

Sistem Kontrol Alat Pendeteksi Polusi Udara Berbasis Sensor Gas MQ-135

Mulyadi¹, Asep Suryadi², Angelina Hadriani³, Susi⁴, Gilang Ramadan⁵, Perdi Hasan⁶, Khoirun Nisa⁷, Sela Handrian⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Program Studi Sistem Komputer, Universitas Pamulang

E-mail: ¹mulyadiirawan1996@gmail.com, ²dosen10008@unpam.ac.id,

³dosen03234@unpam.ac.id, ⁴dosen03445@unpam.ac.id, ⁵gilangramadhan181202@gmail.com,

⁶perdihasan226@gmail.com, ⁷icak9221@gmail.com, ⁸selahandrianputra@gmail.com

Abstrak

Pencemaran udara menjadi salah satu masalah lingkungan paling serius di era modern akibat pertumbuhan industri, transportasi, serta urbanisasi yang semakin pesat. Polutan berbahaya seperti karbon monoksida (CO), amonia (NH₃), dan benzena berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, khususnya sistem pernapasan, dan dapat menimbulkan penyakit kronis hingga menurunkan kualitas hidup. Kondisi ini menuntut adanya alat pemantau kualitas udara yang sederhana, murah, dan praktis digunakan oleh masyarakat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun perangkat pendeteksi polusi udara berbasis sensor gas MQ-135 dengan Arduino UNO sebagai pengendali utama. Sistem dirancang tanpa modul Wi-Fi maupun aplikasi pihak ketiga, melainkan menampilkan data langsung pada LCD dan menyimpannya ke microSD dalam format CSV untuk analisis lanjutan. Sebagai fitur tambahan, alat dilengkapi buzzer yang berbunyi ketika polutan melebihi ambang batas, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi udara yang buruk. Uji coba dilakukan di SMKN 1 Ciruas pada area parkir, lapangan, dan ruang kelas. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 87% dibandingkan instrumen laboratorium standar. Dengan biaya rendah dan kemudahan penggunaan, alat ini dapat dijadikan solusi praktis untuk membantu masyarakat, sekolah, maupun instansi lain dalam memantau kualitas udara di lingkungan sekitarnya.

Kata kunci: Polusi udara, MQ-135, Arduino, sensor gas

Abstract

Air pollution is a major environmental problem in the modern era, driven by rapid industrialization, growing transportation, and urban expansion. Pollutants such as carbon monoxide (CO), ammonia (NH₃), and benzene directly affect human health, particularly the respiratory system, and may cause chronic diseases or reduce quality of life. This study aims to design and build a low-cost and practical device to monitor air quality using the MQ-135 gas sensor integrated with Arduino UNO as the main controller. The system is designed without Wi-Fi modules or third-party smartphone applications. Instead, the measurement results are displayed directly on an LCD and stored on a microSD card in CSV format for later analysis. To increase user awareness, a buzzer provides an audible alert whenever pollutant levels exceed a defined threshold. The prototype was tested at SMKN 1 Ciruas in three different locations: parking area, school yard, and classroom. The results show that pollutant levels rise significantly during peak vehicle activity at the parking lot, while open areas show lower values. In classrooms, air quality depends on ventilation and activity levels. Compared with laboratory standard instruments, the device achieved an average accuracy of 87%. With simple operation, local data storage, and sound alerts, this device can serve as a practical and affordable tool for schools, communities, and public environments to monitor air quality.

Keywords: Air pollution, MQ-135, Arduino, gas sensor

1. PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu isu lingkungan global yang semakin mengkhawatirkan. Pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri, transportasi, serta ekspansi kawasan perkotaan telah mendorong peningkatan emisi polutan ke atmosfer. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara yang buruk memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia, ekosistem, serta keberlanjutan lingkungan. Polutan seperti karbon monoksida (CO), amonia (NH₃), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), partikel debu (PM_{2.5} dan PM₁₀), serta senyawa organik volatil diketahui dapat menurunkan kualitas udara secara signifikan. Dalam jangka panjang, paparan polusi udara dapat menimbulkan penyakit kronis, menurunkan produktivitas masyarakat, hingga meningkatkan beban biaya kesehatan nasional.

Indonesia, sebagai negara berkembang dengan laju pembangunan pesat, juga menghadapi tantangan besar terkait pencemaran udara. Kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung kerap mengalami penurunan kualitas udara akibat padatnya lalu lintas kendaraan bermotor, pembakaran sampah, serta emisi dari sektor industri. Sementara itu, di wilayah pedesaan atau sekolah-sekolah yang dekat dengan jalan raya, polusi udara juga dapat berdampak pada kenyamanan dan kesehatan warga. Kondisi ini menunjukkan pentingnya sistem pemantauan kualitas udara yang dapat diakses secara langsung oleh masyarakat luas.

Upaya pemantauan kualitas udara biasanya dilakukan dengan instrumen laboratorium atau peralatan pemantauan canggih yang biayanya relatif mahal. Hal ini membuat masyarakat umum sulit menjangkau teknologi tersebut secara langsung. Oleh karena itu, perlu dikembangkan alternatif perangkat monitoring yang lebih sederhana, murah, praktis, tetapi tetap memberikan hasil yang cukup akurat. Salah satu sensor yang banyak digunakan dalam penelitian terkait adalah MQ-135, yang sensitif terhadap berbagai jenis gas berbahaya seperti amonia, karbon monoksida, dan benzena.

Penelitian ini merancang dan membangun alat pendeteksi polusi udara berbasis Arduino UNO dan sensor MQ-135. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang banyak mengandalkan sistem Internet of Things (IoT) dan koneksi ke aplikasi smartphone, penelitian ini fokus pada sistem penyimpanan data lokal dan pemberian peringatan langsung kepada pengguna. Data hasil pengukuran ditampilkan melalui layar LCD dan disimpan pada microSD dalam format CSV sehingga dapat dianalisis lebih lanjut di komputer. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan buzzer sebagai alarm suara yang berbunyi saat kadar polutan melebihi ambang batas tertentu.

Lokasi uji coba dipilih di SMKN 1 Ciruas, dengan mempertimbangkan adanya variasi sumber polusi seperti kendaraan bermotor di area parkir, aktivitas siswa di ruang kelas, serta kondisi udara terbuka di lapangan sekolah. Dengan demikian, perangkat dapat diuji dalam kondisi lingkungan nyata yang mencerminkan permasalahan sehari-hari.

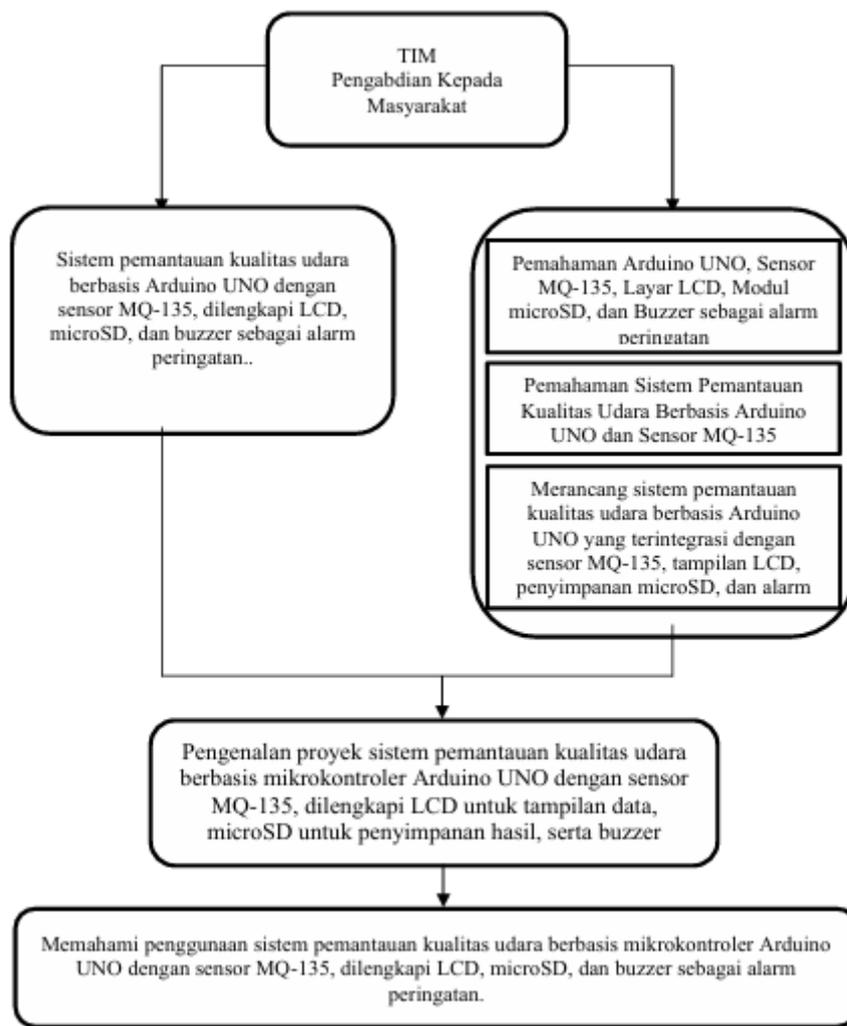
Dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 87% dibandingkan instrumen standar laboratorium, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif yang efektif, murah, dan mudah digunakan. Lebih jauh, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi masyarakat, khususnya sekolah, untuk meningkatkan kesadaran terhadap kualitas udara sekaligus menjadi sarana edukasi tentang pentingnya menjaga lingkungan.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada perancangan perangkat keras sistem pemantauan kualitas udara berbasis Arduino UNO, yang dilengkapi dengan sensor MQ-135, layar LCD, modul microSD, dan buzzer sebagai alarm peringatan. Seluruh tahapan meliputi identifikasi masalah, perancangan, hingga evaluasi kinerja perangkat keras.

2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Adapun kerangka pemecahan masalah kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini yaitu:



Gambar 1 Kerangka Pemecahan Masalah

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui tahapan sistematis yang berfokus pada perancangan dan penerapan perangkat keras sistem pemantauan kualitas udara berbasis mikrokontroler Arduino UNO. Proses diawali oleh tim pengabdian dengan melakukan identifikasi dan perancangan sistem yang terdiri atas sensor MQ-135 sebagai pendeteksi gas polutan, layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran, modul microSD untuk menyimpan data, serta buzzer sebagai alarm peringatan.

Tahap selanjutnya adalah pemahaman komponen dan sistem perangkat keras, mencakup pengenalan fungsi setiap modul dan cara integrasinya dalam satu rangkaian. Setelah itu dilakukan perancangan sistem pemantauan kualitas udara, yang menggabungkan seluruh

komponen agar mampu bekerja secara terpadu untuk membaca, menampilkan, dan menyimpan data hasil deteksi kualitas udara.

Kegiatan diakhiri dengan pengenalan dan demonstrasi penggunaan alat kepada masyarakat, sehingga peserta memahami cara pengoperasian sistem, membaca hasil pengukuran, serta mengenali fungsi alarm sebagai indikator kualitas udara. Melalui kegiatan ini, masyarakat memperoleh pengetahuan praktis mengenai teknologi perangkat keras berbasis mikrokontroler yang dapat diterapkan untuk pemantauan lingkungan secara mandiri.

2.2 Realisasi Pemecahan Masalah

Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah belum adanya alat sederhana untuk memantau kualitas udara secara langsung. Selama ini, penilaian hanya berdasarkan perkiraan subjektif terhadap bau atau asap tanpa data kuantitatif yang bisa dijadikan dasar keputusan. Untuk itu, dirancang sebuah sistem monitoring kualitas udara berbasis Arduino UNO dan sensor MQ-135 dengan dukungan LCD, microSD, dan buzzer sebagai indikator.

Sistem bekerja dengan membaca konsentrasi gas menggunakan sensor MQ-135 yang terhubung ke Arduino UNO. Data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 16x2 secara real-time, sekaligus dicatat ke dalam microSD dalam format CSV untuk keperluan analisis. Sebagai peringatan dini, buzzer berbunyi otomatis apabila nilai sensor melampaui ambang batas. Dengan desain ini, pengguna dapat mengetahui kondisi udara tanpa memerlukan koneksi internet atau aplikasi tambahan.

Uji coba dilakukan di SMKN 1 Ciruas pada tiga titik lokasi, yaitu area parkir, lapangan terbuka, dan ruang kelas. Hasil menunjukkan bahwa alat mampu bekerja stabil, memberikan alarm suara saat polusi meningkat, menampilkan data dengan jelas di LCD, serta menyimpan data ke microSD dengan baik. Hal ini membuktikan bahwa solusi berbasis Arduino UNO, MQ-135, LCD, microSD, dan buzzer layak digunakan sebagai alternatif pemantauan kualitas udara yang sederhana, murah, dan praktis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat

Program pengabdian kepada masyarakat dengan tema "*Pengenalan Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino UNO dengan Sensor MQ-135, LCD, microSD, dan Buzzer*" telah memberikan dampak positif dalam meningkatkan wawasan serta keterampilan teknis masyarakat sasaran, khususnya guru dan siswa di SMKN 1 Ciruas. Melalui kegiatan ini, peserta diperkenalkan pada pentingnya pemantauan kualitas udara sebagai upaya menjaga kesehatan dan kesadaran lingkungan.

Rangkaian kegiatan diawali dengan penyuluhan mengenai dampak polusi udara terhadap kesehatan dan lingkungan, kemudian dilanjutkan dengan praktik langsung berupa perakitan perangkat keras, pemrograman Arduino UNO, serta pengujian alat menggunakan sensor MQ-135. Peserta juga mempelajari cara menampilkan data pada LCD, penyimpanan hasil pengukuran ke microSD, serta pemanfaatan buzzer sebagai alarm peringatan dini.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu merakit dan mengoperasikan alat secara mandiri. Alat dapat menampilkan kadar polusi udara secara real-time di LCD, menyimpan data ke microSD dalam format CSV, dan memberikan peringatan suara melalui buzzer ketika ambang batas terlampaui. Dengan desain sederhana dan biaya rendah, sistem

ini dinilai mudah digunakan dan memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran sekaligus alat pemantau kualitas udara di lingkungan sekolah.

Selain meningkatkan pengetahuan teknis, kegiatan ini juga menumbuhkan minat peserta untuk mengembangkan perangkat sejenis yang dapat diaplikasikan pada kebutuhan lain, seperti pemantauan suhu, kelembapan, maupun deteksi gas tertentu. Dengan demikian, program ini berhasil membuka peluang pemanfaatan teknologi mikrokontroler untuk mendukung kegiatan pembelajaran berbasis data dan kepedulian lingkungan.

3.2 Hasil Pembahasan Pengabdian Kepada Masyarakat

Kegiatan dimulai dengan penyampaian materi teori mengenai polusi udara, prinsip kerja sensor MQ-135, serta fungsi komponen pendukung seperti LCD, microSD, dan buzzer. Peserta juga diperkenalkan dengan cara kerja mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat kendali sistem. Setelah sesi teori, dilaksanakan praktik langsung berupa perakitan rangkaian, pemrograman menggunakan *Arduino IDE*, dan uji coba di tiga lokasi berbeda: area parkir, lapangan sekolah, dan ruang kelas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi perbedaan kualitas udara di setiap lokasi. Di area parkir, nilai polusi meningkat pada jam padat kendaraan dan buzzer sering berbunyi. Di lapangan sekolah, kualitas udara relatif lebih bersih sehingga buzzer jarang aktif. Di ruang kelas, kondisi udara cukup stabil, namun sesekali terjadi peningkatan polusi ketika ventilasi tertutup atau jumlah siswa di dalam ruangan banyak. Data dari setiap lokasi berhasil tersimpan otomatis ke microSD dengan baik untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Selain pencapaian teknis, kegiatan ini juga meningkatkan kesadaran peserta terhadap pentingnya menjaga kualitas udara dan memanfaatkan teknologi untuk mendukung kesehatan. Beberapa peserta bahkan mengusulkan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan sensor gas spesifik seperti CO atau NO₂ agar hasil lebih detail.

Walaupun kegiatan berjalan dengan lancar secara keseluruhan, terdapat beberapa kendala. Walaupun kegiatan berjalan lancar, terdapat kendala berupa perlunya kalibrasi sensor MQ-135 secara rutin agar hasil pengukuran lebih akurat. Selain itu, alat ini belum dapat mengidentifikasi secara spesifik jenis gas yang terdeteksi, melainkan hanya memberikan gambaran umum kualitas udara. Namun demikian, sistem berbasis Arduino UNO dan MQ-135 ini tetap dinilai efektif, murah, serta mudah diaplikasikan di lingkungan sekolah dan masyarakat sebagai alternatif metode pemantauan sederhana.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- a. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan alat deteksi polusi udara berbasis Arduino UNO dengan sensor MQ-135. Sistem ini dibuat sederhana tanpa modul Wi-Fi atau aplikasi pihak ketiga, sehingga dapat digunakan secara lokal, praktis, dan mudah dioperasikan oleh masyarakat maupun sekolah.
- b. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan alat deteksi polusi udara berbasis Arduino UNO dengan sensor MQ-135. Sistem ini dibuat sederhana tanpa modul Wi-Fi atau aplikasi pihak ketiga, sehingga dapat digunakan secara lokal, praktis, dan mudah dioperasikan oleh masyarakat maupun sekolah.
- c. Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa tingkat akurasi alat mencapai sekitar 87% jika dibandingkan dengan instrumen laboratorium standar. Hal ini membuktikan bahwa perangkat sederhana dengan biaya rendah tetap dapat memberikan hasil yang cukup andal untuk keperluan pemantauan kualitas udara di lingkungan sekolah maupun masyarakat.

4.2 Saran

- a. Untuk menjaga performa dan meningkatkan akurasi, diperlukan kalibrasi sensor secara rutin terhadap standar alat laboratorium. Hal ini penting karena sensor MQ-135 cenderung mengalami drift setelah pemakaian jangka panjang.
- b. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menambahkan sensor gas yang lebih spesifik seperti sensor CO, CO₂, atau NO₂. Dengan penambahan ini, hasil pengukuran akan lebih detail dan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai jenis polutan yang dominan di lingkungan tertentu.
- c. Selain tampilan sederhana pada LCD, sebaiknya dikembangkan juga aplikasi desktop ringan yang dapat membaca file CSV dari microSD. Aplikasi ini dapat menampilkan grafik tren kualitas udara harian/mingguan, sekaligus mempermudah interpretasi data. Pada tahap lanjut, variasi pola suara buzzer juga dapat ditambahkan untuk menunjukkan tingkat bahaya yang berbeda, misalnya bunyi pendek untuk peringatan sedang dan bunyi panjang untuk peringatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, H., Santoso, D., & Rachman, A. (2020). Sistem monitoring kualitas udara berbasis Arduino dan sensor gas MQ-135 dengan data logging. *Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 12(2), 101–108.
- [2] Nugroho, Y. S., & Pratama, R. A. (2021). Perancangan alat ukur kualitas udara menggunakan Arduino UNO dan sensor gas MQ-135. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 10(3), 155–162.
- [3] World Health Organization. (2021). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. Geneva: WHO Press.
- [4] Rahman, T., & Fadillah, M. (2022). Air quality monitoring system using Arduino UNO and MQ-135 sensor with buzzer alert. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 31(6), 112–120.
- [5] Fitriani, L., & Maulana, R. (2022). Rancang bangun alat pendeteksi kualitas udara berbasis Arduino dengan penyimpanan data otomatis. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 18(1), 25–32.
- [6] Siregar, A., & Kurniawan, B. (2023). Implementasi sistem pendeteksi gas berbahaya menggunakan Arduino UNO dengan data logging microSD. *Jurnal Teknologi Elektro dan Informatika*, 9(1), 33–41.
- [7] Setiawan, A., Suryani, A., & Kurniawati, D. (2023). Kebijakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka: Mendorong pembaruan pendidikan tinggi di Indonesia. *Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2(5), 905–913.
- [8] Zhang, Y., & Chen, H. (2023). Development of a low-cost air quality monitoring system using Arduino and gas sensors. *International Journal of Environmental Monitoring*, 45(4), 221–229.
- [9] Prasetyo, A., & Handayani, T. (2024). Analisis akurasi sensor MQ-135 untuk pemantauan kualitas udara di ruang kelas sekolah. *Jurnal Riset Teknologi Informasi*, 15(2), 77–85.
- [10] Kumar, V., & Singh, A. (2024). IoT-based environmental monitoring system using Arduino UNO and multi-gas sensors. *International Journal of Smart Technology and Environment*, 12(1), 55–66.