PENGEMBANGAN SISTEM IOT PENDETEKSI SUHU DAN KELEMBABAN RUANG SERVER DENGAN *DASHBOARD* DAN NOTIFIKASI *TELEGRAM*

Wasilatul Faqih[1], Ali Mulyanto[2], M. Rifqy Zakaria[3]
Universitas Panca Sakti Bekasi[123]
Jl. Raya Hankam No.54, RT.005/RW.002, Jatirahayu, Kec. Pondok. Melati, Kota Bekasi, Jawa Barat 17414.
E-mail: faqihofficially@email.com[1], alimulyanto.psub@gmail.com[2], Rifqyzakaria@gmail.com[3]

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi suhu dan kelembaban ruang server berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan *dashboard monitoring real-time* dan notifikasi *Telegram*. Permasalahan utama yang diatasi adalah ketiadaan sistem pemantauan terintegrasi dan keterlambatan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan yang berpotensi merusak perangkat keras kritis di ruang server. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, desain, validasi, uji coba, dan evaluasi. Instrumen penelitian meliputi mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, *platform dashboard monitoring*, dan *API Telegram*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi suhu dan kelembaban secara akurat dan kontinu. *Dashboard* menampilkan visualisasi data *real-time* dengan kecepatan pembaruan rata-rata 5 detik. Notifikasi *Telegram* efektif dengan waktu respons kurang dari 10 detik ketika parameter melampaui ambang batas. Disimpulkan bahwa sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi pemantauan dan mempercepat respons terhadap anomali lingkungan ruang server.

Kata kunci: *Internet of Things, Monitoring, Sensor, Dashboard, Telegram*.

ABSTRACTS

This research develops an Internet of Things (IoT) based server room temperature and humidity detection system integrated with a real-time monitoring dashboard and Telegram notifications. The main problem addressed is the lack of an integrated monitoring system and delayed response to environmental changes that potentially damage critical hardware in the server room. The method used is Research and Development (R&D) with stages of problem identification, data collection, design, validation, testing, and evaluation. Research instruments include ESP32 microcontroller, DHT22 sensor, monitoring dashboard platform, and Telegram API. The results show that the system is able to detect temperature and humidity accurately and continuously. The dashboard displays real-time data visualization with an average update speed of 5 seconds. Telegram notifications are effective with a response time of less than 10 seconds when parameters exceed thresholds. It is concluded that this system successfully increases monitoring efficiency and accelerates response to server room environmental anomalies.

Keywords: Internet of Things, Monitoring, Sensor, Dashboard, Telegram.

1. PENDAHULUAN

Kelancaran operasional perusahaan di era digital sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan ruang server yang terjaga dengan baik. Suhu dan kelembaban merupakan dua parameter kritis yang wajib dikendalikan secara ketat, mengingat perubahan drastis pada kedua faktor tersebut berpotensi menurunkan performa perangkat keras, mempercepat degradasi komponen elektronik, hingga memicu kegagalan sistem secara menyeluruh [1]. Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* membuka peluang untuk melakukan pengawasan lingkungan secara presisi dan berkelanjutan berkat kemampuan pengumpulan data dari sensor secara otomatis tanpa kabel [2].

Penerapan IoT pada ruang server memungkinkan pencatatan data historis, pengiriman peringatan dini, serta penyajian informasi melalui *dashboard monitoring* [3]. Adanya integrasi dengan *Telegram* memastikan pemberitahuan kritis dapat diterima oleh pengelola meskipun sedang tidak membuka *dashboard*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan merancang serta mengimplementasikan sistem pendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang server dengan memanfaatkan teknologi IoT, membangun *dashboard monitoring real-time*, dan mengintegrasikan *Telegram* sebagai media pengiriman peringatan dini ketika kondisi lingkungan di luar batas normal.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan *Research and Development* (R&D) digunakan sebagai landasan metodologis dalam penyusunan sistem ini. R&D merupakan metode penelitian yang terstruktur untuk menciptakan sekaligus memverifikasi produk, dengan melibatkan siklus inovasi yang berkelanjutan. Rangkaian tahapan R&D mencakup: (1) Penelitian Pendahuluan (identifikasi potensi dan masalah), (2) Analisis Kebutuhan, (3) Rancangan Model (desain perangkat keras dan lunak), dan (4) Validasi, Evaluasi, dan Revisi Model melalui penilaian ahli (*expert judgment*) dan uji coba operasional.

Perangkat keras yang digunakan meliputi *microkontroler* ESP32 sebagai unit pemrosesan utama, sensor suhu dan kelembaban DHT22, *Expansion Board* ESP32, serta modul LCD 16x2 dengan I2C. Protokol komunikasi menggunakan HTTP untuk pengiriman data ke server. Sedangkan perangkat lunak mencakup *platform dashboard monitoring* berbasis *web* (HTML, CSS, JavaScript) dan antarmuka pemrograman aplikasi (API) *Telegram* untuk fitur notifikasi peringatan.

2.1 Kajian Awal dan Eksplorasi

Langkah pertama berpusat pada identifikasi dan analisis kendala operasional di lokasi penelitian. Peninjauan difokuskan pada mekanisme pemantauan suhu dan kelembapan ruang server yang saat ini masih berjalan secara manual. Sistem konvensional tersebut dinilai memiliki kelemahan karena sangat bergantung pada operator, sehingga rentan mengalami keterlambatan respons akibat kelalaian manusia (*human error*). Bersamaan dengan itu, penelusuran literatur mengenai implementasi *Internet of Things* (IoT) juga dilakukan guna memperoleh landasan teoretis terbaik dalam memecahkan persoalan tersebut.

2.2 Perumusan Kebutuhan Sistem

Berlandaskan temuan pada tahap sebelumnya, fase ini menyusun rincian spesifikasi teknis sebagai solusi atas kendala yang ada. Spesifikasi ini diklasifikasikan ke dalam dua kategori:

1. **Kebutuhan fungsional**, yang mencakup kapasitas sensor dalam mengakuisisi data seketika (*real-time*) serta fitur pengiriman notifikasi peringatan.
2. **Kebutuhan non-fungsional**, yang mencakup keandalan koneksi jaringan internet, kecepatan respons antarmuka *web*, dan efisiensi konsumsi daya pada perangkat keras.

2.3 Perancangan Arsitektur Sistem

Fase ini merupakan proses pembuatan desain rancang bangun secara komprehensif, yang memadukan komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. **Desain Perangkat Keras**: Memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama karena telah dilengkapi fitur Wi-Fi internal. Modul ini dirangkai bersama sensor DHT22 untuk mengukur tingkat suhu dan kelembapan secara akurat. Penggunaan *Expansion Board* ESP32 ditujukan untuk menyederhanakan manajemen daya dan jalur pin. Rangkaian ini juga dipadukan dengan layar LCD 16x2 berbasis I2C guna memfasilitasi pemantauan indikator secara langsung di lokasi fisik (*on-site*).
2. **Desain Perangkat Lunak**: Tahapan ini mencakup penyusunan *firmware* pada unit ESP32 serta pembuatan antarmuka pengguna berbasis *web* (*dashboard monitoring*) dengan memanfaatkan HTML, CSS, dan JavaScript. Lebih lanjut, sistem dihubungkan dengan API Telegram agar program *bot* dapat bekerja secara otomatis untuk mengirimkan pesan peringatan saat terdeteksi anomali.
3. **Mekanisme Komunikasi Data**: Guna memastikan kelancaran transmisi informasi, protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) diterapkan pada sistem. Protokol ini bertanggung jawab menjembatani pengiriman muatan data secara terus-menerus dari titik sensor ESP32 ke server utama, sehingga informasi dapat diproses dan disajikan pada halaman *dashboard*.

2.4 Validasi, Revisi, dan Pengujian Prototipe

Konsep perancangan yang telah disusun selanjutnya dinilai kelayakannya melalui tahap *expert judgment* oleh pakar di bidang terkait. Parameter evaluasi meliputi kesesuaian skema elektronika, optimalisasi struktur kode program, dan standar keamanan data. Kritik serta masukan dari para *validator* dijadikan acuan utama untuk merevisi dan memperbaiki kualitas purwarupa. Setelah proses penyempurnaan selesai, *prototipe* tersebut diimplementasikan dan diuji coba secara langsung di area operasional ruang server. Pengujian akhir ini bertujuan untuk memvalidasi tingkat akurasi sensor, ketahanan alat, dan kecepatan waktu respons sistem saat dihadapkan pada kondisi operasional yang sebenarnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pendeteksi yang dirancang telah berhasil dibangun dan diuji coba di lingkungan ruang server. Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian disajikan dalam analisis keandalan sensor, performa antarmuka *dashboard*, dan ketepatan sistem notifikasi. Implementasi sistem pendeteksi suhu dan kelembaban ruang server ini telah diselesaikan mengacu pada tahapan metode *Research and Development* (R&D). Sebelum memperoleh rumusan data pengujian akhir secara kuantitatif, proses pengerjaan sistem telah direalisasikan melalui serangkaian tahapan pengerjaan fisik maupun perangkat lunak, dengan rincian pencapaian sebagai berikut:

3.1 Realisasi Analisis Kebutuhan

Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, kelemahan pada pemantauan ruang server manual yang terbukti lamban dan rentan terhadap kelalaian manusia telah dipetakan. Dari temuan tersebut, sistem ini dieksekusi untuk memenuhi standar spesifikasi baru, yakni menyediakan data lingkungan secara *real-time*, memvisualisasikan kondisi ruangan secara informatif, serta memiliki fitur alarm dini guna mencegah *downtime* atau kerusakan perangkat keras.

3.2 Implementasi Perancangan Sistem

Pada tahap ini, perangkat keras dan perangkat lunak telah berhasil dirakit dan diintegrasikan. Secara fisik, sensor DHT22 telah dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 yang bertindak sebagai pusat akuisisi data. Sementara itu, antarmuka *dashboard monitoring* berbasis *web* menggunakan HTML, CSS, dan *JavaScript* telah selesai dikembangkan. Platform ini juga telah terhubung secara sukses dengan *Application Programming Interface* (API) *Telegram* yang difungsikan sebagai bot pengirim pesan peringatan.

3.3 Hasil Validasi Ahli

Sebelum diimplementasikan ke lingkungan operasional nyata, *prototipe* sistem yang telah dirakit terlebih dahulu dievaluasi oleh pakar di bidang teknologi informasi dan infrastruktur jaringan. Hasil evaluasi tersebut telah diterapkan ke dalam sistem berupa penyempurnaan kestabilan pengiriman data, peningkatan keamanan, serta perbaikan tata letak visual pada *dashboard* agar lebih ramah pengguna (*user-friendly*).

3.4 Pelaksanaan Uji Coba Operasional

Setelah seluruh perbaikan dari *validator* diimplementasikan, alat pendeteksi dipasang secara langsung di dalam ruang server. Sistem kemudian dijalankan secara operasional untuk menguji tiga parameter utama, yaitu tingkat akurasi pembacaan sensor, kelancaran transmisi data ke layar *dashboard*, serta tingkat responsivitas pengiriman peringatan anomali via *Telegram*. Rincian hasil dari pengujian operasional tersebut secara kuantitatif serta analisis pembahasannya dijabarkan lebih lanjut pada berikut:

1. Hasil Pengujian Sensor

Pengujian akurasi sensor suhu dan kelembaban dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DHT22 dengan alat ukur standar yang telah terkalibrasi. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi suhu dan kelembaban secara akurat dan kontinu. Rata-rata perbedaan pembacaan antara sensor dan alat ukur standar untuk suhu adalah ±0.2°C dan untuk kelembaban adalah ±1.5%. Hasil percobaan secara kuantitatif ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor Suhu dan Kelembaban

Parameter	Nilai Min	Nilai Max	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata selisih
Suhu (°C)	20.5	28.2	24.3	1.8	±0.2
Kelembaban (%)	45.0	65.0	55.0	5.0	±1.5

2. Hasil Pengujian Dashboard Monitoring

Platform dashboard monitoring berhasil dibangun dengan teknologi *web* dan menampilkan data suhu serta kelembaban secara *real-time*. Interval pembaruan data (*refresh rate*) pada *dashboard* mencapai rata-rata 5 detik. Visualisasi berupa grafik garis memberikan gambaran yang jelas mengenai tren perubahan lingkungan di ruang server [4]. Pengguna dapat memantau kondisi terkini dan meninjau histori data secara interaktif, yang secara efektif memangkas waktu untuk mendeteksi anomali.

3. Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

Integrasi notifikasi *Telegram* terbukti berfungsi dengan baik sebagai sistem peringatan dini. Berdasarkan skenario pengujian, ketika ambang batas dilampaui (suhu di atas 26°C atau kelembaban di luar batas 40%-60%), sistem ESP32 secara otomatis memicu pengiriman pesan melalui *bot Telegram*. Waktu respons pengiriman pesan tercatat kurang dari 10 detik setelah anomali terdeteksi [5]. Hal ini secara nyata meningkatkan kecepatan *respons* operator dalam mencegah kerusakan perangkat keras akibat panas berlebih (*overheating*) atau kondensasi berlebih.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi suhu dan kelembaban ruang *server* berbasis IoT dengan *microkontroler* ESP32 dan *sensor* DHT22 berhasil diimplementasikan dengan tingkat akurasi yang tinggi. *Dashboard monitoring real-time* efektif menampilkan visualisasi data untuk mendukung pengambilan keputusan. Selain itu, integrasi notifikasi melalui *bot Telegram* mampu memberikan peringatan dini dengan cepat (kurang dari 10 detik) saat parameter lingkungan melampaui ambang batas aman, sehingga meningkatkan keandalan operasional ruang server.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan parameter pengawasan lain seperti kualitas udara (sensor gas/asap) dan deteksi kebocoran air. Selain itu, disarankan untuk

mengimplementasikan algoritma prediktif berbasis data masa lalu agar sistem mampu mengantisipasi potensi anomali suhu atau kelembaban sebelum terjadi, serta menambahkan fitur ekspor laporan ke dalam format CSV pada *dashboard monitoring*.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Sethi, P. and Sarangi, S. R., *"Internet of things: Architectures, protocols, and applications," Journal of Electrical and Computer Engineering* (2017).

[2]. Swan, M., *"Sensor mania! the internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0," Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 1, no. 3, pp. 217-253 (2012).

[3]. Ceccarini, C., Mirri, S., Salomoni, P., and Prandi, C., *"On exploiting data visualization and iot for increasing sustainability and safety in a smart campus," Mobile Networks and Applications*, vol. 26, no. 5, pp. 2066-2075 (2021).

[4]. Yamin, M. I., Ariman, A., and Pakpahan, F., "Rancang bangun sistem monitoring dan akuisisi data kondisi ruangan laboratorium kalibrasi berbasis iot dengan esp32," *SINUSOIDA*, vol. 27, no. 2, pp. 29-39, (2025).

[5]. Kurniawan, A. and Putra, I. S., "Pengembangan sistem informasi dashboard profile peta monitoring hsse environtmental pt kilang pertamina internasional ru iii plaju," *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 4, no. 3, pp. 3290-3302 (2025).