

SISTEM *MONITORING* DAN PENDETEKSI DINI KUALITAS UDARA BERDASARKAN PARAMETER CO DAN CO₂ BERBASIS IoT

Ridhotu Nur Ikhsan^{a*}, Lastoni Wibowo^b

^a Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

^b Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

*ridhotunur@gmail.com

Diterima : 15-06-2025

Direview : 01-07-2025

Diterbitkan : 02-07-2025

Intisari

Peningkatan kendaraan bermotor di perkotaan menyebabkan penurunan kualitas udara akibat emisi gas buang seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Jika tidak ditangani, kondisi ini dapat terjadi di Kota Cepu. Penelitian ini merancang sistem *monitoring* dan peringatan dini kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor MQ-135 untuk mendeteksi CO dan CO₂ serta sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban. Data dikirim ke platform *Thingspeak* dan notifikasi dikirim melalui Telegram. Pengujian dilakukan selama tujuh hari di dua lokasi berbeda di Cepu, menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan informasi kualitas udara secara real-time dan peringatan dini kepada masyarakat agar lebih waspada terhadap dampak polusi udara.

Kata Kunci : Kualitas Udara; *Internet of Things*; Sensor MQ-135; *Thingspeak*; Telegram.

Abstract

The increasing number of motor vehicles in urban areas causes a decline in air quality due to emissions such as carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂). If left unchecked, similar conditions may occur in Cepu City. This research developed an air quality monitoring and early warning system based on the Internet of Things (IoT) using an MQ-135 sensor to detect CO and CO₂ and a DHT22 sensor for temperature and humidity. The collected data are transmitted to the Thingspeak platform and sent to users via Telegram notifications. The device was tested for seven days at two different locations in Cepu. The results show that the system can provide real-time air quality information and early warnings to help the public take precautions against air pollution impacts

Keywords : Air Quality; *Internet of Things*; MQ-135 Sensor; *Thingspeak*; Telegram.

1. Pendahuluan

Peningkatan populasi kendaraan bermotor di kawasan perkotaan menjadi kontributor utama penurunan kualitas udara, terutama melalui emisi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Paparan CO berpotensi menimbulkan gejala seperti pusing, sakit kepala, hingga gangguan kardiovaskular serius karena gas ini berikatan dengan hemoglobin dan menghambat distribusi oksigen di dalam tubuh (Rambling, Umboh and Warouw, 2022). Konsentrasi CO₂ yang tinggi pun berbahaya, memicu sesak napas, iritasi saluran pernapasan, serta gangguan psikologis (Anggriani *et al.*, 2024). Laporan Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta menunjukkan Indeks Status Mutu (ISM) 0,39 (kategori tercemar) di Bundaran HI selama 2019-2022, dengan 60-70 % polusi bersumber dari kendaraan bermotor (Perdinan *et al.*, 2023), (ANIES, 2023). Jika laju pertumbuhan kendaraan di Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah tidak diimbangi pengendalian emisi, skenario serupa dapat terjadi di wilayah tersebut. Pemerintah Indonesia menetapkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) melalui

Kep-107/KABAPEDAL/11/1997, yang mengklasifikasikan risiko kesehatan berdasarkan jarak konsentrasi polutan termasuk ambang batas CO dan CO₂ dalam satuan part per Million (ppm) sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Ambang Batas CO dan CO₂ dalam Satuan ppm (David Agung Nadya Atmaja, 2018), (Basaria Talarosha, 2017), (Alatuji.co.id, 2020).

ISPU (ppm)	STATUS	CO	CO ₂
50	AMAN	40	1000
100	SEDANG	80	2000
200	TIDAK SEHAT	136	3500
300	SANGAT TIDAK SEHAT	272	5000
400	BERBAHAYA	368	>5000

Teknologi *Internet of Things* (IoT) menyediakan solusi pemantauan kualitas udara secara real-time dan terdistribusi (Amane *et al.*, 2023). Platform Beragam—Ubidots, Antares, *Thingspeak*, Blynk, hingga Telegram Messenger—menawarkan layanan akuisisi, penyimpanan, analisis, visualisasi, dan notifikasi data sensor (Permana and Rachmawan, 2023). *Thingspeak* unggul karena integrasi langsung dengan Matlab/Simulink untuk analisis awan, sedangkan Telegram memfasilitasi interaktivitas berbasis bot dan enkripsi end-to-end. Kombinasi keduanya memungkinkan sistem monitor yang informatif, responsif, dan aman.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menerapkan IoT untuk pemantauan udara. Alviano dkk. mengembangkan alat berbasis WeMos D1 R2 dengan sensor MQ-7 (CO), Sharp GP2Y1010AU0F (debu), dan DHT11, fokus pada polutan CO dan partikulat (Octaviano *et al.*, 2022). Afifah dkk. memanfaatkan *Thingspeak* untuk klasifikasi kualitas udara dalam ruangan menggunakan sensor MQ-135 (CO₂) dan ESP8266 (Ramadhani *et al.*, 2023). Ridwan Akbar dkk. melakukan *monitoring* suhu, kelembaban, dan CO di Ciamis memakai NodeMCU ESP8266 serta sensor DHT22 dan MQ-135 (Muhamad Ridwan Ali Akbar *et al.*, 2022). Namun, studi-studi tersebut belum secara bersamaan menargetkan polutan CO dan CO₂ di lingkungan perkotaan terbuka, belum menyediakan peringatan dini berbasis Telegram, serta belum memanfaatkan tampilan lokal (LCD 16×2 dan LED RGB) sebagai umpan balik langsung bagi masyarakat.

Berdasarkan ruang penelitian tersebut, tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan “Sistem Monitoring dan Pendeteksi Dini Kualitas Udara Berdasarkan Parameter CO dan CO₂ Berbasis IoT” menggunakan dua node NodeMCU ESP8266 di Kota Cepu. Sistem memanfaatkan sensor MQ-135 untuk pengukuran CO dan CO₂ secara simultan; mengirim data secara real-time ke *Thingspeak* untuk analisis dan visualisasi; memberikan notifikasi kondisi udara melalui bot Telegram; serta menampilkan status secara lokal melalui LCD 16×2 dan indikator warna LED RGB. Implementasi dilakukan selama tujuh hari di dua lokasi berbeda (pukul 06:30–17:00 WIB) guna menyebarkan efektivitas alat dalam memberikan informasi dan peringatan dini kepada masyarakat Cepu dan sekitarnya.

2. Kerangka Teori

2.1. Internet of Things

IoT mencakup seluruh aktivitas di mana perangkat atau agen saling berinteraksi melalui jaringan internet. Saat ini, *Internet of Things* telah banyak digunakan dalam berbagai sektor, seperti transportasi online, e-commerce, pemesanan tiket digital, streaming langsung, pembelajaran daring, serta perangkat-perangkat yang saling terhubung. Teknologi ini juga mendukung aplikasi khusus seperti pemantauan suhu jarak jauh dan pelacakan lokasi menggunakan GPS yang bergantung pada konektivitas internet atau jaringan (Apriyani, Sismadi and Sefrika, 2018).

2.2. Kualitas udara

Kualitas udara dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti kebakaran hutan, peningkatan kendaraan bermotor, perkembangan industri, pertumbuhan penduduk, dan

perubahan penggunaan lahan. Menurut pedoman WHO, terdapat beberapa partikel dan gas yang menjadi indikator kualitas udara, seperti PM₁₀, ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), karbon dioksida (CO₂), dan karbon monoksida (CO). Di Indonesia, indikator tersebut diatur dalam ISPU berdasarkan Keputusan Kepala Bapedal No. KEP-107/KABAPEDAL/11/1997. berdasarkan ISPU dapat dilihat pada table 2. (David Agung Nadya Atmaja, 2018), (Basaria Talarosha, 2017).

Tabel 2. ISPU PM₁₀, SO₂, CO, O₃, NO₂ (David Agung Nadya Atmaja, 2018)

ISPU (ppm)	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
50	50	80	40	120	0
100	150	365	80	235	0.65
200	350	800	136	400	1,13
300	420	1600	272	800	2,26
400	500	2100	368	1000	3
500	600	2620	480	1200	3,75

Selain itu kadar karbon dioksida (CO₂) di udara bersih diluar ruangan secara alami berkisar di angka 400 ppm (*part per million*). Tabel untuk CO₂ dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. ISPU CO₂ (Alatuji.co.id, 2020)

PARAMETER KARBON DIOKSIDA	
RENTANG (ppm) & ISPU	KONDISI
400 – 1000 (0-50)	Konsentrasi normal udara ambien di luar ruangan dan Konsentrasi dalam ruangan yang ditempati dengan pertukaran udara yang baik
1000-2000 (51-100)	Konsentrasi dalam ruangan yang ditempati dengan pertukaran udara yang baik
2000-3500 (101-199)	Sakit kepala, mengantuk dan stagnan, pengap, udara pengap.
3500 - 5000 (200-299)	Konsentrasi yang buruk, kehilangan perhatian, detak jantung meningkat, dan sedikit mual juga dapat terjadi.
>5000 (300-500)	Paparan dapat menyebabkan kekurangan oksigen serius yang mengakibatkan kerusakan otak permanen, koma, bahkan kematian

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan komponen inti dalam perangkat IoT (*Internet of Things*) yang berperan sebagai pusat pengendali untuk mengumpulkan data dari sensor, menjalankan algoritma pemrosesan, dan mengatur perangkat output. Mikrokontroler juga memungkinkan pengembangan perangkat IoT yang efisien dan terjangkau (Made Santo Gitakarma, Ariawan and I G M Surya Bumi Pracasitaram, 2024).

2.4. Sensor Kualitas Udara

Sensor kualitas udara merupakan alat yang dibuat untuk mendeteksi dan mengukur berbagai parameter yang memengaruhi kualitas udara. Parameter-parameter tersebut biasanya mencakup suhu, kelembapan, kadar gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), serta partikel debu atau *particulate matter* (Budianto and Sumanto, 2024).

2.4. Thingspeak

Thingspeak adalah *platform* yang berfungsi untuk mengumpulkan dan menyimpan data sensor di cloud serta mendukung pengembangan aplikasi IoT. *Platform* ini menyediakan fitur visualisasi data yang diterima, memungkinkan pengguna untuk memantau informasi secara *real-time*. Dengan menggunakan API key, *platform* ini mengakses data sensor melalui jaringan internet (Permana and Rachmawan, 2023).

2.4. Arduino IDE

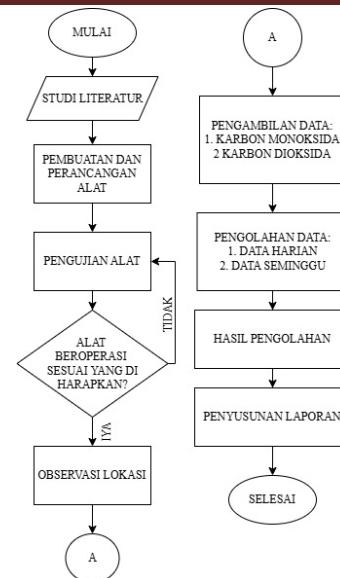
Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke mikrokontroler. Program ditulis menggunakan bahasa C agar perangkat dapat berfungsi sesuai instruksi. Tanpa program ini, sistem tidak akan dapat berjalan (Ramadhani *et al.*, 2023).

2.4. Telegram

Telegram Messenger adalah aplikasi pesan instan berbasis cloud yang mengutamakan kecepatan dan keamanan, dengan dukungan enkripsi end-to-end. Aplikasi ini memungkinkan pengguna berbagi pesan, foto, video, dan lokasi secara aman (Arjuna, Salim Albaar and Suratin, 2024).

3. Metodologi

Dalam penelitian ini, tahapan pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *monitoring* dan pendeteksi dini kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan sensor MQ-135 dan DHT22 untuk memantau parameter CO, CO₂, suhu, dan kelembapan secara *real-time*. Sistem ini juga dirancang untuk memberikan peringatan melalui platform *Thingspeak* dan Telegram. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen rekayasa, di mana alat dirancang, dibangun, dan diuji untuk melihat efektivitasnya dalam mendeteksi kualitas udara di lingkungan perkotaan. Proses dimulai dengan studi pustaka, observasi lokasi, perancangan sistem, pembuatan alat, serta pengujian dan analisis data.

3.2. Sasaran/Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah kualitas udara di Kota Cepu, khususnya di dua lokasi yaitu Jalan Ronggolawe (area padat lalu lintas) dan Jalan Sitimulyo (area pemukiman). Alat diuji di kedua lokasi tersebut secara bersamaan dalam waktu yang sama.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini meliputi:

- Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai unit pemroses utama.
- Sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas CO dan CO₂.
- LCD 16x2 untuk menampilkan data lokal.
- Lampu LED RGB sebagai indikator visual kualitas udara.
- Modul *DC to DC Buck Converter* LM2596 untuk mengatur daya.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama 7 hari berturut-turut dari pukul 06.30 hingga 17.00 WIB. Data kualitas udara (CO

dan CO₂) direkam setiap 30 menit dan dikirimkan secara otomatis ke *Thingspeak* dan Telegram. Lokasi pengambilan data dipilih untuk membandingkan kualitas udara di area berbeda intensitas aktivitas manusia.

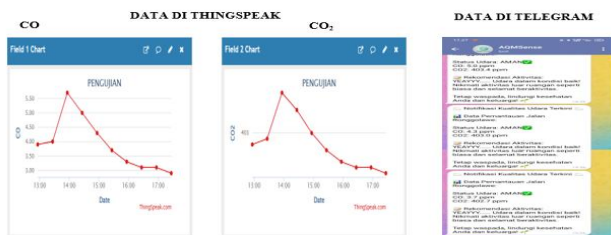
3.5. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari sensor dianalisis untuk melihat tren dan perbandingan antara dua lokasi. Kualitas udara dikategorikan berdasarkan ambang batas ISPU dalam satuan ppm, untuk menentukan status seperti "aman", "sedang", hingga "berbahaya". Visualisasi data dilakukan melalui *Thingspeak* dengan bantuan integrasi MATLAB dan ditinjau secara deskriptif.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Alat

Berdasarkan hasil pengujian menyeluruh terhadap perangkat keras dan lunak, sistem *monitoring* kualitas udara berbasis IoT yang dirancang terbukti berfungsi secara optimal. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi keberadaan gas berbahaya dengan akurasi yang baik dan menampilkan hasil melalui LCD dan indikator LED RGB. Software berhasil mengirim data secara real-time ke platform *Thingspeak* dan Telegram setiap 30 menit tanpa adanya error atau ketidaksesuaian data. Seluruh komponen sistem, termasuk sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi, menunjukkan performa yang stabil dan andal dalam sepuluh kali pengujian. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan platform Blynk, sistem ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi notifikasi dan kemudahan pemantauan melalui integrasi Telegram, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem ini layak digunakan sebagai alternatif *monitoring* kualitas udara secara real-time. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 2.

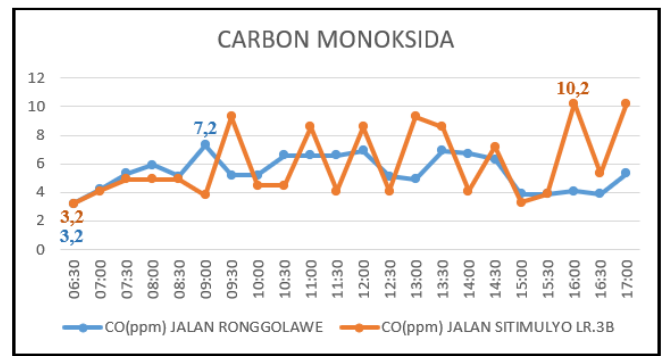


Gambar 2. hasil pengujian yang terkirim ke *Thingspeak* dan telegram

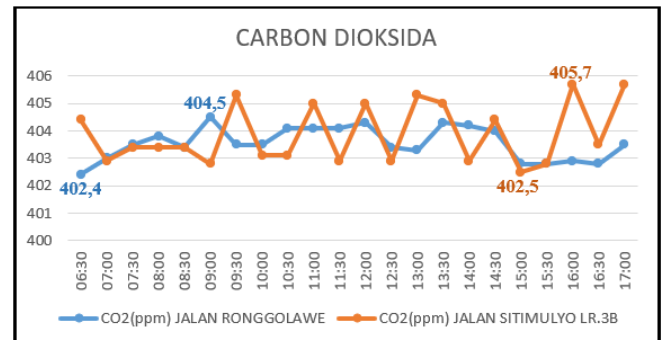
4.2 Pengambilan Data Harian dalam Satu Minggu

Pengambilan data dilakukan selama satu minggu penuh, mulai hari Senin sampai Minggu, di dua tempat berbeda yaitu di Jalan Ronggolawe dan Jalan Sitimulyo Lorong 3B. Data diambil setiap 30 menit sekali, dari jam 6:30 pagi sampai jam 5 sore. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk melihat perubahan kadar gas CO dan CO₂ setiap harinya, agar bisa diketahui kapan saja terjadi peningkatan atau penurunan kualitas udara di kedua lokasi tersebut.

4.2.1 Pengambilan Data Hari Pertama



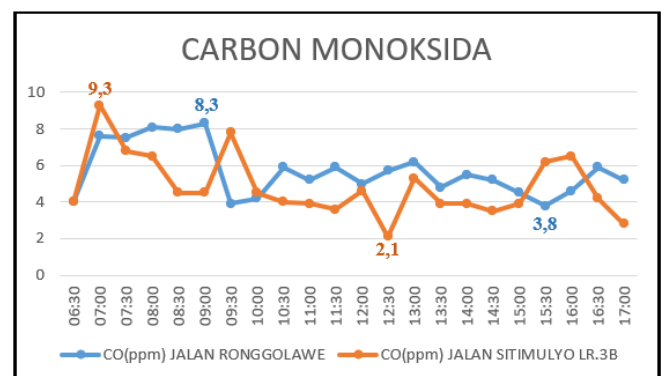
Gambar 3. grafik CO hari pertama



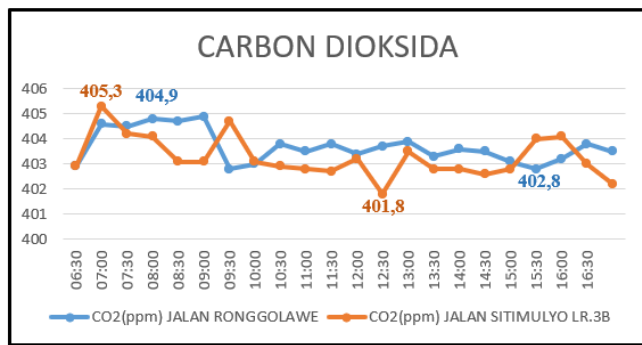
Gambar 4. grafik CO₂ hari pertama

Pada hari pertama, hasil pengamatan yang dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4, menunjukkan konsentrasi CO di Jalan Ronggolawe relatif stabil antara 4–7 ppm, sementara di Jalan Sitimulyo LR.3B lebih fluktuatif dengan lonjakan hingga 10,2 ppm pada beberapa waktu. Kadar CO₂ di kedua lokasi berkisar 402–406 ppm dan cenderung stabil, meski Sitimulyo kembali menunjukkan kenaikan di jam yang sama. Rata-rata CO tercatat 5,4 ppm (Ronggolawe) dan 6,0 ppm (Sitimulyo), serta CO₂ sekitar 404 ppm. Berdasarkan standar ISPU, semua nilai masih aman, namun Jalan Sitimulyo menunjukkan potensi pencemaran udara yang lebih tinggi.

4.2.2 Pengambilan Data Hari kedua



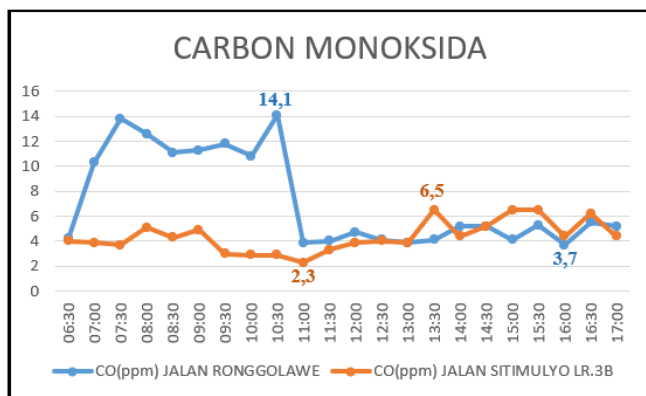
Gambar 5. grafik CO hari kedua



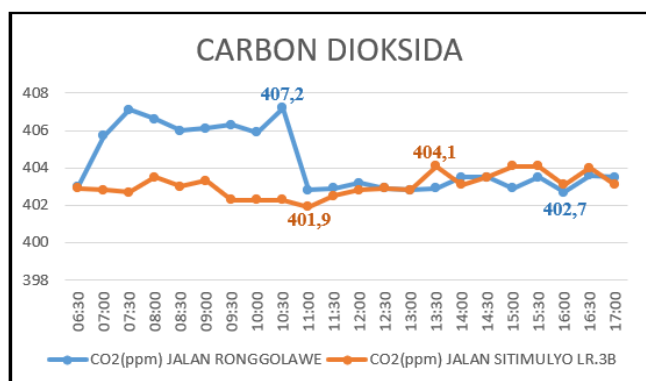
Gambar 6. grafik CO2 hari kedua

Pada hari kedua, hasil pengamatan yang ditampilkan pada gambar 5 dan gambar 6, menunjukkan konsentrasi CO di Jalan Ronggolawe cukup stabil di kisaran 4–8 ppm, sedangkan di Jalan Sitimulyo LR.3B sempat melonjak hingga 9,3 ppm pada pagi hari lalu menurun bertahap. CO₂ di kedua lokasi juga stabil di kisaran 402–405 ppm, meskipun Sitimulyo mengalami sedikit penurunan setelah pukul 10.00. Rata-rata CO tercatat 5,7 ppm di Ronggolawe dan 4,8 ppm di Sitimulyo, sementara CO₂ sekitar 403,5 ppm di kedua lokasi. Seluruh nilai masih dalam kategori aman menurut ISPU, dengan kualitas udara lebih terjaga di Jalan Ronggolawe.

4.2.3 Pengambilan Data Hari Ketiga



Gambar 7. grafik CO pada hari ketiga

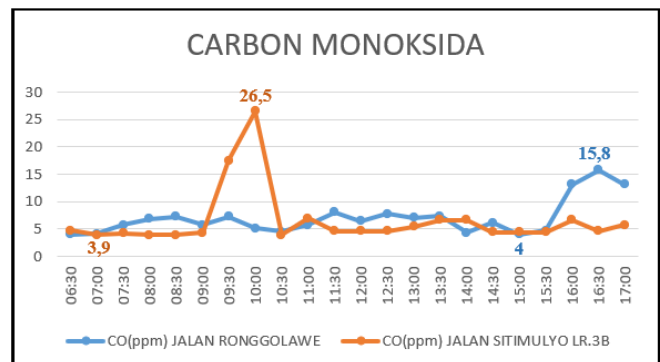


Gambar 8. grafik CO2 hari ketiga

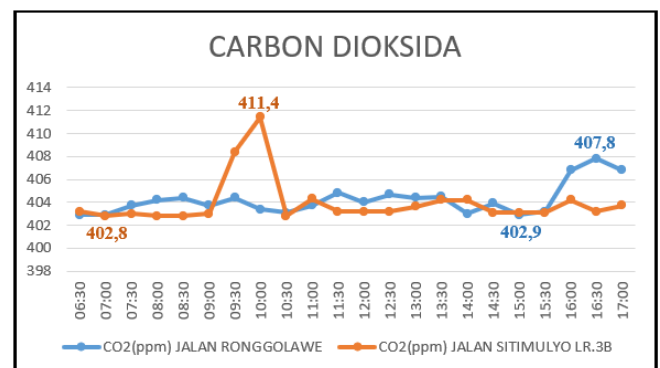
Pada hari ketiga, hasil pengamatan yang ditampilkan pada gambar 7 dan gambar 8, menunjukkan terjadi lonjakan signifikan kadar CO di Jalan Ronggolawe pada pagi hari dengan puncak mencapai 14 ppm, lalu menurun dan stabil di kisaran 4–6 ppm hingga sore. Di Jalan Sitimulyo, kadar CO

lebih stabil di rentang 3–7 ppm. Konsentrasi CO₂ di Ronggolawe juga meningkat hingga 407 ppm di pagi hari sebelum kembali stabil, sementara di Sitimulyo cenderung konsisten antara 402–404 ppm. Rata-rata CO hari itu tercatat 7,2 ppm di Ronggolawe dan 4,4 ppm di Sitimulyo, sedangkan CO₂ masing-masing 404,3 ppm dan 403,1 ppm. Meski masih dalam kategori aman menurut ISPU, lonjakan pagi di Ronggolawe menunjukkan potensi pencemaran akibat aktivitas kendaraan pada jam sibuk.

4.2.4 Pengambilan data hari keempat



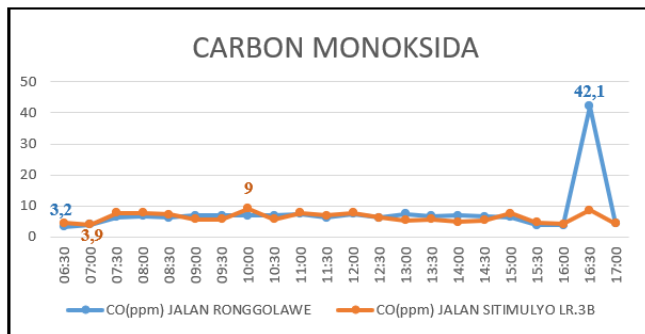
Gambar 9. grafik CO pada hari keempat



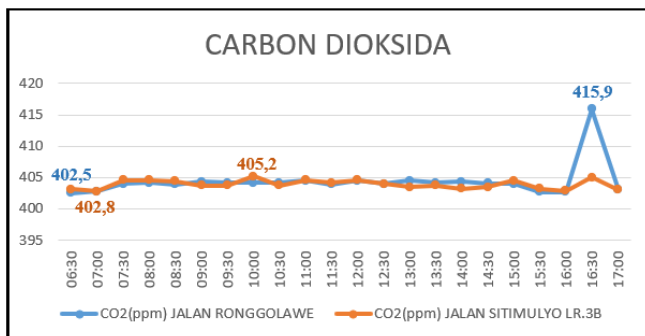
Gambar 10. grafik CO2 pada hari keempat

Pada hari keempat, hasil pengamatan yang ditampilkan pada gambar 9 dan gambar 10, menunjukkan konsentrasi CO di Jalan Ronggolawe cenderung stabil antara 4–8 ppm, dengan lonjakan sore hari mencapai 15,1 ppm. Sementara itu, di Jalan Sitimulyo LR.3B terjadi lonjakan drastis hingga 26,9 ppm pada pukul 10.00—angka tertinggi selama pengamatan—sebelum kembali stabil. Konsentrasi CO₂ di Ronggolawe cukup stabil antara 402–405 ppm, sedangkan di Sitimulyo sempat melonjak ke 411,4 ppm di waktu yang sama. Rata-rata CO hari itu tercatat 7 ppm di Ronggolawe dan 6,5 ppm di Sitimulyo, serta CO₂ sekitar 404 ppm di kedua lokasi. Meski secara umum masih tergolong aman menurut ISPU, lonjakan tajam di Sitimulyo menandakan potensi pencemaran serius pada waktu tertentu.

4.2.5 Pengambilan data hari kelima



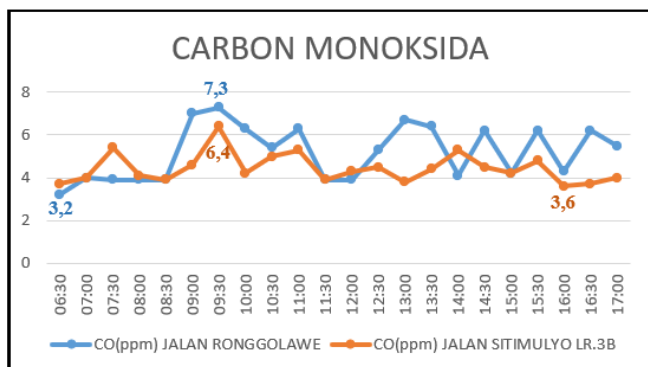
Gambar 11. grafik CO pada hari kelima



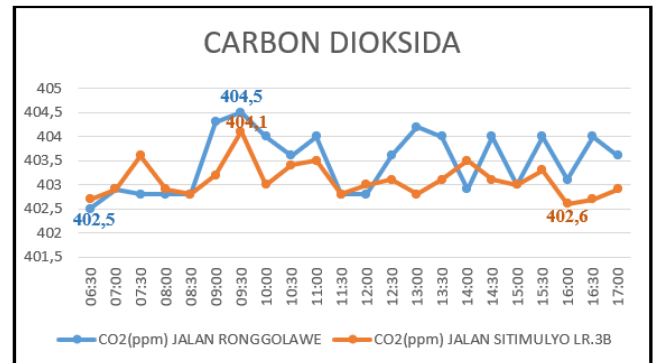
Gambar 12. grafik CO2 pada hari kelima

Pada hari kelima, hasil pengamatan yang ditampilkan pada gambar 11 dan gambar 12, menunjukkan konsentrasi CO di Jalan Ronggolawe umumnya stabil di kisaran 5–9 ppm, namun mengalami lonjakan tajam hingga 42,4 ppm pada pukul 16.30, diduga akibat tingginya aktivitas kendaraan. Lonjakan ini membuat kualitas udara masuk kategori “sedang” menurut ISPU dan bisa berdampak bagi kelompok rentan. Di Jalan Sitimulyo LR.3B, kadar CO lebih stabil antara 4–9 ppm tanpa lonjakan signifikan. Untuk CO₂, kedua lokasi relatif stabil sekitar 403–405 ppm, meskipun Ronggolawe sempat naik hingga 416 ppm di waktu yang sama dengan lonjakan CO. Rata-rata harian CO tercatat 7,7 ppm di Ronggolawe dan 6,1 ppm di Sitimulyo, sedangkan rata-rata CO₂ sekitar 404 ppm di kedua lokasi.

4.2.6 Pengambilan data hari keenam



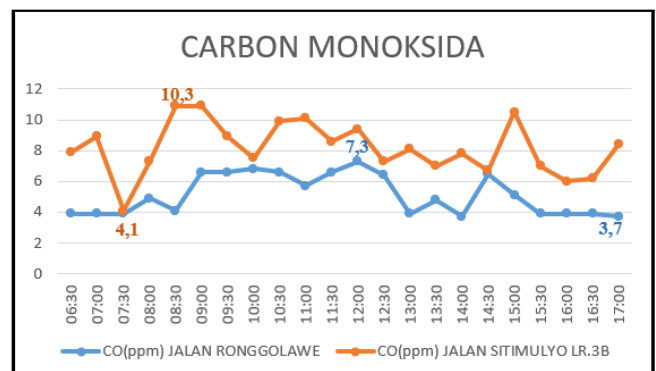
Gambar 13. grafik CO pada hari keenam



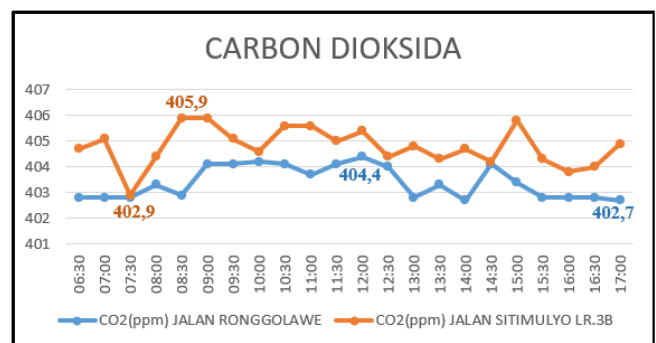
Gambar 14. grafik CO2 pada hari keenam

Pada hari keenam, hasil pengamatan yang ditampilkan pada Gambar 13 dan Gambar 14, menunjukkan konsentrasi CO di Jalan Ronggolawe berfluktuasi antara 3,8 hingga 6,9 ppm, dengan puncaknya terjadi pada pukul 09.30 dan 12.30. Di sisi lain, Jalan Sitimulyo LR.3B menunjukkan kadar CO yang lebih stabil, berkisar antara 3,8–6,3 ppm tanpa lonjakan berarti. Untuk CO₂, kedua lokasi mencatat nilai yang cukup stabil di kisaran 402,5–404,5 ppm, meskipun di Jalan Ronggolawe terlihat sedikit kenaikan saat jam sibuk. Rata-rata harian CO tercatat 5,2 ppm di Ronggolawe dan 4,4 ppm di Sitimulyo, sedangkan rata-rata CO₂ sekitar 404 ppm di kedua lokasi. Semua nilai ini masih berada dalam batas aman menurut ISPU, walaupun emisi di Jalan Ronggolawe cenderung sedikit lebih tinggi.

4.2.7 Pengambilan data hari ketujuh



Gambar 15. grafik CO pada hari ketujuh

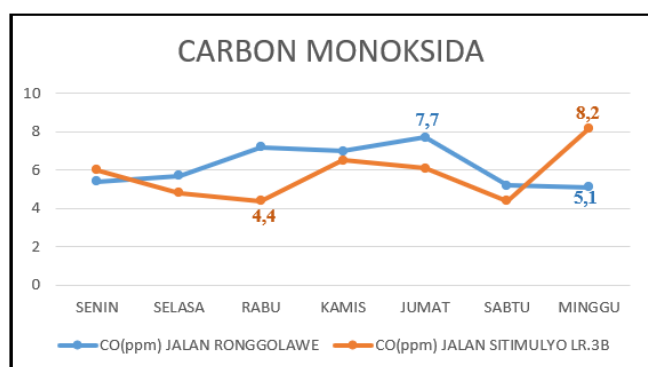


Gambar 16. grafik CO2 pada hari ketujuh

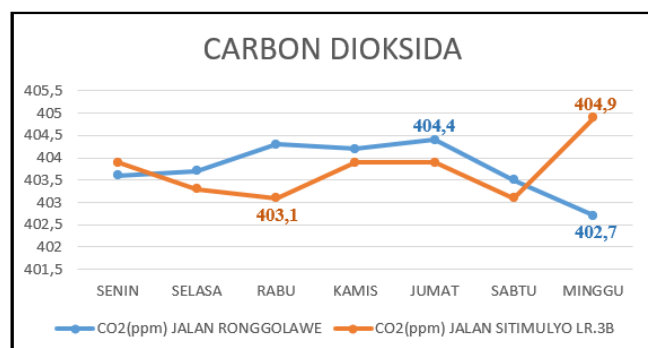
Pada hari ketujuh, hasil pengamatan yang ditampilkan pada Gambar 15 dan Gambar 16, menunjukkan kualitas udara di Jalan Sitimulyo LR.3B menunjukkan fluktuasi CO yang cukup tinggi antara 6–11 ppm, dengan lonjakan pada pukul 09.00 dan 15.30. Sebaliknya, Jalan Ronggolawe mencatat kadar CO yang lebih stabil dan rendah, berkisar 3,5–6,7 ppm. Untuk CO₂, Sitimulyo kembali mencatat nilai sedikit lebih tinggi, berkisar 403–406 ppm, sedangkan di Ronggolawe lebih stabil di kisaran 402,5–404,5 ppm. Rata-rata harian CO di Sitimulyo mencapai 8,2 ppm dan di Ronggolawe 5,1 ppm; sementara rata-rata CO₂ masing-masing 404,8 ppm (Ronggolawe) dan 403,4 ppm (Sitimulyo). Meskipun masih dalam batas aman ISPU, fluktuasi di Sitimulyo mengindikasikan kualitas udara yang lebih buruk dibandingkan Ronggolawe.

4.3 Pengolahan Data Satu Minggu

Pengolahan data selama satu minggu dilakukan dengan cara menghitung rata-rata dari setiap data harian yang telah dikumpulkan. Setiap harinya, data diambil mulai pukul 06:30 pagi hingga 17:00 sore dengan interval waktu 30 menit di dua lokasi berbeda. Data yang terkumpul kemudian diolah untuk mengetahui rata-rata kadar gas CO dan CO₂ per hari, sehingga memudahkan dalam melihat tren perubahan kualitas udara harian di masing-masing lokasi secara lebih jelas dan terukur.



Gambar 17. grafik rata rata CO satu minggu



Gambar 18. grafik rata rata CO₂ satu minggu

Selama satu minggu masa pengamatan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 17 dan Gambar 18, rata-rata kadar karbon monoksida (CO) tercatat sebesar 6,2 ppm di Jalan Ronggolawe dan 5,8 ppm di Jalan Sitimulyo LR.3B. Sementara itu, kadar karbon dioksida (CO₂) berada pada angka 403,8 ppm di Jalan Ronggolawe dan 403,7 ppm di Jalan Sitimulyo.

Secara umum, kualitas udara di kedua lokasi masih dalam batas aman, meskipun konsentrasi gas CO sedikit lebih tinggi di Jalan Ronggolawe. Untuk CO₂, perbedaannya sangat tipis dan cenderung stabil di kedua tempat.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengambilan data selama satu minggu di dua lokasi berbeda, sistem *monitoring* kualitas udara berbasis IoT yang dirancang terbukti bekerja secara optimal dan andal. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi kadar gas CO dan CO₂ dengan baik, menampilkan data secara real-time melalui LCD, LED RGB, dan mengirimkan notifikasi ke platform *Thingspeak* serta Telegram tanpa kendala teknis. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kualitas udara di Jalan Ronggolawe dan Jalan Sitimulyo LR.3B secara umum masih berada dalam kategori aman menurut standar ISPU, meskipun ditemukan beberapa lonjakan signifikan pada waktu-waktu tertentu, terutama di pagi dan sore hari. Rata-rata kadar CO tercatat lebih tinggi di Jalan Ronggolawe (6,2 ppm) dibandingkan Jalan Sitimulyo (5,8 ppm), sedangkan kadar CO₂ hampir sama, yaitu 403,8 ppm dan 403,7 ppm. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa aktivitas di Jalan Ronggolawe menghasilkan emisi yang sedikit lebih tinggi. Secara keseluruhan, sistem ini layak digunakan sebagai solusi *monitoring* kualitas udara secara real-time, dengan keunggulan notifikasi instan melalui Telegram yang lebih efisien dibandingkan metode sebelumnya, seperti penggunaan Blynk.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang ikut membantu pada penelitian kali ini

Daftar Pustaka

Alatuji.co.id (2020) *Penelitian ilmiah dan medis berkorelasi dengan buruknya kualitas udara dalam ruangan (IAQ) dan peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) dalam ruangan kantor - Alat Uji*. Available at: <https://alatuji.co.id/mengukur-kadar-co2-untuk-meningkatkan-ventilasi-iaq/> (Accessed: 2 July 2025).

Amane, A.P.O. et al. (2023) *Pemanfaatan Dan Penerapan Internet of Things (IOT) Di Berbagai Bidang (Studi Kasus & Implementasi Pemanfaatan serta Penerapan IoT dalam berbagai Bidang)*. Available at: www.sonpedia.com.

Anggriani, N.K. et al. (2024) 'Identifikasi Hubungan Antara Konsentrasi Gas Karbon Dioksida Terhadap Persentase Efek Plasebo di Daerah Sumber Emisi', *KAPPA JOURNAL Physics & Physics Education*, 8(3), pp. 338–343.

ANIES (2023) *Polusi Udara Kota*, KOMPAS. Available at: <https://www.kompas.id/baca/opini/2023/08/25/polusi-udara-kota>.

Apriyani, H., Sismadi, S. and Sefrika, S. (2018) 'Penggunaan *Internet of Things* Dalam Pemasaran Produk Pertanian', *Jurnal Sistem Komputer Musirawas (JUSIKOM)*, 3(2), p. 74. Available at: <https://doi.org/10.32767/jusikom.v3i2.367>.

Arjuna, Salim Albaar and Suratin, M.D. (2024) 'RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* GPS TRACKER PADA KENDARAAN SEPEDA MOTOR BERBASIS IOT MENGGUNAKAN PLATFORM BLYNK DAN NOTIFIKASI TELEGRAM', *DINTEK*, 17(1), pp. 1–8.

Basaria Talarosha (2017) 'Jendela dan Dampaknya terhadap Konsentrasi CO₂ di dalam Ruang Kelas, Kajian Literatur', *JURNAL LINGKUNGAN BINAAN INDONESIA*, 6(September 2016).

Budianto, H. and Sumanto, B. (2024) 'Perancangan Sistem *Monitoring* Kualitas Udara dalam Ruangan Berbasis *Internet of Things*', *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 5(1), p. 9. Available at: <https://doi.org/10.22146/juliet.v5i1.87423>.

David Agung Nadya Atmaja (2018) 'RANCANG BANGUN PEMANTAUAN SUHU BESERTA KUALITAS UDARA PADA TERMINAL ARJOSARI MALANG MELALUI WEBSITE BERBASIS ARDUINO', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 2(1), pp. 380–387.

Made Santo Gitakarma, Ariawan, K.U. and I G M Surya Bumi Pracasitaram (2024) 'PERAN MIKROKONTROLER DALAM PENGEMBANGAN APLIKASI IOT: TINJAUAN KONSEPTUAL DAN IMPLEMENTAS', *Jurnal Komputer dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 3(2), pp. 18–24

Muhamad Ridwan Ali Akbar *et al.* (2022) 'Monitoring Kualitas Udara Menggunakan NodeMCU Esp8266 Berbasis Internet of Thing (IoT) di Ciamis', *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal Of Innovation Technology)*, 3(2), pp. 73–78. Available at: <https://doi.org/10.35970/e-joint.v3i2.1687>.

Octaviano, A. *et al.* (2022) 'Pemantauan Kualitas Udara Berbasis *Internet of Things*', *Media Online*, 3(2), pp. 147–156. Available at: <https://djournals.com/klik>.

Perdinan *et al.* (2023) 'Kajian Pemantauan Kualitas Udara di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023', *Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta*, pp. 1–127. Available at: https://lingkunganhidup.jakarta.go.id/files/laporan/LAPORAN_KAJIAN_PEMANTAUAN_KUALITAS_UDARA2023.pdf.

Permana, A.K. and Rachmawan, A. (2023) 'Studi Komparasi Platform Open-Source *Internet of Things*', *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 21(1), pp. 43–48. Available at: <https://doi.org/10.52330/jtm.v21i1.38>.

Ramadhani, A.D. *et al.* (2023) 'Klasifikasi dan Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan menggunakan *Thingspeak*', *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 10(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.21107/triac.v10i1.17501>

Rambling, V. V., Umboh, J.M.. and Warouw, F. (2022) 'Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO)', *Kesmas*, 11(4), pp. 95–101.