
Gambaran Kadar Co di Kabin Pengemudi Bus BRT Kota Semarang

¹Bayu Yoni Setyo Nugroho, ²Haikal

^{1,2} Universitas Dian Nuswantoro

ABSTRACT

Public transportation that is often used by the public for daily activities such as working, traveling and traveling in Indonesia is the bus. According to the data obtained the growth of buses every year. Traffic congestion is a condition on any network as vehicle usage increases and is characterized by slower speeds, longer travel times, and increased queues. Carbon monoxide gas has the characteristics of being odorless, imperceptible, and colorless. Motor vehicles contribute greatly to the increase in dangerous CO levels. The purpose of this study was to see CO levels in the cabin of BRT drivers in Semarang City. This research is a basic or descriptive research with the MQ7 Sensor is a carbon monoxide gas sensor that functions to determine the concentration of carbon monoxide (CO) gas in everyday life. The results of CO results were carried out in 3 corridors, namely 4, 7 and 8. The results of CO levels in corridor 4 were highest 15.2 ppm and low 8.8 ppm. The highest CO content results in corridor 7 at 21.1 ppm and the lowest at 13.0 ppm. While the results of CO levels in corridor 8 resulted in 19.2 ppm and the lowest 8.2 ppm.

Keyword: Driver, BRT, CO

*Corresponding Author: bayuyoni@dsn.dinus.ac.id

PENDAHULUAN

Kendaraan umum yang sering digunakan masyarakat untuk kegiatan aktivitas sehari-hari misalnya bekerja, berwisata dan berpergian di Indonesia yakni bus. Menurut data yang diperoleh pertumbuhan bus setiap tahun. Data pada tahun 2016 201.512 unit tahun 2017 213.359 unit tahun 2018 222.872 unit tahun 2019 231.569 unit tahun 2020 233.261 unit dengan rata-rata kenaikan 3,31 setiap tahunnya. Jenis kendaraan yakni lain bus antar kota, antar kota dalam provinsi, antara provinsi, bus pariwisata dan bus BRT (*bus rapid transit*). [1] Dalam satu dekade terakhir, kemacetan lalu lintas telah terjadi menjadi masalah yang serius. Lalu lintas kemacetan di beberapa kota telah terjadi dilaporkan oleh banyak peneliti dan penelitian pusat yang mempengaruhi hilangnya waktu, regional kinerja ekonomi, kesehatan pengemudi dan penumpang, dan bahkan korban jiwa [2]

Kemacetan lalu lintas merupakan suatu kondisi di jaringan manapun seiring dengan meningkatnya penggunaan kendaraan serta ditandai dengan kecepatan yang lebih lambat, waktu perjalanan yang lebih lama, dan peningkatan antrian. Ketika lalu lintas cukup besar sehingga interaksi antar kendaraan memperlambat

kecepatan arus lalu lintas, maka kemacetan pun terjadi. Ketika jumlah kendaraan mendekati kapasitas jalan, kemacetan lalu lintas yang ekstrim terjadi. Ketika kendaraan berhenti total selama jangka waktu tertentu, hal ini biasa disebut kemacetan lalu lintas [3]. Jumlah kendaraan yang semakin meningkat di darat menyebabkan risiko udara tercemar akibat gas buang dari pembakaran kendaraan yang berpotensi mengandung racun. Secara teori kandungan dari sisa gas buang kendaraan mengandung CO, CO₂, NO₂, HC, H₂O, H₂ dan N₂. Pemerintah telah mengatur standar nilai ambang batas gas buang dari kendaraan yang aman untuk manusia. Namun penerapan tidak ketat mengenai kandungan gas buang yang diatur yakni hanya 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂.

Karbon monoksida (CO) merupakan gas hasil pembakaran yang bersifat racun dan mengganggu unsur fisiologis manusia terutama bagi darah manusia pada saat pernafasan, sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Gas karbon monoksida (CO) terdapat cukup banyak di udara, dimana gas ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida mempunyai ciri yang tidak berbau, tidak terasa, serta tidak berwarna. Kendaraan bermotor memberi andil yang besar dalam peningkatan kadar CO yang membahayakan. Di dalam semua polutan udara maka CO adalah pencemar yang paling utama. Untuk batas emisi gas karbon monoksida di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama Kementerian Negara Lingkungan Hidup 2006. sudah ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu 4,5 % untuk kendaraan beroda 2 dan beroda 3. Untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu 1,5 %.

Tujuan dari sistem HVAC atau sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara pada kabin mobil adalah untuk memberikan kenyamanan termal yang menyeluruh bagi pengemudi dan penumpang dengan mengontrol suhu dan kelembaban. Tantangan dalam merancang kontrol HVAC adalah untuk mencapai kenyamanan termal secara otomatis, terlepas dari perubahan waktu dan kondisi cuaca. [4] Sistem HVAC memiliki tujuan menjaga kesehatan pekerja yang setiap hari berada di kendaraan sebagai tempat kerja.

Oleh karena itu tuntutan kenyamanan dan kelengkapan fasilitas pada kendaraan sangat diinginkan oleh konsumen termasuk fitur interior pada mobil. Sistem pendingin udara harus mampu menjaga kelembapan, suhu, sirkulasi udara, dan kebersihan udara di dalam kabin untuk memberikan kenyamanan dan kesehatan berkendara. [5] Tujuan penelitian ini untuk melihat kadar CO dalam kabin pengemudi BRT Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) Nomor KEP 107/Kabapedal/11/1997, rentang semua Gas (PM₁₀, CO, SO₂, NO₂, O₂) yang terdapat pada Indeks Standar Pencemar Udara dengan ketentuan waktu sebagai berikut.

Tabel 1. Standar CO Bapelda

No	Katagori	Rentang	Warna
1	Baik	0-50 ppm	Hijau
2	Sedang	51-100 ppm	Biru
3	Tidak Sehat	101-199 ppm	Kuning
4	Sangat Tidak Sehat	200-299 ppm	Merah
5	Berbahaya	300-500 ppm	Hitam

1. Sensor MQ7

Sensor MQ7 merupakan sensor gas karbon monoksida yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari, sensor MQ7 memiliki sensitivitas tinggi dan respon cepat terhadap gas karbon monoksida dan keluaran dari sensor MQ7 berupa sinyal analog dan membutuhkan tegangan DC sebesar 5 Volt. Sensor MQ7 memiliki eror rata-rata 19,709% dibandingkan dengan gas analyzer. [6] Hasil lain menghasilkan persentasi error sebesar 11.25% dengan menggunakan smart sensor carbon monoksida sebagai alat kalibrator.[7]



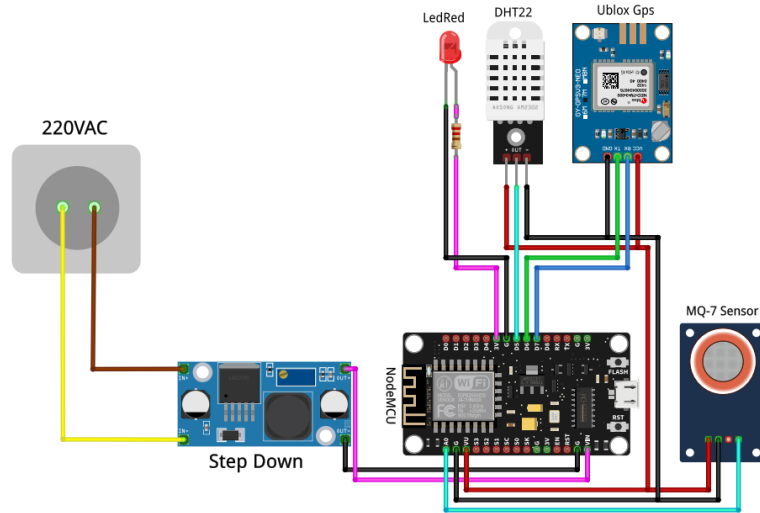
Gambar 1.1 Sensor MQ7

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
Circuit Voltage	5V ± 0,1	AC atau DC
Heating Voltage	5V ± 0,1	AC atau DC
Load Resistance	Bisa Menyesuaikan	
Heater Resistance	33 Ω ± 5%	Suhu Ruangan
Heating	sekitar 350 mW	
Jangkauan	20-2000 ppm k Arbon monoksida	

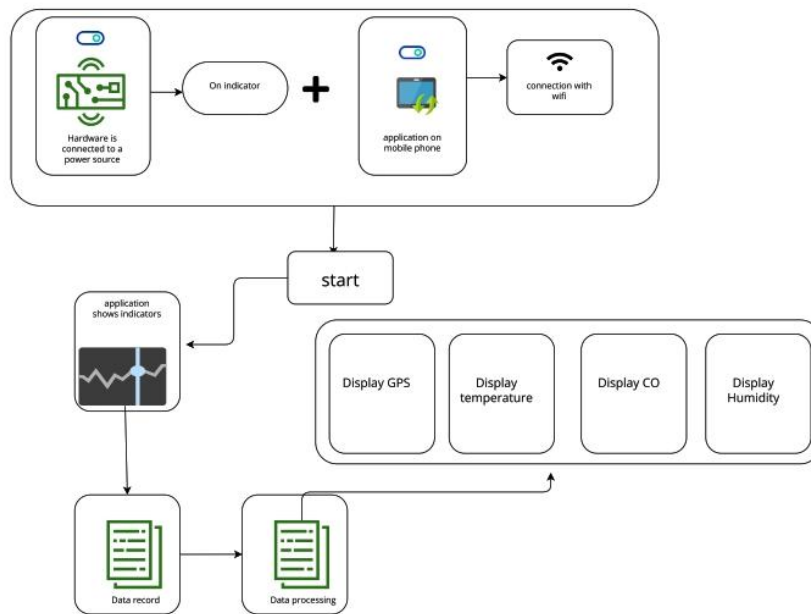
2. Arduino

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source atau dapat digunakan bebas. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang berperan untuk menulis program, melakukan compiling menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler. Platform ini terdiri dari papan

mikrokontroler yang dapat diprogram untuk melakukan berbagai tugas, serta perangkat lunak (software) yang digunakan untuk menulis kode program dan mengunggahnya ke papan mikrokontroler tersebut.



Gambar 1.2 rangkai sensor CO



Gambar 1.3 Flowchart System Software

HASIL

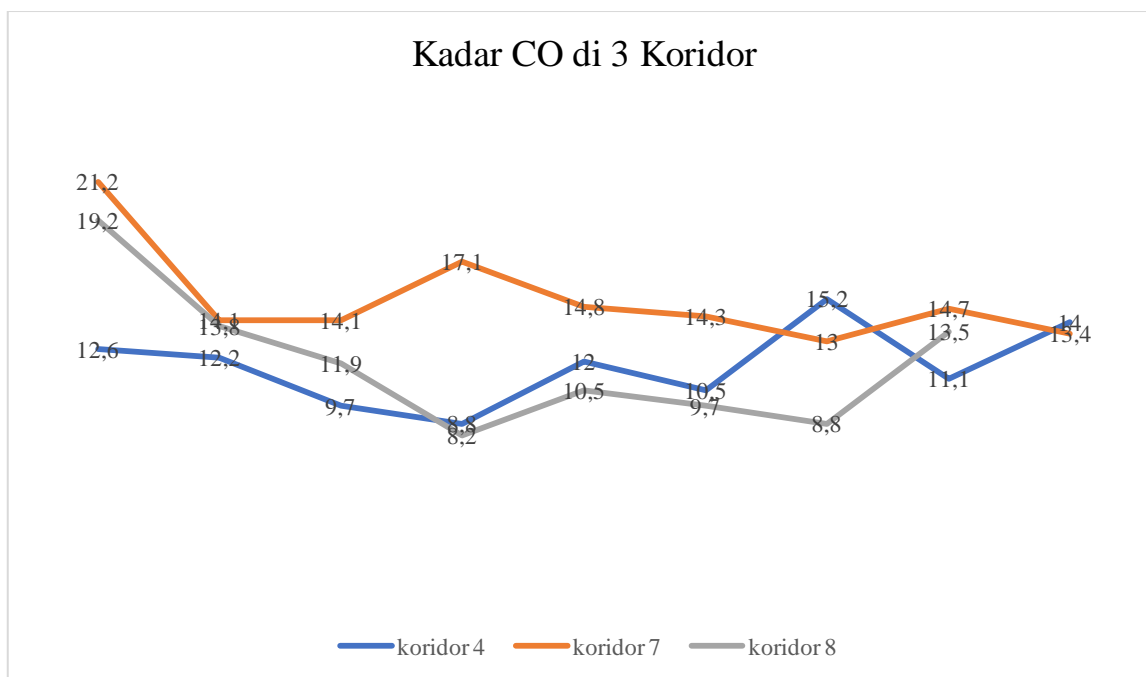
Tabel 2. Karakteristik responde

variabel	n	%
Jenis kelamin		
Pria	27	96,4
wanita	1	3,6
Pendidikan		
SD	1	3,6
SMP	8	28,6
SMA	16	57,1
Perguruan Tinggi	3	10,7
Riwayat Kecelakaan		
Tidak Pernah	20	71,4
Pernah	8	28,6
Koridor BRT		
4	12	42,9
7	7	25
8	9	32,1



Gambar. 2 Penempatan alat sensor CO

Pengambilan data menggunakan alat prototipe yang ditempatkan di sekitar pengemudi. Hal ini sesuai dengan prinsip K3 yang menjadi prioritas adalah pekerja. Alat diletakkan di sekitar pengemudi yang dianggap oleh pengemudi tidak mengganggu pekerjaan dan tidak menimbulkan distraksi.



Gambar 3. Grafik Kadar CO

Pengukuran kadar CO di dalam kabin untuk satu bus dilakukan 1 trip atau 1 kali putaran setiap kendaraan BRT, koridor 4 memiliki jarak tempuh yang paling jauh membutuhkan 90 menit, terdekat koridor 7 sekitar 60 menit. Kondisi ini membuat pengaruh terhadap kadar CO dalam kendaraan.

Tabel 1. Data CO dalam Kabin BRT

No	Kelompok Waktu	Koridor	CO (ppm)
	12.00-20.00	7	21.2
	12.00-20.00	7	14.1
	12.00-20.00	7	14.1
	12.00-20.00	7	17.1
	12.00-20.00	7	14.8
	05.30-12.00	7	14.3
	05.30-12.00	7	13.0
	05.30-12.00	8	14.7
	12.00-20.00	8	13.4
	05.30-12.00	8	19.2
	05.30-12.00	8	13.8
	05.30-12.00	8	11.9
	05.30-12.00	8	8.2
	12.00-20.00	8	10.5
	05.30-12.00	8	9.7
	12.00-20.00	8	8.8
	12.00-20.00	4	13.5
	12.00-20.00	4	12.6
	12.00-20.00	4	12.2
	05.30-12.00	4	9.7
	12.00-20.00	4	8.8

No	Kelompok Waktu	Koridor	CO (ppm)
	05.30-12.00	4	12.0
	12.00-20.00	4	10.5
	05.30-12.00	4	15.2
	12.00-20.00	4	11.1
	12.00-20.00	4	14.0
	12.00-20.00	4	11.3
	05.30-12.00	4	12.3

Pengukuran dilakukan secara real time yang menggunakan sensor deteksi MQ-7 Sensor, penggunaan memiliki error 11.25%. Sehingga hasil memiliki akurasi yang tidak sama dengan penggunaan alat ukur yang digunakan untuk industri. Pengambilan data dikelompokkan menjadi dua katagori waktu yakni 05.30-12.00 dan 12.00-20.00. Hasil CO dilakukan di 3 koridor yakni 4, 7 dan 8. Hasil kadar CO pada koridor 4 tertinggi 15.2 ppm dan terendah 8.8 ppm. Hasil kadar CO tertinggi pada koridor 7 di 21.1 ppm dan terendah di 13.0 ppm. Sedangkan hasil kadar CO pada koridor 8 hasilnya 19.2 ppm dan terendah 8.2 ppm. Kadar rata-rata pada jam 05.30-12.00 memiliki rata-rata 12.8 ppm sedangkan pada jam 12.00-20.00 dengan rata-rata 13.0 ppm hal ini menunjukkan hasil yang kurang lebih sama. Sesuai dengan standar KEP 107/Kabapedal/11/1997, kadar di semua koridor yang dilakukan pengambilan data hasilnya katagori baik.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menghasilkan kadar CO dalam kabin pengemudi BRT dengan hasil baik dan memenuhi standar kabapedal. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di kabin kendaraan roda 4 dengan menggunakan sensor MQ-7 mendapatkan hasil katagori baik. [8] Hasil dari penelitian ini merupakan bagian dasar dari penelitian dasar untuk melakukan skrining lingkungan kerja yang aman. Penerapan K3 mempertimbangkan aspek lingkungan kerja.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan pentingnya penerapan sistem monitoring kualitas udara secara berkelanjutan, terutama di ruang tertutup seperti kabin pengemudi BRT. Dalam kaitannya dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), pemantauan kadar gas karbon monoksida (CO) yang berlebihan dapat mencegah risiko gangguan kesehatan, seperti sakit kepala, pusing, atau bahkan keracunan akut, yang dapat memengaruhi produktivitas dan keselamatan kerja pengemudi. Standar kabapedal yang dipenuhi oleh hasil ini mengindikasikan bahwa teknologi sensor MQ-7 efektif dalam mendeteksi kadar CO pada tingkat yang relevan. [9]

Selain itu, penelitian ini menyoroti pentingnya pengendalian kualitas udara sebagai bagian integral dari penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Kondisi lingkungan kerja yang aman dan sehat dalam kabin pengemudi dapat meningkatkan konsentrasi dan kenyamanan pengemudi selama bertugas. Hal ini menjadi faktor penting untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja yang dapat diakibatkan oleh paparan karbon monoksida (CO) yang melebihi ambang batas. Kesesuaian kadar CO dengan standar menunjukkan efektivitas penerapan teknologi sensor MQ-7 dalam memantau kualitas udara di ruang tertutup. [10] Sensor ini dapat

menjadi perangkat andal untuk mendukung pemantauan real-time dan memberikan data akurat yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan risiko di lingkungan kerja.[11]

Teknologi ini dapat diintegrasikan ke dalam sistem alarm dini atau perangkat peringatan untuk memberikan perlindungan tambahan bagi pengemudi. [12] Selain itu, hasil ini memberikan landasan bagi penelitian lanjutan untuk mengembangkan sistem pengendalian kualitas udara di kendaraan komersial lainnya. Implementasi K3 yang efektif tidak hanya mencakup pengawasan terhadap potensi bahaya fisik, tetapi juga faktor lingkungan seperti ventilasi dan kualitas udara. [13] Oleh karena itu, penelitian ini menjadi langkah awal untuk merancang kebijakan yang lebih komprehensif dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat, sesuai dengan peraturan nasional maupun internasional. Hal ini sejalan dengan kebutuhan akan keberlanjutan operasional kendaraan umum yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga aman bagi penggunanya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kabin BRT Kota Semarang memiliki kadar CO (Karbon Monoksida) yang baik. Pengelola BRT Kota Semarang diharapkan meningkatkan deteksi kadar CO dalam kabin pengemudi. Supaya pengemudi memiliki kesehatan yang baik dan diharapkan keselamatan penumpang terjamin. Diharapkan hasil dari penelitian dapat digunakan untuk dokumen penunjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perhubungan, “Statistik Transportasi Darat 2020,” *BPS RI*, pp. 22–26, 2020, Accessed: Sep. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/>.
- [2] C. Onyeneke, C. Eguzouwa, and C. Mutabazi, “Modeling the effects of traffic congestion on economic activities-accidents, fatalities and casualties,” *Biomed. Stat. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 7–14, 2018.
- [3] J. Tyler, “The philosophy and practice of Taktfahrplan: a case-study of the East Coast Main Line.,” 2003.
- [4] M. Setiyo, N. Widodo, B. C. Purnomo, S. Munahar, M. A. Rahmawan, and A. Luthfi, “Harvesting Cooling Effect on LPG-Fueled Vehicles for Mini Cooler: A Lab-Scale Investigation,” *Indones. J. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 39–47, Mar. 2019, doi: 10.17509/IJOST.V4I1.12834.
- [5] J. Fišer, J. Pokorný, D. Podola, and M. Jicha, “Experimental investigation of car cabin environment during real traffic conditions,” *Eng. Mech.*, vol. 20, no. 3/4, pp. 229–236, 2013.
- [6] R. Setyawan, Y. Dewanto, and D. Zariatn, “Prototipe Alat Deteksi Kandungan Co Dan Hc Dalam Kabinkendaraan Menggunakan Mikrokontroler Arduino,” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 55–60, 2018.
- [7] 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,” *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 2, Aug. 2018, Accessed: Sep. 16, 2023. [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/6530>.
- [8] K. Charisma, E. Rohadi, R. A. Asmara, and A. K. Nalendra, “Rancang Bangun Alat Monitoring Co Dan Suhu Dalam Kabin Mobil Berbasis Notifikasi Telegram,” *JAMI J. Ahli Muda Indones.*, vol. 3, no.

- 1, pp. 74–82, 2022.
- [9] D. R. Nurmaningsih, “Analisis kualitas udara ambien akibat lalu lintas kendaraan bermotor Di Kawasan Coyudan, Surakarta,” *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 2, pp. 46–53, 2018.
- [10] N. Ariesta, “Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Science, Technology, Engineering And Mathematics (Stem) Dengan Topik Sistem Pendeteksi Gas Karbon Monoksida,” *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2015.
- [11] M. Z. Rahman and F. T. Syahputra, “Monitoring Gas Berbahaya di Area Pembuangan atau Pengolahan Sampah.” Universitas Islam Indonesia, 2024.
- [12] A. K. Azizah and B. T. Saantoso, “Community Security Service Innovation Through a Motorcycle Security System (Sikemo) Integrated with Local Radio,” *Daengku J. Humanit. Soc. Sci. Innov.*, vol. 4, no. 4, pp. 678–683, 2024.
- [13] W. Susihono and F. A. Rini, “Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Identifikasi Potensi Bahaya Kerja (Studi Kasus di PT. LTX Kota Cilegon-Banten),” *Spektrum Ind.*, vol. 11, no. 2, p. 209, 2013.