KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.5 Oktober 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 1416-1431
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i5.12758

Perancangan Dan Implementasi Sistem IoT Mengintegrasikan ESP32, Multisensor, Dan Modul Ping Checker Untuk Monitoring Ruang Server Pada Perusahaan Multi Cabang Secara Realtime

Mhd. Adam Nugraha[1*], Mhd. Basri[2]
[1,2] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20238
*Penulis Korespondensi: adam.2209020209@gmail.com

Abstract. *A server room is a data processing centre whose environmental condition must be monitored continuously. At PT Media Alvina Sejati, which operates several branches, temperature, electrical voltage, and network connectivity are still monitored manually, so disturbances are frequently detected too late. This study aims to design and implement an Internet of Things based server room monitoring system that integrates an ESP32 microcontroller, a DHT22 temperature and humidity sensor, a ZMPT101B voltage sensor, and an ICMP based ping checker function in a single device. The research method used is research and development. Sensor data are transmitted to the Firebase Realtime Database over a Wi-Fi network and displayed on a web dashboard that can be accessed remotely for several branches at once. The test results show an average reading error of 0.86 percent for temperature, 1.20 percent for humidity, and 0.30 percent for voltage, with an average data delivery delay of 1.37 seconds. Changes in server connectivity status are detected at most 15 seconds after a disturbance occurs. All dashboard functions tested using the black box method worked as designed. This system can help network administrators monitor server room conditions in a real-time and centralised manner.*

Keywords: *internet of things; server room; ESP32; monitoring; Firebase Realtime Database.*

Abstrak. Ruang server merupakan pusat pengolahan data yang kondisi lingkungannya harus dipantau secara terus-menerus. Pada PT Media Alvina Sejati yang memiliki beberapa cabang, pemantauan suhu, tegangan listrik, dan konektivitas jaringan masih dilakukan secara manual sehingga gangguan sering terlambat diketahui. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring ruang server berbasis Internet of Things yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor tegangan ZMPT101B, serta fungsi ping checker berbasis protokol ICMP dalam satu perangkat. Metode yang digunakan adalah research and development. Data sensor dikirimkan ke Firebase Realtime Database melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada dashboard web yang dapat diakses dari jarak jauh untuk beberapa cabang sekaligus. Hasil pengujian menunjukkan error rata-rata pembacaan suhu sebesar 0,86 persen, kelembapan 1,20 persen, dan tegangan 0,30 persen, dengan waktu tunda rata-rata penyajian data sebesar 1,37 detik. Perubahan status konektivitas server terdeteksi paling lama 15 detik setelah gangguan terjadi. Seluruh fungsi dashboard yang diuji menggunakan metode kotak hitam berjalan sesuai rancangan. Sistem ini dapat membantu administrator jaringan memantau kondisi ruang server secara real-time dan terpusat.

Kata kunci: internet of things; ruang server; ESP32; monitoring; Firebase Realtime Database.

1. LATAR BELAKANG

Pada perusahaan PT Media Alvina Sejati yang memiliki beberapa cabang, jaringan komputer dan ruang server memainkan peran penting dalam mendukung berbagai kegiatan operasional perusahaan. Hal ini karena jaringan tersebut digunakan untuk menghubungkan dan menjalankan berbagai perangkat serta layanan jaringan antar

Naskah Masuk:01 September 2026; Revisi: 02 September 2026; Diterima: 03 September 2026; Terbit: 21 September 2026

cabang. Namun, saat pelaksanaannya masih ada hambatan dalam memantau langsung kondisi ruang server dan jaringan. Pemantauan suhu di dalam ruang server, tegangan listrik, serta kondisi koneksi jaringan belum dilakukan secara terpadu dalam satu sistem yang bisa memberikan informasi secara langsung dan dapat diakses dari tempat yang jauh. Kondisi itu bisa membuat proses mengetahui dan mengenali gangguan memakan waktu, terutama saat gangguan terjadi di bagian yang letaknya berbeda.

Server memiliki peranan penting sebagai pusat penyimpanan data, pengelolaan aplikasi, serta distribusi informasi pada perusahaan, terutama perusahaan yang memiliki banyak cabang (Hassan, Qamar, Hasan, Aman, & Ahmed, 2020). Kondisi ruang server yang stabil sangat diperlukan agar seluruh sistem dapat berjalan dengan baik tanpa gangguan. Monitoring ruang server secara manual dinilai kurang efektif karena membutuhkan pengawasan langsung oleh administrator jaringan. Selain itu, pada perusahaan multi cabang, proses pengawasan menjadi lebih sulit karena administrator harus memantau kondisi server pada berbagai lokasi yang berbeda. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu sistem monitoring otomatis yang mampu melakukan pengawasan kondisi ruang server secara real-time dan terpusat sehingga gangguan dapat diketahui dan ditangani lebih cepat (Bakare & Abubaker, 2026).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan solusi dalam membangun sistem monitoring yang lebih modern dan efisien. IoT merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar data secara otomatis. Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT adalah Espressif Systems ESP32. ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki fitur WiFi dan Bluetooth terintegrasi sehingga sangat cocok digunakan pada sistem monitoring berbasis internet. Selain memiliki performa yang tinggi, ESP32 juga mendukung berbagai protokol komunikasi dan integrasi sensor sehingga mampu melakukan pengolahan data dan pengiriman informasi secara real-time (Austin, Mulyadi, & Octaviani, 2024).

Dalam monitoring ruang server, suhu ruangan menjadi salah satu parameter penting yang harus diperhatikan. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overheat pada perangkat server sehingga menurunkan performa dan memperpendek umur perangkat keras. Oleh karena itu, penggunaan sensor suhu diperlukan untuk memantau kondisi temperatur ruangan secara terus-menerus dan real-time (Kevin, Utomo, & Rumaksari,

2023). Selain suhu, kestabilan tegangan listrik juga menjadi faktor penting karena tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan perangkat server maupun kehilangan data penting perusahaan (Ilmi, Sasmoko, Suasana, Sulartopo, & Putra, 2024). Selain monitoring suhu dan tegangan listrik, kondisi konektivitas jaringan server juga harus dipantau secara berkala. Gangguan koneksi jaringan dapat menyebabkan layanan sistem informasi perusahaan menjadi tidak dapat diakses. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memantau kondisi jaringan adalah menggunakan modul ping checker. Modul ini bekerja dengan melakukan pengecekan status koneksi server secara otomatis melalui pengiriman paket data sehingga administrator dapat mengetahui apakah server berada dalam kondisi aktif atau mengalami gangguan jaringan (Andrianto, 2024).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan sistem monitoring berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pengawasan sistem secara real-time. Penelitian Liza & Basri berhasil merancang sistem monitoring kesehatan pasien berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan beberapa sensor. Sistem tersebut mampu mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke server lokal dan menampilkan data secara real-time melalui website monitoring sehingga proses pemantauan dapat dilakukan secara lebih efisien dan cepat. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa sistem yang dibangun berjalan stabil, memiliki respon cepat, dan mampu mendukung proses monitoring secara berkelanjutan (Zein & Basri, 2025).

Selain itu, penelitian Sari et al, 2023 menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler dalam sistem pengaturan suhu otomatis mampu meningkatkan efisiensi monitoring dan pengendalian suhu ruangan. Implementasi IoT pada berbagai bidang monitoring membuktikan bahwa teknologi ini mampu memberikan solusi pengawasan sistem secara otomatis, real-time, dan terintegrasi (Sari, Al-Khowarizmi, Apdilah, Manurung, & Basri, 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu sistem monitoring ruang server yang mampu memantau kondisi suhu, tegangan listrik, dan konektivitas jaringan secara real-time pada perusahaan multi cabang. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul "Perancangan dan Implementasi Sistem IoT Mengintegrasikan ESP32, Multisensor, dan Modul Ping Checker untuk Monitoring Ruang Server pada Perusahaan Multi Cabang Secara Realtime". Sistem yang dirancang diharapkan mampu membantu administrator jaringan dalam melakukan pengawasan kondisi ruang server secara lebih

efektif, efisien, dan terpusat sehingga dapat meminimalkan risiko kerusakan perangkat maupun gangguan operasional perusahaan.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Internet of things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik terhubung ke jaringan internet untuk saling bertukar data secara otomatis tanpa harus melibatkan interaksi manusia secara langsung dalam setiap prosesnya (Hassan et al., 2020). Teknologi ini memanfaatkan sensor, aktuator, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi untuk mengumpulkan serta mengirimkan data secara real-time sehingga dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti industri, kesehatan, pendidikan, transportasi, dan sistem monitoring modern. Pada dasarnya, sistem IoT terdiri dari beberapa komponen utama yaitu sensor, mikrokontroler, jaringan komunikasi, cloud server, dan aplikasi monitoring. Sensor berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi kondisi tertentu seperti suhu, kelembapan, tegangan listrik, maupun kondisi jaringan. Data yang diperoleh sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler seperti Espressif Systems ESP32 sebelum dikirimkan melalui jaringan internet menuju server atau cloud database. Selanjutnya, data tersebut dapat ditampilkan melalui dashboard monitoring sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan sistem secara real-time.

B. Monitoring Ruang Server

Monitoring ruang server merupakan suatu proses pengawasan terhadap kondisi lingkungan dan perangkat server secara terus-menerus untuk memastikan seluruh sistem berjalan dengan baik, stabil, dan aman. Ruang server memiliki peranan penting dalam mendukung operasional perusahaan karena seluruh data, jaringan, dan sistem informasi perusahaan tersimpan pada server tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang mampu mendeteksi kondisi ruang server secara real-time agar potensi gangguan dapat diketahui lebih awal dan segera ditangani (Ilmi et al., 2024). Monitoring ruang server bertujuan untuk menjaga kestabilan perangkat server serta meminimalkan risiko kerusakan perangkat keras maupun gangguan layanan jaringan. Dalam praktiknya, monitoring dilakukan terhadap beberapa parameter penting seperti suhu ruangan, kelembapan udara, tegangan listrik, konsumsi daya, kondisi jaringan internet, dan status perangkat server. Pengawasan terhadap parameter tersebut sangat penting karena perubahan kondisi lingkungan yang tidak stabil dapat menyebabkan penurunan performa

server bahkan kerusakan sistem secara keseluruhan (Gios Sholid, Yanto, Alhaq, & Danang Wijanarko, 2025).

C. Pengertian ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler berbasis System on Chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif Systems Espressif Systems dan dirancang khusus untuk mendukung kebutuhan Internet of Things (IoT). ESP32 memiliki kemampuan utama berupa konektivitas WiFi dan Bluetooth yang terintegrasi dalam satu chip sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem monitoring dan otomasi berbasis internet. Mikrokontroler ini menjadi salah satu perangkat yang paling banyak digunakan dalam pengembangan IoT karena memiliki performa tinggi, konsumsi daya rendah, serta harga yang relatif terjangkau (Austin et al., 2024). Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah kemampuan konektivitas nirkabel yang sudah terintegrasi langsung dalam chip. ESP32 mendukung jaringan WiFi IEEE 802.11 b/g/n serta konektivitas Bluetooth Classic dan Bluetooth Low Energy (BLE). Dengan adanya fitur tersebut, ESP32 dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat sensor, server, maupun aplikasi monitoring tanpa memerlukan modul tambahan.

D. Sensor Suhu

Sensor suhu merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur perubahan temperatur pada suatu lingkungan atau objek tertentu. Sensor ini bekerja dengan cara mengubah besaran suhu menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh mikrokontroler maupun sistem monitoring digital. Secara umum, sensor suhu bekerja dengan mendeteksi perubahan energi panas pada lingkungan sekitar kemudian mengubahnya menjadi sinyal analog maupun digital. Sinyal tersebut selanjutnya diproses oleh mikrokontroler seperti Espressif Systems ESP32 untuk ditampilkan pada dashboard monitoring atau dikirimkan ke server melalui jaringan internet (Subekti, Purwadi, & Maesaroh, 2026).

Sensor suhu memiliki beberapa karakteristik penting yang menentukan kualitas pengukurannya, yaitu akurasi, sensitivitas, rentang pengukuran, dan waktu respon. Akurasi menunjukkan tingkat ketepatan hasil pengukuran sensor terhadap suhu sebenarnya. Sensitivitas menunjukkan kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan suhu kecil. Rentang pengukuran menunjukkan batas minimum dan maksimum suhu yang dapat diukur sensor, sedangkan waktu respon menunjukkan kecepatan sensor dalam

mendeteksi perubahan temperatur lingkungan (Wulandari, Azizah, & Jaya, 2026).

E. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan komponen yang digunakan untuk mengukur besarnya tegangan listrik pada suatu rangkaian sehingga nilai tegangan tersebut dapat dipantau secara langsung. Dalam sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), sensor tegangan berfungsi sebagai perangkat akuisisi data yang mengubah besaran tegangan menjadi sinyal yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Hasil pengukuran kemudian dikirim melalui jaringan internet sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan kondisi kelistrikan secara real-time. Penggunaan sensor tegangan sangat penting karena fluktuasi tegangan dapat menyebabkan gangguan bahkan kerusakan pada perangkat elektronik yang menggunakan catu daya listrik (Saputra, Agung Prayogo, Eko Puji Laksono, & Sapriani Gustina, 2026).

Salah satu sensor tegangan yang banyak digunakan pada penelitian berbasis IoT adalah *ZMPT101B*. Sensor ini dirancang untuk melakukan pengukuran tegangan AC dengan memanfaatkan transformator tegangan berukuran kecil sebagai isolator antara sumber listrik dan rangkaian elektronika. Adanya isolasi transformator membuat proses pengukuran menjadi lebih aman dibandingkan pengukuran langsung pada sumber tegangan. Selain itu, modul ZMPT101B menghasilkan keluaran berupa sinyal analog yang dapat dibaca melalui pin Analog to Digital Converter (ADC) pada mikrokontroler seperti ESP32 maupun Arduino (Supono, Rijanto, & Leksono, 2020).

F. Modul Ping Checker

Modul ping checker merupakan metode yang digunakan untuk melakukan monitoring kondisi jaringan dengan cara mengirimkan paket Internet Control Message Protocol (ICMP) secara berkala ke perangkat tujuan. Melalui proses tersebut, sistem dapat mengetahui apakah perangkat masih dapat dijangkau melalui jaringan atau tidak. Informasi hasil pengecekan kemudian ditampilkan dalam bentuk status *online* maupun *offline* sehingga administrator dapat mengetahui kondisi jaringan secara real-time (Qomarudin & Amrullah, 2022).

Menurut Qomarudin dan Amrullah (2022), monitoring jaringan menggunakan metode ICMP memungkinkan proses pengawasan perangkat jaringan dilakukan secara otomatis tanpa harus melakukan pemeriksaan secara langsung. Sistem akan mengirimkan paket ping menuju alamat IP perangkat tujuan dalam interval waktu

tertentu. Apabila perangkat memberikan respons, maka perangkat dinyatakan aktif, sedangkan apabila tidak terdapat respons maka sistem akan memberikan informasi bahwa perangkat mengalami gangguan konektivitas (Qomarudin & Amrullah, 2022).

Selain mengetahui status konektivitas, metode ping juga dapat digunakan untuk mengetahui kualitas komunikasi jaringan melalui pengukuran waktu respons (*response time*) atau *latency*. Nilai latency menunjukkan waktu yang diperlukan paket data untuk mencapai perangkat tujuan dan kembali ke perangkat pengirim. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai indikator kualitas jaringan karena semakin kecil nilai latency maka semakin baik performa komunikasi data yang terjadi pada jaringan (Febriana, Retno Waluyo, & Dinar Mustofa, 2026).

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D). Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan rekayasa sistem (engineering approach). Penelitian ini dilaksanakan di *PT MEDIA ALVINA SEJATI*. Perancangan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan IoT dan Perancangan dashboard web. Perangkat keras yang digunakan meliputi ESP32 DevKit V1, Sensor DHT22, Sensor Tegangan ZMPT101B, Breadboard, Kabel Jumper, dan adaptor. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE, Firebase Realtime Database, Visual Studio Code, Draw.io, Wokwi, Firebase Hosting, dan Fungsi ping checker (ICMP). Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi studi literatir, observasi, dan dokumentasi. Proses penafsiran hasil dilakukan dengan menganalisis data hasil pengujian sistem. Data yang diperoleh dari sensor suhu, sensor tegangan, dan ping checker dibandingkan dengan kondisi aktual. Apabila sistem mampu menampilkan data secara real-time dengan tingkat kesalahan yang kecil, maka sistem dianggap berhasil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

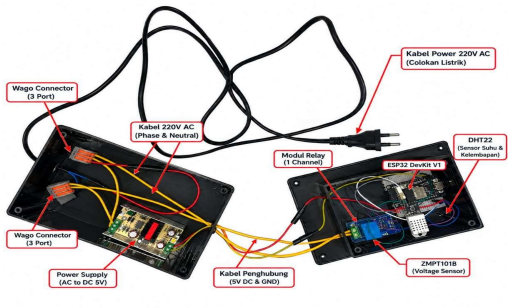
A. Hasil implementasi perangkat keras

Tabel 1 Hasil pemeriksaan instalasi perangkat keras

No	Aspek yang diperiksa	Kriteria	Hasil pemeriksaan
1	Sambungan kabel fasa pada konektor Wago	Tidak ada serabut tembaga yang mencuat keluar	Sesuai
2	Pemasangan sekring	Sekring 250 V AC terpasang pada jalur fasa	Sesuai

3	Jarak jalur 220 V terhadap breadboard	Terpisah di dalam boks prototipe	Sesuai
4	Tegangan keluaran adaptor	5 V ± 0,25 V	5,08 V
5	Indikator daya ESP32	LED menyala stabil setelah steker dihubungkan	Sesuai
6	Penempatan sensor DHT22	Berada di luar boks prototipe	Sesuai

Hasil perakitan perangkat keras dalam bentuk prototipe ditunjukkan pada Gambar di atas. Seluruh komponen ditempatkan di dalam satu boks tertutup, sedangkan sensor DHT22 dipasang menembus tutup boks agar bersentuhan langsung dengan udara ruangan.



Gambar 1 Prototipe perangkat monitoring ruang server

Setelah steker dihubungkan ke sumber listrik, indikator daya pada adaptor dan pada ESP32 menyala stabil. Pengukuran menggunakan multimeter menunjukkan tegangan keluaran adaptor sebesar 5,08 volt sehingga masih berada dalam rentang kerja ESP32. Hal ini menandakan proses konversi tegangan 220 volt arus bolak-balik menjadi 5 volt arus searah berjalan dengan baik dan sistem siap dioperasikan.

B. Hasil implementasi perangkat lunak

Program pada ESP32

Program pada ESP32 disusun menggunakan Arduino IDE dan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu bagian konfigurasi, pembacaan sensor, pemeriksaan konektivitas, pengiriman data, dan penyajian data lokal. Seluruh proses dijadwalkan menggunakan penghitung waktu berbasis fungsi millis sehingga tidak ada perintah tunda yang menghentikan program. Pola ini diperlukan agar pembacaan sensor, pengecekan ping, dan pengiriman data dapat berjalan pada selang waktu yang berbeda tanpa saling menghambat.

Pembacaan tegangan dilakukan dengan menghitung nilai efektif dari sinyal keluaran ZMPT101B. Program mengambil cuplikan nilai analog selama 200 milidetik, yang setara dengan sepuluh periode gelombang 50 hertz, kemudian menghitung nilai

efektif sebagai simpangan baku dari kumpulan cuplikan tersebut. Cara ini secara langsung menghilangkan komponen searah pada titik tengah sinyal sehingga tidak diperlukan penelusuran nilai tengah secara terpisah. Nilai efektif dalam satuan cuplikan kemudian dikalikan dengan faktor kalibrasi untuk memperoleh nilai tegangan dalam satuan volt.

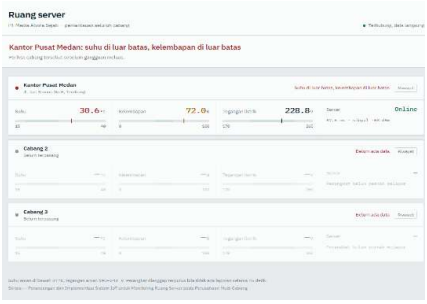
Program juga dilengkapi mekanisme pemulihan mandiri. Apabila koneksi Wi-Fi terputus, perangkat akan mencoba menyambung kembali secara berkala dan melakukan mulai ulang apabila koneksi tidak pulih dalam waktu lima menit. Token identitas Firebase yang berlaku selama satu jam diperbarui secara otomatis sebelum masa berlakunya habis sehingga pengiriman data tidak terputus.

Konfigurasi Firebase Realtime Database

Basis data dibuat pada wilayah layanan Asia Tenggara dengan mempertimbangkan jarak terhadap lokasi penelitian di Kota Medan. Metode autentikasi anonim diaktifkan agar ESP32 dan halaman dashboard memperoleh identitas tanpa perlu memasukkan nama pengguna dan kata sandi. Aturan keamanan basis data disusun agar hanya pihak yang telah memiliki identitas yang dapat membaca dan menulis data, serta memvalidasi tipe dan rentang setiap nilai yang masuk sehingga data yang tidak wajar tidak dapat tersimpan.

Satu perangkat menghasilkan sekitar 288 rekaman riwayat per hari dengan ukuran sekitar 120 bita per rekaman, atau setara dengan sekitar satu megabita per bulan. Dengan tiga perangkat dan satu dashboard yang diakses setiap hari, pemakaian penyimpanan maupun lalu lintas data masih jauh di bawah kuota paket layanan gratis sehingga sistem dapat dioperasikan tanpa biaya berlangganan.

Tampilan dashboard web



Gambar 2 Tampilan utama dashboard monitoring

Pada Gambar di atas terlihat bahwa cabang pertama sedang aktif dan mengirimkan data, sedangkan cabang kedua dan ketiga masih bertuliskan belum ada data karena perangkatnya belum dipasang. Pembacaan suhu sebesar 30,6 derajat Celsius berada di

atas batas normal sehingga nilai tersebut ditandai dengan warna gangguan, demikian pula kelembapan sebesar 72,0 persen yang melampaui batas atas 60 persen. Tegangan sebesar 228,8 volt masih berada di dalam rentang normal sehingga ditampilkan tanpa penandaan. Status server tercatat online dengan latency 67,5 milidetik. Ringkasan kondisi pada bagian atas halaman menyatakan cabang mana yang bermasalah beserta penyebabnya, sehingga administrator tidak perlu memeriksa satu per satu kartu cabang.

Selain menampilkan kondisi terkini, dashboard juga menyediakan grafik riwayat 24 jam terakhir yang dapat dibuka pada setiap kartu cabang.



Gambar 3 Grafik riwayat suhu dan tegangan pada dashboard

Grafik pada Gambar di atas menampilkan perubahan suhu dan tegangan listrik dalam satu bidang dengan dua sumbu vertikal yang berbeda. Penyajian kedua parameter secara bersamaan memudahkan administrator mengenali hubungan antara gangguan kelistrikan dan kenaikan suhu ruangan, misalnya ketika penurunan tegangan menyebabkan pendingin ruangan berhenti bekerja. Jumlah titik data yang tampil bertambah seiring lamanya sistem beroperasi karena riwayat disimpan setiap lima menit.

C. Pengujian sistem

Pengujian sensor suhu

Tabel 2 Hasil pengujian sensor suhu

Pengujian ke-	Pembacaan DHT22 (°C)	Termometer acuan (°C)	Selisih (°C)	Error (%)
1	23,4	23,2	0,2	0,86
2	23,8	23,6	0,2	0,85
3	24,1	23,9	0,2	0,84
4	24,5	24,2	0,3	1,24
5	24,7	24,5	0,2	0,82
6	25,0	24,8	0,2	0,81
7	25,3	25,1	0,2	0,80
8	25,6	25,4	0,2	0,79
9	25,2	25,0	0,2	0,80
10	24,9	24,7	0,2	0,81
Rata-rata	—	—	0,21	0,86

Berdasarkan Tabel di atas, selisih rata-rata antara pembacaan DHT22 dan termometer acuan adalah 0,21 derajat Celsius dengan error rata-rata sebesar 0,86 persen. Nilai tersebut masih berada di dalam batas ketelitian DHT22 yang dinyatakan produsen, sehingga sensor dinilai layak digunakan untuk memantau suhu ruang server.

Pengujian sensor kelembapan

Tabel 3 Hasil pengujian sensor kelembapan

Pengujian ke-	Pembacaan DHT22 (%)	Higrometer acuan (%)	Selisih (%)	Error (%)
1	48,2	47,6	0,6	1,26
2	49,0	48,3	0,7	1,45
3	49,6	49,0	0,6	1,22
4	50,3	49,8	0,5	1,00
5	51,1	50,4	0,7	1,39
6	51,8	51,2	0,6	1,17
7	52,4	51,9	0,5	0,96
8	52,0	51,4	0,6	1,17
9	51,5	50,9	0,6	1,18
10	50,8	50,2	0,6	1,20
Rata-rata	—	—	0,60	1,20

Error rata-rata pembacaan kelembapan sebesar 1,20 persen. Nilai kesalahan pada pengukuran kelembapan lebih besar dibandingkan pengukuran suhu karena sensor kelembapan membutuhkan waktu penyesuaian yang lebih lama terhadap perubahan kondisi udara di sekitarnya.

Pengujian sensor tegangan

Tabel 4 Hasil pengujian sensor tegangan

Pengujian ke-	Pembacaan ZMPT101B (V)	Multimeter acuan (V)	Selisih (V)	Error (%)
1	219,4	220,1	0,7	0,32
2	221,2	221,8	0,6	0,27
3	222,6	223,4	0,8	0,36
4	224,1	224,7	0,6	0,27
5	225,3	226,0	0,7	0,31
6	226,5	227,2	0,7	0,31
7	225,8	226,4	0,6	0,27
8	224,4	225,1	0,7	0,31
9	222,9	223,5	0,6	0,27
10	220,7	221,4	0,7	0,32
Rata-rata	—	—	0,67	0,30

Error rata-rata pembacaan tegangan sebesar 0,30 persen dengan selisih rata-rata

0,67 volt. Seluruh nilai yang terbaca berada di dalam rentang 207 sampai 241,5 volt sehingga kondisi kelistrikan pada lokasi pengujian dinyatakan normal menurut SPLN 1:1995. Hasil ini menunjukkan bahwa metode perhitungan nilai efektif yang digunakan mampu memberikan pembacaan yang stabil selama faktor kalibrasi ditetapkan dengan benar.

Pengujian ping checker

Tabel 5 Hasil pengujian ping checker

No	Skenario pengujian	Status pada dashboard	Latency	Hasil
1	Server aktif dan jaringan dalam keadaan normal	Online	4,1 ms	Sesuai
2	Server aktif dengan beban jaringan tinggi	Online	12,6 ms	Sesuai
3	Kabel jaringan pada server dilepas	Offline	—	Sesuai
4	Server dimatikan	Offline	—	Sesuai
5	Server dinyalakan kembali	Online	5,3 ms	Sesuai
6	Alamat IP tujuan diarahkan ke alamat yang tidak digunakan	Offline	—	Sesuai

Seluruh skenario memberikan hasil yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Perubahan status dari online menjadi offline maupun sebaliknya terdeteksi paling lama 15 detik setelah gangguan terjadi, sesuai dengan selang waktu pemeriksaan ping yang ditetapkan pada program. Nilai latency yang terukur juga meningkat ketika jaringan diberi beban, sehingga parameter tersebut dapat digunakan sebagai indikator awal penurunan kualitas jaringan sebelum koneksi benar-benar terputus.

Pengujian pengiriman data

Tabel 6 Hasil pengujian waktu tunda pengiriman data

Pengujian ke-	ESP32 ke Firebase (detik)	Firebase ke dashboard (detik)	Total waktu tunda (detik)
1	0,9	0,3	1,2
2	1,1	0,4	1,5
3	0,8	0,3	1,1
4	1,2	0,4	1,6
5	1,0	0,3	1,3
6	0,9	0,4	1,3
7	1,1	0,3	1,4
8	1,3	0,4	1,7
9	1,0	0,3	1,3
10	0,9	0,4	1,3

Rata-rata	1,02	0,35	1,37

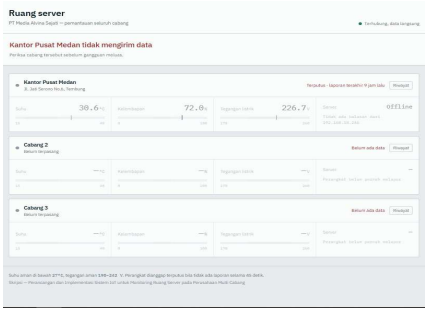
Waktu tunda total rata-rata sebesar 1,37 detik. Nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan selang pengiriman data yang ditetapkan sebesar 10 detik, sehingga data yang tampil pada dashboard dapat dinyatakan bersifat real-time untuk kebutuhan monitoring ruang server. Waktu tunda terbesar terjadi pada sisi pengiriman dari ESP32 karena proses tersebut mencakup pembentukan sambungan terenkripsi menuju server Firebase.

Pengujian fungsional dashboard

Tabel 7 Hasil pengujian fungsional dashboard

No	Fungsi yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Menampilkan suhu ruang server	Nilai suhu tampil dan berubah mengikuti sensor	Berhasil
2	Menampilkan kelembapan udara	Nilai kelembapan tampil sesuai pembacaan sensor	Berhasil
3	Menampilkan tegangan listrik	Nilai tegangan tampil sesuai pembacaan sensor	Berhasil
4	Menampilkan status server	Status berubah antara online dan offline	Berhasil
5	Menandai nilai di luar batas normal	Nilai dan kartu cabang berubah warna	Berhasil
6	Mendeteksi perangkat terputus	Kartu cabang ditandai terputus setelah 45 detik	Berhasil
7	Menampilkan grafik riwayat 24 jam	Grafik suhu dan tegangan tampil sesuai data	Berhasil
8	Menampilkan cabang tanpa perangkat	Kartu cabang bertuliskan belum ada data	Berhasil
9	Membuka dashboard melalui telepon seluler	Tata letak menyesuaikan lebar layar	Berhasil

Seluruh fungsi yang diuji memberikan hasil sesuai dengan rancangan.



Gambar 4 Tampilan dashboard ketika perangkat terputus

Pada Gambar di atas terlihat bahwa kartu cabang pertama ditandai dengan keterangan terputus beserta keterangan waktu laporan terakhir, seluruh nilai pembacaan

diredupkan, dan status server berubah menjadi offline. Ringkasan kondisi pada bagian atas halaman juga berubah menjadi keterangan bahwa cabang tersebut tidak mengirim data. Perilaku ini penting karena tanpa penandaan tersebut, nilai terakhir yang sudah tidak diperbarui berpotensi dibaca sebagai kondisi terkini sehingga gangguan pada perangkat justru tidak disadari oleh administrator.

D. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dirancang mampu memantau suhu ruang server, kelembapan udara, tegangan listrik, dan konektivitas jaringan dalam satu sistem yang terpusat. Error rata-rata pembacaan pada seluruh sensor berada di bawah dua persen dan waktu tunda penyajian data berada di bawah dua detik, sehingga tujuan penelitian untuk melakukan pemantauan secara real-time dapat tercapai.

Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, sistem yang dikembangkan memiliki cakupan parameter yang lebih luas. Penelitian Ilmi et al. (2024) dan Sholid et al. (2025) hanya memantau suhu dan kelembapan ruang server, sedangkan penelitian Andrianto et al. (2024) hanya memantau penggunaan energi listrik. Penelitian Kevin et al. (2023) telah menggabungkan suhu, kelembapan, dan daya listrik, tetapi belum mencakup pemantauan konektivitas jaringan. Penelitian ini menggabungkan ketiga aspek tersebut sekaligus dan menyajikannya melalui satu dashboard yang dirancang untuk beberapa cabang.

Penggunaan protokol ICMP sebagai metode pemeriksaan konektivitas terbukti memadai dan sejalan dengan temuan Faisal Qomarudin dan Amrullah (2022) bahwa pemantauan jaringan berbasis ICMP dapat berjalan otomatis tanpa pemeriksaan langsung ke lokasi. Perbedaannya, pada penelitian ini fungsi ping dijalankan langsung oleh mikrokontroler tanpa memerlukan perangkat atau server pemantau tambahan, sehingga biaya penerapan menjadi lebih rendah.

Pemilihan Firebase Realtime Database sebagai penampung data memberikan keuntungan berupa penyaluran data yang bersifat langsung serta ketersediaan paket layanan gratis yang mencukupi untuk skala penelitian. Perhitungan pemakaian kuota menunjukkan bahwa penambahan jumlah cabang tidak akan segera melampaui batas kuota, sehingga rancangan ini dapat dikembangkan untuk jumlah titik pemantauan yang lebih banyak.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, kalibrasi sensor tegangan

dilakukan pada satu titik pengukuran sehingga ketelitiannya belum diuji pada rentang tegangan yang lebar. Kedua, sambungan terenkripsi dari ESP32 belum melakukan verifikasi sertifikat server sehingga masih perlu ditingkatkan untuk penerapan berskala produksi. Ketiga, pengujian dilakukan pada satu unit prototipe sehingga kinerja sistem pada kondisi tiga cabang yang aktif secara bersamaan belum dapat diamati secara langsung. Keempat, sistem belum dilengkapi notifikasi otomatis sehingga administrator tetap perlu membuka dashboard untuk mengetahui adanya gangguan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring ruang server berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang dan diimplementasikan telah berhasil bekerja dengan baik. Sistem bekerja dengan ketelitian yang memadai, yaitu error rata-rata pembacaan suhu sebesar 0,86 persen, kelembapan sebesar 1,20 persen, dan tegangan sebesar 0,30 persen. Seluruh fungsi dashboard yang diuji menggunakan metode kotak hitam memberikan hasil sesuai dengan rancangan, termasuk penandaan kondisi di luar batas normal dan pendeteksian perangkat yang terputus. Sistem monitoring ruang server berbasis Internet of Things berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan sensor DHT22, sensor ZMPT101B, dan fungsi ping checker berbasis protokol ICMP dalam satu perangkat. Data yang dihasilkan dikirimkan ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan melalui dashboard web yang dapat diakses dari jarak jauh, sehingga rancangan sistem untuk perusahaan multi cabang dapat diwujudkan. Sistem mampu memantau suhu ruang server, kelembapan udara, kestabilan tegangan listrik, serta konektivitas jaringan secara real-time. Waktu tunda rata-rata antara pembacaan sensor dan penyajian data pada dashboard adalah 1,37 detik, sedangkan perubahan status konektivitas server terdeteksi paling lama 15 detik setelah gangguan terjadi.

DAFTAR REFERENSI

Andrianto, H. (2024). Platform Sistem Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Berbasis IoT. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, *23*(2). https://doi.org/10.31358/techne.v23i2.422

Austin, C., Mulyadi, M., & Octaviani, S. (2024). Implementasi IoT dengan ESP 32 Untuk Pemantauan Kondisi Suhu Secara Jarak Jauh Menggunakan MQTT Pada AWS. *Jurnal Elektro*, *15*(2), 46–55. https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v15i2.5141

Bakare, M. S., & Abubaker, K. (2026). IoT-based indoor environmental monitoring system using multi-parameter sensing and ESP32-WROOM integration. *Discover Electronics*, *3*(1), 6. https://doi.org/10.1007/s44291-026-00157-3

Febriana, Retno Waluyo, & Dinar Mustofa. (2026). Network Monitoring Using Zabbix ICMP

Ping and Telegram Notifications Using the Network Development Life Cycle Model. *Journal of Technology and Informatics (JoTI)*, *8*(1), 62–72. https://doi.org/10.37802/joti.v8i1.1079

Gios Sholid, R., Yanto, H., Alhaq, H., & Danang Wijanarko, S. (2025). Rancang Bangun Sistem Digital Pemantau Suhu dan Kelembaban Ruang Server Berbasis IoT. *Jurnal Sains Informatika Terapan*, *4*(2). https://doi.org/10.62357/jsit.v4i2.729

Hassan, R., Qamar, F., Hasan, M. K., Aman, A. H. M., & Ahmed, A. S. (2020). Internet of Things and Its Applications: A Comprehensive Survey. *Symmetry*, *12*(10), 1674. https://doi.org/10.3390/sym12101674

Ilmi, F. A., Sasmoko, D., Suasana, I. S., Sulartopo, S., & Putra, T. W. A. (2024). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Ruang Server Berbasis Internet Of Things. *Saturnus : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, *2*(3), 95–105. https://doi.org/10.61132/saturnus.v2i3.186

Kevin, Utomo, D., & Rumaksari, A. N. (2023). Perancangan Sistem Pemantau Ruang Server Secara Realtime dan Otomatis. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, *22*(2), 169–182. https://doi.org/10.31358/techne.v22i2.344

Qomarudin, M. F., & Amrullah, A. (2022). SISTEM MONITORING JARINGAN REALTIME BERBASIS INTERNET CONTROL MESSAGE PROTOCOL. *JINTECH: Journal Of Information Technology*, *3*(2), 67–80. https://doi.org/10.22373/jintech.v3i2.1935

Saputra, Agung Prayogo, Eko Puji Laksono, & Sapriani Gustina. (2026). Penerapan Prototype Alat Pemantauan Tegangan Listrik Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus : Gedung C Dan D Universitas Proklamasi 45). *Indexia*, *8*(1), 48–57. https://doi.org/10.30587/indexia.v8i1.10582

Sari, I. P., Al-Khowarizmi, A.-K., Apdilah, D., Manurung, A. A., & Basri, M. (2023). Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Berbasis Hardware Mikrokontroler Berbasis AVR. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, *2*(3), 131–142. https://doi.org/10.56211/sudo.v2i3.327

Subekti, D. A., Purwadi, H., & Maesaroh, D. T. (2026). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dan DHT22. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *14*(2). https://doi.org/10.23960/jitet.v14i2.9467

Supono, B., Rijanto, T., & Leksono, J. W. (2020). Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, *3*(1). Retrieved from https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet

Wulandari, T. M., Azizah, N., & Jaya, F. (2026). SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN BERLEBIH DI RUANGAN LABORATORIUM KOMPUTER BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32 DAN DHT22. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, *11*(1), 1977–1987. https://doi.org/10.36341/rabit.v11i1.7585

Zein, L. A., & Basri, M. (2025). Sistem Monitoring dan Pendukung Keputusan Kondisi Kesehatan Pasien Menggunakan Integrasi Sensor Tanda Vital Berbasis IoT dengan Metode C4.5. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, *4*(3), 171–184. https://doi.org/10.56211/helloworld.v4i3.1170