

IMPLEMENTATION OF MQTT BROKER AND GEMINI API IN AN INTERNET OF THINGS BASED INDOOR AIR POLLUTION MONITORING SYSTEM

Oleh

I Putu Tude Rama Prasatya, 2215101038

Jurusan Teknik Informatika

ABSTRAK

Kualitas udara dalam ruangan yang buruk akibat paparan polutan seperti Karbon Monoksida (CO) dan Particulate Matter 2,5 (PM 2,5) dapat memberikan dampak serius terhadap kesehatan pernapasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji tingkat kebergunaan sistem pemantauan polusi udara dalam ruangan berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan broker MQTT dan Gemini API. Sistem ini dibangun menggunakan arsitektur tiga tingkat yang meliputi perangkat keras IoT, backend server berbasis Laravel, dan aplikasi mobile berbasis Flutter. Perangkat keras tersebut memanfaatkan Arduino Nano untuk pembacaan data dari sensor MQ-7 (CO) dan Sharp GP2Y1010AU0F (PM 2.5), serta Arduino Nano dan ESP32 sebagai *gateway* komunikasi nirkabel. Pengiriman data dari perangkat IoT ke server dikelola menggunakan protokol komunikasi MQTT, untuk kemudian disimpan ke dalam basis data *time series* InfluxDB. Gemini API diintegrasikan sebagai mesin analitik cerdas yang memproses statistik data sensor historis untuk menghasilkan klasifikasi kualitas udara, ringkasan kondisi, dan rekomendasi kesehatan secara otomatis berdasarkan pedoman Indoor Air Quality Index (IAQI). Hasil pengujian fungsionalitas menggunakan metode *black box* menunjukkan bahwa seluruh 13 skenario sistem berjalan dengan valid, dan respons rekomendasi yang dihasilkan oleh model kecerdasan buatan tersebut telah tervalidasi secara akurat oleh pakar teknik lingkungan. Pengujian tingkat kebergunaan yang dievaluasi menggunakan metode System Usability Scale (SUS) terhadap 30 responden menghasilkan skor rata-rata sebesar 70,583 yang mana masuk kedalam kategori "Baik". Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan sistem pemantauan yang dikembangkan berfungsi secara responsif secara waktu nyata, mudah digunakan, dan efektif dalam menyediakan informasi analisis polusi udara bagi pengguna.

Kata-kata kunci: Internet of Things, Polusi Udara, Polusi Udara di Dalam Ruangan MQTT, Gemini API, System Usability Scale

IMPLEMENTATION OF MQTT BROKER AND GEMINI API IN AN INTERNET OF THINGS BASED INDOOR AIR POLLUTION MONITORING SYSTEM

By

I Putu Tude Rama Prasatya, 2215101038

Department of Informatics Engineering

ABSTRACT

Poor indoor air quality caused by exposure to pollutants such as carbon monoxide (CO) and particulate matter 2.5 (PM 2.5) can have serious effects on respiratory health. This study aims to design, implement, and test the usability of an Internet of Things (IoT)-based indoor air pollution monitoring system integrated with an MQTT broker and the Gemini API. This system is built using a three-tier architecture comprising IoT hardware, a Laravel-based backend server, and a Flutter-based mobile application. The hardware utilizes an Arduino Nano to read data from the MQ-7 (CO) and Sharp GP2Y1010AU0F (PM 2.5) sensors, as well as an Arduino Nano and an ESP32 as wireless communication gateways. Data transmission from the IoT devices to the server is managed using the MQTT communication protocol and is then stored in the InfluxDB time-series database. The Gemini API is integrated as an intelligent analytics engine that processes historical sensor data statistics to automatically generate air quality classifications, condition summaries, and health recommendations based on the Indoor Air Quality Index (IAQI) guidelines. Functionality testing using the black-box method showed that all 13 system scenarios ran validly, and the recommendation responses generated by the artificial intelligence model were accurately validated by environmental engineering experts. Usability testing, evaluated using the System Usability Scale (SUS) method on 30 respondents, yielded an average score of 70.583, which falls into the “Good” category. This indicates that the overall monitoring system developed functions responsively in real time, is easy to use, and is effective in providing air pollution analysis information to users.

Keywords: Internet of Things, Air Pollution, Indoor Air Pollution, MQTT, Gemini API, System Usability Scale