

TUGAS AKHIR

PEMURNIAN UDARA OTOMATIS MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FILTER HEPA UNTUK MENYARING SENYAWA KARBON MONOKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

MUHAMMAD AJI PURNOMO

1907220086



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Aji Purnomo

NPM : 1907220086

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter Hepa
Untuk Menyaring Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon
Dioksida

Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 November 2024

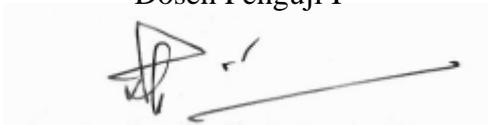
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



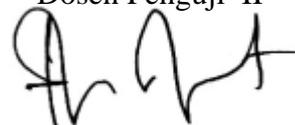
Rahmat Fauzi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji I



Ir. Abdul Aziz Hutasuht, M.M

Dosen Penguji II



Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

Diketahui oleh
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa skripsi yang berjudul di bawah ini:

Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter Hepa Untuk Menyaring Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida

Ditulis oleh Mahasiswa/i yang bernama:

Muhammad Aji Purnomo

(NPM:1907220086)

untuk kemudian disebut sebagai Pihak ke-1,

adalah benar merupakan sebagian hasil dari penelitian Dosen yang melibatkan Mahasiswa/i (Pihak ke-1) di bawah ini:

Judul penelitian : Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter Hepa Untuk Menyaring Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida

Nama dosen : Rahmat Fauzi Siregar, S.T., M.T

Jenis penelitian : Dikti; UMSU; Mandiri; Hibah lainnya. (coret yang tidak perlu)

Nomor kontrak : (tidak diisi untuk Penelitian Mandiri)

untuk kemudian disebut sebagai Pihak ke-2.

Untuk itu Pihak ke-2 berhak mempublikasikan isi Skripsi seluruhnya tanpa harus meminta izin dari Pihak ke-1. Sedangkan Pihak ke-1 wajib meminta izin terlebih dahulu kepada Pihak ke-2 bila ingin mempublikasikan isi Skripsi ini.

Demikian Surat Pernyataan dan Persetujuan ini dibuat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 12 November 2024

Yang membuat pernyataan dan persetujuan:

Pihak ke-2 (Dosen)



(Rahmat Fauzi Siregar, S.T., M.T)

Pihak ke-1 (Mahasiswa/i)



(Muhammad Aji Purnomo)
NPM: 1907220086

Diketahui oleh
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Aji Purnomo
Tempat /Tanggal Lahir : Tanjung Selamat / 07 April 2001
NPM : 1907220086
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter Hepa Untuk Menyaring Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 November 2024

/a yang menyatakan,

Muhammad Aji Purnomo

Abstrak

Peningkatan polusi udara, terutama di lingkungan perkotaan, telah menimbulkan berbagai masalah kesehatan yang serius. Oleh karena itu, diperlukan alat pemurni udara yang diharapkan bisa untuk menjaga kualitas udara didalam ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pemurni udara otomatis yang menggunakan mikrokontroler untuk mengontrol sensor MQ135 dan MQ7 untuk mendeteksi konsentrasi gas berbahaya seperti CO₂ dan CO. Sistem ini dilengkapi dengan filter HEPA (*High-Efficiency Particulate Air*) untuk menyaring partikel berbahaya dan gas dari udara. Alat ini bekerja dengan mengontrol kecepatan motor yang menggerakkan kipas yang bertujuan untuk menghisap dan mengeluarkan udara. Sebelumnya pada setiap sensor MQ7 dan MQ135 baik *intake* maupun *exhaust*, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan nilai parameter – parameter dari setiap sensor agar dapat bekerja secara akurat. Pada percobaan yang dilakukan dikondisi *indoor* didapatkan nilai efisiensi senyawa CO sebesar 77,79%. Lalu untuk senyawa CO₂ nilai efisiensinya sebesar 78,09%. Kemudian percobaan yang dilakukan pada kondisi *outdoor* didapatkan nilai efisiensi senyawa CO sebesar 77,28%. Lalu untuk senyawa CO₂ nilai efisiensinya sebesar 86,13% Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pemurni udara ini mampu mendeteksi dan mengurangi kadar CO dan CO₂ secara baik dalam waktu yang relatif singkat, sehingga efektif dalam meningkatkan kualitas udara dalam ruangan. Rancang bangun ini dapat diimplementasikan untuk penggunaan rumah tangga maupun industri, dengan potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar.

Kata kunci: *HEPA Filter, Sensor MQ7, Sensor MQ135, Intake, Exhaust, Kalibrasi, Karbon Monoksida, Karbon Dioksida*

Abstract

Increased air pollution, especially in urban environments, has given rise to a variety of serious health problems. Therefore, an air purifying device is needed which is expected to be able to maintain indoor air quality. This research aims to design and build an automatic air purifying device that uses Arduino Nano to control the MQ135 and MQ7 sensors to detect concentrations of dangerous gases such as CO₂ and CO. This system is equipped with a HEPA (High-Efficiency Particulate Air) filter to filter harmful particles and gases from the air. This tool works by controlling the speed of the motor which drives a fan which aims to suck in and expel air. Previously, for each MQ7 and MQ135 sensor, both intake and exhaust, calibration was first carried out to obtain the parameter values for each sensor so that it could work accurately. In experiments carried out in indoor conditions, the CO efficiency value was 77.79%. Then for CO₂ compounds the efficiency value is 78.09%. Then experiments carried out in outdoor conditions obtained an efficiency value of 77.28%. Then for CO₂ compounds the efficiency value is 86.13%. Test results show that this air purifier is able to detect and reduce CO and CO₂ levels well in a relatively short time, making it effective in improving indoor air quality. This design can be implemented for both domestic and industrial use, with the potential for further development on a larger scale.

Keywords: HEPA Filter, MQ7 Sensor, MQ135 Sensor, Intake, Exhaust, Calibration, Carbon Monoxide, Carbon Dioxide

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayahNya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PEMURNIAN UDARA OTOMATIS MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FILTER HEPA UNTUK MENYARING SENYAWA KARBON MONOKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA”**. Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Rahmat Fauzi Siregar S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh teman – teman yang tergabung didalam wadah IME FT - UMSU yang telah kebersamai dan memberi banyak sekali pembelajaran bagi penulis selama berproses sebagai mahasiswa.
9. Teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2019.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia konstruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 19 September 2024

Penulis,

Muhammad Aji Purnomo

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Mikrokontroler	8
2.3 Arduino.....	12
2.4 Sensor MQ7.....	16
2.5 Sensor MQ-135	18
2.6 Fan 12V DC.....	21
2.7 <i>Buzzer</i>	22
2.8 <i>Power Switch</i> (Sakelar)	23
2.9 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	24
2.10 Filter HEPA (<i>High Efficiency Particulate Air</i>)	25
2.11 <i>Driver Motor L298N</i>	28
2.12 <i>Power Supply DC</i>	28
2.13 Sistem Pemurni Udara.....	30
2.13.1 Definsisi Pemurni Udara.....	30
2.12.2 Fungsi Pemurni Udara	30
2.12.3 Teknologi Yang Digunakan Dalam Pemurni Udara.....	30
2.12.4 Manfaat Penggunaan Pemurni Udara	31
2.12.5 Aplikasi Pemurni Udara.....	31
2.14 Udara	32
2.15 <i>Analog To Digital Converter (ADC)</i>	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	36

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.2 Bahan Dan Alat	37
3.3 Bagan Alir Penelitian	39
3.4 Perancangan Alat.....	40
3.5 <i>Analog To Digital Converter (ADC)</i>	42
3.6 Prinsip Kerja Pemurnian Udara Otomatis	42
3.7 Design Rancangan Pemurni Udara Otomatis	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Proses Pembuatan Alat	44
4.2 Kalibrasi Alat.....	45
4.3 Pengujian Senyawa <i>CO</i> dan C02 Didalam Ruangan (<i>Indoor</i>)	53
4.4 Pengujian Senyawa <i>CO</i> dan C02 Diluar Ruangan (<i>Outdoor</i>)	57
4.5 Pengujian Efisiensi Sistem Pemurni Udara	60
BAB V PENUTUP.....	62
5.1 kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Mikrikontroler	9
Gambar 2. 2 Arduino Uno.....	12
Gambar 2. 3 Tampilan Program Arduino	14
Gambar 2. 4 Modul Sensor MQ7	16
Gambar 2. 5 Rangkaian Dasar Sensor MQ7	17
Gambar 2. 6 Modul Sensor MQ135.....	19
Gambar 2. 7 Rangkaian Dasar Sensor MQ13	20
Gambar 2. 8 kipas DC.....	21
Gambar 2. 9 Buzzer.....	22
Gambar 2. 10 <i>Power Switch</i>	24
Gambar 2. 11 Bentuk Fisik LCD	24
Gambar 2. 12 Design Filter HEPA	26
Gambar 2. 13 Mekanisme Kerja Filter HEPA	27
Gambar 2. 14 Driver Notor L298N.....	28
Gambar 2. 15 Bentuk Fisik Power Supply DC	29
Gambar 2. 16 Gelombang Sinyal AC dan DC	29
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Alat.....	40
Gambar 3. 3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Untuk Sensor MQ-7 dan MQ-135 .	41
Gambar 3. 4 Rangkaian Alat Sistem Pemurnian Udara Otomatis	41
Gambar 3. 5 Desain Sistem Pemurnian Udara Otomatis	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kerja Modul MQ7	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi Kerja Modul MQ135	19
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	36
Tabel 4. 1 Tabel Kalibrasi Sensor MQ7 Intake.....	46
Tabel 4. 2 Tabel Kalibrasi Sensor MQ7 Exhaust.....	48
Tabel 4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor MQ135 Intake.....	50
Tabel 4. 4 Parameter Kalibrasi Sensor MQ135 Exhaust.....	52
Tabel 4. 5 Tabel Percobaan Senyawa CO	54
Tabel 4. 6 Tabel Percobaan Senyawa CO ₂	55
Tabel 4. 7 Tabel Percobaan Senyawa CO.....	57
Tabel 4. 8 Tabel Percobaan Senyawa CO ₂	58
Tabel 4. 9 Nilai Efisiensi.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi saat ini semakin hari semakin berkembang dengan sangat pesat. Manusia yang awalnya digunakan tenaganya untuk mengoperasikan peralatan – peralatan atau perangkat - perangkat mesin kini tergantikan oleh robot – robot yang dikendalikan melalui layar monitor saja. Berbagai sektor kehidupan sudah diisi dengan teknologi – teknologi yang dapat mempermudah pekerjaan manusia. Contohnya disektor kesehatan, manusia tidak perlu lagi menyapu lantai untuk menghilangkan debu – debu yang menempel secara manual karena sudah ada robot yang dapat membersihkannya dengan menekan tombol *on* saja. Pada sektor pertanian, petani tidak perlu mengeluarkan tenaga ekstra untuk memanen ladangnya yang cukup luas karena akan sangat memakan banyak waktu dan tenaga. Sudah ada alat yang dapat membantu petani memanen dengan lebih cepat serta efisien dan sangat – sangat membantu petani dan masih banyak lagi di sektor sektor lainnya.

Polusi udara menjadi lebih parah seiring dengan kemajuan industrialisasi. Peneliti menemukan sembilan bahan kimia berbahaya di udara yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan parah pada manusia. Beberapa bahan rumah tangga menghasilkan polusi udara dalam ruangan: semen, cat, pernis, furnitur, serta alat pemanas dan memasak. Karena orang-orang menghabiskan sebagian besar waktunya di lingkungan dalam ruangan, penting untuk menciptakan lingkungan bebas polusi demi kesejahteraan jangka panjang.[1]. Daerah perkotaan menderita polusi udara luar ruangan sebagai salah satu masalah lingkungan yang signifikan saat ini. Partikel kecil yang keluar dari berbagai sumber polutan, seperti lalu lintas, industri, sistem pendingin udara, merupakan penyebab utama polusi udara luar ruangan. Partikel polutan yang halus dan sangat halus ini berhubungan dengan spektrum penyakit akut dan kronis yang luas karena dapat menembus jauh ke dalam sistem pernapasan[2].

Namun, menurut data WHO, > 80% orang yang tinggal di perkotaan terpapar pada tingkat kualitas udara yang melebihi standar yang direkomendasikan oleh pedoman WHO, dengan negara-negara berpendapatan rendah dan menengah

mengalami paparan tertinggi[3]. Pengurangan polusi udara memainkan peran penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Polusi udara, yang sebagian besar disebabkan oleh pembangkitan dan konsumsi energi, merupakan salah satu permasalahan global dan lokal. Hal ini telah mengumpulkan kontribusi berkelanjutan terhadap pemanasan global[4]. Sebagai masalah global, polusi udara menimbulkan dampak buruk di banyak belahan dunia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 90% populasi dunia tinggal di lokasi dengan polusi udara yang parah[5]. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan pada Hari Jantung Sedunia 2017 bahwa CVD, penyebab kematian nomor satu secara global, menyebabkan 17,7 juta kematian setiap tahunnya, terhitung > 31% dari seluruh kematian global, dan jumlahnya terus meningkat. Angka kematian akibat penyakit CVD meningkat sebesar 14,5% antara tahun 2006 dan 2016. Lebih dari 75% kematian terjadi di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah. Namun, hubungan antara polusi udara dan penyakit kardiovaskular masih belum jelas.

Namun demikian, data klinis dan epidemiologi terbaru menunjukkan bahwa keduanya mungkin berhubungan. Selain itu, Institut Statistik dan Sensus Nasional (INEC) pada tahun 2020 melaporkan bahwa salah satu penyebab utama kematian umum di negara tersebut adalah influenza dan pneumonia dengan 6930 kematian, menempati urutan kelima kematian anak-anak dari 0 hingga 11, dan penyebab yang sama menyebabkan 175 kematian pada orang berusia 65 tahun ke atas[6]. Orang lanjut usia sangat rentan terhadap polusi udara, dengan perubahan API sebesar 10 unit menyebabkan perubahan angka kematian sebesar 8,41%. Untuk memahami bagaimana dampak polusi udara berubah dari waktu ke waktu, ambil sampel berdasarkan sub-periode yang berbeda dan temukan bahwa dampaknya telah berkurang dalam dua dekade terakhir. Analisa lebih lanjut mengungkapkan bahwa berkurangnya dampak ini kemungkinan besar didorong oleh inisiatif perbaikan medis dan kemajuan layanan kesehatan berbasis masyarakat setelah epidemi sindrom pernafasan akut parah, bukan oleh perubahan perilaku penghindaran atau kesadaran masyarakat terhadap polusi udara[7].

Karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) adalah dua gas yang menyebabkan pencemaran udara. Senyawa karbon monoksida (CO) dan karbon

dioksida (CO_2) dapat menimbulkan efek berbahaya bagi manusia jika terpapar dalam konsentrasi tinggi atau dalam situasi tertentu. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyarankan nilai pedoman maksimum adalah 9 bagian per juta (ppm) untuk paparan 8 jam, lalu 15 ppm untuk paparan senyawa CO selama 5 jam dan 25 ppm dikategori berbahaya. Untuk konsentrasi senyawa CO_2 biasanya sekitar 400 ppm sampai 1000 ppm. Kadar tersebut dianggap aman bagi manusia dan tidak menimbulkan risiko kesehatan. *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)* merekomendasikan tingkat di dalam ruangan hingga 700 ppm di atas tingkat di luar ruangan sebagai hal yang dapat diterima untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan. Di sebagian besar lingkungan dalam ruangan, levelnya dijaga jauh di bawah ambang batas ini [8], [9].

Oleh karena itu, dirancanglah sistem pemurnian udara otomatis menggunakan teknologi filter HEPA untuk memproses senyawa karbon monoksida dan karbon dioksida. Penulis menerapkan sistem yang sekompleks mungkin sehingga bisa ditempatkan dimana saja. Dengan sistem ini, polusi udara dapat dikurangi dan menjadikan area di sekitar alat pembersih udara otomatis ini benar-benar bersih dari senyawa CO dan CO_2 dengan skala prototype.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang disusun mengenai pemurnian Pemurnian udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter HEPA untuk Mengolah Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida :

1. Bagaimana merancang dan membangun Alat Pemurni Udara Otomatis Menggunakan Filter HEPA ?
2. Bagaimana tahapan pembuatan alat pemurni udara otomatis menggunakan Filter HEPA dengan menggunakan sensor MQ7 dan sensor MQ135 ?
3. Apakah alat pemurni udara otomatis ini dapat mengatasi variasi konsentrasi karbon monoksida dan karbon dioksida dalam lingkungan yang berbeda?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup proyek "Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter HEPA untuk Mengolah Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida" mencakup beberapa aspek yang perlu ditentukan. Berikut adalah ruang lingkup yang dapat diidentifikasi :

1. Merancang alat pemurni udara yang memadukan filter HEPA dengan mekanisme pemurnian udara otomatis menggunakan sensor MQ7 dan MQ135.
2. Membuat alat pemurni udara otomatis untuk mendeteksi konsentrasi CO dan CO₂.
3. Menguji alat pemurni udara dengan cara melakukan analisis perubahan kualitas udara didalam dan diluar ruangan, sebelum dan setelah penerapan sistem pemurnian udara.

Ruang lingkup ini membantu membatasi fokus proyek dan memberikan arah yang jelas untuk mencapai tujuan pemurnian udara menggunakan filter HEPA untuk mengolah senyawa CO dan CO₂ dalam skala prototype.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk pembuatan alat Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter HEPA untuk Mengolah Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida dapat dirinci sebagai berikut:

1. Merancang alat pemurnian udara dalam menyaring senyawa CO dan CO₂ dari udara menggunakan Filter HEPA.
2. Membuat alat yang mengintegrasikan Filter HEPA dengan sensor MQ7 dan MQ135 untuk mendeteksi dan mengolah konsentrasi CO dan CO₂ secara otomatis.
3. Menganalisa perubahan kualitas udara didalam dan diluar ruangan, sebelum dan setelah implementasi sistem pemurnian udara otomatis.

Dengan menetapkan tujuan ini, penelitian dapat menyediakan wawasan mendalam tentang potensi teknologi filter HEPA dalam pemurnian udara otomatis dan kontribusinya terhadap peningkatan kualitas udara dalam ruangan serta pengurangan senyawa CO dan CO₂.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai Pemurnian Udara Otomatis Menggunakan Teknologi Filter HEPA untuk Mengolah Senyawa Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida memiliki berbagai manfaat, baik secara praktis maupun konseptual. Beberapa manfaat potensial dari penelitian ini melibatkan berbagai aspek, seperti kesehatan,

lingkungan, dan teknologi. Berikut adalah beberapa manfaat yang mungkin dapat dihasilkan:

1. Sistem pemurnian udara otomatis menggunakan filter HEPA dapat meningkatkan kualitas udara dalam ruangan secara signifikan dengan mengurangi kadar karbon monoksida dan karbon dioksida.
2. Sistem yang dikontrol sensor otomatis dapat membantu menggunakan sumber daya dan energi secara efisien, karena sistem tersebut aktif ketika konsentrasi tinggi terdeteksi hanya saat diperlukan.
3. Memberikan informasi dan solusi terkait kualitas udara dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan udara dan dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memiliki dampak positif yang dapat dirasakan oleh masyarakat luas melalui peningkatan kualitas udara, perlindungan kesehatan, dan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

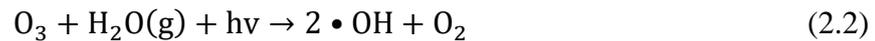
Pada penelitian yang dilakukan oleh J. Teknika, N. daffa, H. Deviana yaitu membuat *Prototype* Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Asap Rokok Di Dalam *Smoking Room* Menggunakan Fuzzy. Dalam proses pembuatan sistem pada alat ini, menggunakan Logika Fuzzy metode Tsukamoto. Alat ini dirancang agar dapat mengendalikan zat-zat beracun yang dikeluarkan oleh asap rokok dengan jalan memperlancar sirkulasi udara dalam suatu ruangan. Alat pengukur kadar Karbon Monoksida pada asap rokok di dalam *smoking room* ini, bekerja dengan cara mengukur kadar racun pada asap rokok didalam *smoking room*. Masukan dari sistem ini adalah sensor MQ-2 yang mendeteksi asap rokok dan sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida dan kemudian hasil input-an dari kedua sensor tersebut diolah dalam mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan menampilkan *output-an* pada LCD dan memerintahkan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm dan mengaktifkan kipas untuk pembuangan. Alat ini diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat dan pemerintah untuk mengendalikan zat beracun yang dikeluarkan melalui asap rokok dengan jalan mengendalikan asap rokok pada *smoking room*[13].

Dalam penelitiannya, GSNVKS Swamy menggunakan sistem pemurnian udara jenis baru untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan / *Indoor Air Quality* (IAQ) dan ventilasi dengan mengurangi konsentrasi karbon dioksida (CO₂) yang dinilai di gedung perkantoran di India. Penelitiannya memberikan evaluasi sistem kontrol yang mengurangi gas beracun di dalam ruangan menggunakan media filter sintesis. Potensi pengurangan CO₂ tingkat sistem kontrol, untuk kapasitas unit penanganan udara yang berbeda, dibandingkan. Studi eksperimental dan evaluasi di tempat telah dilakukan dengan menggunakan sistem pemurnian udara. Laju ventilasi dan konsentrasi dipantau sebelum dan sesudah pemasangan sistem pemurnian. Hasil penyelidikan menunjukkan konsentrasi berkurang lebih dari 40% dengan sistem pemurnian. Asupan udara segar untuk mempertahankan tingkat ventilasi yang diinginkan telah dikurangi hingga lebih dari 50%, yang selanjutnya

mengurangi beban panas. Laju aliran ventilasi dicapai dengan sistem pemurnian udara ini. Sistem ini memiliki potensi aspirasi dalam mengendalikan ketinggian pada bangunan berventilasi mekanis. konsentrasi diturunkan ke batas yang diizinkan dan dipertahankan lebih lanjut tanpa memasukkan udara segar ke dalam sistem. Berdasarkan hasil, penilaian sistem pemurnian udara merupakan penerapan yang penting dan luas di lingkungan dalam ruangan untuk mengurangi biaya pendinginan. jenis sistem pemurnian udara untuk CO₂[10].

Penelitian yang dilakukan oleh E. Widya, F. Farel dan A. Ghifari menggunakan *Ceratophyllum demersum* untuk memperbaiki kualitas udara. Pemurnian udara dengan menggunakan *Ceratophyllum demersum* mempunyai kemampuan memberikan kesegaran udara pada ruangan yang terkena polusi udara seperti karbon monoksida dan karbon dioksida untuk mengatasi *sick buiding sindrom*. *Ceratophyllum demersum* adalah tumbuhan air yang panjangnya bisa mencapai 1-3 m. Tumbuhan ini tidak memiliki akar, namun kadang-kadang mengembangkan daun yang seperti akar untuk menenggelamkan diri ke dasar air. Tumbuhan air ini sering digunakan sebagai penghias akuarium karena dapat memproduksi oksigen yang tinggi. *Sick building syndrome* adalah situasi dimana penghuni gedung mengeluhkan permasalahan kesehatan, keselamatan, dan kenyamanan selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Keluhan dan tanda berupa sakit kepala, lesu, iritasi mata dan kulit, serta berbagai gangguan pernafasan akan timbul ketika mereka berada di dalam Gedung dengan kualitas ruangan yang buruk. Polusi udara yang disebabkan kebakaran hutan merupakan faktor paling berbahaya penyebab *sick building syndrome*[11].

Pada penelitian yang dilakukan oleh F. He, W. Jeon dan W. Choi menggunakan metode fotokatalisis sebagai metode pembersihan udara yang ramah lingkungan. Oksidasi fotokatalitik (PCO) diusulkan sebagai teknologi ideal untuk kation pemurnian udara karena dapat mendegradasi beragam polutan udara menjadi bentuk tidak beracun atau kurang berbahaya dengan menggunakan lampu diesel (atau buatan) dalam kondisi sekitar. Proses fotokatalis (PC) (mis. 1) memiliki kemiripan intrinsik dengan mekanisme pembersihan mandiri di atmosfer bumi (mis. 2) karena keduanya didasarkan pada fotoksidasi tidak langsung (tersensitisasi) untuk menghasilkan oksidan in situ di udara.



Keuntungan utama dari pemurnian udara fotokatalitik adalah (1) tidak memerlukan bahan kimia atau masukan energi eksternal kecuali cahaya, yang tidak memakan banyak biaya jika menggunakan cahaya sekitar atau sinar matahari, (2) pengoperasian yang aman dalam kondisi ruangan dan aktivitas yang relatif tidak sensitif terhadap kelembapan, dan (3) kemampuan mineralisasi penuh senyawa organik yang mudah menguap menjadi dan disisi lain, proses ini mempunyai efisiensi pemanfaatan foton yang rendah dan laju penghilangan yang lambat, kesulitan dalam peningkatan skala, dan pengotoran/penonaktifan fotokatalis selama pengoperasian yang berkepanjangan[12].

Penelitian yang dilakukan oleh RF Siregar, AAffandi, RRohana, AR Nasution, I Tanjung , yaitu Penggunaan Deteksi Asap dan Kebakaran menggunakan Modul SIM900A. Fokus utama sistem ini adalah mendeteksi asap dan api secara efektif pada potensi bahaya situasi.Sistem ini memanfaatkan teknologi sensor untuk memantau perubahan kondisi lingkungan, dengan tujuan memberikan tanggapan dan pemberitahuan cepat kepada pengguna atau otoritas terkait melalui koneksi seluler. Pendekatan ini menggabungkan sinyal umpan balik dari sensor dan konektivitas seluler menggunakan modul SIM900A yang diolah dengan mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi dan kehandalan deteksi bahaya. Sistem ini dirancang dengan tujuan memberikan layanan yang efisien dan terjangkau solusi untuk mendeteksi potensi kebakaran atau situasi berbahaya lainnya di berbagai lingkungan, termasuk perumahan, perkantoran, dan kawasan industri. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi asap dan menembak dengan akurasi tinggi, serta memberikan notifikasi instan melalui pesan teks atau digital pemberitahuan.[14]

2.2 Mikrokontroler

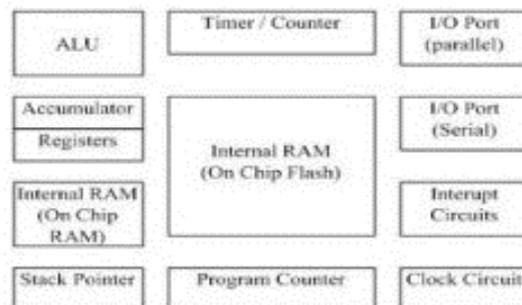
Mikrokontroler adalah suatu *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana

mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output* (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde *Gbyte*, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde *byte/Kbyte*.

Mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem. Bahasa *assembly* ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa *assembly*, aplikasi dimana parameter input dan *output* langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah.

Mikrokontroler memiliki bagian – bagian atau struktur yang memiliki pembagian kerja disetiap masing – masing strukturnya. Adapun pembagian struktur dari mikrokontroler.



Gambar 2. 1 Struktur Mikrikontroler

a) Register

Register adalah suatu tempat penyimpanan (*variable*) bilangan bulat 8 atau 6 bit. Pada umumnya *register* jumlahnya banyak, masing-masing ada yang memiliki fungsi khusus dan ada pula yang memiliki kegunaan umum. Register yang memiliki fungsi khusus misalnya adalah *register timer* yang berisi data perhitungan pulsa untuk *timer*, atau *register* pengatur mode operasi *counter*

(pencacah pulsa). Sedangkan *register* umum digunakan untuk menyimpan data sementara yang diperlukan untuk proses perhitungan dan proses operasi mikrokontroler.

Register dengan kegunaan umum dibutuhkan mengingat pada saat yang bersamaan mikrokontroler hanya mampu melakukan operasi aritmetik atau logic hanya pada satu atau dua perand saja. Sehingga untuk operas-operasi yang melibatkan banyak *variable* harus dimanipulasi dengan menggunakan *variable-variabel register* umum.

b) *Accumulator*

Accumulator merupakan salah satu *register* khusus yang berfungsi sebagai operand proses aritmetika dan logika.

c) *Program Counter*

Program counter merupakan salah satu *register* khusus yang berfungsi sebagai pencacah/ penghitung eksekusi program mikrokontroler.

d) *ALU (Arithmetic and Logic Unit)*

ALU memiliki kemampuan mengerjakan proses-prose aritmatika (Penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian) dan operasi logika (misalnya AND, OR, XOR, NOT) terhadap bilangan bulat 8 atau 6 bit.

e) *Clock Circuit Mikrokontroler*

Clock circuit mikrokontroler adalah rangkaian logika skuensial, dimana proses kerjanya berjalan melalui sinkronisasi *clock*. Karenanya diperlukan *clock circuit* yang menyediakan *clock* bagi seluruh bagian rangkaian.

f) *Internal ROM (Read Only Memory)*

Merupakan memori penyimpanan data yang isinya tidak dapat diubah atau dihapus (hanya dapat dibaca). ROM biasanya diisi dengan program untuk menjalankan mikrokontroler segera setelah *power* dinyalakan, dan berisi data-data konstanta yang diperlukan oleh program. Isi RON tidak dapat hilang walaupun *power* dimatikan.

g) *Internal RAM (Random Acces Memory)*

Merupakan memori penyimpanan data yang isinya dapat diubah atau dihapus. RAM biasanya berisi data-data *variable* dan *register*. Data yang tersimpan pada RAM bersifat hiking jika catu daya yang terhubung padanya dimatikan.

h) *Stack Pointer Stack*

Stack Pointer Stack adalah bagian dari RAM yang memiliki metode penyimpanan dan pengambilan data secara khusus. Data yang disimpan dan dibaca tidak dapat dilakukan dengan metode acak. Karena data yang masuk kedalam *stack* pada urutan yang terakhir adalah data yang pertama kali dibaca kembali. *Stack pointer* berisi *offset* dimana posisi data *stack* yang terakhir masuk (atau yang pertama kali dapat diambil).

i) *I/O (Input/ Output) Port*

Merupakan sarana yang dipergunakan oleh mikrokontroler untuk mengakses peralatan-peralatan lain diluar dirinya, berupa pin-pin yang dapat berfungsi untuk mengeluarkan data digital ataupun menginputkan data.

j) *Interrupt Circuits*

Adalah rangkaian yang memiliki fungsi untuk mengendalikan sinyal-sinyal interupsi baik internal maupun eksternal. Adanya sinyal interupsi akan menghentikan eksekusi normal program mikrokontroler untuk selanjutnya menjalankan sub-program untuk melayani interupsi tersebut. Diagram balik tersebut tidaklah selalu sama untuk setiap jenis mikrokontroler. Beberapa mikrokontroler menyertakan rangkaian *ADC (Analog to Digital Converter)* di dalamnya, ada pula yang menyertakan port I/O serial di samping port I/O parallel yang sudah ada[17].

Secara teknis hanya ada 2 mikrokontroler, RISC dan CISC, dan masing-masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri-sendiri. RISC adalah singkatan dari *Reduced Instruction Set Computer*: Instruksi terbatas tetapi lebih banyak fitur. CISC adalah singkatan dari *Complex Instruction Set Computer*: Pedoman tersebut dapat dianggap lebih komprehensif namun memiliki fasilitas yang memadai. Tipenya ada banyak, antara lain seri Motorola dengan seri 68, seri MCS51 produksi Atmel, Philip, Dallas, seri PIC dari Microchip, Renesas, Zilog.

Setiap keluarga juga dibagi menjadi beberapa kategori. Oleh karena itu sulit untuk menghitung jumlah mikrokontroler. Apa yang perlu Anda ketahui akan bervariasi dari orang ke orang dalam hal kemudahan belajar. Jika Anda mengetahui bahasa pemrograman BASIC, Anda dapat menggunakan mikrokontroler BASIC Stamp, jika Anda mengetahui bahasa pemrograman JAVA, Anda juga dapat

menggunakan Jstamp, jika Anda mengetahui bahasa pemrograman C++, Anda dapat menggunakannya untuk seri MCS51 dan lainnya.

2.3 Arduino

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *smart projects*. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat “*open source*” sehingga boleh dibuat siapa saja. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler[20].



Gambar 2. 2 Arduino Uno

Hardware dalam arduino memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis arduino disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis processor yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis kontroler yang digunakan. Yang membedakan antara arduino yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap boardnya dan jenis *mikrokontroler* yang digunakan. Dalam tugas akhir ini, jenis arduino yang digunakan adalah arduino uno.

Arduino Uno adalah *board mikrokontroler* berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset. Untuk mendukung *mikrokontroler* agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Papan Arduino Uno dapat

mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari *USB port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis

Arduino Uno *board* didukung oleh *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, *debugging* dan proses *download* ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung tercompile dan terdownload ke *mikrokontroler* yang ada di *Arduino Board*. Dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang keinginan kita. Ada banyak sekali yang bisa dibuat dengan mudah dengan Arduino :

- a) Lampu flip-flop, lampu Lalu-lintas
- b) Robot pintar; *line follower*, *maze solver*, pencari api, dll
- c) Mengontrol *motor stepper*,
- d) Mendeteksi suhu dan mengatur suhu ruang,
- e) Jam digital
- f) *Timer alarm*
- g) *Display LCD*, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment (IDE)*, suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE arduino terdiri dari :

- a) Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

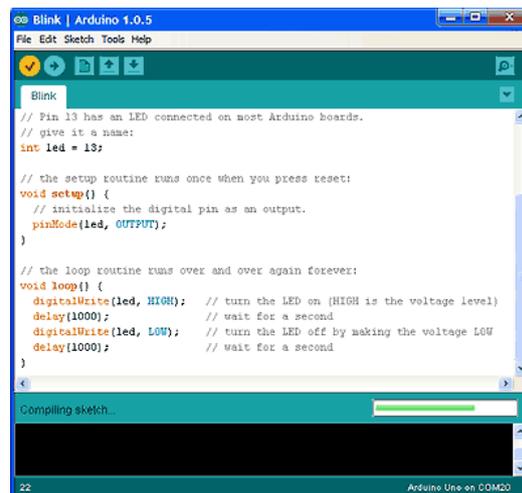
- b) *Compiler*

Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch. Sebuah modul yang mengubah

kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.

c) *Uploader*

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* didalam papan arduino.



Gambar 2. 3 Tampilan Program Arduino

Kode Program Arduino biasa disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung dicompile dan diupload ke *Arduino Board*. Secara sederhana, sketch dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok (lihat gambar di atas):

a) *Header*

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan library dan pendefinisian variable. Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan variable led (integer) dan sekaligus isi dengan angka 13. `int led = 13`

b) *Setup*

Di sinilah awal program Arduino berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika power on Arduino board. Biasanya di blok ini diisi penentuan apakah suatu pin

digunakan sebagai input atau output, menggunakan perintah `pinMode`.
 Inisialisasi variable juga bisa dilakukan di blok ini

```
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() { // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT); }
```

`OUTPUT` adalah suatu makro yang sudah didefinisikan Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1)`;

Suatu pin bisa difungsikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

c) *Loop*

Blok ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol power Arduino di matikan. Di sinilah fungsi utama program Arduino kita berada.

```
void loop()
{ digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED delay (1000); //
  tunggu 1000 milidetik
  digitalWrite(led, LOW); // matikan LED
  delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah *digital Write* (`pinNumber, nilai`) akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di `pinNumber` tergantung nilainya. Jadi perintah di atas `digitalWrite (led, HIGH)` akan membuat pin nomor 13 (karena di header dideklarasikan `led = 13`) memiliki tegangan = 5V (*HIGH*). Hanya ada dua kemungkinan nilai `digitalWrite` yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, selanjutnya kita ambil kabel USB yang diikutsertakan pada saat membeli Arduino, pasang ke komputer dan board arduino, dan upload programnya. Lampu LED yg ada di Arduino board kita akan kelap-kelip. Sekedar informasi, sebuah LED telah disediakan di board Arduino Uno dan disambungkan ke pin 13.

2.4 Sensor MQ7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ7 ini mempunyai kelebihan sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai yang lama. Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan. Disarankan kalibrasi pendeteksian untuk CO 200ppm di udara[21].



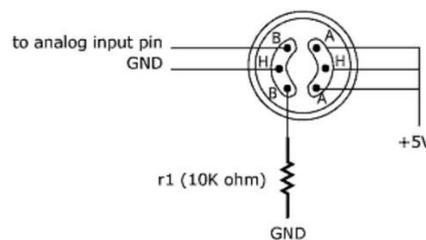
Gambar 2. 4 Modul Sensor MQ7

Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor MQ7 adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap kendaraan yang mengandung gas karbon monoksida. Sensor MQ7 mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap gas karbon monoksida. Ketika sensor mendeteksi gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan menurun. Didalam sensor memiliki suatu penyerap keramik yang berfungsi untuk melindungi dari debu atau gas yang tidak diketahui. *Heater* pada sensor ini berfungsi sebagai pemicu sensor untuk dapat mendeteksi target gas yang diharapkan setelah diberikan tegangan 5 Volt[22].

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kerja Modul MQ7

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
<i>Circuit Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Heating Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Load Resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater Resistance</i>	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan
<i>Heating Consumption</i>	sekitar 350 mW	
Jangkauan Pengukuran	20-2000 ppm karbon monoksida	

Sensor gas MQ-7 disusun oleh mikro AL₂O₃ tabung keramik, Tin Dioksida (SnO₂) 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. Sensor Gas MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan. Rangkaian dasar sensor gas MQ-7 dapat ditunjukkan pada Gambar 2.8 sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Rangkaian Dasar Sensor MQ7

Hambatan permukaan sensor R_s diperoleh melalui dipengaruhi sinyal output tegangan dari resistansi beban R_L yang seri. Hubungan antara itu dijelaskan pada persamaan dibawah:

$$R_s \setminus R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL} . \quad (2.3)$$

Sinyal ketika sensor digeser dari udara bersih untuk karbon monoksida (CO), 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 SnO₂ dengan stabilitas. Jadi, MQ-7 memiliki stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Masa servis bisa mencapai 5 tahun di bawah kondisi penggunaan. Penyesuaian sensitivitas nilai resistansi MQ-7 adalah perbedaan untuk berbagai jenis dan berbagai gas konsentrasi. Ketika

secara akurat mengukur, titik alarm yang tepat untuk detektor gas harus ditentukan setelah mempertimbangkan pengaruh suhu dan kelembaban.

Karakteristik sensitivitas sensor Gas MQ-7 adalah sebagai berikut:

- a) R_s /tahanan permukaan terhadap tubuh = 2-20k pada 100ppm karbon monoksida (CO).
- b) $(300/100\text{ppm})/\text{tingkat konsentrasi kemiringan} = \text{Kurang dari } 0.5 R_s (300\text{ppm})/R_s(100\text{ppm})$.
- c) Standar kondisi bekerja = temperature $-20^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ kelembapan $65\%\pm 5\%$, $RL:10\text{K}\Omega\pm 5\%$, $V_c:5\text{V}\pm 0.1\text{V}$ $V_H:5\text{V}\pm 0.1\text{V}$, $V_H:1.4\text{V}\pm 0.1\text{V}$.
- d) Waktu panaskan tidak kurang dari 48 jam.
- e) Jarak deteksi: 20ppm-2000ppm carbon monoxide

Persamaan untuk menentukan nilai R_o pada sensor MQ7 adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times V_{ref}}{1023} \quad (2.4)$$

Dimana, V_{out} adalah tegangan output sensor MQ7, V_{in} adalah nilai analog yang dibaca dari sensor MQ7, V_{ref} adalah tegangan referensi.

$$R_s = \frac{V_{supply} - V_{out}}{V_{out}} \times R_L \quad (2.5)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ7, V_{supply} adalah tegangan suplai ke sensor, V_{out} adalah tegangan output sensor MQ7 dan R_L adalah resistansi beban yang terhubung dengan sensor MQ7.

$$rasio = \frac{R_s}{R_o} \quad (2.6)$$

Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

$$PPM\ CO = a \times \left(\frac{R_s}{R_o}\right)^b \quad (2.7)$$

Dimana, $PPM\ CO$ adalah konsentrasi senyawa CO dalam PPM (Part per Million), a dan b adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

2.5 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH_3 , NO_x , alkohol, benzol, CO_2 , dan lain-lain. Sensor ini bekerja dengan cara menerima perubahan nilai resistansi (analog) bila terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan

yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitifitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi dari MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas - gas. Jadi, Ketika menggunakan komponen ini, penyesuaian sensitifitas sangat diperlukan. Selain itu, kalibrasi pendeteksian konsentrasi NH₃ sebesar 100 ppm atau alkohol sebesar 50 ppm di udara[21].

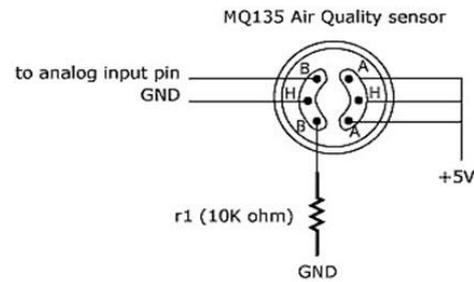


Gambar 2. 6 Modul Sensor MQ135

Tabel 2. 2 Spesifikasi Kerja Modul MQ135

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
<i>Circuit Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Heating Voltage</i>	5V ± 0,1	AC atau DC
<i>Load Resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater Resistance</i>	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi gas Ammonia (NH₃), Benzena (C₆H₆), Karbon dioksida (CO₂), Natrium dioksida (NO_x), Sulfur hidroksida (H₂S), gas berbahaya lainnya dan asap. Mirip dengan sensor gas seri MQ lainnya sensor ini memiliki pin output digital dan analog. Ketika tingkat gas melampaui batas ambang di udara, pin digital menjadi HIGH, untuk pin keluaran analog mengeluarkan tegangan analog yang dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat gas di udara. Tabel 1 di bawah menunjukkan konfigurasi Arduino dan sensor MQ-135. Gambar 2 menunjukkan gambar rangkaian arduino dan sensor MQ-135[23].



Gambar 2. 7 Rangkaian Dasar Sensor MQ13

Seperti yang kita ketahui bersama, setiap perangkat atau modul seperti sensor memiliki karakteristiknya masing – masing. Sensor MQ135 sendiri memiliki beberapa karakteristik, yaitu :

- Sensitivitas yang baik terhadap gas berbahaya dalam rentang yang luas.
- Ini memiliki umur panjang dan biaya rendah.
- Memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas amonia, benzena, sulfida.
- Ini adalah rangkaian penggerak sederhana

Sensor ini mungkin merupakan solusi tepat bagi Anda jika Anda memerlukan sensor untuk mendeteksi atau mengukur gas kualitas udara umum termasuk CO₂, asap, NH₃, NO_x, alkohol, atau benzena. Sebagai pendeteksi kebocoran gas, sensor gas MQ-135 menggunakan SnO₂ yang memiliki ketahanan lebih tinggi pada udara bersih. Resistansi sensor gas menurun seiring dengan peningkatan gas berbahaya. Persamaan untuk menentukan nilai R_o pada sensor MQ135 adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times V_{ref}}{1023} \quad (2.8)$$

Dimana, V_{out} adalah tegangan output sensor MQ135, V_{in} adalah nilai analog yang dibaca dari sensor MQ135, V_{ref} adalah tegangan referensi.

$$R_s = \frac{V_{supply} - V_{out}}{V_{out}} \times R_L \quad (2.9)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ135, V_{supply} adalah tegangan suplai ke sensor, V_{out} adalah tegangan output sensor MQ135 dan R_L adalah resistansi beban yang terhubung dengan sensor MQ135.

$$rasio = \frac{R_s}{R_o} \quad (2.10)$$

Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

$$PPM CO_s = a \times \left(\frac{R_s}{R_o}\right)^b \quad (2.11)$$

Dimana, $PPM CO$ adalah konsentrasi senyawa CO_s dalam PPM (Part per Million), a dan b adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

2.6 Fan 12V DC

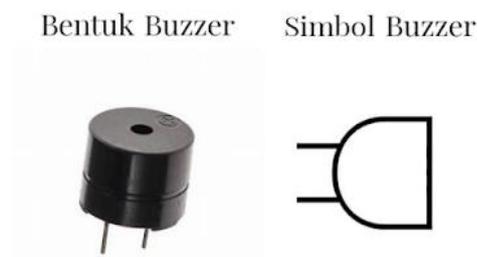
Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsinya. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Ukuran kipas angin mulai bervariasi ada kipas angin mini (Kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), kipas angin digunakan juga di dalam unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan *processor*, *power supply* dan casing. Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang di tetapkan. Kipas angin juga dipasang pada alas laptop untuk menghantarkan udara dan membantu kipas laptop dalam mendinginkan suhu laptop tersebut. Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta *remote control*. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu sentrifugal (Angin mengalir searah dengan poros kipas) dan Axial (Angin mengalir secara paralel dengan poros kipas). Pada alat ini digunakan kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12 VDC dan arus sebesar 0,08 A [24].



Gambar 2. 8 kipas DC

2.7 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara[25].



Gambar 2. 9 Buzzer

Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). Pada dasarnya, setiap *buzzer* elektronika memerlukan input berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis *buzzer* elektronika yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang berjenis *Piezoelectric (Piezoelectric Buzzer)*. Hal itu karena *Piezoelectric Buzzer* memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika.

Buzzer Elektronika menyerupai loud speaker namun memiliki fungsi-fungsi yang lebih sederhana. Berikut adalah beberapa fungsi *buzzer* elektronika :

- a) Sebagai bel rumah
- b) Alarm pada berbagai peralatan
- c) Peringatan mundur pada truk
- d) Komponen rangkaian anti maling
- e) Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya

- f) *Timer*
- g) Dan lain-lain

Pada dasarnya, prinsip kerja dari *buzzer* elektronika hampir sama dengan *loud speaker* dimana *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Namun dibandingkan dengan *loud speaker*, *buzzer* elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Sebagai contoh, *buzzer* elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan *loud speaker* yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan *speaker* agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia.

2.8 Power Switch (Sakelar)

Power Switch adalah sebuah tombol yang digunakan untuk memutus dan menghubungkan aliran listrik pada suatu rangkaian. Sakelar ini juga merupakan komponen listrik yang memudahkan kita untuk menghidupkan atau mematikan perangkat listrik, contohnya seperti lampu, tv dan barang – barang elektronik lainnya. Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik. sakelar digunakan untuk jaringan listrik arus kuat dan juga untuk komponen elektronika arus lemah.

Banyak jenis dan ukuran sakelar. Biasanya, sakelar terdiri dari banyak set kontak yang dikendalikan oleh kenop atau aktuator yang sama. Kontak dapat berfungsi secara bersamaan, berurutan, atau bergantian. Dimungkinkan untuk mengoperasikan sakelar secara manual, seperti lampu atau tombol papan ketik. Saklar adalah elemen penginderaan yang dapat mendeteksi posisi bagian mesin, ketinggian cairan, tekanan, atau suhu, seperti termostat. Beberapa sakelar memiliki bentuk khusus, seperti langsir (*switch toggle*), putar, merkuri, tombol tekan, pembalik, relai, dan pemutus sirkuit. Sakelar biasanya digunakan untuk mengatur pencahayaan; beberapa dapat dihubungkan ke satu sirkuit untuk memudahkan

pengendalian perlengkapan lampu. Sakelar di sirkuit berdaya tinggi harus memiliki konstruksi khusus untuk mencegah busur api yang merusak saat sakelar dibuka.



Gambar 2. 10 *Power Switch*

2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (Liquid Crystal Display) atau dapat di bahasa Indonesia-kan sebagai “Tampilan Kristal Cair” adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih dibagian belakang susunan kristal cair. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring[25].



Gambar 2. 11 Bentuk Fisik LCD

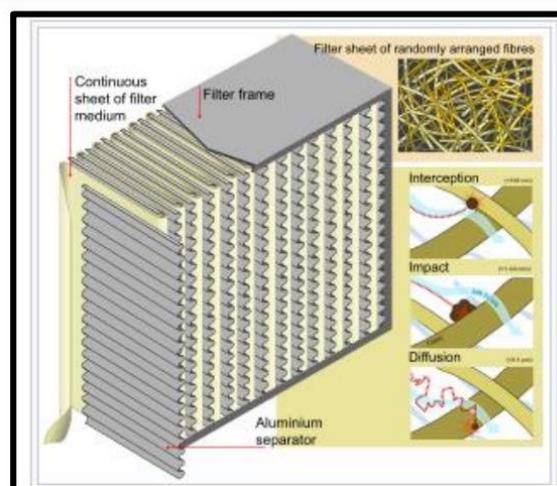
2.10 Filter HEPA (*High Efficiency Particulate Air*)

HEPA merupakan singkatan dari *High Efficiency Particulate Absorbing/Air* atau penyaring partikulat berefisiensi tinggi. HEPA menjadi standar efisiensi pada filter udara yang biasanya terdapat pada produk *air purifier* atau penyaring udara lainnya. *Air purifier* yang sudah dilengkapi dengan Filter HEPA berarti telah memenuhi standar HEPA. Di mana, filter tersebut dapat menyaring polutan udara di atas 99,9 persen. Filter HEPA sendiri adalah penyaring untuk udara yang dirancang dapat menahan debu atau partikel lainnya sampai ukuran mikron. Udara yang disalurkan setelah melalui proses penyaringan HEPA akan lebih bersih dari polutan seperti debu, bakteri dan virus. Pada beberapa produk air purifier dengan filter HEPA biasanya dapat juga menyaring *allergen* pada udara sehingga bisa mengurangi risiko alergi. Selain air purifier, produk lain yang juga memanfaatkan filter HEPA adalah *vacuum cleaner*. *High Efficiency Particulate Air* (HEPA) filter adalah teknologi penyaringan udara yang dapat menyaring atau menangkap mikropartikel.

Di instalasi nuklir HEPA filter pada sistem tata udara bisa digunakan untuk menyaring mikropartikel radionuklida. HEPA filter terdiri dari lapisan serat fiber yang memiliki diameter antara 0,5 hingga 2,0 mikrometer[17]. HEPA filter adalah teknologi penyaringan udara yang dapat menangkap mikropartikel pada sistem tata udara fasilitas dan diintegrasikan berdasarkan standar dari *Institute of Environmental Sciences and Technology (IES7)*. HEPA filter terdiri dari lapisan serat fiber yang memiliki diameter antara 0,5 hingga 2,0 mikrometer[18].

Ide pembuatan HEPA terlahir saat masker gas yang digunakan oleh tentara yang berperang saat perang dunia kedua. Selebar kertas yang dimasukkan dalam masker gas memiliki efektifitas tinggi terhadap penyaringan gas kimia. Tentara Inggris kemudian menirukan cara ini. Masker perorangan tidak praktis maka dibuatlah desain gabungan *blower* mekanik dan *air purifier*, yang mengandung kertas selulosa-asbestos di dalamnya. Desain gabungan inilah yang menjadi cikal bakal pembuatan filter HEPA. Fase selanjutnya filter HEPA didesain tahun 1940-an dan digunakan pertama kali dalam proyek Manhattan untuk mencegah penyebaran kontaminan radioaktif di udara. Tentara Amerika kemudian membuat suatu desain untuk menyaring material radioaktif dari udara. Seorang peneliti

bernama Irving Langmuir merekomendasikan suatu filter yang dapat menyaring ukuran partikel hingga 0.3 mikron. Pada tahun 1950 HEPA Filter diperkenalkan dan menjadi nama paten dari produk HEPA yang pertama. Filter tersebut telah berevolusi untuk menjadi lebih baik karena tuntutan kebutuhan kualitas udara yang tinggi di dalam industri teknologi seperti penerbangan, farmasi, rumah sakit, layanan kesehatan lain, bahan bakar nuklir, tenaga nuklir, dan pabrik sirkuit terintegrasi.



Gambar 2. 12 Design Filter HEPA

Filter terbuat dari sejumlah gabungan serat fiber teratur yang dicampur secara acak. Serat fiber tersebut umumnya terdiri atas fiberglass yang memiliki diameter 0.5 – 2 mikrometer. Poin penting yang bermanfaat bagi fungsi filter ini adalah diameter serat fiber, ketebalan fiber, dan velositas permukaan. Ruang kosong antar serat fiber dalam HEPA umumnya lebih besar dari 0.3 mikron. HEPA filter dirancang untuk menyaring partikel polutan yang lebih kecil. Partikel tersebut akan terjebak (menempel pada fiber) melalui kombinasi dari 3 mekanisme :

a) *Difusi*

Mekanisme penguat yang dihasilkan oleh tumbukan molekul gas dari partikel terkecil, terutama dibawah 0.1 mikro dalam diameter, dimana akan terhambat dalam jalurnya melalui filter. Sesuai dengan hukum *Brownian motion* dan meningkatkan probabilitas dimana partikel akan terhenti oleh

interception atau impaction. Mekanisme ini menjadi dominan pada aliran udara yang rendah.

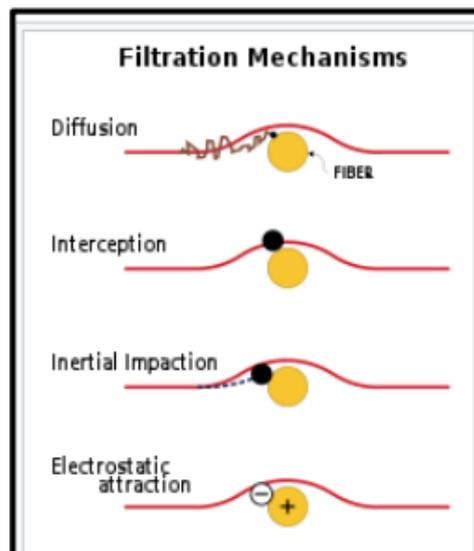
b) *Interception*

Partikel yang mengikuti jalur lurus dalam aliran udara dalam satu radius sebuah serat fiber akan menempel pada fiber tersebut.

c) *Impaction*

Partikel yang lebih besar tidak dapat menghindari serat fiber dalam mengikuti bentuknya yang melengkung dari aliran udara. Tujuannya adalah membuat partikel tersebut akan terjebak dan terikat pada salah satu serat. Efek dari impaction akan meningkat seiring penurunan pemisahan fiber dan aliran udara *velocity* yang tinggi.

Proses *difusi* umumnya akan menyaring partikel berukuran dibawah 0.1 mikron sedangkan *impaction* dan *interception* akan menyaring partikel diatas 0.4 mikron. Di antaranya, mendekati titik *Most Penetrating Particle Size (MPPS)* 0.21 mikron, baik difusi maupun intersepsi tidak efektif. Kelemahan fungsi filter dengan spesifikasi HEPA adalah retensi dari partikel hingga ukuran 0.3 mikron. Hal sebaliknya dapat terjadi untuk partikel berukuran lebih kecil dari MPPS. Hal ini dikarenakan partikel tersebut dapat berperan sebagai lokasi nukleasi untuk sebagian besar kondensasi dan membentuk partikel dekat MPPS.



Gambar 2. 13 Mekanisme Kerja Filter HEPA

HEPA Filter didesain untuk menangkap partikel yang sangat kecil secara efektif namun mereka tidak dapat menyaring gas dan molekul bau. Beberapa keadaan seperti *VOC (Volatile Organic Compound)*, penguapan zat kimia, asap rokok, bau binatang, atau gas dari kentut manusia menggunakan bantuan karbon teraktivasi (*Charcoal*) untuk menyaringnya. Filter dengan lembaran karbon diklaim memiliki tingkat efektifitas yang lebih tinggi dibanding yang menggunakan serbuk karbon. Teknologi terbaru ini dinamakan *High Efficiency Gas Adsorption (HEGA)* dan dipakai pada awalnya sebagai perlindungan tentara Inggris dari perang kimia[19].

2.11 *Driver Motor L298N*

Driver motor digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler ke motor DC . Driver motor ini digunakan karena arus yang keluar dari mikrokontroler tidak mampu mencukupi kebutuhan dari motor DC. IC L298N dapat digunakan untuk menggerakkan motor DC half-bridge sebanyak empat buah atau dua motor DC fullbridge. IC ini mempunyai 4 pin input yang bersesuaian dengan 4 pin outputnya. Selain itu juga terdapat 2 pin enable untuk pin output 1,2 dan pin output 3,4



Gambar 2. 14 Driver Motor L298N

2.12 *Power Supply DC*

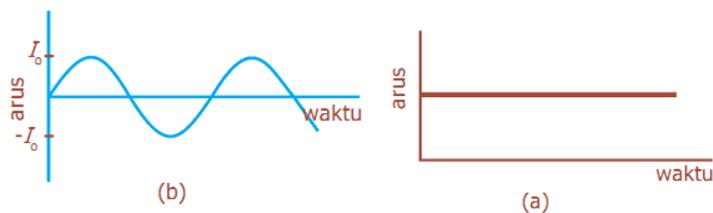
Power supply DC merupakan suatu rangkaian elektronika yang mengubah arus listrik bolak balik menjadi arus listrik searah yang digunakan untuk mensuplai tegangan, misalnya mensuplai tegangan ke *hardisk, fan*, dan lain lain. *Power supply DC* menjadi bagian yang penting dalam elektronika yang berfungsi sebagai pemasok energi listrik untuk kebutuhan alat elektronika. Secara umum prinsip rangkaian *power supply DC* terdiri atas komponen utama yaitu: *transformator*,

dioda dan kondensator. Dalam pembuatan rangkaian *power supply DC*, selain menggunakan komponen utama juga diperlukan komponen pendukung agar rangkaian tersebut dapat berfungsi dengan baik. Komponen pendukung tersebut antara lain : sakelar, sekering (*fuse*), lampu indicator, *printed circuit board (PCB)*, kabel serta *chassis*[28].



Gambar 2. 15 Bentuk Fisik Power Supply DC

Pada dasarnya *power supply* ini mempunyai konstruksi rangkaian yang hampir sama yaitu terdiri dari trafo, penyearah, dan penghalus tegangan. Istilah ini paling sering diterapkan ke perangkat yang mengubah satu bentuk energi listrik yang lain, meskipun juga dapat merujuk ke perangkat yang mengkonversi bentuk energi lain (misalnya, mekanik, kimia, solar) menjadi energi listrik. Secara umum prinsip rangkaian catu daya terdiri atas komponen utama yaitu ; transformator, dioda dan kondensator. Dalam pembuatan rangkaian catu daya selain menggunakan komponen utama juga diperlukan komponen pendukung agar rangkaian berfungsi dengan baik Ada dua sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak – balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah. Gambar 1 menunjukkan perbedaan antara tegangan (a) DC dan (b) AC.



Gambar 2. 16 Gelombang Sinyal AC dan DC

Sumber DC yang disearahkan dari sumber AC dengan menggunakan rangkaian penyearah yang dibentuk dari dioda dan pada sumber AC tegangan berayun sewaktu-waktu pada kutub positif atau sewaktu-waktu pada kutub negatif saja. Ada tiga macam rangkaian searah yaitu penyearah setengah gelombang, gelombang penuh dan sistem jembatan[29].

2.13 Sistem Pemurni Udara

2.13.1 Definsisi Pemurni Udara

Pemurni udara adalah perangkat yang dirancang untuk membersihkan udara dari partikel-partikel berbahaya, polutan, dan kontaminan lainnya. Alat ini bekerja dengan menyaring atau mengolah udara sehingga kualitas udara yang dihirup lebih bersih dan sehat. Pemurni udara dapat digunakan di dalam ruangan seperti rumah, kantor, atau pabrik untuk menjaga kesehatan penghuninya.

2.12.2 Fungsi Pemurni Udara

Pemurni udara memiliki beberapa fungsi utama:

- a. Menghilangkan Partikel Halus: Pemurni udara dapat menghilangkan partikel halus seperti debu, serbuk sari, bulu hewan peliharaan, dan asap.
- b. Menghilangkan Polutan Kimia: Alat ini dapat menyaring polutan kimia yang berbahaya seperti formaldehida, senyawa organik volatil (VOC), dan asap kendaraan.
- c. Mengurangi Gas Beracun: Beberapa pemurni udara mampu menghilangkan gas-gas beracun seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan ozon (O₃).
- d. Membunuh Mikroorganisme: Beberapa model dilengkapi dengan teknologi yang dapat membunuh bakteri, virus, dan jamur di udara, sehingga mengurangi risiko penyakit.

2.12.3 Teknologi Yang Digunakan Dalam Pemurni Udara

Ada berbagai teknologi yang digunakan dalam pemurni udara untuk mengolah dan membersihkan udara:

- a. HEPA Filter (*High-Efficiency Particulate Air*): Teknologi ini merupakan salah satu yang paling umum digunakan. Filter HEPA mampu menangkap partikel halus seperti debu, serbuk sari, dan bulu hewan hingga ukuran mikroskopis (sebesar 0,3 mikron atau lebih besar).

- b. **Filter Karbon Aktif:** Filter ini digunakan untuk menyerap gas-gas berbahaya dan bau tidak sedap. Karbon aktif efektif untuk menangani asap, VOC, dan polutan kimia lainnya.
- c. **Teknologi Ionisasi:** Pemurni udara ionik bekerja dengan melepaskan ion negatif ke udara yang kemudian mengikat partikel-partikel bermuatan positif (seperti debu dan polutan) sehingga partikel tersebut jatuh ke permukaan dan dapat dibersihkan.
- d. **UV-C Light (Sinar Ultraviolet):** Lampu UV-C digunakan untuk membunuh bakteri, virus, dan patogen lainnya dengan merusak DNA mereka. Teknologi ini efektif sebagai langkah tambahan dalam sterilisasi udara.
- e. **Fotokatalisis (PCO):** Proses ini melibatkan penggunaan sinar UV pada permukaan yang dilapisi dengan katalis (biasanya titanium dioksida). Reaksi ini menghasilkan radikal bebas yang mampu memecah bahan kimia berbahaya dan mikroorganisme di udara.
- f. **Ozonator:** Beberapa pemurni udara menghasilkan ozon untuk menghilangkan bau atau kontaminan. Namun, penggunaan ozonator harus hati-hati karena ozon sendiri bisa berbahaya jika terkonsentrasi terlalu tinggi.

2.12.4 Manfaat Penggunaan Pemurni Udara

- a. **Kesehatan Pernapasan:** Pemurni udara sangat membantu penderita alergi, asma, atau masalah pernapasan lainnya dengan menghilangkan alergen dan iritan di udara.
- b. **Pengurangan Risiko Penyakit:** Dengan kemampuan membunuh bakteri dan virus, pemurni udara dapat membantu mengurangi risiko penularan penyakit melalui udara.
- c. **Kenyamanan Lingkungan:** Pemurni udara membantu menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan nyaman dengan mengurangi bau tidak sedap, asap, dan polutan.

2.12.5 Aplikasi Pemurni Udara

- a. **Rumah Tangga:** Digunakan untuk menjaga kebersihan udara di dalam rumah, terutama di kamar tidur, ruang tamu, dan dapur.
- b. **Industri:** Pemurni udara digunakan di pabrik, laboratorium, atau rumah sakit untuk menjaga kualitas udara dan mencegah kontaminasi berbahaya.

- c. Ruang Kerja: Kantor dan gedung komersial sering menggunakan pemurni udara untuk meningkatkan kenyamanan karyawan dan pelanggan.

Dengan berbagai teknologi yang tersedia, pemurni udara dapat memberikan solusi efektif untuk meningkatkan kualitas udara di berbagai lingkungan.

2.14 Udara

Udara adalah elemen penting bagi kehidupan, agar makhluk hidup dapat hidup secara optimal, mereka perlu menjaga dan meningkatkan kualitasnya. Kualitas udara dalam ruangan erat kaitannya dengan efisiensi kerja dan kesehatan manusia. Pencemaran udara adalah suatu keadaan dimana kualitas udara rusak dan tercemar zat-zat, baik yang tidak berbahaya maupun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Pada umumnya pencemar udara berupa gas beracun (hampir 90%) dari partikel padat. Didukung oleh data yang dirilis WHO (2018), hingga 3,8 juta orang meninggal setiap tahunnya dikarenakan polusi udara termasuk partikel PM 2.5 (partikel meter 2.5). Salah satu upaya dan metode yang dapat dilakukan untuk menanggulangi krisis keadaan udara bersih, adalah dengan menerapkan alat penjernih udara.[15]

Pengelompokan udara dapat dilakukan berdasarkan berbagai kategori, seperti komposisi gas, peran gas dalam atmosfer, atau dampak terhadap lingkungan dan kesehatan. Berikut adalah beberapa cara utama mengelompokkan udara:

a. Berdasarkan Komposisi Gas

Udara terdiri dari berbagai jenis gas yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Gas Mayor:
 - Nitrogen (N_2) - 78%
 - Oksigen (O_2) - 21%
 - Argon (Ar) - 0,93%
- Gas Minor:
 - Karbon dioksida (CO_2) - 0,04%. Gas-gas lain seperti neon (Ne), helium (He), metana (CH_4), dan hidrogen (H_2) dalam jumlah sangat kecil.
- Uap Air (H_2O):
 - Uap air bervariasi tergantung kondisi iklim dan lokasi, seperti kelembaban di atmosfer.

b. Berdasarkan Fungsinya dalam Atmosfer

Udara juga dapat dikelompokkan berdasarkan peran dan fungsinya dalam ekosistem:

- Gas Vital untuk Kehidupan:
Oksigen (O_2) - Diperlukan untuk respirasi makhluk hidup.
Karbon dioksida (CO_2) - Diperlukan untuk fotosintesis pada tumbuhan
- Gas Inert atau Tidak Reaktif:
Argon (Ar) - Tidak reaktif dan tidak mempengaruhi proses biologis.
- Gas Rumah Kaca:
Karbon dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Nitrogen oksida (N_2O) - Menjebak panas di atmosfer dan berkontribusi terhadap perubahan iklim.

c. Berdasarkan Dampak Lingkungan dan Kesehatan

Udara juga dapat dikelompokkan berdasarkan gas yang memiliki dampak positif atau negatif terhadap kesehatan dan lingkungan:

- Gas Polutan:
Karbon monoksida (CO) - Berbahaya jika terhirup dan berasal dari pembakaran tidak sempurna.
- Ozon (O_3) di permukaan bumi - Merupakan polutan yang berbahaya bagi kesehatan.
- Sulfur dioksida (SO_2) dan Nitrogen oksida (NO_x) - Penyebab utama hujan asam dan polusi udara.
- Gas Penting untuk Kesehatan:
Oksigen (O_2) - Esensial bagi makhluk hidup untuk respirasi.

d. Berdasarkan Sifat Kimianya

Gas-gas di udara dapat juga dikelompokkan berdasarkan sifat kimianya:

- Gas Inert atau Gas Mulia:
Argon (Ar), Neon (Ne), Helium (He) - Gas-gas ini tidak bereaksi secara kimiawi dalam kondisi normal.
- Gas Reaktif:
Oksigen (O_2) - Bereaksi dengan banyak bahan untuk menghasilkan oksidasi atau pembakaran.
- Karbon dioksida (CO_2) - Terlibat dalam reaksi kimia dan siklus karbon di atmosfer.

e. Berdasarkan Asal Gas

Gas-gas dalam udara dapat pula dikelompokkan berdasarkan asal-usulnya:

- Gas Alami:
Gas-gas yang secara alami ada di atmosfer seperti Nitrogen (N₂), Oksigen (O₂), Argon (Ar), dan Karbon dioksida (CO₂).
- Gas Buatan atau Polutan:
Gas yang dihasilkan dari aktivitas manusia, seperti Karbon monoksida (CO), Sulfur dioksida (SO₂), Nitrogen oksida (NO_x) dari pembakaran bahan bakar fosil dan industri.

Pengelompokan ini membantu kita memahami bagaimana gas-gas di udara berfungsi, bagaimana mereka mempengaruhi lingkungan, serta dampaknya terhadap kehidupan di bumi

2.15 Analog To Digital Converter (ADC)

ADC (*Analog-to-Digital Converter*) adalah metode yang digunakan untuk mengubah sinyal analog akan menjadi nilai digital yang dapat diproses oleh sistem. Setiap sinyal analog yang berasal dari sensor tersebut dibaca atau dideteksi dengan teliti guna memperoleh representasi digital yang akurat. Proses pendeteksian menjadi kunci dalam menghasilkan data yang dapat diinterpretasikan oleh Arduino Nano, sebagai mikrokontroler utama dalam sistem. Nilai digital yang diperoleh dari Sensor digunakan mendeteksi gas dan kemudian memberikan informasi mengenai kualitas udara yang ada. Dengan memanfaatkan metode ADC, penelitian ini dapat mengoptimalkan alat pemurnian udara dan meningkatkan respon terhadap kondisi lingkungan. Penggabungan antara teknologi deteksi dan kontrol melalui Arduino Nano memberikan landasan yang kuat untuk mencapai tujuan penelitian dengan efektif dan efisien.

Sinyal analog dari api dan asap sensor diambil sampelnya menjadi sinyal digital menggunakan *Analog To Digital Converter* (ADC). Analognya sinyal diambil sampelnya dengan resolusi 10-bit yang ditemukan di Mikrokontroler Arduino Nano. Secara matematis, Proses ADC dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$ADC = \left(\frac{V_{in}}{V_{ref}} \times ADC \text{ bit resolution} \right) - 1 \quad (2.12)$$

Dimana V_{in} adalah tegangan analog keluaran dari sensor, V_{ref} adalah tegangan referensi, umumnya 5 Volt DC. Sumber 5V DC diperoleh dengan menggunakan DC ke DC buck converter dengan mengurangi tegangan *input* 11,1 V DC dari Lithium 3S 2200 mAh Baterai polimer hingga 5V DC [17].

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada kondisi ruangan terbuka (*indoor*) dan ruangan tertutup (*outdoor*). Pada kondisi *indoor* penelitian dilakukan di sebuah kamar kost yang berada di Jl. Pasar III, Gg Kenanga no. 3, Tegal Rejo, Kec. Medan Perjuangan. Pada kondisi *outdoor* dilakukan di sebuah Warung Kopi (Warkop) yang berada di Jl. Air Bersih, Kec. Medan Kota. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 9 bulan terhitung dari tanggal 06 November 2023 sampai Agustus 2024. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perancangan alat, pembuatan alat lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran.

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

NO	Uraian	Bulan Ke								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kajian Literatur									
2	Penyusunan Proposal Penelitian									
3	Penulisan Bab 1 Sampai Bab 3									
4	Seminar proposal penelitian									
5	Perancangan alat dan pembuatan alat									
6	Analisa Data									
7	Seminar hasil penelitian									
8	Sidang Akhir									

3.2 Bahan Dan Alat

- **Sensor MQ-7**
Sensor MQ7 digunakan sebagai pendeteksi senyawa karbon monoksida (CO). Pada alat pemurni udara otomatis ini menggunakan 2 sensor MQ7, yaitu sebagai pendeteksi senyawa CO sebelum melalui proses pemurnian dan sesudah melalui proses pemurnian.
- **Sensor MQ-135**
Sensor MQ135 digunakan sebagai pendeteksi senyawa karbon monoksida (CO₂). Pada alat pemurni udara otomatis ini menggunakan 2 sensor MQ135, yaitu sebagai pendeteksi senyawa CO₂ sebelum melalui proses pemurnian dan sesudah melalui proses pemurnian.
- **Mikrokontroler Arduino Nano**
Mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai pengontrol sistem agar bekerja sesuai dengan program yang telah diatur sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.
- **Motor Driver L298N**
L298N ini digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler Arduino ke kipas anging 12V DC.
- **Kipas Angin 12V DC**
Kipas angin 12 V DC digunakan untuk menghisap udara yang masuk kedalam alat pemurni dan mengeluarkan udara setelah melalui proses pemurnian. Pada alat ini digunakan dua buah kipas angin 12 V DC dengan dimensi 12 cm x 12 cm.
- **Buzzer**
Buzzer digunakan sebagai indikator penanda ketika alat sedang bekerja.
- **Sakelar (*switch power*)**
Sakelar digunakan sebagai menghidupkan dan mematikan alat ketika sedang tidak digunakan.
- **Power Supply**
Power supply digunakan sebagai pemasok tegangan untuk semua komponen yang digunakan. Pada alat pemurni ini digunakan power supply 12 V DC 5 A.

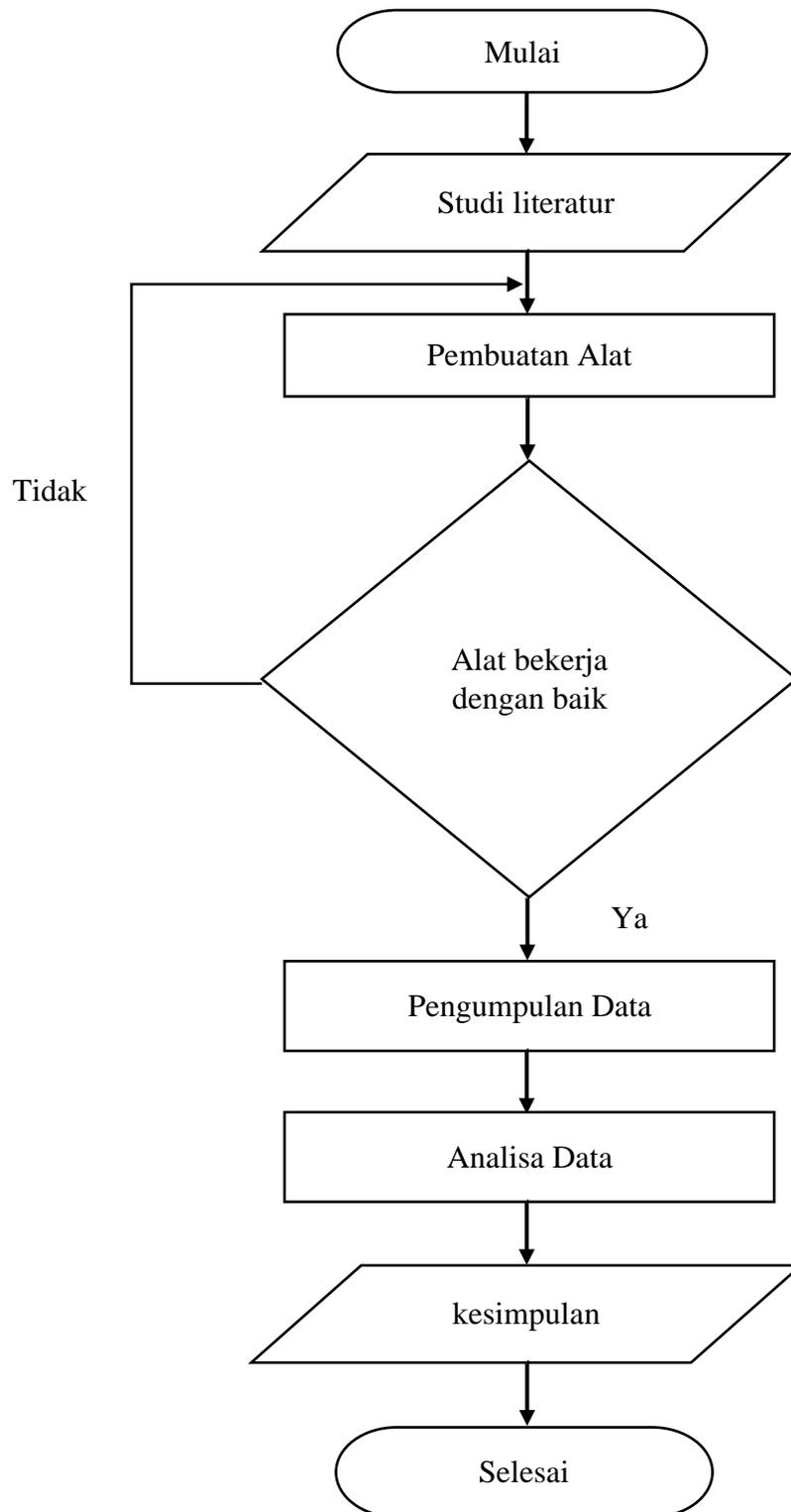
- *Kabel Jumper*
Kabel digunakan sebagai penghubung antara komponen satu ke komponen yang lain, sehingga setiap komponen saling terintegrasi satu sama lain.
- *Filter HEPA (High Efficiency Particulate Absorbing)*
Filter HEPA digunakan sebagai penyaring udara yang masuk ke dalam alat.
- *Plastic Box*
Plastic Box digunakan sebagai wadah atau tempat dari alat pemurni udara otomatis ini.

Setelah komponen – komponen yang ditentukan telah disiapkan, maka dilanjutkan dengan menyiapkan alat – alat yang akan digunakan, yaitu:

- *Tang potong*
Tang digunakan untuk memotong kabel yang terlalu panjang dan disesuaikan dengan kebutuhan.
- *Obeng*
Obeng digunakan sebagai pengencang baut pada komponen – komponen.
- *Lem tembak*
Digunakan untuk merekatkan komponen – komponen *electrical* agar tidak bergeser – geser sehingga mengakibatkan kerusakan pada komponen.
- *Pisau cutter*
Pisau cutter digunakan untuk memotong plat yang digunakan sebagai pembatas antara ruangan *electrical* dan ruangan pemurni udara.

3.3 Bagan Alir Penelitian

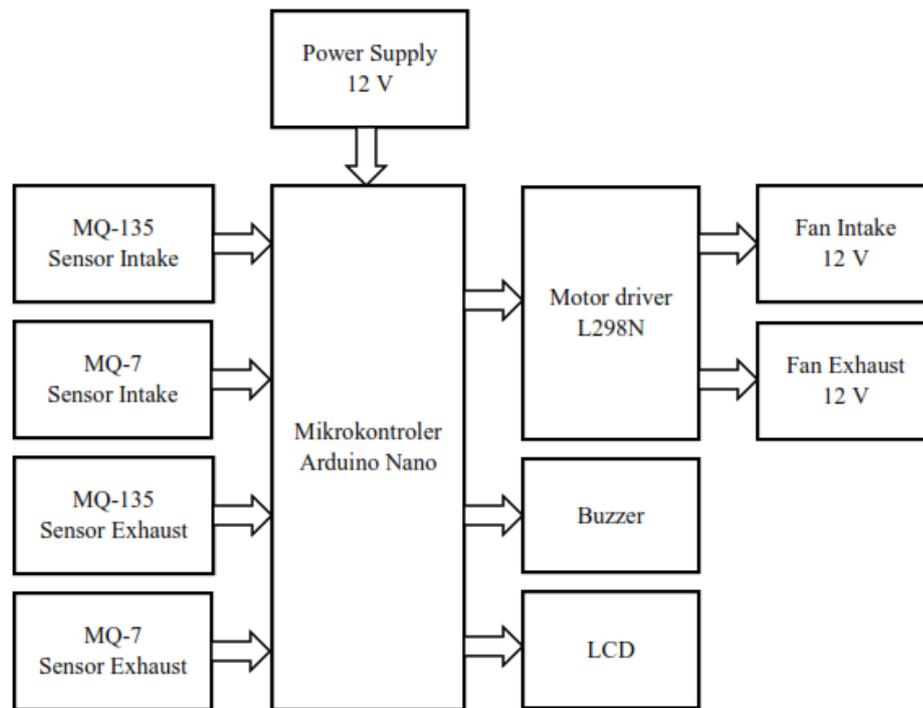
Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian

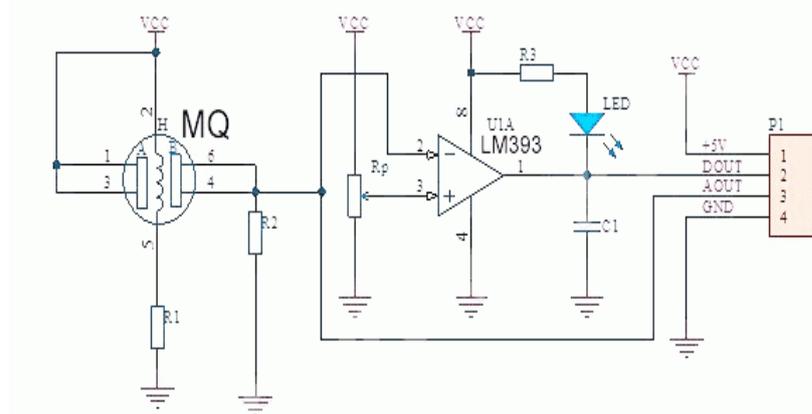
3.4 Perancangan Alat

Adapun blok diagram bagan perancangan alat adalah sebagai berikut:



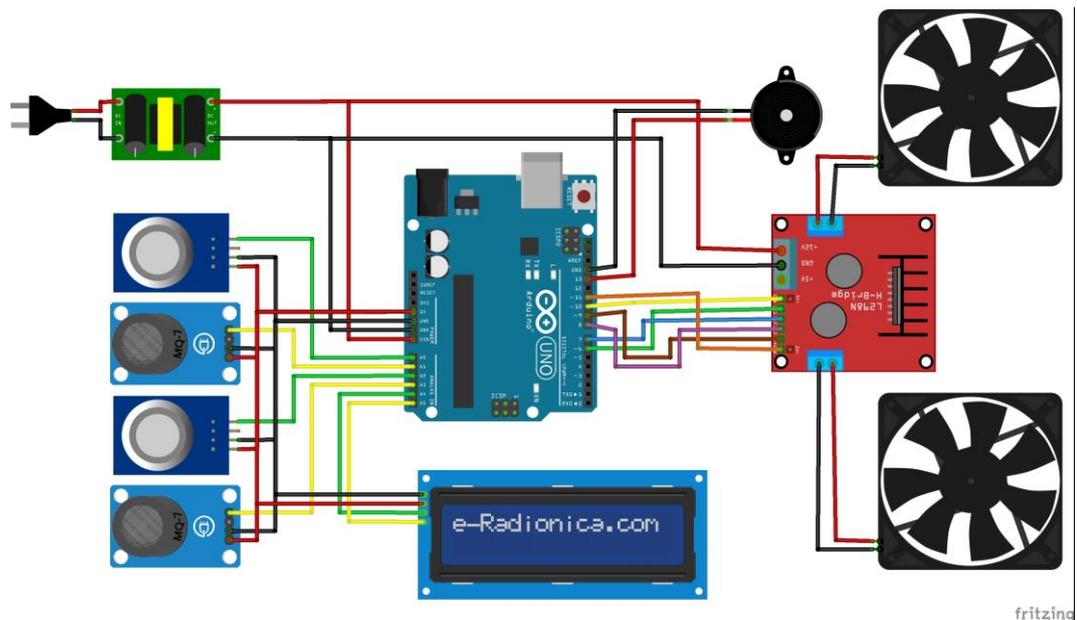
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Alat

Pada tahap ini, instrumentasi dirancang untuk mengukur konsentrasi senyawa karbon monoksida dan karbon dioksida di udara dalam satuan bagian per juta (ppm). Sensor yang digunakan pada alat pemurni udara otomatis ini menggunakan 2 buah sensor MQ135 untuk mendeteksi senyawa CO₂ dan 2 buah sensor MQ7 untuk mendeteksi senyawa CO. Adapun fungsi dari masing – masing sensor tersebut adalah pada bagian *input* diletakkan sensor MQ135 dan MQ7 untuk mendeteksi senyawa yang masuk sebelum dilakukan pemurnian, kemudian 2 sensor lainnya diletakkan pada posisi *output* untuk mendeteksi nilai senyawa setelah dilakukan pemurnian. Gambar 3.3 menunjukkan rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor MQ-7 dan MQ-135.



Gambar 3. 3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal Untuk Sensor MQ-7 dan MQ-135

Sinyal sensor MQ-7 yang telah diproses menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal dihubungkan ke pin input analog 0 (A0) dan ke pin input analog 2 (A2), lalu sinyal sensor MQ-135 dihubungkan ke pin input analog 1 (A1) dan ke pin analog 3 (3) pada mikrokontroler Arduino Nano. Mikrokontroler Arduino Nano digunakan untuk memproses sinyal dari kedua sensor ini untuk mengaktifkan motor driver L298N digunakan untuk menggerakkan kipas intake dan kipas exhaust. Buzzer digunakan untuk memberikan alarm bahwa konsentrasi udara mengandung senyawa CO dan CO₂ terdeteksi telah melampaui ambang batas untuk terhirup oleh manusia. Gambar 3.4 rangkaian alat sistem pemurnian udara otomatis.



Gambar 3. 4 Rangkaian Alat Sistem Pemurnian Udara Otomatis

3.5 Analog To Digital Converter (ADC)

Pada tahapan perancangan alat pemurnian udara otomatis pada penelitian ini, terdapat proses penting yang melibatkan proses pembacaan sinyal analog dari Sensor MQ-7 dan MQ-135. Pada langkah ini, digunakan metode *ADC (Analog-to-Digital Converter)* untuk mengubah sinyal analog menjadi nilai digital yang dapat diproses oleh sistem. Setiap sinyal analog yang berasal dari keempat sensor tersebut dibaca atau dideteksi dengan teliti guna memperoleh representasi digital yang akurat. Proses pendeteksian menjadi kunci dalam menghasilkan data yang dapat diinterpretasikan oleh Arduino Nano, sebagai mikrokontroler utama dalam sistem. Nilai digital yang diperoleh dari Sensor MQ-7 digunakan untuk gas karbon monoksida, sedangkan nilai digital dari Sensor MQ-135 memberikan informasi mengenai kualitas udara yang ada. Dengan memanfaatkan metode ADC, penelitian ini dapat mengoptimalkan alat pemurnian udara dan meningkatkan respon terhadap kondisi lingkungan. Penggabungan antara teknologi deteksi dan kontrol melalui Arduino Nano memberikan landasan yang kuat untuk mencapai tujuan penelitian dengan efektif dan efisien.

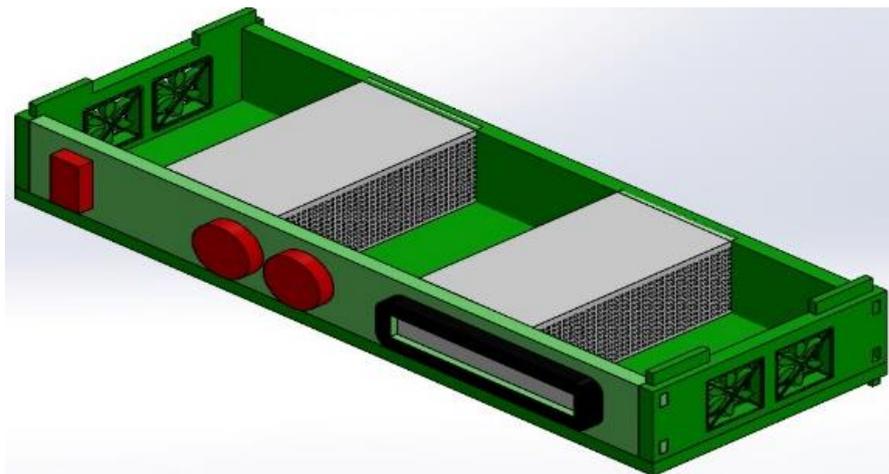
3.6 Prinsip Kerja Pemurnian Udara Otomatis

Prinsip kerja sistem pemurnian udara otomatis ini adalah ketika sistem mendeteksi konsentrasi senyawa CO atau CO₂ melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan, maka kipas pemasukan udara dan kipas pembuangan udara diaktifkan. Udara di sekitar sistem diserap oleh *intake fan* dan disaring menggunakan filter HEPA. Setelah udara disaring oleh sistem, udara tersebut kemudian akan dibaca oleh sensor MQ135 dan sensor MQ7 untuk mengetahui nilai konsentrasi senyawa setelah melalui proses pemurnian, setelah itu lalu udara akan dikeluarkan melalui *exhaust fan*. Dua filter HEPA digunakan dalam sistem dengan tujuan agar udara yang dikeluarkan sistem benar-benar bersih dan layak untuk dihirup manusia. Gambar 3.5 menunjukkan desain sistem pemurnian udara otomatis.

3.7 Design Rancangan Pemurni Udara Otomatis

Design dari alat pemurni udara otomatis ini memiliki dimensi Panjang 38 cm, lebar 29 cm, tinggi 26 cm Kemudian pada sisi sebelah kanan adalah sisi yang

ditetapkan sebagai tempat masuknya udara (*intake*) dan sisi disebelah kiri sebagai tempat keluarnya udara setelah terjadi proses pemurnian (*exhaust*). Terdapat 2 buah sensor pada sisi *intake*, yaitu sensor MQ7 dan MQ135 sebagai pendeteksi senyawa CO dan CO₂ serta satu buah kipas dc berukuran 12 cm x 12 cm, 5cm untuk menghisap udara masuk. Untuk sisi sebelah kiri (*exhaust*) juga terdapat 2 buah sensor dan satu buah kipas. Fungsi dari 2 buah sensor tersebut untuk mendeteksi senyawa CO dan CO₂ setelah terjadi proses pemurnian udara dan kips sebagai penghisap udara keluar dari alat pemurni udara otomatis ini. Pada sisi depan alat pemurni udara otomatis ini terdapat satu buah LCD dan tombol *power switch*. LCD digunakan sebagai penampil data dari konsentrasi senyawa CO dan CO₂ sebelum dan sesudah melewati proses pemurnian, kemudian juga menampilkan status dari keadaan yang terbaca, yaitu aman, normal dan bahaya. Lalu tombol *power switch* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan alat apabila tidak digunakan. Pada sisi dalam alat pemurni udara ini, terdapat 2 layer filter HEPA yang diposisikan seperti sekat – sekat pada ruangan yang bertujuan untuk menyaring udara ketika melewati filter tersebut. Gambar 3.5 dibawah ini menunjukkan bentuk design dari alat pemurni udara otomatis menggunakan filter HEPA.



Gambar 3. 5 Desain Sistem Pemurnian Udara Otomatis

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Alat

Setelah semua komponen dan bahan telah disiapkan, maka selanjutnya adalah merancang alat pemurnian udara otomatis menggunakan Filter HEPA untuk menyaring senyawa karbon monoksida dan karbon dioksida. Adapun tahapan – tahapan perancangan adalah membuat rangkain sistem kontrol terlebih dahulu kemudian masuk ketahapan pembuatan alat, yaitu sebagai berikut :

- a. Pertama – tama yang harus dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat alat pemurni udara ini. Adapun bahan yang digunakan adalah mikrokontroler Arduino, 2 buah Sensor MQ7, 2 buah sensor MQ135, *motor driver* LM298N, buzzer 5 v, *LCD 20 x 4 cm*, *power supply 12 v 5 A*, HEPA Filter, *box plastic*, *fan DC 12 x 12 cm*, *power switch* dan kabel *jumper*. Untuk alat -alat yang digunakan adalah tang potong, kabel *jumper*, obeng dan lem bakar.
- b. Setelah semua alat dan bahan yang diperlukan sudah disiapkan, maka langkah selanjutnya adalah merangkai rangkaian kontrol dengan cara menghubungkan semua komponen menggunakan kabel *jumper* sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.
- c. Kemudian setelah semuanya telah terangkai, selanjutnya adalah membuat program dan menginput data program kedalam kontroler yang telah dihubungkan dengan komponen – komponen lainnya.
- d. Setelah program dinput kedalam kontroler, langkah selanjutnya adalah memastikan alat yang telah dibuat sesuai dengan prinsip kerja yang telah rancang pada program diatas.
- e. Setelah semuanya sudah sesuai dengan rancangan, maka komponen – komponen dari alat pemurni udara dimasukkan kedalam *box plastic* yang telah disiapkan dan disusun penempatannya.
- f. Setelah semuanya sudah pada tempatnya, maka alat pemurni udara otomatis telah selesai dibuat dan kemudian masuk ke tahap uji coba dan pengujian alat.

4.2 Kalibrasi Alat

Kalibrasi adalah proses yang dilakukan untuk memastikan keakuratan pada sensor yang digunakan agar sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Tahapan kalibrasi pada alat pemurni udara otomatis ini adalah menentukan nilai resistansi sensor (R_o) yang dilakukan didalam ruangan yang bersih tanpa adanya indikasi senyawa CO dan CO_2 . Kemudian setelah nilai resistansi sensor (R_o) didapatkan, selanjutnya adalah menentukan nilai konstanta a dan b yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Kalibrasi ini dilakukan bertujuan untuk menentukan parameter – parameter senyawa dalam pembacaan sensor sehingga dapat terbaca secara akurat.

Kalibrasi ini harus dilakukan untuk semua sensor, mulai dari sensor MQ135 intake dan exhaust serta untuk sensor MQ7 intake dan exhaust. Dari hasil kalibrasi ini, maka dapat ditentukan nilai V_{out} , R_o , R_s , Rasio serta konstanta a dan b berdasarkan dari pembacaan sensor MQ135 dan MQ7, sehingga parameter – parameter dapat ditentukan berdasarkan perubahan nilai R_o ketika sensor mendeteksi tanpa ada terdeteksinya senyawa CO dan CO_2 di udara. Sehingga diperoleh nilai V_{out} pada sensor MQ7 intake berdasarkan hasil perhitungan matematis dibawah ini:

$$V_{out} = \frac{5 \times 1022}{1023} = 4,995 V \quad (4.1)$$

Setelah nilai V_{out} telah diperoleh, kemudian didapatlah nilai R_s dari perhitungan sebagai berikut:

$$R_s = \frac{5 - 4,995}{4,995} \times 10000 = 9,78 \Omega \quad (4.2)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ7. Setelah nilai R_s telah ditemukan, selanjutnya adalah mencari nilai dari rasio yang didapat dari perhitungan dibawah ini:

$$rasio = \frac{9,78}{4,2} = 2,32 \quad (4.3)$$

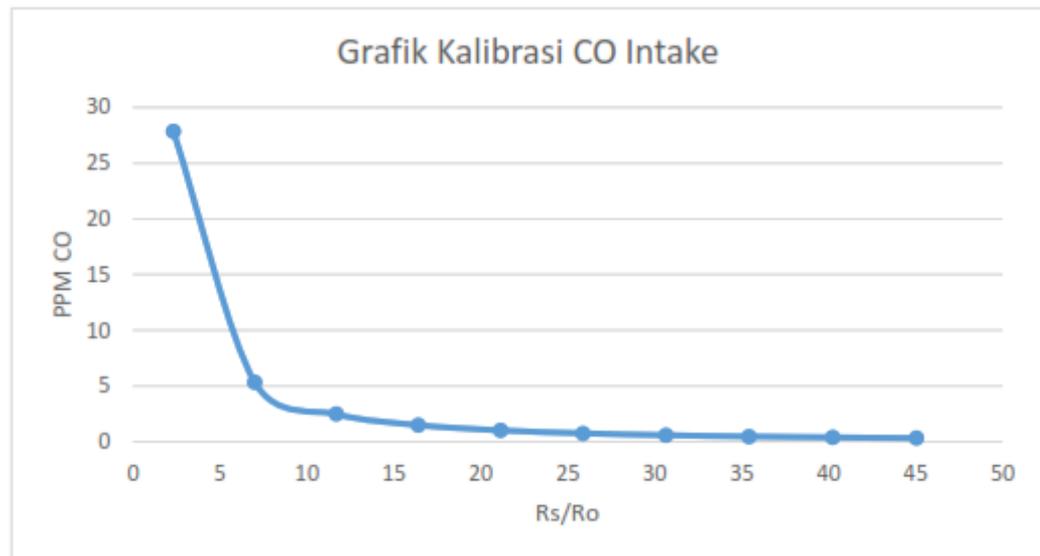
Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

$$PPM CO = 99,42 \times \left(\frac{9,78}{-1,5} \right)^{-1,5} = 27,85 ppm \quad (4.4)$$

Dimana, *PPM CO* adalah konsentrasi senyawa CO dalam PPM (Part per Million), *a dan b* adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Tabel 4.1 dan gambar 4.1 dibawah ini menunjukkan nilai – nilai dan grafik dari parameter - parameter pada sensor MQ7 intake.

Tabel 4. 1 Tabel Kalibrasi Sensor MQ7 Intake

ADC	Ro (ohm)	Rl (ohm)	Vout (volt)	Rs (ohm)	Rasio	a	b	PPM CO
1022	4,2	10000	4,99511	9,78474	2,3297	99,042	-1,5	27,852853
1020	4,2	10000	4,98534	29,4118	7,0028	99,042	-1,5	5,344557
1018	4,2	10000	4,97556	49,1159	11,6943	99,042	-1,5	2,4766235
1016	4,2	10000	4,96579	68,8976	16,4042	99,042	-1,5	1,4906883
1014	4,2	10000	4,95601	88,7574	21,1327	99,042	-1,5	1,0194983
1012	4,2	10000	4,94624	108,696	25,8799	99,042	-1,5	0,7522723
1010	4,2	10000	4,93646	128,713	30,6459	99,042	-1,5	0,583795
1008	4,2	10000	4,92669	148,81	35,4308	99,042	-1,5	0,4696207
1006	4,2	10000	4,91691	168,986	40,2348	99,042	-1,5	0,3880761
1004	4,2	10000	4,90714	189,243	45,0579	99,042	-1,5	0,327464



Gambar 4. 1 Grafik Kalibrasi CO Intake

Selanjutnya adalah menentukan nilai parameter – parameter pada sensor MQ7 exhaust, yaitu sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{5 \times 1022}{1023} = 4,995 V \quad (4.5)$$

Setelah nilai V_{out} telah diperoleh, kemudian didapatkan nilai R_s dari perhitungan sebagai berikut:

$$R_s = \frac{5 - 4,995}{4,995} \times 10000 = 9,78 \Omega \quad (4.6)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ7. Setelah nilai r_s telah ditemukan, selanjutnya adalah mencari nilai dari rasio yang didapat dari perhitungan dibawah ini:

$$rasio = \frac{9,78}{3} = 3,26 \quad (4.7)$$

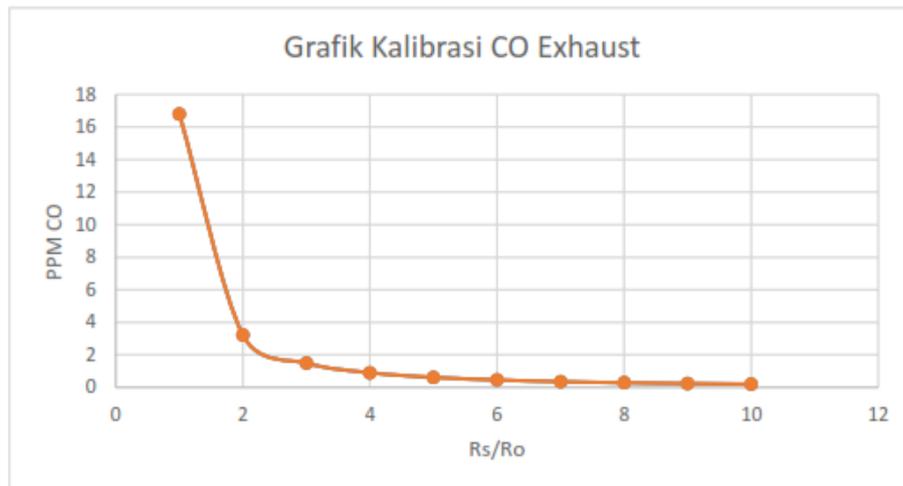
Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

$$PPM CO = 99,42 \times \left(\frac{9,78}{3}\right)^3 = 16,8143 ppm \quad (4.8)$$

Dimana, $PPM CO$ adalah konsentrasi senyawa CO dalam PPM (Part per Million), a dan b adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Tabel 4.2 dan gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan nilai – nilai dan grafik dari parameter - parameter pada sensor MQ7 exhaust.

Tabel 4. 2 Tabel Kalibrasi Sensor MQ7 Exhaust

ADC	Ro (ohm)	Rl (ohm)	Vout (volt)	Rs (ohm)	Rasio	a	b	PPM CO
1022	3	10000	4,99511	9,78474	3,26158	99,042	-1,5	16,8143
1020	3	10000	4,98534	29,4118	9,80392	99,042	-1,5	3,22641
1018	3	10000	4,97556	49,1159	16,372	99,042	-1,5	1,49509
1016	3	10000	4,96579	68,8976	22,9659	99,042	-1,5	0,8999
1014	3	10000	4,95601	88,7574	29,5858	99,042	-1,5	0,61545
1012	3	10000	4,94624	108,696	36,2319	99,042	-1,5	0,45413
1010	3	10000	4,93646	128,713	42,9043	99,042	-1,5	0,35243
1008	3	10000	4,92669	148,81	49,6032	99,042	-1,5	0,2835
1006	3	10000	4,91691	168,986	56,3287	99,042	-1,5	0,23427
1004	3	10000	4,90714	189,243	63,081	99,042	-1,5	0,19768



Gambar 4. 2 Grafik Kalibrasi Sensor MQ7 Exhaust

Selanjutnya adalah menentukan nilai parameter – parameter pada sensor MQ135 intake, yaitu sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{5 \times 1022}{1023} = 4,995 V \quad (4.9)$$

Setelah nilai V_{out} telah diperoleh, kemudian didapatkan nilai R_s dari perhitungan sebagai berikut:

$$R_s = \frac{5 - 4,995}{4,995} \times 10000 = 9,78 \Omega \quad (4.10)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ7. Setelah nilai r_s telah ditemukan, selanjutnya adalah mencari nilai dari rasio yang didapat dari perhitungan dibawah ini:

$$rasio = \frac{9,78}{42} = 0,23 \quad (4.11)$$

Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

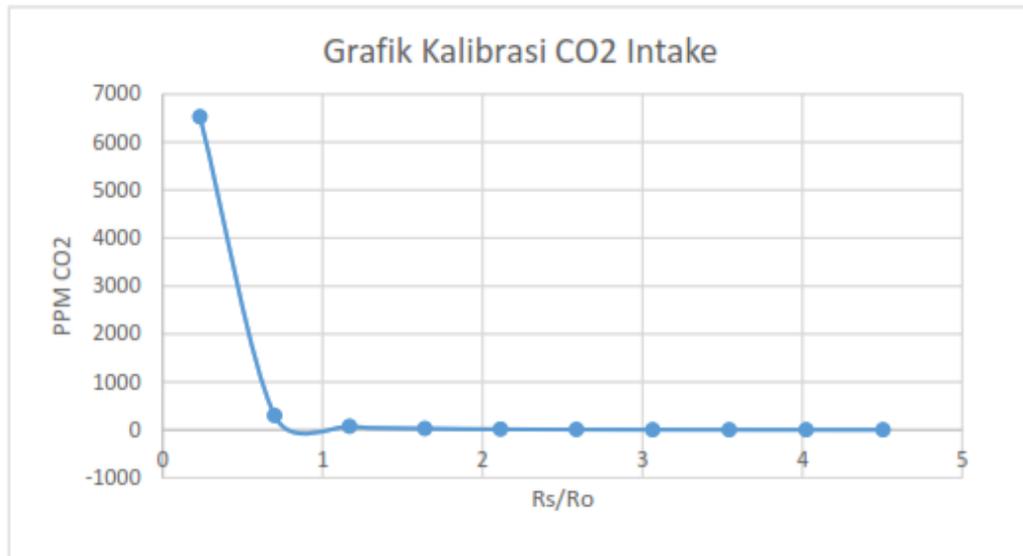
$$PPM CO = 110,47 \times \left(\frac{9,78}{42}\right)^{42} = 6528,37 ppm \quad (4.12)$$

Dimana, $PPM CO$ adalah konsentrasi senyawa CO dalam PPM (Part per Million), a dan b adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Berikut adalah tabel 4.3 yang menentukan nilai dari parameter – parameter kalibrasi dan gambar 4.3 yang menunjukkan grafik kalibrasi dari sensor MQ135 untuk senyawa CO2.

Tabel 4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor MQ135 Intake

ADC in	Ro (ohm)	RI (ohm)	Vout (volt)	Rs (ohm)	Rasio	a	b	PPM CO2
1022	42	10000	4,995112414	9,784736	0,23297	110,47	-2,8	6528,37173
1020	42	10000	4,985337243	29,41176	0,70028	110,47	-2,8	299,559664
1018	42	10000	4,975562072	49,11591	1,169427	110,47	-2,8	71,2721949
1016	42	10000	4,965786901	68,89764	1,64042	110,47	-2,8	27,6293226
1014	42	10000	4,95601173	88,7574	2,113271	110,47	-2,8	13,5946996
1012	42	10000	4,946236559	108,6957	2,587992	110,47	-2,8	7,70811674
1010	42	10000	4,936461388	128,7129	3,064592	110,47	-2,8	4,80176418
1008	42	10000	4,926686217	148,8095	3,543084	110,47	-2,8	3,19872078
1006	42	10000	4,916911046	168,9861	4,023478	110,47	-2,8	2,24057628
1004	42	10000	4,907135875	189,243	4,505786	110,47	-2,8	1,63187422



Gambar 4. 3 Grafik Kalibrasi MQ135 Intake

Selanjutnya adalah menentukan nilai parameter – parameter pada sensor MQ135 exhaust, yaitu sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{5 \times 1022}{1023} = 4,995 \text{ V} \quad (4.13)$$

Setelah nilai V_{out} telah diperoleh, kemudian didapatlah nilai R_s dari perhitungan sebagai berikut:

$$R_s = \frac{5 - 4,995}{4,995} \times 10000 = 9,78 \Omega \quad (4.14)$$

Dimana, R_s adalah resistansi sensor MQ7. Setelah nilai r_s telah ditemukan, selanjutnya adalah mencari nilai dari rasio yang didapat dari perhitungan dibawah ini:

$$rasio = \frac{9,78}{16,5} = 0,59 \quad (4.15)$$

Dimana, R_o adalah nilai resistansi sensor pada saat kalibrasi dalam kondisi udara bersih.

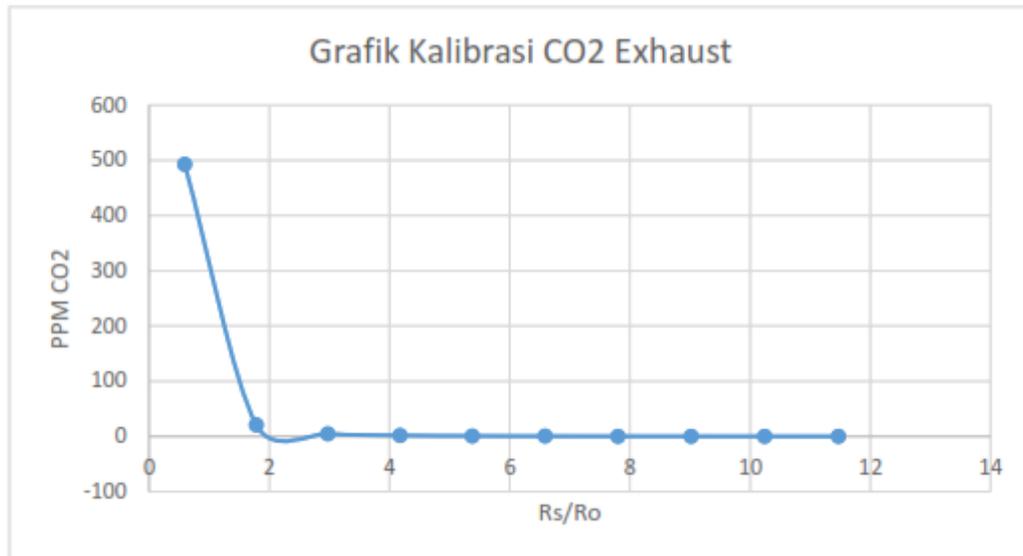
$$PPM \text{ CO} = 110,47 \times \left(\frac{9,78}{16,5}\right)^{16,5} = 492,8694 \text{ ppm} \quad (4.16)$$

Dimana, $PPM \text{ CO}$ adalah konsentrasi senyawa CO dalam PPM (Part per Million), a dan b adalah konstanta yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

Berikut adalah tabel 4.4 yang menentukan nilai dari parameter – parameter kalibrasi dan gambar 4.4 yang menunjukkan grafik kalibrasi dari sensor MQ135 untuk senyawa CO2 exhaust.

Tabel 4. 4 Parameter Kalibrasi Sensor MQ135 Exhaust

ADC in	Ro (ohm)	RI (ohm)	Vout (volt)	Rs (ohm)	Rasio	a	b	PPM CO2
1022	16,5	10000	4,995112	9,784736	0,593014	110,47	-2,862	492,8694
1020	16,5	10000	4,985337	29,41176	1,782531	110,47	-2,862	21,124
1018	16,5	10000	4,975562	49,11591	2,976722	110,47	-2,862	4,868615
1016	16,5	10000	4,965787	68,89764	4,175614	110,47	-2,862	1,848173
1014	16,5	10000	4,956012	88,7574	5,379236	110,47	-2,862	0,895204
1012	16,5	10000	4,946237	108,6957	6,587615	110,47	-2,862	0,501238
1010	16,5	10000	4,936461	128,7129	7,80078	110,47	-2,862	0,308991
1008	16,5	10000	4,926686	148,8095	9,018759	110,47	-2,862	0,203993
1006	16,5	10000	4,916911	168,9861	10,24158	110,47	-2,862	0,141767
1004	16,5	10000	4,907136	189,243	11,46927	110,47	-2,862	0,10253



Gambar 4. 4 Grafik Kalibrasi Sensor MQ135 Exhaust

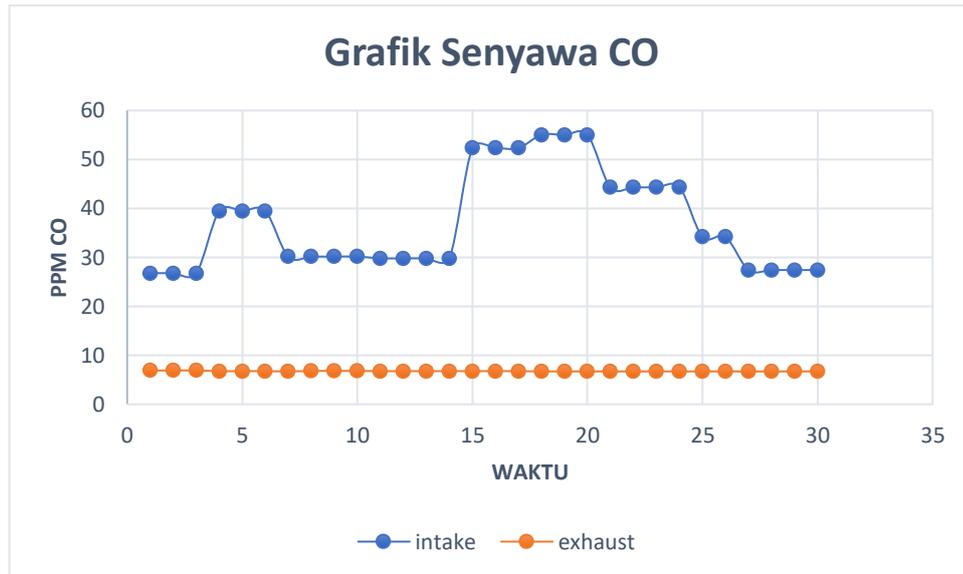
Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyarankan nilai pedoman maksimum adalah 9 bagian per juta (ppm) untuk paparan 8 jam, lalu 15 ppm untuk paparan senyawa CO selama 5 jam dan 25 ppm dikategori berbahaya. Untuk konsentrasi senyawa CO₂ biasanya sekitar 400 ppm sampai 1000 ppm. Sehingga penulis menetapkan nilai ambang batas (*threshold*) sebesar 26 ppm untuk paparan senyawa CO dan 1000 ppm untuk senyawa CO₂. Apabila sensor mendeteksi senyawa melebihi dari ambang batas yang ditentukan, maka alat pemurni udara akan otomatis bekerja sampai konsentrasi senyawa turun dan melewati dari ambang batas yang ditentukan, kemudian alat akan mati.

4.3 Pengujian Senyawa CO dan CO₂ Didalam Ruangan (*Indoor*)

Setelah melakukan kalibrasi pada sensor – sensor yang terdapat pada alat pemurni udara otomatis, selanjutnya adalah melakukan pengambilan data ini dengan waktu pengambilan data selama 30 detik untuk melihat seberapa besar efisiensi nilai senyawa CO dan CO₂ sebelum dan sesudah melewati proses pemurnian pada alat pemurni udara otomatis. Tabel 4.5 dan gambar 4.5 dibawah ini adalah data dari percobaan yang dilakukan didalam ruangan untuk senyawa CO.

Tabel 4. 5 Tabel Percobaan Senyawa CO

Intake (ppm)	Exhaust (ppm)	Waktu (detik)
26,78	6,9	1
26,78	6,9	2
26,78	6,9	3
39,47	6,77	4
39,47	6,77	5
39,47	6,77	6
30,16	6,71	7
30,16	6,81	8
30,16	6,81	9
30,16	6,81	10
29,8	6,77	11
29,8	6,77	12
29,8	6,77	13
29,8	6,77	14
52,33	6,77	15
52,33	6,77	16
52,33	6,77	17
55,01	6,72	18
55,01	6,72	19
55,01	6,72	20
44,3	6,72	21
44,3	6,72	22
44,3	6,72	23
44,3	6,72	24
34,18	6,72	25
34,18	6,72	26
27,42	6,72	27
27,42	6,72	28
27,42	6,72	29
27,42	6,72	30



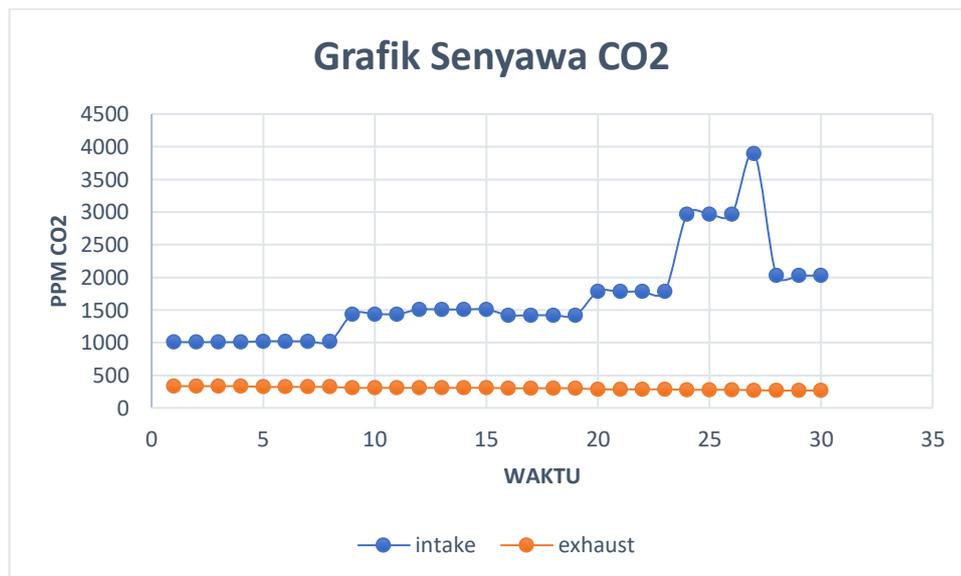
Gambar 4. 5 Grafik Percobaan Senyawa CO

Berdasarkan kurva diatas, terlihat untuk senyawa CO dikondisi *indoor*, bahwa nilai konsentrasi senyawa CO tertinggi yang terbaca pada sensor MQ7 adalah sebesar 55,01 ppm dan nilai konsentrasi setelah melewati proses pemurnian sebesar 6,71 ppm, maka didapatkanlah nilai konsentrasi senyawa CO yang terfilter adalah sebesar 48,3 ppm. Kemudian untuk senyawa CO₂ juga didapatkan nilai dari senyawa sebelum dan sesudah melewati proses pemurnian. Tabel 4.6 dan gambar 4.6 dibawah ini adalah data dari percobaan yang dilakukan didalam ruangan untuk senyawa CO₂.

Tabel 4. 6 Tabel Percobaan Senyawa CO₂

Intake (ppm)	Exhaust (ppm)	Waktu (detik)
1008,13	332,78	1
1008,13	332,78	2
1008,13	332,78	3
1008,13	332,78	4
1020,76	321,75	5
1020,76	321,75	6
1020,76	321,75	7
1020,76	321,75	8
1437,43	307,6	9
1437,43	307,6	10
1437,34	307,6	11

1508,08	307,6	12
1508,08	307,6	13
1508,08	307,6	14
1508,08	307,6	15
1420,25	300,76	16
1420,25	300,76	17
1420,25	300,76	18
1420,25	300,76	19
1781,08	284,29	20
1781,08	284,29	21
1781,08	284,29	22
1781,08	284,29	23
2966,5	277,95	24
2966,5	277,95	25
2966,5	277,95	26
3895,49	271,75	27
2026,7	265,68	28
2026,7	265,68	29
2026,7	265,68	30



Gambar 4. 6 Grafik Percobaan Percobaan Senyawa CO2

Berdasarkan kurva diatas, dapat dilihat konsentrasi senyawa CO2 yang paling tinggi adalah sebesar 3895,49 ppm dan konsentrasi yang paling rendah adalah

sebesar 265,68. Maka diperoleh konsentrasi senyawa CO₂ yang terfilter pada kondisi indoor adalah sebesar 3629,81 ppm.

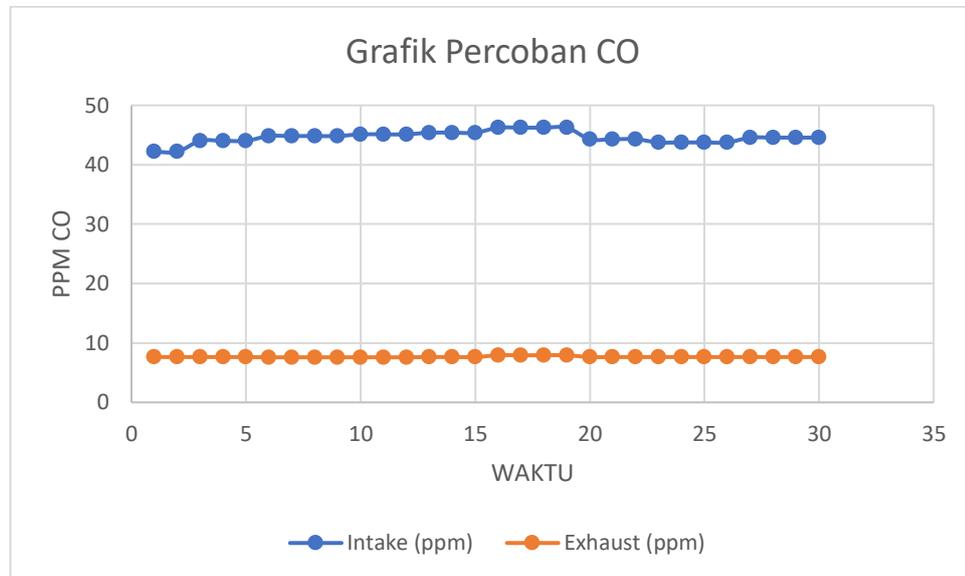
4.4 Pengujian Senyawa CO dan CO₂ Diluar Ruangan (*Outdoor*)

Setelah melakukan percobaan pada kondisi didalam ruangan (*indoor*), selanjutnya adalah melakukan percobaan atau pengambilan data yang dilakukan pada kondisi diluar ruangan (*outdoor*). Tabel 4.7 dan gambar 4.7 dibawah ini adalah data dari percobaan yang dilakukan diluar ruangan untuk senyawa CO.

Tabel 4. 7 Tabel Percobaan Senyawa CO

Intake (ppm)	Exhaust (ppm)	Waktu (detik)
42,19	7,63	1
42,19	7,63	2
44,03	7,63	3
44,03	7,63	4
44,03	7,63	5
44,84	7,59	6
44,84	7,59	7
44,84	7,59	8
44,84	7,59	9
45,12	7,59	10
45,12	7,59	11
45,12	7,59	12
45,4	7,63	13
45,4	7,63	14
45,4	7,63	15
46,24	7,93	16
46,24	7,93	17
46,24	7,93	18
46,24	7,93	19
44,3	7,63	20
44,3	7,63	21
44,3	7,63	22
43,76	7,63	23
43,76	7,63	24
43,76	7,63	25
43,76	7,63	26

44,57	7,63	27
44,57	7,63	28
44,57	7,63	29
44,57	7,63	30



Gambar 4. 7 Grafik Percobaan Senyawa CO

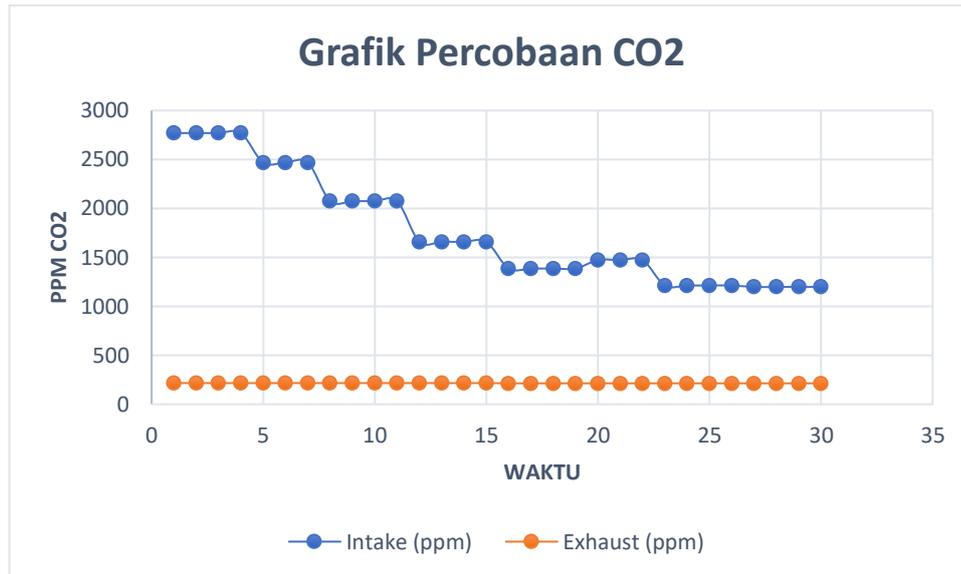
Berdasarkan kurva diatas, terlihat untuk senyawa CO dikondisi *outdoor*, bahwa nilai konsentrasi senyawa CO tertinggi yang terbaca pada sensor MQ7 adalah sebesar 46,24 ppm dan nilai konsentrasi setelah melewati proses pemurnian sebesar 7,63 ppm, maka didapatkanlah nilai konsentrasi senyawa CO yang terfilter adalah sebesar 38,61 ppm.

Kemudian untuk senyawa CO₂ juga didapatkan nilai dari sebelum melewati proses pemurnian dan sesudah melewati proses pemurnian. Adapun tabel 4.6 dan gambar 4.6 dibawah ini adalah data dari percobaan yang dilakukan diluar ruangan untuk senyawa CO₂.

Tabel 4. 8 Tabel Percobaan Senyawa CO₂

Intake (ppm)	Exhaust (ppm)	Waktu (detik)
2769,71	216,62	1
2769,71	216,62	2
2769,71	216,62	3

2769,71	216,62	4
2468,88	216,62	5
2468,88	216,62	6
2468,88	216,62	7
2074,59	216,62	8
2074,59	216,62	9
2074,59	216,62	10
2074,59	216,62	11
1658,98	216,62	12
1658,98	216,62	13
1658,98	216,62	14
1658,98	216,62	15
1386,43	214,17	16
1386,43	214,17	17
1386,43	214,17	18
1386,43	214,17	19
1472,37	214,17	20
1472,37	214,17	21
1472,37	214,17	22
1213,11	214,17	23
1213,11	214,17	24
1213,11	214,17	25
1213,11	214,17	26
1198,37	214,17	27
1198,37	214,17	28
1198,37	214,17	29
1198,37	214,17	30



Gambar 4. 8 Grafik Percobaan Senyawa CO2

Berdasarkan kurva diatas, dapat dilihat nilai konsentrasi senyawa CO2 yang paling tinggi adalah sebesar 2769,71 ppm dan nilai konsentrasi yang paling rendah adalah sebesar 214,17 ppm. Maka didapatkanlah nilai konsentrasi senyawa CO2 yang terfilter pada kondisi outdoor adalah sebesar 2555,54 ppm.

Intake CO (ppm)	Exhaust CO (ppm)	Intake CO2 (ppm)	Exhaust CO2 (ppm)
27,58	7,83	1020,76	355,96

Gambar 4. 9 Tabel Percobaan Senyawa CO dan CO2

4.5 Pengujian Efisiensi Sistem Pemurni Udara

Setelah melakukan pengujian pada alat pemurni udara otomatis, maka selanjutnya adalah menentukan nilai efisiensi dari senyawa CO dan CO2 pada percobaan *indoor* maupun *outdoor*, yaitu dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ efisiensi} = 100\% - \left(\frac{\sum \text{senyawa}_{ex}}{\sum \Delta \text{senyawa}} \times 100\% \right) \quad (4.17)$$

Dimana, $\sum \text{senyawa}_{ex}$ adalah nilai rata – rata dari nilai yang terbaca untuk senyawa setelah terfilter, $\sum \Delta \text{senyawa}$ adalah jumlah dari nilai selisih antara nilai sebelum dan setelah terfilter.

Maka, didapatkanlah nilai efisiensi dari senyawa CO pada percobaan didalam ruangan (*indoor*), yaitu sebagai berikut:

$$\% \text{ efisiensi CO} = 100\% - \left(\frac{6,76}{30,43} \times 100\% \right) = 77,79\% \quad (4.18)$$

Setelah itu, untuk menentukan nilai efisiensi pada senyawa CO₂ adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ efisiensi CO}_2 = 100\% - \left(\frac{300,472}{1370,87} \times 100\% \right) = 78,09\% \quad (4.19)$$

Maka, didapatkanlah nilai efisiensi untuk percobaan didalam ruangan (*indoor*) pada senyawa CO sebesar 77,79% dan untuk senyawa CO₂ sebesar 78,09%.

Selanjutnya adalah menentukan nilai efisiensi senyawa CO pada percobaan yang dilakukan diluar ruangan (*outdoor*), yaitu sebagai berikut:

$$\% \text{ efisiensi CO} = 100\% - \left(\frac{7,66}{36,96} \times 100\% \right) = 79,28\% \quad (4.20)$$

Setelah itu, untuk menentukan nilai efisiensi pada senyawa CO₂ adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ efisiensi CO}_2 = 100\% - \left(\frac{215,4}{1552,22} \times 100\% \right) = 86,13\% \quad (4.21)$$

Maka, didapatkanlah nilai efisiensi untuk percobaan diluar ruangan (*outdoor*) pada senyawa CO sebesar 77,28% dan untuk senyawa CO₂ sebesar 86,13%. Tabel 4.10 dibawah ini menunjukkan nilai efisiensi senyawa pada percobaan didalam ruangan (*indoor*) dan diluar ruangan (*outdoor*).

Tabel 4. 9 Nilai Efisiensi

Kondisi	Jenis Senyawa	
	CO (%)	CO ₂ (%)
Indoor	77,79	78,09
Outdoor	77,28	86,13

BAB V PENUTUP

5.1 kesimpulan

Setelah melakukan proses atau tahapan – tahapan mulai dari proses pembuatan sampai pengujian alat pemurni udara otomatis ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

- a. Penelitian ini berhasil membuat alat untuk menyaring udara secara otomatis sesuai dengan apa yang telah direncanakan. MQ135 dapat mendeteksi kualitas udara umum seperti asap rokok dan sebagainya, sedangkan MQ7 mendeteksi karbon monoksida seperti gas sisa pembakaran kendaraan bermotor, asap pembakaran dan lain – lain.
- b. Pada tahap kalibrasi, diperoleh nilai – nilai dari setiap parameter yang ada pada sensor MQ7 dan MQ135 baik *intake* maupun *exhaust*. Kalibrasi dilakukan pada kondisi udara bersih atau tidak adanya senyawa yang terdeteksi. Pada MQ7 *intake*, diperoleh nilai parameter V_{in} 5 v, V_{out} 4.99 v, R_s 9,78 ohm, R_o 4,2 ohm, R_l 10K ohm, konstanta a 99,042 dan konstanta b -1,5. Setelah nilai – nilai dari semua parameter didapatkan, maka diperoleh konsentrasi senyawa dari sensor MQ7 *intake*. Pada MQ7 *exhaust*, diperoleh nilai parameter V_{in} 5 v, V_{out} 4,99 v, R_s 9,78 ohm, R_o 3 ohm, R_l 10K, konstanta a 99,042 dan konstanta b -1,5. Setelah nilai – nilai dari semua parameter didapatkan, maka diperoleh konsentrasi senyawa dari sensor MQ7 *exhaust*. Pada MQ135 *intake*, diperoleh nilai parameter V_{in} 5 v, V_{out} 4,99 v, R_s 9,78 ohm, R_o 42 ohm, R_l 10K ohm, konstanta a 110,47 dan konstanta b -2,8. Setelah nilai – nilai dari semua parameter didapatkan, maka diperoleh konsentrasi senyawa dari sensor MQ135 *intake*. Pada MQ135 *exhaust*, diperoleh nilai parameter V_{in} 5 v, V_{out} 4,99 v, R_s 9,78 ohm, R_o 16,5 ohm, R_l 10K, konstanta a 110,47, dan konstanta b -2,862. Setelah nilai – nilai dari semua parameter didapatkan, maka diperoleh konsentrasi senyawa dari sensor MQ7 *exhaust*.

- c. Alat ini akan aktif atau bekerja apabila sensor telah membaca nilai kondisi udara melebihi dari batas aman yang telah ditentukan. Sehingga, menjadikan alat ini efisien karena tidak bekerja secara terus menerus serta dapat menampilkan nilai kondisi udara sebelum dan setelah melalui proses penyaringan.
- d. Pada hasil pengujian diperoleh konsentrasi senyawa CO pada kondisi *indoor*, konsentrasi tertinggi yang terbaca pada sensor MQ7 adalah sebesar 55,01 ppm dan konsentrasi setelah melewati proses pemurnian sebesar 6,71 ppm, maka didapatkan nilai konsentrasi senyawa CO yang terfilter adalah sebesar 48,3 ppm. Kemudian pada konsentrasi senyawa CO₂, konsentrasi yang paling tinggi adalah sebesar 3895,49 ppm dan konsentrasi yang paling rendah adalah sebesar 265,68. Maka diperoleh konsentrasi senyawa CO₂ yang terfilter pada kondisi *indoor* adalah sebesar 3629,81 ppm. Lalu pada kondisi *outdoor*, nilai konsentrasi senyawa CO tertinggi yang terbaca pada sensor MQ7 adalah sebesar 46,24 ppm dan konsentrasi setelah melewati proses pemurnian sebesar 7,63 ppm, maka diperoleh konsentrasi senyawa CO yang terfilter adalah sebesar 38,61 ppm. Kemudian konsentrasi senyawa CO₂ yang paling tinggi adalah sebesar 2769,71 ppm dan konsentrasi yang paling rendah adalah sebesar 214,17 ppm. Maka diperoleh konsentrasi senyawa CO₂ yang terfilter pada kondisi *outdoor* adalah sebesar 2555,54 ppm.
- e. Diperoleh nilai efisiensi pada percobaan yang dilakukan didalam ruangan (*indoor*) pada senyawa CO sebesar 77,79% dan untuk senyawa CO₂ sebesar 78,09%. Kemudian pada kondisi diluar ruangan (*outdoor*) diperoleh nilai efisiensi pada senyawa CO sebesar 77,28% dan untuk senyawa CO₂ sebesar 86,13%.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dari penulis adalah :

- a. Dalam pengembangan selanjutnya, ukuran serta bentuk alat bisa sedikit diperbaiki agar udara bias tersaring secara optimal dan bentuk lebih portable serta lebih estetik. Sehingga bisa mempermudah pengguna untuk meletakkannya diberbagai lokasi tanpa memerlukan ruang yang lebar.

- b. Agar alat ini bekerja secara akurat, maka sensor perlu dilakukan kalibrasi pada sensor MQ135 dan MQ7 secara berkala karena bisa terpengaruh dalam beberapa kondisi.
- c. Sebaiknya, alat ini diintegrasikan dengan sistem mobile sehingga bisa memantau kondisi dengan mudah dimanapun dan kapanpun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Qian, "Air ionizers case study," *J Phys Conf Ser*, vol. 2029, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2029/1/012026.
- [2] E. Keshavarzian, R. Jin, K. Dong, and K. C. S. Kwok, "Effect of building cross-section shape on air pollutant dispersion around buildings," *Build Environ*, vol. 197, no. January, p. 107861, 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107861.
- [3] M. Liu *et al.*, "Population susceptibility differences and effects of air pollution on cardiovascular mortality: epidemiological evidence from a time-series study," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, no. 16, pp. 15943–15952, 2019, doi: 10.1007/s11356-019-04960-2.
- [4] X. C. Wang *et al.*, "Air pollution terrain nexus: A review considering energy generation and consumption," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 105, no. December 2018, pp. 71–85, 2019, doi: 10.1016/j.rser.2019.01.049.
- [5] X. Zhang *et al.*, "Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and common air pollutants at wajima, a remote background site in Japan," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 3, pp. 1–16, 2020, doi: 10.3390/ijerph17030957.
- [6] M. A. Atancuri and J. C. Cobos-Torres, "Ionization Air Purifying Lattice Prototype," *Buildings*, vol. 13, no. 3, pp. 1–19, 2023, doi: 10.3390/buildings13030634.
- [7] C. W. Cheung, G. He, and Y. Pan, "Mitigating the air pollution effect? The remarkable decline in the pollution-mortality relationship in Hong Kong," *J Environ Econ Manage*, vol. 101, May 2020, doi: 10.1016/j.jeem.2020.102316.
- [8] ASHRAE Board of Directors, "ASHRAE Position Document on," p. 17, 2012.
- [9] G. Settimo, Y. Yu, M. Gola, M. Buffoli, and S. Capolongo, "Challenges in IAQ for Indoor Spaces: A Comparison of the Reference Guideline Values of Indoor Air Pollutants from the Governments and International Institutions," *Atmosphere (Basel)*, vol. 14, no. 4, 2023, doi: 10.3390/atmos14040633.
- [10] G. S. N. V. K. S. N. Swamy, "Development of an indoor air purification system to improve ventilation and air quality," *Heliyon*, vol. 7, no. 10, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08153.
- [11] E. Widyasari, F. Farel, A. Ghifari, and A. R. Hartono, "Teknologi Pemurnian Udara Ceratophyllum demersum untuk Mengatasi Sick Building Syndrome

Ceratophyllum demersum Air Purification Technology to Solve Sick Building Syndrome.”

- [12] F. He, W. Jeon, and W. Choi, “Photocatalytic air purification mimicking the self-cleaning process of the atmosphere,” Dec. 01, 2021, *Nature Research*. doi: 10.1038/s41467-021-22839-0.
- [13] J. Teknika, N. Daffa Zulianza, and H. Deviana, “Teknika 12 (2): 85-94 Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) pada Asap Rokok di Dalam Smoking Room Menggunakan Logika Fuzzy,” *IJCCS*, vol. x, No.x, pp. 1–5.
- [14] R. Fauzi Siregar, A. Rudi Nasution, and I. Tanjung, “IoT Smart Control System: Smoke and Fire Detection Using SIM900A Module,” *Journal of Electrical Technology UMY (JET-UMY)*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [15] I. Salamah, R. Tapera, and I. Hadi, “Alat Penjernih Udara dengan Sensor Radar RCWL dan Monitoring PM2.5 Berbasis IoT,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 2, p. 349, Jul. 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i2.118060.
- [16] B. P. Sitorus, M. Kom, and A. Tahyudin, “RANCANG BANGUN ALAT MEMBERI PAKAN IKAN LELE OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO,” 2018.
- [17] A. Setyawan and M. Ramdan Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional, “MEKANISME KERJA PROSES DAN ANALISIS KEGAGALAN PADA OPERASI PROSES PENGOLAHAN LIMBAH HEPA FILTER.”
- [18] A. Setyawan, M. Ramdan, and Purwantara, “MEKANISME KERJA PROSES DAN ANALISIS KEGAGALAN PADA OPERASI PROSES PENGOLAHAN LIMBAH HEPA FILTER,” 2019.
- [19] S. Devine, S. O’reilly, A. Stillo, and D. Thornburg, “A SCIENCE-BASED APPROACH TO SELECTING AIR FILTERS.” [Online]. Available: www.camfil.com
- [20] Z. Lubis *et al.*, “KONTROL MESIN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN SMARTPHONE,” Online, 2019.
- [21] A. A. Rosa, B. A. Simon, and K. S. Lieanto, “Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135,” *ULTIMA Computing*, vol. XII, no. 1, 2020.
- [22] M. B. Manurung, D. Darmawan, R. Fauzi Iskandar, P. S1, and T. Fisika, “Perancangan Alat Ukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Berbasis Sensor MQ7 Designg Of Carbon Monoxide (CO) Measurement Instrument In Vehicle With MQ7 Sensor Application.”

- [23] I. Alexander Rombang, L. Bambang Setyawan, G. Dewantoro, and U. Kristen Satya Wacana, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2."
- [24] J. Arifin *et al.*, "PROTOTIPE PENDINGIN PERANGKAT TELEKOMUNIKASI SUMBER ARUS DC MENGGUNAKAN SMARTPHONE," 2017.
- [25] Rina Mardiaty, Ferlin Ashadi, and Gusman Farid Sugihara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32BU," *TELKA*, vol. VOL.2, 2016.
- [26] M. Danindra Riski, J. Teknik Pesawat Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, "RANCANG ALAT LAMPU OTOMATIS DI CARGO COMPARTMENT PESAWAT BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN PUSH BUTTON SWITCH SEBAGAI PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA".
- [27] Daniel Alexander Octavianus Turang, "PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE," *Seminar Nasional Informatika* , vol. 2, 2015.
- [28] SITI SAODAH and FAJAR RAMDANI, "RANCANG BANGUN POWER SUPPLY DC DENGAN TIGA KELUARAN BERBASIS MIKROKONTROLLER," *JURNAL TEKNIK ENERGI*, vol. 4, no. 1, 2014.
- [29] E. P. Sitohang *et al.*, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, 2018.