

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di berbagai tempat, baik di lingkungan permukiman, bangunan industri, maupun ruang terbuka. Kebakaran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik faktor alam seperti suhu tinggi, maupun faktor manusia seperti kelalaian dalam penggunaan api atau korsleting listrik (Gultom dan Putro, 2025). Dampak dari kebakaran sangat merugikan, mulai dari kerusakan infrastruktur, gangguan kesehatan akibat asap, hingga kerugian ekonomi. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem deteksi kebakaran yang efektif dan responsif, guna memberikan peringatan dini dan meminimalkan dampak yang ditimbulkan (Anhar et al., 2022).

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi Internet of Things (IoT) menjadi salah satu pendekatan modern dalam membangun sistem deteksi kebakaran. IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor seperti sensor suhu, gas, asap, dan api, yang dapat mendeteksi kondisi abnormal secara Real-time dan mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pengguna. Sensor gas seperti MQ-2 mampu mendeteksi senyawa hasil pembakaran seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂), sementara sensor suhu seperti DHT22 digunakan untuk mendeteksi peningkatan suhu lingkungan. Dengan kombinasi ini, sistem dapat meningkatkan keakuratan deteksi kebakaran dibandingkan metode konvensional yang bersifat manual atau berbasis laporan masyarakat (Pambudi et al., 2023).

Dalam konteks deteksi kebakaran, teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara Real-time. Sensor suhu seperti DHT22 dapat mendeteksi peningkatan suhu yang tidak normal, sementara sensor gas seperti MQ-2 mampu mengenali keberadaan gas mudah terbakar seperti karbon monoksida dan LPG. Selain itu, sensor api digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api secara langsung. Data dari ketiga sensor ini dikirim secara terus-menerus ke sistem pusat untuk dianalisis, dan jika memenuhi kriteria bahaya, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi peringatan dini kepada pengguna. Dengan pendekatan ini, IoT memberikan kemampuan deteksi kebakaran yang cepat, akurat, dan minim intervensi manusia (Suhartini et al., 2023).

Dalam hal antisipasi, sistem menggunakan Firebase sebagai media penyimpanan Cloud yang memungkinkan data dari berbagai sensor dikirim dan dipantau secara Real-time. Sistem telah dilengkapi dengan ambang batas tertentu untuk masing-masing parameter seperti suhu, gas, dan keberadaan api. Ketika nilai sensor mendekati atau melebihi ambang batas tersebut, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke bot Telegram. Namun,

sistem ini belum menggunakan model prediktif berbasis AI atau analisis data tren untuk memberikan peringatan sebelum ambang batas tercapai (Simanungkalit dan Rambe, 2025).

Dalam tahap penanganan kebakaran, sistem IoT pada penelitian ini difokuskan untuk memberikan notifikasi secara otomatis kepada pengguna ketika kondisi berbahaya terdeteksi oleh sensor. Sistem akan mengirimkan peringatan berupa pesan ke bot Telegram yang berisi informasi waktu dan status sensor, sehingga pengguna dapat segera melakukan tindakan penanganan secara manual. Meskipun belum terhubung dengan perangkat fisik seperti pompa air atau sistem pemadam otomatis, pemberian informasi secara cepat dan Real-time diharapkan mampu membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih sigap dan tepat untuk mengurangi dampak kebakaran (Erfandi et al., 2025).

Namun, dalam merancang sistem ini, terdapat berbagai tantangan yang perlu dipertimbangkan sejak awal. Salah satu tantangan utama adalah bagaimana memastikan agar sistem mampu membedakan antara kejadian kebakaran yang sebenarnya dan gangguan lain seperti asap kendaraan atau panas dari alat elektronik, sehingga dapat menghindari terjadinya alarm palsu. Selain itu, kecepatan pengiriman notifikasi juga menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Jika notifikasi dikirim terlalu lambat, respons terhadap kebakaran bisa tertunda dan memperburuk situasi. Faktor-faktor lingkungan seperti kelembapan udara, kepadatan asap, serta kualitas jaringan komunikasi juga berpotensi memengaruhi kinerja sensor dan akurasi deteksi sistem (Chan et al., 2023).

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan peringatan secara Real-time melalui aplikasi Telegram. Sistem dirancang untuk mendeteksi kondisi berbahaya berdasarkan parameter suhu, gas, dan api, lalu mengirimkan notifikasi kepada pengguna agar dapat segera melakukan tindakan manual. Sistem ini tidak dilengkapi dengan perangkat pemadam otomatis, sehingga penanganan tetap bergantung pada respon pengguna terhadap informasi yang diberikan. Selain pengembangan sistem, penelitian ini juga melakukan evaluasi terhadap performa sistem menggunakan metrik Precision, Recall, dan Accuracy untuk mengukur ketepatan deteksi kebakaran, serta analisis End-to-End Delay untuk menilai kecepatan respon sistem dalam mengirimkan notifikasi.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor suhu, gas dan api?

2. Bagaimana tingkat akurasi sistem deteksi kebakaran berdasarkan pengukuran Precision Recall?
3. Bagaimana latensi (End-to-End Delay) dalam pengiriman notifikasi Real-time pada sistem?
4. Bagaimana hasil evaluasi sistem dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi pengembangan sistem deteksi kebakaran yang lebih optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau parameter suhu, gas dan api secara Real-time menggunakan sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler dan modul komunikasi.
2. Mengukur tingkat akurasi sistem deteksi kebakaran dengan menggunakan evaluasi Precision dan Recall berdasarkan hasil pengujian kondisi simulasi kebakaran.
3. Menganalisis latensi (End-to-End Delay) dari proses pengiriman notifikasi Real-time sebagai respons sistem terhadap deteksi potensi kebakaran
4. Memberikan rekomendasi pengembangan sistem deteksi kebakaran yang lebih optimal berdasarkan hasil evaluasi akurasi dan kecepatan notifikasi

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki ruang lingkup dan batasan masalah sebagai berikut agar pelaksanaan dan pembahasannya lebih fokus :

1.4.1 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini mencakup perancangan dan pembangunan sistem deteksi kebakaran menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan Mikrokontroler ESP32 dan sensor suhu (DHT22), sensor gas (MQ-2), serta flame sensor.
2. Sistem dirancang untuk mendeteksi potensi kebakaran secara *Real-time* dan mengirimkan notifikasi otomatis ke pengguna melalui jaringan internet.
3. Evaluasi kinerja sistem dilakukan berdasarkan pengujian akurasi deteksi dan kecepatan pengiriman data notifikasi, menggunakan metode evaluasi *Precision*, *Recall*, dan *End-to-End Delay*.
4. Pengujian sistem dilakukan secara simulasi dalam lingkungan terbatas, bukan di area kebakaran nyata.

1.4.2 Batasan Masalah

1. Sistem hanya mendeteksi kebakaran berdasarkan parameter suhu, gas/asap, dan api, tanpa melibatkan perangkat seperti kamera termal, dan GPS.
2. Komunikasi data dibatasi pada jaringan WiFi, tanpa dukungan untuk GSM, LoRa, atau komunikasi seluler lainnya.
3. Pengiriman notifikasi hanya dilakukan melalui Telegram, tanpa perangkat keras pendukung seperti sirine atau alat pemadam.
4. Sistem hanya memberikan peringatan kebakaran dan tidak dirancang untuk melakukan pemadaman otomatis.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian adalah dampak yang diperoleh ketika tujuan penelitian berhasil dicapai. Dalam penelitian ini, manfaat yang diharapkan meliputi :

1.5.1 Manfaat bagi Mahasiswa

1. Memberikan contoh penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam menyelesaikan permasalahan nyata di bidang lingkungan.
2. Menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis sensor dan jaringan
3. Membantu mahasiswa memahami pentingnya evaluasi performa sistem menggunakan metrik seperti *Precision*, *Recall* dan *End-to-End Delay*.

1.5.2 Manfaat bagi Peneliti

1. Menyediakan data awal dan metode rancangan sistem yang dapat digunakan atau dikembangkan lebih lanjut.
2. Menjadi acuan dalam penelitian lanjutan yang berkaitan dengan sistem monitoring berbasis IoT untuk kebakaran.
3. Mendorong pengembangan penelitian interdisipliner dalam pengembangan sistem deteksi kebakaran berbasis sensor dan IoT.