

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebakaran pada gedung perkantoran merupakan ancaman serius yang dapat menimbulkan kerugian baik kerugian fisik, korban jiwa, maupun gangguan operasional. Menurut regulasi dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), sistem proteksi kebakaran menjadi salah satu persyaratan dalam pemenuhan Keselamatan, Kesehatan, Kenyamanan, dan Keberlanjutan (K4) gedung sesuai PP No. 16 Tahun 2021 tentang bangunan gedung [1]. Proteksi yang dimaksud pada umumnya mencakup instalasi hidran, alarm kebakaran, dan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang penempatannya sudah diatur sesuai regulasi nasional maupun internasional [2].

Alat Pemadam Api Ringan (APAR) merupakan perangkat standar wajib guna keamanan gedung. Dalam konteks Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), setiap perusahaan atau lembaga diwajibkan untuk menyediakan APAR guna mencegah timbulnya bahaya kebakaran yang dapat membahayakan sarana dan prasarana serta para pekerja dalam instansi [3]. Guna meningkatkan rasa aman, dibutuhkan suatu sistem pemantauan untuk memastikan kondisi APAR tetap dalam keadaan siap pakai dan beroperasi sebagaimana mestinya [4].

Namun demikian, efektivitas APAR maupun hidran sering kali terkendala karena informasi penempatannya yang jarang atau tidak diketahui oleh penghuni gedung pada saat terjadi kebakaran. Sistem alarm konvensional juga hanya memberikan peringatan suara secara umum, tanpa memberi petunjuk berupa titik lokasi APAR maupun hidran terdekat dari sumber kebakaran. Hal ini yang menyebabkan lambatnya respon daripada penghuni gedung maupun petugas terkait pada gedung untuk dapat menggunakan APAR maupun hidran sebagai alat pemadaman pertama jika terjadi kebakaran pada gedung [5].

Sejalan dengan perkembangan teknologi khususnya *Internet of Things (IoT)*, penggunaan teknologi ini mulai diterapkan pada sistem keamanan gedung untuk meningkatkan kecepatan deteksi bahaya, penyebaran informasi kebakaran, dan pengelolaan perangkat penanganan bahaya. Teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan integrasi antara perangkat sensor deteksi asap, deteksi api, maupun deteksi panas dengan jaringan lokal gedung berbasis Wi-Fi sehingga informasi terjadinya kebakaran dapat dikirimkan secara *real-time* ke perangkat atau gawai daripada penghuni gedung. Dengan pemanfaatan sistem ini, diharapkan sistem tidak hanya dapat mendeteksi terjadinya kebakaran pada gedung, tetapi juga dapat memberikan informasi berupa titik lokasi alat proteksi kebakaran terdekat baik APAR maupun hidran guna mempercepat penanganan awal terjadinya kebakaran.

Untuk meningkatkan efektivitas Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Terbatas berbasis *Internet of Things*, diperlukan media penyampaian informasi yang cepat, mudah diakses, dan familiar bagi seluruh pengguna. Salah satu platform yang banyak dimanfaatkan adalah aplikasi Telegram, karena mampu mengirimkan pesan notifikasi secara *real-time* langsung ke gawai penghuni gedung tanpa memerlukan perangkat tambahan khusus. Pada penelitian Implementasi *Internet of Things (IoT)* Untuk Sistem Pemantauan Kebakaran Dini Dengan Notifikasi Telegram dan Alarm yang mengambil studi kasus pada Kantor Kecamatan Tangen, pengujian dengan metode prototipe dengan hasil bahwa sistem memiliki ketepatan deteksi hingga 95%, dengan waktu respon hanya 2-3 detik dari deteksi hingga notifikasi diterima [6]. Sedangkan pada penelitian ini, pengujian dengan metode prototipe menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan deteksi yang akurat pada tiap skenario yang diberikan, dengan waktu respon <1 detik dari awal deteksi, bunyi alarm lokal (*buzzer*) hingga notifikasi Telegram diterima. Hal ini membuktikan implimentasi notifikasi melalui Telegram pada sistem IoT terbukti mampu mempercepat waktu respon dan meningkatkan keandalan sistem peringatan dini.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan menerapkan Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Terbatas berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32?
2. Bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi parameter terjadinya kebakaran berupa keberadaan asap, api, dan kenaikan suhu?
3. Bagaimana kinerja sistem dalam memberikan peringatan dini melalui alarm lokal maupun melalui notifikasi Telegram?

1.3. Batasan Masalah

1. Sistem yang dirancang merupakan prototipe sistem deteksi kebakaran pada ruang terbatas, bukan implementasi pada skala gedung secara menyeluruh. Ruang terbatas didefinisikan sebagai suatu ruang atau area yang memiliki ukuran terbatas, memiliki akses yang terbatas, dan memiliki ventilasi/penghawaan yang minim.
2. Parameter deteksi terjadinya kebakaran dibatasi pada asap, api, dan kenaikan suhu yang diperoleh dari sensor asap, sensor api, dan sensor suhu.
3. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data dan media komunikasi berbasis Wi-Fi.
4. Media pengiriman notifikasi jarak jauh dibatasi menggunakan aplikasi Telegram, tanpa terintegrasi dengan sistem manajemen gedung lainnya.
5. Pengujian sistem dilakukan dengan kondisi simulasi kebakaran pada ruang terbatas menggunakan skenario yang telah ditentukan.
6. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan (*cybersecurity*), sertifikasi alat, maupun penerapan standar keselamatan pada terjadinya kebakaran secara menyeluruh.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan menerapkan Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Terbatas berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32.

2. Menguji kinerja sistem dalam mendeteksi parameter terjadinya kebakaran berupa asap, api, dan kenaikan suhu.
3. Menguji kinerja sistem dalam memberikan peringatan dini melalui alarm lokal maupun melalui notifikasi Telegram.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini difokuskan pada pengembangan sebuah prototipe Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Terbatas berbasis *Internet of Things* yang diterapkan pada ruang terbatas. Ruang terbatas dalam penelitian ini mengacu pada area tertutup dengan skala terbatas yang digunakan sebagai media pengujian sistem, sehingga hasil penelitian akan berfokus pada validasi fungsi sistem dan bukan penerapan pada skala gedung secara menyeluruh.

Penelitian mencakup perancangan dan pembuatan prototipe perangkat keras yang terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan data, sensor asap, sensor api, dan sensor suhu sebagai parameter utama dalam mendeteksi terjadinya potensi kebakaran, serta buzzer sebagai alarm lokal. Prototipe dirancang untuk mampu menerima dan mengolah data dari sensor-sensor untuk kemudian menentukan kondisi normal atau kondisi bahaya, dan memberikan respon berupa peringatan dini.

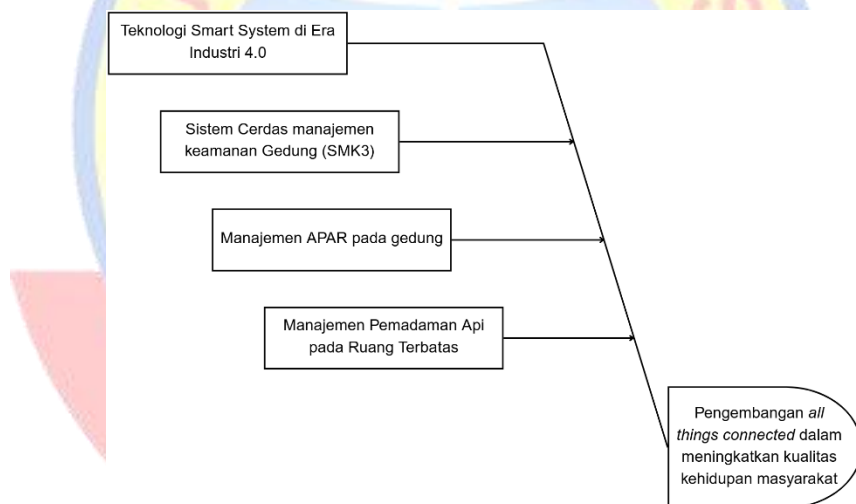
Selain perancangan perangkat keras, penelitian ini juga mencakup pengembangan perangkat lunak, meliputi pemrograman mikrokontroler ESP32 untuk pemrosesan data sensor, penentuan ambang batas parameter dan logika deteksi kebakaran, serta komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi. Sistem dikembangkan dengan metode prototipe, di mana fungsi utama sistem diuji melalui beberapa skenario simulasi kebakaran pada ruang terbatas, seperti terdeteksinya asap, api, atau terjadi peningkatan suhu.

Cakupan penelitian juga meliputi uji fungsi prototipe untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi potensi terjadinya kebakaran dan mengirimkan notifikasi peringatan secara *real-time* melalui aplikasi Telegram, serta mengaktifkan alarm lokal pada lokasi terpasangnya alat. Pengujian difokuskan pada waktu respon sistem dan tingkat keberhasilan

pengiriman notifikasi, tanpa membahas aspek durabilitas sistem dalam jangka panjang, skala penerapan sistem, maupun integrasi dengan sistem manajemen gedung eksisting.

Penelitian ini tidak mencakup sampai kepada pembahasan mengenai penerapan sistem dalam skala gedung secara menyeluruh, integrasi dengan sistem manajemen gedung eksisting, aspek keamanan jaringan (*cybersecurity*), maupun skenario pengujian berdasarkan standar dan sertifikasi sistem proteksi kebakaran nasional atau internasional. Fokus penelitian kali ini diarahkan pada pengembangan prototipe dan evaluasi fungsi Sistem Deteksi Kebakaran pada Ruang Terbatas berbasis *Internet of Things*.

1.6. Roadmap Penelitian



Gambar 1.1 Roadmap Penelitian