

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran adalah kondisi di mana suatu bangunan, seperti hutan, rumah, pemukiman, pabrik, pasar, atau gedung, dilanda api yang dapat menyebabkan kerugian materil dan korban jiwa [1]. Di Indonesia, kebakaran menjadi masalah yang serius setiap tahun, terutama saat musim kemarau. Selain menyebabkan kerusakan ekosistem yang parah, kebakaran juga memengaruhi kesehatan masyarakat akibat kabut asap yang dihasilkan. Dampak kabut asap ini bahkan meluas ke negara-negara tetangga, mengganggu aktivitas sehari-hari seperti sekolah, pekerjaan, dan transportasi udara. Masalah utama yang dihadapi dalam kasus kebakaran adalah kesulitan untuk mendeteksinya sejak dini dan mengambil langkah pencegahan dengan cepat [2]. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem deteksi kebakaran yang cepat dan efektif semakin mendesak. Dengan deteksi dini, penanganan dapat dilakukan lebih cepat untuk mencegah kerusakan yang lebih besar.

Sistem deteksi kebakaran tradisional, seperti alarm berbasis suhu atau detektor asap, sering kali tidak cukup untuk mendeteksi kebakaran di area yang luas atau terpencil, seperti hutan atau lahan gambut. Sistem ini umumnya hanya efektif di area kecil atau di dalam ruangan. Di sisi lain, memantau kebakaran secara manual di lapangan juga tidak praktis dan memerlukan banyak sumber daya manusia. Untuk mengatasi keterbatasan ini, teknologi jaringan sensor nirkabel *Wireless Sensor Network* (WSN) mulai banyak digunakan. *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan jaringan sensor yang terdiri dari node-node yang terhubung secara nirkabel ke perangkat master atau penerima [3]. Jaringan ini mampu memantau lingkungan fisik dan berbagai kondisi tertentu, seperti suhu, kelembapan, tekanan, kecepatan angin, kesehatan lingkungan, atau keberadaan objek tertentu. Teknologi ini memungkinkan sensor-sensor kecil yang tersebar di berbagai lokasi untuk mendeteksi kebakaran secara otomatis dan mengirimkan informasi secara real-time.

Selain itu, sistem deteksi kebakaran berbasis jaringan multi-hop juga dapat dikembangkan untuk mendeteksi parameter lingkungan lain yang berkaitan dengan potensi kebakaran, seperti tingkat kelembapan udara, suhu tanah, dan keberadaan gas berbahaya seperti karbon monoksida. Dengan memasukkan sensor tambahan untuk memantau parameter ini, sistem dapat memberikan data yang lebih komprehensif kepada pengguna. Informasi ini dapat digunakan untuk

mengidentifikasi area rawan kebakaran sebelum api muncul, sehingga langkah-langkah pencegahan dapat diambil lebih awal. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya mendeteksi kebakaran yang sedang terjadi tetapi juga membantu dalam meminimalkan risiko kebakaran di masa depan, memberikan solusi yang lebih holistik dan efektif dalam manajemen kebakaran. Dalam sistem ini, data yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan melalui beberapa node perantara sebelum sampai ke pusat kontrol. Hal ini memungkinkan jaringan sensor untuk mencakup area yang sangat luas tanpa membutuhkan perangkat tambahan seperti kabel panjang atau infrastruktur komunikasi lainnya. Setiap node berfungsi sebagai penghubung data, sehingga data dapat diteruskan dari satu titik ke titik lainnya meskipun jarak antar-node cukup jauh.

Komunikasi multi-hop memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya sangat efektif dalam jaringan nirkabel. Salah satu keunggulan utamanya adalah peningkatan jangkauan, di mana data dapat dikirim melalui beberapa node perantara, memungkinkan komunikasi melampaui batas sinyal langsung. Selain itu, multi-hop lebih hemat energi karena pengiriman data dibagi menjadi beberapa hop jarak pendek, sehingga konsumsi daya pada masing-masing node berkurang. Namun, meskipun sistem multi-hop ini memiliki banyak keunggulan, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari satu node ke node lainnya. Karena data harus melewati beberapa node sebelum sampai ke pusat kontrol, proses ini dapat memakan waktu yang cukup lama, terutama jika jumlah node yang dilewati sangat banyak. Selain itu, kondisi lingkungan, seperti pepohonan yang lebat atau cuaca buruk, dapat memengaruhi kualitas sinyal antar-node. Dalam konteks kebakaran, di mana setiap detik sangat berharga, keterlambatan seperti ini dapat menjadi masalah besar. Kecepatan respon node mencakup waktu yang dibutuhkan oleh setiap node untuk menerima data, memprosesnya, dan mengirimkannya kembali ke node berikutnya. Jika satu node mengalami keterlambatan, maka seluruh jaringan akan terpengaruh. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa setiap node dalam jaringan berfungsi secara optimal dan memiliki kecepatan respon yang tinggi. Dengan memahami bagaimana kecepatan respon ini bekerja, kita dapat merancang jalur komunikasi yang lebih efisien, sehingga data dapat diteruskan dengan lebih cepat dan akurat.

Selain waktu, efisiensi jalur komunikasi juga berkaitan dengan konsumsi daya pada setiap node. Setiap kali node memproses dan mengirimkan data, energi yang digunakan akan berkurang. Dalam banyak kasus, node-node ini menggunakan baterai sebagai sumber energi utama. Jika

konsumsi daya terlalu tinggi, maka masa pakai baterai akan lebih singkat, sehingga memerlukan penggantian atau pengisian ulang secara berkala. Hal ini bisa menjadi tantangan besar, terutama jika node-node tersebut dipasang di lokasi yang sulit dijangkau. Dengan mengoptimalkan jalur komunikasi, konsumsi daya dapat dikurangi, sehingga masa pakai baterai menjadi lebih panjang dan pemeliharaan jaringan menjadi lebih mudah. Selain mencakup area yang luas, sistem multi-hop ini juga memiliki kemampuan untuk tetap berfungsi meskipun ada node yang rusak atau tidak aktif. Data yang dikumpulkan oleh sensor dapat diarahkan melalui jalur alternatif, sehingga jaringan tetap dapat beroperasi tanpa gangguan. Namun, untuk memastikan efisiensi sistem, diperlukan analisis mendalam terhadap jalur komunikasi dan kecepatan respon node. Analisis ini dapat membantu mengidentifikasi node-node yang menjadi hambatan dalam jaringan, sehingga dapat diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi jalur komunikasi multi-hop dalam sistem deteksi kebakaran berdasarkan kecepatan respon node. Dengan memahami bagaimana data mengalir melalui jaringan dan bagaimana setiap node berkontribusi terhadap kecepatan pengiriman data, kita dapat merancang sistem yang lebih cepat, lebih hemat energi, dan lebih andal. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan algoritma routing yang lebih cerdas, yang dapat memilih jalur komunikasi terbaik secara real-time berdasarkan kondisi jaringan dan lingkungan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi pada pengembangan sistem deteksi kebakaran tetapi juga pada teknologi jaringan sensor secara umum. Misalnya, teknologi yang sama dapat diterapkan untuk pemantauan lingkungan, sistem peringatan dini bencana, dan aplikasi lain yang memerlukan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Dengan kata lain, penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan dampak yang luas, tidak hanya dalam mitigasi kebakaran tetapi juga dalam berbagai bidang lainnya. Dalam mengimplementasikannya, sistem deteksi kebakaran yang dirancang berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan peringatan dini dalam hitungan detik. Dengan demikian, pihak berwenang dapat segera mengambil tindakan untuk memadamkan api sebelum kebakaran menyebar lebih luas. Selain itu, sistem ini juga dirancang agar hemat energi, sehingga dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa memerlukan perawatan yang sering. Dalam jangka panjang, sistem ini dapat membantu mengurangi biaya operasional sekaligus meningkatkan efektivitas mitigasi kebakaran.

Komunikasi multi-hop dalam jaringan sensor nirkabel adalah solusi yang inovatif untuk mengatasi tantangan dalam deteksi kebakaran di area yang sulit dijangkau. Meskipun menghadapi berbagai tantangan, seperti keterlambatan pengiriman data dan konsumsi daya yang tinggi, solusi ini tetap menjadi pilihan terbaik untuk mencakup area yang luas tanpa infrastruktur tambahan. Dengan melakukan analisis yang mendalam terhadap jalur komunikasi dan kecepatan respon node, kita dapat mengembangkan sistem yang lebih baik di masa depan. Penelitian ini merupakan langkah awal yang penting dalam mewujudkan teknologi deteksi kebakaran yang lebih canggih dan responsif. Dengan memanfaatkan perkembangan teknologi jaringan sensor dan algoritma routing, harapan untuk menciptakan sistem deteksi kebakaran yang lebih cepat, andal, dan hemat energi semakin mendekati kenyataan. Teknologi ini tidak hanya akan membantu mengurangi dampak kebakaran tetapi juga memberikan solusi untuk tantangan lain yang dihadapi dalam pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh kondisi *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS) terhadap kualitas sinyal dan keandalan komunikasi pada sistem nirkabel berbasis NRF24L01?
- b. Apa saja faktor yang memengaruhi kecepatan respon node dalam jaringan nirkabel?
- c. Bagaimana dampak penerapan strategi komunikasi multihop terhadap performa jaringan nirkabel?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penyelesaian skripsi ini sebagai berikut:

- a. Untuk menganalisis pengaruh kondisi *Line of Sight* (LoS) dan *Non-Line of Sight* (NLoS) terhadap kualitas sinyal dan keandalan komunikasi pada sistem nirkabel berbasis NRF24L01.
- b. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan respon node dalam jaringan nirkabel.

- c. Untuk menganalisis dampak penerapan strategi komunikasi multihop terhadap performa jaringan nirkabel, khususnya dalam aspek kecepatan respon, keandalan pengiriman data, dan jangkauan komunikasi pada sistem berbasis NRF24L01.

1.3.2 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pembahasan ini antara lain:

- a. Dengan komunikasi berbasis modul NRF24L01, pengguna dapat menjadikan acuan dalam perancangan sistem jaringan sensor yang responsif, terutama pada aplikasi deteksi kebakaran yang membutuhkan pengiriman data cepat dan stabil.
- b. Penggunaan komunikasi nirkabel mengurangi kebutuhan instalasi kabel panjang, sehingga menekan biaya pemasangan dan pemeliharaan sistem.
- c. Membantu pengembang sistem dalam memilih strategi komunikasi yang tepat untuk mengatasi keterbatasan jarak dan kondisi NLoS melalui penerapan rute multi-lompatan (multihop).

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dari permasalahan agar tidak terjadi pelebaran pembahasan, sebagai berikut:

- a. Kinerja sistem dapat dipengaruhi oleh hambatan fisik (seperti dinding tebal atau logam) dan interferensi sinyal dari perangkat lain, yang mungkin mengurangi keandalan komunikasi.
- b. Jarak antar node telah ditentukan.
- c. Node yang digunakan adalah 8 node.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Dilakukan beberapa tahapan untuk mendapat desain dan dimensi yang di inginkan pada antena mikrostrip. Tahapan pada metodologi penelitian seperti di bawah ini.

- a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini merupakan permulaan dalam penyusunan skripsi. Tahap ini meliputi beberapa kegiatan yaitu penentuan judul skripsi, penyusunan proposal skripsi, melakukan studi literatur dari berbagai sumber, dan menentukan kebutuhan data yang diperlukan. Pada tahap ini juga dibutuhkan ketelitian dalam pengerjaan agar dapat memperlancar tahap selanjutnya.

b. Tahap Perancangan

Setelah proposal skripsi disetujui untuk menjadi topik penelitian, maka masuk ke tahap selanjutnya yaitu tahap perancangan. Pada tahap perancangan perlu disiapkan proposal dan materi yang berkaitan dengan pembahasan tentang skripsi yang dibahas. Selanjutnya yaitu menggambarkan sistem yang akan dibuat berdasarkan pada tahap awal.

c. Pengumpulan Data

Setelah melakukan dua tahap diatas maka akan dibuat rancangan sistem. Kemudian dilakukan pengumpulan data melalui studi literatur dari berbagai sumber, lalu diidentifikasi dan diolah data. Selanjutnya dilakukan observasi untuk mendapatkan data berdasarkan alat yang dibuat.

d. Analisis Data

Dilakukan analisa dari data yang diperlukan untuk sistem, kemudian dikelompokkan berdasarkan data yang diinginkan agar mendapat data yang akurat. Analisis dan pengolahan data dilakukan berdasarkan data-data yang dibutuhkan. Hasil pengolahan data kemudian akan dianalisis dan dilakukan penjabaran sehingga data tersebut dapat dipahami sebagai sebuah informasi.

e. Pemecahan Masalah

Tahap akhir ini menjadi tahap evaluasi dalam perolehan data dari hasil analisa data yang kemudian akan dibandingkan dari proses yang telah ada sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut gambaran ringkas mengenai isi dari skripsi serta sebagai pemahaman penelitian yang dilakukan. Laporan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab, antara lain:

a. Bab I Pendahuluan

Pada bab pertama ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bab ini akan menjelaskan tentang maksud dan tujuan dari penelitian ini.

b. Bab II Teori Penunjang

Bab kedua berisi penelitian terdahulu dan landasan teori yang berkaitan dengan judul “Analisis Jalur Komunikasi Multi Hop Untuk Deteksi Kebakaran Berdasarkan Kecepatan Respon Node” yang didapatkan dari jurnal, buku, serta sumber lainnya.

c. Bab III Perancangan Sistem

Bab ketiga berisi tentang perancangan sistem baik berupa desain sistem, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak serta diagram alur (*Flowchart*) dari perancangan sistem yang akan dibuat.

d. Bab IV Hasil Penelitian dan Analisa

Bab keempat berisi tentang hasil dari penelitian serta uji coba yang telah dilakukan dengan pengujian alat, serta pemaparan dan analisa dari perbedaan hasil dari setiap percobaan.

e. Bab V Penutup

Bab kelima berisi kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian serta uji coba yang sudah dilakukan sebelumnya. Dalam bab ini juga berisi saran dari peneliti terkait penelitian ini agar dapat dikembangkan dan disempurnakan pada penelitian yang akan datang.