehatan seperti yang disebutkan dalam Q.S at-Taubah [9]:108

الْمُطَهِّرِينَ يُحِبُّ وَاللَّهُ يَتَّطَهَّرُونَ أَنْ يُحِبُّونَ رَجَالٌ فِيهِ

“Di dalamnya ada orang-orang yang gemar membersihkan diri. Allah menyukai orang-orang yang membersihkan diri.”

Memantau kandungan gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) sangat penting bagi makhluk hidup. Salah satu cara untuk mengukur dan memantau kandungan gas tersebut adalah dengan memasang sensor di lokasi yang dianggap memiliki kandungan polutan tinggi, kemudian memantau kondisi udara di lokasi tersebut (Kurniawan et al., 2023).

Secara keseluruhan, integrasi antara penelitian ilmiah dengan prinsip-prinsip yang terdapat dalam al-Quran menunjukkan bahwa perubahan positif dalam kesehatan, seperti pada penelitian yang akan saya lakukan dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler Arduino, sensor MQ-7, dan sensor MQ-135 untuk memantau kadar gas CO dan CO₂. Dimana alat ini juga dilengkapi dengan blower yang secara otomatis aktif saat kadar gas melebihi ambang batas, alat pemantau ini dirancang untuk menjadi solusi yang efektif dalam mendeteksi gas berbahaya serta dapat memberikan solusi praktis untuk menjaga kualitas udara, sehingga kesehatan dan kenyamanan di ruangan tertutup tetap terjamin.

Oleh karena itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan alat monitoring yang tidak hanya mendeteksi keberadaan gas, tetapi juga memberikan peringatan dini guna meminimalkan risiko kesehatan yang ditimbulkan dan

diharapkan masyarakat dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas udara, terutama di ruangan dengan ventilasi minim atau area yang rentan terhadap polusi udara.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang alat yang mampu mendeteksi kadar gas PPM (CO dan CO₂) di dalam ruangan berbasis mikrokontroler arduino?
2. Bagaimana cara otomatisasi udara yang tercemar oleh gas (CO dan CO₂) menggunakan blower?
3. Bagaimana mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan perangkat lain agar alat dapat bekerja secara optimal untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan tertutup?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara merancang alat yang mampu mendeteksi kadar gas PPM (CO dan CO₂) di dalam ruangan berbasis mikrokontroler arduino
2. Untuk mengetahui cara otomatisasi udara yang tercemar oleh gas (CO dan CO₂) menggunakan blower
3. Untuk mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan perangkat lain agar alat dapat bekerja secara optimal untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan tertutup

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat monitoring hanya dirancang untuk mendeteksi gas CO dan CO₂, tidak mencakup gas lainnya.
2. Penelitian dilakukan dalam lingkungan ruangan tertutup dengan variasi kondisi terbatas.
3. Penelitian ini menggunakan alat mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengolahan data dari sensor.
4. Data monitoring akan ditampilkan berupa layar LCD.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mencegah gangguan pernapasan akibat paparan gas berlebihan dengan menjaga kualitas udara dalam ruangan.
2. Menyediakan teknologi yang mendukung pengelolaan udara bersih di ruang tertutup, terutama di area dengan potensi tinggi emisi gas berlebihan.
3. Memberikan solusi inovatif yang mudah digunakan untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan udara dalam ruangan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Udara

Udara mengandung gas-gas yang diperlukan, seperti oksigen, yang diperlukan untuk pernafasan, dan nitrogen, yang sangat penting untuk tumbuh sebagai bahan makanan tumbuhan, udara sangat penting untuk keberlangsungan hidup makhluk di Bumi. Sifat-sifat udara adalah gas, massa, menempati ruang, tekanan, dan memuai saat dipanaskan dan menyusut saat perpisahan. Selain itu, bentuk, volume, dan massa udara berubah-ubah (Lestari et al., 2021).

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi Bumi dan merupakan salah satu komponen penting bagi kelangsungan makhluk hidup. Pencemaran udara di lingkungan tempat kita tinggal sangat tidak terkontrol, menyebabkan kualitas udara buruk yang berbahaya bagi kesehatan. Sistem pernapasan manusia dan makhluk hidup lainnya akan mati jika udara tidak sehat (Aji & Kautsar, 2024).

Polusi udara adalah ketika zat, energi, dan atau bahan lain dimasukkan ke dalam udara oleh kegiatan manusia sehingga melampaui standar mutu udara yang telah ditetapkan (Novelan, 2020). Polusi udara luar ruangan dapat masuk ke dalam ruangan melalui jendela, pintu, dan ventilasi, dimana terjadi paparan partikel karbon dioksida dan polutan lainnya di udara atau debu di dalam ruangan. Contoh polusi udara dalam ruangan termasuk gas, seperti karbon monoksida dan zat radioaktif, dan antara lain (Candrasari et al., 2023).

Kualitas udara dalam ruangan yang baik adalah udara yang bebas dari iritasi, pencemaran, ketidaknyamanan, atau terganggunya kesehatan penghuni, dan perlu

mendapat perhatian khusus. Kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor penting bagi kesehatan manusia karena polusi udara dalam ruangan memiliki dampak yang lebih berbahaya dibandingkan polusi udara di luar ruangan (A'yun & Umaroh, 2022).

2.2 Gas Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas kembar yang tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar yang digunakan untuk membuat banyak senyawa organik dan anorganik. Setelah menghirup udara, karbon monoksida bergabung dengan molekul hemoglobin pada sel darah merah sebagai pengganti oksigen. Karbon monoksida adalah racun yang kerjanya cepat karena mengikat hemoglobin dengan dua ratus kali lebih baik daripada oksigen, mencegah hemoglobin membawa oksigen ke jaringan tubuh lainnya (Widodo et al., 2017).

Gas karbon monoksida (CO) memiliki satuan *parts per million* (PPM), yang merupakan satuan yang sering digunakan dalam kimia analisis untuk menggambarkan senyawa kimia yang terdiri dari atau terdiri dari gas (Septryanti, A., Sari, L. I., & Probonegoro, 2023).

2.3 Gas Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) tidak mudah terbakar, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa sedikit asam, dan tidak menyala pada suhu ruangan. Sangat mudah menguap dalam bentuk padat dan cair, karbon dioksida dapat segera dilepaskan sebagai gas (Widodo et al., 2017).

- *Length* 68.6 mm
- *Width* 53.4 mm
- *Weight* 25 g

Arduino adalah pengendali mikro satu papan yang bersifat *open-source* yang berasal dari platform *Wiring*. Dirancang untuk mempermudah penggunaan elektronik dalam berbagai jenis aplikasi. Hardwarenya terdiri dari prosesor Atmel AVR, dan programnya menggunakan bahasa pemrograman khusus (Sasmoko, 2021).

Komponen elektronik yang disebut Arduino Uno terdiri dari board mikrikontroler berbasis Atmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output, termasuk 6 pin untuk *output* PWM, 6 *analog input*, *cristal osilator* 16 Mhz, koneksi USB, *header* ICSP, dan tombol reset (Rusmuriadi & Somawirata, 2023).

2.5 Software Arduino IDE



Gambar 2. 2 Software Arduino IDE

Software Arduino IDE digunakan untuk membuat *sketch prototyping* atau dengan kata lain, sebagai media untuk memprogram *board* yang ingin diprogram. Dapat berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload, dan mengkodekan program tertentu dengan Arduino IDE. Arduino IDE berbasis bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C/C++ (*wiring*), yang memudahkan operasi *input* dan *output* (Kamal et al., 2023).

Software Arduino IDE memungkinkan kita untuk memodelkan parameter rangkaian analog dan digital. Ini termasuk kemampuan untuk memodelkan berbagai rancangan rangkaian, menguji rangkaian dengan berbagai potensi komponen, dan memeriksa sifat rangkaian secara keseluruhan dengan melakukan analisis AC/DC (Kamal et al., 2023).

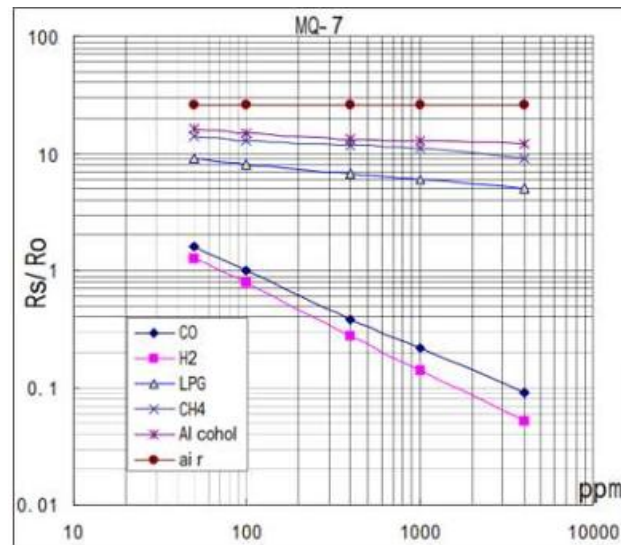
2.6 Sensor

2.6.1 Sensor MQ-7



Gambar 2. 3 Sensor MQ-7

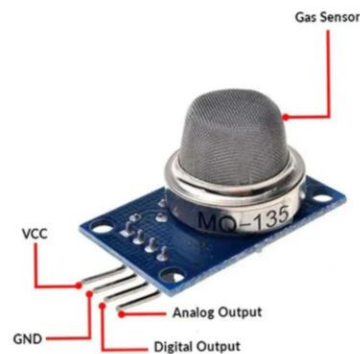
Sensor gas MQ-7 mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor ini menggunakan catu daya *heater* : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian : 5VDC (Sasmoko, 2021). Sensor ini memiliki kelebihan sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan bertahan lama (Rosa et al., 2020).



Gambar 2. 4 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-7

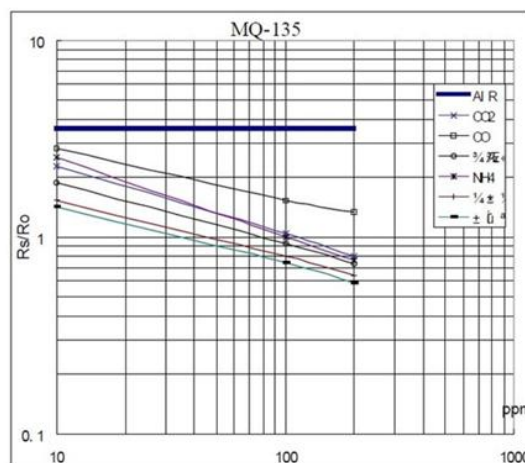
Nilai $R_s/R_o = 1$ menunjukkan kondisi ketika resistansi sensor (R_s) dalam udara bersih (tanpa karbon monoksida) sama dengan resistansi sensor (R_o) dalam kondisi kalibrasi (biasanya udara bersih dengan konsentrasi CO tertentu). Dengan kata lain, pada titik ini, sensor belum mendeteksi adanya konsentrasi karbon monoksida (CO) yang signifikan, atau konsentrasi CO yang terdeteksi masih berada dalam batas normal kalibrasi. Sensitivitas sensor MQ7 terhadap gas CO menunjukkan bahwa rasio resistansi sensor (R_s/R_o) adalah 1 pada konsentrasi gas CO 100 ppm, yang berarti $R_s = R_o$ pada konsentrasi CO 100 ppm. (Zidni et al., 2022).

2.6.2 Sensor MQ-135



Gambar 2. 5 Sensor MQ-135

Sensor kimia MQ-135 sensitif terhadap banyak senyawa, termasuk CO_2 . Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas-gas. Karena nilainya praktis dan tidak memakan banyak daya, sensor ini sangat cocok untuk penggunaan penanda bahaya polusi (Rosa et al., 2020).



Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-135 (Sai et al., 2019)

Untuk menentukan titik perpotongan x dan y, sensitivitas grafik digunakan. Grafik ini menunjukkan hubungan antara ppm dan R_s/R_o . Ini akan digunakan dalam program Arduino untuk kalibrasi. Titik-titik perpotongan hubungan antara x dan y ini ditempatkan pada garis yang sesuai dengan konsentrasi gas yang akan

diukur. Grafik menggunakan skala linier dan skala log-log. Nilai $R_S/R_O = 1$ menunjukkan kondisi ketika resistansi sensor (R_S) dalam udara bersih (tanpa karbon dioksida) sama dengan resistansi sensor (R_O) dalam kondisi kalibrasi (biasanya udara bersih dengan konsentrasi CO_2 tertentu). Dengan kata lain, pada titik ini, sensor belum mendeteksi adanya konsentrasi karbon dioksida (CO_2) yang signifikan, atau konsentrasi CO_2 yang terdeteksi masih berada dalam batas normal kalibrasi. Data konsentrasi gas berkisar dari 10 ppm hingga 200 ppm (Hendi & Sumanto, 2024).

MQ-135 beroperasi dengan tegangan 5 Volt dan mengeluarkan sinyal output analog. Nilai resistansi analog yang berubah pada pin outputnya menunjukkan hasil pembacaan kualitas udara. Meskipun tidak terlalu besar, MQ135 memiliki kinerja yang sangat baik (Aji & Kautsar, 2024).

2.7 Blower



Gambar 2. 7 Blower

Blower adalah alat yang digunakan untuk menyedot atau menyaring udara yang tidak diinginkan. Blower memiliki proses kerja yang sederhana, menggunakan kipas seperti kipas angin. Berbeda dengan kipas angin, blower memiliki lekukan kipas yang mengarah keluar karena tujuan utamanya adalah mengeluarkan udara dari dalam (Widodo et al., 2017).

2.8 LCD



Gambar 2. 8 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan dalam berbagai industri, seperti televisi, kalkulator, dan layar komputer. LCD berfungsi sebagai penampil untuk menampilkan status kerja alat (Widodo et al., 2017).

2.9 Penelitian Terkait

Adapun penelitian – penelitian sebelumnya yang relevan dengan rencana penelitian yang akan saya lakukan adalah:

1. Hanggoro Aji Al Kautsar (2024) dalam penelitiannya *Perancangan Alat Monitoring Kadar Gas CO₂ Di Udara Berbasis NodeMCU ESP 8266. Menggunakan MQ-135 sebagai sensor gas CO₂, LCD, buzzer dan aplikasi WA sebagai outputan*. Yang nantinya hasil dari deteksi sensor akan di tampilkan kepada ketiga outputan setelah memalui pemrosesan di Node MCU ESP8266.
2. Ade, Lili, dan Wishnu (2023) dalam penelitiannya *Pendeteksi Kadar Gas Karbon Monoksida Pada Ruangan Berbasis Arduino ATmega 328*. Alat ini menggunakan mikrokontroller Arduino ATmega328, sensor MQ 7 dan Kipas DC digunakan sebagai penghisap udara yang berada pada ruangan.
3. Arida, Bryan, dan Kevin (2020) dalam penelitiannya *Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135*. Menggunakan mikrokontroler Arduino nano, sensor MQ-7 dan sensor MQ-

135. Pada penelitiannya buzzer sebagai alat yang memberi sinyal apabila batas aman tidak sesuai dan nilai akan dimunculkan melalui LCD.

4. Muhammad Syahputra Novelan, (2020) dalam penelitiannya *Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android*. Penelitian ini menggunakan Arduino uno, sensor gas MQ-135, sensor suhu LM35, LCD, modul bluetooth sebagai alat komunikasi dan sebuah aplikasi Android.

2.10 Kerangka Berpikir

Penelitian kali ini mengacu pada penelitian sebelumnya bahwa pemanfaatan teknologi dibidang kesehatan sangat penting. Agar dapat menciptakan lingkungan yang sehat, salah satunya kita harus menjaga kualitas udara dalam ruangan. Rancang bangun alat monitoring berbasis mikrokontroler Arduino didesain untuk mendeteksi gas CO dan CO₂ menggunakan sensor MQ-7 dan MQ-135. Dimana sensor akan diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD. Jika kadar gas melampaui ambang batas aman, LED sebagai indikator penanda dimana terdapat 3 warna LED pada rangkaian yakni:

- LED hijau menandakan bahwa kualitas udara baik ketika kadar gas berada di batas aman,
- LED biru menandakan waspada yaitu ketika kadar gas mulai mendekati ambang batas berbahaya dimana pengguna harus berhati-hati dan mulai melakukan tindakan kecil untuk mencegah hal ini terjadi,
- LED merah menandakan bahaya, yang berarti kadar gas telah melampaui ambang batas aman dan membahayakan kesehatan dimana pada situasi seperti ini, tindakan penyaringan udara kotor secara cepat akan dilakukan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu penelitian yang dilakukan pengujian alat yang telah dirancang untuk mengukur kadar udara dan mendeteksi kadar gas CO dan CO₂ dalam ruangan tertutup.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Maret-Mei 2025 di rumah (Aryatama Regency 1) Kota Depok dan di kost (Jalan Joyosuko Timur No 15) Kota Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini mencakup perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Alat dan bahan yang digunakan diantaranya:

3.3.1 Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras (Hardware) yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Arduino Uno
2. Sensor gas MQ-7
3. Sensor gas MQ-135
4. *Driver Motor*
5. *Module Buck Stepdown*
6. Blower
7. LED RGB
8. LCD
9. Kabel Jumper

10. Papan PCB

11. *PCB Socket*

12. *Adaptor*

13. Papan dan Rumah Kaca Akrilik Ukuran 11×7×15 cm

14. *Laptop*

3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak (*Software*) yang digunakan yaitu *Software* Arduino Uno.

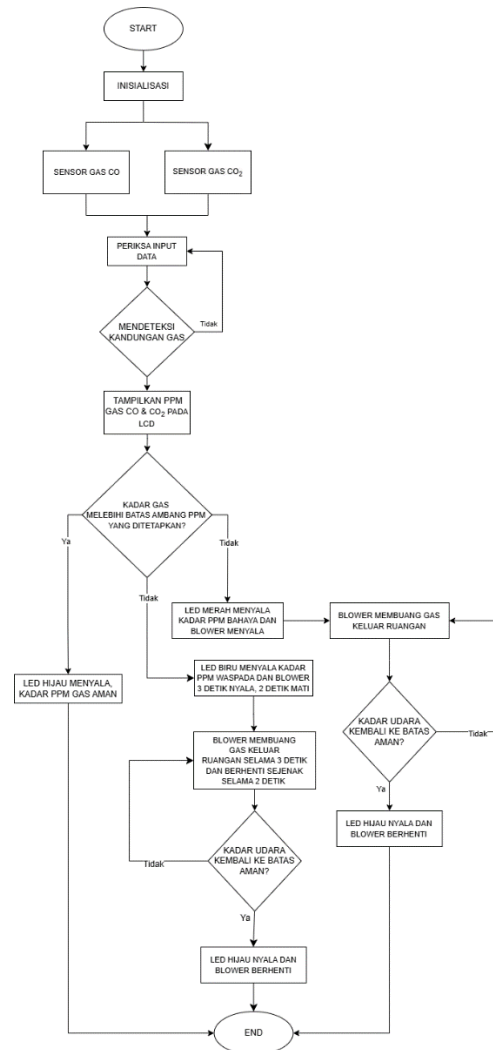
3.4 Diagram Alir Penelitian

Penelitian alat monitoring kadar udara bersih dan gas co, co₂ dalam ruangan berbasis mikrokontroler arduino uno memiliki tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan untuk mempermudah proses penelitian. Adapun diagram alir penelitian pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir alat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Alat

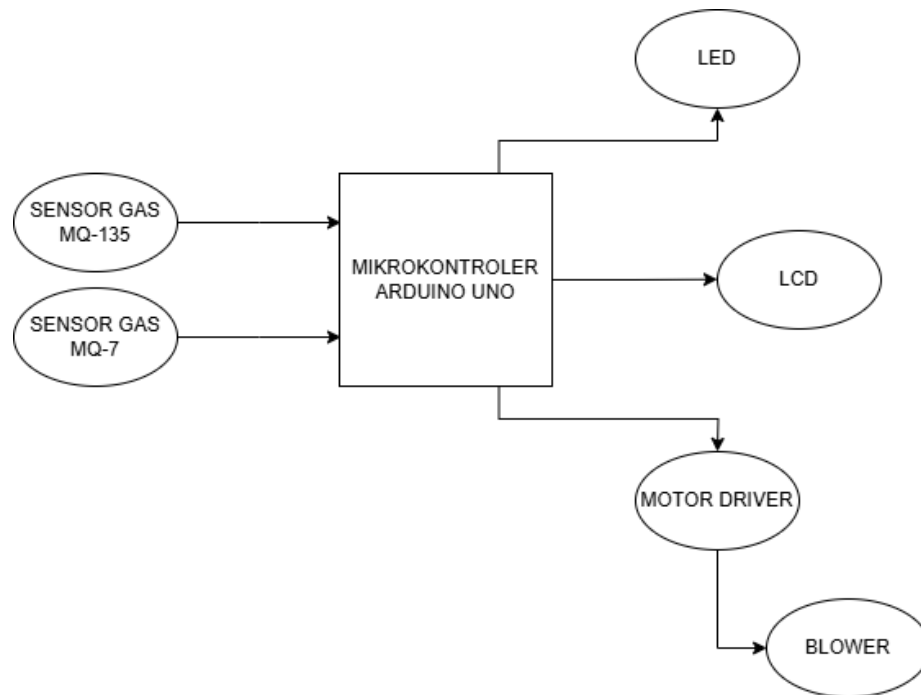
3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Studi Literatur

Tahap pertama yaitu studi literatur. Pada tahap literatur ini peneliti melakukan riset atau mengumpulkan informasi dari literatur yang relevan baik dari buku, jurnal, bahan dari internet maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.5.2 Perancangan Sistem

Perancangan alat yang dilakukan terhadap perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*) pada gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Diagram Blok

Adapun cara kerja rangkaian pada diagram blok diatas adalah:

1. Mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak atau pengontrol sistem pada semua perangkat. Dimana mikrokontroler bekerja sebagai pengolah data analog dari sensor menjadi data digital untuk mengaktifkan LCD, LED, dan blower.
2. Sensor gas MQ-135 sebagai pendeteksi gas karbon dioksida (CO₂).
3. Sensor gas MQ-7 sebagai pendeteksi gas karbon monoksida (CO).
4. LCD sebagai penampil data hasil ppm dari gas CO dan CO₂ yang terdeteksi.
5. LED sebagai indicator kadar gas yang ditampilkan pada LCD, dimana terdapat 3 warna LED pada rangkaian yakni:
 - LED hijau menandakan bahwa kualitas udara baik ketika kadar gas berada di batas aman,

- LED biru menandakan waspada yaitu ketika kadar gas mulai mendekati ambang batas berbahaya dimana pengguna harus berhati-hati dan mulai melakukan tindakan kecil untuk mencegah hal ini terjadi,
 - LED merah menandakan bahaya, yang berarti kadar gas telah melampaui ambang batas aman dan membahayakan kesehatan dimana pada situasi seperti ini, tindakan penyaringan udara kotor secara cepat akan dilakukan.
6. *Driver motor* sebagai saklar penghubung antara mikrokontroler dengan blower.
 7. Blower sebagai alat yang digunakan untuk menyedot atau menyaring gas yang berlebihan.

Setelah merancang perangkat keras, maka dihubungkanlah dengan *software* yang berfungsi untuk pemogram sebagai perintah didalam alat tersebut agar alat tersebut berjalan dengan baik. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *Software* Arduino IDE fungsinya yaitu sebagai pembuat *script* atau kode pemograman.

Pada saat memprogram Arduino IDE dibutuhkan kelancaran dalam *mengupload* program, karena jika salah maka program akan mengalami *error*. Adapun cara memprogram Arduino IDE, yaitu: (KINASIH & ISRAN, 2022).

1. Menghubungkan USB dengan laptop dan menentukan *serial port* yang digunakan, hal ini digunakan untuk memprogram *device manager*.
2. Menulis program pada editor dan kemudian *mengupload* data dengan menekan *verify*.

3. Setelah itu data-data dapat dilihat dengan memasukkan kata program (*void setup* kemudian *void loop*), kemudian lakukan proses *verify* dan *upload*, jika tidak ada *error* maka Arduino siap digunakan.
4. Setelah *upload* berhasil, pilih *Tools* -> *Serial Monitor*, setelah itu data dapat dilihat pada layar serial monitor.

3.5.3 Teknik Pengambilan Data

Data yang telah diperoleh dari hasil pengujian dimasukkan pada tabel 3.1 untuk pengukuran gas karbon monoksida (CO) dan pada tabel 3.2 untuk gas karbon dioksida (CO²). Berikut adalah tabel 3.1 dan 3.2:

Tabel 3. 1 Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO)

Waktu Pengukuran (+1 Menit/Percobaan)	Konsentrasi CO (PPM)	Warna Lampu (Hijau, Biru, Merah)	Status (Aman, Waspada, Bahaya)
1 Menit			
2 Menit			
3 Menit			
4 Menit			
5 Menit			

RATA-RATA PPM :

STANDAR DEVIASI :

Tabel 3. 2 Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Dioksida (CO₂)

Waktu Pengukuran (+1 Menit/Percobaan)	Konsentrasi CO ₂ (PPM)	Warna Lampu (Hijau, Biru, Merah)	Status (Aman, Waspada, Bahaya)
1 Menit			
2 Menit			
3 Menit			
4 Menit			
5 Menit			

RATA-RATA PPM :

STANDAR DEVIASI :

3.5.4 Teknik Analisis Data

Dilakukan pengukuran kadar gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) dalam ruangan menggunakan sensor selama rentang waktu

tertentu dengan menambah waktu 1 menit tiap percobaannya. Kolom-kolom dalam tabel mencakup waktu pengukuran, konsentrasi karbon monoksida dan dioksida dalam satuan ppm (*parts per million*), warna lampu (hijau, biru, merah) serta status yang menunjukkan apakah kadar CO berada dalam batas aman, waspada atau bahaya.

Proses analisis dimulai dengan mengkonversi tegangan keluaran sensor menjadi konsentrasi CO dan CO₂ menggunakan persamaan kalibrasi sensor. Setelah konversi dilakukan, status udara ditentukan berdasarkan ambang batas aman konsentrasi CO dan CO₂. Data yang diperoleh kemudian diproses dengan mengkonversi tegangan menjadi konsentrasi CO dan CO₂ sesuai dengan persamaan kalibrasi, dan hasilnya disusun dalam tabel untuk dianalisis lebih lanjut.

Selanjutnya, rata-rata konsentrasi CO dan CO₂ dihitung untuk memberikan gambaran keseluruhan tentang tingkat paparan CO dan CO₂ dalam rentang waktu yang diukur, sementara standar deviasi digunakan untuk mengukur seberapa besar variasi dari nilai rata-rata, yang juga memberikan informasi mengenai konsistensi alat sensor.

Rumus nilai Standar Deviasi ditunjukkan dalam persamaan: (Resmiati & Putra, 2021).

$$SD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n-1} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan:

SD = Standar Deviasi

$\bar{X}$ = Rata – Rata

n = Banyak Data

X_i = Nilai sampel ke-

Semakin kecil standar deviasi, semakin konsisten alat dalam melakukan pengukuran. Berdasarkan analisis data, terlihat bahwa konsentrasi CO dan CO₂ meningkat pada beberapa interval waktu, yang dapat disebabkan oleh aktivitas tertentu di dalam ruangan, seperti pembakaran atau ventilasi yang buruk. Analisis ini menekankan pentingnya pemantauan kadar CO dan CO₂ secara berkala untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan di lingkungan yang terkontaminasi CO dan CO₂.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tingkat kadar karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) akan dideteksi oleh sensor, selanjutnya data tersebut dikirim kedalam perangkat mikrokontroler, dari mikrokontroler akan memproses data yang akan di tampilkan pada LED, dan LCD. Data pembacaan pencemaran udara dalam ruang tertutup yang dibaca oleh sensor mempunyai 3 tingkatan yakni dalam batas aman, waspada, dan bahaya. Hal tersebut tergantung pada kondisi udara dalam ruang tertutup saat pembacaan oleh sensor.

4.1.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan hardware dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler Arduino Uno, sensor gas MQ-7 dan MQ-135, LED RGB, blower, dan LCD. Setiap komponen memiliki peran yang penting dalam sistem monitoring kualitas udara. Adapun konfigurasi pin antara arduino uno dengan komponen-komponen lainnya yang terdapat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5:

Tabel 4. 1 Pin out Arduino Uno dengan Sensor MQ-135

Arduino Uno	Sensor MQ-135
A0	A0
GND	GND
5V	VCC

Tabel 4. 2 Pin out Arduino Uno dengan Sensor MQ-7

Arduino Uno	Sensor MQ-7
A1	A1
GND	GND
5V	VCC

Tabel 4. 3 *Pin out* Arduino Uno dengan LED RGB

Arduino Uno	LED RGB
12V	VCC
6	RED
7	GREEN
8	BLUE

Tabel 4. 4 *Pin out* Arduino Uno dengan Motor Driver yang dihubungkan Blower

Arduino Uno	Motor Driver
GND	GND
4	IN1
5	IN2

Tabel 4. 5 *Pin out* Arduino Uno dengan LCD

Arduino Uno	LCD
5V	VCC
GND	GND
A4	SDA
A5	SCL

Karena banyaknya jumlah pin dan kabel yang digunakan dalam rangkaian ini, seluruh komponen disusun di atas papan akrilik sebagai alas utama. Selain itu, digunakan juga rumah kaca akrilik sebagai sarana uji coba simulasi gas dalam ruang tertutup. Dengan penataan di atas papan dan penggunaan rumah kaca akrilik, kabel-kabel dapat diatur lebih rapi, komponen elektronik terlindungi, dan proses pengujian menjadi lebih terkendali serta terorganisir.

**Gambar 4. 1** Rangkaian Alat Monitoring Kadar Gas CO dan CO₂

4.1.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE. Yang berfungsi untuk merakit, memeriksa, dan mengirimkan kode program ke

software Arduino IDE. Dimana terdapat *library* yang merupakan kumpulan modul, dan alat lain yang membantu mempercepat proses pemrograman Arduino IDE. Langkah-langkah dalam menggunakan Arduino IDE adalah instalasi, pemilihan model papan mikrokontroler, mencari tahu *port* komunikasi, menulis kode dalam bahasa pemrograman C/C++, menyusun kode, mengunggahnya ke papan Arduino menggunakan kabel USB, dan menggunakan fitur *Serial Monitor* untuk membaca data dari sensor, mengolah data menjadi nilai konsentrasi gas, dan mengendalikan keluaran seperti LED, blower, dan tampilan LCD.

Langkah-langkah perancangan software:

1. Inisialisasi pin *input* dan *output*.
2. Pembacaan tegangan analog dari sensor.
3. Penghitungan nilai R_s dan PPM menggunakan rumus:

- $R_s = R_s = R_{load} \times (V_{out} / V_{in} - 1)$
- PPM dihitung dari kurva karakteristik sensor.
- $PPM = a \times (\frac{R_s}{R_o})^b$

Keterangan:

- R_s = Resistansi sensor saat pengukuran (didapat dari rumus di bawah)
 - R_o = Resistansi sensor dalam udara bersih (nilai kalibrasi)
 - a, b = Konstanta dari kurva logaritmik pada datasheet sensor (berbeda tiap gas)
 - PPM = Konsentrasi gas dalam satuan *part per million*
4. Logika pengkondisian nilai PPM terhadap status LED:
 - Dalam kondisi aman, sensor menunjukkan kadar $CO < 50$ ppm dan $CO_2 < 150$ ppm dengan indikator LED hijau.

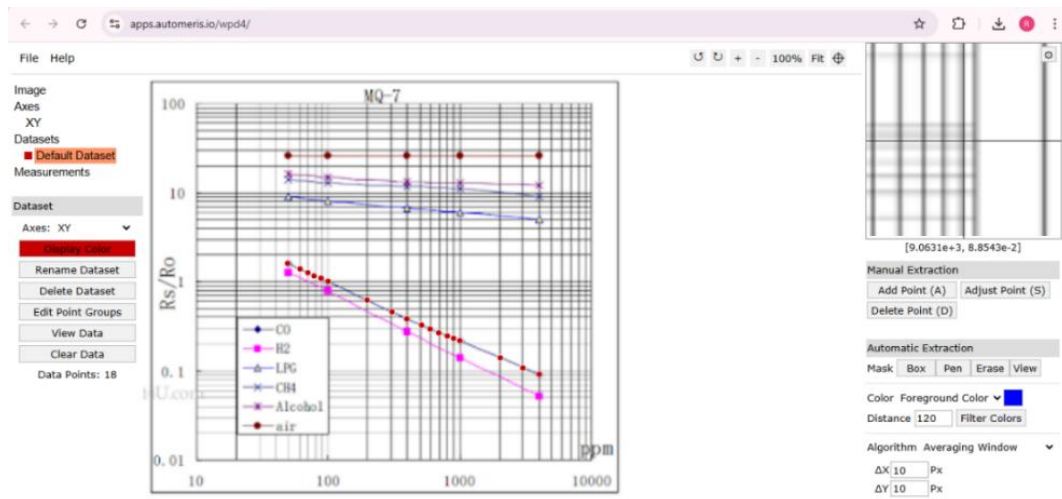
- Ketika konsentrasi gas $\text{CO} > 100 < 250$ ppm atau $\text{CO}_2 > 300 < 200$ ppm, indikator LED berubah menjadi biru dan blower menyala aktif selama 3 detik kemudian mati selama 2 detik.
- Ketika konsentrasi gas $\text{CO} > 250$ ppm atau $\text{CO}_2 > 500$ ppm, indikator LED berubah menjadi merah dan kipas blower aktif.

5. Tampilan data pada LCD.

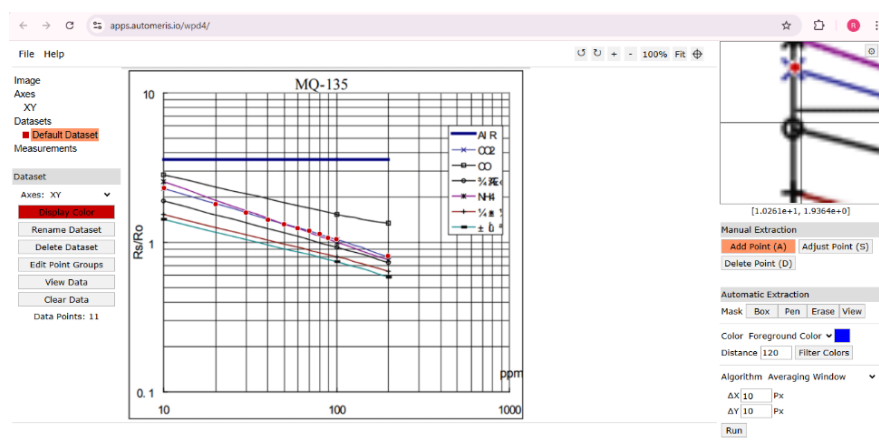
4.1.3 Kalibrasi Sensor MQ-135 dan MQ-7

Tujuan kalibrasi sensor MQ-135 dan MQ-7 adalah untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor. Proses kalibrasi dilakukan melalui proses matematis. Kemudian, dengan menggunakan software IDE Arduino, proses matematis tersebut dimasukkan ke dalam sistem perkodingan data. Grafik pengujian sensor MQ-135 dan MQ-7 bersumber dari *datasheet*.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui nilai potongan gas x dan y yang ada pada grafik. Dalam hal ini, gas yang digunakan untuk pengkalibrasian adalah gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO_2). Untuk melakukan penandaan pada garis konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO_2), diperlukan bantuan aplikasi untuk menentukan nilai tiap perpotongan pada garis konsentrasi gas tersebut. Cara untuk menentukan nilai perpotongan dari grafik konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO_2) adalah dengan menggunakan *software web plot digitizer*. Aplikasi ini sangat mudah digunakan untuk menentukan nilai perpotongan pada sumbu x dan y. Aplikasi bisa diakses melalui laman <https://apps.automeris.io/wpd4/>.

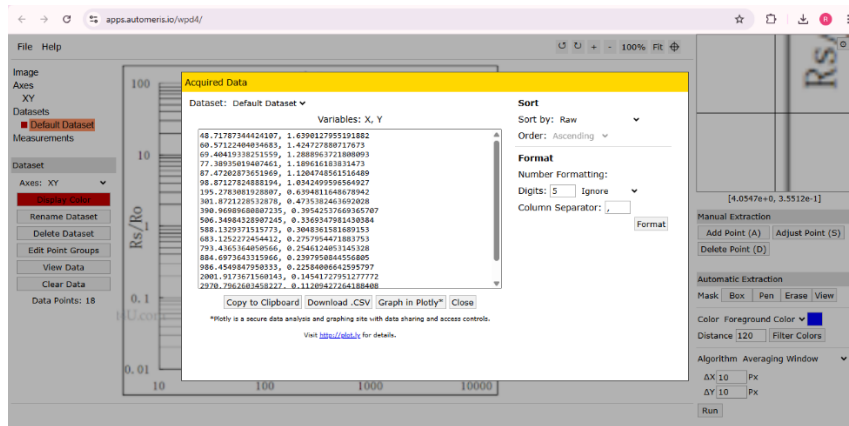


Gambar 4. 2 Tampilan Web Plot Digitizer pada MQ-7

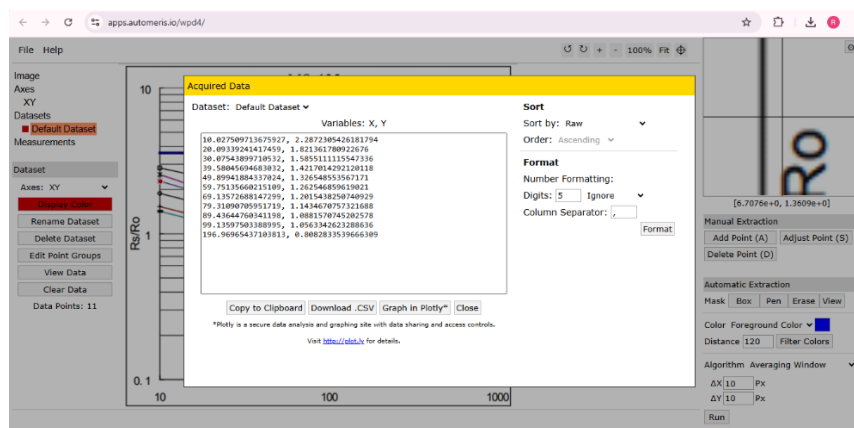


Gambar 4. 3 Tampilan Web Plot Digitizer pada MQ-135

Gambar 4.2 dan gambar 4.3 menunjukkan grafik yang menunjukkan nilai konsentrasi gas yang dibaca sensor MQ-135 dan MQ-7 dari datasheet sensor yang telah diupload di *web plot digitizer*. Seperti yang ditunjukkan pada grafik gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), titik-titik merah menunjukkan nilai perpotongan ppm dengan Rs/Ro. Setelah menandai grafik konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), langkah selanjutnya adalah menampilkan nilai perpotongan nilai Rs/Ro dengan ppm. Nilai perpotongan x dan y dapat dilihat dengan mengklik pilihan view data pada gambar 4.4 dan gambar 4.5 dan data akan ditampilkan sebagai berikut:



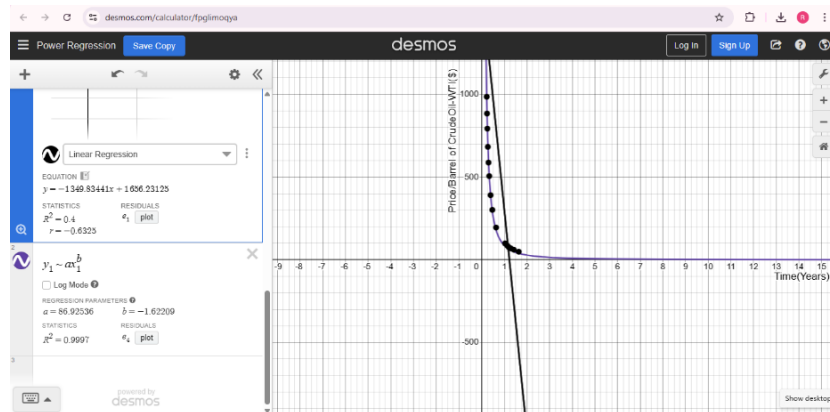
Gambar 4. 4 Tampilan Data Perpotongan X dan Y Kurva MQ-7



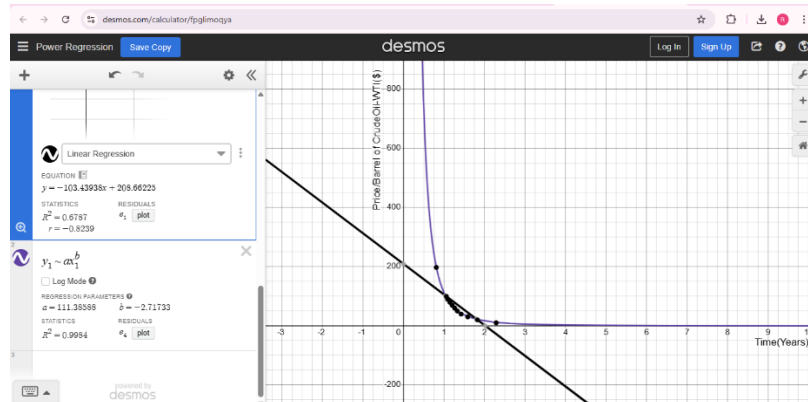
Gambar 4. 5 Tampilan Data Perpotongan X dan Y Kurva MQ-135

Selanjutnya mencari nilai A dan B yang merupakan konstanta yang dihasilkan melalui *web power regression*. Aplikasi tersebut bisa diakses melalui laman <https://www.desmos.com/calculator/fpglimoqya>. *Power regression* adalah alat yang membantu menemukan hubungan pangkat antara dua variabel, yaitu variabel independen (x) dan variabel dependen (y). Parameter yang akan dicari adalah nilai A dan B. Parameter B dalam persamaan *power regression* adalah pangkat atau eksponen yang mengatur hubungan antara x dan y . Hubungan positif menunjukkan peningkatan x dan y . Hubungan negatif menunjukkan B negatif. Ini berarti x naik dan y turun. Konstanta yang menggerakkan kurva secara vertikal disebut Parameter A.

Untuk membuat pencarian nilai A dan B lebih mudah, nilai x dan y dapat dimasukkan ke dalam *power regression*. Data dari gambar perpotongan X dan Y pada sensor MQ-7, MQ-135 diatas dimasukkan ke dalam *power regression* agar dapat menemukan nilai A dan B. Berikut adalah hasil nilai konstanta A dan B pada *web power regression* pada gambar 4.6 dan gambar 4.7:



Gambar 4. 6 Tampilan *Power Regression* Sensor MQ-7



Gambar 4. 7 Tampilan *Power Regression* Sensor MQ-135

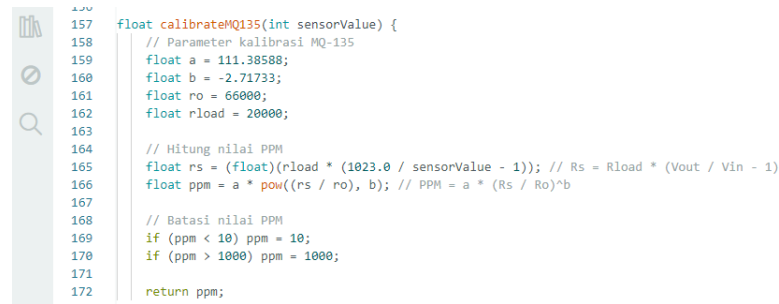
Langkah selanjutnya adalah nilai konstanta A dan B harus dimasukkan ke dalam sketc pada *software* Arduino Ide. Nilai-nilai ini ditunjukkan pada gambar 4.8 dan gambar 4.9 saat dimasukkan ke dalam coding pada aplikasi Arduino IDE.

```

130
139 float calibrateMQ7(int sensorValue) {
140   // Parameter kalibrasi MQ-7
141   float a = 86.92536;
142   float b = -1.62209;
143   float ro = 100;
144   float rload = 10000;
145
146   // Hitung nilai PPM
147   float rs = (float)(rload * (1023.0 / sensorValue - 1)); // Rs = Rload * (Vout / Vin - 1)
148   float ppm = a * pow((rs / ro), b); // PPM = a * (Rs / Ro)^b
149
150   // Batasi nilai PPM
151   if (ppm < 20) ppm = 20;
152   if (ppm > 2000) ppm = 2000;
153 }

```

Gambar 4. 8 Tampilan *Coding* pada Sensor MQ-7



```

157 float calibrateMQ135(int sensorValue) {
158     // Parameter kalibrasi MQ-135
159     float a = 111.38588;
160     float b = -2.71733;
161     float ro = 66000;
162     float rload = 20000;
163
164     // Hitung nilai PPM
165     float rs = (float)(rload * (1023.0 / sensorValue - 1)); // Rs = Rload * (Vout / Vin - 1)
166     float ppm = a * pow((rs / ro), b); // PPM = a * (Rs / Ro)^b
167
168     // Batasi nilai PPM
169     if (ppm < 10) ppm = 10;
170     if (ppm > 1000) ppm = 1000;
171
172     return ppm;
173 }

```

Gambar 4. 9 Tampilan *Coding* pada Sensor MQ-135

4.2 Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dalam ruangan tertutup dengan kondisi udara normal dan setelah dilakukan pembakaran obat nyamuk atau gas korek api untuk mensimulasikan peningkatan kadar gas CO dan CO₂. Data pengukuran diambil dengan menambah durasi 1 menit tiap percobaan dengan mencatat nilai ppm dari sensor yang telah dikonversinya ke satuan ppm menggunakan rumus kalibrasi sensor. Berikut adalah data hasil pengujian dari sensor MQ-7 pada tabel 4.6 dan MQ-135 pada tabel 4.7:

Tabel 4. 6 Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO)

Waktu Pengukuran (+1 Menit/Percobaan)	Konsentrasi CO (PPM)	Warna LED (Hijau, Biru, Merah)	Status (Aman, Waspada, Bahaya)
1 Menit	101.03	Biru	Waspada
2 Menit	10.00	Hijau	Aman
3 Menit	14.25	Hijau	Aman
4 Menit	117.52	Biru	Waspada
5 Menit	12.73	Hijau	Aman

RATA-RATA PPM : 51.106

STANDAR DEVIASI : 47,799

Tabel 4. 7 Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Dioksida (CO₂)

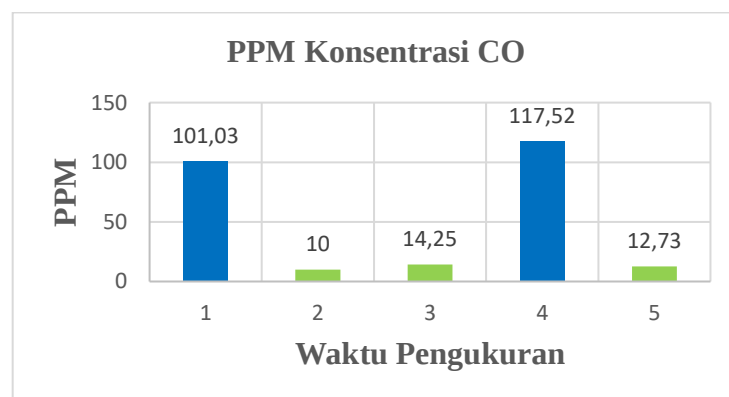
Waktu Pengukuran (+1 Menit/Percobaan)	Konsentrasi CO ₂ (PPM)	Warna LED (Hijau, Biru, Merah)	Status (Aman, Waspada, Bahaya)
1 Menit	113.21	Hijau	Aman
2 Menit	989.79	Merah	Bahaya
3 Menit	239.06	Biru	Waspada
4 Menit	418.14	Biru	Waspada

5 Menit	638.77	Merah	Bahaya
---------	--------	-------	--------

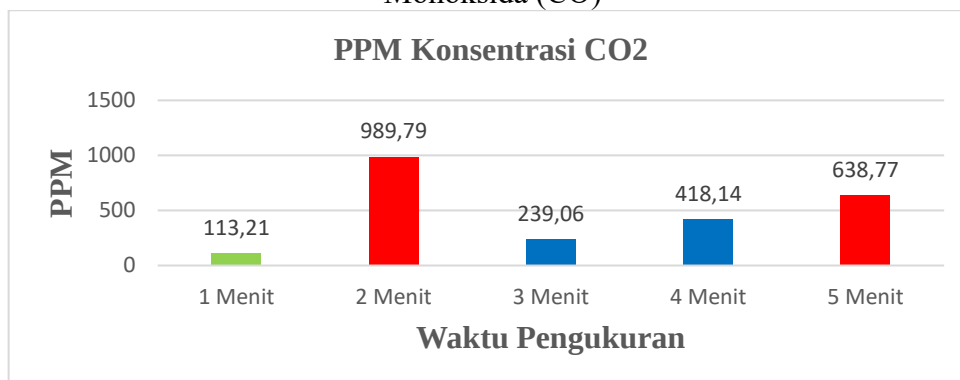
RATA-RATA PPM : 479.794

STANDAR DEVIASI : 310,324

Adapun gambar 4.10 menunjukkan diagram alir pengukuran kadar udara bersih pada gas Karbon Monoksida (CO) dan juga pada gambar 4.11 menunjukkan diagram alir pengukuran kadar udara bersih pada gas Karbon Monoksida (CO₂) yang ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Diagram Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO)



Gambar 4. 11 Diagram Pengukuran Kadar Udara Bersih Pada Gas Karbon Monoksida (CO₂)

Pengujian dilakukan di ruang tertutup dengan simulasi peningkatan konsentrasi gas CO dan CO₂. Data menunjukkan bahwa:

- Dalam kondisi aman, sensor menunjukkan kadar CO < 50 ppm dan CO₂ < 150 ppm dengan indikator LED hijau.

- Ketika konsentrasi gas $\text{CO} > 100 < 250$ ppm atau $\text{CO}_2 > 300 < 200$ ppm, indikator LED berubah menjadi biru dan blower menyala aktif selama 3 detik kemudian mati selama 2 detik.
- Ketika konsentrasi gas $\text{CO} > 250$ ppm atau $\text{CO}_2 > 500$ ppm, indikator LED berubah menjadi merah dan kipas blower aktif.
- Data yang ditampilkan di LCD akurat dan konsisten, sesuai dengan data yang tercatat pada serial monitor Arduino IDE.

Alat ini berhasil memberikan peringatan dini terhadap kondisi udara yang tidak sehat. Respon alat terhadap perubahan konsentrasi gas tergolong cepat (dalam hitungan detik) dan sistem ventilasi otomatis bekerja dengan baik dalam menurunkan kadar gas ke batas aman.

4.3 Pembahasan

Pengukuran konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO_2) dilakukan menggunakan sensor secara bertahap dengan interval waktu satu menit pada setiap percobaan. Tabel hasil pengukuran mencakup waktu, nilai konsentrasi dalam satuan ppm, warna indikator LED (hijau, biru, merah), serta status kondisi udara (aman, waspada, atau bahaya). Tegangan *output* dari sensor dikonversi menjadi nilai konsentrasi gas melalui rumus kalibrasi, yang kemudian digunakan untuk menentukan status udara berdasarkan batas ambang yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dianalisis lebih lanjut dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi untuk mengetahui tingkat paparan gas secara umum serta kestabilan pembacaan sensor.

Hasil pengukuran kadar gas karbon monoksida (CO) selama lima menit menunjukkan variasi konsentrasi yang signifikan; konsentrasi tertinggi mencapai 117.52 ppm pada menit keempat dan terendah sebesar 10.00 ppm pada menit kedua,

masing-masing. Rata-rata konsentrasi CO selama pengujian adalah 51.106 ppm, yang menunjukkan bahwa, berdasarkan ambang batas yang telah ditetapkan, kualitas udara dalam ruangan mungkin dikategorikan waspada jika konsentrasi CO lebih dari 50 ppm.

Hasil pengukuran kadar gas Karbon Dioksida (CO_2) selama lima menit menunjukkan variasi yang cukup stabil dengan nilai konsentrasi tertinggi sebesar 157.43 ppm pada menit ke-4 dan nilai terendah sebesar 61.10 ppm pada menit ke-2. Rata-rata kadar CO_2 yang tercatat adalah 94.03 ppm, yang masih berada jauh di bawah ambang batas kualitas udara tidak sehat menurut standar WHO, yaitu di atas 1000 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses pengujian, kualitas udara dalam ruangan berada dalam kondisi aman.

Data menunjukkan bahwa LED indikator melakukan fungsinya. Pada menit pertama dan kedua, konsentrasi CO berada di atas 100 ppm. LED menyala biru dan sistem menunjukkan status waspada. Namun, pada menit kedua, ketiga, dan kelima, ketika konsentrasi CO berada di bawah 15 ppm, LED menyala hijau dan sistem menunjukkan status aman.

Sistem LED indikator yang dirancang mampu mengidentifikasi kondisi udara dengan baik. Pada setiap waktu pengukuran, status LED menunjukkan warna hijau, yang menandakan bahwa kadar CO_2 tidak berbahaya bagi kesehatan. Ini membuktikan bahwa sensor MQ-135 bekerja secara konsisten dalam mendeteksi kadar gas CO_2 , dan sistem Arduino berhasil mengolah data dengan benar untuk mengaktifkan indikator dan menampilkan hasil pengukuran secara *real-time* pada layar LCD.

Standar deviasi yang tercatat sebesar 310.324 ppm adalah tinggi, menunjukkan bahwa konsentrasi CO_2 berubah secara signifikan selama periode pengujian. Ini

karena lonjakan nilai ekstrim pada menit keempat, yang mengganggu stabilitas data. Namun demikian, sistem masih dapat mendeteksi dan merespon perubahan kualitas udara dengan cepat.

Standar deviasi untuk kadar CO tercatat sebesar 33.79 ppm, yang termasuk rendah dan menunjukkan bahwa pembacaan data dari sensor cukup stabil serta tidak mengalami lonjakan nilai ekstrem seperti pada gas CO. Ini memperkuat bukti bahwa alat memiliki tingkat keandalan dan akurasi yang cukup baik untuk digunakan sebagai alat monitoring kualitas udara.

Dengan demikian, alat ini efektif dalam memantau kadar CO₂ di dalam ruangan serta memberikan informasi visual yang dapat membantu pengguna mengambil tindakan preventif jika sewaktu-waktu terjadi peningkatan konsentrasi gas yang membahayakan.

Pada Penelitian terkait yang berjudul *Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135* pengujian menggunakan alkohol dan hanya fokus pada simulasi dengan pembandingan alat, tidak mendalam secara statistik (Rosa et al., 2020). Sedangkan pada penelitian ini menggunakan pengukuran bertahap setiap menit, analisis standar deviasi, dan penggolongan status (aman, waspada, bahaya) berdasarkan nilai PPM.

Secara keseluruhan, alat monitoring ini terbukti dapat memberikan informasi kondisi udara secara real-time dan peringatan dini tentang tingkat gas karbon dioksida dalam ruangan. Alat ini sangat berguna untuk diterapkan di lingkungan yang membutuhkan pengawasan kualitas udara secara berkelanjutan. Itu bekerja dengan baik dengan sensor MQ-7, mikrokontroler Arduino, indikator LED, dan sistem blower otomatis.

4.4 Integrasi dengan Al-Qur'an

Dalam pandangan islam, menjaga kebersihan untuk kesehatan manusia merupakan hal yang sangat dianjurkan. Penelitian tentang alat monitoring kadar udara dan gas CO dan CO₂ ini sejalan dengan nilai-nilai islam dalam upaya menjaga kebersihan lingkungan dan melindungi diri dari bahaya yang mengancam kesehatan. Allah SWT berfirman dalam Q.S. al-Baqarah ayat [2]:205,

يُحِبُّ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَالنَّسْلُ الْحَرْتُ وَيُهْلِكُ فِيهَا لِبُفْسِدَ الْأَرْضِ فِي سَعَى تَوَلَّى وَإِذَا
الْفُسَادَ

“Apabila berpaling (dari engkau atau berkuasa), dia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi serta merusak tanam-tanaman dan ternak. Allah tidak menyukai kerusakan.”

Q.S. al-Baqarah [2]:205 menunjukkan betapa pentingnya upaya manusia untuk menghindari bahaya dan menjaga keselamatan diri sendiri. Ada alat pendeteksi kualitas udara yang memungkinkan pengguna mengetahui kondisi udara yang berpotensi berbahaya, seperti tingkat CO dan CO₂ yang tinggi, sehingga mereka dapat mengambil tindakan pencegahan sebelum terjadi gangguan kesehatan. Selain itu, islam sangat menekankan kebersihan dalam lingkungan. Dalam sebuah hadits, Rasulullah SAW bersabda:

جَوَادِيحِبُّ الْكَرَمَ يُحِبُّ كَرِيمَ النَّظَافَةِ يُحِبُّ نَظِيفَ الطَّيِّبِ يُحِبُّ طَيِّبَ اللَّهِ إِنَّ
الْجَوَادِ فَتَطْفُرُوا أَفْنَيْتَكُمْ

“Sesungguhnya Allah Ta'ala itu baik (dan) menyukai kebaikan, bersih (dan) menyukai kebersihan, mulia (dan) menyukai kemuliaan, bagus (dan) menyukai kebagusan. Oleh sebab itu, bersihkanlah lingkunganmu.” (HR. Tirmidzi)

Hadits ini menunjukkan bahwa Allah mencintai kebersihan dan mengajak umat-Nya untuk senantiasa menjaga lingkungan mereka bersih, termasuk udara, yang sangat penting bagi manusia. Penelitian ini, alat monitoring kualitas udara

dalam ruangan yang dirancang bertujuan untuk memantau kadar gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), yang jika tidak terdeteksi dan dikendalikan, dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia.

Alat monitoring ini dapat membantu masyarakat menjaga kualitas udara dalam ruangan tetap sehat dan aman untuk dihirup. Menjaga kebersihan lingkungan, termasuk komponen udara yang seringkali tidak terlihat tetapi sangat berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan. Menjaga udara tetap bersih adalah tanggung jawab sosial dan lingkungan, bukan hanya untuk kesehatan diri sendiri.

Oleh karena itu, alat monitoring kualitas udara dalam ruangan dirancang. Dengan alat ini, kita dapat menjaga udara yang dihirup tetap bersih dan sehat, selaras dengan ajaran islam yang menekankan pentingnya kebersihan demi kesehatan dan kenyamanan hidup. Penggunaan teknologi ini tidak hanya melibatkan aspek teknis tetapi juga melibatkan penerapan nilai-nilai islami dalam kehidupan sehari-hari.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan kesimpulan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun alat yang mampu mendeteksi kadar gas Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO₂) di dalam ruangan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Alat ini memanfaatkan sensor MQ-7 untuk mendeteksi gas CO dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂, yang secara real-time menampilkan hasil pembacaan dalam nilai PPM.
2. Sistem yang dirancang mampu memberikan respon otomatis terhadap kondisi udara yang tercemar. Ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas yang ditentukan, kipas blower diaktifkan secara otomatis melalui *driver* motor untuk membantu menetralkan udara dengan mempercepat sirkulasi dan pengeluaran gas berbahaya dari ruangan.
3. Integrasi antara sensor gas, mikrokontroler Arduino, LED indikator, LCD tampilan, dan kipas blower telah dilakukan dengan baik. Semua komponen bekerja secara terkoordinasi sehingga alat mampu melakukan pemantauan, penilaian, dan tindakan otomatis secara optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini efektif dalam menjaga kualitas udara di dalam ruangan dan dapat dijadikan solusi sederhana dan fungsional untuk pengawasan udara berbasis sistem elektronik otomatis.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dapat memperluas jenis gas yang dideteksi, seperti amonia (NH_3), nitrogen dioksida (NO_2), atau hidrogen sulfida (H_2S), dan sebagainya agar cakupan monitoring alat semakin lengkap.
2. Dapat menambahkan sensor suhu dan kelembapan pada alat, karena faktor lingkungan tersebut dapat memengaruhi sensitivitas sensor gas.
3. Dapat menambahkan *buzzer* sebagai notifikasi suara jika kondisi udara berbahaya.
4. Dapat mengembangkan sistem notifikasi otomatis, baik melalui SMS, maupun aplikasi berbasis web/smartphone untuk lebih memudahkan pengguna dalam memantau kualitas udara.

DAFTAR PUSTAKA

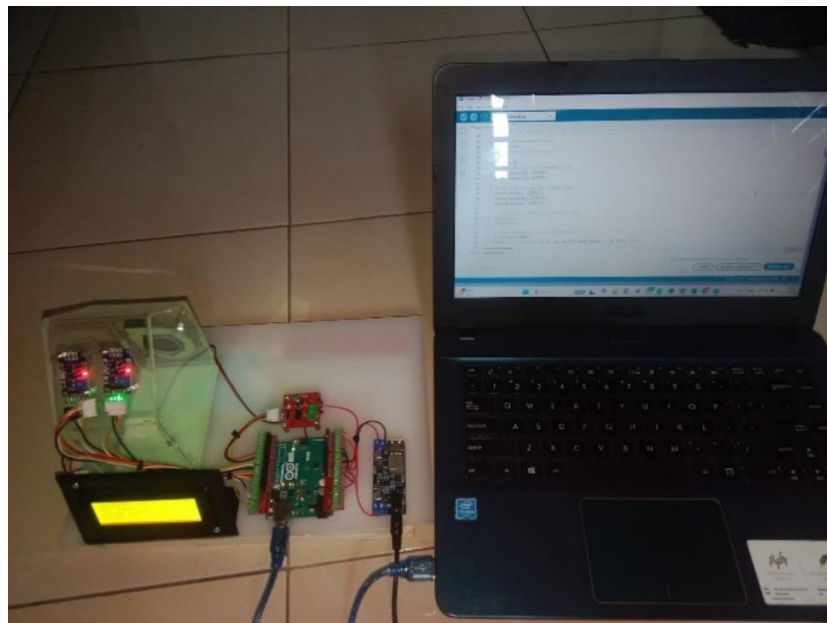
- A'yun, I. Q., & Umaroh, R. (2022). *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan : Analisis Rumah Tangga Indonesia Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan : Analisis Rumah Tangga Indonesia Indoor Air Pollution and Health Conditions : Ana.* 22(1). <https://doi.org/10.21002/jepi.2022.02>
- Aji, H., & Kautsar, A. (2024). *BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Perancangan Alat Monitoring Kadar Gas CO2 Di Udara Berbasis NodeMCU ESP 8266.* 5(1), 1–9.
- Candrasari, S., Clarissa, E. C., Kusumawardani, F., Pattymahu, G. C. H., Eugenia, J. F., Cahyadi, L. B., Silvian, V., & Syabanera, N. D. (2023). Pemulihan Dampak Pencemaran Udara bagi Kesehatan Masyarakat Indonesia. *Professional: Jurnal Komunikasi dan Administrasi Publik*, 10(2), 849–854. <https://doi.org/10.37676/professional.v10i2.5417>
- Greenstone, M., & Fan, Q. (Claire). (2019). Kualitas udara Indonesia yang memburuk dan dampaknya terhadap harapan hidup. *Air Quality Life Index*, 1–10. <https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2019/03/Indonesia.Indonesian.pdf>
- Hendi, B., & Sumanto, B. (2024). *Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara dalam Ruangan Berbasis Internet of Things.* 5(1), 9–17.
- Kamal, K., Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi (TEKNOS)*, 1(1), 1–10.
- KINASIH, F. W., & ISRAN, M. (2022). *RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS Internet of Things (IoT).* Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Kurniawan, D., Sulistiyanti, S. R., & Murdika, U. (2023). Sistem Pemantau Gas Karbon Monoksida (Co) Dan Karbon Dioksida (Co2) Menggunakan Sensor Mq7 Dan Mq-135 Terintegrasi Telegram. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(2), 200–206. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i2.2963>
- Lestari, M., Nurbaiti, U., & Fianti, D. (2021). EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SENSOR MQ-7 TERINTEGRASI APLIKASI BLYNK UNTUK MENDETEKSI KEBERADAAN GAS CO DI UDARA. *Jurnal EnviroScientee*, 17(1), 76–82.
- Muhaimin, M. R., Karina, D. M., & Krisna, A. B. (2024). *Prediksi Kualitas Udara Malang Menggunakan Metode Gradient Boosting Regression.* 4(2), 937–942.
- Novelan, M. S. (2020). *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android.* 2, 2–6.
- Ramadhani, A. D., Ningsih, N., Nurcahya, A., & Azizah, N. (2023). Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan menggunakan Thingspeak. *Jurnal*

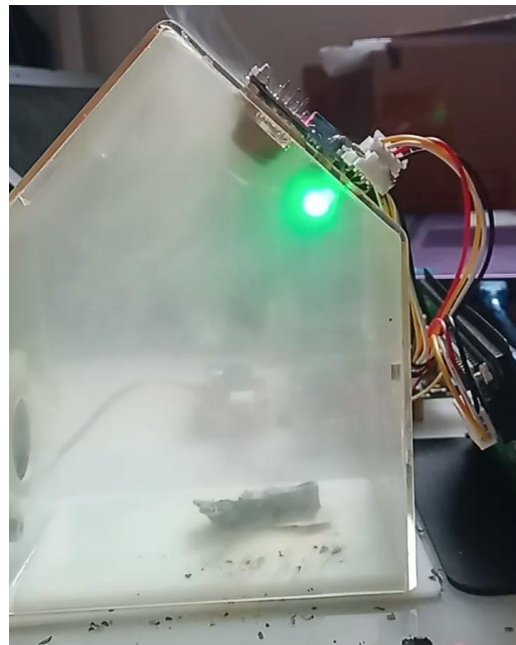
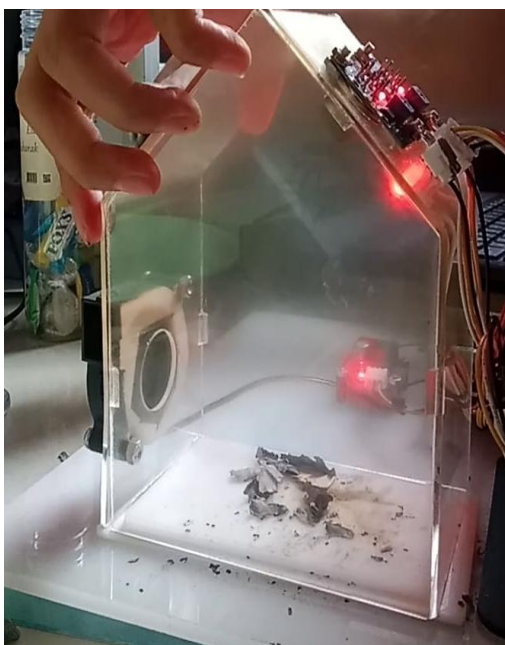
- Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 10(1), 1–5.
<https://doi.org/10.21107/triac.v10i1.17501>
- Resmiati, & Putra, M. (2021). Akurasi Dan Presisi Alat Ukur Tinggi Badan Digital. *Fakultas kesehatan masyarakat, universitas andalas*, 6(3), 616–621.
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 23–28.
<https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1611>
- Rusmuriadi, I. H., & Somawirata, I. K. (2023). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Penetralisir Asap Rokok Dalam Ruangan Menggunakan Metode Proportional Derivative *Magnetika: Jurnal Mahasiswa ...*, 07, 179–186.
<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/magnetika/article/view/8606>
- Sai, K. B. K., Ramasubbareddy, S., & Luhach, A. K. (2019). IOT based air quality monitoring system using MQ135 and MQ7 with machine learning analysis. *Scalable Computing*, 20(4), 599–606.
<https://doi.org/10.12694/scpe.v20i4.1561>
- Sasmoko, D. (2021). *Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY*. Yayasan Prima AgusTeknik, UNIVERSITAS STEKOM, SEMARANG.
- Septryanti, A., Sari, L. I., & Probonegoro, W. A. (2023). Pendeteksi Kadar Gas Karbon Monoksida Pada Ruangan Berbasis Arduino ATmega 328. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasii*, 12(1), 243–253.
- Shihab, Q. (2021). *Tafsir Al-Misbah*.
- Widodo, S., Amin, M. M., Sutrisman, A., & Putra, A. A. (2017). Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya Co, Co2, Dan Ch4 Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler. *Pseudocode*, 4(2), 105–119.
<https://doi.org/10.33369/pseudocode.4.2.105-119>
- Zidni, M., Hannats, M., Ichsan, H., & Akbar, S. R. (2022). Sistem Monitoring Kesehatan Udara menggunakan Sensor MQ7 dan MQ135 terhadap Berbagai Gas Berbahaya pada Mobil. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4322–4328. <http://j-ptiik.ub.ac.id>

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

FOTO PENELITIAN





LAMPIRAN 2

PROGRAM ARDUINO IDE

```
// =====

// Library yang dibutuhkan

// =====

#include <Wire.h>           // Library komunikasi I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library LCD I2C

// =====

// Definisi PIN dan Variabel

// =====

// Definisikan pin untuk sensor gas

const int mq135Pin = A0;    // Pin A0 untuk sensor MQ-135 (karbon dioksida)
const int mq7Pin = A1;      // Pin A1 untuk sensor MQ-7 (karbon monoksida)

// Definisikan pin untuk motor (blower)

const int motorIN1 = 4;     // Pin motor input A ke driver motor
const int motorIN2 = 5;     // Pin motor input B ke driver motor

// Definisikan pin untuk LED RGB

const int redPin = 6;       // LED Merah di pin D6
const int greenPin = 7;     // LED Hijau di pin D7
const int bluePin = 8;      // LED Biru di pin D8

// Variabel untuk menyimpan status motor (0 = Mati, 1 = Nyala)

int motorState = 0;
```

```

// Variabel untuk mengatur blinking motor dalam mode "Siaga"

unsigned long previousMillis = 0;

bool motorOnWaspada = false;

const unsigned long motorOnDuration = 3000; // Motor ON 3 detik
const unsigned long motorOffDuration = 2000; // Motor OFF 2 detik


// Inisialisasi LCD: alamat 0x25, 20 karakter, 4 baris
LiquidCrystal_I2C lcd(0x25, 20, 4);


// Variabel untuk teks status yang akan ditampilkan di LCD
String statusUdara = "Aman";
String statusFan = "OFF";


// Variabel untuk mengontrol update layar LCD
unsigned long previousLCDMillis = 0;
const unsigned long lcdUpdateInterval = 1000; // Update LCD setiap 1 detik


// =====
// Fungsi SETUP
// =====

void setup() {
    // Set semua pin motor sebagai OUTPUT
    pinMode(motorIN1, OUTPUT);
    pinMode(motorIN2, OUTPUT);


    // Set semua pin LED RGB sebagai OUTPUT
    pinMode(redPin, OUTPUT);

```

```

pinMode(greenPin, OUTPUT);

pinMode(bluePin, OUTPUT);

// Awal kondisi: motor mati, semua LED mati

stopMotor();

allLedsOff();

// Mulai komunikasi serial untuk debugging

Serial.begin(9600);

Serial.println("Monitoring Gas dan Kontrol Motor Blower + LED RGB + LCD");

// Inisialisasi LCD

lcd.init();

lcd.backlight();

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);

lcd.print("DETEKSI KADAR UDARA");
}

// =====

// Fungsi LOOP

// =====

void loop() {

    // Membaca nilai analog dari sensor MQ-135 dan MQ-7

    int mq135Value = analogRead(mq135Pin);

    int mq7Value = analogRead(mq7Pin);

    // Kalibrasi nilai PPM

```

```

float ppmMQ7 = calibrateMQ7(mq7Value);
float ppmMQ135 = calibrateMQ135(mq135Value);

// Tampilkan nilai sensor ke Serial Monitor
Serial.print("Nilai Sensor MQ-135: ");
Serial.println(mq135Value);
Serial.print("Nilai Sensor MQ-7: ");
Serial.println(mq7Value);
Serial.print("PPM MQ-7: ");
Serial.println(ppmMQ7);
Serial.print("PPM MQ-135: ");
Serial.println(ppmMQ135);

// Evaluasi kondisi berdasarkan nilai sensor
if (ppmMQ7 < 50 && ppmMQ135 < 150) {
    // Kondisi Aman
    Serial.println("Kondisi: Baik (Aman)");
    stopMotor();          // Matikan motor blower
    motorState = 0;
    ledHijau();           // Nyalakan LED hijau
    statusUdara = "Aman";
    statusFan = "OFF";
}

else if ((ppmMQ7 >= 100 && ppmMQ7 <= 250) || (ppmMQ135 >= 200 && ppmMQ135
<= 300)) {
    // Kondisi Siaga (Waspada)
    Serial.println("Kondisi: Menengah (Waspada)");
    motorWaspadaBlink();  // Motor menyala bergantian
    ledBiru();            // Nyalakan LED biru

```

```

    statusUdara = "Siaga";

    statusFan = motorOnWaspada ? "ON" : "OFF"; // Fan ON hanya saat motor ON
}

else if (ppmMQ7 > 250 || ppmMQ135 > 500) {
    // Kondisi Bahaya

    Serial.println("Kondisi: Parah (Bahaya)");

    runMotor();          // Motor nyala terus

    motorState = 1;

    ledMerah();          // Nyalakan LED merah

    statusUdara = "Bahaya";

    statusFan = "ON";
}

// Update tampilan LCD setiap 1 detik
if (millis() - previousLCDMillis >= lcdUpdateInterval) {
    updateLCD(ppmMQ7, ppmMQ135);

    previousLCDMillis = millis();
}

delay(100); // Delay kecil untuk stabilisasi pembacaan sensor
}

// =====
// Fungsi Kalibrasi Sensor
// =====

float calibrateMQ7(int sensorValue) {
    // Parameter kalibrasi MQ-7

    float a = 86.92536;

```

```

float b = -1.62209;

float ro = 100;

float rload = 10000;

// Hitung nilai PPM

float rs = (float)(rload * (1023.0 / sensorValue - 1)); //  $R_s = R_{load} * (V_{out} / V_{in} - 1)$ 

float ppm = a * pow((rs / ro), b); //  $PPM = a * (R_s / R_o)^b$ 

// Batasi nilai PPM

if (ppm < 20) ppm = 20;

if (ppm > 2000) ppm = 2000;

return ppm;
}

float calibrateMQ135(int sensorValue) {

// Parameter kalibrasi MQ-135

float a = 111.38588;

float b = -2.71733;

float ro = 66000;

float rload = 20000;

// Hitung nilai PPM

float rs = (float)(rload * (1023.0 / sensorValue - 1)); //  $R_s = R_{load} * (V_{out} / V_{in} - 1)$ 

float ppm = a * pow((rs / ro), b); //  $PPM = a * (R_s / R_o)^b$ 

// Batasi nilai PPM

if (ppm < 10) ppm = 10;

if (ppm > 1000) ppm = 1000;

```

```

    return ppm;
}

// =====

// Fungsi Motor

// =====

// Fungsi untuk menghentikan motor
void stopMotor() {
    digitalWrite(motorIN1, LOW);
    digitalWrite(motorIN2, LOW);
}

// Fungsi untuk menjalankan motor penuh
void runMotor() {
    digitalWrite(motorIN1, LOW);
    digitalWrite(motorIN2, HIGH);
}

// Fungsi untuk mengatur motor blinking ON/OFF di mode Siaga
void motorWaspadaBlink() {
    unsigned long currentMillis = millis(); // Waktu sekarang

    if (motorOnWaspada) {
        // Jika motor dalam keadaan ON
        if (currentMillis - previousMillis >= motorOnDuration) {
            stopMotor(); // Matikan motor
            motorOnWaspada = false;
        }
    }
}

```

```

        previousMillis = currentMillis;

    } else {

        runMotor();      // Motor tetap ON

    }

}

else {

    // Jika motor dalam keadaan OFF

    if (currentMillis - previousMillis >= motorOffDuration) {

        runMotor();      // Nyalakan motor

        motorOnWaspada = true;

        previousMillis = currentMillis;

    } else {

        stopMotor();      // Motor tetap OFF

    }

}

}

// =====

// Fungsi LED RGB

// =====

// Fungsi mematikan semua LED

void allLedsOff() {

    digitalWrite(redPin, HIGH); // Untuk common anode: HIGH = mati

    digitalWrite(greenPin, HIGH);

    digitalWrite(bluePin, HIGH);

}

// Fungsi menyalakan LED Hijau

```

```

void ledHijau() {
    allLedsOff();

    digitalWrite(greenPin, LOW); // LOW = nyala untuk common anode
}

// Fungsi menyalakan LED Biru
void ledBiru() {
    allLedsOff();

    digitalWrite(bluePin, LOW);
}

// Fungsi menyalakan LED Merah
void ledMerah() {
    allLedsOff();

    digitalWrite(redPin, LOW);
}

// =====

// Fungsi LCD

// =====

// Fungsi untuk update tampilan data ke LCD
void updateLCD(float mq7, float mq135) {
    lcd.clear();          // Hapus layar LCD

    lcd.setCursor(0, 0);  // Baris 1

    lcd.print("DETEKSI KADAR UDARA");

    lcd.setCursor(0, 1);  // Baris 2

    lcd.print("MQ7 PPM: ");

```

```
lcd.print(mq7);           // Tampilkan nilai PPM MQ7

lcd.setCursor(0, 2);      // Baris 3
lcd.print("MQ135 PPM: ");
lcd.print(mq135);         // Tampilkan nilai PPM MQ135

lcd.setCursor(0, 3);      // Baris 4
lcd.print("Status:");
lcd.print(statusUdara);    // Tampilkan status udara
lcd.print(", FAN:");
lcd.print(statusFan);     // Tampilkan status fan
}
```

LAMPIRAN 3

DATA SHEET SENSOR MQ-7 DAN MQ-135

E. Sensitivity characteristic curve

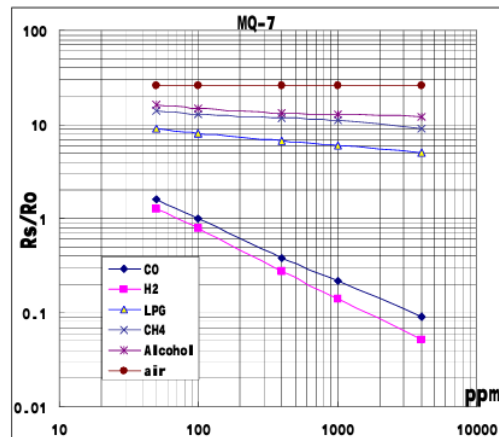


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

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

in their: Temp: 20°C、

Humidity: 65%、

O₂ concentration 21%

RL=10k Ω

Ro: sensor resistance at 100ppm

CO in the clean air.

Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

HANWEI ELECTRONICS CO., LTD

MQ-7

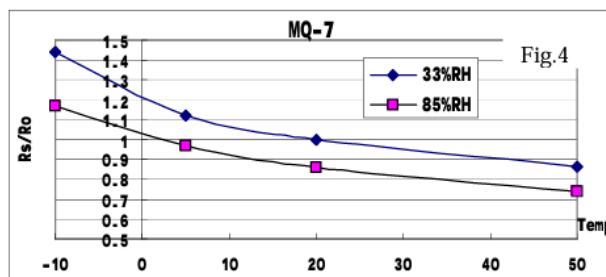
<http://www.hwsensor.com>

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.

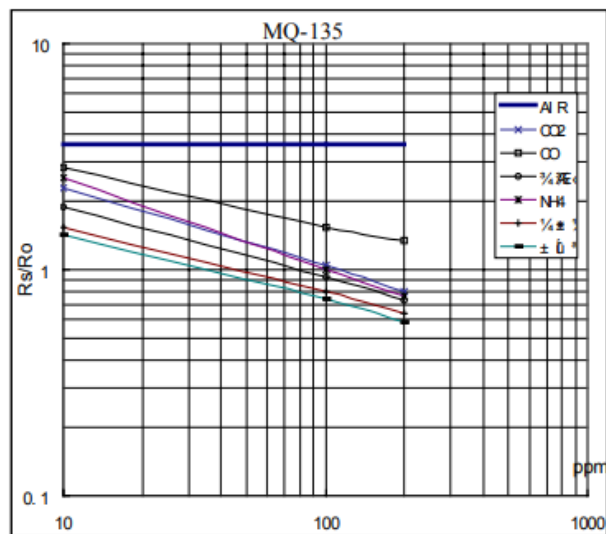


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases. in their: Temp: 20 $^{\circ}$ C Humidity: 65% $\pm$ O₂ concentration 21% RL=20k Ω Ro: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in the clean air. Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

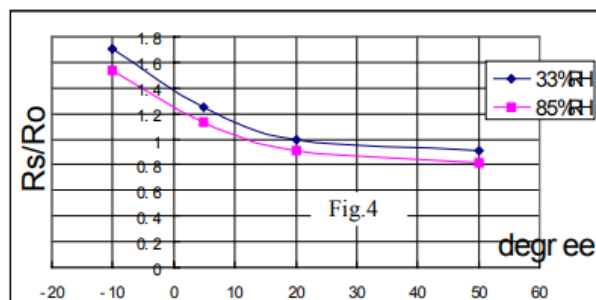


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity. Ro: sensor resistance at 100ppm of NH₃ in air at 33%RH and 20 degree. Rs: sensor resistance at 100ppm of NH₃ at different temperatures and humidities.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341) 551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 210604110009
Nama : REZA ANBEL HARBIAN
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : FISIKA
Dosen Pembimbing 1 : FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KADAR CO DAN CO₂ DALAM UDARA DI RUANGAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	20 November 1024	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	Pengajuan Judul	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
2	26 Januari 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	Konsultasi BAB I, II, dan III	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
3	29 Januari 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	Revisi BAB III	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
4	03 Februari 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	ACC BAB I, II, dan III	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
5	11 Maret 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	Revisi Seminar Proposal	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
6	20 Mei 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	Konsultasi Bab IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	26 Mei 2025	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Konsultasi integrasi Bab I dan IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	27 Mei 2025	Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA	Revisi integrasi Bab I dan IV	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	27 Mei 2025	FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.	ACC BAB IV dan V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

Dr. UMAIYATUS SYARIFAH, MA

Malang, 26 Juni 2025
Dosen Pembimbing 1

FARID SAMSU HANANTO, S.Si., M.T.

