

Sistem pemantau kualitas udara ruangan berbasis *Internet of Things* (IoT)

Nazwa Rafilla, Anggi Rizky Windra Putri

Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta
Email: nazwararafilla@gmail.com

Abstrak

Kualitas udara yang buruk dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, sehingga diperlukan sistem pemantauan yang akurat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan simulator pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan ESP32 dan sensor MQ-135 pada platform Wokwi. Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas polutan di udara dan mengonversinya ke dalam nilai Parts Per Million (PPM), yang kemudian ditampilkan pada LCD sebagai indikator kualitas udara. Sistem ini juga dilengkapi dengan LED sebagai penanda kondisi udara baik atau buruk. Data hasil pengukuran dikirimkan secara real-time ke platform Antares melalui protokol HTTP dalam format JSON untuk pemantauan jarak jauh. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, di mana sensor berhasil membaca kualitas udara dan mengirimkan data secara efektif ke Antares. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut dalam implementasi pemantauan kualitas udara berbasis IoT pada perangkat keras nyata serta integrasi dengan sistem analitik yang lebih komprehensif untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan pemantauan kualitas udara.

Kata Kunci: antares; Internet of Things (IoT); pemantau kualitas udara; wokwi

Internet of things (IoT) based indoor air quality monitoring system

Abstract

Poor air quality can have a negative impact on human health, so an accurate and efficient monitoring system is needed. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT) based air quality monitoring simulator using ESP32 and MQ-135 sensors on the Wokwi platform. The MQ-135 sensor is used to detect the concentration of pollutant gases in the air and convert it into Parts Per Million (PPM) values, which are then displayed on the LCD as an indicator of air quality. This system is also equipped with an LED to indicate good or bad air conditions. Measurement data is sent in real-time to the Antares platform via HTTP protocol in JSON format for remote monitoring. The simulation results show that the system is able to function as expected, where the sensors succeed in reading air quality and sending data effectively to Antares. It is hoped that this research can become a basis for further development in implementing IoT-based air quality monitoring on real hardware as well as integration with more comprehensive analytical systems to increase the efficiency and reliability of air quality monitoring.

Keywords: antares; air quality monitor; Internet of Things (IoT); wokwi

1. Pendahuluan

Udara adalah komponen vital yang merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Prakoso & Wellem, 2022). Kebersihan udara memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan fisik dan mental, terutama udara di dalam ruangan yang memegang peranan penting dalam menjaga kesehatan. Hal ini perlu mendapat perhatian lebih, mengingat sebagian besar waktu kita dihabiskan di dalam ruangan, seperti di rumah, kantor, sekolah, maupun *supermarket* (Gita C. Ulaan et al., 2022).

Pencemaran udara dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang bersumber dari proses biologis maupun non-biologis. Beberapa di antaranya meliputi asap, emisi kendaraan bermotor, asap pabrik, limbah industri, limbah rumah tangga, dan faktor lainnya (Harpad et al., 2022). Kualitas udara yang baik atau buruk dapat berdampak pada kesehatan serta aktivitas manusia. Udara yang bersih menciptakan rasa nyaman bagi seseorang di suatu lingkungan, memungkinkan mereka beraktivitas dengan lebih optimal dan menyenangkan (Iskandar et al., 2024). Polusi udara dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti ISPA, asma, pneumonia, bronkopneumonia, dan serangan jantung (Octaviano et al., 2022).

Untuk memantau kualitas udara dan suhu, diperlukan alat berbasis teknologi yang mampu mengukur dan menganalisis tingkat kualitas udara secara akurat (Novelan, 2020). Meskipun manusia dapat menggunakan indera untuk memperkirakan apakah udara di sekitarnya bersih atau tercemar, pemantauan berkelanjutan tetap terbatas oleh ruang dan waktu (Rumampuk, 2021).

IoT adalah konsep di mana objek atau perangkat di sekitar kita dapat saling terhubung dan bertukar informasi melalui jaringan internet. Dalam upaya memperoleh udara yang sehat, IoT dapat dimanfaatkan untuk membuat sistem deteksi kualitas udara yang bersih dengan cara yang efisien dan akurat (Hasanuddin & Herdianto, 2023). Sensor gas digunakan untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas di suatu lingkungan. Terdapat berbagai jenis sensor yang disesuaikan dengan jenis gas yang diukur. Sensor MQ dilengkapi dengan resistor variabel yang nilai resistansinya berubah berdasarkan konsentrasi gas yang terdeteksi (Hakim & Susanto, 2020).

Dari pembahasan diatas, maka penulis ingin membuat simulator pemantauan kualitas udara berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor MQ-135 yang terhubung ke ESP32 untuk mendeteksi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), metana (CH₄), dan asap. Hasil pengukuran kualitas udara ditampilkan pada LCD I2C, dengan indikator LED hijau untuk kualitas udara yang baik dan LED merah untuk kualitas udara yang buruk. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke platform Antares untuk pemantauan lebih lanjut.

2. Metode

Penelitian ini mengikuti tahapan yang sistematis dengan menggunakan metode waterfall, yang menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari pengumpulan informasi dan analisis, perancangan sistem dan aplikasi, penulisan kode sumber aplikasi, pengujian sistem dan aplikasi, serta pemeliharaan.

Tahapan-tahapan dari metode Waterfall adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan
Tahap analisis ini, peneliti akan menganalisis kebutuhan sistem yang akan digunakan nantinya (Donny Maulana et al., 2023).
2. Perancangan Sistem
Pada tahap ini, bertujuan untuk mengubah hasil analisis kebutuhan menjadi rancangan model yang akan dibuat, termasuk skema alat dan program (Muhammad Ahmad K, 2024).
3. Implementasi
Pada tahap ini, dilakukan pengkodean dan pembuatan aplikasi berdasarkan analisis serta desain sistem (Ridwan & Fitri, 2021).
4. Pengujian
Pada tahap ini, menghubungkan dan menguji modul sistem untuk memastikan kompatibilitas serta memperbaiki kesalahan (Adi Firmansyah et al., 2024) .
5. Pemeliharaan
Pemeliharaan mencakup perbaikan kesalahan yang belum terdeteksi pada tahap sebelumnya (Abdul Wahid, 2020).



Gambar 1. Metode Waterfall

Gambar 1 menggambarkan tahapan penelitian yang dirancang agar mudah diaplikasikan, sehingga metode waterfall menawarkan pendekatan pengembangan perangkat lunak secara sekuensial dan terstruktur (Pricillia, 2021).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Parameter Klasifikasi Udara

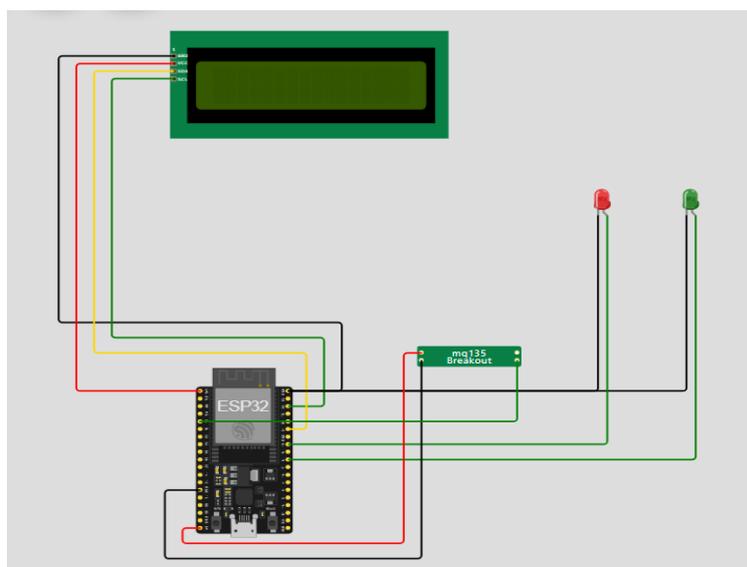
Tabel 1. Parameter Kualitas Udara

Kondisi	Nilai Kualitas	Status Lampu	Tampilan LCD
Baik	<100	Hijau	Udara Baik
Tidak Baik	>100	Merah	Udara Tidak Baik

Parameter klasifikasi udara dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori berdasarkan nilai kualitas udara yang ditampilkan melalui lampu indikator dan layar LCD. Jika nilai kualitas udara kurang dari 100, udara dikategorikan sebagai "Baik", ditandai dengan lampu hijau dan tampilan LCD yang menunjukkan "Udara Baik". Sebaliknya, jika nilai kualitas udara melebihi 100, udara dianggap "Tidak Baik", ditandai dengan lampu merah dan tampilan LCD yang menampilkan "Udara Tidak Baik". Sistem ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memahami kondisi udara secara visual.

3.2. Implementasi Alat Simulator Pemantau Kualitas Udara

Pada tahap ini merupakan pembuatan simulator pemantau kualitas udara dalam ruangan. Simulator ini menggunakan perangkat lunak sebagai berikut, ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengirimkan data dan juga internet ke alat IoT yang digunakan, hasil implementasi ditunjukkan pada gambar 3.1. MQ135 sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi kualitas udara, khususnya gas berbahaya dan polutan tertentu. LCD digunakan untuk menampilkan informasi, seperti nilai yang dibaca dari potensiometer. LED Terdapat dua LED (merah dan hijau) yang kemungkinan digunakan sebagai indikator status. Misalnya: LED merah menyala jika nilai potensiometer melebihi ambang batas yang menunjukkan kualitas udara buruk. LED hijau menyala jika nilai potensiometer dibawah ambang batas sehingga kualitas udara baik. Kabel Penghubung digunakan untuk menghubungkan semua komponen secara elektronik, termasuk sambungan antara LCD, potensiometer, LED, dan ESP32.



Gambar 2. Simulator Pemantau Kualitas Udara

3.3. Konfigurasi

Pada bagian ini, simulator yang telah dibuat dilanjutkan dengan konfigurasi sistem dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan sensor MQ-135 untuk mendeteksi kualitas udara seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2.

```
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2
3 // Kode untuk ESP32/ESP8266 dan Antares
4 #if defined(ESP8266)
5 #include <ESP8266WiFi.h>
6 #include <WiFiClientSecureBearSSL.h> // Untuk ESP8266
7 #elif defined(ESP32)
8 #include <WiFi.h>
9 #include <WiFiClientSecure.h> // Untuk ESP32
10 #endif
11
12 #include <HTTPClient.h>
13
14 #define WIFI_SSID "wokwi-GUEST"
15 #define WIFI_PASSWORD ""
16
17 #define SERIAL_DEBUG_BAUD 115200
18
19 #define ACCESSKEY "938c024c497f852e:036877c6c52f3513" // Ganti dengan access key akun Antares Anda
20 #define applicationName "zakiyah" // Ganti dengan application name Antares yang telah dibuat
21 #define deviceName "udara" // Ganti dengan device Antares yang telah dibuat
22
23 // Inisialisasi LCD I2C
24 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
25
26 // Pin untuk sensor MQ-135
27 #define PPM_PIN 34 // Pin analog untuk sensor MQ-135
28
29 // Pin LED
30 #define LED_GREEN 5
31 #define LED_RED 19
32
33 WiFiClientSecure client;
34
35 // Fungsi untuk menginisialisasi Wi-Fi
36 void InitWiFi() {
37     Serial.println("Connecting to AP ...");
38     WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
39     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
40         delay(500);
41         Serial.print(".");
42     }
43     Serial.println("\nConnected to AP");
44 }
45
46 // Fungsi untuk menyambung ulang Wi-Fi jika terputus
47 void reconnect() {
48     if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
49         Serial.println("Reconnecting to WiFi...");
50         WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
51         while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
52             delay(500);
53             Serial.print(".");
54         }
55         Serial.println("\nReconnected to WiFi");
56     }
57 }
```

Gambar 3. Upload Sketch

Konfigurasi pengiriman data ke Antares dilakukan dengan menghubungkan ESP32 di Wokwi ke Wi-Fi, lalu mengirimkan data sensor MQ-135 menggunakan protokol HTTP dalam format JSON. Data dikirim ke endpoint Antares dengan menambahkan header autentikasi dan payload berisi nilai PPM serta status kualitas udara. Setelah pengiriman, sistem menerima respon dari Antares untuk memastikan data berhasil tersimpan.

Time (WIB)	Resource Index (RI)	Data
2025-01-20T08:07:10.000Z	/antares-cse/cin-1WWUEK9JIBW9lg64frzOjZHyFj9s8Xo	{"ppm":136,"status":"TIDAK BAIK"}
2025-01-20T08:05:54.000Z	/antares-cse/cin-tr31qPsiwkEDI74HJNCnJJNicNRWZ9aO	{"ppm":59,"status":"BAIK"}
2025-01-18T20:24:52.000Z	/antares-cse/cin-21PImAiRJCxt4nINRSqyteWZNbnCfXS	{"ppm":238,"status":"TIDAK BAIK"}
2025-01-18T20:23:55.000Z	/antares-cse/cin-N2UC6e96i3AyqueRGjCPbZUflnW2SCLF	{"ppm":0,"status":"BAIK"}

Gambar 4. Data yang Dikirim ke Antares

3.4. Pengujian

Sistem yang sudah dirakit dilakukan pengujian apakah alat berjalan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Tahap pengujian menggunakan Metode Blackbox. Hasil pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil yang diharapkan, dimana sensor valid sesuai hasil yang diharapkan oleh peneliti seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Kesimpulan
1.	Sensor MQ-135 pada simulator Wokwi membaca kualitas udara dengan mendeteksi gas polutan dan mengonversinya ke nilai PPM	Sistem dapat membaca dan menampilkan kualitas udara berdasarkan data sensor MQ-135 di simulator Wokwi	Berhasil
2.	Hasil simulasi dapat mengirimkan data ke Antares	Sistem dapat mengirimkan data ke Antares dengan sukses	Berhasil

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor MQ-135 di Wokwi berhasil berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Sensor MQ-135 mampu mendeteksi gas polutan dan mengonversinya ke dalam nilai PPM, yang kemudian ditampilkan pada LCD sebagai indikator kualitas udara. Selain itu, sistem berhasil mengirimkan data secara real-time ke platform Antares menggunakan protokol HTTP dalam format JSON, memungkinkan pemantauan kualitas udara secara lebih efisien.

Untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT ini adalah agar implementasi dilakukan pada perangkat keras nyata untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan realistis. Selain itu, penggunaan sensor yang lebih sensitif atau penambahan sensor lain yang dapat mendeteksi berbagai jenis polutan secara lebih detail dapat meningkatkan kualitas pemantauan udara. Pengujian di berbagai lingkungan juga perlu dilakukan untuk memastikan sistem dapat berfungsi optimal dalam kondisi dunia nyata. Integrasi dengan aplikasi mobile atau platform lain untuk analisis data secara lebih mendalam bisa menjadi langkah selanjutnya untuk meningkatkan kegunaan dan aksesibilitas sistem pemantau kualitas udara.

5. Ucapan Terima Kasih

Dengan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, khususnya Program Studi Teknologi Informasi atas dukungan dan bimbingan yang diberikan selama penelitian ini. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada pihak mitra magang

dan seluruh tim pembimbing yang telah membagikan ilmu, pengalaman dan arah berharga selama proses penelitian. Dukungan ini menjadi landasan penting bagi keberhasilan penelitian yang dapat memberi manfaat bagi mitra magang. Semoga hasil karya ini menjadi langkah kecil yang berarti dalam meningkatkan kualitas udara.

Daftar Pustaka

- 2020 *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi* Sumedang STMIK Sumedang Implementasi Alat Pengatur Kelembapan Tanaman Peppermint Hidroponik dengan IoT di Sudiagrifarm Tegal 2023 *JINTEKS* 234-239
- Indoor Air Quality Monitoring System 2022 *Jurnal Teknik Informatika* 17193-104
- Internet of Things-Based Indoor Air Quality Monitoring System Design 2022 *Jurnal Teknik Informatika* 17111-18
- Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet Of Things 2022 *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer* 32147-156
- Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)* 431246-1254
- Perancangan Sistem Gudang Cerdas untuk Pemantauan Lingkungan Gudang Berbasis Internet of Things (IoT) 2024 *JURNAL TIFDA* 12
- 2024 *Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT)* Yogyakarta Universitas Gadjah Mada
- Rancang Bangun Marketplace Berbasis Website menggunakan Metodologi Systems Development Life Cycle (SDLC) dengan Model Waterfall 2021 *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* 522021
- Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet Of Things (IOT) 2023 44976-984
- 2020 *Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Internet of Things* Bandung Politeknik Negeri Bandung
- Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler dan Aplikasi Android 2020 *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan* 42
- Sistem Monitoring Kualitas Udara di Kawasan Industri dengan NODEMCU ESP32 Berbasis IoT *Jurnal Informatika Wicida* 12239-47
- 2024 *Sistem Monitoring Polusi Udara Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP8266 WEMOS D1 WIFIBandung* POLITEKNIK PIKSI GANESHA
- Survey Paper: Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, RAD) 2021 *Bangkit Indonesia* 101