

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) di ruang server dan laboratorium komputer memiliki peran krusial dalam menjaga stabilitas suhu dan kelembapan, yang berdampak langsung pada kinerja dan umur peralatan elektronik. Kondisi lingkungan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan overheating atau kelembapan berlebih, yang berpotensi merusak perangkat keras dan mengganggu operasional sistem.

Dengan perkembangan teknologi, protokol komunikasi seperti Modbus telah berkembang menjadi solusi praktis untuk integrasi dan pengendalian perangkat HVAC. Protokol ini digunakan dalam berbagai sistem otomasi dan memungkinkan perangkat elektronik berkomunikasi satu sama lain. Banyak penelitian telah menggunakan protokol ini, yang menunjukkan bahwa itu berfungsi dengan baik untuk sistem yang memantau dan mengontrol suhu dan kelembapan. Misalnya, Penelitian yang dilakukan oleh (Koodtalang & Sangsuwan, 2020) menunjukkan bahwa protokol Modbus RTU dapat diimplementasikan secara efektif dalam sistem monitoring lingkungan pertanian yang menggabungkan jaringan Zigbee dan Programmable Logic Controller (PLC). Ini dapat digunakan di ruang server dan laboratorium komputer untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan.

Berdasarkan perkembangan teknologi terkini, pengembangan prototipe alat pemantauan dan pengendalian sistem HVAC berbasis jaringan sensor nirkabel (Wireless Sensor Network/WSN) menjadi semakin relevan untuk diterapkan di ruang server dan laboratorium komputer. Dalam implementasi sistem ini, platform PRTG Network Monitor digunakan sebagai solusi pemantauan terpusat yang dapat mengintegrasikan berbagai parameter lingkungan, termasuk suhu ruangan dan suhu CPU dari komputer lab, melalui koneksi jaringan WiFi.

PRTG memungkinkan visualisasi data secara *real-time* dan historis, serta memberikan notifikasi jika terjadi anomali suhu, sehingga sangat efektif dalam mendukung sistem manajemen lingkungan berbasis IoT. Prototipe alat yang dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke jaringan WiFi untuk mengirimkan data suhu dan kelembapan dari sensor SHT20 ke sistem pemantauan berbasis PRTG. Selain pemantauan, sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol otomatis AC berbasis algoritma PID yang mengatur suhu ruangan dengan mengirimkan perintah melalui modul infrared (IR) ke unit AC.

Penelitian lainnya oleh (Najma et al., 2024) membahas penerapan PRTG Network Monitor dalam memantau lalu lintas jaringan, ketersediaan perangkat, dan kinerja server secara *real-time* di Gedung GKB Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPN "Veteran" Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PRTG mampu meningkatkan efisiensi pemantauan jaringan dan memberikan notifikasi dini terhadap potensi gangguan, sehingga memungkinkan tindakan preventif yang lebih cepat.

Selain menggunakan PRTG Network Monitor sebagai platform pemantauan terpusat, sistem ini juga dikembangkan dengan antarmuka web sederhana berbasis React.js dan Next.js untuk menampilkan suhu dan kelembapan secara *real-time*. Hal ini memberikan alternatif visualisasi data yang lebih fleksibel, terutama untuk pengguna yang tidak memiliki akses ke server PRTG atau membutuhkan tampilan monitoring yang dapat dikustomisasi secara independen.

Penelitian yang dilakukan oleh (Safii et al., 2020) merancang sistem monitoring suhu ruangan server menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT21 yang terhubung ke jaringan WiFi, dengan tampilan data berbasis antarmuka web yang responsif. Sistem ini memungkinkan pemantauan suhu secara *real-time* melalui perangkat desktop maupun mobile tanpa bergantung pada perangkat lunak khusus, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan aksesibilitas pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *website* sebagai media monitoring mampu memberikan informasi lingkungan secara efektif dan efisien dalam mendukung manajemen ruang server modern.

Dengan meningkatnya ketergantungan pada infrastruktur teknologi informasi, ruang server menjadi elemen yang sangat krusial dalam pengelolaan data dan layanan berbasis komputasi. Oleh karena itu, fluktuasi suhu dan kelembaban yang tidak terkendali dapat berdampak negatif terhadap performa server, bahkan menyebabkan kerusakan komponen elektronik yang dapat mengakibatkan hilangnya data atau downtime sistem yang signifikan. Dalam penelitian ini, sistem yang dikembangkan menggunakan sensor yang ditempatkan di berbagai titik dalam ruang server untuk mengukur parameter lingkungan secara berkala, lalu mengirimkan data ke pusat pengolahan menggunakan protokol komunikasi nirkabel. Penggunaan Wireless Sensor Network dalam penelitian ini memungkinkan pemantauan yang lebih fleksibel dibandingkan dengan sistem kabel konvensional, serta memungkinkan deteksi dini terhadap perubahan kondisi lingkungan yang tidak diinginkan.

Dalam penelitian ini, konsep Wireless Sensor Network (WSN) diimplementasikan menggunakan koneksi nirkabel berbasis WiFi sebagai media utama komunikasi antar node. Setiap node sensor terhubung secara wireless ke jaringan lokal WiFi dan bertugas mengirimkan data secara real-time ke server atau website untuk keperluan monitoring dan pengendalian. Sistem ini mencakup beberapa jenis node, antara lain: node sensor suhu dari CPU komputer atau laptop yang dikirimkan secara jarak jauh ke website, node sensor suhu dan kelembaban SHT20 yang juga mengirimkan data ke website, serta node kontrol yang memungkinkan pengendalian AC secara remote melalui website. Penggunaan WiFi sebagai protokol komunikasi utama memberikan keuntungan dalam hal kecepatan transfer data yang tinggi, latency rendah, serta kemudahan integrasi dengan infrastruktur jaringan yang telah tersedia seperti router lokal. Pendekatan ini memungkinkan sistem monitoring dan kontrol HVAC berjalan secara efisien tanpa memerlukan komunikasi jarak jauh seperti LoRa.

Dalam konteks implementasi monitoring, penelitian ini menggunakan dua pendekatan visualisasi data, yaitu melalui platform PRTG Network Monitor dan juga melalui *website* kustom berbasis React JS dan Next.js. PRTG digunakan untuk menampilkan data sensor secara *real-time* dengan memanfaatkan protokol berbasis IP seperti HTTP, SNMP, atau MQTT. Di sisi lain, sistem monitoring berbasis web yang

dibangun dengan React JS dan Next.js menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif, fleksibel, dan dapat diakses dari berbagai perangkat. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan ruangan secara langsung melalui dashboard web yang responsif maupun melalui platform PRTG untuk pemantauan jaringan terintegrasi.

Penggunaan ESP32 sebagai *gateway* menjamin stabilitas komunikasi data antar sensor, dan memungkinkan integrasi langsung dengan perangkat lunak monitoring. Selain itu, meskipun hanya terdapat satu node sensor utama yang terhubung ke ESP32, sistem tetap dikategorikan sebagai WSN karena mampu melakukan pemantauan lingkungan secara nirkabel dan mengirimkan data secara *real-time* ke pusat pengolahan data melalui jaringan nirkabel.

Oleh karena itu, pengembangan prototipe alat monitoring dan pengendalian HVAC berbasis mikrokontroler ESP32 ini diharapkan dapat menjadi solusi optimal untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembapan pada lingkungan kritis seperti ruang server dan laboratorium komputer. Sistem ini juga mendukung prinsip *green building* dengan mengoptimalkan konsumsi energi, meminimalkan risiko overheating atau kelembapan berlebih, serta memperpanjang usia perangkat elektronik yang digunakan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi dasar dari penelitian ini, yaitu:

1. Belum adanya sistem monitoring suhu dan kelembapan ruangan laboratorium komputer yang terintegrasi secara real-time dengan platform berbasis web maupun perangkat lunak pemantauan profesional.
2. Kebutuhan akan sistem pemantauan suhu CPU komputer secara real-time yang belum diakomodasi secara terpusat dan mudah diakses oleh pengguna.
3. Sistem monitoring dan kontrol yang ada masih banyak menggunakan komunikasi kabel atau perangkat mahal, sehingga kurang efisien dan fleksibel untuk diterapkan di laboratorium skala kecil atau menengah.

4. Belum ada integrasi yang optimal antara mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembapan, pengendali IR AC, serta sistem monitoring berbasis web dan PRTG dalam satu prototipe alat yang komprehensif.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan tidak meluas, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem monitoring HVAC ini hanya mencakup pemantauan suhu, kelembapan, dan air conditioner, tanpa mencakup aspek ventilasi untuk pemantauan kualitas udara. Selain itu, sistem ini diterapkan hanya pada satu ruangan laboratorium komputer dan belum mencakup seluruh gedung atau area yang lebih luas.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan digital SHT20 serta monitoring suhu CPU yang diakses dari data sistem komputer, bukan melalui sensor eksternal tambahan.
3. Platform monitoring yang digunakan hanya terbatas pada PRTG Network Monitor dan website berbasis React.js dan Next.js.
4. Sistem pengendalian suhu AC dilakukan melalui perintah dari website yang dikirimkan ke modul infrared (IR), tanpa mencakup pengendalian kelembapan
5. Komunikasi nirkabel antar perangkat menggunakan jaringan WiFi lokal, tidak mencakup jaringan luar seperti LoRaWAN atau GSM

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan ruangan serta suhu CPU komputer di laboratorium berbasis jaringan sensor nirkabel (WSN) menggunakan koneksi WiFi?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring tersebut dengan aplikasi PRTG Network Monitor dan *website* berbasis react.js dan next js untuk mendapatkan data pemantauan secara *real-time* dan terpusat?

3. Bagaimana merancang pengiriman sinyal infrared (IR) dari mikrokontroler ke unit Air Conditioner (AC) melalui remote yang telah dibuat di website?
4. Sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu memberikan hasil pemantauan suhu yang akurat dan stabil, serta memungkinkan kontrol AC melalui website secara efisien dalam mendukung kenyamanan dan keandalan operasional laboratorium komputer?
5. Bagaimana merancang antarmuka website yang interaktif dan responsif untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan dan mengendalikan AC secara jarak jauh?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara Umum

Mengembangkan sistem monitoring dan pengendalian suhu serta kelembapan pada laboratorium komputer yang terintegrasi dengan PRTG Network Monitor serta *website* yang menggunakan react.js dan next.js yang berbasis mikrokontroler ESP32 dengan jaringan nirkabel WiFi, guna meningkatkan efisiensi manajemen lingkungan dan mencegah potensi kerusakan perangkat akibat kondisi termal yang tidak terkendali.

2. Secara Khusus

- a. Merancang alat monitoring suhu dan kelembapan serta suhu CPU komputer laboratorium secara *real-time* menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung melalui jaringan WiFi lokal.
- b. Mengintegrasikan sistem monitoring yang dikembangkan dengan platform PRTG Network Monitor dan *website* berbasis react.js dan next.js sebagai media visualisasi dan pemantauan data lingkungan serta performa perangkat komputer secara terpusat.
- c. Mengendalikan unit AC melalui perintah dari website menggunakan modul infrared (IR) untuk menjaga suhu ruangan tetap stabil.

- d. Mengidentifikasi dan memahami komponen utama yang digunakan dalam pengembangan sistem, termasuk sensor suhu dan kelembapan, ESP32, modul IR, serta sistem monitoring berbasis IP seperti PRTG.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan manfaat yang diperoleh tidak hanya berguna bagi satu pihak, tetapi juga bagi berbagai pihak terkait.

1. Kegunaan Teoritis

- a. Mengaplikasikan konsep dari mata kuliah algoritma dan pemrograman, sistem embedded, komunikasi data, serta elektronika dalam pengembangan alat monitoring suhu dan kelembapan berbasis mikrokontroler ESP32 dan jaringan WiFi.
- b. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan sistem monitoring dan kontrol suhu berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi platform monitoring seperti PRTG dan *website* berbasis react js & next.js untuk meningkatkan efisiensi manajemen lingkungan ruang laboratorium dan sistem komputer.

2. Kegunaan Praktis

- a. Dengan adanya alat ini, pihak terkait dapat melakukan pemantauan suhu ruangan dan suhu CPU komputer secara *real-time* melalui jaringan WiFi, baik melalui tampilan LCD lokal maupun antarmuka visualisasi berbasis PRTG dan *website* nya.
- b. Sistem ini memungkinkan pencatatan data suhu secara otomatis dan berkala yang tersimpan dalam sistem monitoring, sehingga memudahkan proses analisis historis dan pengambilan keputusan berbasis data aktual.
- c. Sistem monitoring ini terintegrasi dengan kontrol suhu ruangan melalui *website* yang mengaktifkan unit AC menggunakan modul infrared (IR), sehingga meningkatkan efisiensi pendinginan.
- d. Dengan diterapkannya sistem ini, kondisi suhu ruangan laboratorium dapat dipertahankan dalam rentang optimal, sehingga meminimalkan risiko

overheating dan memperpanjang umur perangkat komputer serta perangkat elektronik lainnya.

