

Detektor Otomatis Gas Karbon Monoksida dan Gas Benzene pada Ruangan Tertutup Berbasis ATmega328

Arief Budi Laksono¹, Affan Bachri², Sigit Dwi Prakoso³,
1, 2, 3 Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan,
Jl.Veteran Nomer 35A, Kabupaten Lamongan

Email : ariefbl@unisla.ac.id¹, affanbachri@unisla.ac.id², sigitprakoso1801@gmail.com³

Abstrak—Karbon monoksida (CO) memiliki dampak yang signifikan pada tubuh manusia karena mengikat oksigen dalam aliran darah, mengurangi kadar oksigen dalam organ-organ penting seperti jantung dan otak. Sebaliknya, gas benzene sangat berbahaya karena memiliki sifat karsinogenik yang dapat mengakibatkan kerusakan langsung pada DNA(deoxyribonucleic acid) dan menyebabkan perubahan genetik pada jaringan pernapasan, yang dapat menyebabkan kanker.

Pengujian sirkuit detektor gas beracun dibagi menjadi tiga fase utama. Pertama, sistem input dalam bentuk sensor MQ7 dan sensor MQ135. Kedua, mikrokontroler mengalami pengujian, memastikan fungsinya berjalan dengan baik. Terakhir, sistem output yang mencakup SIM 800L, LCD, LED, Buzzer serta motor servo. Untuk memfasilitasi pengujian ini, digunakan sebuah kotak berbahan lembaran akrilik dengan menetapkan ambang batas sebesar 25 ppm untuk CO dan 10 ppm untuk benzene. Evaluasi ini melibatkan enam bahan uji yang berbeda, termasuk udara normal, asap rokok, gas buang kendaraan, pembakaran kertas, bensin dari korek api, dan obat anti nyamuk.

Desain detektor gas beracun ini utamanya berfungsi sebagai langkah keamanan untuk mengurangi paparan gas karbon monoksida dan benzene. Sensor dalam desain ini memiliki tingkat kesalahan yang rendah ketika mendeteksi paparan gas, mendekati perhitungan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya menggunakan analisis gas. Rata-rata tingkat kesalahan untuk deteksi gas karbon monoksida adalah 0,845 ppm, sementara untuk gas benzene, tingkat kesalahannya adalah 0,57 ppm. Diharapkan alat ini dapat secara signifikan mengurangi risiko kematian akibat paparan gas benzene dan CO dalam ruangan.

Kata Kunci— Benzene, CO, MQ135, MQ7

I. PENDAHULUAN

Gas CO atau karbon monoksida merupakan zat berbahaya karena terbentuk selama proses pembakaran sumber-sumber seperti minyak, gas, atau bahan bakar lainnya seperti kayu, dan sejenisnya. Saat seseorang terpapar gas karbon monoksida dalam jumlah yang berlebihan, gas tersebut akan berikatan dengan molekul oksigen, menggantikan oksigen yang seharusnya diangkut oleh darah ke jantung, otak, dan organ pernapasan. Hasilnya adalah berkurangnya kadar oksigen dalam tubuh manusia, yang dapat memiliki konsekuensi serius pada kesehatan [1].

Benzene adalah zat kimia yang berwujud cair tetapi mudah menguap. Sifat karsinogenik dari gas benzene membuatnya menjadi zat yang berbahaya karena dapat menyebabkan kanker dengan merusak DNA. sehingga gas ini dianggap berbahaya. Sebagian besar bahan lem mengandung benzene, dan jika terpapar sinar matahari, benzene dapat menguap dengan mudah. Selain itu, senyawa yang terdapat dalam sistem pendingin udara juga mengandung benzene. Oleh karena itu, terdapat banyak kasus di mana orang kehilangan kesadaran atau bahkan meninggal karena terperangkap dalam mobil yang terpapar sinar matahari, karena gas benzene dapat

mengganggu fungsi sel darah merah dan menyebabkan anemia.

Gas karbon monoksida (CO) dan benzene telah menjadi penyebab berbagai insiden keracunan, termasuk satu peristiwa tragis pada tanggal 15 Juni 2023, sebuah keluarga di Meksiko, Amerika Utara, ditemukan tidak bernyawa setelah bermalam di dalam mobil dengan mesin yang masih menyala dan AC (*Air Conditioning*) yang aktif. Diduga mengalami insiden keracunan akibat gas karbon monoksida (CO) dan benzene saat tidur di dalam kendaraan tersebut. Oleh karena itu, telah disusun laporan penelitian yang membahas pengembangan perangkat detektor gas berbahaya yang dapat diterapkan dalam ruangan tertutup. Alat ini mengadopsi teknologi berbasis mikrokontroler dan memiliki tujuan untuk mengurangi risiko kejadian yang disebabkan oleh eksposur terhadap gas karbon monoksida dan gas benzene [2].

Penelitian ini akan mendesain alat yang dapat mendeteksi kadar gas benzene dan gas karbon monoksida serta memberikan peringatan kepada pengguna jika kedua gas tersebut telah melebihi standar.

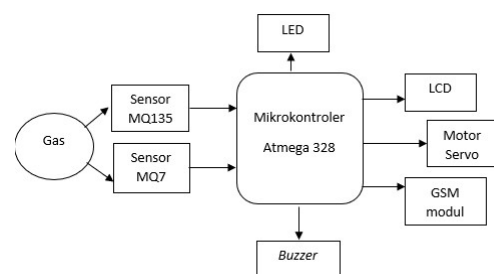
II. METODE PENELITIAN

Dalam rangka penelitian ini, digunakan komponen yang mencakup mikro Atmega328, MQ135, MQ7, display LCD, lampu LED, buzzer, motor servo, serta modul GSM(*Global System for Mobile Communications*).

Proses penelitian ini melibatkan serangkaian langkah yang mencakup pengujian setiap komponen secara terpisah serta pembuatan blok diagram untuk menggambarkan hubungan antara komponen-komponen tersebut.

A. Diagram Blok

Dimulai dengan perencanaan *hardware* dan *software*, tahap pertama yang harus dilakukan adalah merancang komponen-komponen fungsional sistem dalam bentuk diagram blok. Diagram blok ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang cara seluruh sistem alat ini akan berfungsi secara keseluruhan.[3] Dengan demikian, pelaksanaan penelitian dapat dilakukan dengan rincian yang terperinci. Gambaran keseluruhan blok fungsional sistem dapat ditemukan dalam ilustrasi di bawah ini.

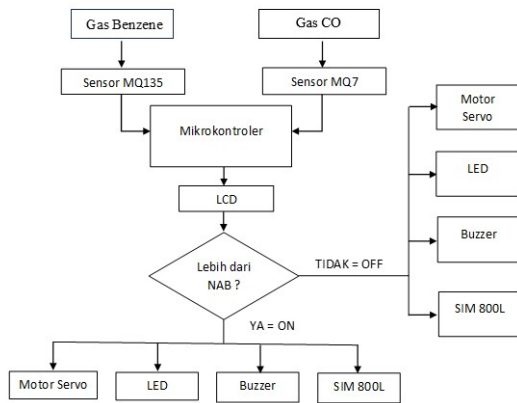


Gambar 1 Blok Diagram Alat

B. Cara Kerja Rangkaian

Gambaran cara kerja rangkaian ini mengilustrasikan bagaimana rangkaian bekerja dari awal hingga akhir,

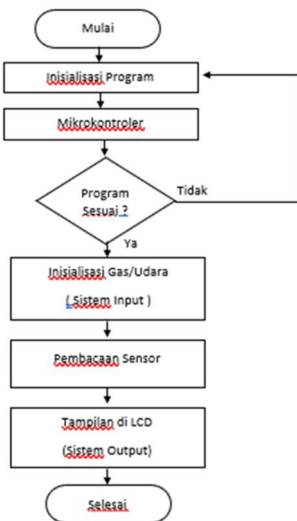
memberikan pemahaman menyeluruh tentang prosesnya. Gambaran cara kerja rangkaian dapat ditemukan pada ilustrasi pada gambar 2.



Gambar 2 Cara Kerja Sistem

C. Desain Software (Perangkat Lunak)

Program mikrokontroler Atmega328 ditulis menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dan mengacu pada diagram alur di bawah ini sebagai dasar untuk mengembangkan *sketch*.

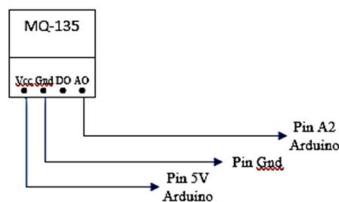


Gambar 3 Desain Perangkat Lunak

D. Desain Hardware (Perangkat Keras)

1) Desain Rangkaian MQ135

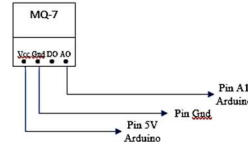
Sensor ini didesain untuk mendeteksi tingkat gas benzena dalam ruangan yang tertutup. Saat ada peningkatan konsentrasi benzena, sensor akan aktif. Peningkatan level ini akan mengakibatkan sensor menghasilkan sinyal tegangan yang akan diterima oleh mikrokontroler[4]-[6].



Gambar 4 Desain Implementasi MQ135

2) Desain Rangkaian Sensor MQ7

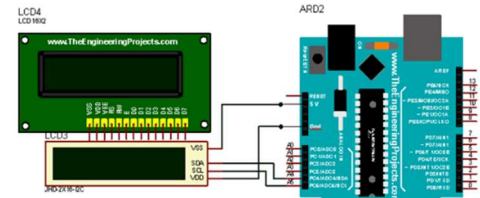
MQ7 difungsikan untuk mengidentifikasi tingkat gas karbon monoksida (CO) dalam suatu ruangan yang tertutup [6]. Sensor akan beroperasi saat terdeteksi peningkatan konsentrasi karbon monoksida. Peningkatan tingkat ini akan mengakibatkan sensor menghasilkan sinyal tegangan yang selanjutnya diteruskan ke mikrokontroler.



Gambar 5 Desain Rangkaian Sensor MQ7

3) Desain rangkaian LCD (Liquid Crystal Display)

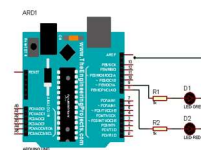
Layar LCD telah dikonfigurasi untuk menampilkan nilai ppm (part per million) karbon monoksida dan gas benzena dalam suatu ruangan yang tertutup [7]- [8]. Agar data dapat ditampilkan, layar LCD harus terhubung dengan mikrokontroler sesuai dengan skema pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Desain rangkaian LCD

4) Desain LED (Light Emitting Diode)

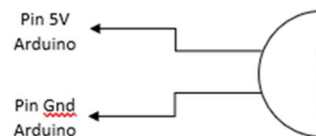
LED digunakan sebagai indikator dalam sistem ini. Jika konsentrasi gas dalam ruangan tetap berada di bawah ambang batas yang ditentukan, LED akan menyala dengan warna hijau. Namun, ketika tingkat CO dan benzena di suatu kamar sampai standar maksimal yang telah ditetapkan, LED akan berubah menjadi warna merah.



Gambar 7 Desain Lampu LED

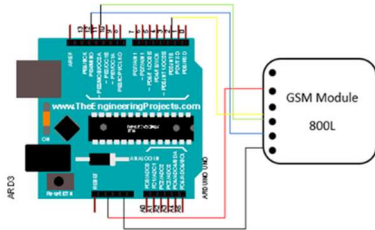
5) Desain Rangkaian Alarm (Buzzer)

Alarm atau indikator yang akan aktif dan mengeluarkan bunyi saat konsentrasi gas karbon monoksida dan benzena melewati ambang batas yang telah ditetapkan. Alarm ini akan berhenti berbunyi ketika kadar gas karbon monoksida atau kualitas udara telah kembali ke kondisi normal. Diagram rangkaian buzzer dapat ditemukan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8 Desain Komponen Buzzer

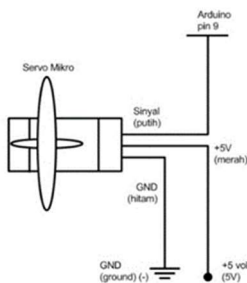
Modul GSM SIM 800L berfungsi sebagai indikator dengan kemampuan mengirimkan pesan ke *handphone* peneliti. Ketika konsentrasi gas karbon monoksida dan benzena melebihi setting yang ditentukan, modul ini secara otomatis akan mengirimkan pesan SMS ke nomor yang telah dihubungkan sebagai tindakan peringatan [9].



Gambar 9 Desain Modul GSM

7) Desain Motor Servo

Motor servo telah dimasukkan ke dalam sistem sebagai komponen dari mekanisme *power window*. Motor servo yang digunakan adalah model standar yang memiliki kemampuan putaran hingga 180 derajat. Gerakan motor servo dikendalikan melalui mekanisme yang mirip dengan sistem mekanis *power window*. Penyesuaian putaran motor servo dilakukan melalui perintah-perintah dalam program yang berjalan, memungkinkan motor servo untuk mengendalikan pembukaan dan penutupan jendela sesuai dengan kebutuhan [4], [10]- [11].



Gambar 10. Gambar desain motor servo

III. PEMBAHASAN

1. Tes Rangkaian MQ135

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengukur konsentrasi gas benzena, dengan menggunakan metode menghubungkan kaki sensor ke pin Arduino. Berikut adalah tabel yang mencatat hasil dari pengujian yang telah dilakukan oleh penulis.

Table 1 Hasil Tes MQ135

No	Bahan Pengujian	Durasi	Kadar Benzena	Nilai Pembeding	Error
1	Butana (Bensol Korek)	5 Detik	34,6 ppm	35,5 ppm	0,9 ppm
2	Asap Knalpot	5 Detik	27,3 ppm	28,1 ppm	0,8 ppm
3	Asap Rokok	5 Detik	27,9 ppm	28,4 ppm	0,5 ppm
4	Asap Obat Nyamuk	5 Detik	1,94 ppm	1,86 ppm	0,08 ppm

6) Desain Rangkaian Modul GSM

Data dalam tabel menunjukkan bahwa kadar gas benzena tertinggi terdeteksi pada uji menggunakan bensin dari korek api, dengan nilai sebesar 34,6 ppm dalam interval waktu 5 detik. Sementara itu, kadar gas benzena yang paling rendah tercatat saat menguji asap obat nyamuk, dengan nilai sebesar 1.94 ppm. Jika dihitung *mean* dari kesalahan tes pengujian, maka nilai rata-rata errornya adalah sekitar 0.57 ppm.

2. Tes Rangkaian MQ7

Pengujian sensor MQ7 telah dilakukan dengan tujuan untuk mengukur konsentrasi gas CO (karbon monoksida), dan berikut adalah hasil dari pengujian tersebut.

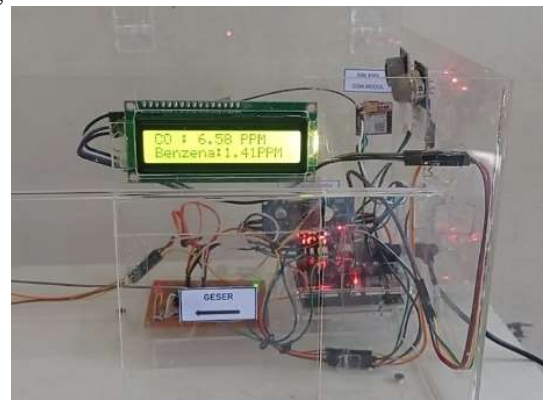
Table 2 Tes Rangkaian MQ7

No	Bahan Pengujian	Durasi	Kadar CO	Nilai Pembeding	Error
1	Asap Rokok	5 Detik	67,8 ppm	66,4 ppm	1,4 ppm
2	Asap Knalpot	5 Detik	49,2 ppm	49,9 ppm	0,7 ppm
3	Pembakaran Kertas	5 Detik	23,7 ppm	22,6 ppm	1,1 ppm
4	Pembakaran Lilin	5 Detik	9,07 ppm	8,89 ppm	0,18 ppm

Dari data dalam tabel dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) yang terdapat dalam asap rokok memiliki tingkat yang sangat tinggi, mencapai 67.8 ppm, sementara asap yang dihasilkan dari pembakaran lilin masih berada di bawah ambang batas dengan pengukuran sekitar 9.07 ppm. Saat menghitung nilai rata-rata kesalahan (error), hasilnya sekitar 0.84 ppm.

3. Tes Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Tes rangkaian LCD dilakukan untuk mengamati tampilan Hasil dari kedua sensor diproses dengan menghubungkan modul I2C ke layar LCD, yang selanjutnya terhubung ke mikrokontroler. Hal ini bertujuan untuk memvisualisasikan dan menampilkan data hasil pengukuran dari kedua sensor pada layar LCD dengan bantuan modul I2C.



Gambar 11 Tes Rangkaian LCD

4. Uji Keseluruhan Sistem

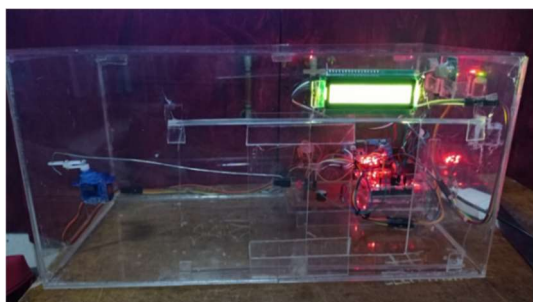
Tes ini dilakukan untuk memastikan semua komponen rangkaian beroperasi dengan baik dan sesuai dengan

ekspektasi. Berikut adalah tabel yang mencatat hasil pengujian untuk keseluruhan rangkaian.

Table 3 Hasil Tes Sistem

Bahan Uji	CO	Benzene	LED	Buzzer	Motor Servo	GSM 800L
Udara Normal	1,7ppm	0,83ppm	Hijau	Off	Off	Off
Bensol Korek	49,6ppm	27,5ppm	Merah	On	On	On
Asap Rokok	37,3ppm	21,8ppm	Merah	On	On	On
Obat nyamuk	26,2ppm	12,2ppm	Merah	On	On	On
Asap Knalpot	33,6ppm	19,7ppm	Merah	On	On	On
Pembakaran Kertas	30,2ppm	19,8ppm	Merah	On	On	On

Berdasarkan data di tabel pengujian, diambil kesimpulan bahwa jika konsentrasi gas beracun melebihi ambang batas yang telah ditentukan, yaitu 25 ppm untuk karbon monoksida dan 10 ppm untuk gas benzena, maka secara otomatis perangkat keluaran akan aktif. Perangkat tersebut mencakup LED sebagai penanda visual, motor servo untuk menggerakkan pintu atau jendela, buzzer sebagai alat penghasil suara peringatan, dan modul GSM 800L yang bertugas mengirimkan pesan pemberitahuan kepada pengguna.



Gambar 12 Uji Keseluruhan Alat Yang Dirancang

Dalam konteks ruangan tertutup, standar keselamatan atau K3 menetapkan kebutuhan akan adanya komponen sirkulasi udara yang dapat dengan mudah dibuka dan ditutup, mirip dengan penggunaan jendela. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa jika konsentrasi gas beracun dalam ruangan mencapai tingkat yang berpotensi membahayakan, komponen sirkulasi udara tersebut dapat dibuka untuk mengeluarkan gas berbahaya tersebut dari dalam kotak. Juga diperlukan buzzer yang berfungsi sebagai tanda adanya gas beracun, serta kipas *blower* untuk mempercepat pergantian udara dalam ruangan.

Dalam konteks waktu respons sensor, sensor MQ7 membutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk berfungsi dengan baik. Hal ini disebabkan oleh rendahnya daya pemanasan pada sensor ini, sehingga dibutuhkan waktu agar sensor mencapai suhu kerja yang optimal dan deteksi CO dengan baik. Sementara itu, MQ135 butuh

15 detik, sehingga dengan baik dan cepat mengenali gas benzena.

IV. KESIMPULAN

Dari pengujian didapatkan kesimpulan berikut ini:

- Alat ini terbuat dari akrilik transparan dengan dua sensor yang mendeteksi gas berbahaya (benzene dan CO). Ketika batas gas terlampaui, motor servo membuka pintu, LED berkedip merah, buzzer berbunyi, dan SIM 800L mengirim pemberitahuan. Saat aman, LED menyala hijau dan SIM 800L memberi tahu pengguna.
- Alat ini telah mengalami pengujian dengan beragam jenis bahan uji, seperti udara biasa, asap dari rokok, emisi knalpot, bensin dari korek api, asap dari obat nyamuk, pembakaran kertas, dan asap dari obat nyamuk. Ambang batas yang ditetapkan untuk karbon monoksida (CO) adalah 25 ppm, sedangkan untuk benzene adalah 10 ppm. Hasil pengukuran gas yang diperoleh dari sensor dalam perangkat ini menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah, sehingga data yang dihasilkan mendekati hasil perhitungan yang dilakukan oleh alat analisis gas yang sudah dikalibrasi sebelumnya oleh peneliti. *Mean* galat untuk CO adalah sekitar 0,84 ppm, sedangkan untuk gas benzene adalah sekitar 0,57 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiyawan, "Pengembangan deteksi online gas karbondioksida menggunakan CO2 meter voltcraft CM-100," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- Christine Ayu, "Kronologi Satu Keluarga Tewas usai Menginap di Mobil dengan AC Nyala, Pakar Beber Penyebabnya," *Surya.co.id*, 2023.
- Ahmad Fauroq, "Rancang Bangun Tongkat Cerdas untuk penyandang tunanetra berbasis Mikrokontroler," vol. 5, p. 7, 2018, [Online]. Available: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/896956>
- M. A. Kurniawan, Z. Abidin, A. B. Laksono, and A. Bachri, "Detektor Karbondioksida (Co2) Sebagai Pengaman Internal Mobil Berbasis Mikrokontroler," *J. Tek.*, vol. 12, no. 2, p. 55, 2020, doi: 10.30736/jt.v13i2.478.
- R. A. Gustavia and E. Nurraharjo, "Rancang Bangun Sistem Multiple Warning Deteksi Asap Rokok," *Pros. SINTAK 2018*, pp. 278–282, 2018.
- K. B. K. Sai, S. Ramasubbareddy, and A. K. Luhach, "IoT based air quality monitoring system using MQ135 and MQ7 with machine learning analysis," *Scalable Comput.*, vol. 20, no. 4, pp. 599–606, 2019, doi: 10.12694/scpe.v20i4.1561.
- R. Syafrialdi, "Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Sensor LDR dan Penampil LCD," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 2, pp. 113–122, 2019.
- R. B. Nugroho, E. Susanto, and U. Sunarya, "Wireless sensor network for prototype of fire detection," *2014 2nd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2018*, pp. 469–474, 2014, doi: 10.1109/ICoICT.2014.6914107.
- D. Andesta and R. Ferdian, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler dan Modul GSM," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 2, no. 02, pp. 51–63, 2018, doi: