

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Hutan, sebagai dasar ekosistem kompleks yang melibatkan interaksi antara flora, fauna, dan lingkungan, memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan alam. Hutan berfungsi sebagai penyedia oksigen dan penyimpan terbesar merkuri atmosfer [1]. Integritas kawasan hutan memiliki peran yang sangat krusial sebagai ekosistem utama bumi untuk keberlangsungan hidup [2]. Namun, seiring dengan perubahan masa dari waktu ke waktu, dampak terhadap ekosistem dalam pemanfaatan sumber daya alamnya juga berubah, termasuk fungsi hutan [3]. Kalimantan, sebagai pulau terbesar di Indonesia, memiliki sumber daya hutan yang sangat berharga. Dalam beberapa dekade terakhir, wilayah hutan di Kalimantan telah mengalami perubahan yang signifikan. Titik deforestasi di Kalimantan terpusat pada wilayah perbatasan dengan tekanan populasi tinggi dan di luar wilayah konservasi [4]. Proses ini terjadi karena transformasi lahan yang melibatkan kegiatan pembangunan infrastruktur, sumber pendapatan alternatif, dan tekanan populasi untuk populasi penduduk [3].

Menurut data Global Forest Watch, terjadi penurunan drastis dalam persentase tingkat kawasan tutupan hutan di Kalimantan, yang mencapai 73.7% pada tahun 2000 menjadi 49.5% pada tahun 2020 [5]. Dalam skala global, transformasi hutan ini lebih terpuruk dibandingkan transformasi hutan di skala regional, karena 62% hilangnya lahan hutan pada tahun 2005-2013 disebabkan oleh perluasan lahan komersial, padang rumput, dan penanaman pohon, dengan permintaan internasional menyebabkan 26% deforestasi [6]. Faktor pengalihan lahan tersebut berasal dari kegiatan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup (kebutuhan pokok, tempat tinggal, pemerataan populasi). Transformasi hutan dapat diidentifikasi dan dipantau secara akurat menggunakan citra satelit, yang memungkinkan analisis perubahan tutupan lahan dan aktivitas manusia yang menyebabkan deforestasi. Penggunaan citra satelit sangat penting dalam menyediakan data yang diperlukan untuk

mengembangkan strategi mitigasi dan kebijakan yang lebih baik untuk melindungi hutan [7].

Penelitian yang mengandalkan citra satelit menggunakan citra optik dan citra SAR (*Synthetic Aperture Radar*). Citra optik menggunakan cahaya tampak yang dipantulkan dari permukaan bumi, sementara citra SAR menggunakan gelombang mikro yang dapat menembus awan dan kabut [8]. Di Indonesia, lebih dari 90% data penginderaan jauh masih mengandalkan satelit optik seperti Landsat, SPOT, Terra, Aqua MODIS, dan Himawari, yang mendukung sektor pertanian, kehutanan, pertambangan, dan lainnya. VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) adalah sensor pada satelit Suomi NPP dan NOAA-20, termasuk citra optik karena menggunakan cahaya tampak dan inframerah, dengan 22 kanal dari 412 nm hingga 12  $\mu\text{m}$ , memungkinkan analisis mendetail dari fenomena atmosferik dan permukaan bumi [9] [10]. Penggunaan citra ini penting untuk mengidentifikasi dan memantau perubahan hutan serta aktivitas manusia yang menyebabkan deforestasi.

Deforestasi di Kalimantan menjadi masalah serius akibat kebijakan pengelolaan hutan yang kurang bijak. Pemerintah memerlukan data tren akurat untuk mengevaluasi kebijakan ini. Sekitar 29-39% emisi deforestasi di wilayah tropis disebabkan oleh perdagangan internasional di sektor pertanian dan kehutanan, menekankan perlunya kebijakan yang dapat memenuhi permintaan internasional sambil mengurangi emisi [11]. Penelitian mengenai fenomena ini penting untuk pengelolaan dan pelestarian ekosistem hutan serta identifikasi strategi mitigasi yang efektif. Pengelolaan hutan oleh masyarakat dianggap sebagai solusi yang dapat mengurangi deforestasi sekaligus meningkatkan kesejahteraan penduduk pedesaan di negara berkembang, khususnya Indonesia [12]. Namun, hal ini juga dapat meningkatkan aktivitas dan kepadatan di ekosistem hutan, yang diperparah oleh paparan cahaya buatan pada malam hari yang mengganggu stabilitas ekosistem, terlihat dari citra satelit yang menunjukkan aktivitas manusia di Kalimantan [13].

Penelitian ini turut menggunakan acuan dua sampel data penelitian dari variasi hutan dan *dataset* distribusi penggunaan cahaya pada malam hari. Penelitian

pertama terkait penggunaan data serupa telah dilakukan oleh dalam jurnal "Ecology and Evolution" serta penelitian kedua dalam publikasi Universitas Islam Raden Rahmat Malang [4] [14]. Penelitian pertama meneliti variasi spasial-temporal *hotspot* deforestasi di Sumatra dan Kalimantan dari 2001 hingga 2018, mengidentifikasi bahwa sebagian besar *hotspot* terdeteksi di luar area perlindungan dan terkonsentrasi di batas-batas area tersebut. Di Kalimantan, ditemukan kategori *hotspot* dengan dominasi di pesisir timur dan selatan. Penelitian kedua, publikasi dari Universitas Islam Raden Rahmat Malang menganalisis data *Night-Time Light* untuk mendeteksi intensitas aktivitas manusia selama PPKM di Jakarta, menunjukkan penurunan intensitas cahaya malam hingga 16% di berbagai sektor selama PPKM. Namun, penurunan ini tidak berkorelasi kuat dengan data mobilitas yang menunjukkan penurunan aktivitas hingga 60%. Analisis deforestasi berbasis spasial-temporal *hotspot* dan penggunaan data *Night-Time Light* dapat membantu mengkorelasikan perubahan hutan dengan intensitas cahaya untuk menunjukkan wilayah Kalimantan yang mengalami perubahan hutan.

Kebaruan dalam penelitian perubahan hutan di Kalimantan telah dihasilkan dengan menghubungkan korelasi antar data *Global Forest Change* dengan perubahan tutupan hutan dan *Night-Time Light* terkait penggunaan intensitas cahaya tanda aktivitas manusia [4] [15] [16]. Hal tersebut menjadi acuan utama dari penelitian ini dengan menghubungkan model dengan perbandingan *optimizer*, seperti perbandingan *optimizer* pada penelitian terdahulu dengan untuk klasifikasi sinyal gempa, penelitian untuk memprediksi indeks harga konsumen, dan penelitian untuk prediksi tinggi gelombang laut [17] [18] [19]. Pada penelitian terdahulu, *framework* dan algoritma *forecast* telah digunakan untuk memprediksi topiknya masing-masing secara *time-series* [15] [16] [20]. Data dari penelitian ini akan diekstrak secara per bulan dari tahun 2013-2023 untuk data NTL dan tahun dari 2001-2023 untuk data GFC menggunakan basis data *time-series* [7]. Penentuan algoritma yang digunakan di penelitian ini juga dirumuskan berdasarkan dari penelitian terdahulu, khususnya pada penelitian yang menyatakan bahwa algoritma LSTM memiliki pendekatan *machine learning* yang kuat dalam mempelajari fitur data untuk memprediksi analisis sentimen mengenai kebijakan PPKM selama

pandemi Covid-19 di Indonesia memperoleh akurasi yang sangat baik mencapai 92.59% [21]. Opsi alternatif yang mampu melakukannya secara efektif serta terdapatnya kesamaan karakteristik data *time-series* membuat *Long Short-Term Memory* adalah algoritma yang cocok digunakan untuk membuat model dan memprediksi *time-series* penelitian ini. Hal ini telah didukung dari penelitian yang memprediksi harga saham mempergunakan algoritma *neural network*, termasuk LSTM dan melakukan pemodelan sampai evaluasi serta melakukan *tuning* parameter untuk mencapai nilai akurasi model yang paling optimal menggunakan RMSE dan contoh *tuning* lainnya [18] [19] [20].

Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mencari korelasi hubungan model antara data *Global Forest Change* (GFC) dan *Night-Time Light* (NTL) untuk mengidentifikasi tingkat transformasi tutupan hutan Kalimantan secara prediktif dengan menerapkan metode CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*). Data yang bertajuk *Night-Time Light*, dengan dataset “*VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1*” dan *Global Forest Change*, dengan dataset “*Hansen Global Forest Change v1.11*” memiliki fokus ke wilayah administratif Indonesia di Pulau Kalimantan, yakni kota dan kabupaten dalam provinsi di Kalimantan. Alur penelitian menerapkan teknik CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*), berbentuk *time-series* dengan periode dari tahun 2001 hingga tahun 2023 (GFC) dan tahun 2013 hingga 2023. Analisis penelitian menggunakan algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN), dengan fokus *Long Short-Term Memory* (LSTM). Data historis berbasis *time-series* untuk penggunaan statistik *deep learning* yang dapat mengemukakan data pengetahuan dalam meningkatkan akurasi prediksi dan mencerminkan kondisi hutan secara dinamis [22]. Penelitian menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *tools* Jupyter Notebook. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan identifikasi, yakni pemetaan area hutan yang mengalami degradasi yang terjadi di Kalimantan untuk data *Global Forest Change*. Data *Night-Time Light* digunakan untuk mengindikasikan adanya populasi penduduk berdasarkan aktivitas pusat keramaian masyarakat dengan penggunaan lampu di malam hari melalui citra satelit. Untuk menemukan nilai prediksi dengan hasil terbaik, pemodelan data yang

menggunakan LSTM akan dilakukan perbandingan *optimizer* sebagai langkah *tuning*. Setelah melatih model, evaluasi dilakukan menggunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai acuan evaluasi dari nilai prediksi. Hasil akhir dari penelitian dan komparasi model data tersebut akan dirancang dalam bentuk peta visualisasi dari distribusi pengurangan lahan hutan dan cahaya. Hasil akhir dari penelitian ini memiliki ekspektasi dengan adanya bukti nyata aktivitas/kepadatan penduduk serta pengalihan sebuah lahan, akan memiliki hubungan terhadap pengaruh perubahan tutupan hutan di Pulau Kalimantan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan permasalahan yang ditemukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil penerapan *data mining* CRISP-DM berupa pemodelan menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam menganalisis perbandingan prediksi menganalisis perbandingan prediksi serta hubungan hasil data *time-series* NTL dan GFC mengenai transformasi hutan di Kalimantan?
2. Bagaimana hasil *output* dan evaluasi RMSE dengan perbandingan 5 *optimizer* berbeda terhadap model-model hasil tingkat prediksi transformasi hutan dan intensitas cahaya di daerah Kalimantan?
3. Bagaimana hasil perbandingan visualisasi dan hubungan prediksi antara data *Global Forest Change* dan *Night-Time Light* pada penerapan analisis mengenai transformasi hutan di Kalimantan?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah berperan agar penelitian memiliki fokus pada permasalahan dan topik yang dibahas tidak mengarah ke luar permasalahan inti, maka perlu adanya pembatasan masalah. Pembatasan penelitian ini adalah:

1. Studi kasus pada analisis transformasi hutan berfokus utama pada pengaruh intensitas cahaya dan transformasi hutan di wilayah

administratif Indonesia di Pulau Kalimantan, yakni provinsi Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Kalimantan Selatan, dan Kalimantan Barat.

2. Penelitian prediksi dilakukan pada model bertipe data *time-series* dengan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan diukur evaluasinya dengan *Root Mean Square Error* (RMSE).
3. Sumber data berasal dari pendekatan yang memanfaatkan data *Night-Time Light* (dengan *dataset VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1*) dari tahun 2013 hingga tahun 2023 secara per bulan dan *Global Forest Change* (dengan *dataset Hansen Global Forest Change v1.11*) dari tahun 2001 hingga tahun 2023 secara tahunan.
4. Optimasi model dilakukan dengan perbandingan *optimizer*, antara lain Adam, RMSprop, SGD, Adamax, dan Adadelata.
5. Hasil visualisasi akan dicantumkan pada tahap *deployment* dengan membuat tampilan peta visual mengenai persebaran data kehilangan hutan dan intensitas cahaya di Kalimantan melalui Tableau.
6. Hasil prediksi kehilangan hutan Kalimantan tahun 2024 dari model LSTM hanya menggambarkan data dengan klasifikasi di tingkat provinsi, bukan di tingkat kabupaten atau kota seperti visualisasi di tahun-tahun sebelumnya.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil model perbandingan prediksi menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dengan data *Global Forest Change* dan *Night-Time Light* pada transformasi hutan di Kalimantan berbasis *time-series analysis*.

2. Mengukur tingkat evaluasi dan *optimizer* dengan hasil RMSE terbaik dari *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk penerapan analisis prediksi.
3. Mengetahui dan menampilkan hasil visualisasi berupa peta visual dari data tahunan dari persebaran intensitas cahaya dan transformasi kehilangan hutan di daerah provinsi-provinsi Kalimantan melalui Tableau.

#### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat kepada beberapa pihak yang terlibat sebagai berikut:

1. Dapat membantu pemerintah pusat/daerah dalam menyediakan informasi untuk membuat keputusan, merancang, dan merumuskan kebijakan yang lebih efektif lagi mengenai pemanfaatan dan pengalihan lahan hutan di daerah Kalimantan.
2. Membuat analisis dan informasi yang menampilkan data-data mengenai tingkat transformasi hutan dan persebaran intensitas cahaya di Kalimantan beserta prediksinya di masa depan yang dapat diakses secara publik.
3. Memberikan wawasan baru dari hasil penerapan model prediksi menggunakan data *Global Forest Change* dan *Night-Time Light* beralgoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dengan perbandingan *optimizer* Adam, RMSprop, SGD, Adamax, dan Adadelata.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan penelitian berguna dalam memberikan gambaran kerangka laporan secara garis besar yang tersusun atas beberapa bab, antara lain sebagai berikut:

#### BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang dan permasalahan apa yang ingin diangkat dalam penelitian dari suatu topik, yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan kerangka pikir berbentuk sistematika penulisan.

## **BAB 2: LANDASAN TEORI**

Bab ini membahas tentang landasan teori dari penelitian dan metode yang digunakan, serta penelitian serupa terdahulu sebagai acuan untuk menggunakan teori-teori relevan yang berhubungan dengan penelitian.

## **BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai metode dan metodologi penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data dan melakukan langkah-langkah penelitian yang sesuai untuk mencapai tujuan hasil penelitian.

## **BAB 4: ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN**

Bab ini membahas implementasi dan hasil eksekusi mengenai gambaran umum, analisis data, dan pembahasan yang diberikan dengan menggunakan metode yang dijabarkan pada metodologi penelitian. Hasil pembahasan menjadi rumusan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk kebutuhan informasi maupun penelitian selanjutnya.

## **BAB 5: SIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini mengurai kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan evaluasi yang telah dilakukan, beserta saran dan pengembangan informasi apa yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.