

Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem *Purifier* Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2

Ivanno Alexander Rombang¹, Lukas Bambang Setyawan², Gunawan Dewantoro³

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹612016022@student.uksw.edu, ²lukas.setyawan@uksw.edu, ³gunawan.dewantoro@uksw.edu

Abstrak

Merokok di tempat umum seperti di pusat perbelanjaan, perkantoran, dan restoran merupakan kebiasaan yang sering dijumpai. Asap rokok merupakan salah satu bentuk pencemaran udara yang mengandung karbon monoksida, amonia, kadmium, nikotin, tar, arsenik, nitrosamina dan sianida. Zat-zat beracun ini berbahaya bagi orang-orang yang berada di dalam ruangan tersebut sehingga hal ini menimbulkan masalah kesehatan. Perancangan prototipe alat deteksi asap rokok yang dibuat memberikan solusi untuk pembersihan udara yang disebabkan oleh polutan asap rokok. Dalam penelitian ini, dirancang alat deteksi asap rokok berbasis Arduino menggunakan sensor MQ-135 dan MQ-2 sebagai pendeteksi kadar gas CO₂ dan CO. Sistem *purifier* menggunakan *exhaust fan* yang dilengkapi dengan filter karbon aktif. Proses pengujian sistem yang dilakukan adalah pengujian waktu alat untuk membersihkan udara dalam ruangan prototipe dengan kategori polusi asap rokok yang sudah ditentukan yaitu kategori sedikit, sedang dan banyak. Setelah sensor mendeteksi kadar gas mencapai nilai ppm kategori yang ditentukan, hitungan waktu pembersihan mulai dilakukan dengan stopwatch. Hasil pengujian alat deteksi asap rokok sudah dapat membersihkan kualitas udara dalam ruang prototipe dengan rata-rata waktu pembersihan 34,52 menit (kategori sedikit), 40,4 menit (kategori sedang) dan 58,3 menit (kategori banyak).

Kata kunci: alat deteksi asap rokok, sistem *purifier*, MQ-135, MQ-2, Arduino

Abstract

Smoking in public places such as shopping centers, offices, and restaurants is a habit that is often encountered. Cigarette smoke is a form of air pollution that contains carbon monoxide, ammonia, cadmium, nicotine, tar, arsenic, nitrosamines and cyanide. These toxic substances are harmful to the people in the room, so this creates health problems. The design of a prototype of a cigarette smoke detection device that is made provides a solution for cleaning the air caused by cigarette smoke pollutants. This study design an Arduino-based cigarette smoke detection device using MQ-135 and MQ-2 sensors as a detector for CO₂ and CO gas levels. The *purifier* system uses an exhaust fan equipped with an activated carbon filter. The system testing process carried out is testing the time of the tool to clean the air in the prototype room with a predetermined category of cigarette smoke pollution, namely the few, medium and many categories. After the sensor detects the gas level reaches the specified category ppm value, the cleaning time starts with a stopwatch. The test results of the cigarette smoke detection tool were able to clean the air quality in the prototype room with an average

cleaning time of 34.52 minutes (lightly-polluted), 40.4 minutes (fairly-polluted) and 58.3 minutes (heavily-polluted).

Keywords: cigarette smoke detection device, *purifier* system, MQ-135, MQ-2, Arduino

1. Pendahuluan

Kebiasaan merokok sering dijumpai di tempat-tempat umum seperti di dalam gedung perkantoran, pusat perbelanjaan dan restoran [1]. Salah satu bentuk pencemaran udara adalah asap rokok dimana mengandung zat-zat beracun seperti karbon monoksida, amonia, kadmium, nikotin, tar, arsenik, nitrosamina dan sianida. Asap rokok ini berbahaya bagi kesehatan perokok maupun perokok pasif. Saat terpapar asap rokok, orang yang tidak merokok (perokok pasif) akan menghirup dua kali lipat racun yang terkandung dalam asap rokok [2]. Mengingat banyaknya penyakit yang ditimbulkan oleh asap rokok maka pemerintah terus berupaya meningkatkan pencegahan larangan merokok di tempat umum dengan membuat kebijakan tentang kawasan bebas asap rokok yang sesuai dengan peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 81 tahun 1999 pasal 2 [3]. Di ruangan publik yang diijinkan merokok (ruang merokok), asap rokok yang terkumpul dalam ruangan berbahaya bagi orang-orang yang berada di dalam ruangan tersebut sehingga hal ini menimbulkan masalah kesehatan. Menurut Irawan 2019 dibutuhkan area bebas merokok di dalam gedung perkantoran, pusat edukasi, rumah sakit dan tempat publik lainnya [4].

Beberapa perancangan deteksi kualitas udara yang telah dipublikasikan yaitu:

- a. P. Mandarani pada tahun 2016 telah membuat sistem deteksi asap rokok dengan layanan SMS alert berbasis arduino menggunakan metode sistem otomatisasi. Alat ini dirancang agar dapat mendeteksi asap rokok dalam ruangan dengan sistem peringatan berupa mengirimkan SMS pada petugas. Sensor MQ-9 sebagai sensor deteksi asap rokok, papan seven segment untuk menampilkan hasil sensor dan modem wavecom sebagai alat untuk mengirim pesan sms alert. Hasil penelitian yang didapatkan alat ini berfungsi dengan baik untuk mendeteksi asap rokok, serta menghidupkan *buzzer* dan mengirim pesan singkat dengan kurun waktu 10-20 detik ke nomor petugas apabila kadar asap telah melebihi ambang yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, dapat membantu petugas keamanan gedung dalam mendeteksi asap rokok didalam ruangan tertutup sehingga ruangan bebas asap rokok dapat terwujud dengan baik [3].
- b. Penelitian oleh M. S. Mauludin pada tahun 2016 membuat sistem deteksi asap rokok yang berbasis mikrokontroler dan bahasa C menggunakan sensor MQ-2 sebagai sensor pendeteksi asap serta memberikan peringatan suara menggunakan komponen *buzzer* dan tulisan pada komponen LCD. Penelitian ini untuk menguji kinerja di mana mikrokontroler akan memberikan signal kepada *buzzer* dan LCD apabila ada signal yang masuk dari sensor MQ 2. Titik uji yang dilakukan ada pada rangkaian sensor, rangkaian mikrokontroler, rangkaian *buzzer* dan rangkaian LCD. Hasil pengujian menunjukkan sensor MQ-2 terdapat 2 kondisi yaitu kondisi *high* pada saat tidak ada deteksi asap rokok dan kondisi *low* saat terdeteksi asap rokok. Alat ini juga mengeluarkan suara saat terdeteksi asap rokok dalam ruangan dan munculnya tulisan adanya asap rokok pada LCD [5].
- c. Penelitian oleh R. A. Gustavia pada tahun 2018 telah membuat sistem multiple warning deteksi asap rokok menggunakan sensor MQ-135 berbasis Arduino dengan

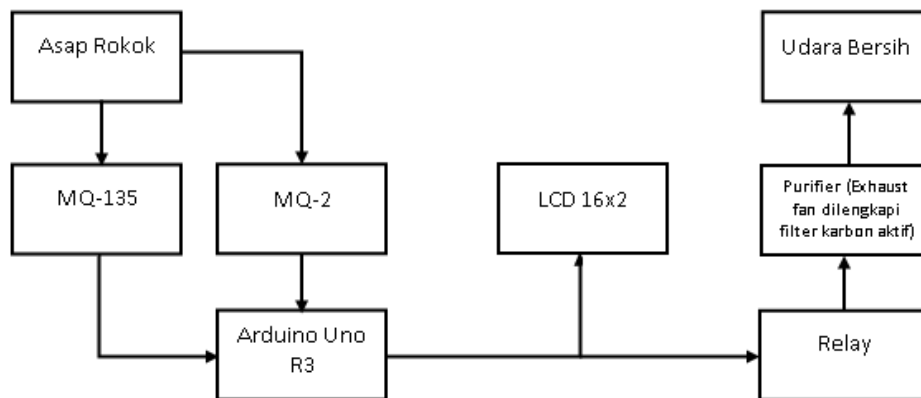
memberi peringatan berupa led menyala, keluar suara dari isd 1820 serta kipas yang aktif untuk menguraikan asap rokok. Penelitian ini menggunakan model *prototyping* dan mengimplementasikan hasil rancang ke bentuk alat deteksi asap rokok. Hasil pengujian didapatkan 3 kondisi yaitu kondisi pertama saat led warna hijau menyala, voice note mati dan kipas mati berarti kondisi udara ruangan saat itu belum tercemar, kondisi kedua saat led warna biru menyala, voice note menyala dan kipas mati berarti kondisi udara ruangan saat itu cukup tercemar, kondisi ketiga saat led warna merah menyala, *voice note* menyala dan kipas menyala berarti kondisi udara ruangan saat itu sangat tercemar [6].

- d. Perancangan oleh Tekale pada tahun 2020 yaitu membuat model sistem monitoring polusi udara yang mengukur kualitas udara pada sebuah area dan menggunakan LCD sebagai tampilan data. Perancangan ini menggunakan komponen MQ-2 untuk mendeteksi gas LPG, MQ-9 untuk mendeteksi gas hidrogen, MQ-135 untuk mendeteksi gas CO₂, MQ-6 untuk mendeteksi gas Butana dan DHT11 sebagai sensor yang mendeteksi temperatur dan kelembaban ruangan. Disarankan untuk menggunakan filter udara berupa karbon aktif untuk membersihkan gas-gas polutan[7].

Penelitian dari Mandarani dan Mauludin hanya mendeteksi asap rokok sebagai sumber pencemaran, kekurangan dari penelitian tersebut tidak memberikan solusi untuk pembersihan udara yang disebabkan oleh polutan asap rokok [3],[5]. Selanjutnya penelitian dari Gustavia selain mendeteksi asap rokok juga memberikan solusi dengan menguraikan asap rokok menggunakan kipas tetapi kekurangannya hanya menguraikan asap tersebut [6]. Sedangkan Tekale merancang model menggunakan empat komponen sensor seri MQ untuk mendeteksi gas-gas dan satu sensor DHT11 untuk temperatur dan kelembaban ruangan serta menyarankan karbon aktif sebagai filter udara [7]. Rencana rancangan yang akan dibuat selain mendeteksi asap rokok juga memberikan solusi dengan membersihkan polutan asap rokok tersebut. Dalam penelitian ini akan dirancang sebuah alat yang mendeteksi asap rokok dengan sensor MQ-135 dan MQ-2 menggunakan mikrokontroler arduino uno R3 sekaligus menetralsir udara tercemar yang ada di dalam ruangan menggunakan *exhaust fan* yang dilengkapi karbon aktif filter sebagai *purifier* sehingga udara yang dihasilkan sudah bersih dari polutan.

2. Perancangan

Pada penelitian ini perancangannya dilakukan di lokasi Malalayang, Manado. Perancangan prototipe alat deteksi asap rokok dengan sistem *purifier* menggunakan sensor MQ-135 dan MQ-2, sudah terpasang komponen-komponen Arduino Uno R3, MQ-135, MQ-2, LCD I2C 16x2 dan relay pada *exhaust fan*. Pada bab perancangan alat ini akan dijelaskan tentang diagram blok sistem dan *flowchart* tugas akhir ini. Gambar 1 menunjukkan diagram blok dari sistem perancangan ini.



Gambar 1. Diagram blok keseluruhan sistem

2.1 Arduino

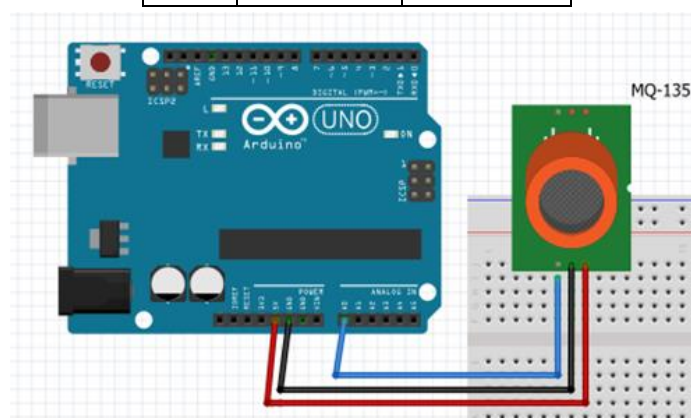
Pada penelitian ini, Arduino berperan sebagai otak utama yang akan digunakan untuk mengolah data hasil pendeteksian dari sensor MQ-135 dan MQ-2 serta memberi perintah mati nyala pada relay. Arduino yang digunakan adalah Arduino Uno R3.

2.2 MQ-135

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.

Tabel 1. Konfigurasi Arduino Uno dan MQ-135

No.	Arduino Uno	MQ-135
1	5V	VCC
2	GND	GND
3	A0	AO
4	-	DO



Gambar 2. Rangkaian Arduino Uno dan sensor MQ-135

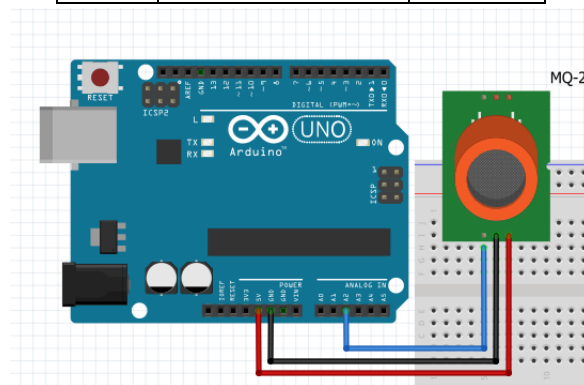
Penelitian dari Sequeira pada tahun 2015 yaitu membuat rancangan sistem kontrol otomatis untuk deteksi polusi udara dalam industri berbasis mikrokontroler PIC16F877A. Perancangan ini juga menggunakan komponen MQ-135 sebagai kelengkapan dalam sistem kontrol kualitas udara dan cocok untuk mendeteksi gas polutan. Alasan kenapa MQ-135 digunakan yaitu karena sensor ini mempunyai cakupan deteksi yang luas, respon cepat, sensitifitas tinggi, stabil dan tahan lama [8]. Widodo pada tahun 2017 dalam penelitiannya juga menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO, CO₂, CH₄ dan blower sebagai kipas untuk membersihkan ruangan dengan cara menyedot udara keluar ruangan [9].

2.3 MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar serta asap. Gas yang dapat dideteksi seperti LPG, Propana, Metana, Hidrogen dan Karbon monoksida (CO). Mirip dengan sensor gas seri MQ lainnya sensor ini memiliki pin output digital dan analog. Menurut Ramady, sensor MQ-2 juga mempunyai kepekaan, waktu respon dan pengukuran yang cepat dan tepat [10]. Sensor ini berisi bahan penginderaan yang resistensinya berubah ketika terjadi kontak dengan gas. Perubahan nilai resistensi ini yang digunakan untuk pendeteksian gas. Tabel 2 dibawah menunjukkan konfigurasi arduino dan sensor MQ-2. Gambar 3 menunjukkan gambar rangkaian arduino dan sensor MQ-2.

Tabel 2. Konfigurasi Arduino Uno dan MQ-2

No.	Arduino Uno	MQ-2
1	5V	VCC
2	GND	GND
3	A0	AO
4	-	DO



Gambar 3. Rangkaian Arduino Uno dan sensor MQ-2

Penelitian dari Irawan pada tahun 2021 juga menggunakan sensor MQ-2 untuk merancang alat deteksi dan pembersih asap rokok berbasis internet of things (IOT). Perancangan ini menggunakan DC fan sebagai penetralisir asap rokok, LCD sebagai penampil data alat dan ESP8266 untuk mengirimkan data alat ke sebuah website [11].

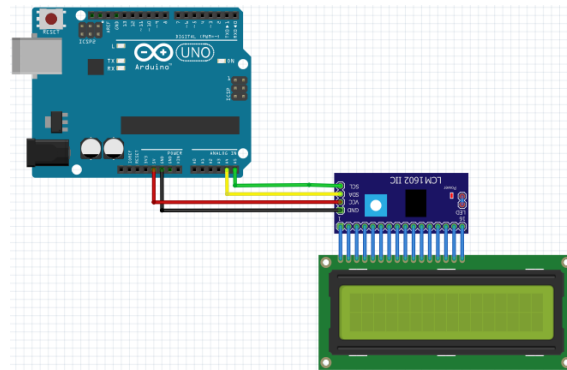
2.4 LCD I2C 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 adalah modul penampil data yang menggunakan bahan kristal cair sebagai penampil data berupa tulisan maupun gambar. LCD 16x2 dapat menampilkan 16 karakter pada 2 baris yang tersedia sehingga total karakter yang dapat

ditampilkan adalah 32 karakter. Pada LCD 16x2 umumnya menggunakan 16 pin sebagai kontrolnya, tentu sangat boros apabila menggunakan 16 pin tersebut. Karena itu, digunakan driver khusus sehingga LCD dapat dikontrol dengan modul I2C (Inter-Integrated Circuit). Dengan modul I2C, maka LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk mengirimkan data dan dua pin untuk pemasok tegangan. Jadi hanya memerlukan empat pin yang dihubungkan ke Arduino Uno R3 [12]. Tabel 3 menunjukkan konfigurasi arduino dan LCD I2C 16x2. Gambar 4 menunjukkan gambar rangkaian arduino dan LCD I2C 16x2.

Tabel 3. Konfigurasi Arduino Uno dan LCD 16x2

No.	Arduino Uno	LCD I2C 16x2
1	5V	VCC
2	GND	GND
3	A4	SDA
4	A5	SCL



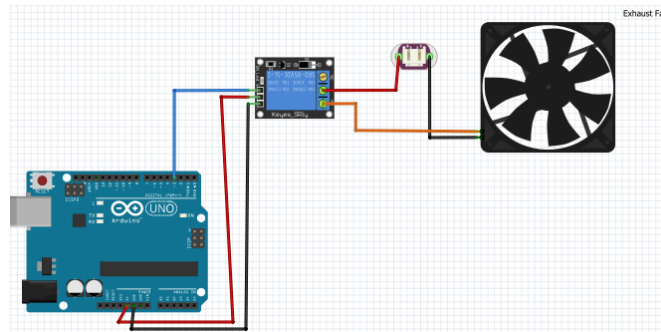
Gambar 4. Rangkaian Arduino Uno dan LCD I2C 16x2

2.5 Relay

Relay adalah saklar yang menggunakan tenaga listrik dan beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik. Prinsip elektromagnetik ini menggerakkan kontak saklar sehingga arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. Karena itu, relay biasa digunakan untuk proyek yang salah satu komponennya membutuhkan tegangan tinggi atau bersifat AC (*Alternating Current*). Tabel 4 menunjukkan konfigurasi arduino dengan relay, *exhaust fan*, dan steker. Gambar 5 menunjukkan gambar rangkaian Arduino dengan relay dan *exhaust fan*.

Tabel 4. Konfigurasi Arduino Uno, Relay, Exhaust Fan, Steker

No.	Arduino Uno	Relay	Exhaust Fan	Steker
1	5V	VCC	-	-
2	GND	GND	-	-
3	3	IN1	-	-
4	-	NO	(+)	-
5	-	C	-	(+)
6	-	NC	-	-
7	-	-	(-)	(-)



Gambar 5. Rangkaian Arduino Uno dengan relay dan *exhaust fan*

2.6 *Exhaust Fan*

Exhaust fan adalah kipas yang berfungsi untuk menjaga kebersihan udara di dalam ruangan. Cara kerja *exhaust fan* adalah dengan menarik udara di dalam ruang untuk dibuang ke luar ruang, dan pada saat bersamaan menarik udara segar di luar ke dalam ruangan. Supaya kualitas udara tetap bersih, ruang butuh sirkulasi udara agar selalu ada pergantian udara dalam ruang dengan udara segar dari luar ruangan. *Exhaust fan* merupakan jenis kipas angin yang digunakan untuk menjaga sirkulasi udara dalam ruangan atau rumah. Gambar 6 menunjukkan spesifikasi *exhaust fan* yang digunakan.



Gambar 6. Spesifikasi *exhaust fan*

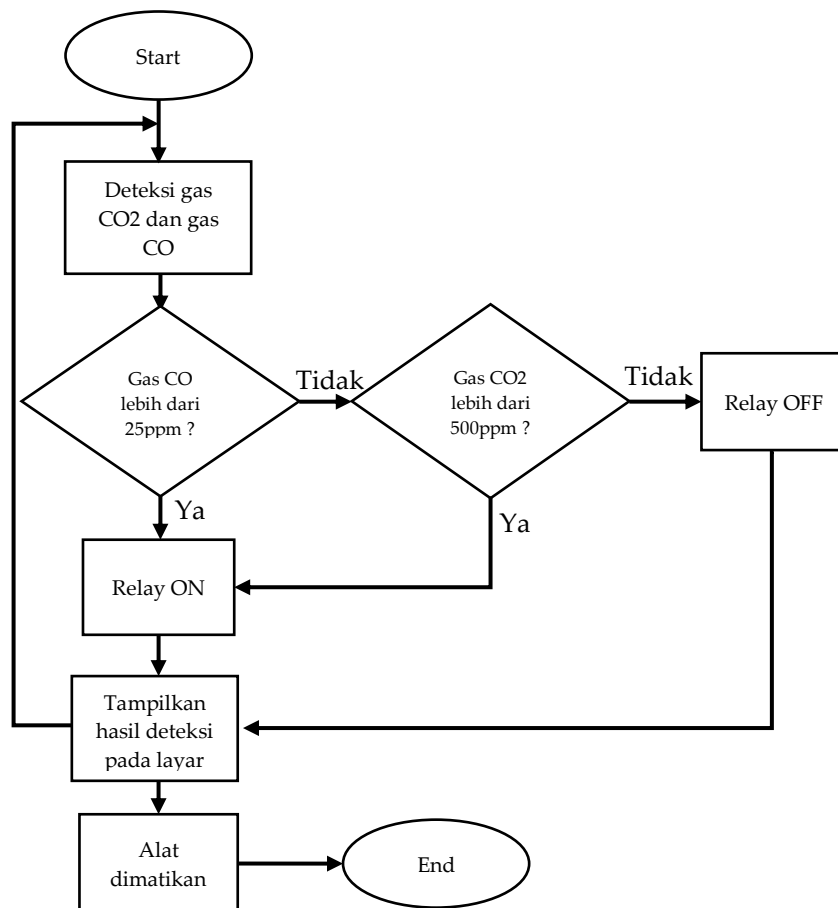
2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif atau yang biasa disebut arang aktif adalah bentuk karbon yang biasa digunakan untuk menyaring gas dan senyawa kimia yang terdapat di udara dan air. Karbon aktif diproses agar memiliki pori-pori kecil dengan volume rendah yang meningkatkan luas permukaan untuk adsorpsi atau penyaringan. Gambar 7 adalah jenis karbon aktif yang digunakan pada perancangan ini.



Gambar 7. Karbon aktif yang digunakan

2.8 Flowchart Alat

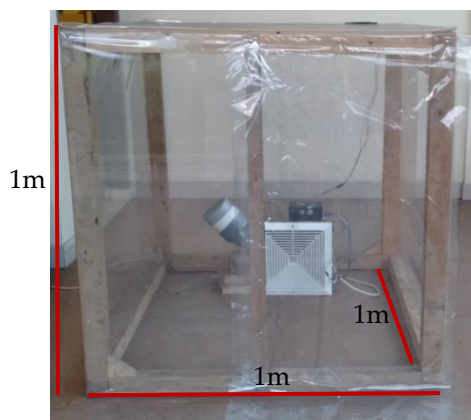


Gambar 8. Flowchart keseluruhan sistem

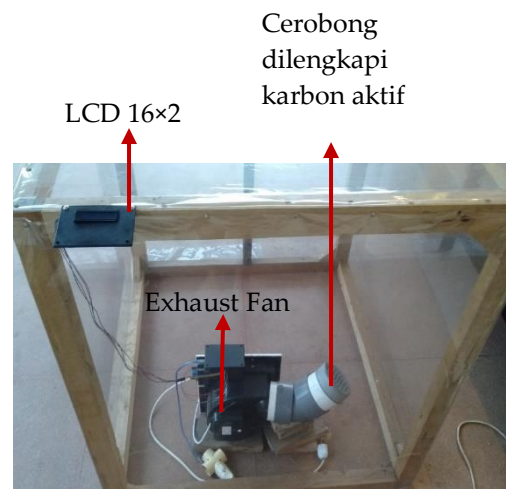
Gambar 8 menunjukkan *flowchart* dari prototipe alat deteksi asap rokok ini. Ketika alat dinyalakan sensor MQ-135 langsung mendeteksi kadar gas CO₂ dan MQ-2 mendeteksi kadar gas CO. Saat sensor mendeteksi kadar kedua gas CO₂ dan CO dibawah ambang batas maka Arduino akan memerintah relay yang dimana terpasang dengan *exhaust fan* untuk tetap OFF, jika salah satu kadar gas naik di atas ambang batas maka arduino akan memerintahkan relay untuk ON yang di mana *exhaust fan* akan nyala dan mulai membersihkan ruangan. Hasil pendeteksian sensor akan selalu ditampilkan pada layar LCD dalam satuan ppm.

3. Hasil dan Pembahasan

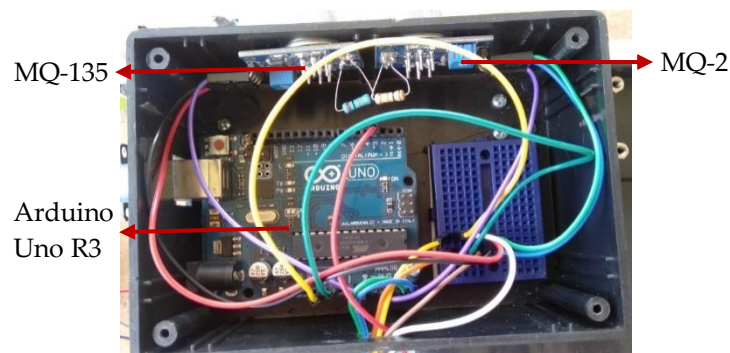
3.1 Realisasi Alat Deteksi Asap Rokok



Gambar 9. Tampak depan



Gambar 10. Tampak belakang



Gambar 11. Bagian dalam kotak komponen

Pada Gambar 9 terdapat ruang prototipe yang sudah dibuat dengan panjang 1m, lebar 1m, tinggi 1m dan sudah ditutup dengan plastik sehingga asap rokok tidak keluar ruang prototipe. Pada Gambar 10 terdapat LCD I2C 16x2 yang sudah terpasang untuk memudahkan monitoring dari luar ruangan. Di dalam ruangan sudah ada *exhaust fan* untuk menyaring asap rokok yang dilengkapi dengan kotak komponen, *relay* dan sebuah cerobong pipa yang di dalamnya ada karbon aktif sebagai filter. Pada Gambar 11 yaitu bagian dalam kotak komponen sudah dipasang modul Arduino Uno R3, sensor gas MQ-135 dan sensor gas MQ-2. Kedua *resistor load* sensor buatan pabrik sudah dicabut karena tidak sesuai dengan datasheet dan diganti dengan resistor 20k ohm untuk MQ-135 dan resistor 10k ohm untuk MQ-2. Kedua sensor diletakkan di dinding kotak komponen searah dengan bagian depan *exhaust fan* untuk memudahkan dalam mendeteksi asap rokok.

Kalibrasi kedua sensor dilakukan dengan cara melihat datasheet sensitivitas sensor MQ-135 dan MQ-2 untuk gas CO₂ pada MQ-135 dan gas CO pada MQ-2 lalu mencari nilai a (faktor skala gas CO₂ dan CO) dan b (nilai eksponen gas CO₂ dan CO) kemudian dimasukkan dalam rumus untuk mencari nilai R_o . Nilai R_o dibutuhkan untuk perhitungan ppm pendeteksian gas.

3.2 Pengujian Sensor MQ-135 dan MQ-2

Pengujian sensor MQ-135 dan MQ-2 dilakukan dengan menyalakan rokok selama 30 detik di dalam ruang prototipe. MQ-135 mendeteksi gas CO₂ dan MQ-2 mendeteksi gas CO. Pengujian sensor telah dilakukan beberapa kali hanya untuk melihat respon sensor terhadap asap rokok. Hasil deteksi ditampilkan pada LCD dalam satuan ppm (*Part Per Million*), dapat dilihat pada Tabel 5 yaitu hasil pengujian sensor dapat merespon asap rokok dan dapat mengenal gas yang sudah ditentukan untuk tiap sensor. Berdasarkan hasil pengujian sensor menunjukkan rangkaian yang telah dibuat sudah benar dan kedua sensor dapat digunakan sesuai fungsinya.

Tabel 5. Hasil pengujian sensor MQ-135 dan MQ-2

Sensor	Jenis Gas	Udara Bersih (ppm)	Setelah dicemari Asap Rokok (ppm)
MQ-135	CO ₂	325	1023
MQ-2	CO	7	10

Tingkat akurasi dari alat prototipe ini belum tinggi dikarenakan keterbatasan belum adanya alat pembanding dalam penelitian ini.

3.3 Pengujian Waktu Alat untuk Membersihkan Udara

Pada pengujian ini terdapat 3 kategori polusi asap rokok yang dilakukan :

1. Kategori Sedikit : Rokok dinyalakan dan dibiarkan di dalam ruang sampai kadar CO₂ yang di deteksi sensor MQ-135 mencapai 10.000 ppm.
2. Kategori Sedang : Rokok dinyalakan dan dibiarkan di dalam ruang sampai kadar CO₂ yang dideteksi sensor MQ-135 mencapai 15.000 ppm.
3. Kategori Banyak : Rokok dinyalakan dan dibiarkan di dalam ruang sampai kadar CO₂ yang di deteksi sensor MQ-135 mencapai 20.000 ppm.

Pengujian waktu alat untuk membersihkan udara dilakukan sesuai kategori di atas lalu rokok dikeluarkan dan hitungan pembersihan mulai dilakukan menggunakan stopwatch, hasil dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian waktu untuk alat membersihkan ruangan

Pengujian ke-	Kategori asap	Sebelum Pembersihan		Waktu Pembersihan (menit)	Setelah Pembersihan		Kadar aman CO dan CO ₂ dalam ruangan
		CO ₂	CO		CO ₂	CO	
Pengujian ke-1	Sedikit	10.000	38	40,20	495	12	Bersih
	Sedang	15.000	40	53,02	494	14	Bersih
	Banyak	20.000	46	56,42	495	14	Bersih
Pengujian ke-2	Sedikit	10.000	42	48,28	2173	38	Sedikit Tercemar
	Sedang	15.000	48	53,13	1097	31	Sedikit Tercemar
	Banyak	20.000	27	62,20	1326	18	Sedikit Tercemar
Pengujian ke-3	Sedikit	10.000	23	15,10	498	9	Bersih
	Sedang	15.000	41	15,12	441	12	Bersih
	Banyak	20.000	48	56,45	762	25	Bersih

Berdasarkan Tabel 6 hasil pengujian ke-1 menunjukkan bahwa kategori sedikit dapat dibersihkan oleh *exhaust fan* dengan filter karbon aktif dengan waktu 40,20 menit, kategori sedang dapat dibersihkan dengan waktu 53,02 menit dan kategori banyak dapat dibersihkan dengan waktu 56,42 menit. Hasil pengujian ke-2 menunjukkan bahwa kategori sedikit dengan waktu 48,28 menit, kategori sedang dengan waktu 53,13 menit dan kategori banyak dengan waktu 62,20 menit masih sedikit tercemar. Hasil pengujian ke-3 menunjukkan bahwa kategori sedikit dapat dibersihkan dengan waktu 15,10 menit, kategori sedang dapat dibersihkan dengan waktu 15,12 menit dan kategori banyak dapat dibersihkan dengan waktu 56,45 menit. Waktu pembersihan dalam ruangan bervariasi kemungkinan disebabkan oleh kualitas karbon aktif dalam menyerap gas CO₂ dan CO. Keterangan kadar aman gas CO₂ dan CO dalam ruangan dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Kadar gas CO₂[13]

Kadar gas CO ₂	Keterangan
250-400 ppm	Konsentrasi udara normal di luar ruangan dan sekelilingnya
400-1000 ppm	Konsentrasi udara normal dalam ruangan
1000-2000 ppm	Konsentrasi udara buruk
2000-5000 ppm	Konsentrasi udara buruk yang dapat menyebabkan sakit kepala, pusing, mual, detak jantung meningkat
5000 ppm	Batas paparan karbon dioksida yang berlebihan (8 jam maks)
>40.000 ppm	Paparan yang dapat menyebabkan kerusakan pada otak, koma hingga kematian

Tabel 8. Kadar gas CO [13]

Kadar gas CO	Keterangan
9–35 ppm	Batas pemaparan karbon monoksida selama 8 jam
800 ppm	Kematian dalam waktu 2 sampai 3 jam akibat keracunan karbon monoksida
12.800 ppm	Kematian dalam waktu 1 sampai 3 menit akibat keracunan karbon monoksida

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat deteksi asap rokok berbasis arduino maka dapat disimpulkan yaitu rata-rata waktu pembersihan ruang prototipe kategori sedikit adalah 34,52 menit dengan rata-rata kadar gas CO₂ setelah pembersihan adalah 1055 ppm dan rata-rata kadar gas CO setelah pembersihan adalah 19 ppm. Rata-rata waktu pembersihan ruang prototipe kategori sedang adalah 40,4 menit dengan rata-rata kadar gas CO₂ setelah pembersihan adalah 677 ppm dan rata-rata kadar gas CO setelah pembersihan adalah 19 ppm. Rata-rata waktu pembersihan ruang prototipe kategori banyak adalah 58,3 menit dengan rata-rata kadar gas CO₂ setelah pembersihan adalah 861 ppm dan rata-rata kadar gas CO setelah pembersihan adalah 19 ppm. LCD 16×2 sudah dapat menampilkan hasil pendeteksian gas CO₂ dan CO dari sensor MQ-135 dan MQ-2. Alat deteksi asap rokok berbasis Arduino dengan sistem *purifier* menggunakan *exhaust fan* yang dilengkapi filter karbon aktif sudah dapat memantau dan membersihkan kualitas udara di ruangan prototipe. Penelitian ini mempunyai peluang untuk dikembangkan menggunakan sensor yang memiliki sensitivitas lebih tinggi dan kecepatan respon lebih cepat serta dapat mendeteksi lebih banyak gas polutan. Filter karbon aktif dapat digantikan dengan jenis karbon aktif yang memiliki daya serap lebih tinggi. Penelitian ini juga dapat dikembangkan menggunakan alat pengukur deteksi kualitas udara yang sudah memiliki standar mutu yang sudah teruji untuk membandingkan tingkat akurasi sensor.

Daftar Pustaka

- [1] M. H. Imtiazet *al.*, "Development of a Smart IoT Charger for Wearable Cigarette Smoking Monitor," IEEE, pp. 1-5, April. 2019.
- [2] Anonim, "Bahaya Asap Rokok," <http://veherba.com/bahaya-dan-dampak-asap-rokok-terhadap-kesehatan-tubuh/>: (diakses 16 Feb 2021)
- [3] P. Mandarani and R. Ariani, "Perancangan sistem deteksi asap rokok menggunakan layanan short message service (SMS) alert berbasis arduino," Jurnal Teknoif, vol. 4, no.2, pp. 66-75, Okt. 2016, doi: 10.21063/JTIF.2016.V4.2. (jurnal)
- [4] Y. Irawanet *al.*, "Detecting Heart Rate Using Pulse Sensor As Alternative Knowing Heart Condition," Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS), vol.1, no.1, pp. 30-42, 2019. (jurnal)
- [5] M. S. Mauludin, A. F. Alfalah and D. D. Wibowo, "MQ-2 sebagai sensor anti asap rokok berbasis arduino dan bahasa C," dalam Prosiding SNST Ke-7, 2016, pp. 260-265.
- [6] R. A. Gustavia and E. Nurraharjo, "Rancang bangun sistem multiple warning deteksi asap rokok menggunakan sensor MQ-135 berbasis arduino," dalam Prosiding SINTAK, 2018, pp. 278-282.

- [7] D.S. Tekale *et al.*, "Arduino Uno Based Air Quality Monitoring and Filtering System," *IJESC*, vol.10, no.2, pp. 24556-24560, Feb. 2020. (jurnal)
- [8] R. Sequeira *et al.*, "Automated Control System For Air Pollution Detection In Industries," *International Journal of Students Research in Technology & Management*, vol.3, no.5, pp. 355-357, Mei. 2015. (jurnal)
- [9] S. Widodo *et al.*, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih Dan Gas Berbahaya CO, CO₂ DAN CH₄ Di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Pseudocode*, vol.4, no.2, pp. 105-119, Sept. 2017. (jurnal)
- [10] G. D. Ramady *et al.*, "Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol.6, no.2, pp. 212-218, Jul. 2020. (jurnal)
- [11] Y. Irawan *et al.*, "Cigarette Smoke Detection And Cleaner Based On Internet Of Things (IOT) Using Arduino Microcontroller and MQ-2 Sensor," *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, vol.2, no.2, pp. 85-93, Mei. 2021. (jurnal)
- [12] R. Furqoni, "Rancang Bangun Pemanfaatan Sistem RFID Untuk Kemudahan Login Pembayaran," *Skripsi S1, Prodi Teknologi Komputer, STMIK AKAKOM Yogyakarta*, 2020.
- [13] Kane International Ltd, "What are safe levels of CO and CO₂ in rooms?," <https://www.kane.co.uk/knowledge-centre/what-are-safe-levels-of-co-and-co2-in-rooms> (diakses 28 Okt 2021)

