

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang permasalahan yang menjadi dasar penelitian atau kajian ini dilakukan. Selain itu, bab ini juga menguraikan tujuan, ruang lingkup, dan manfaat dari penelitian tersebut. Dengan memahami konteks dan urgensi masalah yang ada, diharapkan pembaca dapat memperoleh gambaran menyeluruh mengenai arah dan fokus penelitian. Bab ini menjadi landasan penting sebelum masuk ke pembahasan yang lebih detail di bab-bab berikutnya.

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia menghadapi berbagai tantangan dalam mencapai target pembangunan berkelanjutan. Salah satu tantangan utamanya adalah ketimpangan antara upaya perlindungan lingkungan dan pertumbuhan ekonomi[1]. Dalam proses mendorong pertumbuhan ekonomi, aspek lingkungan seringkali terabaikan atau dikorbankan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang seimbang untuk mengintegrasikan pembangunan ekonomi berkelanjutan dengan perlindungan dan pemulihan lingkungan. Pada tahun 2022, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/BAPPENAS memperkenalkan *Green Economy Index* (GEI) Indonesia sebagai alat evaluasi untuk mengukur kinerja dan kemajuan suatu negara atau wilayah dalam mewujudkan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan[2].

Dalam dekade terakhir, Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi signifikan dengan peningkatan PDB dan penurunan kemiskinan. Namun, peningkatan produksi berdampak pada lingkungan, seperti sektor pertanian yang menyumbang 70% konsumsi air tawar global dan 14% emisi gas rumah kaca dunia[3]. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi yang pesat berisiko memicu peningkatan konsumsi sumber daya alam dan polusi, yang pada gilirannya dapat merusak keseimbangan lingkungan.

Dalam rangka mengatasi tantangan tersebut, konsep *green economy* (ekonomi hijau) diperkenalkan sebagai paradigma pembangunan yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, dengan mengedepankan efisiensi penggunaan sumber daya alam dan pengurangan polusi[4]. Ekonomi hijau dapat

diartikan sebagai konsep pembangunan dalam upaya meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan memastikan aspek alam dapat menghasilkan sumber daya, namun tetap menjaga lingkungan[5]. Ekonomi hijau bertujuan untuk menciptakan pertumbuhan yang ramah lingkungan dengan mengurangi emisi karbon, menghemat sumber daya alam, dan memperkuat inklusivitas sosial[3]. Konsep ini menekankan pentingnya kesejahteraan ekonomi, keadilan sosial, dan keberlanjutan lingkungan, sambil meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh aktivitas sosial dan ekonomi terhadap alam.

Sebagai upaya global untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan, Indonesia telah mengintegrasikan prinsip pembangunan rendah karbon dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, yang berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-13, yaitu *Net Zero Emission*[6]. Provinsi Jawa Timur, sebagai salah satu provinsi terbesar di Indonesia, telah lama menerapkan prinsip-prinsip pelaksanaan ekonomi hijau, yang tercermin dalam berbagai kebijakan daerah, seperti Rencana Aksi Daerah (RAD) 2018-2019. Pada tahun 2018, Kota Surabaya terpilih sebagai kota paling ramah lingkungan di Indonesia melalui penghargaan adipura kencana 2018. Hal ini menjadi salah satu bukti komitmen pemerintah daerah terhadap pembangunan perkotaan yang berwawasan lingkungan. Selain itu, Provinsi Jawa Timur menempati posisi kedua sebagai kontributor perekonomian nasional tertinggi setelah DKI Jakarta[7].

Meskipun Indonesia telah mengembangkan metodologi Indeks Ekonomi Hijau (GEI) untuk mengevaluasi keberhasilan penerapan ekonomi hijau, data yang tersedia saat ini masih terbatas pada tingkat nasional dan tidak mencakup pengukuran yang lebih spesifik di tingkat regional[8]. Hal ini menjadi kendala bagi pemerintah daerah dalam melakukan evaluasi yang lebih mendalam terhadap keberhasilan pembangunan ekonomi hijau di wilayah masing-masing. Dalam konteks ini, diperlukan suatu sistem yang lebih terperinci dan akurat untuk memetakan Indeks Ekonomi Hijau di tingkat provinsi, seperti Jawa Timur.

Penelitian sebelumnya[9] telah mengukur indeks ekonomi hijau di Republik Buryatia (Rusia) dengan menggunakan indeks komposit berbasis indikator OECD. Indeks ini mempertimbangkan faktor lingkungan, sosial-ekonomi, dan kelembagaan, dengan lima dimensi utama: efisiensi lingkungan, kualitas hidup, aset alam, efisiensi sumber daya, dan faktor kelembagaan. Data dinormalisasi dan diberi bobot untuk

menghitung sub-indeks, kemudian digunakan menganalisis tren dan prospek transisi menuju ekonomi hijau. Model jaringan saraf diterapkan untuk memperkirakan perkembangan di masa depan. Penelitian[2] mengukur indeks ekonomi hijau di Jawa Timur menggunakan 12 indikator, namun hanya 4 yang sesuai rekomendasi Bappenas, sehingga kurang komprehensif. Penelitian ini mengusulkan pendekatan alternatif dengan data indikator lebih rinci dan menggunakan metode *machine learning Stacking Ensemble* (XGBoost, LightGBM, CatBoost) untuk mengoptimalkan perhitungan Indeks Ekonomi Hijau secara regional yang relevan dalam perhitungan Indeks Ekonomi Hijau secara regional.

Seiring dengan perkembangan teknologi *machine learning*, metode *Stacking ensemble* menawarkan pendekatan yang inovatif untuk meningkatkan akurasi prediksi. Teknik ini menggabungkan beberapa model prediksi untuk menghasilkan hasil yang lebih kuat dan stabil dibandingkan dengan menggunakan satu model saja. Model-model seperti XGBoost, LightGBM, dan CatBoost telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi prediksi berkat kemampuan mereka dalam menangani data yang besar dan kompleks[10][11][12]. Pada penelitian sebelumnya[13] model *Stacking-XGBoost* dikombinasikan dengan LightGBM dan CatBoost untuk meningkatkan akurasi prediksi kecepatan angin jangka pendek di area pesisir berhasil meningkatkan akurasi prediksi hingga 77%, dibandingkan 53% dari model prediksi cuaca numerik (ECMWF). Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan teknik *ensemble* seperti *stacking* dapat secara signifikan meningkatkan akurasi prediksi dalam konteks cuaca dengan data kompleks. Dalam studi[14], model *Stacking-Gradient Boosting* yang menggabungkan XGBoost, LightGBM, dan CatBoost dengan *tuning* menggunakan *Bayesian Optimization* berhasil memprediksi *Harmful Algal Blooms* (HABs) dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,92, mengungguli metode individu dan mengurangi risiko *overfitting* pada data *time-series*.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi Indeks Ekonomi Hijau di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan teknik *stacking ensemble* (XGBoost, LightGBM dan CatBoost). Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh prediksi yang lebih akurat dan komprehensif, serta dapat digunakan sebagai alat ukur yang lebih efisien untuk mendukung kebijakan pembangunan berkelanjutan di tingkat Provinsi Jawa Timur.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana penerapan algoritma *stacking ensemble* dalam memprediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur berdasarkan indikator ekonomi, sosial dan lingkungan?
2. Apa pengaruh penerapan *stacking ensemble* terhadap akurasi prediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur dibandingkan dengan penggunaan model tunggal seperti *XGBoost*, *LightGBM*, dan *CatBoost*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penerapan algoritma *stacking ensemble* dalam memprediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur berdasarkan indikator ekonomi, sosial dan lingkungan.
2. Membandingkan pengaruh penerapan *stacking ensemble* terhadap akurasi prediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur dengan model tunggal seperti *XGBoost*, *LightGBM*, dan *CatBoost*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam pengembangan model prediksi indeks ekonomi hijau di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan *stacking ensemble*. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan panduan bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan pembangunan berkelanjutan yang lebih tepat sasaran, serta memberikan wawasan bagi peneliti dan akademisi dalam pengembangan model *machine learning* pada analisis ekonomi, sosial dan lingkungan.

## 1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

### 1. Wilayah Penelitian

Penelitian ini hanya dilakukan di wilayah Provinsi Jawa Timur dan tidak mencakup provinsi atau wilayah lain di Indonesia. Analisis yang dilakukan

terbatas pada data kabupaten/kota yang berada di dalam wilayah administrasi Provinsi Jawa Timur.

## **2. Indikator yang Digunakan**

Indikator yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator yang relevan dengan kondisi Indonesia dan datanya tersedia hingga tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Indikator tersebut mengacu pada indikator yang digunakan oleh Bappenas[6] dengan beberapa modifikasi, seperti penambahan atau pengurangan variabel karena keterbatasan ketersediaan data pada level regional.

## **3. Jumlah dan Dimensi Indikator**

Penelitian ini menggunakan 13 indikator yang terbagi dalam 3 dimensi, yaitu:

### **a. Dimensi Sosial:**

Terdiri dari 5 indikator (Rata-rata lama sekolah, angka harapan hidup, tingkat kemiskinan, tingkat pengangguran terbuka, dan gini rasio).

### **b. Dimensi Ekonomi:**

Terdiri dari 5 indikator (PDRB perkapita, produktivitas padi, produktivitas pekerja di bidang industri, konsumsi listrik perkapita dan produktivitas pekerja di bidang jasa).

### **c. Dimensi Lingkungan:**

Terdiri dari 3 indikator (Luas lahan dengan pohon, sampah yang dikelola, dan indeks emisi).

## **4. Periode Data**

Penelitian ini menggunakan data yang tersedia dalam periode (2018-2023).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*