

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas lingkungan di dalam ruangan seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara sangat mempengaruhi kenyamanan serta kesehatan penghuninya, baik di ruang kelas, laboratorium, kantor, maupun ruang perpustakaan. Sayangnya, pemantauan kondisi ruangan di banyak tempat masih dilakukan secara manual dan berkala, sehingga perubahan kondisi yang terjadi tiba-tiba seperti lonjakan suhu atau penurunan kualitas udara akibat gas berbahaya tidak bisa langsung terdeteksi. Dibutuhkan sebuah sistem yang mampu memantau kondisi ruangan secara otomatis dan terus-menerus serta memberikan informasi kepada pengguna secara real-time.

Teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui pemasangan sensor yang terhubung ke jaringan internet dan mampu mengirimkan data secara otomatis. Namun, ketika banyak sensor aktif bersamaan dalam satu gedung, muncul tantangan teknis yang cukup serius: bagaimana memastikan semua data terkirim dengan andal tanpa ada yang hilang, serta bagaimana mendistribusikan data tersebut ke beberapa tujuan sekaligus seperti database, *Dashboard*, dan sistem notifikasi secara efisien. Persoalan inilah yang mendorong perlunya sebuah lapisan *Middleware* sebagai perantara komunikasi antara sensor dengan aplikasi pemantauan.

Salah satu protokol yang sangat relevan untuk kebutuhan ini adalah *Advanced Message Queuing Protocol* (AMQP). Rafique et al. (2025) dalam *JOIV: International Journal on Informatics Visualization* menjelaskan bahwa AMQP menawarkan jaminan keutuhan pesan, autentikasi, dan enkripsi yang menjadikan transmisi data antar perangkat IoT lebih aman. Gemirter et al. (2021) dalam konferensi IEEE UBMK melakukan evaluasi langsung antara AMQP, MQTT, dan HTTP menggunakan data kota pintar secara *real-time* dan menemukan bahwa AMQP unggul dalam kemampuan distribusi pesan ke banyak penerima sekaligus dengan latensi rata-rata lebih rendah 1,5 ms dibandingkan protokol lainnya sebuah keunggulan yang sangat relevan untuk sistem *monitoring* ruangan yang datanya perlu didistribusikan ke *database*, *Dashboard*, dan sistem notifikasi secara

bersamaan. Pentingnya keberadaan *Middleware* dalam sistem *monitoring* lingkungan berbasis IoT sendiri sudah dibuktikan lewat sejumlah penelitian. Akanbi dan Masinde (2020) yang menerbitkan penelitiannya di jurnal *Sensors* (MDPI) berhasil membangun sebuah *framework Middleware* terdistribusi untuk mengolah data dari berbagai sistem *monitoring* lingkungan secara *real-time*. Hasilnya mempertegas bahwa *Middleware* bukan sekadar pelengkap, melainkan komponen inti yang menentukan apakah sebuah sistem *monitoring* lingkungan bisa bekerja secara efektif di dunia nyata. Alghazzawi et al. (2021) dalam *PeerJ Computer Science* mengembangkan *Middleware* bernama ScaleUp yang dirancang khusus untuk lingkungan cerdas berbasis IoT dan terbukti mampu berkomunikasi dengan berbagai merek perangkat pintar tanpa memerlukan modifikasi kode di setiap perangkat.

Dari sisi implementasi, Idrees et al. (2018) yang terbit di jurnal *Sensors* (MDPI) membuktikan bahwa dengan pendekatan *edge computing*, beban komputasi pada perangkat sensor dapat ditekan hingga 70% dengan biaya per *node* di bawah 50 dolar AS. Sementara Sultan (2025) dalam *IAR Journal of Engineering and Technology* melaporkan bahwa sistem *monitoring* lingkungan dalam ruangan berbasis IoT yang dikembangkan mencatat tingkat keandalan pengiriman pesan 99,8% dan mampu mendeteksi anomali kondisi ruangan 20–40 menit lebih awal dibandingkan pemantauan pasif. Terkait kualitas udara,

Easterline et al. (2024) dalam *Procedia Computer Science* membuktikan bahwa sensor MQ-2 yang diintegrasikan dengan ESP32 mampu mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya seperti LPG, metana, dan asap secara akurat dalam kondisi lingkungan dalam ruangan, memperkuat argumen bahwa parameter kualitas udara perlu dimasukkan sebagai bagian dari sistem *monitoring* lingkungan yang menyeluruh. Meski begitu, penelitian yang secara khusus membahas desain dan implementasi *Middleware* berbasis AMQP yang terintegrasi penuh untuk sistem *monitoring* lingkungan dalam ruangan mencakup suhu, kelembapan, dan kualitas udara secara bersamaan masih sangat terbatas. Kebanyakan penelitian sebelumnya masih bersifat parsial dan belum menghubungkan lapisan sensor, *Middleware* AMQP, dan *Dashboard* pemantauan sebagai satu kesatuan sistem yang utuh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan

mengimplementasikan *Middleware* berbasis AMQP menggunakan RabbitMQ sebagai *message broker*, yang diintegrasikan langsung dengan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembapan serta sensor MQ-2 untuk membaca kualitas udara, secara *real-time* melalui *Web Dashboard*. Sistem yang dibangun diharapkan mampu menerima dan mendistribusikan data dari beberapa sensor ruangan secara bersamaan dengan andal, serta menjadi referensi praktis bagi pengembangan sistem *monitoring* ruangan berbasis IoT yang efisien dan mudah diadaptasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa akurasi pembacaan sensor DHT11 dibandingkan alat ukur referensi HTC-1 dalam mengukur suhu dan kelembapan ruangan?
2. Berapa akurasi pembacaan sensor MQ-2 dalam mendeteksi kualitas udara ruangan pada sistem yang dibangun
3. Berapa akurasi pengukuran kinerja *Middleware* berbasis AMQP dalam hal *latency, delay, throughput*, dalam pengiriman data untuk memastikan respons *real-time* dalam sistem pemantauan ruangan?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan *Middleware* difokuskan pada menghubungkan perangkat IoT yang menggunakan protokol AMQP untuk keperluan *monitoring* lingkungan, dengan parameter yang dipantau meliputi suhu, kelembapan, dan kualitas udara menggunakan sensor DHT11 dan MQ-2.
2. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan secara mendalam dan tidak mencakup pengembangan aplikasi *mobile* sebagai antarmuka pengguna.
3. Sistem akan diuji dalam lingkungan terbatas, tidak mencakup implementasi pada area yang luas.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini berupa :

1. Merancang arsitektur *Middleware* berbasis AMQP yang sesuai untuk kebutuhan sistem *monitoring* kondisi lingkungan dalam ruangan berbasis IoT menggunakan sensor DHT11 dan MQ-2.
2. Mengimplementasikan *Middleware* berbasis AMQP menggunakan *RabbitMQ* sebagai *message broker* yang terintegrasi dengan sensor DHT11 dan MQ-2 serta *Dashboard* pemantauan ruangan secara *real-time*.
3. Mengukur kinerja *Middleware* berbasis AMQP dalam berkomunikasi yang mencakup *throughput*, *latency*, *delay*. Serta melakukan perbandingan dengan alat *hygrometer* dalam *monitoring* ruangan.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan kinerja sistem *monitoring* yakni dengan menggunakan *Middleware* berbasis AMQP, sistem dapat mengurangi beban komunikasi sekaligus meningkatkan kecepatan dan ketepatan pengiriman data antar perangkat IoT.
2. Meningkatkan kemampuan dan kestabilan sistem Fitur-fitur AMQP seperti *message queuing* dan *routing* membuat sistem lebih teruji dan siap digunakan pada lingkungan dengan perbandingan yang lebih besar maupun kebutuhan *real-time*.
3. Menjadi referensi pengembangan IoT. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi pengembangan teknologi IoT berbasis protokol komunikasi standar, sehingga mendorong penerapan teknologi yang lebih sesuai dan beragam.