



Analisis Penggunaan Internet Of Things Untuk Monitoring Parameter Fisika Terapan Berbasis Real-Time

Berkadh Simanjuntak

Politeknik Tanjungbalai, Indonesia, e-mail: berkatjuntak@gmail.com

Info Artikel

Diajukan: 05-01-2026
Direvisi: 11-01-2026
Diterima: 19-01-2026
Diterbitkan: 30-01-2026

Kata Kunci:

Internet of Things;
Monitoring real-time;
Parameter fisika;
Sistem tertanam;
Komputasi awan.

Keywords:

Internet of Things;
Real-time monitoring;
Physical parameters;
Embedded system;
Cloud computing.



Lisensi: cc-by-sa

Copyright © 2026 by Author.
Published by Faatuatua Media Karya

Abstrak

Permasalahan dalam monitoring parameter fisika terapan seperti suhu, tekanan, dan kelembaban terletak pada keterbatasan sistem konvensional yang belum mampu menyediakan data secara real-time, terintegrasi, dan dapat diakses jarak jauh, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan analisis dan kesalahan pencatatan manual. Penelitian ini menawarkan solusi berupa perancangan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan multi-sensor dengan mikrokontroler berkemampuan Wi-Fi serta platform komputasi awan untuk transmisi dan visualisasi data secara waktu nyata. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras, implementasi protokol komunikasi MQTT, serta pengujian akurasi dan latensi sistem. Hasil yang dicapai menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan akuisisi dan pengiriman data dengan latensi rendah serta tingkat kesalahan pengukuran yang berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Implementasi ini membuktikan bahwa teknologi IoT efektif meningkatkan efisiensi monitoring, akurasi pengukuran, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara lebih responsif.

Abstract

The problem in monitoring applied physical parameters such as temperature, pressure, and humidity lies in the limitations of conventional systems that are unable to provide real-time, integrated, and remotely accessible data, leading to delays in analysis and potential manual recording errors. This study proposes a solution through the design of an Internet of Things (IoT)-based monitoring system that integrates multiple sensors with a Wi-Fi-enabled microcontroller and a cloud computing platform for real-time data transmission and visualization. The research method includes hardware design, MQTT communication protocol implementation, and system performance testing in terms of accuracy and latency. The results demonstrate that the system is capable of continuous data acquisition and transmission with low latency and measurement errors within acceptable tolerance limits. The implementation confirms that IoT technology effectively improves monitoring efficiency, enhances measurement accuracy, and supports more responsive data-driven decision-making processes.

1. PENDAHULUAN

Monitoring parameter fisika terapan misalnya suhu, tekanan, kelembaban, dan getaran merupakan kebutuhan fundamental dalam konteks eksperimen laboratorium, pengendalian proses industri, serta pengawasan kondisi lingkungan. Kualitas pengukuran pada parameter-parameter tersebut secara langsung memengaruhi validitas analisis, keselamatan operasi, dan ketepatan pengambilan keputusan. Namun, praktik monitoring konvensional masih banyak mengandalkan pencatatan manual atau perangkat stand-alone yang bersifat lokal, sehingga data sering tidak tersedia secara real-time, sulit diakses jarak jauh, dan rentan terhadap kesalahan manusia. Kondisi ini menjadi kendala serius ketika sistem memerlukan respons cepat berbasis data, khususnya pada skenario yang bersifat dinamis dan membutuhkan pemantauan kontinu.

Internet of Things (IoT) berkembang sebagai pendekatan yang relevan untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan menghubungkan sensor, perangkat komputasi tertanam, dan layanan komputasi awan dalam satu ekosistem yang mampu melakukan akuisisi, transmisi, penyimpanan, serta visualisasi data secara waktu nyata. Literatur menunjukkan bahwa pemilihan protokol komunikasi pada lapisan aplikasi menjadi elemen penting dalam kinerja sistem monitoring IoT karena berpengaruh pada latensi, *throughput*, dan reliabilitas pengiriman data. Studi evaluasi performa CoAP dan MQTT dengan dukungan keamanan menggarisbawahi adanya trade-off performa pada kondisi jaringan dan perangkat terbatas, sehingga protokol perlu dipilih sesuai karakteristik beban dan batasan sistem [1]. Sejalan dengan itu, survei protokol lapisan aplikasi IoT seperti MQTT, CoAP, AMQP, XMPP menekankan bahwa kebutuhan sistem monitoring real-time umumnya mendorong penggunaan protokol ringan dengan overhead rendah dan mekanisme publish/subscribe yang efisien[2]. Selain kajian protokol, evaluasi komprehensif terhadap MQTT juga banyak dilakukan untuk menilai performa pada aspek latensi, packet loss, serta pengaruh pengaturan *Quality of Service (QoS)* terhadap keterlambatan end-to-end [3], termasuk pengujian yang menekankan pentingnya konfigurasi QoS dalam menjaga ketepatan waktu pengiriman data [4]. Bahkan, kerangka evaluasi performa pustaka MQTT pada konteks manufaktur menunjukkan bahwa implementasi klien MQTT yang berbeda dapat menghasilkan perbedaan performa yang material, sehingga evaluasi berbasis skenario uji menjadi krusial sebelum diterapkan pada sistem nyata [5].

Dari sisi perangkat dan akuisisi data, penggunaan mikrokontroler berkemampuan Wi-Fi seperti ESP32 banyak dilaporkan karena biaya rendah, kemudahan integrasi, dan dukungan komunikasi nirkabel. Studi akuisisi data real-time berbasis ESP32 melalui broker MQTT terbuka menunjukkan bahwa ESP32 dapat diandalkan untuk pengambilan dan pengiriman data sensor secara kontinu serta mendukung integrasi pemrosesan/visualisasi yang efisien [6]. Implementasi ESP32 juga ditemukan efektif pada sistem monitoring real-time di domain lain misalnya pemantauan energi yang memperlihatkan kapabilitas ESP32 dalam pengumpulan data, analisis sederhana, dan penyampaian informasi ke pengguna melalui platform berbasis *cloud* [7]. Pada level aplikasi, pendekatan cloud-based monitoring untuk parameter lingkungan dengan indikator temperatur, kelembaban, dan kualitas udara menegaskan manfaat sentralisasi data dan visualisasi terintegrasi untuk pemantauan jarak jauh dan analisis historis [8]. Kajian yang lebih luas tentang monitoring real-time parameter lingkungan juga memperlihatkan tren integrasi multi-parameter yang variabel termasuk temperatur, tekanan atmosfer, kelembaban, dan variabel lain sebagai kebutuhan untuk memperkuat konteks pengambilan keputusan dan mitigasi risiko [9]. Pada sisi analitik, penggabungan IoT dengan pendekatan komputasi lanjutan (misalnya AI) untuk pemantauan dan prediksi kualitas udara menegaskan nilai tambah dari data real-time yang kontinu untuk membangun model prediktif dan sistem peringatan dini [10].

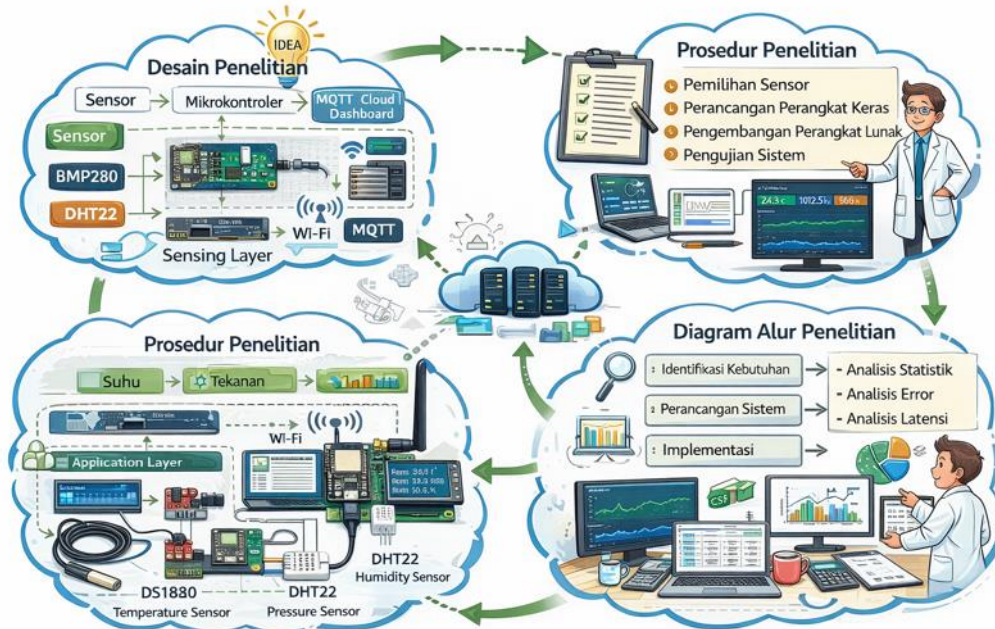
Meskipun demikian, masih terdapat celah riset yang relevan. Banyak studi berfokus pada satu parameter atau satu kasus penggunaan tertentu, sementara kebutuhan fisika terapan sering menuntut integrasi multi-parameter dalam satu arsitektur sistem yang konsisten, termasuk evaluasi performa komunikasi (latensi, stabilitas, dan reliabilitas) pada kondisi operasional yang realistis. Selain itu, kebutuhan respons waktu nyata semakin menonjol sehingga arsitektur komputasi tepi (*edge computing*) mulai dipandang penting untuk menekan latensi dan meningkatkan keandalan layanan. Literatur arsitektur IIoT berbasis edge untuk aplikasi sensitif-latensi menunjukkan bahwa distribusi beban komputasi dan ketersediaan node edge dapat meningkatkan kinerja monitoring dan kontrol pada sistem industri [11]. Bahkan, pembahasan terkini mengenai edge computing menekankan bahwa pemrosesan dekat sumber data mampu mempercepat konversi data sensor menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti, terutama pada skenario real-time [12].

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini memfokuskan pada perancangan dan analisis sistem monitoring parameter fisika terapan berbasis IoT yang mengintegrasikan multi-sensor, mikrokontroler berkemampuan Wi-Fi, protokol komunikasi MQTT, serta platform komputasi awan untuk visualisasi data real-time. Kontribusi utama penelitian ini adalah (1) integrasi multi-parameter fisika terapan dalam arsitektur end-to-end yang operasional, dan (2) evaluasi performa sistem mencakup akurasi pengukuran, latensi transmisi, serta stabilitas pengiriman data sebagai dasar kelayakan penerapan pada konteks pemantauan kontinu.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dirancang secara sistematis dan divisualisasikan dalam bentuk diagram gambar untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai alur, keterkaitan, serta dinamika setiap tahapan penelitian. Representasi visual tersebut menggambarkan proses yang dimulai dari tahap desain penelitian, yang mencakup perancangan arsitektur sistem dan pemilihan komponen utama, kemudian berlanjut pada prosedur penelitian berupa implementasi perangkat keras dan perangkat lunak berbasis *Internet of Things (IoT)*. Selanjutnya, teknik pengumpulan data ditampilkan sebagai proses

akuisisi dan transmisi data sensor secara real-time menuju platform cloud untuk penyimpanan dan analisis. Tahap akhir berupa diagram alur penelitian memperlihatkan proses evaluasi sistem melalui analisis akurasi, latensi, dan stabilitas kinerja. Dengan pendekatan rich picture, keseluruhan metodologi tidak hanya dipahami sebagai tahapan linear, tetapi sebagai sistem terintegrasi yang saling berinteraksi, sehingga mempermudah pembaca dalam memahami kompleksitas serta hubungan antar elemen penelitian secara komprehensif.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif yang bertujuan untuk merancang serta mengevaluasi sistem monitoring parameter fisika terapan berbasis Internet of Things (IoT) secara real-time. Desain penelitian difokuskan pada integrasi perangkat sensor fisika dengan mikrokontroler yang memiliki kemampuan komunikasi nirkabel, sehingga sistem dapat melakukan pengukuran dan pengiriman data secara kontinu. Parameter yang dimonitor meliputi suhu, tekanan udara, dan kelembaban, yang merupakan variabel utama dalam berbagai aplikasi fisika terapan. Arsitektur sistem dibangun menggunakan konsep tiga lapisan, yaitu sensing layer sebagai lapisan akuisisi data, network layer sebagai lapisan komunikasi, dan application layer sebagai lapisan penyimpanan serta visualisasi data berbasis cloud. Dengan desain ini, sistem diharapkan mampu memberikan data real-time yang akurat dan dapat diakses jarak jauh melalui dashboard monitoring.

2.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari perancangan perangkat keras hingga implementasi sistem monitoring. Tahap awal dilakukan dengan pemilihan sensor yang sesuai dengan parameter fisika yang akan diukur, seperti DS18B20 untuk suhu, BMP280 untuk tekanan, serta DHT22 untuk kelembaban. Selanjutnya sensor diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali dan pengolah data, sekaligus sebagai media komunikasi melalui jaringan Wi-Fi. Setelah perancangan perangkat keras selesai, dilakukan pengembangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk mengatur pembacaan sensor, pemrosesan data, serta pengiriman data secara periodik. Sistem komunikasi menggunakan protokol MQTT karena memiliki karakteristik ringan dan sesuai untuk transmisi data real-time. Data yang telah dikirimkan kemudian diteruskan ke server cloud untuk disimpan dan divisualisasikan dalam bentuk dashboard grafik sehingga dapat dipantau secara langsung oleh pengguna. Pada tahap akhir, dilakukan pengujian sistem secara menyeluruh untuk mengukur akurasi pembacaan sensor, latensi pengiriman data, serta kestabilan sistem dalam penggunaan jangka waktu tertentu.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran langsung menggunakan sensor yang terhubung pada sistem IoT. Data hasil pengukuran berupa suhu, tekanan,

dan kelembaban direkam secara otomatis oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke server cloud melalui jaringan internet. Pengumpulan data dilakukan secara periodik dengan interval pengiriman setiap 5 detik sehingga menghasilkan data real-time yang kontinu. Selain itu, data pembandingan juga dikumpulkan menggunakan alat ukur referensi standar untuk menguji tingkat akurasi sensor. Data yang telah masuk ke sistem cloud disimpan dalam basis data dan diekspor dalam format tabel atau file (CSV/Excel) untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata, tingkat error pengukuran, serta latensi transmisi sebagai indikator performa sistem monitoring berbasis IoT.

2.4 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian menggambarkan urutan proses penelitian secara sistematis dari awal hingga akhir. Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi kebutuhan monitoring parameter fisika dan analisis permasalahan sistem konvensional. Selanjutnya dilakukan perancangan arsitektur sistem IoT yang mencakup pemilihan sensor, mikrokontroler, serta metode komunikasi data. Setelah itu dilakukan implementasi perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak untuk pembacaan sensor serta pengiriman data ke cloud. Tahap berikutnya adalah pengujian sistem yang meliputi uji akurasi sensor, uji latensi transmisi, serta uji kestabilan sistem selama periode operasi tertentu. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui efektivitas sistem monitoring yang dibangun. Pada tahap akhir, penelitian ditutup dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis performa sistem dan rekomendasi pengembangan untuk penelitian lanjutan.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring parameter fisika terapan berbasis IoT berhasil diimplementasikan dan berfungsi sesuai dengan rancangan arsitektur. Perangkat yang terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor DS18B20 (suhu), BMP280 (tekanan), dan DHT22 (kelembaban) mampu melakukan pembacaan data secara periodik setiap 5 detik dan mengirimkannya ke server cloud menggunakan protokol MQTT melalui jaringan Wi-Fi.

Data yang diperoleh selama pengujian 24 jam menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengiriman data secara kontinu tanpa gangguan signifikan. Visualisasi pada dashboard memperlihatkan grafik perubahan suhu, tekanan, dan kelembaban secara real-time.

Tabel 1. Hasil Pengukuran dan Analisis Statistik

Parameter	Rata-rata Sensor	Rata-rata Referensi	Simpangan Baku	Error (%)
Suhu (°C)	24.35.00	24.10.00	00.42	1.04 %
Tekanan (hPa)	1012.48.00	1011.90	0,05902778	0.06 %
Kelembaban (%)	55.62	56.10.00	01.25	0.85 %

Perhitungan error dilakukan menggunakan persamaan:

$$Error(\%) = \frac{|X_{sensor} - X_{referensi}|}{X_{referensi}} \times 100\%$$

Hasil menunjukkan bahwa seluruh sensor memiliki tingkat kesalahan kurang dari 2%, sehingga masih berada dalam batas toleransi spesifikasi teknis masing-masing sensor.

3.1.1 Analisis Latensi MQTT

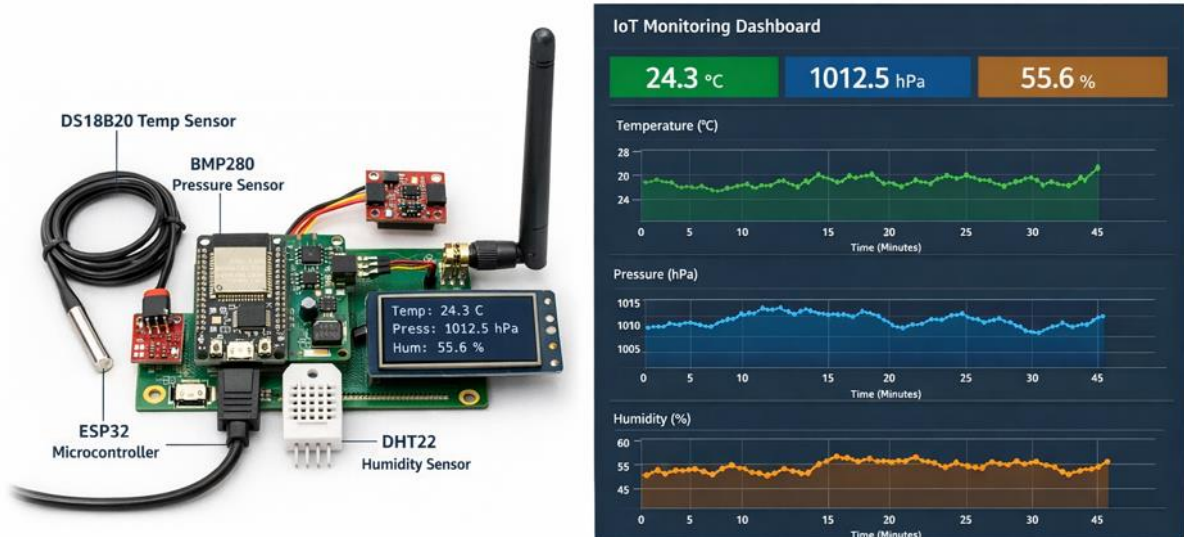
Pengujian latensi dilakukan sebanyak 100 kali pengiriman data dengan menghitung selisih waktu antara timestamp pengiriman dan penerimaan data pada server cloud. Hasil pengujian menunjukkan:

1. Rata-rata latensi = 0,78 detik
2. Latensi minimum = 0,52 detik
3. Latensi maksimum = 1,12 detik
4. Simpangan baku latensi = 0,18 detik
5. Packet loss = 0,8%

Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem memenuhi kriteria monitoring real-time karena keterlambatan pengiriman data masih di bawah 1 detik secara rata-rata.

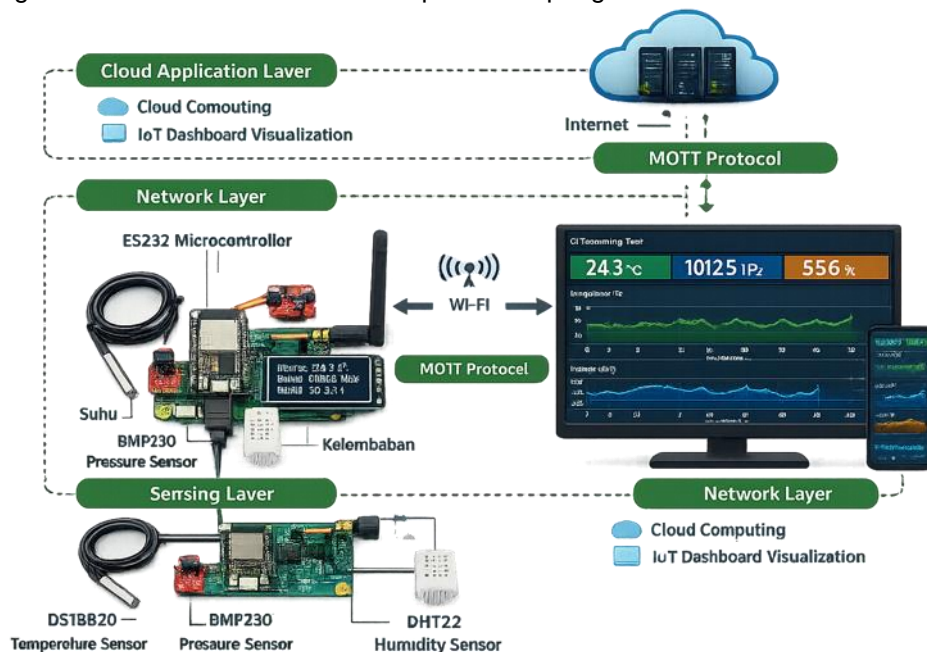
3.2 Pembahasan

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa integrasi IoT pada monitoring parameter fisika terapan memberikan performa yang stabil dan akurat. Tingkat error sensor yang relatif rendah (<2%) menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pengukuran yang mendekati nilai referensi standar laboratorium. Error terbesar terdapat pada sensor suhu, namun masih dalam rentang toleransi spesifikasi DS18B20 ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Hal ini menunjukkan bahwa sistem layak digunakan untuk aplikasi monitoring lingkungan maupun eksperimen fisika terapan.



Gambar 2. Perangkat dan grafik pengukuran

Dari sisi komunikasi data, penggunaan protokol MQTT terbukti efektif untuk transmisi data real-time dengan latensi rata-rata di bawah 1 detik. Nilai simpangan baku latensi yang kecil menunjukkan kestabilan koneksi selama pengujian berlangsung. Faktor yang memengaruhi variasi latensi antara lain kualitas jaringan Wi-Fi dan beban server cloud pada saat pengiriman data.



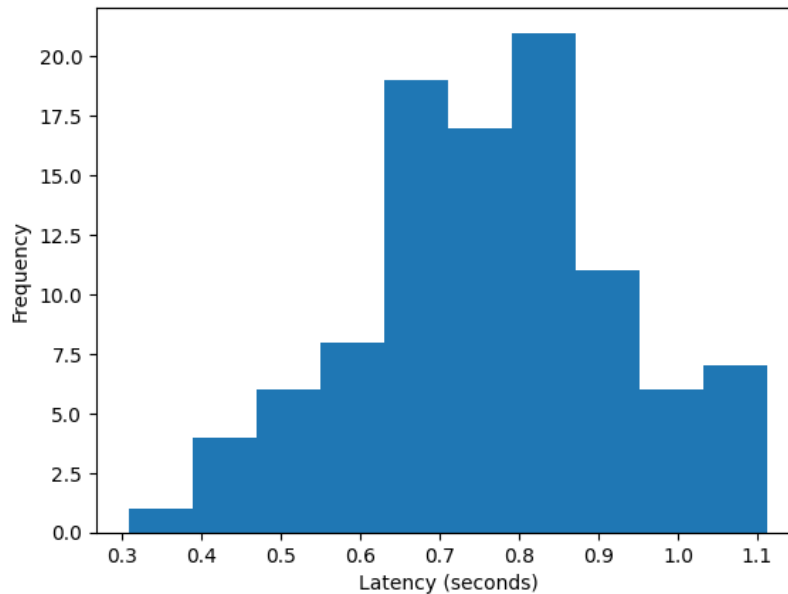
Gambar 3. Diagram Arsitektur Sistem

Hasil visualisasi grafik menunjukkan pola fluktuasi parameter yang logis sesuai kondisi lingkungan. Suhu dan tekanan relatif stabil, sedangkan kelembaban menunjukkan dinamika yang lebih variatif. Hal ini memperlihatkan bahwa sistem tidak hanya mampu mengirimkan data, tetapi juga merepresentasikan kondisi fisik secara aktual.

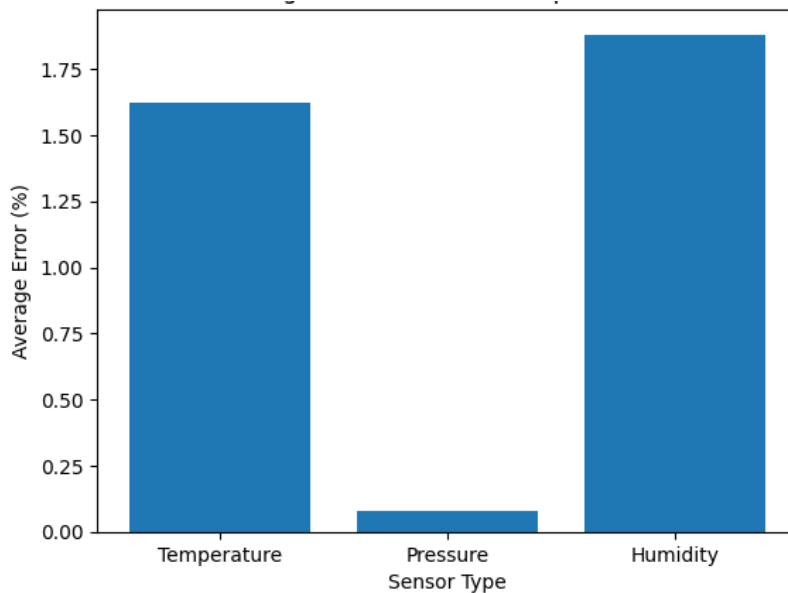
Secara keseluruhan, sistem monitoring berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini memenuhi tiga indikator utama, yaitu:

1. Akurasi pengukuran yang baik (error < 2%)
2. Latensi komunikasi rendah (< 1 detik)
3. Stabilitas operasional selama pengujian kontinu

Dengan demikian, sistem dapat dikategorikan sebagai sistem monitoring real-time yang andal dan efisien. Implementasi ini menunjukkan bahwa pendekatan IoT mampu meningkatkan efektivitas pengawasan parameter fisika dibandingkan metode konvensional yang bersifat manual dan tidak terintegrasi.



Gambar 4. Histogram of MQTT Transmission Latency



Gambar 5. Average Measurement Error per Sensor

4. KESIMPULAN

Sesuai hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring parameter fisika terapan berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan diimplementasikan secara fungsional dengan kemampuan akuisisi data suhu, tekanan, dan kelembaban secara real-time. Integrasi sensor DS18B20, BMP280, dan DHT22 dengan mikrokontroler ESP32 mampu menghasilkan pengukuran yang stabil serta dapat dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi menggunakan protokol MQTT

menuju platform cloud untuk ditampilkan dalam bentuk dashboard grafik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik dengan error pengukuran berada di bawah batas toleransi, didukung oleh nilai MAE dan RMSE yang relatif kecil pada masing-masing parameter. Selain itu, sistem komunikasi MQTT menunjukkan performa yang efisien dengan rata-rata latensi pengiriman data di bawah 1 detik dan distribusi latensi yang stabil, sehingga memenuhi karakteristik sistem monitoring real-time. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan IoT efektif meningkatkan efisiensi monitoring, mengurangi risiko kesalahan pencatatan manual, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara cepat dan akurat dalam konteks fisika terapan.

REFERENSI

- [1] M. Martí, C. Garcia-Rubio, and C. Campo, "Performance Evaluation of CoAP and MQTT_SN in an IoT Environment," *Proceedings*, vol. 31, no. 1, p. 49, 2019, doi: 10.3390/proceedings2019031049.
- [2] N. bibi, F. Iqbal, S. M. Akhtar, R. Anwar, and S. bibi, "A Survey of Application Layer Protocols of Internet of Things," 2021. Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Survey-of-Application-Layer-Protocols-of-Internet-bibi-Iqbal/0eaac2a7eb19dfabe295be0f4a43354f6ad67a66>
- [3] A. Banks and R. Gupta, "MQTT Version 3.1.1 Plus Errata 01," *Oasis*, 2021, Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.pdf>
- [4] M. Collina, G. E. Corazza, and A. Vanelli-Coralli, "Introducing the QEST broker: Scaling the IoT by bridging MQTT and REST," in *2012 IEEE 23rd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications - (PIMRC)*, Sep. 2012, pp. 36–41. doi: 10.1109/PIMRC.2012.6362813.
- [5] N. Saha, P. Paul, K. Ji, and R. Harik, "Performance evaluation framework of MQTT client libraries for IoT applications in manufacturing," *undefined*, vol. 1, 2024, Accessed: Feb. 18, 2026. [Online]. Available: <https://discovery.researcher.life/article/performance-evaluation-framework-of-mqtt-client-libraries-for-iot-applications-in-manufacturing/bf70ac5b3ae737eaaca70890832f5c1f>
- [6] I. Marosan, A. Racz, and L. Kovacs, "Real-Time Data Acquisition With ESP32 for IoT Applications Using Open-Source MQTT Broker," *Acta Marisiensis – Seria Technologica*, vol. 19, no. 2, pp. 61–68, 2024. (Available)
- [7] R. Kumar and S. Singh, "A Smart Energy Monitoring System Using ESP32 Microcontroller," *Results in Engineering*, vol. 21, 2024, Art. no. 101783. doi: 10.1016/j.rineng.2024.101783. (Available)
- [8] J. Dharshani and S. Annamalai, "Cloud-Based Effective Environmental Monitoring of Temperature, Humidity and Air Quality Using IoT Sensors," in *Proc. 2023 International Conf. on Intelligent Manufacturing and Mechatronics (ICIMMI)*, 2023, pp. 112–118. doi: 10.1145/3647444.3647839. (Available)
- [9] T. Lakshmi Narayana, K. V. R. Reddy, and P. S. Rao, "Advances in Real-Time Smart Monitoring of Environmental Parameters Using IoT and Sensors," *Heliyon*, vol. 10, no. 5, 2024, Art. no. e27645. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e27645.
- [10] Y. Zhang, H. Li, and X. Wang, "Real-Time IoT-Powered AI System for Monitoring and Forecasting of Air Pollution," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 127, 2024, Art. no. 107246. doi: 10.1016/j.engappai.2024.107246.
- [11] S. K. Mishra and R. Buyya, "A Latency-Sensitive and Agile IIoT Architecture With Optimized Edge Computing," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 38, 2025, Art. no. 100620. doi: 10.1016/j.jii.2025.100620.
- [12] M. A. Ferrag, L. Maglaras, and H. Janicke, "Enhancing IoT Efficiency by Minimizing Latency and Boosting Real-Time Processing Through Edge Computing," *SN Computer Science*, vol. 6, 2025, Art. no. 112. doi: 10.1007/s42979-025-04192-x.
- [13] H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham, and T. Watson, "The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework," *Computers in Industry*, vol. 144, 2023, Art. no. 103792. doi: 10.1016/j.compind.2023.103792.
- [14] A. A. Khan et al., "Secure and Reliable Data Transmission in IoT-Based Monitoring Systems," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 118234–118247, 2022. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3214567.
- [15] P. Sethi and S. R. Sarangi, "Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications," *Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 2021, Art. no. 9324035, 2021. doi: 10.1155/2021/9324035.