

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perubahan iklim atau *climate change* saat ini telah menjadi salah satu isu global paling serius yang sedang di hadapi oleh semua negara di dunia. Perubahan iklim tersebut merujuk pada perubahan suhu dan pola cuaca tertentu disuatu wilayah pada rentang waktu yang panjang (Forum PBB Indonesia). Banyak pakar menyatakan bahwa terjadinya perubahan iklim tersebut merupakan salah satu dampak yang disebabkan oleh fenomena pemanasan global. Pemanasan global merupakan suatu kondisi yang menyebabkan suhu rata-rata permukaan bumi mengalami peningkatan drastis akibat emisi gas rumah kaca (GRK).

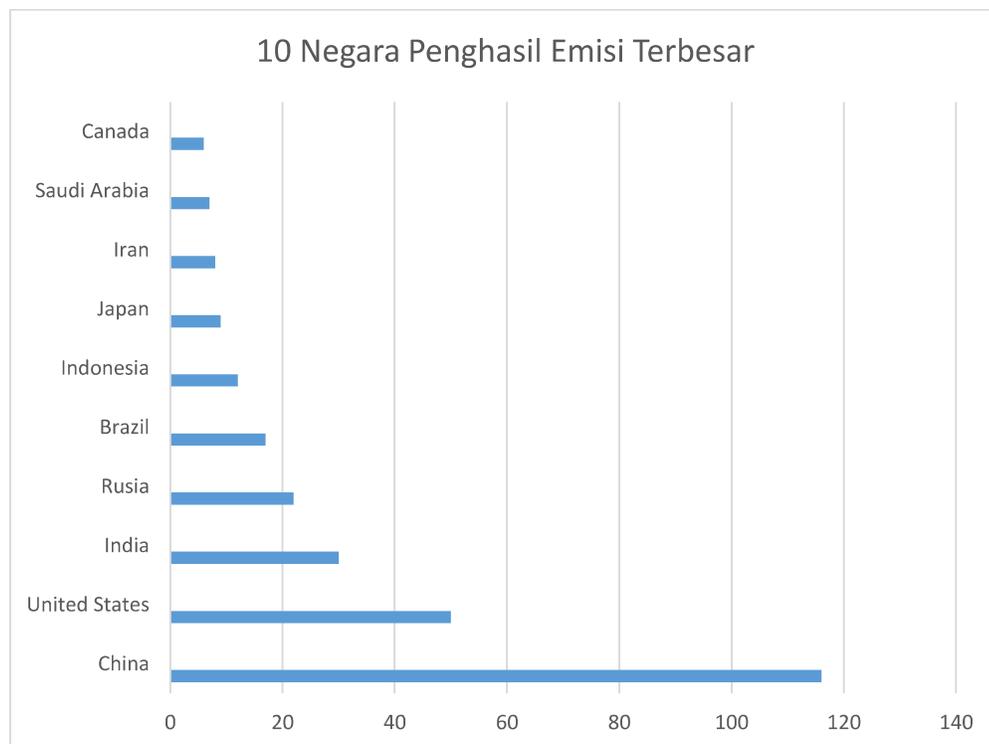
Gas rumah kaca adalah sejenis gas yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Terdapat lebih dari 20 jenis senyawa emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), metana (CH<sub>4</sub>), Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), CFC, dan yang lainnya. Menurut US EPA (*United States Environmental Protection Agency*, 2022) senyawa yang memiliki kontribusi paling besar dalam menyumbangkan naiknya emisi gas rumah kaca adalah CO<sub>2</sub>, yaitu sekitar 75% dari total emisi gas rumah kaca global.

Sumber gas CO<sub>2</sub> bukan hanya dihasilkan dari faktor alam saja seperti letusan gunung berapi, tetapi juga berasal dari berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia (Pranada, 2014). Dikutip dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sejak pertengahan abad ke-20, 90% aktivitas manusia lah yang menjadi faktor utama terjadinya peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, peningkatan ini dihasilkan dari kegiatan pembakaran fosil dan penggunaan lahan, hingga memicu naiknya suhu rata-rata global.

IPCC menyebutkan bahwa suhu permukaan global meningkat sebesar 0,74 (0,56 - 0,92) derajat Celsius antara tahun 1906 dan 2005 (IPCC, 2014). Hasil kajian

IPCC juga menunjukkan bahwa suhu permukaan global meningkat sebesar 1,09 (0,95- 1,20) derajat Celsius pada periode 2011 - 2020. Peningkatan suhu ini disebabkan oleh pemanasan global yang terjadi sejak 2003 - 2012, yang mengalami kenaikan sebesar 0,19 ( 0,16 - 0,22) derajat Celsius( IPCC, 2021).

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebenarnya memiliki peran penting di dalam siklus karbon. Yang mana CO<sub>2</sub> ini juga berperan untuk menjaga suhu bumi tetap stabil dengan cara menyerap energi panas dari matahari yang dipantulkan kembali oleh permukaan bumi (Aurellia, 2023). Namun, konsentrasi CO<sub>2</sub> yang berlebihan di atmosfer, dapat menyebabkan efek rumah kaca yang semakin kuat, sehingga dapat menimbulkan banyak dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Merujuk pada *National Geographic* dan situs resmi PBB, Beberapa dampak dari emisi CO<sub>2</sub> meliputi : meningkatnya suhu global, mencairnya es di kutub, naiknya permukaan air laut, kerusakan lingkungan, kehilangan keanekaragaman hayati, dan masih banyak lainnya.



Gambar 1.1 10 Negara Penghasil Emisi Karbon Terbesar Dunia

Sumber : Pengolahan visualialisasi dataset

Berdasarkan data yang disajikan pada situs ourwordindata, pada tahun 2023 jumlah emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) global dari bahan bakar fosil dan penggunaan lahan mencapai 1.288 miliar ton CO<sub>2</sub>. *Global Carbon Project* juga menyebutkan pada tahun 2022 Indonesia masuk kedalam 10 besar negara penghasil emisi karbon terbesar secara global. Jumlah karbon yang dihasilkan Indonesia meningkat sebesar 18.3% pada tahun 2022, peningkatan tertinggi dibandingkan dengan negara lainnya. Kenaikan emisi ini disumbang dari penggunaan energi fosil (khususnya batu bara), alih fungsi lahan, dan deforestasi Indonesia yang tinggi. Temuan ini disampaikan saat siaran pers oleh *Global Carbon Budget*, yang disusun oleh lebih dari 120 ilmuwan internasional dan telah ditinjau oleh rekan sejawat (*peer-reviewed*). Total emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia diperkirakan akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini menunjukkan bahwa emisi CO<sub>2</sub> mengalami pertumbuhan yang fluktuatif dan cenderung naik, yang mengindikasikan bahwa degradasi lingkungan semakin memburuk setiap tahunnya (Martono dan Komala, 2018). Hal tersebut tentunya memunculkan kekhawatiran, dan pemerintah memerlukan solusi yang dapat membantu mereka memprediksi peningkatan emisi CO<sub>2</sub> kedepannya agar bisa mengantisipasi dampak yang akan terjadi.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yulisa, dkk(2023) dalam Peramalan Nilai Ekspor Migas di Indonesia, menunjukkan bahwa metode LSTM menghasilkan akurasi tertinggi dalam prediksi nilai ekspor migas menggunakan model terbaik LSTM dengan optimasi Nadam pada percobaan menggunakan nilai parameter  $\alpha$  0.001, jumlah neuron 20, epoch 100, dan nilai MAPE 12.8% dengan akurasi 87.2%.

Penelitian selanjutnya adalah Prediksi Rata-Rata Zat Berbahaya Di DKI Jakarta yang telah dilakukan oleh Oktaviani, dkk(2021), menunjukkan bahwa Metode LSTM, menghasilkan nilai evaluasi MAPE 12.28%. Berdasarkan hasil evaluasi MAPE yang diperoleh, model LSTM yang digunakan untuk prediksi rata-rata ISPU di DKI Jakarta masuk kedalam kategori akurat.

*Long Short Term Memory* (LSTM) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang termasuk dalam kategori *Recurrent Neural Networks* (RNN). LSTM dirancang untuk mengatasi masalah *long-term dependencies*, di mana RNN konvensional

sering mengalami kesulitan. LSTM menggunakan mekanisme yang disebut "*gates*" untuk mengatur aliran informasi dan mempertahankan informasi penting dalam jangka waktu yang panjang, sehingga lebih efektif dalam memprediksi data dengan pola temporal yang kompleks dan bervariasi. Menurut Hochreiter dan Schmidhuber dalam penelitian mereka, LSTM mampu mempertahankan informasi penting untuk jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan RNN standar karena strukturnya yang unik, yang mencakup sel memori dan tiga jenis gerbang (*input*, *output*, dan *forget*) yang mengontrol aliran data melalui jaringan (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah LSTM untuk meramalkan kadar emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia. Data yang digunakan merupakan data emisi CO<sub>2</sub> global dari tahun 1889-2023. Dengan dilakukannya prediksi kadar emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia menggunakan metode LSTM, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya mitigasi perubahan iklim, serta dapat membantu pemerintah dalam menyusun strategi kebijakan untuk pengendalian penggunaan energi fosil, perencanaan transisi ke energi terbarukan, serta pelestarian dan restorasi lingkungan. Selain itu, hasil prediksi ini juga dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini terhadap lonjakan emisi di masa mendatang, sehingga langkah preventif dapat segera diambil untuk meminimalkan dampak lingkungan dan sosial yang lebih luas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tren perubahan emisi co<sub>2</sub> di Indonesia setiap tahunnya?
2. Bagaimana mengembangkan model prediksi dalam meramalkan emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia?
3. Seberapa baik performa akurasi model LSTM dalam memprediksi kadar emisi co<sub>2</sub> di Indonesia?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Memahami tren perubahan tingkat emisi carbon (CO<sub>2</sub>) di Indonesia.

2. Memprediksi tingkat emisi karbon di masa depan berdasarkan tren historis.
3. Mengevaluasi tingkat akurasi model prediksi emisi CO<sub>2</sub> menggunakan model LSTM.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Membantu pemerintah dalam memprediksi tren emisi CO<sub>2</sub> di masa depan berdasarkan data historis.
2. Mendukung pemerintah dalam menggunakan data prediksi emisi CO<sub>2</sub> untuk merancang dan menerapkan kebijakan yang lebih baik dalam mengurangi emisi.
3. Memberikan edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat Indonesia tentang pentingnya mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.