

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Kebakaran hutan di Indonesia telah menjadi bencana tahunan yang mengancam kelestarian lingkungan dan kesejahteraan masyarakat. Dalam beberapa dekade terakhir, frekuensi dan intensitas kebakaran hutan semakin meningkat dengan dampak yang semakin meluas. Data terbaru menunjukkan bahwa kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2023 telah menyebabkan kerusakan lebih dari 1,6 juta hektar ekosistem [1].

Kebakaran hutan merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor alam dan aktivitas manusia. Musim kemarau yang panjang dan kondisi iklim ekstrem menciptakan kondisi yang sangat kering dan mudah terbakar. Disisi lain, praktik pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan, seperti pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan secara besar-besaran, serta penggunaan api dalam kegiatan pertanian, semakin memperparah situasi. Akibatnya, kebakaran hutan menimbulkan banyak dampak yang merugikan.

Dampak kebakaran hutan sangat beragam dan meluas. Selain kerusakan hutan dan hilangnya keanekaragaman hayati, kebakaran juga menyebabkan degradasi lahan, erosi tanah, dan sedimentasi sungai. Asap tebal yang dihasilkan dari kebakaran menyebabkan polusi udara yang parah, mengancam kesehatan masyarakat, dan mengganggu aktivitas sehari-hari. Selain itu, kebakaran hutan juga berkontribusi terhadap perubahan iklim global melalui emisi gas rumah kaca dalam jumlah besar.

Menyadari bahwa dampak buruk kebakaran hutan begitu besar, perlu dikembangkan sistem seperti *Early Warning System* (EWS) untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan dari kebakaran hutan. EWS adalah elemen yang sangat penting dalam upaya pengurangan risiko bencana. Dengan adanya peringatan dini bencana, maka masyarakat dapat melakukan respon yang sesuai untuk melakukan penyelamatan dan menghindari korban jiwa serta mengurangi dampak bencana tersebut. Melalui EWS ini pemerintah maupun masyarakat dapat dapat

mendeteksi kebakaran pada tahap awal sebelum menyebar dan mengakibatkan kerugian yang sangat besar.

1.2 Analisis Masalah

Kebakaran hutan adalah sebuah bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia, khususnya di Pulau Kalimantan [2]. Maka dari itu, kebakaran hutan merupakan sebuah ancaman yang serius bagi Indonesia. Kebakaran hutan dapat dipengaruhi oleh faktor alam dan faktor manusia. Contohnya, saat memasuki musim kemarau dan pembakaran hutan untuk digunakan untuk kepentingan pribadi. Terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi permasalahan tersebut:

1.2.1 Aspek Teknis

Sistem deteksi kebakaran konvensional rentan terhadap kerusakan akibat gangguan elektromagnetik sehingga terjadi keterlambatan dalam mendeteksi dan mengirim sinyal. Area hutan yang luas membuat sistem deteksi sulit untuk menjangkau seluruh wilayah. Hal tersebut menyebabkan penanganan kebakaran hutan seringkali datang terlambat. Selain itu, biaya pemeliharaan sistem yang cukup tinggi menyebabkan sistem deteksi tersebut tidak digunakan secara merata.

1.2.2 Aspek Lingkungan

Kebakaran hutan menyebabkan dampak buruk bagi ekosistem. Salah satunya yaitu habitat hewan dan tumbuhan terancam punah. Hutan akan melepaskan karbon dioksida dalam jumlah besar dan kehilangan kemampuan untuk menyerap karbon dioksida sehingga dapat memperburuk efek perubahan iklim [3]. Selain itu, kebakaran dapat mengubah sifat tanah, meningkatkan risiko erosi dan banjir di masa depan.

1.2.3 Aspek Kesehatan

Dampak kebakaran hutan terhadap kesehatan manusia merupakan hal yang cukup serius. Asap dari kebakaran hutan mengandung berbagai senyawa beracun yang dapat menyebabkan masalah pernapasan akut, memperburuk kondisi kronis seperti asma dan penyakit jantung, serta meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan. Paparan jangka panjang terhadap asap kebakaran hutan dapat meningkatkan risiko kanker paru-paru dan penyakit jantung [4]. Selain itu, kebakaran hutan juga dapat menyebabkan dampak psikologis pada penduduk

sekitar. Evakuasi mendadak dan stres dapat menyebabkan trauma psikologis yang signifikan.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Salah satu upaya yang banyak digunakan dalam mengurangi dampak dari kebakaran hutan adalah dengan EWS. *Early warning system* memanfaatkan banyak teknologi canggih dalam mendeteksi dan memantau tanda-tanda awal terjadinya kebakaran hutan. Salah satu teknologi yang digunakan adalah pemantauan jauh satelit, yaitu sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) yang terpasang pada satelit Terra dan Aqua. MODIS dapat memantau bumi secara menyeluruh dengan kemampuannya yang dapat mendeteksi titik panas (*hotspot*). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan A.Indradjad mengenai tingkat akurasi titik hotspot dari VIIRS dan MODIS didapatkan hasil bahwa sensor MODIS dari satelit TERRA dan AQUA hanya dapat mendeteksi 128 titik api dari total 282 titik kejadian kebakaran atau sekitar 45% dari bulan Januari hingga April 2018. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor Modis dari satelit TERRA dan AQUA masih memiliki kelemahan dalam mendeteksi kebakaran hutan.

Selain MODIS, terdapat sensor VIIRS yang berperan dalam Early Warning System kebakaran hutan. VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) terpasang pada satelit *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (Suomi-NPP). VIIRS memiliki cara kerja yang mirip dengan MODIS yaitu menggunakan algoritma untuk mendeteksi hotspot berdasarkan anomali suhu yang terdeteksi dari permukaan bumi. VIIRS memberikan resolusi yang tinggi yaitu 375 meter sehingga dapat digunakan untuk memetakan daerah terdampak. Meskipun demikian, pada penelitian yang sama, didapatkan sensor VIIRS dari satelit S-NPP dapat mendeteksi hanya sekitar 65 titik atau 23%. Hasil ini juga menunjukkan bahwa sensor VIIRS dari satelit S-NPP juga masih memiliki kelemahan dalam mendeteksi kebakaran [5].

A. T. Indra melakukan penelitian tentang penggunaan *Internet of Things* (IoT) dengan teknologi nirkabel yang menjadi salah satu teknologi untuk deteksi dini kebakaran hutan [6]. Sensor yang terpasang di lahan hutan dapat memantau parameter lingkungan seperti kelembapan dan suhu secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirim melalui jaringan nirkabel. Dengan cara ini,

respon terhadap kebakaran akan dapat dilakukan lebih cepat. Tetapi terdapat kekurangan pada sistem ini yaitu teknologi nirkabel rentan terhadap gangguan elektromagnetik dan berpotensi mempengaruhi keakuratan pengiriman. Selain itu, teknologi nirkabel juga memiliki kecepatan transmisi yang lebih rendah dibandingkan teknologi lain seperti fiber optik.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Dalam beberapa tahun terakhir, kebakaran hutan dan lahan (karhutla) telah menjadi masalah serius yang terus berulang di berbagai wilayah Indonesia, terutama di Kalimantan dan Sumatera. Kebakaran ini tidak hanya menimbulkan kerusakan lingkungan dan hilangnya flora serta fauna, tetapi juga berdampak langsung pada kesehatan masyarakat akibat asap pekat yang menyelimuti wilayah pemukiman. Selain itu, kebakaran hutan juga menyebabkan kerugian ekonomi yang besar dan terganggunya aktivitas sosial. Permasalahan ini seringkali diperburuk oleh keterlambatan dalam mendeteksi titik api, sehingga proses penanganan menjadi lambat dan tidak efisien.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem peringatan dini (*Early Warning System*) kebakaran hutan yang dapat mendeteksi potensi kebakaran secara cepat dan akurat melalui pemantauan suhu, kelembapan, dan gas secara real-time. Sistem ini akan diintegrasikan dengan jaringan komunikasi berbasis fiber optik dan aplikasi mobile, sehingga informasi kondisi lapangan dapat diakses dengan mudah oleh pengguna dan pihak terkait. Tujuan khusus dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan *Early Warning System* (EWS) berbasis sensor untuk mendeteksi parameter suhu, kelembapan, dan asap secara real-time.
2. Merancang web landing dan aplikasi mobile untuk menampilkan data lingkungan, lokasi sensor, dan memberikan peringatan dini kepada pengguna.
3. Mengimplementasikan prototipe sistem pada pengujian lapangan untuk menilai performa sensor pada berbagai jarak dan variasi kecepatan angin.
4. Memastikan integrasi antara perangkat keras sensor, server, dan aplikasi mobile berjalan dengan baik untuk mendukung deteksi dini kebakaran hutan.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Pengerjaan Tugas Akhir ini memiliki beberapa batasan ruang lingkup penelitian agar lebih terarah. Berikut adalah rincian batasan pada proyek ini:

1. Sistem diuji pada satu area simulasi terbatas dengan jarak sensor terhadap sumber asap antara 30–70 cm.
2. Sensor yang digunakan terdiri dari DHT22 untuk suhu & kelembapan dan MQ-2 untuk asap, serta diuji pada kecepatan angin normal, 1.0 m/s, 1.5 m/s, dan 2.0 m/s.
3. Aplikasi mobile hanya dikembangkan untuk platform Android.
4. Alat dan aplikasi yang dikembangkan masih dalam bentuk prototipe, yang bertujuan untuk mendemonstrasikan konsep dan fungsionalitas *Early Warning System* kebakaran hutan. Sistem ini belum dirancang untuk digunakan dalam implementasi komersial berskala besar.
5. Jaringan komunikasi menggunakan *fiber optikc* dalam bentuk patchcord untuk simulasi koneksi data.