

Haidar Bagas Syarifudin

JUPIKOM.pdf

by TURNITIN -

Submission date: 07-May-2026 06:41PM (UTC+0900)

Submission ID: 2921266163

File name: Haidar_Bagas_Syarifudin_JUPIKOM.pdf (920.1K)

Word count: 7913

Character count: 50281

(Artikel Penelitian/ Ulasan)

SISTEM PEMANTAUAN SUHU, KELEMBABAN, DAN GAS DALAM RUANGAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266

Haidar Bagas Syarifudin¹, Agusma Wajiansyah², dan Didi Susilo Budi Utomo³

Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. DR. Cipromangunkusumo, Kampus Gunung Lipan, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia 75131
email : haidar593@gmail.com¹, agusma.wajiansyah@gmail.com², dbsudiutomo10@gmail.com³

Abstract: Indoor activities have the potential to reduce air quality due to inadequate ventilation, excessive humidity, and the accumulation of gas pollutants inside enclosed spaces. These conditions may negatively affect occupant health and comfort, especially in rooms with limited air circulation. This issue becomes increasingly important because many households still lack a real-time environmental monitoring system that can be accessed remotely. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based indoor air monitoring system using the NodeMCU ESP8266 microcontroller integrated with the MQ-135 gas sensor and DHT11 temperature and humidity sensor. The developed system monitors gas concentration, temperature, and humidity as simple indicators of indoor air conditions. Sensor data are processed by the NodeMCU ESP8266, displayed locally through an OLED display, and transmitted via Wi-Fi to the ThingSpeak cloud platform for real-time online monitoring. The experimental results show that the system is capable of detecting environmental changes consistently at different observation times. Therefore, the proposed system can be used as a simple, real-time, and accessible indoor environmental monitoring solution.

Keywords: Internet of Things (IoT); indoor air monitoring; MQ-135; DHT11; NodeMCU ESP8266; real-time monitoring

Abstrak: Aktivitas di dalam ruangan berpotensi menyebabkan penurunan kualitas udara akibat ventilasi yang kurang optimal, kelembapan berlebih, serta akumulasi gas di dalam ruangan tertutup. Kondisi tersebut dapat berdampak terhadap kesehatan dan kenyamanan penghuni, terutama pada ruangan dengan sirkulasi udara yang kurang baik. Permasalahan ini menjadi semakin penting karena sebagian besar rumah tangga belum memiliki sistem monitoring lingkungan yang mampu bekerja secara real-time dan dapat diakses secara jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor MQ-135 serta sensor DHT11. Sistem yang dikembangkan digunakan untuk memantau konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan sebagai indikator sederhana kondisi udara dalam ruangan. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266, ditampilkan secara lokal melalui OLED Display, serta dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform cloud ThingSpeak untuk monitoring online secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan kondisi lingkungan secara konsisten pada berbagai waktu pengamatan. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi monitoring lingkungan dalam ruangan yang sederhana, real-time, dan mudah diakses.

Kata kunci: Internet of Things (IoT); monitoring kualitas udara dalam ruangan; MQ-135; DHT11; NodeMCU ESP8266; monitoring real-time

11
Diterima: tanggal
Direvisi: tanggal
Diterima: tanggal
Diterbitkan: tanggal
Versi sekarang: tanggal



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Kualitas udara dalam ruangan menjadi salah satu aspek penting yang berpengaruh terhadap kesehatan dan kenyamanan penghuni. Pencemaran udara di dalam ruangan dapat disebabkan oleh berbagai aktivitas sehari-hari, seperti penggunaan bahan pembersih, asap rokok, pembakaran bahan bakar, penggunaan obat nyamuk, serta sistem ventilasi yang kurang optimal. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah, kondisi kualitas udara dipengaruhi oleh parameter fisik, kimia, dan biologi yang dapat memberikan dampak terhadap kesehatan manusia. Parameter fisik mencakup suhu, kelembapan, pencahayaan, dan partikulat, sedangkan parameter kimia meliputi karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), serta berbagai senyawa kimia lainnya. Kondisi udara yang tidak memenuhi standar kesehatan dapat menimbulkan berbagai gangguan, seperti iritasi saluran pernapasan, sakit kepala, asma, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), hingga gangguan paru-paru apabila terjadi dalam jangka waktu yang lama (Khan et al., 2024).

Perkembangan teknologi mendorong banyak penelitian dalam pengembangan sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan sensor dan jaringan internet untuk memperoleh data lingkungan secara *real-time*. Konsep IoT memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, media komunikasi, dan platform cloud sehingga proses monitoring dapat dilakukan dari jarak jauh dengan lebih mudah dan efisien. Pada penelitian ini digunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung dengan sensor MQ-135 dan DHT11. Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi perubahan konsentrasi gas sebagai indikator kondisi udara di dalam ruangan, sedangkan sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan udara. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011, suhu ideal ruangan berada pada rentang 18°C–30°C dan kelembapan udara yang baik berada pada rentang 40%–60%. Data hasil pembacaan sensor selanjutnya ditampilkan pada OLED Display dan dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui koneksi WiFi agar dapat dimonitor secara online dan *real-time*.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu menyediakan informasi kondisi lingkungan secara cepat dan berkelanjutan. Namun, beberapa sistem masih memiliki keterbatasan, seperti belum tersedianya tampilan lokal, keterbatasan akses monitoring jarak jauh, serta tingkat akurasi sensor yang masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor MQ-135 dan DHT11, serta didukung OLED Display dan platform ThingSpeak sebagai media monitoring. Penelitian ini difokuskan pada pemantauan suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas sebagai indikator sederhana kondisi udara di dalam ruangan. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu membantu pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara *real-time*, baik melalui tampilan lokal maupun monitoring berbasis cloud, sehingga informasi perubahan kondisi udara dapat diperoleh dengan lebih mudah dan informatif (Srinivasan et al., 2025; Aserkar et al., 2024; Wirawan et al., 2023; Salvi et al., 2025).

2. Tinjauan Literatur

Kualitas udara dalam ruangan dapat dikategorikan berdasarkan beberapa parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011, suhu udara dalam ruangan yang memenuhi standar kesehatan berada pada rentang 18°C–30°C dengan kelembapan udara ideal sebesar 40%–60%, sedangkan kadar maksimum karbon dioksida (CO₂) yang diperbolehkan dalam ruangan adalah 1000 ppm. Kondisi udara yang berada dalam rentang standar tersebut dapat dikategorikan sebagai kondisi baik, sedangkan peningkatan

suhu, kelembapan, maupun konsentrasi gas di atas ambang batas dapat menyebabkan penurunan kenyamanan dan berdampak terhadap kesehatan penghuni seperti sakit kepala, sesak napas, serta gangguan sistem pernapasan. Selain itu, kualitas udara dalam ruangan juga dipengaruhi oleh ventilasi, aktivitas penghuni, dan sirkulasi udara di dalam bangunan (Merabet et al., 2021).

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pertukaran data secara otomatis. Teknologi ini mendukung proses monitoring secara *real-time* serta memungkinkan akses data dari lokasi yang berbeda melalui koneksi internet (Srinivasan et al., 2025). Dalam bidang pemantauan lingkungan, IoT banyak diterapkan karena mampu mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan platform *cloud* dalam satu sistem yang saling terhubung (Narayana et al., 2024). Penggunaan IoT pada sistem monitoring kualitas udara dapat membantu proses pengambilan data menjadi lebih efektif serta menyediakan informasi kondisi lingkungan secara cepat, akurat, dan berkelanjutan (Salvi et al., 2025).

Pada sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*, sensor digunakan sebagai perangkat input untuk mendeteksi dan membaca kondisi lingkungan secara langsung. Data hasil pembacaan sensor selanjutnya diolah oleh mikrokontroler sebelum dikirimkan melalui jaringan internet ke server atau platform *cloud* untuk proses monitoring. Komunikasi data pada sistem ini umumnya menggunakan jaringan WiFi karena mudah diimplementasikan serta memiliki kecepatan transfer data yang cukup baik untuk kebutuhan monitoring lingkungan pada skala rumah maupun penelitian. Melalui koneksi internet tersebut, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara *real-time* tanpa harus berada di lokasi perangkat, sehingga sistem monitoring menjadi lebih praktis, fleksibel, dan efisien.

Selain digunakan untuk monitoring secara *real-time*, teknologi *Internet of Things (IoT)* juga mendukung proses penyimpanan data secara otomatis dan terus-menerus. Data hasil pembacaan sensor dapat disimpan pada platform *cloud* dalam bentuk database maupun grafik historis sehingga memudahkan pengguna dalam menganalisis perubahan kondisi lingkungan berdasarkan waktu pengamatan. Pada penelitian ini, penerapan IoT dilakukan menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor MQ-135 dan DHT11 untuk membaca parameter konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan udara. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui jaringan internet dan ditampilkan dalam bentuk grafik monitoring berbasis web sehingga informasi kondisi lingkungan dapat diakses secara *online* dan *real-time* oleh pengguna.

2.2 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan salah satu sensor gas yang sering digunakan pada sistem monitoring kualitas udara karena mampu mendeteksi berbagai jenis gas, seperti karbon dioksida (CO₂), amonia (NH₃), nitrogen oksida (NOx), dan senyawa organik volatil (VOC). Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan perubahan resistansi pada material semikonduktor timah dioksida (SnO₂) ketika terkena paparan gas tertentu. Pada kondisi udara normal atau bersih, sensor memiliki nilai resistansi tertentu, sedangkan saat terdapat gas target, nilai resistansi akan berubah sesuai dengan konsentrasi gas yang terdeteksi (Gupta et al., 2021). Perubahan resistansi tersebut kemudian diubah menjadi tegangan analog menggunakan rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*), lalu dibaca oleh pin ADC pada NodeMCU ESP8266. Nilai tegangan analog yang diperoleh selanjutnya diproses menjadi nilai konsentrasi gas dalam satuan parts per million (PPM) melalui perbandingan antara resistansi sensor saat pengukuran (R_s) dan resistansi referensi pada udara bersih (R₀). Proses perhitungan ini mengacu pada kurva sensitivitas sensor yang bersifat non-linear (Aserkar et al., 2024). Sensor MQ-135 banyak digunakan pada sistem berbasis IoT karena memiliki harga yang relatif terjangkau dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler. Namun, sensor ini juga memiliki keterbatasan, terutama dalam hal akurasi dan sensitivitas terhadap beberapa jenis gas secara bersamaan, sehingga diperlukan proses kalibrasi untuk memperoleh hasil pembacaan yang lebih stabil dan valid (Shahid et al., 2025).



Gambar 1. MQ-135

Sensor MQ-135 bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi pada material semikonduktor SnO_2 ketika terpapar gas tertentu. Perubahan resistansi tersebut menghasilkan perubahan tegangan analog pada pin output sensor. Tegangan analog ini dibaca oleh ADC NodeMCU ESP8266 dan diolah menjadi nilai konsentrasi gas dalam satuan ppm sebagai parameter pengukuran kualitas udara. Meskipun MQ-135 mampu mendeteksi perubahan konsentrasi gas, sensor ini tidak dapat mengidentifikasi jenis gas tertentu secara spesifik sehingga hasil pembacaan digunakan sebagai indikator umum kondisi udara.

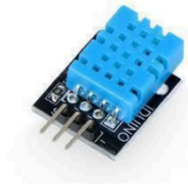
Table 1. Kategori Kondisi Kualitas Udara Dalam Ruangan

Parameter	Baik	Peringatan	Buruk
Suhu	18–30°C	31–35°C	>35°C
Kelembapan	40–60%	61–70%	>70%
Konsentrasi Gas (MQ-135)	<400 ppm	400–1000 ppm	>1000 ppm

Tabel 1 menunjukkan kategori kondisi kualitas udara dalam ruangan berdasarkan parameter suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-135. Kategori suhu dan kelembapan mengacu pada standar kualitas udara dalam ruang rumah berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011, sedangkan kategori konsentrasi gas digunakan sebagai indikator sederhana kondisi udara dalam ruangan. Kondisi “Baik” menunjukkan lingkungan masih berada pada rentang aman dan nyaman bagi penghuni, sedangkan kategori “Peringatan” menunjukkan adanya peningkatan parameter yang perlu diperhatikan. Adapun kategori “Buruk” menunjukkan kondisi lingkungan yang berpotensi menurunkan kenyamanan dan kesehatan penghuni sehingga diperlukan upaya perbaikan sirkulasi udara atau ventilasi ruangan.

2.3 Sensor DHT11

Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara digital. Sensor ini memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan serta konsumsi daya yang rendah, sehingga cocok untuk sistem monitoring berbasis IoT (Wirawan et al., 2023). Meskipun memiliki tingkat akurasi yang lebih rendah dibandingkan sensor sejenis lainnya, DHT11 tetap banyak digunakan dalam penelitian karena biaya yang ekonomis dan cukup memadai untuk aplikasi skala kecil hingga menengah (Kumar et al., 2023). Data suhu dan kelembapan yang dihasilkan sangat penting dalam analisis kondisi lingkungan karena kedua parameter tersebut saling berkaitan dan memengaruhi kualitas udara.



Gambar 2. DHT11

2.4 ESP8266 dan Baseboard NodeMCU V3

ESP8266 merupakan mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) karena kemampuannya dalam mengolah data serta mengirimkan informasi secara langsung melalui jaringan internet (Patel et al., 2022). Perangkat ini telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi terintegrasi sehingga memungkinkan komunikasi data secara *real-time* tanpa memerlukan perangkat tambahan. Selain itu, ESP8266 memiliki ukuran yang relatif kecil, konsumsi daya rendah, serta mendukung pemrograman menggunakan Arduino IDE, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi monitoring lingkungan (Benammar et al., 2018). Dalam implementasinya, ESP8266 umumnya digunakan dalam bentuk modul pengembangan NodeMCU V3 yang telah dilengkapi dengan antarmuka USB, regulator tegangan, serta pin input/output yang lebih lengkap. NodeMCU V3 memudahkan proses pemrograman dan integrasi dengan berbagai sensor karena menyediakan akses langsung ke pin digital maupun analog. Untuk mendukung perakitan sistem yang lebih stabil, digunakan base board NodeMCU V3 yang berfungsi sebagai papan distribusi koneksi dan tegangan. Baseboard ini mempermudah pemasangan komponen seperti sensor MQ-135 dan DHT11 dengan menyediakan jalur koneksi yang lebih rapi dan terstruktur. Selain itu, penggunaan base board juga dapat mengurangi kesalahan wiring serta meningkatkan keandalan sistem dalam proses pengujian dan implementasi.



Gambar 3. ESP8266 dan Baseboard NodeMCU V3

NodeMCU ESP8266 pada penelitian ini berfungsi sebagai pusat pengendali sistem yang bertugas membaca data dari sensor MQ-135 dan DHT11, mengolah data hasil pembacaan sensor, serta mengirimkan data ke platform ThingSpeak melalui koneksi Wi-Fi. Data analog dari sensor MQ-135 dibaca melalui pin ADC NodeMCU, sedangkan data digital dari sensor DHT11 dibaca melalui pin GPIO menggunakan komunikasi single wire. Setelah data diperoleh, NodeMCU melakukan proses pengolahan dan klasifikasi kondisi udara sebelum menampilkan hasil pengukuran pada OLED Display dan mengirimkannya ke server cloud secara real-time. Penggunaan NodeMCU ESP8266 pada sistem ini memberikan kemudahan dalam integrasi perangkat keras dan perangkat lunak karena telah mendukung fitur konektivitas internet, pemrograman berbasis Arduino IDE, serta komunikasi dengan berbagai sensor dan modul output dalam satu perangkat yang ringkas dan efisien.

2.5 ThingSpeak

ThingSpeak merupakan platform berbasis *cloud* yang banyak digunakan dalam sistem *Internet of Things* (IoT) untuk mengumpulkan, menyimpan, dan memvisualisasikan data secara *real-time*. Platform ini memungkinkan perangkat seperti NodeMCU ESP8266 untuk mengirimkan data sensor melalui jaringan internet dan menampilkannya dalam bentuk grafik yang mudah dipahami. Penggunaan ThingSpeak dalam sistem monitoring kualitas udara telah banyak diterapkan karena kemudahannya dalam integrasi serta kemampuannya dalam menyediakan visualisasi data secara langsung (Srinivasan et al., 2025). Selain itu, ThingSpeak juga mendukung analisis data sederhana yang dapat membantu pengguna dalam memahami pola perubahan kondisi lingkungan (Khan et al., 2024).



Gambar 4. ThingSpeak

Pada penelitian ini, ThingSpeak digunakan sebagai media monitoring berbasis cloud untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara *online* dan *real-time*. NodeMCU ESP8266 mengirimkan data suhu, kelembapan, dan konsentrasi gas ke server ThingSpeak melalui koneksi Wi-Fi menggunakan protokol HTTP. Data yang berhasil dikirim kemudian disimpan dan divisualisasikan dalam bentuk grafik sehingga memudahkan pengguna dalam memantau perubahan kondisi lingkungan berdasarkan waktu pengamatan. Selain menampilkan data terbaru, ThingSpeak juga memungkinkan penyimpanan data historis yang dapat digunakan untuk proses analisis dan evaluasi performa sistem monitoring. Dengan adanya integrasi antara NodeMCU ESP8266 dan ThingSpeak, sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring kondisi udara dalam ruangan secara jarak jauh melalui dashboard berbasis web yang dapat diakses kapan saja melalui internet.

2.6 Web Monitoring

Web monitoring merupakan salah satu pendekatan dalam sistem IoT yang digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor secara *real-time* melalui antarmuka berbasis web. Dengan adanya web monitoring, pengguna dapat mengakses informasi kondisi lingkungan kapan saja dan di mana saja selama terhubung dengan jaringan internet. Implementasi web monitoring dalam sistem kualitas udara memungkinkan penyajian data yang lebih interaktif dan informatif, seperti dalam bentuk grafik maupun indikator status lingkungan (Chen et al., 2023). Selain itu, penggunaan web sebagai media monitoring juga meningkatkan fleksibilitas sistem serta memudahkan dalam pengembangan fitur lanjutan seperti notifikasi dan analisis historis data (Hassan et al., 2021).



Gambar 5. Contoh Web Monitoring

2.7 OLED Display 128×64

OLED Display berukuran 0,96 inci dengan resolusi 128×64 piksel digunakan sebagai media output untuk menampilkan data sensor secara langsung pada perangkat. OLED memiliki keunggulan dalam konsumsi daya yang rendah serta mampu menampilkan informasi dengan kontras tinggi. Hal ini menjadikan OLED cocok digunakan dalam sistem monitoring berbasis IoT yang membutuhkan tampilan data secara *real-time* (Salvi et al., 2025).



Gambar 6. Oled Display

OLED Display pada penelitian ini dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 menggunakan komunikasi I2C melalui pin SDA dan SCL sehingga proses pertukaran data dapat dilakukan dengan lebih sederhana dan efisien. Tampilan OLED digunakan untuk menampilkan informasi hasil pembacaan sensor secara langsung, meliputi nilai konsentrasi gas dari sensor MQ-135, suhu, kelembapan udara, serta kategori kondisi udara dalam ruangan. Dengan adanya tampilan lokal ini, pengguna dapat mengetahui kondisi lingkungan secara cepat tanpa harus membuka platform monitoring berbasis web. Selain itu, penggunaan OLED juga membantu proses pengujian dan monitoring sistem karena data sensor dapat diamati secara *real-time* langsung dari perangkat yang dirancang.

2.8 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronika pasif yang berfungsi menghambat arus listrik dan membagi tegangan dalam rangkaian elektronik. Pada penelitian ini resistor digunakan sebagai bagian dari rangkaian pembagi tegangan pada sensor MQ-135 agar tegangan output dapat dibaca dengan aman oleh ADC NodeMCU ESP8266. Dalam sistem elektronika, resistor sering digunakan sebagai bagian dari rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) untuk menyesuaikan level tegangan agar sesuai dengan kebutuhan perangkat lain (Gupta et al., 2021). Pada penelitian ini, resistor digunakan dalam rangkaian pembagi tegangan pada sensor MQ-135 untuk mengonversi perubahan resistansi sensor menjadi tegangan analog yang dapat dibaca oleh pin ADC pada NodeMCU ESP8266. Kombinasi resistor dengan nilai 47 k Ω dan 56 k Ω digunakan untuk menghasilkan rasio tegangan yang sesuai sehingga output sensor berada dalam batas aman pembacaan mikrokontroler. Penggunaan konfigurasi ini juga membantu meningkatkan kestabilan sinyal serta akurasi dalam proses pengukuran data kualitas udara.



Gambar 7. Resistor

Pada rangkaian sistem yang dirancang, resistor juga digunakan untuk menjaga kestabilan arus dan tegangan pada proses komunikasi antara sensor dan mikrokontroler. Penggunaan resistor dengan nilai tertentu membantu mengurangi risiko pembacaan data yang tidak stabil

akibat fluktuasi tegangan dari sensor MQ-135. Selain itu, konfigurasi resistor pada rangkaian pembagi tegangan memungkinkan NodeMCU ESP8266 menerima sinyal analog dalam rentang yang sesuai dengan spesifikasi ADC yang bekerja pada tegangan 3,3V. Dengan demikian, penggunaan resistor tidak hanya berfungsi sebagai pembatas arus, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan keamanan, kestabilan, dan keakuratan proses pembacaan data pada sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things*.

3. Metode

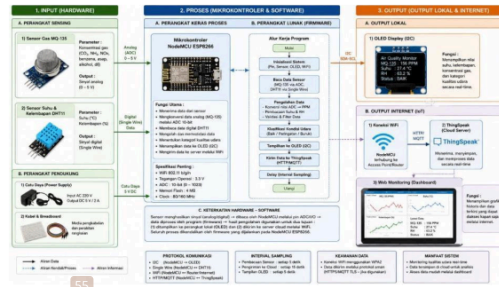
Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis eksperimen terapan. Penelitian dilakukan untuk menguji kinerja sensor DHT11 dan MQ-135 dalam sistem pemantauan kualitas udara dan suhu berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk digunakan pada lingkungan rumah.

3.1. Rancangan Sistem

Algoritma sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C yang telah disesuaikan dengan arsitektur NodeMCU ESP8266. Struktur program dirancang secara modular dalam beberapa tahapan utama, yaitu proses inialisasi perangkat, pembacaan data sensor, pengolahan data, penentuan status, serta pengiriman dan penampilan keluaran (output). Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat bekerja secara sistematis, efisien, dan mudah dikembangkan pada tahap selanjutnya (Patel et al., 2022). Pada tahap inialisasi, sistem mengaktifkan seluruh komponen yang digunakan, meliputi koneksi Wi-Fi, sensor DHT11, sensor MQ-135, serta modul OLED Display berbasis komunikasi I2C. Setelah koneksi jaringan berhasil, sistem akan melakukan sinkronisasi dengan platform *cloud* untuk memastikan proses pengiriman data dapat berjalan dengan baik. Tahap ini sangat penting karena kestabilan koneksi jaringan akan mempengaruhi performa sistem dalam melakukan monitoring secara *real-time* (Srinivasan et al., 2025). Selanjutnya, sistem melakukan pembacaan data sensor secara berkala berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan. Data analog dari sensor MQ-135 dibaca melalui pin ADC pada NodeMCU, kemudian dikonversi menjadi nilai digital untuk diproses lebih lanjut. Sementara itu, data suhu dan kelembapan dari sensor DHT11 diperoleh dalam bentuk sinyal digital yang telah terkalibrasi secara internal (Gupta et al., 2021; Wirawan et al., 2023). Proses pembacaan data ini dilakukan secara kontinu untuk mendapatkan representasi kondisi lingkungan secara *real-time*.

Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan struktur logika kondisional (if-else) untuk menentukan status kualitas udara berdasarkan ambang batas tertentu. Kategori yang digunakan dalam penelitian ini adalah "Baik" dan "Buruk", yang ditentukan berdasarkan nilai konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor MQ-135. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk memberikan interpretasi sederhana namun informatif terhadap kondisi lingkungan (Shahid et al., 2025).

Hasil pengolahan data selanjutnya ditampilkan secara langsung pada OLED Display sebagai indikator lokal sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan tanpa harus mengakses perangkat tambahan. Selain itu, data juga dikirimkan ke platform *cloud* ThingSpeak melalui jaringan Wi-Fi untuk keperluan monitoring jarak jauh. Platform ini memungkinkan visualisasi data dalam bentuk grafik sehingga memudahkan pengguna dalam menganalisis perubahan kondisi lingkungan dari waktu ke waktu (Khan et al., 2024; Narayana et al., 2024).

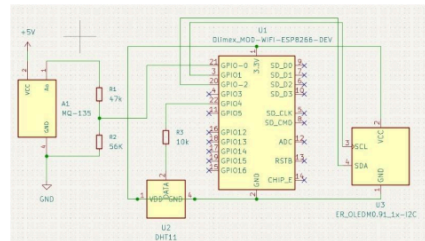


Gambar 8. Blok Diagram Sistem Monitoring Kualitas Udara

Gambar 8 menunjukkan arsitektur sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, sistem menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi konsentrasi gas di udara serta sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembapan udara di dalam ruangan. Sensor MQ-135 menghasilkan sinyal analog dengan rentang tegangan 0–5 V yang dibaca melalui pin ADC pada NodeMCU ESP8266, sedangkan sensor DHT11 mengirimkan data digital menggunakan komunikasi single wire. Seluruh data dari sensor kemudian diterima dan diproses oleh NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Pada bagian proses, NodeMCU menjalankan program yang meliputi inialisasi perangkat, pembacaan data sensor, konversi data analog menjadi nilai ppm, validasi data, klasifikasi kondisi udara, serta pengiriman data ke server cloud menggunakan koneksi WiFi melalui protokol HTTP atau MQTT. Hasil pengolahan data selanjutnya ditampilkan secara lokal melalui OLED Display berbasis komunikasi I2C yang menampilkan nilai suhu, kelembapan, konsentrasi gas, dan kategori kondisi udara secara *real-time*. Selain itu, data juga dikirimkan ke platform ThingSpeak untuk disimpan dan divisualisasikan dalam bentuk grafik monitoring berbasis web sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara *online*. Diagram tersebut juga menunjukkan hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak melalui alur data dari sensor menuju mikrokontroler, proses pengolahan firmware, hingga penyajian informasi pada media output lokal maupun *cloud* secara terintegrasi.

3.2 Schematic Diagram

Berikut adalah schematic diagram alat pendeteksi udara NodeMCU ESP8266



Gambar 9. Schematic Diagram

Gambar 9 menunjukkan rancangan sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, sensor MQ-135 sebagai pendeteksi kualitas udara, sensor DHT11

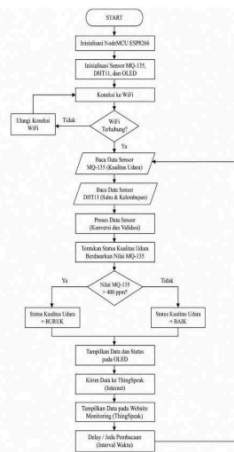
sebagai pembaca suhu dan kelembapan, serta OLED Display berbasis komunikasi I2C sebagai media tampilan lokal. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat pengendali yang mengatur proses pembacaan data sensor, pengolahan data, hingga pengiriman informasi melalui jaringan WiFi ke platform monitoring. Pada rangkaian tersebut, NodeMCU memperoleh data analog dari sensor MQ-135 dan data digital dari sensor DHT11 untuk kemudian diproses menjadi parameter kualitas udara, suhu, dan kelembapan ruangan secara *real-time*.

Sensor MQ-135 pada rangkaian dihubungkan dengan sumber tegangan +5V dan ground, sedangkan pin output analog sensor terhubung ke jalur pembagi tegangan yang terdiri dari resistor R1 sebesar 47 kΩ dan resistor R2 sebesar 56 kΩ. Konfigurasi resistor ini digunakan untuk menyesuaikan tegangan output sensor agar berada dalam batas aman pembacaan ADC NodeMCU ESP8266 yang bekerja pada tegangan 3,3V. Perubahan konsentrasi gas di udara akan memengaruhi resistansi internal sensor MQ-135 sehingga menghasilkan perubahan tegangan analog pada output sensor. Tegangan tersebut kemudian dibaca oleh pin ADC NodeMCU untuk dikonversi menjadi nilai digital yang merepresentasikan kualitas udara dalam bentuk parameter ppm. Sensor DHT11 dihubungkan ke salah satu pin GPIO NodeMCU sebagai jalur komunikasi data digital, sedangkan resistor pull-up 10 kΩ digunakan untuk menjaga kestabilan sinyal data agar komunikasi antara sensor dan mikrokontroler dapat berjalan dengan baik.

Selain proses pembacaan sensor, rangkaian ini juga dilengkapi dengan OLED Display yang terhubung melalui jalur komunikasi I2C menggunakan pin SDA dan SCL pada NodeMCU ESP8266. OLED berfungsi untuk menampilkan informasi hasil pengukuran secara langsung pada perangkat, seperti nilai kualitas udara, suhu, kelembapan, serta status kondisi udara di dalam ruangan. Setelah seluruh data berhasil diproses, NodeMCU akan mengirimkan data tersebut melalui koneksi WiFi menuju platform ThingSpeak untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik monitoring berbasis *cloud*. Dengan konfigurasi rangkaian ini, sistem mampu melakukan proses monitoring kualitas udara secara *real-time*, baik melalui tampilan lokal menggunakan OLED maupun melalui monitoring jarak jauh berbasis internet.

3.3 Flowchart Sistem

Berikut merupakan diagram alur (*flowchart*) yang menggambarkan proses kerja dari sebuah sistem berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP8266.



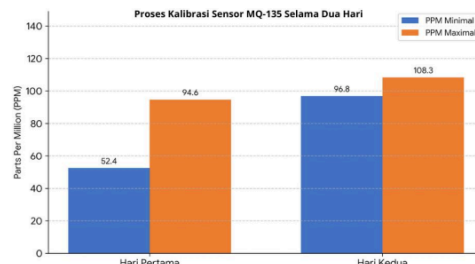
Gambar 10. Flowchart Sistem Monitoring kualitas Udara

Sistem monitoring kualitas udara ini diawali dengan proses inisialisasi, di mana NodeMCU ESP8266 melakukan booting dan mengaktifkan seluruh komponen yang digunakan, termasuk sensor MQ-135 dan sensor DHT11, serta melakukan koneksi ke jaringan Wi-Fi. Setelah koneksi berhasil, sistem akan terhubung dengan server *cloud* ThingSpeak untuk mempersiapkan proses pengiriman data (Wirawan et al., 2023). Selanjutnya, sistem melakukan pembacaan data, di mana sensor MQ-135 membaca konsentrasi gas dalam bentuk nilai analog (ADC), sedangkan sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan lingkungan. Data dari kedua sensor tersebut kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut. Pada tahap pengolahan data, nilai gas yang diperoleh dibandingkan dengan ambang batas (threshold) yang telah ditentukan dalam program, serta disertai dengan data suhu dan kelembapan sebagai parameter pendukung dalam analisis kondisi udara. Berdasarkan hasil tersebut, sistem melakukan penentuan status menggunakan logika kondisional (if-else), yaitu jika nilai MQ-135 kurang dari 400 maka kondisi udara dikategorikan sebagai "Baik", sedangkan jika nilai lebih dari 400 maka dikategorikan sebagai "Buruk".

Hasil akhir dari proses ini ditampilkan sebagai output, di mana sistem menampilkan nilai gas, suhu, kelembapan, serta status kualitas udara melalui OLED sebagai media monitoring lokal. Selain itu, data juga dikirimkan secara berkala ke platform ThingSpeak untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik monitoring berbasis *cloud*, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* dan jarak jauh.

3.4 Kalibrasi Sensor

Pengujian sistem dilakukan melalui beberapa tahapan untuk memvalidasi kinerja dan hipotesis penelitian. Tahap pertama adalah kalibrasi sensor MQ-135 menggunakan metode *zero-point calibration* dan *relative calibration* untuk memastikan nilai pembacaan mendekati kondisi lingkungan sebenarnya (Abdullahi et al., 2024). *Zero-point calibration* dilakukan dengan menempatkan sensor pada udara bersih selama 24–48 jam untuk memperoleh nilai dasar (*baseline*), sedangkan *relative calibration* dilakukan dengan membandingkan perubahan nilai sensor terhadap kondisi lingkungan sekitar. Sementara itu, sensor DHT11 tidak memerlukan kalibrasi tambahan karena telah dikalibrasi secara pabrik. Setelah proses kalibrasi, dilakukan pengujian pembacaan sensor dengan menjalankan sistem di dalam ruangan untuk membaca konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan udara secara *real-time*. Data hasil pembacaan ditampilkan pada serial monitor, OLED Display, serta dikirimkan ke platform ThingSpeak melalui koneksi internet menggunakan NodeMCU ESP8266. Selain itu, dilakukan pengujian respons sistem dengan memberikan variasi kondisi udara di sekitar sensor MQ-135 untuk mengamati perubahan nilai yang dihasilkan sensor. Melalui tahapan pengujian tersebut, sistem diharapkan mampu bekerja secara stabil, responsif, dan sesuai dengan tujuan penelitian (R, P., 2025; Enrique et al., 2025).



Gambar 11. Fase Kalibrasi Sensor MQ-135

Berdasarkan pada hasil pengujian dari tabel di atas, terlihat adanya transisi nilai yang signifikan selama proses kalibrasi 48 jam yang dilakukan. Pada hari pertama, sensor mencatat rentang nilai yang cukup rendah dengan titik minimal di 52,4 PPM dan maksimal di 94,6 PPM. Namun, memasuki hari kedua, terjadi peningkatan ambang batas pembacaan di mana nilai

minimal naik secara stabil ke angka 96,8 PPM dan nilai maksimal mencapai 108,3 PPM. Peningkatan nilai dasar (*baseline*) ini mengindikasikan bahwa *internal heater* pada sensor telah mencapai suhu operasional yang stabil, sehingga reaksi kimia pada lapisan sensitif sensor menjadi lebih konsisten. Dengan demikian, data pada hari kedua menunjukkan tingkat reliabilitas yang lebih tinggi dibandingkan hari pertama.

Data yang diperoleh dari seluruh tahapan pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam membaca, mengolah, dan mengirimkan data secara *real-time*. Keberhasilan sistem ditunjukkan oleh kemampuan NodeMCU ESP8266 dalam menampilkan data sensor secara stabil pada OLED serta mengirimkannya ke platform ThingSpeak dalam bentuk grafik monitoring yang dapat diakses secara daring. Selain itu, analisis juga dilakukan terhadap konsistensi pembacaan sensor serta respon sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan. Sebelum proses analisis dilakukan, tahap kalibrasi sensor menjadi langkah penting untuk memastikan akurasi hasil pengukuran. Sensor MQ-135 memerlukan proses pemanasan (*burn-in period*) untuk menstabilkan kinerjanya, khususnya pada penggunaan awal. Setelah sensor berada pada kondisi stabil, dilakukan perhitungan nilai hambatan sensor ($R_{s\{s\}}$) menggunakan persamaan dasar sebagai berikut:

$$R_s = \frac{V_c - V_{rt}}{V_{rt}} \times R_I$$

Di mana V_c merupakan tegangan input (5V), V_{rt} adalah tegangan output yang dibaca pada pin analog, dan R_I adalah resistor beban. Pada penelitian ini, digunakan resistor 47 k Ω dan 56 k Ω (toleransi 1%) sebagai bagian dari rangkaian pembagi tegangan untuk menyesuaikan pembacaan dengan karakteristik ADC pada NodeMCU ESP8266. Setelah nilai $R_{s\{s\}}$ diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai R_0 , yaitu hambatan sensor pada kondisi udara bersih dengan konsentrasi gas normal (sekitar 400 ppm CO₂). Nilai R_0 dihitung berdasarkan rasio karakteristik sensor MQ-135 pada udara bersih, di mana nilai perbandingan R_s/R_0 secara umum adalah sekitar 3,6. Dengan demikian, nilai R_0 dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$R_0 = \frac{R_s}{3.6}$$

Nilai R_0 ini kemudian digunakan sebagai acuan dalam menentukan konsentrasi gas berdasarkan perbandingan nilai $R_{s\{s\}}$ terhadap R_0 . Perhitungan konsentrasi gas dilakukan menggunakan pendekatan kurva sensitivitas sensor dalam bentuk persamaan logaritmik sebagai berikut:

$$PPM = \alpha \left(\frac{R_s}{R_0} \right)^b$$

Di mana α dan b merupakan konstanta yang diperoleh dari kurva karakteristik sensor MQ-135 untuk jenis gas tertentu.

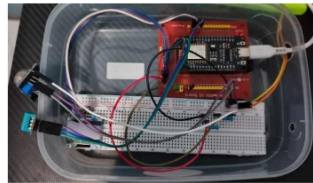
Melalui pendekatan ini, sistem mampu mengonversi nilai analog dari sensor menjadi estimasi konsentrasi gas dalam satuan ppm. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis untuk melihat pola perubahan kualitas udara berdasarkan waktu serta kondisi lingkungan. Visualisasi data dalam bentuk grafik pada platform ThingSpeak juga digunakan untuk mempermudah interpretasi data dan mengidentifikasi tren perubahan kualitas udara secara *real-time*. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat, stabil, dan representatif terhadap kondisi lingkungan dalam ruangan.

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menjelaskan tentang hasil akhir dari perakitan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan antar muka perangkat lunak (*software*) sebelum melakukan pengujian lebih lanjut.

4.1 Realisasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat utama pada penelitian ini terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai unit pengendali, sensor DHT11 sebagai pengukur suhu dan kelembapan, serta sensor MQ-135 sebagai pendeteksi konsentrasi gas di dalam ruangan. Seluruh komponen tersebut dirakit menjadi sebuah purwarupa (*prototype*) sistem monitoring kualitas udara berbasis *Internet of Things* (IoT). Proses perakitan dilakukan menggunakan kabel jumper dan breadboard untuk memudahkan konfigurasi rangkaian serta pengujian tanpa penyolderan permanen, sehingga apabila terjadi kesalahan koneksi atau diperlukan modifikasi, penyesuaian dapat dilakukan dengan cepat dan efisien. Perangkat ditempatkan di dalam rumah penulis, tepatnya pada ruangan keluarga yang memiliki tingkat aktivitas cukup tinggi dibandingkan ruangan lain. Pemilihan lokasi ini bertujuan untuk memperoleh variasi data yang lebih terhadap kondisi nyata, mengingat aktivitas manusia, sirkulasi udara, serta penggunaan peralatan rumah tangga dapat memengaruhi perubahan suhu, kelembapan, dan kualitas udara.



Gambar 13. Wujud Fisik Prototipe Pendeteksi Kualitas Udara Berbasis NodeMCU

Piranti ini juga dilengkapi dengan OLED yang akan menjadi indikator pada piranti nantinya, dengan menghubungkan prototipe dengan kabel USB data selanjutnya akan dilanjutkan dengan percobaan koneksi dan antarmuka dari sensor.

4.2 Realisasi Pengguna (*user interface*) ThingSpeak

Dari sisi perangkat lunak, sistem diintegrasikan dengan platform *cloud* ThingSpeak sebagai media utama dalam proses penyimpanan dan visualisasi data berbasis *Internet of Things* (IoT). Konfigurasi pada platform ini dilakukan dengan membagi parameter pengukuran ke dalam beberapa *field*, yaitu konsentrasi gas dari sensor MQ-135, serta suhu dan kelembapan dari sensor DHT11. Data yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266 akan tersimpan secara otomatis pada server *cloud* dan divisualisasikan dalam bentuk grafik *time series*, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau perubahan kondisi lingkungan secara kontinu (Shahid et al., 2025; Narayana et al., 2024). Selain menggunakan ThingSpeak, sistem juga dikembangkan dengan web monitoring sebagai antarmuka tambahan yang berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor secara lebih fleksibel dan interaktif. Web monitoring ini berperan sebagai *frontend* yang mengambil data dari server ThingSpeak melalui API, kemudian menyajikannya kembali dalam bentuk tampilan yang lebih informatif, seperti grafik, indikator status, serta data numerik secara *real-time*. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi kualitas udara melalui browser tanpa harus masuk langsung ke platform ThingSpeak, sehingga meningkatkan kemudahan akses dan pengalaman pengguna (Khan et al., 2024; Srinivasan et al., 2025). Selain monitoring berbasis web dan *cloud*, sistem juga dilengkapi dengan tampilan lokal menggunakan OLED yang terpasang pada perangkat. OLED berfungsi sebagai indikator langsung yang menampilkan nilai konsentrasi gas, suhu, kelembapan, serta status kondisi udara (Baik/Buruk) berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan dalam program. Keberadaan tampilan lokal ini menjadi penting untuk memastikan bahwa pengguna tetap dapat memperoleh informasi secara langsung meskipun tidak sedang terhubung dengan jaringan internet.

Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mengintegrasikan tiga metode monitoring, yaitu melalui platform ThingSpeak sebagai penyimpanan data *cloud*, web monitoring sebagai antarmuka visual berbasis browser, serta OLED sebagai tampilan lokal. Integrasi ini memberikan fleksibilitas tinggi bagi pengguna dalam mengakses informasi kualitas udara secara *real-time*, baik secara langsung di lokasi maupun secara daring, sehingga sistem mampu mendukung pemantauan lingkungan secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.



Gambar 14. Tampilan Antarmuka Grafik Time Series pada Platform ThingSpeak

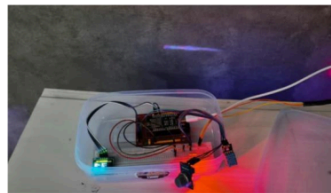


Gambar 15. Tampilan Antarmuka Dashboard Monitoring Kualitas Udara Berbasis Web

4.3 Pengujian Alat

Pengujian sistem monitoring kualitas udara dilakukan secara langsung di dalam ruangan untuk mensimulasikan kondisi lingkungan nyata. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati respons sensor MQ-135 terhadap perubahan kualitas udara, serta memverifikasi kestabilan pembacaan suhu dan kelembapan dari sensor DHT11 yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266. Proses pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan terkontrol. Pada tahap awal, sistem dinyalakan dan dibiarkan dalam kondisi lingkungan normal selama beberapa menit untuk memperoleh nilai dasar (*baseline*) pembacaan sensor. Pada tahap ini, nilai konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan dicatat melalui tampilan OLED serta dibandingkan dengan data yang ditampilkan pada platform ThingSpeak. Selanjutnya, dilakukan tahap pemberian stimulus terhadap kondisi udara di sekitar sensor, seperti menghadirkan sumber asap atau meningkatkan aktivitas dalam ruangan, untuk mengamati perubahan nilai yang dihasilkan oleh sensor MQ-135. Data yang ditampilkan pada OLED kemudian dibandingkan dengan data yang terekam pada ThingSpeak guna memastikan konsistensi antara pembacaan lokal dan data yang dikirimkan ke server.

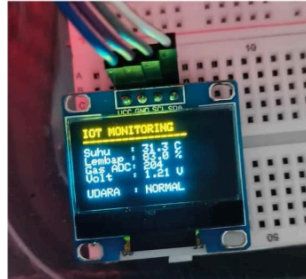
Melalui rangkaian pengujian tersebut, sistem dievaluasi berdasarkan tiga aspek utama, yaitu akurasi respons sensor terhadap perubahan kualitas udara, kestabilan pembacaan parameter lingkungan, serta keandalan komunikasi data dalam sistem berbasis *Internet of Things* (IoT).



Gambar 16. Proses Pengujian Alat

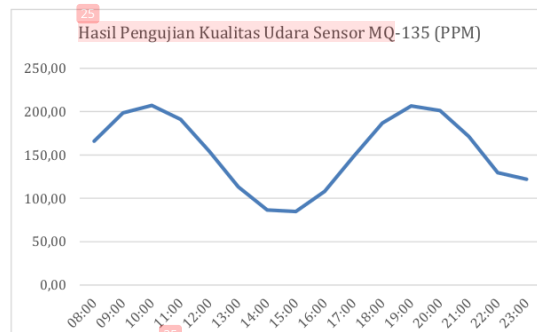
4.4 Hasil Dari Penelitian

Berdasarkan hasil realisasi perangkat keras, seluruh komponen berhasil dirangkai dan berfungsi sesuai dengan perancangan awal. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan konsentrasi gas di dalam ruangan yang ditunjukkan melalui fluktuasi nilai analog (ADC). Sensor DHT11 juga berhasil membaca suhu dan kelembapan lingkungan dengan cukup stabil. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266 dan ditampilkan secara langsung melalui OLED sebagai indikator kondisi udara lokal. Tampilan OLED memuat informasi nilai gas, suhu, kelembapan, serta status kondisi udara berdasarkan ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan.



Gambar 17. Contoh Tampilan Oled Sesuai Kondisi Udara Didalam Ruangan

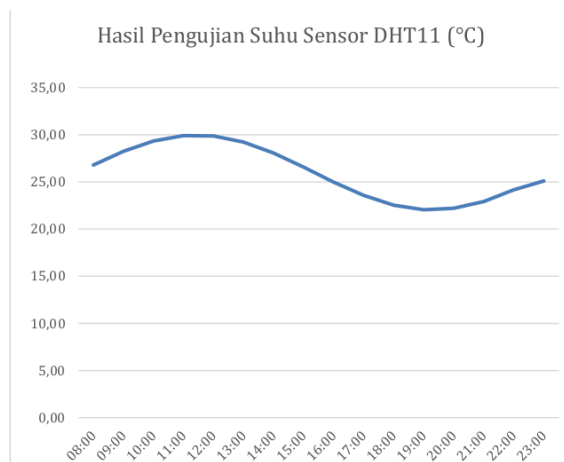
Data diambil dari jam 08:00 pagi sampai jam 23:00 malam untuk melihat apakah alat dapat bekerja dengan baik seperti yang terlihat pada grafik berikut ini:



Gambar 18. Hasil Pengujian Kualitas Udara Sensor MQ-135

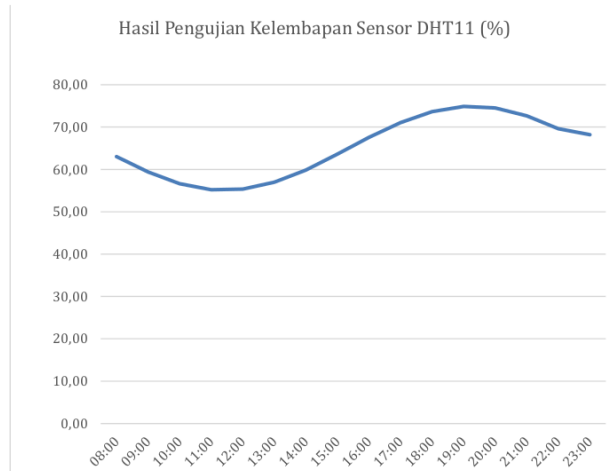
Berdasarkan Gambar 18, yaitu hasil pengujian kualitas udara menggunakan sensor MQ-135, terlihat bahwa konsentrasi gas di dalam ruangan mengalami perubahan yang cukup dinamis pada rentang waktu pukul 08.00 hingga 23.00. Nilai konsentrasi gas pada pagi hari cenderung meningkat dan mencapai puncak sekitar pukul 10.00 dengan nilai di atas 200 ppm. Setelah itu, nilai konsentrasi gas mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai titik terendah pada sekitar pukul 14.00–15.00 dengan nilai sekitar 85–90 ppm. Memasuki sore hingga malam hari, konsentrasi gas kembali meningkat dan mencapai puncak kedua pada sekitar pukul 19.00 dengan nilai lebih dari 200 ppm sebelum akhirnya kembali menurun pada pukul 22.00–23.00. Fluktuasi nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kondisi udara secara real-time yang dipengaruhi oleh aktivitas di dalam

ruangan, sirkulasi udara, serta keberadaan sumber polutan seperti asap, penggunaan perangkat elektronik, maupun aktivitas penghuni ruangan.



Gambar 19. Hasil Pengujian Suhu Sensor DHT11

Berdasarkan Gambar 19, yaitu hasil pengujian suhu menggunakan sensor DHT11, terlihat bahwa suhu ruangan mengalami perubahan secara bertahap selama periode pengamatan dari pukul 08.00 hingga 23.00. Pada pagi hari, suhu berada pada kisaran 26–27°C dan terus meningkat hingga mencapai suhu tertinggi sekitar 30°C pada pukul 11.00–12.00. Kondisi ini menunjukkan adanya peningkatan suhu lingkungan akibat pengaruh aktivitas penghuni dan intensitas panas pada siang hari. Setelah pukul 12.00, suhu mulai mengalami penurunan secara perlahan hingga mencapai titik terendah sekitar 22°C pada pukul 19.00–20.00. Memasuki malam hari, suhu kembali mengalami sedikit peningkatan hingga mencapai sekitar 25°C pada pukul 23.00. Perubahan suhu yang terjadi menunjukkan bahwa sensor DHT11 mampu membaca kondisi suhu lingkungan secara stabil dan real-time sesuai dengan perubahan kondisi udara di dalam ruangan sepanjang waktu pengamatan.



Gambar 20. Hasil Pengujian Kelembapan Sensor DHT11

Berdasarkan grafik hasil pengujian kelembapan menggunakan sensor DHT11, terlihat bahwa tingkat kelembapan udara di dalam ruangan mengalami perubahan yang cukup stabil selama periode pengamatan dari pukul 08.00 hingga 23.00. Pada pagi hari, kelembapan berada pada kisaran 63% kemudian mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai nilai terendah sekitar 55% pada pukul 11.00–12.00. Setelah itu, kelembapan mulai meningkat secara perlahan pada sore hari dan mencapai nilai tertinggi sekitar 74–75% pada pukul 19.00–20.00. Memasuki malam hari, tingkat kelembapan kembali mengalami sedikit penurunan hingga berada pada kisaran 68% pada pukul 23.00. Pola perubahan tersebut menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik dengan suhu udara, di mana ketika suhu meningkat maka kelembapan cenderung menurun, sedangkan ketika suhu menurun maka kelembapan meningkat. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor DHT11 mampu membaca perubahan kelembapan udara secara real-time dan konsisten sesuai kondisi lingkungan di dalam ruangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring mampu merekam perubahan parameter lingkungan secara *real-time* pada rentang waktu pukul 08.00 hingga 23.00. Nilai konsentrasi gas yang dibaca sensor MQ-135 mengalami fluktuasi yang cukup signifikan dengan nilai tertinggi mencapai 206 ppm pada pukul 10.00 dan 19.00, sedangkan nilai terendah berada pada pukul 15.00 sebesar 85 ppm. Perubahan tersebut menunjukkan adanya pengaruh aktivitas penghuni, sirkulasi udara, dan kondisi lingkungan terhadap konsentrasi gas di dalam ruangan. Sementara itu, suhu ruangan mengalami peningkatan pada siang hari dan mencapai nilai tertinggi sekitar 29.9°C pada pukul 12.00 sebelum mengalami penurunan pada sore hingga malam hari.

Pada parameter kelembapan udara, nilai yang diperoleh menunjukkan pola yang berbanding terbalik dengan suhu. Kelembapan terendah terjadi pada pukul 11.00–12.00 dengan nilai sekitar 55%, sedangkan kelembapan tertinggi terjadi pada malam hari dengan nilai mencapai 74% pada pukul 19.00–20.00. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketika suhu meningkat maka kelembapan udara cenderung menurun, sedangkan saat suhu menurun kelembapan meningkat. Secara keseluruhan, data hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring kondisi lingkungan dalam ruangan secara konsisten dan dapat digunakan sebagai indikator sederhana untuk mengetahui perubahan kualitas udara berdasarkan parameter konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan udara.

Meskipun demikian, beberapa pendekatan yang telah dikembangkan masih memiliki keterbatasan, seperti akurasi sensor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta kurangnya kalibrasi terhadap alat standar (Shahid et al., 2025). Selain itu, sebagian sistem hanya berfokus pada satu parameter lingkungan tanpa mempertimbangkan keterkaitan antara kualitas udara, suhu, dan kelembapan (Narayana et al., 2024). Di sisi lain, kelebihan dari sistem berbasis IoT adalah kemampuannya dalam melakukan monitoring secara *real-time*, fleksibel, dan dapat diakses secara jarak jauh melalui jaringan internet (Benammar et al., 2018).

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis *Internet of Things* menggunakan NodeMCU ESP8266, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berhasil bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Integrasi antara sensor MQ-135, sensor DHT11, OLED Display, serta platform ThingSpeak mampu berjalan dengan baik dalam proses pembacaan, pengolahan, penampilan, dan pengiriman data secara *real-time*. Sistem mampu memantau parameter konsentrasi gas, suhu, dan kelembapan udara sebagai indikator sederhana kondisi kualitas udara dalam ruangan. Data hasil pembacaan sensor juga berhasil ditampilkan secara lokal melalui OLED dan dipantau secara *online* melalui platform ThingSpeak berbasis cloud.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merekam perubahan kondisi lingkungan pada rentang waktu pukul 08.00 hingga 23.00 secara konsisten. Nilai konsentrasi gas yang dibaca sensor MQ-135 berada pada rentang 85–206 ppm, suhu udara berada pada rentang 22,0–29,9°C, dan kelembapan udara berada pada rentang 55–74%. Nilai konsentrasi gas tertinggi terjadi pada pukul 10.00 dan 19.00 sebesar 206 ppm, sedangkan nilai terendah terjadi pada pukul 15.00 sebesar 85 ppm. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 12.00 sebesar 29,9°C dan suhu terendah pada pukul 19.00 sebesar 22,0°C. Sementara itu, kelembapan tertinggi terjadi pada pukul 19.00–20.00 sebesar 74% dan kelembapan terendah pada pukul 11.00–12.00 sebesar 55%. Berdasarkan kategori kondisi udara yang digunakan dalam penelitian, sebagian besar hasil pengujian masih berada pada kategori baik hingga peringatan sehingga sistem dapat digunakan sebagai solusi monitoring kualitas udara dalam ruangan yang sederhana dan *real-time*.

Meskipun sistem telah berjalan dengan baik, masih terdapat beberapa aspek yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan performa dan akurasi sistem. Penggunaan sensor gas dengan kemampuan identifikasi gas yang lebih spesifik dan tingkat akurasi yang lebih tinggi dapat meningkatkan kualitas hasil pengukuran dibandingkan sensor MQ-135 yang bersifat umum. Selain itu, proses kalibrasi sensor dapat dilakukan menggunakan alat ukur standar untuk memperoleh validitas data yang lebih baik. Pengembangan berikutnya juga dapat dilakukan dengan menambahkan fitur notifikasi otomatis ketika kondisi udara berada pada kategori buruk, serta penambahan parameter lain seperti PM2.5, karbon monoksida (CO), dan TVOC agar sistem monitoring kualitas udara menjadi lebih lengkap, akurat, dan informatif.

Kontribusi Penulis:

Konseptualisasi: HB dan DS; Metodologi: HB; Perangkat Lunak: HB; Validasi: HB, AW, dan DS; Analisis formal: HB; Investigasi: HB; Sumber daya: AW; Kurasi data: HB; Penulisan—persiapan draf asli: HB; Penulisan peninjauan dan penyuntingan: AW dan DS; Supervisi: AW.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data:

Data hasil pengujian sistem tersedia atas permintaan kepada penulis yang sesuai.

Ucapan Terima Kasih:

Saya Haidar Bagas Syarifudin sebagai Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Agusma Wijansyah dan Bapak Didi Susilo Budi Utomo selaku dosen pembimbing di

Politeknik Negeri Samarinda atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan makalah ini. Seluruh komponen perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengadaan mandiri oleh penulis sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Samarinda. Dalam proses penelitian ini, penulis memanfaatkan perangkat kecerdasan buatan (AI), yaitu ChatGPT (OpenAI) dan Gemini (Google), sebagai alat bantu dalam pembangkitan kode program (code generation) pada implementasi perangkat lunak berbasis Arduino IDE, khususnya dalam penulisan logika program dan pengelolaan tampilan OLED. Seluruh hasil yang dihasilkan dari penggunaan perangkat AI tersebut telah ditinjau, dimodifikasi, dan divalidasi oleh penulis sesuai dengan kebutuhan sistem. Adapun keseluruhan ide penelitian, metodologi, analisis, dan interpretasi hasil sepenuhnya merupakan hasil kerja penulis.

Konflik Kepentingan:

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Referensi

- [1] M. Khan, Z. Rahman, S. Chowdhury, T. Ontor, M. Hossen, N. Khan, and H. Rahman, "Real-Time Environmental Monitoring Using Low-Cost Sensors in Smart Cities with IoT," *International Journal for Multidisciplinary Research*, 2024, doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i01.23163.
- [2] P. Srinivasan, J. Fredlin, M. Subramanian, and R. Shankar, "IoT-Based Real-Time Air and Water Quality Monitoring System Using ESP32 and ThingSpeak," *FMDB Transactions on Sustainable Intelligent Networks*, 2025, doi: 10.69888/ftsin.2025.000369.
- [3] A. Aserkar, S. Godla, Y. El-Ebiary, K. Ramesh, and J. Ramesh, "Real-time Air Quality Monitoring in Smart Cities using IoT-enabled Advanced Optical Sensors," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2024, doi: 10.14569/ijacsa.2024.0150487.
- [4] P. R., "Real-Time Air Quality Monitoring Using Low-Cost Sensors – IoT System," *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 2025, doi: 10.55041/ijserem47226.
- [5] C. Enrique, P. Salvador, O. Alsamra, M. Redel-Macias, and M. Dorado, "Real-Time Intelligent Monitoring of Outdoor Air Quality in an Urban Environment Using IoT and Machine Learning Algorithms," *Applied Sciences*, 2025, doi: 10.3390/app15169088.
- [6] E. Wirawan, A. Tafrikhatin, I. Elyana, "Design of a NodeMCU-Based Real-Time Air Quality Monitoring System Using the Blynk Application," *Jurnal E-Komtek*, 2023, doi: 10.37339/e-komtek.v7i2.1533.
- [7] S. Salvi, H. Tiwari, and S. Bobade, "Integrated IoT System for Real-Time Air Quality Assessment in Diverse Environments," *International Research Journal of Multidisciplinary Scope*, 2025, doi: 10.47857/irjms.2025.v06i01.02831.
- [8] S. Shahid, D. Brown, P. Wright, A. Khasawneh, B. Taylor, and O. Kaiwartya, "Innovations in Air Quality Monitoring: Sensors, IoT and Future Research," *Sensors*, vol. 25, 2025, doi: 10.3390/s25072070.
- [9] T. Narayana et al., "Advances in Real-Time Smart Monitoring of Environmental Parameters Using IoT and Sensors," *Heliyon*, vol. 10, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e28195.
- [10] M. Benammar, A. Abdaoui, S. Ahmad, F. Touati, and A. Kadri, "A Modular IoT Platform for Real-Time Indoor Air Quality Monitoring," *Sensors*, vol. 18, 2018, doi: 10.3390/s18020581.
- [11] Y. Abdullahi, I. G. Saidu, M. B. Abdullahi, and K. A. Dabai, "Development and Validation of an Ammonia (NH₃) Gas Concentration Measurement Device for Industrial and Health Application," *IJRLAS*, vol. 10, no. 7, pp. 212–230, 2024.
- [12] X. Chen et al., "IoT-Based Environmental Monitoring System Using Multi-Sensor Integration," 2023.
- [13] A. Kumar et al., "Performance Analysis of Low-Cost Temperature and Humidity Sensors for IoT Applications," 2023.
- [14] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2011). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [15] Merabet, G. H., Essaaidi, M., Ben Haddou, M., Qolomany, B., Qadir, J., Anan, M., Al-Fuqaha, A., Abid, M. R., & Benhaddou, D. (2021). Intelligent building control systems for thermal comfort and energy-efficiency: A systematic review of artificial intelligence-assisted techniques. arXiv.

ORIGINALITY REPORT

27%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

20%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- 1 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Semarang
Student Paper 5%
- 2 repository.umsu.ac.id
Internet Source 2%
- 3 ejournal.publine.or.id
Internet Source 1%
- 4 Aeltri Jeacfky Gozal Go, Fajerin Biabdillah, Agusma Wajiansyah. "SMART AGRICULTURE: PEMANFAATAN SENSOR DHT11 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN SUHU DAN KELEMBAPAN UDARA", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2026
Publication 1%
- 5 Jonathan Raimundus, Fajerin Biabdillah. "SISTEM PENGUKURAN KETINGGIAN AIR BERBASIS IOT SEBAGAI PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN NODEMCU V3 ESP8266", PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer, 2026
Publication 1%
- 6 Submitted to Telkom University
Student Paper 1%
- 7 Wa ode denada mar ella -, Fajerin Biabdillah -, Agusma Wajiansyah -, Abbizar Mulia -. "SMARTSOIL: SISTEM MONITORING KELEMBABAN TANAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN

SENSOR SOIL MOISTURE", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2026

Publication

8	journalcenter.org Internet Source	1 %
9	repositori.usu.ac.id:8080 Internet Source	1 %
10	Son Ali Akbar, Muhammad Azis Sidiq, Anton Yudhana, Rahmat Rian Hidayat. "Integration of Smart Sensors with IoT Systems to Monitor Nitrogen Gas Levels in Biogas Reactors", Jurnal Pekommas, 2025 Publication	1 %
11	Submitted to itera Student Paper	1 %
12	Ahmad Umar Farisi -, Anton Brevia Yunanda -. "RANCANG BANGUN SISTEM GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN MELON PADA LAHAN SEMPIT", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2026 Publication	<1 %
13	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	<1 %
14	123dok.com Internet Source	<1 %
15	Indra Gunawan, Muhamad Sadali, M. Nurul Wathoni, M. Taupik Hidayat Ramdan. "Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Kontrol Blower Otomatis", Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi, 2026 Publication	<1 %
16	Submitted to Fakultas Teknik	

<1 %

17 repositori.umrah.ac.id

Internet Source

<1 %

18 Abbizar Mulia, Fajerin Biabdillah, Agusma Wajiansyah, Aeltri Jeacfy Gozal Go.

"AQUAMONITOR: SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN NODEMCU V3 ESP8266", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2026

Publication

<1 %

19 repository.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

20 repository.uinjkt.ac.id

Internet Source

<1 %

21 Jumawal, Harianto, Mahpuz, Muhammad Wasil. "Perbandingan Performa Sensor DHT11, DHT22, dan 808H5V5 terhadap Pengukuran Kelembapan Udara Berbasis Internet Of Things", Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi, 2026

Publication

<1 %

22 Juliana Widianti Dwi Putri, Joyce Rosita Firdaus, Luthfi Sifa Khaerunnisa Khaerunnisa, Susilowati Sobur. "SISTEM MONITORING SUHU, KELEMBAPAN DAN GAS BERBASIS IOT PADA LAB KOMPUTER", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025

Publication

<1 %

23 Submitted to Universitas Muslim Indonesia

Student Paper

<1 %

24 rcf-indonesia.org

Internet Source

<1 %

25 Danny Kurnianto, Kemuning Nenden Testy, Prasetyo Yuliantoro. "Sistem Monitoring

<1 %

Kualitas Udara Berbasis Komunikasi LoRa di IT Telkom Purwokerto", Dinamika Rekayasa, 2022

Publication

26 Noviardi, Arif Budiman, Michael Franata. "Perancangan Prototype Pemantauan Polusi Udara dalam Ruang Berbasis IoT", Technologica, 2024

Publication

<1 %

27 Submitted to Universitas Islam Bandung

Student Paper

<1 %

28 ejurnal.polnes.ac.id

Internet Source

<1 %

29 jurnal.unimar-amni.ac.id

Internet Source

<1 %

30 mulstorywander.blogspot.com

Internet Source

<1 %

31 repository.ittelkom-pwt.ac.id

Internet Source

<1 %

32 Submitted to Universitas Merdeka Malang

Student Paper

<1 %

33 Submitted to Universitas Muhammadiyah Palembang

Student Paper

<1 %

34 Submitted to iGroup

Student Paper

<1 %

35 repository.upi.edu

Internet Source

<1 %

36 Veri Arinal, Reza Setiawan, Reno Sandi Prabowo. "Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara Pada Budidaya Tanaman Umkm Fikky Gunawan Pulo Gebang Berbasis IoT", INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 2024

Publication

<1 %

37	journals.upi-yai.ac.id Internet Source	<1 %
38	repositori.uma.ac.id Internet Source	<1 %
39	Janny Franka Polii. "OSEANOGRAFI FISIKA PERAIRAN TELUK AMURANG MENURUT PERIODE UMUR BULAN", JURNAL PERIKANAN DAN KELAUTAN TROPIS, 2012 Publication	<1 %
40	Submitted to Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang Student Paper	<1 %
41	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sukabumi Student Paper	<1 %
42	Akhmad Rizqi Kamal, Widi Aribowo, Aditya Chandra Hermawan, Ayusta Lukita Wardani. "Rancang Bangun Prototipe Smart Solar Tracker Dual Axis Dengan Inspirasi Bunga Matahari", Journal of Electrical Engineering, 2025 Publication	<1 %
43	Andian Syah Lizal, Ahmad Imam Santoso. "Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Kualitas Udara Berbasis Arduino Uno", Jurnal Minfo Polgan, 2025 Publication	<1 %
44	Serap Uğur. "Transforming Education with Singularity Technologies - Lifelong Learning from Childhood to Adulthood", CRC Press, 2026 Publication	<1 %
45	adoc.tips Internet Source	<1 %
46	blog.citos.id Internet Source	<1 %

47	journal.stekom.ac.id Internet Source	<1 %
48	zaedkfc.blogspot.com Internet Source	<1 %
49	Muhamad Sadali, Yupi Kuspani Putra, Lalu Kertawijaya, Indra Gunawan. "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara Dijalan Raya Dengan Platform IOT", Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi, 2022 Publication	<1 %
50	Novri Erdani Putra, Putra Jaya. "Rancangan Bangun Sistem Otomatisasi Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Bayam Hijau berbasis Internet of Things (IoT)", TSAQOFAH, 2025 Publication	<1 %
51	jurnal.polibatam.ac.id Internet Source	<1 %
52	proceeding.unisayogya.ac.id Internet Source	<1 %
53	www.mdpi.com Internet Source	<1 %
54	www.rakyaatterkini.com Internet Source	<1 %
55	Marwanto Marwanto, Suharjanto Suharjanto, Feby Rantau Jeniyansah. "ALAT PEMANTAU KONDISI PASIEN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN TAMPILAN GRAFIK TERHUBUNG THINGSPEAK", Teknika, 2024 Publication	<1 %
56	Submitted to STT PLN Student Paper	<1 %
57	Scendynawa24. "Literatur review: penggunaan Internet of things (IoT) dalam pemantauan suhu dan kelembapan	<1 %

menggunakan sensor DHT11", JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan, 2024

Publication

58 ejurnal.seminar-id.com <1 %
Internet Source

59 journal.eng.unila.ac.id <1 %
Internet Source

60 repository.iti.ac.id <1 %
Internet Source

61 www.microthings.id <1 %
Internet Source

62 www.scribd.com <1 %
Internet Source

63 Agni Andhini, Ibrahim Ibrahim, Yuliarman Saragih. "Implementing the Styins Home Application on Smart Home Security Using Firebase Real-Time Database", Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering), 2020
Publication

64 Andra Erlangga, Arief Wicaksono. "Silicone Turbidity Monitoring System Using IoT for Extruder Machine", Indonesian Journal of Innovation Studies, 2026
Publication

65 Boni Pahlanop Lapanporo. "Prototipe Sistem Telemetri Berbasis Sensor Suhu dan Sensor Asap untuk Pemantau Kebakaran Lahan", POSITRON, 2011
Publication

66 Made Santo Gitakarma, Ketut Udy Ariawan, I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram. "Peran Mikrokontroler Dalam Pengembangan Aplikasi IoT: Tinjauan Konseptual dan Implementasi", KOMTEKS, 2025
Publication

67 Muhammad Arkan Fauzi, Setyawan Ajie Sukarno. "PENGEMBANGAN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS IOT: INTEGRASI SENSOR MQ-02 DAN DHT11 UNTUK PEMANTAUAN REAL-TIME", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025
Publication

<1 %

68 Renno Sandi Prabowo, Veri Arinal. "Prototipe Sistem Monitoring Pembersih Udara Pada Ruangan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Untuk Kontrol Blower Berbasis Internet of Things Dengan Menggunakan NODE MCU ESP8266, BLYNK dan THINGSPEAK", INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 2025
Publication

<1 %

69 Rr. Citra Aristi Amelia, Edy Mulyantomo, Sugeng Rianto. "PERSEPSI PENGGUNA JASA TRANS JATENG TERHADAP KUALITAS PELAYANAN ANGKUTAN AGLOMERASI PERKOTAAN TRANS JATENG (Studi Kasus Trans Jateng Koridor I Semarang (Tawang) - Bawen)", Solusi, 2020
Publication

<1 %

70 core.ac.uk
Internet Source

<1 %

71 es.scribd.com
Internet Source

<1 %

72 journal.unm.ac.id
Internet Source

<1 %

73 jurnal.umrah.ac.id
Internet Source

<1 %

74 koreascience.or.kr
Internet Source

<1 %

75 ojs.polmed.ac.id
Internet Source

<1 %

76	repository.unas.ac.id Internet Source	<1 %
77	suaraforikes.webs.com Internet Source	<1 %
78	widuri.raharjo.info Internet Source	<1 %
79	www.iqair.com Internet Source	<1 %
80	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
81	Dzaki Fajri Arrafi. "PEMANFAATAN TELEMETRI UNTUK SISTEM PENGENDALI SUHU PADA KUMBUNG JAMUR BERBASIS LORA", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025 Publication	<1 %
82	Basilus Rinaldi, Kiki Novia Arenty Kamisa, Servasius Hartoyo, Hamzah, Zulkarnain, M. Isnaini. "Rancangan Alat Monitoring AQHT (Air Quality, Humidity and Temperature) Berbasis Arduino NodeMCU dengan IoT", Kappa Journal, 2025 Publication	<1 %
83	Imam Purwanto, M. Yusuf Hamdani. "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) pada Smart House untuk Mitigasi Kebocoran Gas dan Pengendalian Suhu pada Ruang Pemeriksaan Dokter di Klinik", Jurnal Minfo Polgan, 2025 Publication	<1 %
84	Laliyanto Laliyanto, Nurjazuli Nurjazuli, Suhartono Suhartono. "PENGARUH FAKTOR LINGKUNGAN FISIK RUMAH DENGAN KEJADIAN PNEUMONIA BALITA", JURNAL RISET KESEHATAN POLTEKKES DEPKES BANDUNG, 2023 Publication	<1 %

85

Teguh Pratama. "PERANCANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC", Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 2025

Publication

<1%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches Off