

PENGEMBANGAN ALAT MONITORING DAN PENDETEKSI KUALITAS UDARA BERDASARKAN PARAMETER CO DAN CO² BERBASIS IOT

DEVELOPMENT OF AIR QUALITY MONITORING AND DETECTION DEVICES BASED ON CO AND CO² PARAMETERS BASED ON IOT

Atha Rahmad Zulfikhar¹, Aris Rakhmadi²

Universitas Muhammadiyah Surakarta^{1,2}

atharz219@gmail.com

ABSTRACT

Air pollution has become a serious problem in major cities in Indonesia such as Jakarta, Bandung, Semarang, and Surabaya due to the increasing number of motor vehicles and industrial activities. This condition leads to high levels of harmful gases such as carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂), which negatively impact human health. This study develops an air quality monitoring system based on Internet of Things (IoT) to monitor pollutant levels in real time using an MQ-135 sensor and a NodeMCU ESP8266 microcontroller. The results show that the device has been successfully calibrated against a reference instrument, with an average error of 9.23% for CO and 1.05% for CO₂, indicating that the sensor readings are accurate and stable. Measurement data are transmitted in real time to the ThingSpeak platform for visualization and to Telegram for automatic notifications. The system is also equipped with a 16x2 LCD and RGB LED as indicators of air quality conditions. Testing was conducted using various pollution sources such as paper combustion smoke, cigarette smoke, lighter gas, and tissue combustion smoke, showing that the sensor can quickly respond to changes in air quality. In addition, software testing demonstrates that the system can send data consistently every 10 minutes, with matching results between Telegram and ThingSpeak. Overall, the developed system performs well and effectively as an air quality monitoring tool, providing fast, accurate, and easy-to-understand information for users.

Keyword : Internet of Things, air quality, MQ-135, NodeMCU ESP8266, Telegram, Thingspeak.

ABSTRAK

Polusi udara menjadi permasalahan serius di kota-kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Semarang, dan Surabaya akibat meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan aktivitas industri. Kondisi ini menyebabkan tingginya kadar gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau kadar polutan secara real-time menggunakan sensor MQ-135 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat berhasil dikalibrasi dengan alat acuan, dengan rata-rata error sebesar 9,23% untuk CO dan 1,05% untuk CO₂, sehingga pembacaan sensor dinyatakan akurat dan stabil. Data hasil pengukuran dikirim secara real-time ke platform ThingSpeak untuk visualisasi serta ke Telegram sebagai notifikasi otomatis. Sistem juga dilengkapi LCD 16x2 dan LED RGB sebagai indikator kondisi kualitas udara. Pengujian dilakukan menggunakan berbagai sumber polutan seperti asap pembakaran kertas, rokok, gas korek api, dan tisu, yang menunjukkan bahwa sensor mampu merespons perubahan kualitas udara dengan cepat. Selain itu, pengujian software membuktikan bahwa sistem dapat mengirimkan data secara konsisten setiap 10 menit dengan hasil yang sesuai antara Telegram dan ThingSpeak. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dan efektif sebagai alat monitoring kualitas udara, serta memberikan informasi yang cepat, akurat, dan mudah dipahami oleh pengguna.

Kata Kunci: Internet of Things, kualitas udara, MQ-135, NodeMCU ESP8266, Telegram, Thingspeak

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat polusi udara di Indonesia terutama di kota – kota besar seperti Jakarta, Semarang, Surabaya, serta di kota besar lainnya, yang bersumber dari adanya aktivitas industri dan juga kendaraan bermotor menyebabkan peningkatan konsentrasi gas (Rambing et

al., 2022). Gas berbahaya dan partikel halus (PM 2.5) seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO²) yang berdampak buruk terhadap kesehatan manusia (Revifal Anugerah & Tata Sutabri, 2024).

Gas Co bersifat beracun karena sifatnya yang dapat mengikat hemoglobin (Hb) serta mengganggu distribusi oksigen

kedalam tubuh, sedangkan adanya paparan CO² berlebih juga dapat menyebabkan adanya gangguan pada sistem pernapasan serta iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan (Anggriani et al., 2024). Gas karbon monoksida dan karbon dioksida dalam kadar berlebih dapat membentuk ikatan dengan hemoglobin, ikatan ini memiliki afinitas sekitar 200 hingga 250 kali lebih kuat dibandingkan dengan oksigen, sehingga hal ini dapat menghambat pengangkutan oksigen kedalam jaringan tubuh dan menyebabkan hipoksia (Wong et al., 2022). Kondisi ini dapat memperburuk terjadinya permasalahan kesehatan, dan akan diawali dengan terjadinya rasa sakit pada bagian kepala, pusing, sesak napas, gangguan kesadaran, kerusakan organ terutama otak dan jantung, hingga dapat beresiko besar terhadap kematian jika pada paparan yang lebih tinggi (Refalista et al., 2023).

Dalam mengatasi permasalahan polusi udara di Indonesia, diperlukan system monitoring kualitas udara secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) (Aprilia, 2021). Teknologi ini memungkinkan perangkat saling terhubung melalui akses internet sehingga proses pemantauan menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien (Syahfitri, 2025). Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kualitas udara menggunakan sensor *MQ-135* dan *NodeMCU ESP8266* untuk mengukur kadar karbon dioksida dan karbon monoksida dari adanya sumber pencemaran yang bersumber dari Pembakaran tidak sempurna (Kurniawan & Marpala, 2023). Fungsi dari *MQ-135* dan *NodeMCU ESP8266* Digunakan untuk mengukur kadar pencemaran, sistem ini bekerja dengan mendeteksi adanya perubahan konsentrasi gas di lingkungan (Sitanggung et al., 2022).

Sistem dirancang agar mampu memberikan informasi kualitas udara secara *real-time* berdasarkan standar ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara), sehingga kondisi udara dapat dipantau dengan lebih akurat dan mudah dipahami

masyarakat (Purbakawaca & Fauzan, 2022).

METODE

Metode penelitian yang diterapkan dalam perancangan sistem penelitian ini adalah metode Research and Development (RnD). Metode ini digunakan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring udara berbasis *Internet of Thin* (IoT) (Hasyim & Suharjo, 2024). Proses penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian, hingga implementasi. Sistem yang dikembangkan dengan menggunakan sensor *MQ-135* untuk mendeteksi adanya kadar gas karbon monoksida dan karbon dioksida, yang dihasilkan dari beberapa sumber polutan yaitu asap rokok, asap pembakaran kertas, gas korek api maupun asap tisu yang telah dibakar (Rombang et al., 2022). Fungsi dari adanya *NodeMCU ESP8266* sebagai pengolah maupun pengirim data secara *real-time* melalui akses internet (Rombang et al., 2022). Data hasil pengukuran akan langsung ditampilkan pada LCD, indicator LED RGB, dan dikirim ke platform *ThingSpeak* serta *Telegram* sebagai akses paling mudah untuk melakukan monitoring (Fiamalia, 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dikembangkan oleh peneliti mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi suatu kadar gas kontaminan seperti kadar gas karbon dioksida maupun karbon monoksida yang terkandung dalam udara secara *real-time* (Satryawan & Susanti, 2023). Sistem mampu memanfaatkan sensor *MQ-135* sebagai pendeteksi adanya gas dan *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler yang berfungsi dalam mengolah serta mengirimkan data menuju ke platform *ThingSpeak* maupun *Telegram* melalui

akses jaringan internet (Refalista et al., 2023).

Tabel 1. Pengukuran CO & CO²

Karbon	Hasil			Rata-Rata
CO(A)	3,1	2,9	2,8	9,23
CO(B)	3	3	3	
CO ² (A)	402,39	402,3	401	1,05
CO ² (B)	403	412	402	

Berdasarkan hasil kalibrasi terhadap alat acuan, telah diperoleh rata – rata error sebesar 9,23% untuk parameter

karbon monoksida (CO) serta 1,05% untuk parameter karbon dioksida (CO²). Adanya nilai error tersebut dapat menunjukkan bahwa sensor *MQ-135* memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam pemantauan tingkat kualitas udara berbasis *IoT* (Fajar Nugraha et al., 2024). Adanya perbedaan nilai pengukuran yang terjadi dapat dipengaruhi oleh sensitivitas sensor terhadap kondisi lingkungan pada saat itu, seperti suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas yang terkandung dalam udara sekitar (Hadi et al., 2025).



Gambar 1. Pengujian Asap Pembakaran Kertas, Rokok, Gas Korek Api, Asap Pembakaran Tisu

Tabel 2. Pengujian Alat

NO	Pengujian Terhadap Asap & Gas	Sensor Udara	Status Kualitas Udara	Warna Lampu	Tampilan LCD
1.	Kertas		Berbahaya	Merah	Berbahaya
2.	Rokok		Sedang	Biru	Sedang
3.	Gas Korek Api		Berbahaya	Merah	Berbahaya
4.	Tisu		Sedang	Biru	Sedang

Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa sumber polutan, mulai dari asap rokok, asap pembakaran kertas, gas korek api, serta asap dari hasil pembakaran tisu. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa sensor mampu menunjukkan respon perubahan kualitas udara dengan cepat, ketika terdapat konsentrasi polutan yang meningkat, sistem secara otomatis menampilkan perubahan status kualitas udara melalui LCD dan indicator LED RGB sesuai kategori ISPU. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan sistem indicator berjalan dengan baik dan sesuai dengan target pada penelitian ini (Makassar, 2026).



Gambar 2. Grafik Pada ThingSpeak

Pada penelitian ini peneliti dapat menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dari hasil data yang diperoleh secara konsisten ke platform ThingSpeak dan telegram setiap 10 menit. Data yang diperoleh dari kedua platform menunjukkan hasil yang sesuai.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem monitoring dan pendeteksi kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) yang

dikembangkan mampu bekerja dengan baik dalam mengukur kadar gas karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) (Ramadhan, 2025). Integrasi antara sensor MQ-135, NodeMCU ESP8266, serta platform ThingSpeak dan Telegram memungkinkan proses pemantauan, pengolahan, dan penyampaian informasi kualitas udara dilakukan secara real-time dan mudah diakses oleh pengguna.

Tingkat akurasi alat tergolong baik dengan nilai error rata-rata sebesar 9,23% untuk CO dan 1,05% untuk CO₂, sehingga sistem dinilai cukup andal untuk digunakan dalam pemantauan kualitas udara. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu merespons berbagai sumber polutan dengan cepat serta memberikan indikator visual dan notifikasi yang sesuai dengan kondisi udara yang terdeteksi (Faturrahman et al., 2024).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT efektif sebagai solusi monitoring kualitas udara yang praktis dan efisien. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penambahan sensor lain agar parameter yang diukur lebih beragam serta peningkatan sistem visualisasi agar informasi yang disajikan menjadi lebih interaktif dan informatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, R., Hakim, A. R., & Hairunisa, H. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Literasi Numerasi Menggunakan Model PjBL dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V SDN Inpres Muku. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 4(1), 101–110. <https://doi.org/10.53299/jppi.v4i1.438>
- Aprilia, T. (2021). Efektivitas Penggunaan Media Sains Flipbook Berbasis Kontekstual untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa The Effectiveness of the Use of Flipbook Science Media Based on Contextual to Improve Critical Thinking Ability of Students. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 14(1), 10–21.
- Fajar Nugraha, R., Nurul Husna, F., Sandi, S., Fairuz Syahla, A., Aldi Saputra, Y., & Hidayat, R. (2024). Smart Air Quality Guardian: Pengawasan Polusi Udara Berbasis ESP32 dengan Sensor Gas MQ-2 dan MQ-135. *Jurnal Komputer Dan Elektro Sains*, 2(2), 1–7. <https://doi.org/10.58291/komets.v2i2.175>
- Faturrahman, L. A., Tanjung, B. F., & Saragih, Y. (2024). Sistem Monitoring Dan Deteksi Dini Kualitas. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3), 1830–1837.
- Fiamalia, S. M. S. (2025). Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis IoT dengan Peringatan Real-Time melalui Notifikasi Telegram. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1–19. https://www.mendeley.com/catalogue/7dfe258e-32b3-3912-abdd-51e1d7a92a92/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bd575ea28-af4a-49c3-93d4-3b447bc7a260%7D
- Hadi, K. Al, Budianto, A., & Anggriani, N. K. (2025). *Rancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Emisi Gas Karbon Dioksida Berbasis IoT di Berbagai Area Sumber Emisi Udara*. 5(3), 916–925.
- Hasyim, F., & Suharjo, I. (2024). Sistem Notifikasi Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruang Produksi Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP8266. *Pixel :Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 17(1), 134–148.
- Kurniawan, D., & Marपाल, E. (2023). Increase the Potential of Quality Management To Expand the Relationship With the Parties. *Iccd*,

- 5(1), 507–513.
<https://doi.org/10.33068/iccd.v5i1.598>
- Makassar, U. D. (2026). *Integrasi Mikrokontroler ATmega2560 dan Wi-Fi ESP8266 Integration of ATmega2560 Microcontroller and ESP8266 Wi-Fi Module for the Development of an IoT-Based Smart Home System*. 13(1), 231–242.
- Purbakawaca, R., & Fauzan, S. A. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbiaya Rendah Berbasis IoT. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(1), 118. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i1.104>
- Ramadhan, F. N. G. (2025). *Implementasi Internet of Things Dalam Sistem*. 7(1), 1–8.
- Raming, S. N., Makahinda, T., & Mandolang, A. H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning dengan Pendekatan Demonstrasi Materi Energi Mekanik. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(2), 119–123. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i2.202>
- Refalista, A., Irawati, R., & Wirawan, T. (2023). *Air Pollution Monitoring Berbasis Internet of Things*. 12(September), 31–36.
- Revifal Anugerah, & Tata Sutabri. (2024). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan IoT dengan Metode Prototype. *Modem : Jurnal Informatika Dan Sains Teknologi.*, 3(1), 01–05. <https://doi.org/10.62951/modem.v3i1.304>
- Rombang, I. A., Setyawan, L. B., & Dewantoro, G. (2022). Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(1), 131–144. <https://doi.org/10.31358/techne.v21i1.312>
- Satryawan, M. A., & Susanti, E. (2023). Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Udara dengan IoT (Internet of Things) Menggunakan Wemos ESP32 D1 R32. *Sigma Teknika*, 6(2), 410–419. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i2.5646>
- Sitanggung, D., Sitompul, C. S., Suyanto, J. H., Kumar, S., & Indra, E. (2022). Analysis of Air Quality Measuring Device Using Internet of Things-Based MQ-135 Sensor. *Sinkron*, 7(3), 1078–1084. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i3.11618>
- Syahfitri, A. (2025). *Internet of Things (Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya)*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 3(9), 1689–1699.
- Wong, S. K., Chim, M., Allen, J., Butler, A., Tyrrell, J., Hurley, T., McGovern, M., Omer, M., Lagan, N., Meehan, J., Cummins, E. P., & Molloy, E. J. (2022). Carbon dioxide levels in neonates: what are safe parameters? *Pediatric Research*, 91(5), 1049–1056. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01473-y>