

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

Sistem Pemantauan Polusi Udara Real-Time Berbasis Internet of Things di Kota Tangerang

Yuda Pebrian[1], Roeslan Djutalov[2]

[12]Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
Email: [1]aduychampions@gmail.com, [2]dosen02624@unpam.ac.id

Abstrak–Pencemaran udara di Kota Tangerang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan aktivitas industri dan volume kendaraan bermotor. Sayangnya, sistem pemantauan kualitas udara yang ada saat ini masih terbatas dan sulit diakses secara langsung (real-time) oleh masyarakat umum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan polusi udara berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat mendeteksi dan mengukur kualitas udara secara real-time. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan Prototype. Perangkat keras dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor PMS5003 (partikulat PM2.5 dan PM10), sensor MQ-7 (Karbon Monoksida), sensor MQ-135 (kualitas udara umum), dan BME280 (suhu dan kelembapan). Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu membaca parameter udara dan mengirimkan data secara real-time dengan interval 10 detik. Antarmuka website berhasil memvisualisasikan data dalam bentuk Indeks Kualitas Udara (AQI) dan grafik tren harian. Berdasarkan validasi tren data dengan laporan BMKG, sistem ini menunjukkan pola fluktuasi yang selaras dan layak digunakan sebagai media informasi publik untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat.

Kata Kunci: Polusi Udara; Internet of Things; ESP32; Pemantauan Real-Time; Kualitas Udara.

Abstract–*Air pollution in Tangerang City is increasing along with the growth of industrial activities and the volume of motor vehicles. Unfortunately, the current air quality monitoring system is still limited and difficult for the general public to access in real-time. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based air pollution monitoring system capable of detecting and measuring air quality in real-time. The development method used is the Research and Development (R&D) method with a Prototype approach. The hardware is designed using an ESP32 microcontroller integrated with a PMS5003 sensor (PM2.5 and PM10 particulates), MQ-7 sensor (Carbon Monoxide), MQ-135 sensor (general air quality), and BME280 (temperature and humidity). The test results indicate that the device can read air parameters and transmit data in real-time with a 10-second interval. The website interface successfully visualizes the data in the form of an Air Quality Index (AQI) and daily trend graphs. Based on data trend validation with BMKG reports, this system shows an aligned fluctuation pattern and is suitable for use as a public information medium to increase public awareness.*

Keywords: Air Pollution; Internet of Things; ESP32; Real-Time Monitoring; Air Quality.

1. PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin meningkat akibat berbagai aktivitas manusia, seperti emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri yang masif. Berdasarkan laporan data kualitas udara global, Kota Tangerang menempati urutan kedua sebagai wilayah dengan tingkat polusi tertinggi di Indonesia sepanjang tahun 2024, di mana tingkat polutan partikulat halus (PM2.5) kerap kali melebihi ambang batas aman yang ditetapkan oleh badan kesehatan dunia. Paparan polusi udara dalam jangka panjang ini membawa dampak negatif yang serius terhadap kesehatan masyarakat, mulai dari memicu gangguan pernapasan, asma, hingga penyakit kardiovaskular akut.

Meskipun kondisi kualitas udara ini sangat mengkhawatirkan, akses informasi kualitas udara secara real-time bagi masyarakat umum di Kota Tangerang, khususnya yang tinggal di kawasan pemukiman padat penduduk, masih sangat terbatas. Masyarakat sering kali hanya mengandalkan indra penglihatan (kabut asap) atau penciuman untuk menduga kondisi udara sebelum mereka beraktivitas di luar rumah. Sistem pemantauan yang ada saat ini umumnya hanya dikelola di tingkat pemerintah atau instansi tertentu dan datanya tidak tersaji dalam bentuk yang mudah dan cepat diakses oleh warga.

Di era digital saat ini, perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif di mana pemantauan kualitas udara kini dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, murah,

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

dan kontinu. IoT memungkinkan perangkat sensor untuk mendeteksi berbagai parameter kualitas udara dan mengirimkannya langsung ke platform digital berbasis web atau mobile secara nirkabel. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmadenti et al. menunjukkan bahwa analisis pola dan tren kualitas udara di wilayah tetangga, yakni DKI Jakarta, memperlihatkan fluktuasi polutan yang sangat dinamis dan signifikan berdasarkan pemodelan K-means clustering. Dinamika polusi ini juga secara langsung berdampak dan berpotensi terjadi di Kota Tangerang akibat kedekatan geografis serta mobilitas komuter yang tinggi antara kedua kota tersebut.

Berdasarkan analisis kesenjangan (gap analysis) tersebut, terlihat jelas bahwa Kota Tangerang membutuhkan sebuah platform pemantauan lokal yang terjangkau namun komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan polusi udara berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan website. Kebaruan (*novelty*) dari sistem ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah integrasi multi-sensor yang komprehensif (PMS5003, MQ-7, MQ-135, dan BME280) berbiaya rendah yang mampu menghitung estimasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) secara mandiri (*on-edge processing*), dan menyajikan datanya dengan latensi sangat rendah menggunakan *Firebase Realtime Database* agar dapat diakses seketika oleh masyarakat luas sebagai sistem peringatan dini.

2. METODE

2.1 Proses Development System (Metode Prototype)

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model *Software Development Life Cycle* (SDLC) tipe *Prototype*. Model ini dipilih karena sifatnya yang iteratif, memungkinkan perancangan dan pengujian baik pada sisi *hardware* maupun *software* secara bersamaan. Proses *development system* meliputi tahapan berikut:

a) **Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan Data:** Mengidentifikasi kebutuhan masyarakat terhadap informasi polusi di kawasan perumahan (studi kasus Komplek Wisma Tajur) serta spesifikasi sensor gas dan partikulat.

b) **Perancangan Cepat (Quick Design):** Pembuatan skema rangkaian kelistrikan sensor, perancangan desain antarmuka *website*, dan pemodelan basis data ERD (*Entity Relationship Diagram*).

c) **Pembuatan Prototipe (Construction):** Perakitan perangkat keras berbasis mikrokontroler ESP32 serta pengkodean program pada sisi *website* menggunakan HTML, CSS, JavaScript, dan PHP.

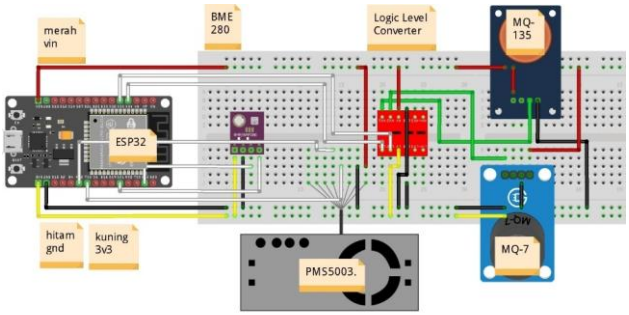
d) **Evaluasi dan Penyempurnaan:** Prototipe fisik diuji langsung di lapangan, dan kinerja algoritmanya dikalibrasi hingga data yang dikirim tidak mengalami kehilangan paket data (*data loss*).

2.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras dibangun menggunakan ESP32 sebagai controller utama. Komponen sensor yang terintegrasi meliputi PMS5003 untuk partikulat (berkomunikasi via serial UART), BME280 untuk cuaca mikro (komunikasi I2C), dan sensor seri MQ (MQ-7 dan MQ-135) [10]. Karena modul ESP32 bekerja pada tegangan referensi 3.3V, sedangkan sensor MQ beroperasi pada 5V, digunakan Logic Level Converter untuk melindungi pin ADC mikrokontroler dari tegangan lebih.

Pemilihan komponen dalam perancangan perangkat keras didasarkan pada spesifikasi teknis operasional yang disesuaikan dengan kebutuhan pemantauan luar ruangan berskala mikro. Berikut adalah rincian spesifikasi sensor yang diimplementasikan:

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160



Gambar 1. Skema Perancangan Perangkat Keras yang menunjukkan konektivitas pin dari ESP32 menuju sensor PMS5003, BME280, MQ-7, MQ-135, dan Logic Level Converter.

2.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pengembangan perangkat lunak dibagi menjadi lapisan firmware dan website:

a. Firmware IoT: Ditulis menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE. Program mencakup logika akuisisi data, konversi nilai resistansi (Rs/R0) menjadi satuan ppm untuk gas, perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) secara internal, dan rutinitas pengiriman data ke cloud.

b. Website dan Database: Platform monitoring dibangun agar responsif (*mobile friendly*). Sistem mengadopsi Firebase Realtime Database untuk memperbarui indikator dashboard secara instan, serta MySQL untuk menyimpan log unduhan dan mengatur autentikasi khusus admin.

2.4 Penerapan Algoritma Pengolahan dan Pengiriman Data Sensor

Proses pengolahan data pada sisi mikrokontroler memegang peranan penting sebelum data ditransmisikan ke server. Untuk sensor analog seperti MQ-7 dan MQ-135, ESP32 membaca nilai tegangan melalui pin Analog-to-Digital Converter (ADC) 12-bit yang memiliki rentang nilai resolusi dari 0 hingga 4095. Nilai ADC ini pertama-tama dikonversi menjadi tegangan keluaran sensor (V_out) dengan persamaan matematika berikut:

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{4095}$$

(Di mana V_ref adalah tegangan referensi kerja ESP32, yaitu 3.3V).
Selanjutnya, resistansi sensor pada saat pengukuran lingkungan aktual (R_s) dihitung menggunakan resistansi beban (R_L) yang terpasang pada modul sensor:

$$R_s = \left(\frac{V_c}{V_{out}} - 1\right) \times R_L$$

Setelah mendapatkan nilai R_s, nilai tersebut dibandingkan dengan resistansi sensor saat berada di kondisi udara bersih (R_0) untuk mendapatkan rasio R_s/R_0. Konsentrasi gas dalam satuan Part Per Million (PPM) kemudian dihitung menggunakan persamaan regresi eksponensial logaritmik berdasarkan kurva sensitivitas dari datasheet masing-masing sensor:

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

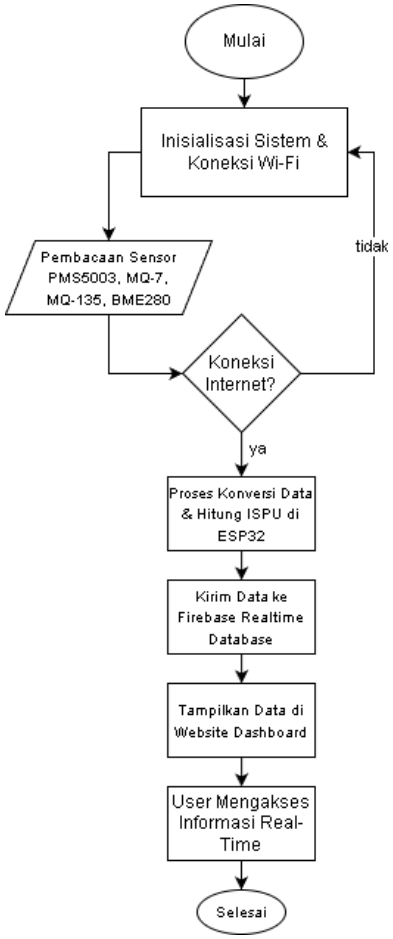
Nilai a dan b merupakan konstanta karakteristik dari kurva spesifik gas (misalnya gas CO pada sensor MQ-7).
Di sisi lain, untuk data partikulat debu dari sensor PMS5003, sensor mengirimkan data dalam format frame heksadesimal 32-byte melalui komunikasi serial UART. Mikrokontroler menerapkan algoritma parsing byte untuk mengekstrak secara langsung high-byte dan low-byte sehingga menghasilkan nilai PM2.5 dan PM10 dalam satuan terstandar µg/m^3.

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

Setelah seluruh variabel berhasil dikonversi, mikrokontroler mengemas sekumpulan data tersebut ke dalam satu format JSON (*JavaScript Object Notation*). Paket data JSON ini dikirim secara nirkabel ke *Firebase Realtime Database* menggunakan metode *HTTP PUT/PATCH*. Algoritma pengiriman juga dilengkapi dengan mekanisme *Auto-Reconnect*; apabila terjadi *time-out* akibat gangguan sinyal Wi-Fi di luar ruangan, sistem akan otomatis mereset koneksi (handling error) tanpa menghentikan proses looping pembacaan sensor.

2.5 Alur Kerja Sistem

Sistem akan membaca nilai parameter udara secara terus-menerus. Data mentah diproses dan dikonversi oleh ESP32 menjadi nilai satuan terukur (µg/m^3 dan ppm), kemudian dikirim melalui koneksi Wi-Fi. Masyarakat yang mengakses website akan melihat kondisi polusi dalam visualisasi klasifikasi (Baik, Sedang, Tidak Sehat), sedangkan admin memiliki kewenangan untuk mengakses histori database secara utuh.



Gambar 2. Flowchart Alur Sistem yang Diusulkan

2.6 Pemodelan Matematis Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Untuk memberikan informasi yang mudah dipahami oleh masyarakat umum, data mentah berupa konsentrasi polutan (seperti $\mu g/m^3$ untuk PM2.5) harus dikonversi menjadi rentang nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) atau *Air Quality Index (AQI)*. Sistem ini menerapkan perhitungan matematis berdasarkan standar yang berlaku untuk menentukan kategori kualitas udara (Baik, Sedang, atau Tidak Sehat). Algoritma pada sistem menggunakan persamaan interpolasi linear berikut:

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b}(X_x - X_b) + I_b$$

Keterangan:

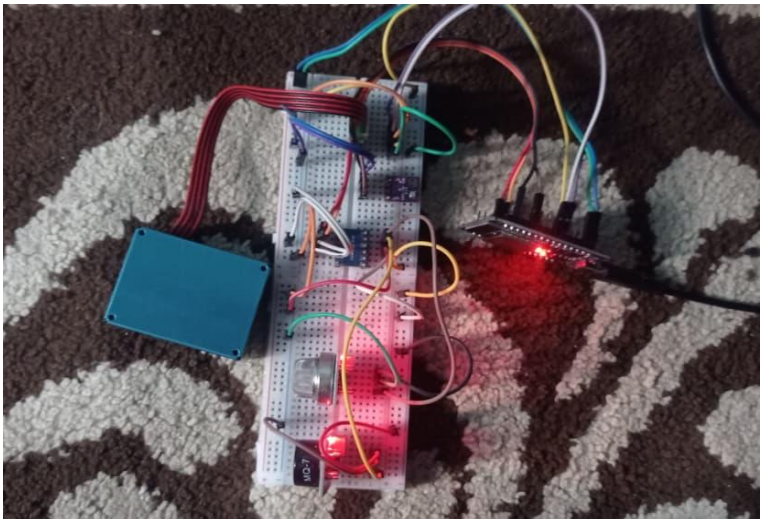
- I = Nilai ISPU yang dihitung.
- I_a = Batas atas rentang ISPU berdasarkan standar.
- I_b = Batas bawah rentang ISPU berdasarkan standar.
- X_a = Batas atas ambang konsentrasi polutan terukur.
- X_b = Batas bawah ambang konsentrasi polutan terukur.
- X_x = Kadar konsentrasi polutan aktual yang dibaca oleh sensor (misalnya nilai PM2.5 dari PMS5003).

Fungsi konversi ini ditanamkan (*embedded*) ke dalam logika *front-end website* menggunakan JavaScript. Dengan demikian, beban komputasi pada mikrokontroler ESP32 dapat diminimalisir, sementara *website* tetap dapat secara instan mengubah indikator warna (Hijau, Kuning, Merah) sesuai dengan hasil kalkulasi interpolasi tersebut saat menerima pembaruan data dari *database*.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

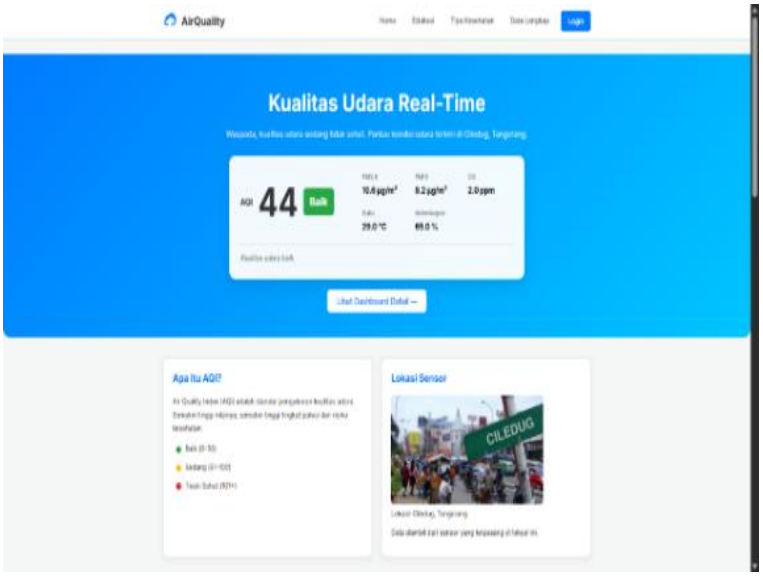
Implementasi fisik perangkat keras telah berhasil dirakit pada papan breadboard dan kemudian disolder secara permanen pada papan sirkuit dalam sebuah kotak pelindung (casing) khusus. Desain kemasan ini dirancang agar memiliki lubang ventilasi (louvers) yang memungkinkan sirkulasi udara luar (ambient air) masuk secara optimal ke ruang baca sensor PMS5003 dan MQ series, namun tetap melindungi sirkuit utama dari paparan langsung air hujan ringan dan debu berlebih. Sistem terbukti mampu beroperasi secara mandiri secara terus-menerus (24/7) dengan catu daya konstan dari adaptor USB 5V.
Pada sisi perangkat lunak, website telah berhasil di-deploy ke server hosting. Dashboard utama langsung menampilkan parameter kualitas udara (AQI, konsentrasi PM2.5, kadar CO, Suhu, dan Kelembapan) yang nilainya berkedip dan diperbarui secara otomatis setiap detik mengikuti perubahan data di Firebase. Selain halaman real-time, website ini menyediakan halaman khusus "Data Kualitas Udara" yang menyajikan visualisasi data berupa grafik garis interaktif yang merangkum pergerakan polusi selama 24 jam terakhir, memudahkan warga melihat tren puncak polusi pada jam-jam sibuk lalu lintas.



Gambar 3. Implementasi Perangkat Keras Sistem Monitoring, yang memperlihatkan alat fisik yang sudah dirangkai menggunakan kabel jumper dan breadboard.

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

Pada sisi perangkat lunak, *dashboard web* telah berhasil memvisualisasikan parameter kualitas udara yang diperbarui setiap interval 10 detik. Tampilan antarmuka ini memberikan warna status yang mudah dipahami, yakni Hijau untuk kondisi Baik, Kuning untuk Sedang, dan Merah untuk kategori Tidak Sehat.



Gambar 4. Tampilan Halaman Dashboard Realtime, yang menampilkan Indeks Kualitas Udara (AQI) dan detail parameter PM2.5, PM10, suhu, kelembapan, serta gas CO.

3.2 Hasil Pengujian Fungsional (Black Box Testing)

Pengujian fungsionalitas sistem (*Black Box Testing*) dilakukan untuk memverifikasi bahwa alur kerja pada aplikasi web dan perangkat keras berjalan sesuai dengan skenario perancangan. Hasil pengujian menunjukkan:

a. **Otorisasi Pengguna:** Skenario *login* dan *logout* berhasil memfilter pengguna awam dari fitur unduh (*download* data) yang hanya dikhususkan bagi pengguna yang terdaftar.

b. **Visualisasi Real-time:** Pengujian *dashboard* menunjukkan bahwa antarmuka web merespon perubahan data metrik lingkungan dengan baik tanpa perlu melakukan *refresh* manual.

c. **Konektivitas Mikrokontroler:** Fitur rekoneksi otomatis (*auto-reconnect*) pada ESP32 berfungsi dengan baik apabila terjadi pemutusan jaringan internet secara tiba-tiba.

3.3 Analisis Proses Kerja Sistem (End-to-End Process)

Untuk memastikan informasi polusi yang diterima oleh masyarakat akurat dan real-time, proses kerja sistem dieksekusi melalui beberapa tahapan berantai yang terintegrasi. Analisis terhadap jalannya proses pada sistem menunjukkan alur sebagai berikut:

a. **Tahap Akuisisi Lingkungan (*Sensing*):** Sensor PMS5003 secara aktif menghisap udara ambien ke dalam bilik sensor menggunakan kipas mikronya, lalu mendeteksi sebaran partikel menggunakan metode *laser scattering*. Secara bersamaan, elemen pemanas internal pada sensor MQ memicu reaksi kimia dengan molekul gas di udara yang menyebabkan perubahan nilai resistivitas.

b. **Tahap Pemrosesan dan Filtrasi (*Processing*):** ESP32 memindai semua pin *input* dari sensor setiap 1000 milidetik. Untuk menghindari lonjakan data (*spike*) yang tidak valid akibat *noise* elektronik atau tiupan angin acak, sistem menerapkan algoritma *Moving Average* (rata-rata bergerak) terhadap beberapa sampel pembacaan terakhir. Hal ini

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

membuat keluaran data menjadi lebih stabil dan representatif terhadap kondisi udara sebenarnya.

c. **Tahap Transmisi (*Routing*):** Data yang telah dihaluskan dan diubah menjadi *string* JSON ditransmisikan oleh ESP32. Karena *node* sensor ditempatkan di kawasan pemukiman, mikrokontroler memanfaatkan konektivitas Wi-Fi lokal untuk melakukan *request* pembaruan data secara aman ke *cloud server* (Firebase).

d. **Tahap Klasifikasi dan Visualisasi (*Presentation*):** Di sisi klien (*front-end*), *website* yang dibangun beroperasi secara *asynchronous* (menggunakan prinsip AJAX). *Website* ini "mendengarkan" (*listening*) perubahan pada *database*. Setiap kali *record* data di *cloud* berubah, fungsi JavaScript pada *website* akan mengambil data tersebut, melakukan perhitungan matematis internal untuk menentukan kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU/AQI), dan seketika itu juga mengubah elemen antarmuka. Misalnya, jika nilai konsentrasi partikulat melonjak melebihi ambang batas aman, tampilan dasbor pada *website* akan otomatis berubah warna dari hijau menjadi merah dan menampilkan peringatan tanpa mengharuskan pengguna melakukan *refresh* halaman browser.

3.4 Analisis Proses Kerja Sistem (End-to-End Process)

Untuk memastikan bahwa instrumen sensor IoT yang dirakit memberikan pembacaan data yang logis dan dapat diandalkan, dilakukan proses validasi data sekunder. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan rekapitulasi tren pembacaan sensor alat (yang ditempatkan di Komplek Wisma Tajur, Kota Tangerang) dengan data yang dirilis oleh stasiun pengamatan BMKG terdekat (Stasiun BMKG Kemayoran) selama periode pengamatan.

Tabel 1. Perbandingan Rata-Rata Parameter Udara

Parameter	Rata-Rata Alat (IoT)	Rata-Rata BMKG	Satuan
PM2.5	70.13	35.6	µg/m³
CO	1.92	444.1*	ppm

**Catatan: Terdapat perbedaan standar satuan pengukuran antara sensor MQ-7 (ppm) dan data publik BMKG (µg/m³).*

Berdasarkan Tabel 1, hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata pembacaan konsentrasi PM2.5 pada lokasi pengujian tercatat sebesar 70.13µg/m^3, yang lebih tinggi dibandingkan rata-rata BMKG (35.6µg/m^3). Perbedaan nilai absolut ini dinilai wajar karena letak geografis sensor prototype berada langsung di pemukiman dengan aktivitas kendaraan bermotor harian di Tangerang, berbeda dengan stasiun referensi BMKG. Walaupun memiliki selisih angka, analisis tren grafik selama kurun waktu pengujian harian memperlihatkan pola fluktuasi waktu yang selaras antara alat pengujian dengan pergerakan makro data BMKG.
Untuk parameter gas Karbon Monoksida (CO), sensor MQ-7 mencatat rata-rata konsentrasi sebesar 1.92 ppm. Dalam standar kesehatan kualitas udara ambien, kadar CO di bawah 9 ppm selama paparan 8 jam masih dikategorikan sebagai kondisi normal dan aman untuk lingkungan perumahan. Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun tingkat polusi partikel debu (PM2.5) tergolong tinggi, sirkulasi udara di kawasan perumahan tersebut masih cukup baik untuk mencegah akumulasi gas beracun CO. Kinerja sistem secara keseluruhan membuktikan bahwa kombinasi sensor berbiaya rendah dan platform cloud database sangat mumpuni untuk dijadikan tonggak awal pengembangan sistem smart environment di area urban.

3.5 Analisis Kinerja Sistem

Sistem IoT yang dikembangkan terbukti sangat baik dalam menjaga kontinuitas akuisisi data ke Firebase secara real-time. Visualisasi grafik harian (*line chart*) pada halaman "Data Kualitas Udara" sangat membantu masyarakat dalam mengamati lonjakan polusi pada jam-jam spesifik, yang umumnya berkorelasi dengan waktu aktivitas pagi dan jam pulang kerja.

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

3.6 Arsitektur Pengelolaan Data dan Fitur Laporan Sistem

Karena sistem ini dirancang untuk memantau data secara berkesinambungan setiap 10 detik, struktur pengelolaan basis data memegang peranan krusial. Penggunaan Firebase Realtime Database dikonfigurasi menggunakan struktur hierarki JSON (JavaScript Object Notation) bertingkat. Node utama (seperti sensor_data) menyimpan parameter anakan yang mencakup pm25, pm10, co, suhu, dan kelembapan, yang secara dinamis terus menimpa (overwrite) data lama untuk efisiensi transfer data pada antarmuka dasbor utama.

Untuk keperluan histori dan rekam jejak penelitian, sistem juga menerapkan fungsi pencatatan log data (data logging). Data harian yang masuk tidak hanya ditampilkan secara visual melalui grafik perpustakaan Chart.js pada dashboard, melainkan juga diakumulasikan ke dalam struktur database relasional. Pada halaman administrator, sistem telah dilengkapi dengan modul pelaporan yang memungkinkan pengguna dengan hak akses (privilege) untuk melakukan filter data berdasarkan rentang tanggal (date range) tertentu. Fitur export atau unduh data disediakan dalam *format Comma Separated Values* (CSV) atau dokumen PDF. Fasilitas ini sangat esensial bagi pihak peneliti maupun pemangku kepentingan (*stakeholders*) di kawasan Komplek Wisma Tajur untuk menganalisis pola akumulasi polusi udara dalam rentang waktu mingguan atau bulanan, sehingga evaluasi tren lingkungan dapat dilakukan secara komprehensif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan polusi udara berbasis IoT di Kota Tangerang, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem integrasi multi-sensor (PMS5003, MQ-7, MQ-135, BME280) dengan basis mikrokontroler ESP32 berhasil dibangun dan beroperasi dengan baik untuk mendeteksi parameter kualitas udara secara real-time.
2. Website yang dirancang mampu menyajikan visualisasi data yang informatif, meliputi Indeks Kualitas Udara (AQI) numerik dan grafik historis, serta menyediakan sarana unduh data (CSV/PDF) bagi peneliti dan administrator.
3. Meskipun menggunakan komponen berbiaya rendah dengan sedikit perbedaan nilai absolut terhadap alat standar BMKG akibat faktor lokasi, sistem ini terbukti memiliki tingkat presisi tren data yang responsif, sehingga valid dan layak diterapkan sebagai fasilitas edukasi serta media peringatan dini kewaspadaan lingkungan bagi masyarakat umum.

REFERENCES

Adelard, R., Muthicahya, R., Wicaksono, E. S., & Narulita, S. (2025). Implementasi metode pengembangan sistem prototype pada rancang bangun aplikasi Marketplace Lensa Buana. Bridge: Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi, 3(2), 69–81. https://doi.org/10.62951/bridge.v3i2.424

Anugerah, R., & Sutabri, T. (2025). Perancangan sistem monitoring kualitas udara menggunakan IoT dengan metode prototype. Modem: Jurnal Informatika dan Sains Teknologi, 3(1), 1–5. https://doi.org/10.62951/modem.v3i1.304

Aprilisa, S., & Aulia, R. (2024). Penerapan metode prototype dalam pengembangan sistem informasi inventory barang berbasis web. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 7(1), 333–340. https://doi.org/10.31004/jutin.v7i1.24749

Ardiansyah, F., Misbah, M., & Pressa, P. S. (2018). Sistem monitoring debu dan karbon monoksida pada lingkungan kerja boiler di PT. Karunia Alam Segar. IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi, 2(3), 62–71. https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-teknologi/article/view/333

Budianto, H., & Sumanto, B. (2024). Perancangan sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan berbasis Internet of Things. Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan, 5(1), 9–17. https://doi.org/10.22146/juliet.v5i1.87423

Din, D. (2023). Rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ThingSpeak dan website [Skripsi/Disertasi doktoral, Universitas Hasanuddin]. Repository Universitas Hasanuddin. https://repository.unhas.ac.id/28933/

JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 8, Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 2152-2160

Faturrahman, L. A., Tanjung, B. F., & Saragih, Y. (2025). Sistem monitoring dan deteksi dini kualitas udara berbasis Internet of Things. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 13(3), 1830–1837. https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3.6598

Fauzi, R., Zainy, A., Nasution, H. N., Nasution, F. H., & Simanjuntak, F. A. (2023). Perancangan aplikasi pariwisata berbasis Android di Kota Padangsidimpuan. Jurnal Education and Development, 11(1), 437–442. https://doi.org/10.37081/ed.v11i1.437

Iskandar, I., Rimalia, W., & Panggabean, B. L. E. (2024). Perancangan sistem monitoring kualitas udara ruangan berbasis Internet of Things (IoT). Journal of System and Computer Engineering, 5(1), 115–127. https://journal.unpacti.ac.id/index.php/JSCE/article/view/1080

Muttaqin, R., Prayitno, W. S. W., Setyaningsih, N. E., & Nurbaiti, U. (2024). Rancang bangun sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT (Internet of Things) dengan sensor DHT11 dan sensor MQ135. Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan, 6(2), 102–115. https://doi.org/10.14710/jplp.6.2.102-115

Noviardi, N., Budiman, A., & Franata, M. (2024). Perancangan prototype pemantauan polusi udara dalam ruangan berbasis IoT. Technologica, 3(2), 96–110. https://journals.gesociety.org/index.php/technologica/article/view/181

Pebralia, J., Akhsan, H., & Amri, I. (2024). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam monitoring kualitas udara pada ruang terbuka. Jurnal Kumparan Fisika, 7(1), 1–8. https://doi.org/10.33369/jkf.7.1.1-8

Prasetyo, D., Ibrahim, I., Adzilla, W. N., & Saragih, Y. (2021). Implementasi pemantauan kualitas udara dengan menggunakan MQ-7 dan MQ-131 berbasis Internet of Things. JET (Journal of Electrical Technology), 6(1), 18–22. https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/3793

Rahmadenti, N. A., Purnama, R. A., & Sandi, T. A. A. (2025). Analisis pola dan tren kualitas udara DKI Jakarta 2022–2025 menggunakan K-means clustering. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 13(3S1), 1889–1898. https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.8141

Rosyidi, L., Wibowo, E., & Wicaksana, A. M. (2025). Perancangan sistem pemantauan kualitas udara pada daerah perkotaan berbasis teknologi Internet of Things. Digital Transformation Technology, 5(1), 90–96. https://doi.org/10.47709/digitech.v5i1.5799

Sapi'i, M. N., & Sitohang, S. (2025). Sistem deteksi polusi udara berbasis Internet of Things. Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE), 12(2), 33–42. https://doi.org/10.33884/comasie.v12i2.9665