

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keadaan darurat merupakan peristiwa yang dapat terjadi secara alamiah maupun akibat kelalaian manusia, yang membutuhkan tindakan penyelamatan dan perlindungan terhadap kesehatan masyarakat, keselamatan, serta properti. Salah satu keadaan darurat yang paling banyak mendapat perhatian adalah kebakaran. Kebakaran merupakan peristiwa yang dapat menimbulkan kerugian besar, mulai dari kerusakan properti, cedera, hingga korban jiwa. Peristiwa ini terjadi akibat reaksi oksidasi antara bahan bakar, udara, dan panas. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran sangat penting dilakukan, antara lain melalui pemberian pemahaman tentang penyebab dan dampaknya, serta penyediaan sarana proteksi dan penyelamatan apabila kebakaran terjadi[1].

Seiring perkembangan zaman, teknologi modern memiliki peran penting dalam upaya pencegahan dan mitigasi bencana kebakaran. Salah satunya adalah penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan deteksi dan pelaporan dini secara otomatis. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT, yang memanfaatkan sensor suhu, gas, dan api. Meskipun demikian, celah signifikan yang teridentifikasi dari sistem-sistem yang ada adalah kurangnya integrasi yang efektif dengan platform notifikasi real-time dan dashboard manajemen yang komprehensif. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam penyampaian informasi dan keterbatasan dalam proses monitoring serta pengambilan keputusan secara cepat[2].

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tahun 2023 tercatat lebih dari 3.000 kasus kebakaran rumah di Indonesia, dengan sebagian besar terjadi di kawasan padat penduduk perkotaan yang sulit dijangkau kendaraan pemadam dalam waktu singkat [3]. Dampak yang ditimbulkan bukan hanya kerugian materi, tetapi juga korban jiwa dan trauma psikologis, terutama karena keterlambatan informasi kepada penghuni rumah maupun pihak terdekat[4].

Situasi serupa juga terjadi di wilayah Tegal, tempat penelitian ini dilakukan. Sepanjang Januari–Oktober 2024, Kabupaten Tegal mencatat 130 kejadian kebakaran, dengan 46 kasus terjadi pada bangunan rumah tinggal, ruko, hingga pondok pesantren[5], sementara 61 kasus lain terjadi pada lahan kosong atau semak[6]. Di sisi lain, Kota Tegal juga mengalami peristiwa kebakaran yang cukup tragis, salah satunya kebakaran tempat karaoke di Jalan Veteran, Tegal Barat pada 15 Januari 2024 yang menyebabkan 6 orang meninggal dan 7 luka serius[7]. Bahkan pada April 2025, dua kebakaran rumah dilaporkan di wilayah Kota Tegal akibat petasan yang dimainkan anak-anak[8], meskipun tidak menimbulkan korban jiwa, tetap menimbulkan kerugian materi yang signifikan [9].

Data tersebut menunjukkan bahwa di lingkup rumah tangga dan lingkungan kecil, risiko kebakaran di Tegal masih tinggi dan nyata. Namun, hingga saat ini sebagian besar rumah masih mengandalkan alarm asap sederhana tanpa integrasi ke sistem informasi atau platform komunikasi cepat. Hal ini menimbulkan keterlambatan dalam penyampaian informasi kepada penghuni maupun keluarga lain yang berada jauh dari lokasi kejadian.

Urgensi penelitian ini semakin kuat dengan adanya celah tersebut. Sistem deteksi kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)* telah banyak dikembangkan, menggunakan sensor suhu, gas, dan api. Namun, mayoritas sistem tersebut masih terbatas pada alarm lokal atau notifikasi SMS dan belum mengoptimalkan fitur personalisasi berdasarkan lokasi spesifik pengguna [10]. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Berbasis *Web* dengan Notifikasi *WhatsApp* Terpersonalisasi Berdasarkan Data Lokasi Keluarga.

Sistem ini tidak hanya mendeteksi potensi kebakaran secara otomatis menggunakan sensor, tetapi juga memastikan bahwa peringatan yang dikirim bersifat *real-time*, personal, dan tepat sasaran hanya kepada keluarga atau pihak yang benar-benar terkait dengan lokasi kejadian. Dengan demikian, sistem diharapkan dapat meningkatkan kecepatan respon, mempercepat proses evakuasi, serta menekan dampak kerugian akibat kebakaran, khususnya pada skala rumah tangga dan pemukiman padat seperti di Tegal maupun kota besar lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membangun dan mengimplementasikan sistem deteksi kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)* yang andal dan mampu mendeteksi potensi kebakaran secara dini secara otomatis?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan sistem deteksi kebakaran dengan platform notifikasi *WhatsApp* agar dapat menyampaikan peringatan kebakaran secara *real-time* kepada pihak yang terkait?

3. Bagaimana merancang dan mengembangkan dashboard berbasis web yang dapat memfasilitasi proses monitoring dan pengelolaan laporan kebakaran secara efisien, serta memisahkan peran antara pengguna (*user*) dan administrator (*admin*)?

1.3 Batasan Masalah

1. Ruang Lingkup Sistem terbatas pada sistem monitoring kebakaran untuk lingkungan rumah tangga dan skala kecil (seperti perumahan padat penduduk), sehingga tidak mencakup skala industri atau kawasan komersial besar.
2. Sensor yang digunakan dibatasi hanya pada sensor suhu (DHT11), sensor asap (MQ-2), dan sensor api (IR Flame Sensor). Sistem tidak mencakup pendeteksian gas beracun lain seperti CO atau LPG secara spesifik maupun kelembapan.
3. Respons sistem terbatas pada pengiriman notifikasi digital melalui WhatsApp dan buzzer lokal. Sistem tidak mencakup mekanisme pemadaman otomatis seperti penyemprotan air (sprinkler) atau aktivasi alat pemadam api lainnya.
4. Notifikasi WhatsApp hanya dikirim kepada anggota keluarga yang telah terdaftar dalam sistem dan berlokasi di area terdampak berdasarkan konfigurasi yang dilakukan oleh admin. Sistem tidak mengirim notifikasi kepada pihak luar seperti BPBD atau pemadam kebakaran.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Membangun dan mengimplementasikan sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang andal dan otomatis untuk mendeteksi potensi kebakaran secara dini.
2. Mengintegrasikan sistem deteksi dengan platform notifikasi WhatsApp untuk menyampaikan peringatan kebakaran secara real-time dan cepat kepada pihak terkait.
3. Merancang dan mengembangkan halaman web (dashboard) yang intuitif untuk memfasilitasi monitoring status kebakaran dan pengelolaan laporan secara terpisah bagi user dan admin.

1.4.2 Manfaat

1. Memberikan solusi deteksi dini kebakaran yang cepat dan efisien.
2. Menambah referensi pengembangan sistem IoT dengan integrasi notifikasi otomatis.
3. Memudahkan proses manajemen dan pelaporan kebakaran oleh pihak terkait.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Ratna Rahmawati Rahayu dan timnya menggunakan teknologi mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang dipadukan dengan sistem notifikasi berbasis bot *WhatsApp*. Penelitian ini merancang dan membangun sebuah sistem alat pemadam kebakaran otomatis yang ditujukan untuk mendeteksi dan mengurangi dampak kebakaran di lingkungan rumah. Sistem yang dikembangkan menggunakan beberapa komponen sensor, seperti sensor api dan sensor gas MQ-2, untuk mendeteksi potensi kebakaran secara dini. NodeMCU berperan sebagai pengendali utama yang mengatur aliran data dari sensor ke aktuator seperti pompa air dan buzzer, serta mengirimkan notifikasi otomatis ke pengguna melalui aplikasi *WhatsApp*. Kekurangan dari penelitian ini adalah bahwa sistem pemadam yang dikembangkan hanya berskala kecil dan sederhana, serta masih bergantung pada koneksi internet agar notifikasi melalui *WhatsApp* dapat berfungsi dengan baik[1].

Penelitian yang dilakukan oleh Uyock Anggoro Saputro dan Agus Tuslam mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan teknologi NodeMCU ESP8266. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi potensi kebakaran secara dini dan memberikan peringatan melalui aplikasi *Blynk* dan email kepada pengguna serta petugas pemadam kebakaran. NodeMCU berperan sebagai pengendali utama yang menghubungkan berbagai sensor, seperti sensor suhu DHT11, sensor asap MQ-2, dan sensor api (flame sensor), ke dalam sistem yang terintegrasi dengan platform *ThingSpeak*. *ThingSpeak* digunakan untuk mencatat dan memvisualisasikan data sensor secara

real-time. Keunggulan dari penelitian ini adalah kemampuannya mengirimkan data lokasi melalui GPS dan menampilkan video monitoring dari kamera secara langsung ke ponsel pengguna. Namun, kekurangan dari penelitian ini adalah ketergantungan terhadap koneksi internet agar sistem dapat mengirimkan peringatan secara *real-time* serta kemungkinan keterbatasan daya jangkauan sensor tergantung pada kondisi lingkungan sekitar[2].

Penelitian yang dilakukan oleh Najib dan timnya memanfaatkan teknologi mikrokontroler ESP32 dan Arduino untuk mengembangkan sistem pendeteksi bencana kebakaran berbasis web. Penelitian ini bertujuan menciptakan alat pendeteksi kebakaran yang dapat digunakan di rumah padat penduduk untuk mendeteksi suhu tinggi, asap, dan nyala api secara dini. Sistem yang dikembangkan menggunakan tiga sensor utama: sensor suhu DHT11, sensor asap MQ-2, dan sensor api (*flame sensor*), yang kemudian terhubung ke web monitoring dan sistem notifikasi berbasis bot *WhatsApp*. ESP32 digunakan untuk koneksi jaringan dan pengiriman data secara *real-time*, sedangkan Arduino berfungsi sebagai pengolah utama dari pembacaan sensor. Kekurangan dari penelitian ini adalah meskipun sistem mampu mengirimkan notifikasi melalui *WhatsApp* dan menampilkan kondisi ruangan melalui web, namun respon fisik seperti aktivasi penyemprotan air belum sepenuhnya diimplementasikan karena keterbatasan biaya pada aktuator[3].

Penelitian yang dilakukan oleh Zulkifli dan timnya mengembangkan sistem alarm dan pemadam kebakaran otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai otak pengendali. Sistem ini dirancang

untuk mendeteksi kebakaran secara dini melalui sensor api dan sensor asap (MQ-2), serta memberikan respon cepat dengan mengaktifkan pompa air dan alarm buzzer. Data dari sensor dikirimkan secara nirkabel ke platform pemantauan berbasis aplikasi *Blynk* dan email, memungkinkan notifikasi langsung ke pengguna walaupun mereka tidak berada di lokasi. Sistem juga mampu memantau nilai-nilai sensor secara *real-time* dan mengaktifkan aktuator (relay dan pompa air) secara otomatis berdasarkan input dari sensor. Kekurangan dari penelitian ini adalah sistem hanya mengirimkan notifikasi ke *Blynk* dan email tanpa adanya integrasi notifikasi berbasis *SMS* atau layanan darurat lokal yang lebih cepat, serta belum diuji dalam kondisi lingkungan kebakaran yang ekstrem secara langsung[4].

Penelitian yang dilakukan oleh Wungow dan timnya mengembangkan sistem deteksi kebakaran dengan menggunakan teknologi Arduino yang dilengkapi sensor api dan sensor asap. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pendeteksi kebakaran yang dapat memberikan peringatan dini kepada pengguna melalui bunyi alarm dan pesan singkat (*SMS*) ketika terdeteksi potensi kebakaran. Sistem yang dibangun terdiri dari komponen Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor api, sensor asap MQ-2, buzzer sebagai alarm, dan modul SIM800L sebagai pengirim *SMS*. Sensor akan membaca perubahan lingkungan, dan jika nilai deteksi melebihi ambang batas, maka sistem akan mengaktifkan buzzer serta mengirim notifikasi *SMS*. Kekurangan dari penelitian ini adalah sistem hanya mendukung pengiriman pesan melalui *SMS* dan belum terintegrasi dengan platform IoT berbasis internet yang dapat memberikan pemantauan secara lebih fleksibel dan menyeluruh[5].

Melihat hasil dari penelitian terdahulu, dapat disimpulkan dalam tabel gap

penelitian dibawah ini bahwa sebagian besar sistem deteksi kebakaran masih berfokus pada notifikasi lokal dan belum mengoptimalkan pendekatan berbasis web yang terintegrasi dengan notifikasi personal sesuai lokasi pengguna. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Berbasis Web dengan Notifikasi WhatsApp Terpersonalisasi Berdasarkan Data Lokasi Keluarga, yang mampu memberikan peringatan secara *real-time* dan personal kepada setiap anggota keluarga guna meningkatkan efektivitas respon terhadap potensi kebakaran.

Tabel 1 Gap Penelitian

No	Penulis	Teknologi	Notifikasi	Web	Pembeda
1	Rahayu et al. (2023)	NodeMCU ESP8266	Tidak Ada	Tidak Ada	Menyediakan dashboard web realtime
2	Saputro et al. (2022)	NodeMCU + ThingSpeak	Blynk + Email	Tidak Ada	Fitur laporan dan manajemen lokasi keluarga
3	Najib et al. (2023)	ESP32 + Arduino	Telegram	Ada	Notifikasi personal per lokasi keluarga
4	Zulkifli et al. (2024)	NodeMCU ESP8266	Blynk + Email	Tidak Ada	Dashboard dengan log kebakaran realtime
5	Wungow et al. (2024)	Arduino + SIM800L	SMS	Tidak Ada	Integrasi web & notifikasi WhatsApp <i>API</i>

--	--	--	--	--	--

1.6 Data Penelitian

1.6.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian dalam studi ini terdiri dari berbagai komponen yang berperan penting dalam membangun, menguji, dan mengevaluasi sistem informasi monitoring kebakaran berbasis web dengan notifikasi *WhatsApp*. Komponen utama meliputi data yang dihasilkan oleh sensor lingkungan, literatur ilmiah sebagai referensi teoritis, dan spesifikasi teknis perangkat yang digunakan. Data lingkungan dikumpulkan melalui pembacaan dari tiga jenis sensor, yaitu sensor suhu DHT11, sensor asap MQ-2, dan sensor api IR Flame Sensor. Ketiga sensor ini menghasilkan informasi yang merepresentasikan kondisi lingkungan secara *real-time* untuk mendeteksi potensi bahaya kebakaran. Informasi dari sensor menjadi input utama yang diolah oleh sistem untuk menentukan level bahaya serta memicu pengiriman notifikasi otomatis ke *WhatsApp*.

Selain itu, bahan penelitian juga mencakup berbagai referensi akademik dan teknis yang digunakan untuk merancang sistem, di antaranya jurnal-jurnal ilmiah terkait sistem deteksi kebakaran berbasis *Internet of Things (IoT)*, dokumentasi teknis dari komponen perangkat keras (seperti datasheet sensor dan mikrokontroler), serta sumber-sumber dari Open Data Pemerintah Daerah yang menyajikan statistik kebakaran di wilayah Jawa Timur dan Surabaya. Literatur ini menjadi landasan dalam mengidentifikasi gap penelitian, menyusun arsitektur sistem, serta membandingkan pendekatan yang digunakan dengan penelitian

terdahulu.

1.6.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui pengujian dan pengoperasian sistem yang dibangun. Data ini meliputi hasil pembacaan suhu, asap, dan api yang dikirim oleh sensor melalui Arduino dan ESP32 ke server berbasis Laravel. Selain itu, data ini mencakup log aktivitas sistem seperti waktu pengiriman notifikasi ke WhatsApp, status tingkat bahaya yang terdeteksi, serta riwayat pemantauan pada dashboard web secara *real-time*. Data ini dikumpulkan untuk mengevaluasi keandalan sistem dalam mendeteksi dan merespon kejadian kebakaran.

1.6.3 Alat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan perlu menggunakan beberapa alat bantu dalam bentuk perangkat keras, dan juga perangkat lunak. Berikut alat penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Alat Penelitian

No	Perangkat Keras Alat Penelitian	
	Nama Alat	Fungsi
1.	Laptop dengan spesifikasi mendukung	Sebagai komponen utama untuk membangun sebuah sistem.

2.	Arduino Uno R3	Membaca data dari sensor suhu, asap, dan api, kemudian mengirimkannya ke ESP32
3.	ESP32	Menerima data dari Arduino melalui komunikasi serial dan mengirimkan ke <i>API</i> Laravel melalui koneksi internet.
4.	Sensor Api IR Flame	Mendeteksi adanya nyala api di sekitar alat.
5.	Sensor Asap MQ2	Mendeteksi keberadaan asap di udara yang mengindikasikan potensi kebakaran.
6.	Sensor Suhu DHT11	Mendeteksi suhu ruangan sebagai indikator awal potensi kebakaran.
7.	Buzzer	Memberikan peringatan suara saat sensor mendeteksi kondisi berbahaya.
8.	Baterai 3v (3 buah)	Memberikan daya pada rangkaian sistem.
No	Perangkat Lunak Alat Penelitian	
	Nama Alat	Fungsi
1.	Windows	Sebagai sistem operasi laptop/pc.
2.	Visual Studio Code	Sebagai aplikasi kode editor yang digunakan untuk membuat sistem.

3.	Laravel Framework	Menerima data dari ESP32, menyimpan ke database, dan menyajikan data ke pengguna.
4.	MySQL	Sebagai <i>database</i> penyimpanan yang akan digunakan untuk membangun sistem.
5.	Bot WhatsApp <i>API</i>	Mengirimkan notifikasi personal ke pengguna berdasarkan data dan lokasi.
6.	Web Browser (Chrome/Firefox)	Menampilkan antarmuka monitoring kebakaran berbasis web.