Implementasi Sensor MQ-135 Sebagai Detektor Polusi Udara Berbasis Arduino Uno dengan Integrasi Kearifan Lokal

Dyah Ayu Permata Sari[1*], Yesi Mawardita[2], Helena Ratna Haniva Amalia[3], Dwi Adelia Putri[4], Rudi Susanto[5]

[1]Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
[1*]250104012@mhs.udb.ac.id

[2]Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
[2]250104010@mhs.udb.ac.id

[3]Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
[3]250104015@mhs.udb.ac.id

[4]Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
[4]250104011@mhs.udb.ac.id

[5]Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
[5]rudi_susanto@udb.ac.id

***Abstrak*— Kualitas udara merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO dengan memanfaatkan sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kualitas udara. Sistem dilengkapi dengan LCD 16×2 I2C untuk menampilkan nilai konsentrasi polusi dalam satuan PPM (Parts Per Million), LED hijau, kuning, dan merah sebagai indikator kondisi udara, serta buzzer sebagai peringatan pada kondisi berbahaya. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang meliputi tahap perancangan sistem, perakitan perangkat keras, pemrograman menggunakan Arduino IDE, integrasi komponen ke dalam casing, pengujian sistem, serta analisis data secara deskriptif berdasarkan hasil pembacaan sensor MQ-135. Pengujian dilakukan pada kondisi udara aman, waspada, dan bahaya menggunakan beberapa objek uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time dan menghasilkan respons yang sesuai berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan, yaitu aman (<300 PPM), waspada (300–700 PPM), dan bahaya (>700 PPM). Seluruh komponen sistem berhasil berfungsi dengan baik dan memperoleh tingkat keberhasilan pengujian sebesar 100%. Dengan demikian, alat yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran maupun prototipe sistem monitoring kualitas udara sederhana yang informatif, mudah digunakan, dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut.**
***Kata kunci*—** Arduino UNO, MQ-135, Polusi Udara.

***Abstract*— Air quality is one of the important factors affecting human health and the environment. This study aims to design and implement an Arduino UNO-based air pollution detector using the MQ-135 sensor to monitor air quality. The system is equipped with a 16×2 I2C LCD to display pollutant concentration in Parts Per Million (PPM), green, yellow, and red LEDs as air quality indicators, and a buzzer as an alarm under hazardous conditions. This research employed the Research and Development (R&D) method, which included system design, hardware assembly, programming using the Arduino IDE, component integration into the casing, system testing, and descriptive data analysis based on the MQ-135 sensor readings. The system was tested under three air quality conditions: safe, alert, and hazardous using several test objects. The results show that the MQ-135 sensor is capable of detecting changes in air quality in real time and providing appropriate responses according to the predetermined thresholds, namely safe (<300 PPM), alert (300–700 PPM), and hazardous (>700 PPM). All system components functioned properly and achieved a 100% success rate during testing. Therefore, the developed device can be used as an educational tool as well as a prototype for a simple, informative, user-friendly air quality monitoring system with potential for further development.**
***Keywords*— Arduino UNO, MQ-135 Sensor, Air Pollution.**

I. PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan [1]. Peningkatan aktivitas industri, penggunaan kendaraan bermotor, serta proses pembakaran berbagai bahan telah menyebabkan meningkatnya konsentrasi polutan di udara [2]. Paparan polusi udara dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti penyakit pernapasan, iritasi saluran pernapasan, hingga gangguan kardiovaskular. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara secara berkala menjadi langkah penting untuk mengetahui kondisi lingkungan dan mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh polusi udara.

Perkembangan teknologi mikrokontroler dan sensor saat ini memungkinkan pembangunan sistem pemantauan kualitas udara yang lebih sederhana, murah, dan mudah diterapkan. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan dalam

pengembangan sistem monitoring adalah Arduino UNO karena memiliki kemudahan pemrograman, biaya yang relatif terjangkau, serta kompatibel dengan berbagai jenis sensor. Dalam bidang pemantauan kualitas udara, sensor MQ-135 merupakan salah satu sensor gas yang banyak digunakan karena mampu mendeteksi berbagai jenis gas dan senyawa pencemar, seperti karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_3), benzena, asap, serta senyawa organik volatil (VOC) [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan sensor MQ-135 untuk sistem monitoring kualitas udara berbasis Arduino UNO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kualitas udara dan menampilkan informasi hasil pengukuran kepada pengguna. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada proses pemantauan kualitas udara, sehingga informasi yang diberikan kurang mudah dipahami secara langsung oleh pengguna karena belum dilengkapi indikator visual dan audio secara bersamaan serta belum mengintegrasikan unsur kearifan lokal pada desain perangkat.

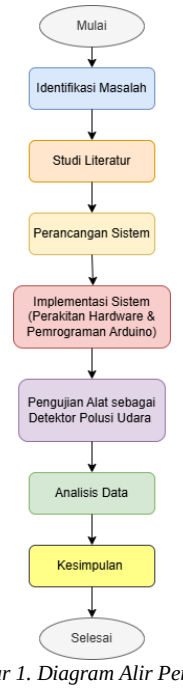
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengimplementasikan sensor MQ-135 sebagai detektor polusi udara berbasis Arduino UNO yang dilengkapi dengan LCD 16×2 I2C untuk menampilkan nilai konsentrasi polusi dalam satuan Parts Per Million (PPM), LED hijau, kuning, dan merah sebagai indikator kondisi udara, serta buzzer sebagai peringatan saat kualitas udara berada pada kondisi berbahaya. Sistem dirancang untuk mengelompokkan kualitas udara ke dalam tiga kategori, yaitu aman, waspada, dan bahaya berdasarkan nilai PPM yang terdeteksi sensor.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji kinerja alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO menggunakan sensor MQ-135. Melalui penelitian ini diharapkan dihasilkan sebuah prototipe yang mampu memantau kualitas udara secara real-time, memberikan informasi kondisi udara secara mudah dipahami oleh pengguna, serta menjadi media pembelajaran mengenai penerapan mikrokontroler dan sensor gas. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan unsur kearifan lokal melalui desain casing berbentuk rumah batik dengan ornamen gunungan wayang sebagai identitas budaya daerah.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem monitoring kualitas udara yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan sebagai media pembelajaran maupun implementasi awal sistem pemantauan kualitas udara berbasis mikrokontroler.

II. METODOLOGI pENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) atau penelitian dan pengembangan yang bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, menguji, serta menganalisis kinerja alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO menggunakan sensor MQ-135. Analisis dilakukan secara deskriptif terhadap hasil pembacaan sensor MQ-135 dan respons sistem pada setiap kondisi pengujian untuk mengevaluasi kesesuaian kinerja alat. Penelitian dilaksanakan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Duta Bangsa Surakarta serta lingkungan sekitar sebagai lokasi pengujian alat. Metode R&D dipilih karena memungkinkan proses pengembangan produk dilakukan secara sistematis mulai dari tahap perancangan hingga evaluasi kinerja alat [4].



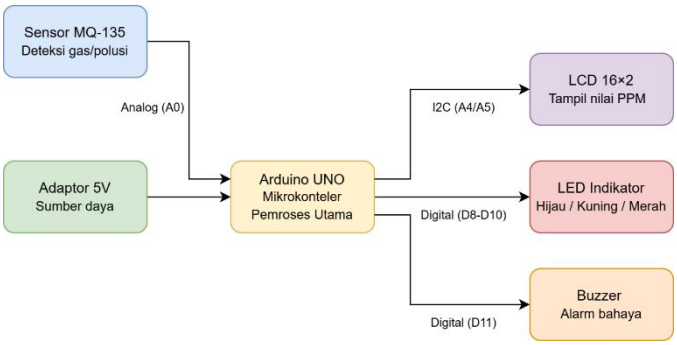
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur penelitian yang digunakan dalam pengembangan alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO. Diagram ini memberikan gambaran mengenai tahapan penelitian secara sistematis sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Arduino UNO sebagai mikrokontroler utama, sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kualitas udara, LCD 16×2 I2C sebagai media penampil nilai konsentrasi polusi dalam satuan Parts Per Million (PPM), LED hijau, kuning, dan merah sebagai indikator kondisi udara, buzzer sebagai peringatan suara, breadboard, kabel jumper, resistor 220 ohm, adaptor atau kabel USB sebagai sumber daya, serta Arduino IDE sebagai perangkat lunak pemrograman. Selain itu, digunakan bahan pembuatan casing berupa kardus, stik es krim, cat, dan ornamen gunungan wayang yang mengadopsi unsur kearifan lokal. Selain digunakan dalam proses pengembangan alat, perangkat tersebut juga dimanfaatkan untuk memperoleh data hasil pengujian melalui pengamatan nilai PPM yang ditampilkan pada LCD dan Serial Monitor Arduino IDE. Data hasil pembacaan sensor kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkannya terhadap kategori kualitas udara yang telah ditetapkan, yaitu aman, waspada, dan bahaya.

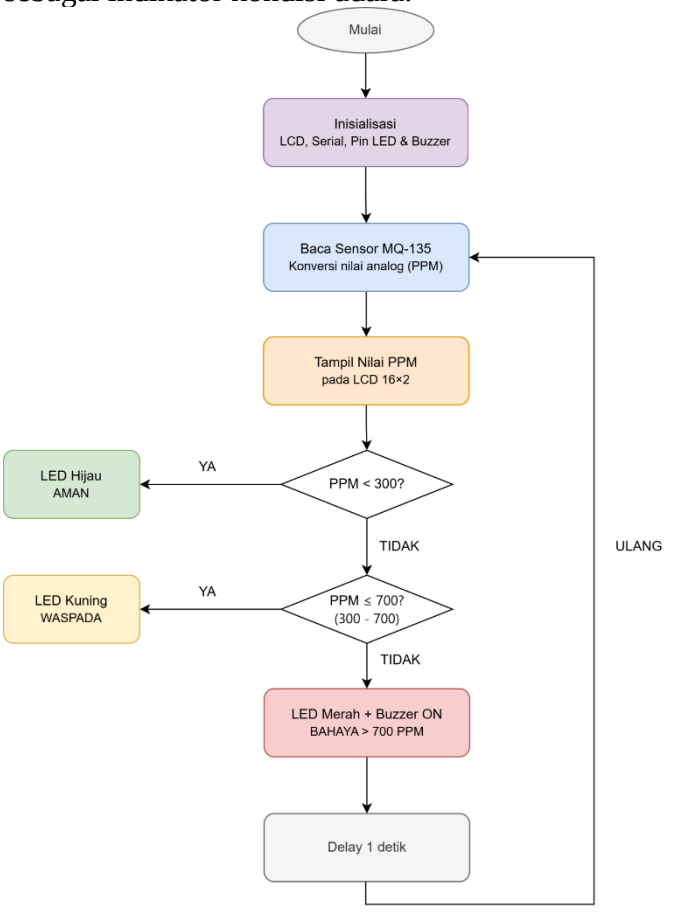
Tahapan penelitian dimulai dengan perancangan sistem yang menghubungkan Arduino UNO, sensor MQ-135, LCD, LED indikator, dan buzzer. Sensor MQ-135 berfungsi membaca kualitas udara [5], kemudian data diproses oleh Arduino UNO sebagai mikrokontroler utama [6] dan ditampilkan pada LCD serta diterjemahkan menjadi indikator visual maupun audio. Setelah tahap perancangan selesai, seluruh komponen elektronik dirakit pada breadboard sesuai dengan desain pengkabelan yang telah dibuat. Sensor MQ-135 dihubungkan ke pin analog A0 Arduino UNO sebagai masukan pembacaan konsentrasi gas. LCD 16×2 I2C menggunakan antarmuka I2C melalui pin SDA dan SCL sehingga penggunaan pin Arduino menjadi lebih efisien. LED hijau, LED kuning, dan LED merah dihubungkan ke pin digital D2, D3, dan D4 melalui resistor 220 Ω sebagai pembatas arus, sedangkan buzzer dihubungkan ke pin digital D5 sebagai indikator suara. Seluruh komponen memperoleh catu daya 5 V dan GND dari Arduino UNO sehingga sistem dapat beroperasi secara terintegrasi.

Tahapan perancangan sistem divisualisasikan melalui diagram blok, flowchart, dan diagram pengkabelan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



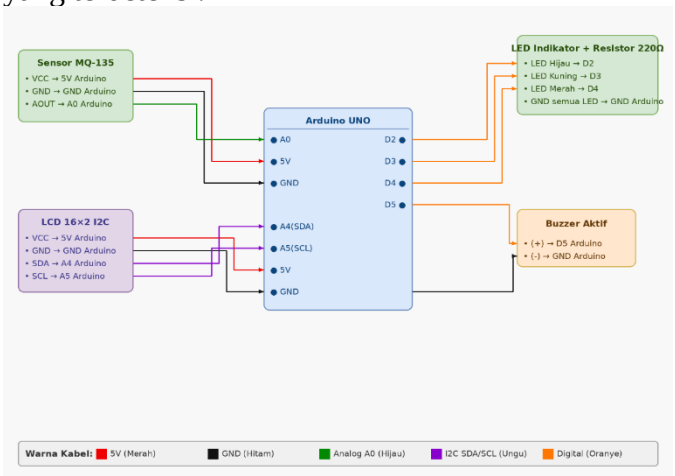
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Gambar 2. menunjukkan alur kerja sistem. Sensor MQ-135 mendeteksi kualitas udara, kemudian data diproses oleh Arduino UNO dan diteruskan ke LCD sebagai media informasi serta LED dan buzzer sebagai indikator kondisi udara.



Gambar 3. Flowchart Sistem

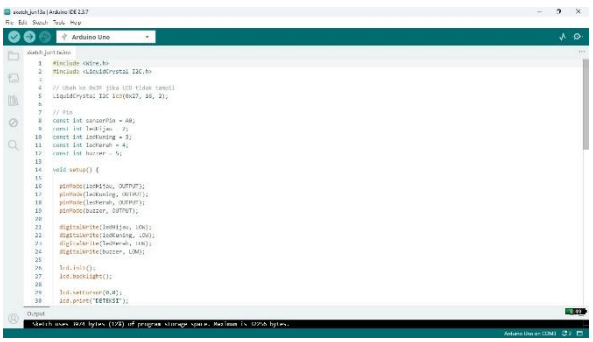
Gambar 3. menunjukkan alur kerja program mulai dari inisialisasi perangkat, pembacaan nilai sensor MQ-135, penentuan kategori kualitas udara, hingga pengaktifan LCD, LED, dan buzzer sesuai kondisi yang terdeteksi.

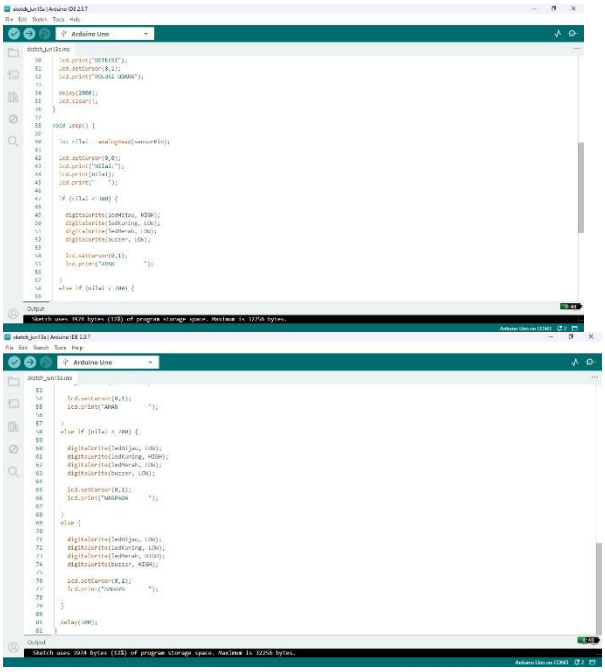


Gambar 4. Diagram Pengkabelan (Wiring)

Gambar 4. menunjukkan hubungan antar komponen pada sistem, meliputi Arduino UNO, sensor MQ-135, LCD 16×2 I2C, LED indikator, dan buzzer sesuai dengan rancangan perangkat keras.

Tahap berikutnya adalah pemrograman sistem menggunakan Arduino IDE dengan memanfaatkan library LiquidCrystal_I2C dan MQ135 [7]. Program dirancang untuk membaca nilai sensor secara kontinu, mengubah hasil pembacaan menjadi nilai (PPM), kemudian membandingkannya dengan batas kategori kualitas udara yang telah ditentukan sehingga sistem dapat mengidentifikasi kondisi aman, waspada, atau bahaya [8]. Setelah proses pemrograman selesai, kode program dikompilasi dan diunggah ke Arduino UNO agar seluruh komponen dapat bekerja sesuai rancangan. Selanjutnya, seluruh komponen diintegrasikan ke dalam casing berbentuk rumah batik yang dihiasi ornamen gunungan wayang sebagai representasi kearifan lokal.





Gambar 5. Program Pengendali Sistem pada Arduino IDE

Gambar 5. menunjukkan kode program yang digunakan untuk membaca data sensor MQ-135, mengolah nilai PPM, serta mengendalikan LCD, LED, dan buzzer sesuai kategori kualitas udara.

Pengujian sistem dilakukan setelah proses perakitan perangkat keras dan pemrograman selesai. Pengujian terdiri atas tiga tahap, yaitu pengujian komponen, pengujian fungsional, dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian komponen dilakukan untuk memastikan sensor MQ-135, LCD, LED, dan buzzer berfungsi dengan baik. Pengujian fungsional dilakukan dengan menguji respons alat pada tiga kondisi udara, yaitu kondisi aman menggunakan udara ruangan biasa (PPM < 300), kondisi waspada menggunakan asap hasil pembakaran kertas (PPM 300–700), dan kondisi bahaya menggunakan semprotan parfum *body spray* (PPM > 700) [9]. Selanjutnya, pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk memastikan alat mampu mendeteksi perubahan kualitas udara secara *real-time* serta memberikan keluaran yang sesuai melalui LCD, LED indikator, dan buzzer.

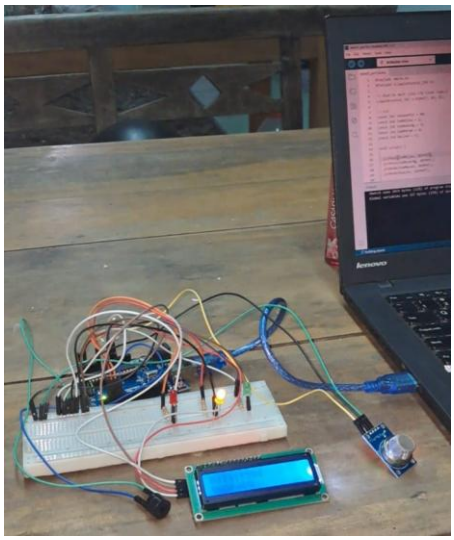
Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung terhadap hasil pembacaan sensor MQ-135 selama proses pengujian. Nilai PPM yang ditampilkan pada LCD dan Serial Monitor diamati serta dicatat, kemudian dibandingkan dengan kategori kualitas udara yang telah ditetapkan sebagai

dasar evaluasi kinerja sistem. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kesesuaian respons LCD, LED indikator, dan buzzer pada setiap kondisi pengujian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO menggunakan sensor MQ-135 berhasil diimplementasikan sesuai rancangan sistem. Perangkat ini mampu mendeteksi perubahan kualitas udara, menampilkan nilai konsentrasi polutan dalam satuan Parts Per Million (PPM) pada LCD 16×2 I2C, serta memberikan indikator visual melalui LED dan indikator audio melalui buzzer sesuai kondisi udara yang terdeteksi. Selain berfungsi sebagai alat monitoring kualitas udara, sistem dikemas dalam bentuk miniatur rumah batik dengan ornamen gunungan wayang sebagai implementasi unsur kearifan lokal.

Hasil implementasi perangkat keras menunjukkan bahwa seluruh komponen elektronik yang terdiri atas Arduino UNO, sensor MQ-135, LCD 16×2 I2C, LED indikator, dan buzzer berhasil dirakit dan diintegrasikan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap perancangan. Sensor MQ-135 dihubungkan ke pin analog A0 Arduino UNO untuk membaca konsentrasi gas di udara, sedangkan LCD menggunakan komunikasi I2C untuk menampilkan hasil pengukuran secara real-time.



Gambar 6. Rangkaian Perangkat Keras Sistem

Gambar 6. menunjukkan proses perakitan komponen elektronik sebelum dipasang ke dalam casing. Seluruh komponen berhasil terhubung sesuai rancangan tanpa ditemukan kesalahan pengkabelan maupun korsleting selama pengujian awal. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan perangkat keras telah dapat diimplementasikan dengan baik sehingga sistem siap digunakan untuk proses pemrograman dan pengujian lebih lanjut.

Berdasarkan hasil implementasi program, proses kompilasi dan upload ke Arduino UNO berhasil dilakukan tanpa error. Nilai PPM yang dibaca sensor dapat ditampilkan pada LCD dan Serial Monitor secara real-time sesuai perubahan kondisi udara di sekitar sensor. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu membaca data sensor, mengolah nilai PPM, serta mengendalikan LCD, LED, dan buzzer sesuai dengan algoritma yang telah dirancang. Kemampuan monitoring secara real-time ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang memanfaatkan sensor gas dan mikrokontroler Arduino untuk menampilkan hasil pengukuran kualitas udara dalam satuan PPM [10].

Setelah sistem elektronik dan program berjalan dengan baik, dilakukan integrasi seluruh komponen ke dalam casing berbentuk rumah batik yang dihiasi ornamen gunungan wayang. Casing berfungsi sebagai pelindung komponen sekaligus memberikan nilai estetika dan memperkuat unsur budaya lokal pada proyek yang dikembangkan.





Gambar 7. Detail implementasi dalam & luar casing

Gambar 7. menunjukkan detail implementasi alat yang terdiri atas tampilan bagian dalam dan luar casing. Pada bagian dalam casing (1 foto) terlihat penataan komponen elektronik yang telah tersusun rapi sesuai rancangan sistem. Sementara itu, tampilan luar casing (2 foto) memperlihatkan antarmuka perangkat dari beberapa sisi sehingga penepatan LCD, sensor, dan konektor daya dapat terlihat dengan jelas.



Gambar 8. Hasil keseluruhan sistem

Gambar 8. menunjukkan hasil akhir implementasi keseluruhan sistem setelah seluruh komponen berhasil dirakit dan ditempatkan di dalam casing. Sistem terlihat lebih rapi, kokoh, dan sesuai dengan desain perencanaan.

Hasil integrasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat dipasang dengan baik pada casing yang telah dirancang. LCD ditempatkan pada bagian depan agar mudah dibaca pengguna, sedangkan sensor MQ-135 diletakkan pada posisi yang memungkinkan kontak langsung dengan udara sehingga pembacaan kualitas udara dapat dilakukan secara optimal. Penempatan komponen tersebut juga mendukung kemudahan pengoperasian alat.

Pengujian komponen dilakukan untuk memastikan seluruh perangkat bekerja sesuai fungsinya. Hasil pengujian komponen ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komponen

No	Komponen	Hasil Pengujian	Status
1	Sensor MQ-135	Nilai PPM meningkat saat terkena asap	Lulus
2	LCD 16×2 I2C	Menampilkan nilai PPM dengan jelas	Lulus
3	LED Indikator	Menyala sesuai kondisi udara	Lulus
4	Buzzer	Berbunyi saat kondisi bahaya	Lulus

Berdasarkan Tabel 1. seluruh komponen berhasil beroperasi dengan baik sehingga sistem dapat dilanjutkan ke tahap pengujian fungsional. Keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa proses perakitan perangkat keras dan integrasi antar komponen telah sesuai dengan rancangan sistem. Seluruh komponen berfungsi sesuai tugasnya masing-masing sehingga komunikasi antarperangkat berjalan dengan baik dan sistem siap digunakan pada tahap pengujian fungsional.

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan tiga kondisi udara yang berbeda, yaitu udara normal, asap hasil pembakaran kertas, dan semprotan parfum body spray. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional

Kondisi	Objek Uji	Rentang PPM	Status
Aman	Udara ruangan	< 300	LED hijau menyala, buzzer mati
Waspada	Asap kertas	300-700	LED kuning menyala, buzzer mati
Bahaya	Parfum body spray	>700	LED merah menyala, buzzer berbunyi

Berdasarkan Tabel 2. hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time. Perbedaan respons sistem pada setiap kondisi menunjukkan bahwa batas kategori yang diterapkan mampu membedakan tingkat kualitas udara berdasarkan perubahan konsentrasi gas yang terdeteksi sensor MQ-135. Dengan demikian, sistem mampu memberikan informasi kondisi udara secara cepat dan mudah dipahami oleh pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai PPM yang terbaca sensor dapat digunakan sebagai dasar penentuan tingkat kualitas udara sebagaimana pada penelitian sebelumnya [11]. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan telah mampu memenuhi tujuan penelitian, yaitu mendeteksi kualitas udara serta

memberikan informasi kondisi udara secara real-time melalui tampilan LCD, LED indikator, dan buzzer.

Dokumentasi visual hasil pengujian fungsional pada setiap kondisi udara ditunjukkan pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 berikut.



Gambar 9. Hasil Pengujian Kondisi Aman

Gambar 9. menunjukkan sensor mendeteksi udara ruangan normal dengan nilai PPM di bawah 300, LED hijau menyala dan buzzer tidak aktif.



Gambar 10. Hasil Pengujian Kondisi Waspada

Gambar 10. menunjukkan sensor mendeteksi asap hasil pembakaran kertas dengan nilai PPM antara 300–700, LED kuning menyala dan buzzer tidak aktif.



Gambar 11. Hasil Pengujian Kondisi Bahaya

Gambar 11. menunjukkan sensor mendeteksi semprotan parfum body spray dengan nilai PPM di atas 700, LED merah menyala dan buzzer aktif sebagai peringatan.

Ketiga hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengolah perubahan konsentrasi gas yang dideteksi sensor MQ-135 menjadi informasi kualitas udara secara otomatis melalui tampilan LCD, LED indikator, dan buzzer.

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dalam menjalankan seluruh fungsi yang dirancang. Hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Jenis Pengujian	Jumlah Uji	Berhasil	Kurang Sesuai	Persentase
Pengujian Komponen	8	8	0	100%
Pengujian Fungsional	15	13	2	86,7%
Total	23	21	2	91,3%

Berdasarkan Tabel 3. seluruh pengujian memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 91,3%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi perangkat keras dan perangkat lunak telah berjalan sesuai rancangan sistem. Meskipun demikian, persentase keberhasilan tersebut menunjukkan bahwa seluruh fungsi alat berjalan sesuai rancangan pada skenario pengujian yang dilakukan, bukan menunjukkan tingkat akurasi sensor terhadap alat ukur standar. Oleh karena itu, kalibrasi menggunakan gas referensi atau alat ukur standar masih diperlukan apabila sistem akan dikembangkan sebagai alat ukur dengan tingkat presisi yang lebih tinggi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat detektor polusi udara berbasis Arduino UNO menggunakan sensor MQ-135 telah berhasil dikembangkan dan mampu berfungsi sesuai tujuan penelitian. Sistem dapat mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time dengan menampilkan nilai konsentrasi polusi dalam satuan Parts Per Million (PPM) pada LCD serta memberikan peringatan melalui LED indikator dan buzzer berdasarkan kategori aman, waspada, dan bahaya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem, yaitu sensor MQ-135, LCD 16×2 I2C, LED indikator, dan buzzer, dapat beroperasi sesuai fungsinya dengan tingkat keberhasilan pengujian mencapai 91,3%. Sistem mampu

memberikan respons yang tepat terhadap perubahan kualitas udara yang terdeteksi sehingga informasi kondisi lingkungan dapat disampaikan secara cepat dan mudah dipahami oleh pengguna.

Selain berfungsi sebagai alat pemantauan kualitas udara, penggunaan casing berbentuk rumah produksi batik dengan ornamen gunungan wayang memberikan nilai tambah berupa unsur estetika dan kearifan lokal. Dengan demikian, alat yang dikembangkan tidak hanya dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan prototipe sistem monitoring kualitas udara sederhana, tetapi juga sebagai bentuk integrasi antara teknologi dan pelestarian budaya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem monitoring kualitas udara yang lebih akurat, terintegrasi, dan memiliki cakupan pemantauan yang lebih luas pada penelitian selanjutnya.

REFERENSI

[1] Candrasari, S., Clarissa, E. C., Kusumawardani, F., Pattymahu, G. C. H., Eugenia, J. F., Cahyadi, L. B., ... & Syabanera, N. D. (2023). Pemulihan dampak pencemaran udara bagi kesehatan masyarakat Indonesia. *Professional: Jurnal Komunikasi dan Administrasi Publik*, *10*(2), 849-854.

[2] Rahmawati, V., Hayat, A. L., & Salam, A. (2024). Analisis dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat di perkotaan. *SEMAR: Jurnal Sosial dan Pengabdian Masyarakat*, *2*(3), 17-24.

[3] Mayola, P. (2022). Sistem Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida, Karbon Dioksida, Hidrogen, dan Amonia Menggunakan Sensor MQ-2 dan MQ-135 Berbasis Nodemcu Esp32 Sebagai Pemantau Pencemaran Udara.

[4] Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *9*(2), 1220-1230.

[5] Adelia, A. N. S., Zarlis, M. Z., & Sumarno, S. (2024). Perancangan Alat Pengukur Kualitas Udara Berbasis Arduino Menggunakan Sensor MQ-135. *Jurnal Manajemen, Pendidikan Dan Ilmu Komputer*, *1*(1), 1-8.

[6] Reza, D. A., & Ayuningtyas, B. (2025). Prototype Sistem Door Lock Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Energi*, *1*(4), 37-48.

[7] Sitorus, S. P., Karim, A., & Pane, R. (2025, July). Implementasi Robotik Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran di Rumah Tangga. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer dan Sains* (Vol. 3, No. 1, pp. 165-180).

[8] Muttaqin, R., Prayitno, W. S. W., Setyaningsih, N. E., & Nurbaiti, U. (2024). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, *6*(2), 102-115.

[9] Dewatari, N. E., & Umar, S. T. (2025). *Sistem peringatan dini kebakaran dan kualitas udara dengan pemadam otomatis berbasis GSM* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

[10] Artiar, A., Buntaran, M. A. R. P., & Albari, F. F. (2026). IOT Deteksi Kualitas Udara Ruangan Secara Real-Time Menggunakan Arduino dan Sensor MQ135. *INDOTERA-Indonesian Dissemination of Engineering and Applied Technology Research Applications*, *2*(2), 14-21.

[11] Prasasti, S. N. Rancang Bangun Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis Arduino Untuk Mendeteksi Kualitas Udara.