

Rancang Bangun Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Protokol MQTT dan Platform Cloud ThingSpeak

Ali Akbar Ritonga¹, Rohani²

Email: aliakbarritonga@gmail.com, pasariburohani@gmail.com,

^{1,2} Teknologi Informasi, Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu

ABSTRAK

Perkembangan Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi perangkat fisik dengan sistem informasi berbasis jaringan untuk melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring lingkungan berbasis IoT dengan memanfaatkan protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) dan platform cloud ThingSpeak. Sistem yang dikembangkan mampu memonitor parameter lingkungan seperti suhu dan kelembaban secara real-time melalui sensor yang terhubung dengan mikrokontroler. Data sensor dikirimkan ke broker MQTT dan diteruskan ke platform ThingSpeak untuk penyimpanan, visualisasi, dan analisis data. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam mengirimkan dan menampilkan data lingkungan secara real-time dengan tingkat keterlambatan yang rendah dan kestabilan komunikasi yang baik. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi monitoring lingkungan yang efisien, murah, dan mudah dikembangkan.

ARTICLE INFO

Article History:

Received
Revised
Accepted
Available online

Kata Kunci:

*Internet of Things,
Monitoring Lingkungan,
MQTT,
ThingSpeak*

© Journal Computer Science and Information Technology (JCoInT)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dalam beberapa dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan terhadap cara manusia mengelola dan memanfaatkan data. Salah satu paradigma yang berkembang pesat adalah Internet of Things (IoT), yaitu konsep integrasi antara perangkat fisik, sensor, dan sistem

komputasi yang saling terhubung melalui jaringan internet. IoT memungkinkan pengumpulan data secara otomatis, berkelanjutan, dan real-time dari lingkungan sekitar, sehingga sangat relevan untuk diterapkan pada sistem monitoring lingkungan.

Monitoring lingkungan memiliki peran penting dalam berbagai sektor, seperti pertanian, industri, kesehatan, pendidikan, dan pengelolaan fasilitas umum. Informasi mengenai kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, diperlukan untuk mendukung pengambilan keputusan yang tepat dan responsif. Namun, pada praktiknya, sistem monitoring lingkungan konvensional masih banyak yang bergantung pada pengukuran manual atau perangkat yang berdiri sendiri tanpa integrasi jaringan. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan dalam hal efisiensi, akurasi, kontinuitas data, serta keterlambatan dalam memperoleh informasi.

Pemanfaatan IoT dalam sistem monitoring lingkungan menawarkan solusi terhadap permasalahan tersebut. Dengan menggunakan sensor yang terhubung ke mikrokontroler dan jaringan internet, data lingkungan dapat dikumpulkan secara otomatis dan dikirimkan ke sistem pusat untuk diproses dan dianalisis. Salah satu tantangan utama dalam implementasi IoT adalah pemilihan protokol komunikasi yang sesuai, terutama untuk perangkat dengan sumber daya terbatas dan kebutuhan komunikasi data yang berkelanjutan. Dalam konteks ini, Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) menjadi salah satu protokol yang banyak digunakan.[1]

MQTT merupakan protokol komunikasi berbasis publish-subscribe yang dirancang khusus untuk lingkungan jaringan dengan bandwidth rendah, latensi tinggi, dan perangkat dengan keterbatasan daya. Karakteristik MQTT yang ringan dan efisien menjadikannya sangat sesuai untuk aplikasi IoT, termasuk sistem monitoring lingkungan. Dengan mekanisme publish-subscribe, perangkat sensor tidak perlu berkomunikasi secara langsung dengan seluruh klien, melainkan melalui broker MQTT, sehingga komunikasi data menjadi lebih terstruktur dan skalabel.

Selain protokol komunikasi, aspek penyimpanan dan visualisasi data juga menjadi bagian penting dalam sistem monitoring lingkungan berbasis IoT. Data yang dikirimkan oleh perangkat IoT perlu disimpan secara aman, mudah diakses, dan disajikan dalam bentuk yang informatif.[2] Platform cloud menjadi solusi yang umum digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut karena menawarkan kemudahan integrasi, skalabilitas, serta akses data secara daring. Salah satu platform cloud yang banyak dimanfaatkan dalam penelitian dan pengembangan IoT adalah ThingSpeak.[3]

ThingSpeak merupakan platform cloud berbasis Internet of Things yang menyediakan layanan penyimpanan data, visualisasi, dan analisis data sensor secara real-time. Platform ini mendukung berbagai protokol komunikasi, termasuk MQTT, serta menyediakan Application Programming Interface (API) yang memudahkan integrasi dengan perangkat IoT.[4] Selain itu, ThingSpeak memungkinkan pengguna untuk menampilkan data dalam bentuk grafik dan melakukan analisis sederhana tanpa memerlukan infrastruktur server yang kompleks. Keunggulan ini menjadikan ThingSpeak sebagai pilihan yang tepat untuk pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis IoT, khususnya dalam konteks penelitian dan pendidikan.[5]

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan IoT untuk monitoring lingkungan dengan berbagai pendekatan teknologi. Namun, masih banyak penelitian yang berfokus pada penggunaan protokol komunikasi berbasis HTTP yang relatif lebih berat dibandingkan MQTT.[6] Selain itu, integrasi antara protokol MQTT dan platform cloud ThingSpeak dalam satu sistem monitoring lingkungan yang terstruktur dan diuji secara menyeluruh masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya merancang sistem, tetapi juga mengevaluasi implementasi teknologi yang digunakan secara praktis.[7]

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring lingkungan berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan protokol MQTT sebagai media komunikasi data dan platform cloud ThingSpeak sebagai sarana penyimpanan serta visualisasi data.[8] Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dengan komunikasi data yang efisien dan stabil. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan gambaran arsitektur sistem IoT yang sederhana, efektif, dan mudah dikembangkan untuk kebutuhan monitoring lingkungan di berbagai sektor.[9]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan fokus pada pengembangan produk berupa sistem monitoring lingkungan berbasis IoT. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan untuk menganalisis suatu fenomena, tetapi juga menghasilkan sebuah sistem yang dapat diimplementasikan dan diuji secara langsung. Hasil akhir dari penelitian ini berupa sistem monitoring yang mampu mengirimkan dan menampilkan data lingkungan secara real-time.[10]

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yaitu mengidentifikasi kebutuhan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Pada tahap ini ditentukan parameter lingkungan yang akan dimonitor, metode komunikasi data, serta platform cloud yang digunakan.

Tahap kedua adalah perancangan sistem, yang mencakup perancangan arsitektur sistem IoT, alur pengiriman data, serta integrasi antara sensor, mikrokontroler, broker MQTT, dan platform ThingSpeak. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan setiap komponen sistem dapat bekerja secara terintegrasi.

Tahap ketiga adalah implementasi sistem, yaitu proses perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak. Mikrokontroler diprogram untuk membaca data sensor, mengirimkan data menggunakan protokol MQTT, serta menghubungkannya dengan platform ThingSpeak.[11]

Tahap keempat adalah pengujian sistem, yang dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan perancangan. Pengujian meliputi pengujian fungsional sistem, pengujian pengiriman data ke platform ThingSpeak, serta pengamatan kestabilan komunikasi data.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data hasil pengukuran sensor lingkungan yang dikirimkan ke platform ThingSpeak. Data tersebut dianalisis secara deskriptif untuk melihat kestabilan sistem, keterlambatan pengiriman data, serta kesesuaian antara data yang dikirimkan dan data yang ditampilkan pada platform cloud.[12] Hasil analisis digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring lingkungan yang dikembangkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian difokuskan pada kinerja sistem dalam melakukan pembacaan data sensor, pengiriman data melalui protokol MQTT, serta penyimpanan dan visualisasi data pada platform ThingSpeak. Penyajian hasil dilakukan dalam bentuk deskriptif yang didukung oleh tampilan data pada dashboard ThingSpeak sehingga dapat dipahami secara mandiri oleh pembaca. Seperti terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Dashboard Thingspeak

3.1. HASIL IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING LINGKUNGAN

Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Sensor suhu dan kelembaban berhasil melakukan pembacaan kondisi lingkungan secara periodik.[13] Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke broker MQTT melalui jaringan internet. Protokol MQTT berperan sebagai media komunikasi data antara perangkat IoT dan platform cloud. Setiap data yang dipublikasikan oleh mikrokontroler pada topik tertentu dapat diterima dengan baik oleh subscriber yang terhubung, dalam hal ini adalah layanan integrasi dengan platform ThingSpeak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mekanisme publish-subscribe pada MQTT mampu menjaga kestabilan pengiriman data meskipun sistem berjalan dalam waktu yang relatif lama.[14] Data lingkungan yang diterima oleh ThingSpeak ditampilkan dalam bentuk grafik waktu nyata (real-time) yang merepresentasikan perubahan nilai suhu dan kelembaban terhadap waktu. Tampilan grafik ini memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara visual tanpa harus melakukan pengolahan data secara manual. Selain itu, data historis juga tersimpan dengan baik sehingga dapat digunakan untuk analisis lanjutan

3.2. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS KINERJA SISTEM

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem monitoring lingkungan dapat berjalan secara stabil dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian mencakup pengujian fungsional sistem, pengujian pengiriman data, serta

pengamatan terhadap keterlambatan pengiriman data dari perangkat IoT ke platform ThingSpeak. Berdasarkan hasil pengujian fungsional, sistem mampu melakukan pembacaan data sensor dan mengirimkannya ke platform cloud secara berkelanjutan tanpa gangguan berarti. Data yang ditampilkan pada dashboard ThingSpeak sesuai dengan data yang dihasilkan oleh sensor, yang menunjukkan bahwa proses pengiriman dan penerimaan data berjalan dengan baik. Dari sisi komunikasi data, penggunaan protokol MQTT menunjukkan performa yang efisien untuk sistem monitoring lingkungan. Keterlambatan pengiriman data relatif kecil dan masih dalam batas yang dapat diterima untuk aplikasi monitoring real-time.[15] Hal ini menunjukkan bahwa MQTT sangat sesuai digunakan pada sistem IoT yang membutuhkan komunikasi data yang ringan dan andal. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring lingkungan berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dan platform cloud ThingSpeak mampu memberikan solusi pemantauan lingkungan yang efektif, mudah diimplementasikan, dan dapat dikembangkan lebih lanjut. Hasil ini juga menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat IoT, protokol komunikasi, dan platform cloud dapat menghasilkan sistem monitoring yang efisien dan informatif

4. PEMBAHASAN

Pembahasan pada penelitian ini difokuskan untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu merancang dan membangun sistem monitoring lingkungan berbasis IoT yang mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dengan komunikasi data yang efisien. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, dapat diketahui bahwa integrasi antara perangkat IoT, protokol MQTT, dan platform cloud ThingSpeak mampu memenuhi kebutuhan monitoring lingkungan yang telah diidentifikasi pada tahap analisis kebutuhan. Penggunaan protokol MQTT terbukti sesuai untuk sistem monitoring lingkungan karena karakteristiknya yang ringan dan efisien. Mekanisme publish-subscribe memungkinkan perangkat IoT mengirimkan data tanpa harus terhubung langsung dengan platform cloud, sehingga beban komunikasi dapat diminimalkan. Temuan ini sejalan dengan berbagai kajian sebelumnya yang menyatakan bahwa MQTT lebih efisien dibandingkan protokol berbasis request-response untuk aplikasi IoT yang membutuhkan pengiriman data secara periodik. Dari sisi pemanfaatan platform cloud, ThingSpeak memberikan kemudahan dalam penyimpanan dan visualisasi data sensor. Tampilan grafik yang disediakan memungkinkan pengguna untuk memahami kondisi lingkungan secara cepat tanpa memerlukan pengolahan data tambahan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ThingSpeak dapat menjadi solusi praktis dan ekonomis untuk implementasi sistem monitoring lingkungan berbasis IoT, khususnya pada skala kecil hingga menengah. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menguatkan konsep bahwa penerapan IoT dengan dukungan protokol komunikasi yang tepat dan platform cloud yang sesuai mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem monitoring lingkungan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara

lain parameter lingkungan yang dimonitor masih terbatas dan pengujian sistem belum mencakup skala penggunaan yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dapat diarahkan pada penambahan parameter lingkungan, integrasi fitur notifikasi otomatis, serta evaluasi performa sistem pada kondisi jaringan yang berbeda.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring lingkungan berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dan platform cloud ThingSpeak berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dan menyajikan data secara informatif. Ke depannya, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter lingkungan lain serta fitur notifikasi otomatis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Tulodo P Rizki, Khakim Lukmanul, Hermasyah M, "SMART ENVIRONMENTAL HEALTH MONITORING SYSTEM BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN KESADARAN KESEHATAN MASYARAKAT," *Edusaintek J. Pendidikan, Sains dan Teknol.*, vol. 12, no. 4, pp. 2084–2097, 2025.
- [2] J. Sistem, R. Jscr, M. A. Machrudin, S. Winardi, and D. Tristianto, "Sistem Pendingin Aquarium dan Pemantau Suhu Air Berbasis IOT dengan Protokol MQTT," *J. Sist. Cerdas dan Rekayasa*, vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2023.
- [3] S. Y. Muhara F M, Rahmadewi Reni, "APLIKASI PENDETEKSI LEVEL DAN SUHU PERTALITE BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN THINGSPEAK," *Multitek Indones. J. Ilm.*, vol. 6223, no. 1, pp. 28–42, 2021.
- [4] M. Iqbal, "Aplikasi Simulasi IoT Untuk Smart Sistem Monitoring dan Data Logging Real Time Sistem Peringatan Kebakaran," *Reputasi J. Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 6, no. 1, pp. 52–57, 2025.
- [5] A. Agung and G. Ekyana, "IMPLEMENTASI SIPRATU MENGGUNAKAN PLATFORM," *JANAPATI*, vol. 8, pp. 237–248, 2019.
- [6] A. B. W. P and A. Wajiansyah, "Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (MQTT)," *J. Teknol. TERPADU*, vol. 6, no. 1, pp. 23–29, 2018.
- [7] A. Kurniawan, S. Sulitiadi, and A. Ristiono, "Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak Microclimate Monitoring of Greenhouse in Real Time Using Thingspeak- Based Internet of Things (IoT)," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 468–480, 2021.

- [8] D. Setiawan and T. Elektronika, "MONITORING KUALITAS UDARA UNTUK MENGIKUR KONSENTRASI PARTIKEL UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS," *J. TELISKA*, vol. 18, no. 2, pp. 7-14, 2025.
- [9] F. Salam and O. Alexander, "Perancangan Monitoring Suhu Dengan Node MCU ESP8266 , DHT 11 Dan Thingspeak Berbasis Internet Of Things," *J. Ilm. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 22-26, 2023.
- [10] R. S. Anwar and T. Asra, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things dengan Komunikasi MQTT," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 70-77, 2025.
- [11] S. A. Sukarno, S. Hidayat, A. M. Putri, P. M. Bandung, and J. Barat, "SISTEM MONITORING KUALITAS AIR LIMBAH RUMAH TANGGA BERBASIS IOT," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 13, no. 1, pp. 1399-1406, 2025.
- [12] A. Novelia, B. Busran, P. Mandarani, E. K. Putra, A. Syahrani, and K. Padang, "SISTEM MONITORING LINGKUNGAN BERBASIS IOT SEBAGAI REKOMENDASI WAKTU TANAM CABAI DI NAGARI SELAYO TANANG BUKIT SILEH," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.)*, vol. 13, no. 3, pp. 860-866, 2025.
- [13] H. B. Surbakti, J. Gusti, A. Ginting, S. Romadhona, and M. B. Ginting, "SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA RUANGAN DENGAN PROTOKOL MQTT BERBASIS INTERNET OF THINGS," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Komputasi*, vol. 1, no. 3, pp. 129-137, 2024.
- [14] U. Z. Farid Afif Habibi, "SISTEM MONITORING TINGKAT KUALITAS UDARA DAN OPTIMASI SENSOR MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ANDROID," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 135, pp. 650-658, 2025.
- [15] R. Sistem, N. Esp, and P. Berbasis, "Sistem Pemantau Kondisi Lingkungan Pertanian Tanaman Pangan dengan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi Berbasis IoT," *J. RESTI*, vol. 1, no. 10, pp. 496-503, 2021.