

Monitoring Kualitas Udara pada Area Pembuangan Sampah Akhir Menggunakan Internet of Things

Arun Samudra Alfatiha^a, Ramdan Satra^b, Andi Widya Mufila Gaffar^c

Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: ^a13020210308@umi.ac.id; ^bramdan@umi.ac.id; ^cwidya.mufila@umi.ac.id

Received: 10-08-2025 | Revised: 20-10-2025 | Accepted: 10-11-2025 | Published: 29-12-2025

Abstrak

Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) merupakan sumber emisi gas berbahaya seperti Metana (CH₄) yang mudah terbakar dan Karbon Monoksida (CO) yang beracun, hasil dari dekomposisi sampah organik. Metode pemantauan konvensional yang periodik dan manual memiliki keterbatasan dalam penanganan dini lonjakan gas berbahaya, sehingga berpotensi membahayakan kesehatan pekerja dan lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) di area TPA untuk mendeteksi gas-gas berbahaya tersebut secara real-time. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor gas MQ-4 (untuk CH₄), MQ-7 (untuk CO), MQ-135 (untuk kualitas udara umum seperti Amonia - NH₃/H₂S), serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban. Data dari sensor-sensor ini dipantau secara real-time melalui aplikasi Blynk dan ditampilkan pada LCD 16x2 I2C secara lokal. Sistem ini juga dilengkapi fitur notifikasi otomatis dan alarm visual (LED) serta suara (Buzzer) yang aktif jika konsentrasi gas berbahaya, seperti CO (>50ppm), CH₄(>1000ppm), atau nilai MQ-135 (>2500), melebihi ambang batas yang ditentukan. Diharapkan sistem ini dapat memitigasi risiko pencemaran udara, meningkatkan keselamatan, dan mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih baik di TPA, menawarkan solusi yang lebih efisien, komprehensif, dan real-time dibandingkan pendekatan konvensional.

Kata kunci: MQ-135, MQ-4, MQ-7, DHT22, Blynk.

Pendahuluan

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah adalah fasilitas krusial dalam pengelolaan limbah perkotaan, namun seringkali menjadi sorotan karena dampak lingkungannya. Di lokasi pembuangan sampah, proses dekomposisi sampah organik secara anaerobik menghasilkan berbagai emisi gas rumah kaca dan polutan berbahaya. Gas-gas utama yang menjadi perhatian serius meliputi Metana (CH₄) yang sangat mudah terbakar dan berkontribusi pada perubahan iklim, serta gas beracun lainnya seperti Karbon Monoksida (CO) dan Hidrogen Sulfida (H₂S). Gas-gas ini, bahkan dalam konsentrasi rendah, dapat membahayakan kesehatan manusia, menyebabkan masalah pernapasan, keracunan akut, dan dampak kesehatan jangka panjang bagi pekerja di TPA serta masyarakat yang bermukim di sekitarnya [1], [2].

Permasalahan mendasar dalam pengelolaan dampak ini adalah keterbatasan metode pemantauan kualitas udara konvensional. Metode yang ada umumnya bersifat periodik, memerlukan peralatan laboratorium yang mahal, serta analisis manual yang memakan waktu. Keterbatasan ini menghambat upaya penanganan dini terhadap lonjakan konsentrasi gas berbahaya, yang pada akhirnya dapat memperburuk risiko kesehatan dan lingkungan. Situasi ini menggarisbawahi urgensi untuk mengembangkan sistem pemantauan yang lebih efisien, akurat, dan dapat diakses secara *real-time* [3].

Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi transformatif untuk mengatasi tantangan tersebut. IoT adalah paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik untuk terhubung dan bertukar data melalui internet, mengubahnya menjadi perangkat cerdas yang mampu mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan informasi secara otomatis [4]. Dalam konteks monitoring kualitas udara, IoT memungkinkan terciptanya sistem yang dapat memberikan data secara terus-menerus, memicu peringatan dini, dan diakses dari jarak jauh melalui aplikasi *smartphone* [5]. Fleksibilitas dan skalabilitas IoT, didukung oleh mikrokontroler *open-source* seperti NodeMCU ESP8266, menjadikannya pilihan ideal untuk implementasi sistem pemantauan yang efektif dan efisien biaya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi potensi IoT dalam berbagai konteks lingkungan, mulai dari perancangan pot pintar hingga sistem pemeliharaan tanaman hias otomatis. Namun, penerapan IoT untuk monitoring spesifik gas-gas berbahaya di lingkungan TPA di Indonesia masih belum optimal dan memerlukan

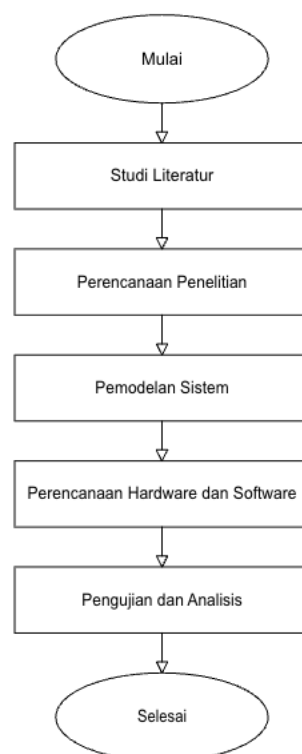
pengembangan lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan spesifik lingkungan yang dinamis dan berisiko tinggi seperti TPA [6]. Kesenjangan ini menjadi motivasi utama di balik penelitian ini.

Kebaruan (Novelty) penelitian ini terletak pada penyempurnaan sistem monitoring yang ada dengan merancang sebuah alat yang mampu memantau beberapa parameter gas berbahaya (Metana (CH_4), Karbon Monoksida (CO), dan gas kualitas udara umum yang mewakili Amonia (NH_3)/ H_2S) secara simultan[3]. Tidak hanya itu, sistem ini juga akan dilengkapi dengan kemampuan untuk menampilkan data secara lokal melalui Liquid Crystal Display (LCD) dan mengirimkan notifikasi serta mengaktifkan alarm berupa Buzzer dan lampu LED sebagai sistem peringatan dini otomatis ketika konsentrasi gas terdeteksi melebihi ambang batas aman yang telah ditentukan [7]. Penyempurnaan ini bertujuan untuk menyediakan solusi yang lebih komprehensif, *user-friendly*, dan *real-time* dibandingkan sistem konvensional atau penelitian sebelumnya yang mungkin belum mengintegrasikan semua fitur ini secara penuh untuk konteks TPA.

Berdasarkan urgensi permasalahan pencemaran udara di TPA dan potensi besar teknologi IoT, penulis memiliki ketertarikan kuat untuk mengembangkan alat ini. Solusi yang ditawarkan melalui penelitian ini adalah sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT yang dapat mempermudah pemantauan, memungkinkan deteksi dini bahaya, dan memitigasi risiko kesehatan bagi para pekerja dan masyarakat sekitar lokasi pembuangan sampah. Diharapkan, alat ini tidak hanya menjadi prototipe inovatif, tetapi juga menjadi referensi penting untuk pengembangan sistem serupa di masa mendatang dalam upaya mewujudkan lingkungan yang lebih aman dan sehat.

Metode

Penelitian ini mengadopsi pendekatan penelitian terapan dan pengembangan yang berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT di area pembuangan sampah akhir. Proses penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan utama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian diawali dengan studi literatur yang mendalam. Studi ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi relevan mengenai karakteristik gas berbahaya yang dihasilkan dari dekomposisi sampah organik di TPA, seperti Metana (CH_4), Karbon Monoksida (CO), Amonia

(NH₃), dan Hidrogen Sulfida (H₂S), serta dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan[4], [8]. Selain itu, studi literatur juga mencakup eksplorasi teknologi IoT yang telah ada, terutama yang berkaitan dengan sistem monitoring lingkungan, jenis-jenis sensor gas yang tersedia di pasaran (termasuk seri MQ seperti MQ-4, MQ-7, MQ-135), mikrokontroler (NodeMCU ESP8266), platform cloud IoT (Blynk), dan metode komunikasi data nirkabel[9]. Analisis terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan menjadi krusial untuk mengidentifikasi kebaruan (novelty) dan kekurangan dari sistem yang telah ada, sehingga dapat menyempurnakan rancangan yang akan dikembangkan.

2. Perencanaan Penelitian

Setelah fondasi pengetahuan terbentuk, dilanjutkan dengan perencanaan penelitian. Tahap ini merupakan fase awal strategis di mana tujuan penelitian dirumuskan secara spesifik dan terukur. Ini melibatkan identifikasi parameter kualitas udara yang akan dipantau (konsentrasi gas CH₄, CO, NH₃/H₂S, serta suhu dan kelembaban udara), penentuan ambang batas aman untuk setiap konsentrasi gas berbahaya yang akan memicu peringatan [10]. Selain itu, perencanaan penelitian juga mencakup penyusunan jadwal penelitian, alokasi sumber daya, dan penentuan metodologi pengujian yang komprehensif, termasuk penyusunan skenario uji coba yang akan disimulasikan untuk memvalidasi kinerja sistem secara menyeluruh.

3. Pemodelan Sistem

Selanjutnya adalah pemodelan sistem yang dilakukan melalui pembuatan diagram blok dan flowchart. Diagram blok mengilustrasikan arsitektur sistem secara keseluruhan, dimulai dari komponen input (sensor MQ-4, MQ-7, MQ-135, dan DHT22) yang terhubung ke pusat pemrosesan yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP8266[11], [12]. Dari NodeMCU, data diproses dan diteruskan sebagai output ke modul LCD untuk tampilan lokal, serta dikirim ke platform IoT Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Selain itu, NodeMCU juga mengendalikan output berupa Buzzer dan LED sebagai sistem peringatan dini [13]. Flowchart sistem secara logis menggambarkan alur kerja, dimulai dari inialisasi, pembacaan data sensor secara kontinu, tampilan data di LCD, pengiriman data ke Blynk, hingga pengecekan ambang batas gas. Jika ambang batas terlampaui, sistem akan mengaktifkan alarm lokal (Buzzer dan LED) dan mengirim notifikasi bahaya ke Blynk; jika tidak, alarm akan tetap non-aktif, dan proses berulang.

4. Perencanaan Hardware dan Software

Tahap inti pengembangan melibatkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras, dipilih NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama karena kapabilitas Wi-Fi-nya. Sensor MQ-4, MQ-7, dan MQ-135 digunakan untuk deteksi gas, sementara DHT22 untuk suhu dan kelembaban [14], [15]. Untuk antarmuka lokal, digunakan LCD 16x2 I2C. Sebagai indikator peringatan, Buzzer aktif dan LED (dilengkapi resistor untuk pembatas arus) diintegrasikan[16], [17]. Detail koneksi pin masing-masing komponen ke NodeMCU ESP8266 direncanakan dengan cermat untuk memastikan fungsionalitas optimal [18]. Pada perancangan perangkat lunak, kode program dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program ini bertanggung jawab untuk inialisasi semua komponen, pembacaan data dari sensor secara periodik, kalibrasi dan konversi data mentah menjadi nilai yang dapat diinterpretasikan (ppm, °C, %), menampilkan data secara *real-time* pada LCD, mengirimkan data terproses ke platform Blynk, serta mengimplementasikan logika thresholding. Jika konsentrasi gas berbahaya (CO > 50ppm, CH₄ > 1000ppm, atau nilai MQ-135 > 2500) melebihi ambang batas, perangkat lunak akan memicu aktivasi Buzzer dan LED, sekaligus mengirimkan notifikasi push 'BAHAYA' ke aplikasi Blynk di smartphone pengguna[18].

5. Pengujian dan Analisis

Tahap terakhir adalah pengujian dan analisis. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas dan kinerja sistem. Pengujian fungsional memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras dan modul perangkat lunak (seperti koneksi Wi-Fi dan komunikasi Blynk) bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian performa dan respons sistem melibatkan simulasi berbagai skenario kondisi udara, yaitu kondisi normal/bersih, paparan asap (CO tinggi), kebocoran gas Metana tinggi, dan paparan polusi umum/bau sampah (Amonia/H₂S tinggi) [19]. Data sensor yang diperoleh dalam setiap skenario akan

dibandingkan dengan respons sistem (aktivasi alarm, tampilan LCD, dan notifikasi Blynk) untuk melihat apakah sesuai dengan prinsip kerja yang dirancang. Hasil pengujian ini kemudian akan di analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi pembacaan sensor, responsivitas sistem dalam mendeteksi dan memberikan peringatan dini, serta efektivitas keseluruhan alat dalam memantau kualitas udara di TPA. Keseluruhan proses ini diharapkan dapat menghasilkan sistem monitoring kualitas udara yang inovatif dan efektif, berkontribusi pada upaya mitigasi risiko pencemaran dan peningkatan keselamatan di TPA.

Komponen yang digunakan pada sistem Monitoring Kualitas Udara pada Area Pembuangan Sampah Akhir berbasis *Internet of Things* (IoT) adalah:

A. Komponen Utama (Perangkat Keras)

1. Mikrokontroler:

NodeMCU ESP8266: Sebagai otak sistem, bertanggung jawab untuk membaca data sensor, memprosesnya, mengendalikan output, dan mengirimkan data secara nirkabel ke platform IoT. Modul ini dipilih karena kemampuannya terhubung ke Wi-Fi [20].

2. Sensor Input:

- a) Sensor Gas MQ-4 (Metana - CH₄): Digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas metana, yang merupakan gas rumah kaca utama dan mudah terbakar yang dihasilkan dari dekomposisi sampah organik.
- b) Sensor Gas MQ-7 (Karbon Monoksida - CO): Digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida, gas beracun yang tidak berwarna dan tidak berbau, berbahaya bagi kesehatan.
- c) Sensor Gas MQ-135 (Kualitas Udara Umum/Amonia - NH₃/H₂S): Sensor serbaguna yang sensitif terhadap berbagai gas polutan, termasuk amonia, benzena, alkohol, dan Hidrogen Sulfida (H₂S). Ini penting untuk mendeteksi bau menyengat dan gas beracun umum di TPA.
- d) Sensor DHT22 (Suhu dan Kelembaban): Penting untuk memantau kondisi lingkungan karena suhu dan kelembaban dapat memengaruhi pembacaan sensor gas dan juga relevan untuk kondisi lingkungan di TPA.

3. Perangkat Output Lokal:

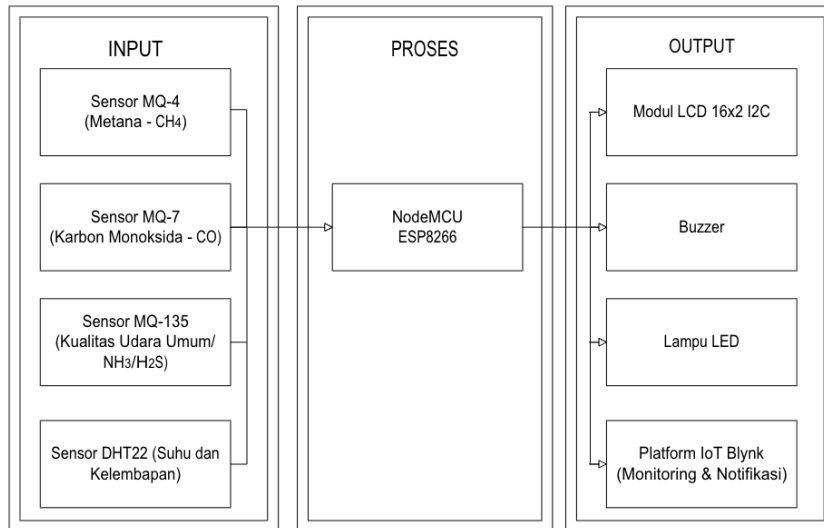
- a) LCD 16x2 I2C: Untuk menampilkan data kualitas udara (konsentrasi gas, suhu, kelembaban) secara *real-time* langsung di lokasi perangkat, memberikan informasi visual cepat bagi petugas lapangan.
- b) Buzzer Aktif: Sebagai indikator alarm suara yang akan berbunyi ketika konsentrasi gas berbahaya melebihi ambang batas yang ditentukan, menarik perhatian petugas.
- c) Lampu LED (Merah): Sebagai indikator alarm visual yang akan menyala ketika konsentrasi gas berbahaya melebihi ambang batas, memberikan peringatan visual yang jelas.
- d) Resistor 220 Ohm: Diperlukan secara seri dengan LED untuk membatasi arus dan mencegah LED rusak.

Perancangan

A. Diagram Blok

Diagram blok ini secara gamblang memvisualisasikan arsitektur fungsional sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT. Pada bagian Input, berbagai sensor seperti MQ-4 (Metana), MQ-7 (Karbon Monoksida), MQ-135 (Kualitas Udara Umum/NH₃/H₂S), dan DHT22 (Suhu & Kelembaban) berfungsi mengumpulkan data lingkungan dari area TPA secara kontinu. Semua data mentah dari sensor-sensor ini kemudian dialirkan ke bagian Proses, di mana mikrokontroler NodeMCU ESP8266 bertindak sebagai otak sistem, mengolah data yang diterima dan mengatur seluruh operasi sistem.

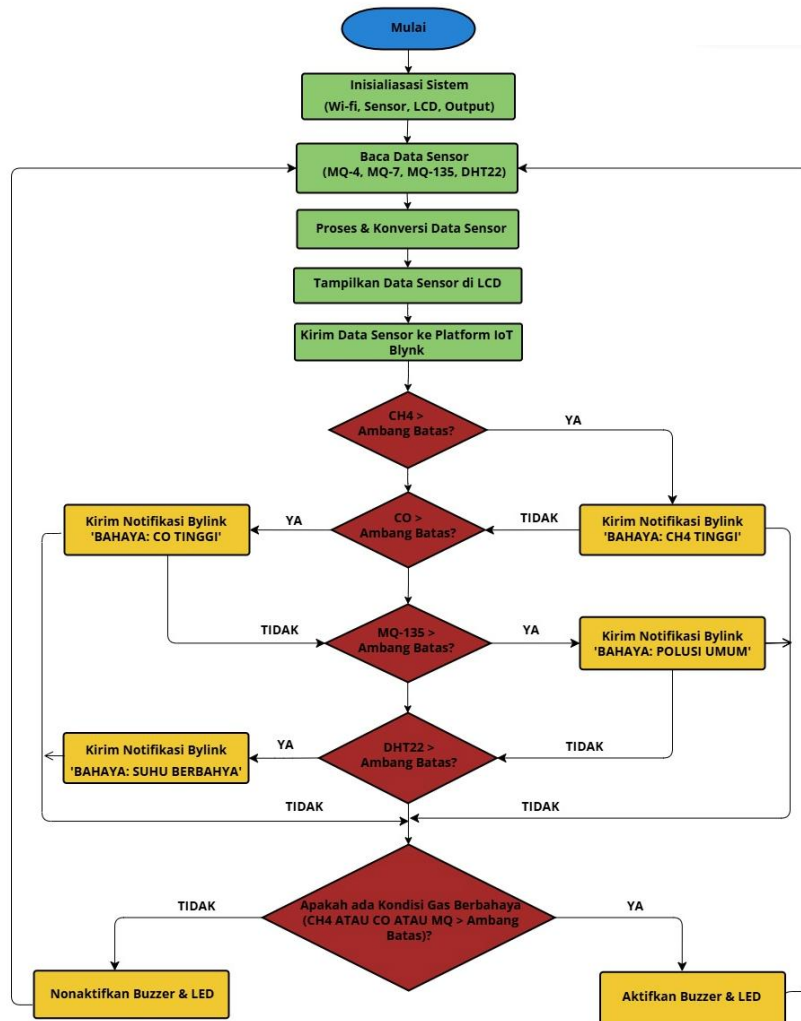
Dari NodeMCU ESP8266, data yang telah diproses akan disalurkan ke bagian Output. Informasi kualitas udara ditampilkan secara lokal pada Modul LCD 16x2 I2C, sementara data yang sama juga dikirimkan secara nirkabel ke Platform IoT Blynk untuk pemantauan jarak jauh dan notifikasi. Selain itu, jika konsentrasi gas berbahaya terdeteksi melebihi ambang batas, NodeMCU akan secara otomatis mengaktifkan Buzzer sebagai peringatan suara dan Lampu LED sebagai indikator visual bahaya, memastikan sistem memberikan peringatan dini yang efektif.



Gambar 2. Diagram Blok

B. Flowchart Sistem

Dibawah ini merupakan rancangan flowchart sistem yang akan di buat.



Gambar 3. Flowchart Sistem Monitoring Kualitas Udara

Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem Monitoring Kualitas Udara berbasis IoT Anda. Dimulai dari Mulai, sistem melakukan Inisialisasi Sistem yang mencakup Wi-Fi, Sensor, LCD, dan Output. Setelah

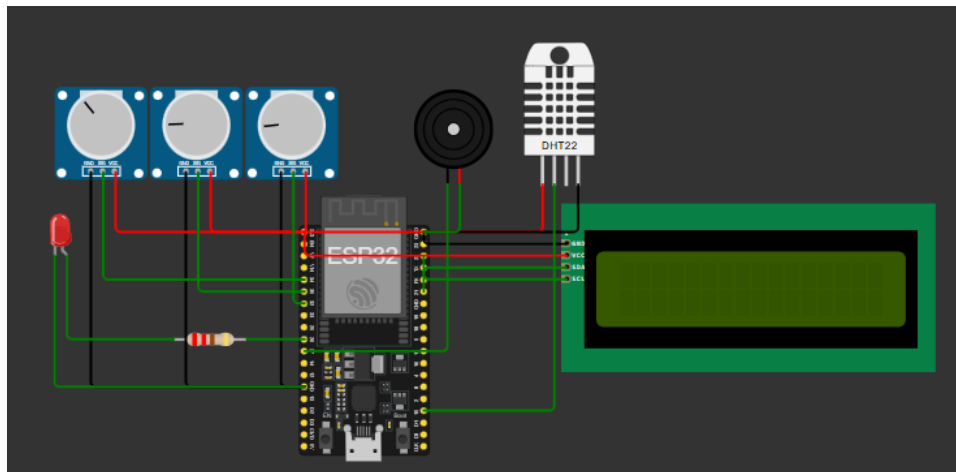
inisialisasi, sistem masuk ke siklus utama dengan Baca Data Sensor (MQ-4, MQ-7, MQ-135, DHT22), kemudian Proses & Konversi Data Sensor, dan Tampilkan Data Sensor di LCD.

Selanjutnya, sistem memeriksa ambang batas gas. Jika $CH_4 > \text{Ambang Batas?}$ atau $CO > \text{Ambang Batas?}$ atau $MQ-135 > \text{Ambang Batas?}$ terdeteksi, sistem akan Aktifkan Buzzer & LED dan Kirim Notifikasi Blynk yang relevan ("BAHAYA: CH4 TINGGI", "BAHAYA: CD TINGGG", "BAHAYA: POLUSI UMUM"). Setelah notifikasi, sistem cenderung mengarah ke Nonaktifkan Buzzer & LED. Ada juga pemeriksaan akhir Apakah Ada Kondisi Gas Berbahaya (CH_4 ATAU CO ATAU $MQ-135 > \text{Ambang Batas?}$) yang mengarah ke aktivasi atau non-aktivasi alarm sebelum kembali ke proses Baca Data Sensor untuk siklus berikutnya.

C. Skema Diagram Alat

Tabel 1. Koneksi Pin Sensor MQ-4 (Metana) ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Sensor MQ-4	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	3V3
GND	GND
Analog Output (A0)	A0



Gambar 4. Skema Diagram Alat

Tabel 2. Koneksi Pin Sensor MQ-7 (Karbon Monoksida) ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Sensor MQ-7	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	3V3
GND	GND
Analog Output (A0)	A0

Tabel 3. Koneksi Pin Sensor MQ-135 (Kualitas Udara Umum/NH3/H2S) ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Sensor MQ-135	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	3V3
GND	GND
Analog Output (A0)	A0

Tabel 4. Koneksi Pin Sensor DHT22 (Suhu & Kelembaban) ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Sensor DHT22	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	3V3
GND	GND
Data	D3 (GPIO0)

Tabel 5. Koneksi Pin Modul LCD 16x2 I2C ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Modul LCD 16x2 I2C	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	5V
GND	GND
SDA	D2 (GPIO4)

Tabel 6. Koneksi Pin Buzzer Aktif ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Buzzer Aktif	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
VCC	3V3 atau 5V
GND	GND
Signal	D4 (GPIO2)

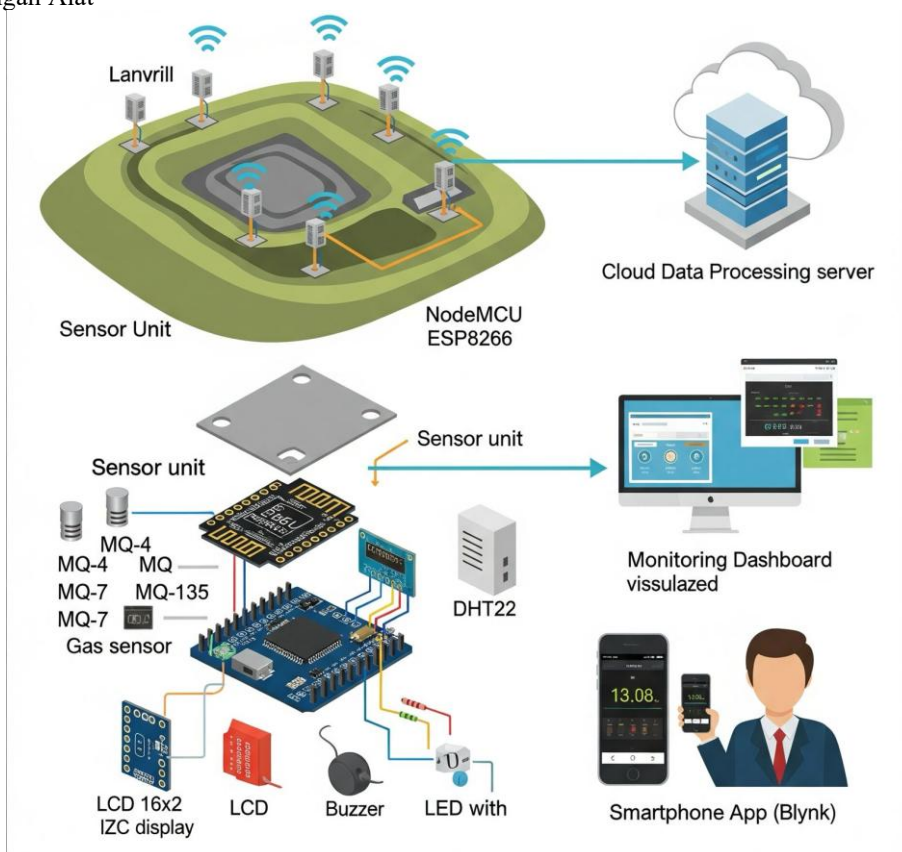
Tabel 7. Koneksi Pin Lampu LED ke NodeMCU ESP8266

Pin Komponen Lampu LED	Koneksi ke Pin NodeMCU ESP8266
Anoda (+)	D5 (GPIO14)
Katoda (-)	Resistor (220 Ohm) -> GND

Skema diagram alat ini memperlihatkan konektivitas fisik komponen utama sistem Monitoring Kualitas Udara pada Area Pembuangan Sampah Akhir. NodeMCU ESP8266 bertindak sebagai pengendali pusat, terhubung dengan sensor gas MQ-4 (Metana), MQ-7 (Karbon Monoksida), dan MQ-135 (Kualitas Udara Umum) untuk mendeteksi polutan, serta sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban. Data yang dikumpulkan ditampilkan pada Modul LCD 16x2 I2C dan jika terdeteksi bahaya, Buzzer dan Lampu LED akan aktif sebagai peringatan visual dan suara.

Pemodelan

A. Rancangan Alat



Gambar 5. Desain Perancangan Alat

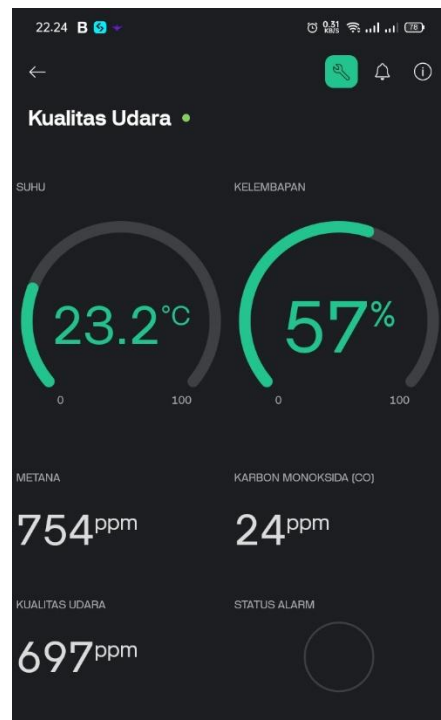
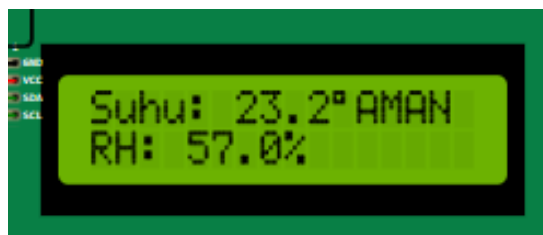
Pada bagian Perancangan Alat ini, sistem monitoring kualitas udara pada Area Pembuangan Sampah Akhir dirancang dengan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator. Sensor gas seperti MQ-4 (Metana), MQ-7 (Karbon Monoksida), dan MQ-135 (Kualitas Udara Umum/NH3/H2S) berfungsi untuk mendeteksi konsentrasi gas berbahaya, sementara Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembaban lingkungan. Data dari sensor-sensor ini diproses oleh NodeMCU dan ditampilkan secara lokal pada Modul LCD 16x2 I2C, serta dikirimkan ke Platform IoT Blynk untuk pemantauan dan notifikasi jarak jauh. Jika ambang batas gas terlampaui, Buzzer dan Lampu LED akan aktif sebagai indikator peringatan bahaya di lokasi, dengan seluruh sistem ditenagai oleh catu daya yang sesuai untuk operasional yang stabil.

B. Uji Coba

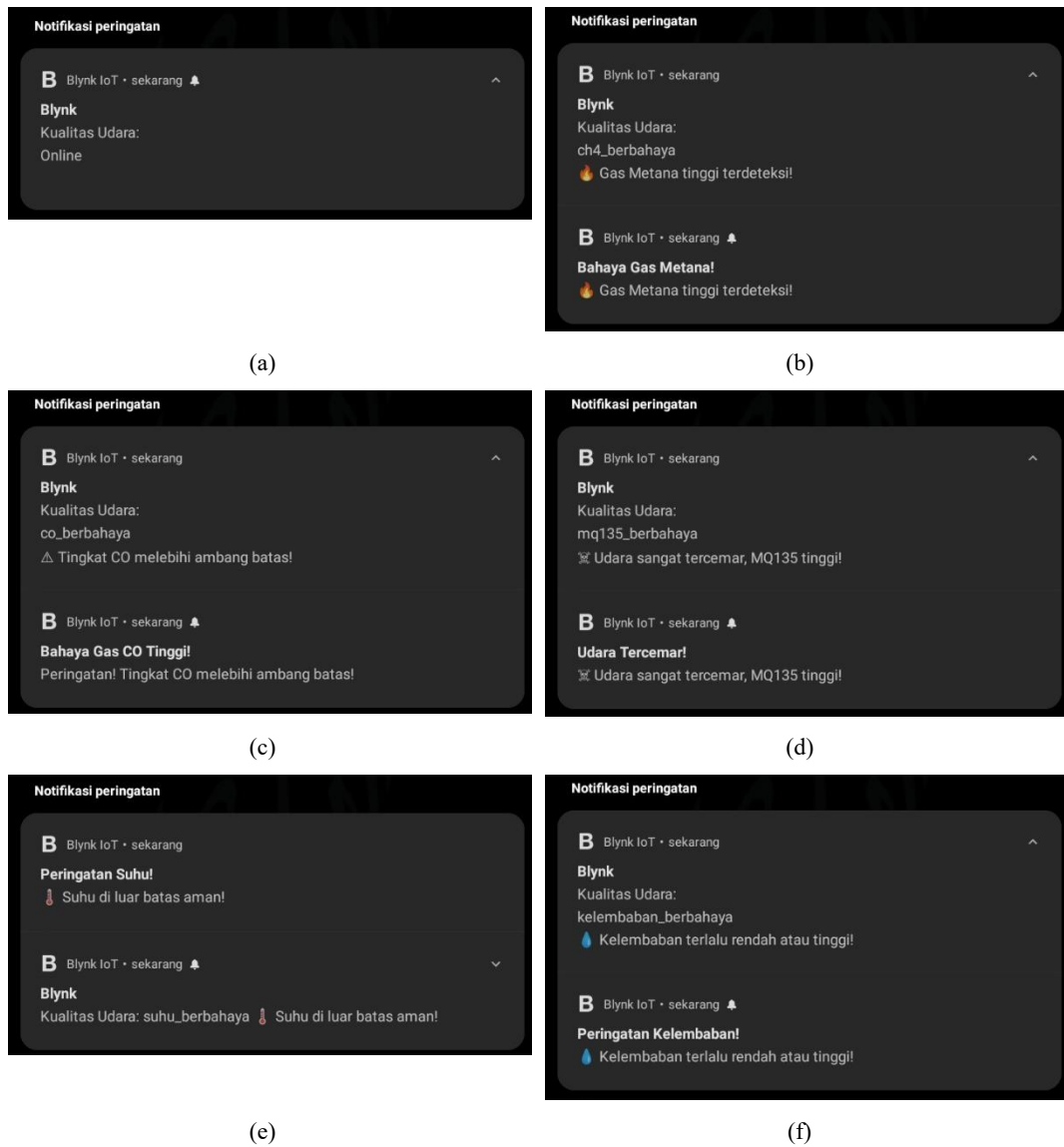
Berdasarkan flowchart dan skema diagram alat yang telah dirancang, uji coba sistem monitoring kualitas udara ini akan dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas keseluruhan, keakuratan pembacaan sensor, serta respons alarm dan notifikasi. Pengujian akan meliputi validasi data yang diterima dari sensor MQ-4, MQ-7, MQ-135 (gas) dan DHT22 (suhu/kelembaban), tampilan data pada LCD, aktivasi Buzzer dan LED saat kondisi berbahaya, serta pengiriman notifikasi ke aplikasi Blynk. Uji coba juga akan memastikan sistem dapat menonaktifkan alarm saat kondisi udara kembali aman. Tabel berikut akan digunakan untuk mencatat hasil pengujian:

Tabel 8. Pengujian

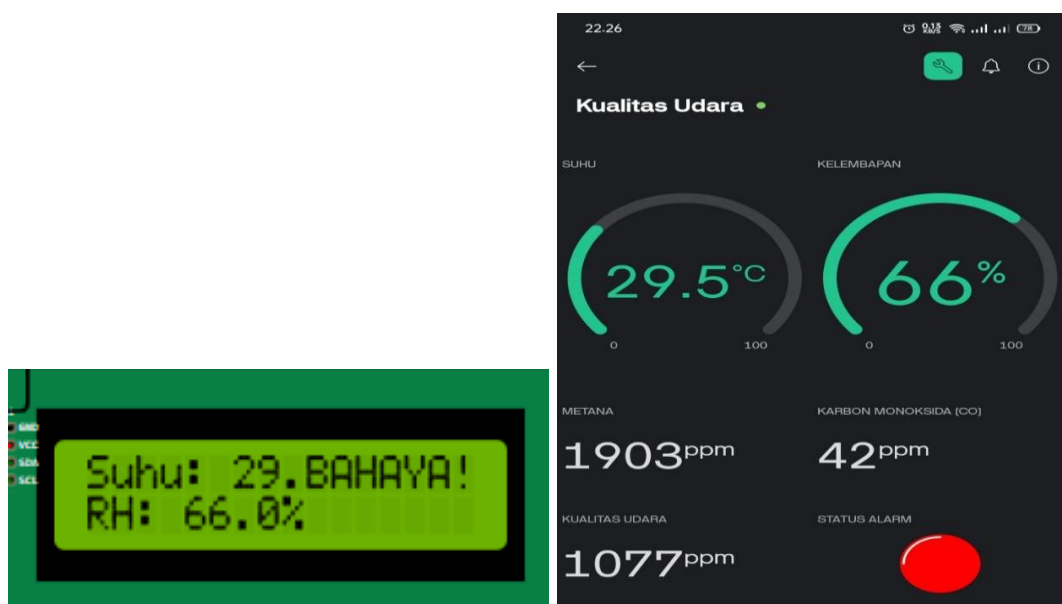
Kondisi Uji (Simulasi / Aktual)	Pembacaan Sensor	Tampilan LCD	Status Buzzer	Status LED	Notifikasi Blynk
Udara Bersih / Normal	CH4: Rendah, CO: Rendah, MQ-135: Rendah, Suhu: 28°C, Kelembaban: 70%	STATUS: AMAN, Suhu: 28°C, Kelembaban: 70%	OFF	OFF	Tidak Terkirim
Simulasi CH4 Tinggi	CH4: > Ambang, CO: Rendah, MQ-135: Rendah	BAHAYA: CH4 TINGGI, Suhu: 28°C	ON	ON	Terkirim: "BAHAYA: CH4 TINGGI"
Simulasi CO Tinggi	CH4: Rendah, CO: > Ambang, MQ-135: Rendah	BAHAYA: CO TINGGI, Suhu: 28°C	ON	ON	Terkirim: "BAHAYA: CO TINGGI"
Simulasi Polusi Umum	CH4: Rendah, CO: Rendah, MQ-135: > Ambang	BAHAYA: POLUSI UMUM, Suhu: 28°C	ON	ON	Terkirim: "BAHAYA: POLUSI UMUM"
Kembali ke Kondisi Aman	Semua gas kembali < Ambang Batas	STATUS: AMAN, Suhu: 28°C, Kelembaban: 70%	OFF	OFF	Terkirim: "KONDISI KEMBALI AMAN" (jika fitur notifikasi reset ada)



Gambar 6. Kondisi Status Aman



Gambar 7. Notifikasi (a) Online, (b) CH-4, (c) CO, (d) MQ-135, (e) Suhu, (d) Kelembaban



Gambar 8. Kondisi Status Bahaya

Kesimpulan

Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendalian. Alat ini dilengkapi dengan sensor MQ-4 untuk Metana (CH₄), MQ-7 untuk Karbon Monoksida (CO), MQ-135 untuk kualitas udara umum (Amonia - NH₃/H₂S), serta sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban udara. Data dari sensor-sensor ini dapat dipantau secara *real-time* melalui aplikasi Blynk dan juga ditampilkan secara lokal pada LCD 16x2 I2C.

Salah satu fitur penting dari sistem ini adalah kemampuannya untuk mengirimkan notifikasi dan mengaktifkan alarm (Buzzer dan LED) secara otomatis ketika konsentrasi gas berbahaya, seperti CO (> 50ppm), CH₄ (> 1000ppm), atau nilai MQ-135 (> 2500), melebihi ambang batas yang ditentukan. Fitur ini penting untuk memberikan peringatan dini.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan pihak pengelola dan masyarakat sekitar dapat terbantu dalam memitigasi risiko pencemaran udara, meningkatkan keselamatan, dan kesehatan lingkungan di area TPA. Penelitian ini menawarkan solusi yang lebih komprehensif, *user-friendly*, dan *real-time* dibandingkan metode konvensional sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] B. Harpad, S. Salmon, and R. M. Saputra, "Sistem Monitoring Kualitas Udara Di Kawasan Industri Dengan Nodemcu Esp32 Berbasis Iot," *Jurnal Informatika Wicida*, vol. 12, no. 2, pp. 39–47, 2022, doi: 10.46984/inf-wcd.1955.
- [2] N. L. Husni, J. Al Rasyid, M. R. Hidayat, Y. Hasan, S. Rasyad, and M. Anisah, "Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Robot Sampah," *Jurnal Ampere*, vol. 5, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31851/ampere.v5i1.4306.
- [3] E. Ratri *et al.*, "Perancangan Sensor Gas Berbasis IoT untuk Pemantauan Kualitas Udara," vol. 12, no. 3, pp. 3497–3502, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.4977.
- [4] H. Elsa Sera, Zahir Zainuddin, "Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things," vol. 10, no. 2, pp. 103–113, 2024, doi: 10.55679/semantik.v10i2.85.
- [5] R. Hidayati, "Sistem Pemantauan Kualitas Udara Secara Real-Time Menggunakan Esp32 Dan Teknologi Iot," *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 232–245, 2024, doi: 10.46576/djtechno.v5i2.4619.
- [6] P. K. O. Dhiki Meirza Alfath, Bayu Wahyudi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Udara Diarea Pengolahan Limbah Rumah Sakit," vol. 11, no. 1, pp. 62–72, 2025, doi: <http://doi.org/10.56521/teknika.v11i1.1356>.
- [7] Moh. H. Yulianto, E. Ferdiansyah, and A. W. Wastumirad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Gas CH₄ dan CO₂ Berbasis Internet of Things Studi Kasus TPST Bantar Gebang," *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 247–254, 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i2.1484.
- [8] F. Z. Rachman, "Sistem Pemantau Gas di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Berbasis Internet of Things," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 6, no. 3, pp. 100–105, 2018, doi: 10.14710/jtsiskom.6.3.2018.100-105.
- [9] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, vol. 6, no. 2, pp. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [10] A. Daerobi, A. Multi, and M. R. T. Siregar, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Pengendali Kualitas Udara Pada Aplikasi Welding Habitat Proses Welding Pipeline Sistem Dengan Data Logger," *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, vol. 33, no. 3, 2023, doi: 10.37277/stch.v33i3.1738.
- [11] A. Pradifan, W. Widayat, and A. Suprihanto, "Pemantauan Kualitas Udara Kota Tegal (Studi Kasus : Kecamatan Tegal Selatan, Kecamatan Tegal Barat, Kecamatan Tegal Timur)," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 19, no. 1, pp. 73–82, 2021, doi: 10.14710/jil.19.1.73-82.
- [12] Muh. F. Arifina, F. Fattahb, and A. W. M. Gaffarc, "Perancangan Alat Pengering Biji Pinang Berbasis Arduino," *E- Journal Bung Hatta*, vol. 1, no. 01, pp. 1–8, 2024, doi: 10.33096/linier.v1i1.2266.
- [13] S. D. Prasetyo, D. Setiawan, and R. Syahputra, "Sistem Kendali Otomatis Monitoring Dan Controlling Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis NodeMCU," *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 4, pp. 126–136, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i4.5567.
- [14] Y. A. Yunusa, R. Satrab, and F. Fattah, "Sistem Monitoring Suhu Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis IoT," vol. 1, no. 4, pp. 389–394, 2024, doi: <https://doi.org/10.33096/linier.v1i4.2538>.

- [15] A. Amaluddin, R. Satra, and M. Gaffar, "Pot Tanaman Pintar Berbasis Internet of Things (Studi Kasus: Aglonema)," *LINIER: Literatur Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 2, pp. 264–275, Jun. 2025, doi: 10.33096/linier.v2i2.3135.
- [16] A. A. Mashuri and N. Zulfa, "Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kualitas Udara di Kota Semarang Menggunakan IoT," vol. 8, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.26877/jiu.v8i1.7532>.
- [17] M. N. Firdaus, P. Purnawansyah, and St. H. Mansyur, "Karya Ilmiah Makalah Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno," *LINIER: Literatur Informatika dan Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 91–98, Mar. 2024, doi: 10.33096/linier.v1i1.2486.
- [18] L. Nugroho, R. Saptono, and A. Hariyadi, "Sistem Monitoring Kadar Gas Metana (Ch4), Gas Amonia (Nh3) Dan Gas Karbon Dioksida (Co2) Pada Tempat Pembuangan Sampah Untuk Pencegahan Penyakit Ispa Berbasis Wireless Sensor Network," *Jurnal Jartel Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, vol. 11, no. 4, pp. 220–227, 2021, doi: 10.33795/jartel.v11i4.236.
- [19] A. Octaviano, S. Sofiana, D. O. Agustino, and P. Rosyani, "Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet O Things," *Media Online*, vol. 3, no. 2, pp. 147–156, 2022, doi: 10.33795/jartel.v11i4.236.
- [20] A. B. Saputra, R. Satra, and M. A. Mude, "Rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran menggunakan mikrokontroller arduino uno dan telegram," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 4, pp. 295–304, 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i4.1003.