BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia memiliki salah satu kawasan hutan tropis terbesar di dunia, dengan Sumatra sebagai salah satu wilayah yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi. Hutan di Sumatra tidak hanya menjadi habitat bagi spesies langka seperti harimau Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) dan orangutan Sumatra (*Pongo abelii*), tetapi juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem global melalui penyimpanan karbon dan regulasi siklus hidrologi (Margono et al. 2014). Namun, dalam dua dekade terakhir, laju deforestasi terus meningkat. Data dari (Global Forest Watch 2020) menunjukkan bahwa Indonesia kehilangan sekitar 30,8 juta hektar tutupan pohon antara tahun 2001 hingga 2023, dengan Sumatra sebagai salah satu daerah yang mengalami kehilangan hutan paling signifikan (Global Forest Watch 2020).

Salah satu ancaman utama terhadap hutan di Indonesia, khususnya di Sumatra, adalah kebakaran hutan dan lahan yang terjadi setiap tahun. Kebakaran ini tidak hanya berdampak pada ekosistem lokal, tetapi juga menimbulkan kabut asap yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, penurunan kualitas udara, serta kerugian ekonomi yang besar (Field et al. 2016). Pada tahun 2019, kebakaran hutan di Indonesia telah menghanguskan lebih dari 1,6 juta hektar lahan, menghasilkan emisi karbon yang setara dengan 708 juta ton CO_2, dan menyebabkan gangguan kesehatan bagi lebih dari 900.000 orang akibat penyakit pernapasan (World Resources Institute 2020). Selain itu, kebakaran ini berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca, di mana pada tahun 2015, emisi harian Indonesia akibat kebakaran hutan melampaui emisi harian Amerika Serikat selama 38 hari berturut-turut (Huijnen et al. 2016).

Permasalahan tersebut menunjukkan urgensi pengembangan sistem pemantauan dan prediksi kebakaran hutan yang lebih efisien, akurat, dan dapat

diakses secara luas. Namun, upaya tersebut masih menghadapi tantangan besar, terutama dalam hal deteksi dini dan mitigasi berbasis teknologi. Metode konvensional yang mengandalkan laporan lapangan sering kali tidak efisien karena luasnya wilayah yang harus diawasi serta sulitnya akses ke daerah rawan kebakaran (Huijnen et al. 2016). Oleh karena itu, pendekatan berbasis teknologi informasi menjadi semakin relevan. Melalui integrasi data spasial dari penginderaan jauh, data cuaca historis, dan algoritme *machine learning*, sistem yang mampu melakukan deteksi dan prediksi kebakaran secara otomatis dapat dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas respons.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) telah menjadi salah satu pilar utama dalam mendukung pembangunan sistem monitoring berbasis data. Data satelit dari sensor seperti MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) telah digunakan untuk memetakan area terbakar, mendeteksi perubahan tutupan lahan, serta mengidentifikasi titik panas (hotspot) yang mengindikasikan kebakaran hutan. Studi oleh (Olanrewaju et al. 2019) menunjukkan bahwa metode *remote sensing* mampu mengidentifikasi wilayah yang rentan kebakaran dengan akurasi tinggi.

Selain itu, penerapan algoritme *deep learning*, khususnya *Long Short-Term Memory*, menawarkan pendekatan yang lebih adaptif dalam mengidentifikasi pola kebakaran dan memprediksi tren berdasarkan data historis. Penelitian oleh (Wattimena and Tilukay 2023) menunjukkan bahwa LSTM-RNN mampu memprediksi frekuensi titik panas berdasarkan faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan, dengan kinerja yang lebih unggul dibandingkan metode konvensional. Penelitian lain oleh (Gustama n.d.) juga membuktikan bahwa LSTM dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan secara akurat, yang merupakan salah satu faktor utama dalam dinamika kebakaran hutan. Sementara itu, studi oleh (Cahyani, Mujahidin, and Fiqar 2023) memperlihatkan bahwa LSTM efektif dalam menganalisis pola data historis untuk memprediksi tren suatu variabel yang di

mana pendekatan yang prinsipnya sangat relevan jika diterapkan dalam pemodelan kebakaran hutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan data penginderaan jauh serta algoritme LSTM dalam pengembangan sistem prediksi kebakaran hutan berbasis data di wilayah Sumatra. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat dihasilkan solusi teknologi informasi yang tidak hanya meningkatkan akurasi dalam mendeteksi dan memprediksi kejadian kebakaran, tetapi juga mempercepat proses mitigasi dan pengambilan keputusan. Dengan demikian, penelitian ini mendemonstrasikan kontribusi langsung teknologi informasi dalam menjawab tantangan lingkungan dan menjadi bagian dari transformasi digital di bidang kebencanaan dan pengelolaan sumber daya alam.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini membahas pemanfaatan data *remote sensing* dan algoritme LSTM dalam memberikan prediksi serta peringatan awal kebakaran hutan dan lahan secara akurat di Pulau Sumatra.
2. Penelitian ini mengkaji sejauh mana data *remote sensing* dan algoritme LSTM dapat memberikan kontribusi terhadap upaya pencegahan kebakaran hutan dan lahan di Pulau Sumatra.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengkaji pemanfaatan data *remote sensing* dan algoritme LSTM dalam memitigasi risiko kebakaran hutan di wilayah Sumatra, Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Tujuan penetapan batasan masalah adalah agar penelitian yang dilakukan tidak meluas dari tujuan yang ditetapkan. Batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan difokuskan pada area vegetasi tinggi dan perhutanan Pulau Sumatra, Indonesia yang rentan terhadap kebakaran hutan.
2. Penelitian ini juga memanfaatkan data dari MODIS NASA dan data suhu lingkungan dari WeatherAPI.com sebagai variabel tambahan dalam analisis. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih holistis dalam mendeteksi dan memprediksi perubahan lingkungan, khususnya terkait kebakaran hutan dan degradasi ekosistem.

3. Penelitian ini berfokus pada data satelit *remote sensing*, variabel lingkungan seperti suhu, kecepatan angin dan kelembapan juga dimasukkan dalam analisis untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi dan memprediksi kebakaran hutan.
4. Data yang digunakan untuk prediksi terbatas pada jangka waktu 13 tahun terakhir (2010-2023) untuk memastikan relevansi dengan kondisi terkini. Penggunaan data ini bertujuan memberikan hasil yang akurat dalam analisis tanpa melibatkan periode waktu yang terlalu lama atau proyeksi jangka panjang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk Akademis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pemanfaatan data *remote sensing* khususnya dalam aplikasi data satelit untuk pengelolaan lingkungan dan mitigasi kebakaran. Penelitian ini juga memperkaya literatur mengenai penggunaan algoritme LSTM dalam analisis data, terutama dalam deteksi dini serta prediksi kebakaran hutan berbasis data satelit dan lingkungan.
2. Untuk Lingkungan, hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam deteksi dini dan pencegahan kebakaran hutan, sehingga risiko kerusakan ekosistem dapat diminimalisir. Dengan pemanfaatan data suhu, kelembaban dan kecepatan angin, penelitian ini juga berkontribusi dalam upaya konservasi dengan memberikan wawasan lebih dalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan. Selain itu, penelitian ini dapat membantu dalam menjaga keanekaragaman hayati dan mengurangi emisi karbon yang dihasilkan dari kebakaran lahan.
3. Untuk Peneliti, penelitian ini memberikan manfaat dalam pengembangan keterampilan analisis data spasial dan pemodelan

machine learning, khususnya dalam konteks deteksi dan prediksi kebakaran hutan. Dengan memanfaatkan data satelit dan algoritme LSTM, peneliti dapat memahami lebih dalam bagaimana faktor lingkungan mempengaruhi kebakaran hutan. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pemantauan kebakaran hutan berbasis teknologi.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan untuk skripsi ini:

Bab I – Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan juga sistematika penulisan.

Bab II – Landasan Teori

Bab ini berisikan teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk teori terkait remote sensing, algoritme LSTM yang digunakan dalam penelitian.

Bab III – Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan pendekatan penelitian, proses pengumpulan data, *preprocessing*, serta perancangan model berbasis LSTM yang digunakan untuk prediksi kebakaran.

Bab IV – Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil dari analisis dan evaluasi model, termasuk validasi model terhadap data baru, serta membahas implikasi dari hasil penelitian.

Bab V – Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.