

## **BAB I** **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebakaran hutan adalah bencana yang tidak bisa diprediksi, yang memiliki dampak pada ekosistem dan alam, hingga kehidupan manusia. Pada tahun 2024, Indonesia mengalami peningkatan signifikan dalam jumlah kasus kebakaran hutan dan lahan (*karhutla*). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat 629 kasus *karhutla* sepanjang tahun tersebut, dengan puncak kejadian terjadi antara Juli hingga Oktober [1]. Luas area yang terbakar mencapai 283.620,48 hektar, meningkat dibandingkan 204.894 hektar pada tahun 2022, namun masih lebih rendah dibandingkan 1.161.192,9 hektar yang terbakar pada tahun 2023 [2]. Faktor utama yang mempengaruhi peningkatan *karhutla* ini adalah fenomena *El Nino*, yang menyebabkan suhu lebih panas dan kekeringan berkepanjangan di berbagai wilayah [3].

Pemantauan dan pendeteksian dini kebakaran hutan di area yang luas dan medan yang sulit menjadi kendala utama dalam upaya pencegahan dan penanganan bencana tersebut. Perkembangan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT) membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui sistem pemantauan jarak jauh yang bersifat otomatis, hemat daya, dan berskala luas. WSN memungkinkan penyebaran banyak node sensor secara tersebar di area rawan kebakaran untuk mendeteksi parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, asap, dan api. *Internet of Things* kemudian menjadi sistem utama yang menghubungkan node ke internet untuk pemantauan jarak jauh berbasis aplikasi mobile.

Namun, implementasi teknologi tersebut di kawasan hutan seringkali terkendala oleh keterbatasan infrastruktur jaringan dan sumber daya listrik. Pembangunan infrastruktur jaringan baru di kawasan hutan juga sulit direalisasikan karena terkendala lokasi dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan solusi

alternatif yang dapat mengakomodasi kebutuhan pemantauan tanpa bergantung sepenuhnya pada infrastruktur konvensional.

Penggunaan teknologi *LoRa* (Long Range) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. *LoRa* adalah teknologi komunikasi nirkabel yang memungkinkan transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya rendah, sehingga cocok untuk implementasi di area hutan yang luas dan minim akses listrik [4]. Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor suhu, kelembaban, api dan asap yang dapat mendeteksi potensi kebakaran secara efektif. Penambahan sensor angin atau *wind direction* juga diterapkan khusus untuk monitoring arah mata angin, sehingga potensi kerugian akibat kebakaran bisa diminimalisir secara maksimal.

Selain itu, integrasi *logika fuzzy* ke dalam sistem dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam menilai tingkat bahaya kebakaran berdasarkan data sensor yang bervariasi dan tidak pasti [5]. Implementasi panel surya sebagai sumber energi mandiri juga memberikan kemandirian operasional yang optimal, terutama di kawasan hutan dengan akses listrik terbatas [6].

Oleh karena itu, dengan penetapan *platform mobile* untuk pemantauan, sistem ini dapat memberikan kemudahan akses informasi dan fleksibilitas bagi petugas pengelola hutan. Data yang terkumpul dapat dianalisis untuk mengidentifikasi potensi kebakaran sedini mungkin dan mengoptimalkan respons penanganan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pencegahan kebakaran hutan tetapi juga memberikan dukungan dalam upaya pelestarian ekosistem hutan dan perlindungan masyarakat sekitar dari dampak kebakaran hutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kebakaran hutan berbasis IoT dan WSN yang mampu beroperasi di area blankspot dengan teknologi *LoRa* dan sumber daya mandiri?

2. Bagaimana menerapkan *logika fuzzy* untuk menentukan tingkat risiko kebakaran berdasarkan data sensor, serta menampilkannya secara *real-time* melalui aplikasi mobile Android?

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan untuk memperjelas lingkup dan fokus penelitian, antara lain :

1. Penelitian ini dirancang hanya untuk deteksi dini kebakaran, tidak mencakup penanganan pemadaman kebakaran.
2. Menggunakan Arduino Uno dan ESP32 sebagai mikrokontroler, serta teknologi LoRa sebagai protokol komunikasi.
3. Sistem hanya dilengkapi dengan sensor DHT11, sensor api, sensor MQ-2, dan sensor angin untuk pengambilan data parameter lingkungan.
4. Penggunaan panel surya berfungsi sebagai sumber energi alternatif untuk efisiensi distribusi daya sehingga bisa independen.
5. Penggunaan logika fuzzy untuk analisa data sensor dalam menentukan tingkat risiko kebakaran.
6. Penelitian tidak mencakup pengembangan sistem analisis data lanjutan dan tidak mengimplementasikan algoritma kecerdasan buatan dalam pemrosesan data yang diperoleh dari sensor.
7. Pemantauan sistem sepenuhnya dilakukan melalui aplikasi mobile yang dikembangkan khusus untuk perangkat dengan sistem operasi Android, tidak mencakup pengembangan untuk platform mobile lainnya.
8. Sistem dilengkapi dengan fitur keamanan tambahan buzzer pada koordinator.
9. Implementasi sistem dibatasi pada area uji coba dengan jarak tertentu untuk mengevaluasi efektivitas jangkauan teknologi LoRa.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mendesain, dan

mengimplementasikan sistem pendeteksi kebakaran hutan berbasis WSN dan IoT sesuai dengan kebutuhan, yang diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan di masyarakat dan mempermudah pihak pengelola hutan dalam pemantauan.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat teoritis**

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem deteksi dini kebakaran hutan berbasis IoT yang dapat beroperasi di daerah dengan keterbatasan jaringan internet melalui implementasi teknologi LoRa. Penggunaan logika fuzzy untuk menganalisa data sensor dalam menentukan tingkat risiko kebakaran juga memberikan pemahaman baru tentang pengembangan sistem pemantauan yang handal dengan biaya yang terjangkau. Selain itu, penelitian ini menyumbangkan referensi penting dalam pengembangan sistem monitoring yang memanfaatkan energi alternatif melalui panel surya, memberikan wawasan baru dalam menciptakan sistem yang berkelanjutan dan efisien.

### **2. Manfaat praktis**

Secara praktis, penelitian ini memberikan solusi bagi pengelola dalam memantau kondisi hutan secara efisien dan realtime menggunakan aplikasi mobile guna mendeteksi kebakaran hutan secara dini. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif juga membantu mengurangi biaya operasional secara signifikan. Bagi masyarakat sekitar hutan, sistem ini berkontribusi dalam meningkatkan keamanan lingkungan dan mengurangi risiko kerugian akibat kebakaran hutan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

BAB I PENDAHULUAN, bagian ini menjelaskan latar belakang penelitian, menyoroti pentingnya sebuah inovasi untuk mendeteksi kebakaran pada hutan. Ditetapkan pula rumusan masalah, batasan masalah, serta tujuan utama, yaitu merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem untuk pendeteksi kebakaran hutan. Selain itu, manfaat penelitian juga dibahas dari segi teoritis dan praktis untuk

menunjukkan kontribusi dalam bidang teknologi.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**, bab ini berisi berbagai referensi dan teori dasar penelitian, termasuk penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Konsep WSN dan logika fuzzy juga dipaparkan guna memperdalam pemahaman mengenai teknologi pada penelitian ini.

**BAB III METODE PENELITIAN**, menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari metode penelitian, perancangan alur penelitian, analisa kebutuhan sistem, perancangan sistem, pengembangan sistem serta skenario pengujian. Seluruh tahapan dilakukan secara sistematis yang diharapkan dapat sesuai dengan tujuan penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**, hasil perancangan dan pengujian sistem dilakukan pada bab ini, mulai dari pengujian jangkauan dan delay, keandalan sistem, keakuratan prediksi tingkat bahaya menggunakan logika fuzzy, dan pengujian aplikasi mobile.

**BAB V PENUTUP**, bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan fitur controlling dan pemilihan sensor yang lebih akurat.