

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Perubahan iklim sudah menjadi keresahan bagi masyarakat, berdasarkan laporan ISEAS-Yusof Ishak Institute, terdapat 71,7% masyarakat Indonesia beranggapan mengenai isu perubahan iklim dapat berpotensi mengancam kehidupan makhluk hidup (databoks.katadata.co.id, 2021). Kondisi bumi semakin panas salah satunya karena peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK), khususnya CO<sub>2</sub> yang menimbulkan kerugian bagi manusia.

Pada tahun 2015, Indonesia menduduki posisi ke-4 sebagai negara penghasil emisi GRK terbesar di dunia, yaitu sebanyak 4,8% dari total emisi gas di Dunia (Pamungkas & Haptari, 2022). Selain itu, salah satu kota di Indonesia menjadi kota udara terburuk yaitu kota Jakarta pada tanggal 11 Agustus 2023 berdasarkan laporan dari AQI (Indeks kualitas udara dan polusi udara) mengenai kualitas udara PM<sub>2.5</sub> berada pada indeks 164, pada indeks tersebut termasuk dalam kategori tidak sehat yang artinya dapat merugikan manusia dan hewan serta menimbulkan kerusakan pada tumbuhan. Untuk mengurangi pencemaran udara tersebut perlu banyak hal yang harus diperbaiki, dimutasi dan dikaji kembali mengenai kadar karbon di udara.

Seiring berjalannya waktu peningkatan jumlah penduduk secara tidak langsung memberi sumbangsih peningkatan emisi karbon, hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu deforestasi, pertumbuhan industri serta peningkatan alat transportasi.

Deforestasi hutan merupakan ancaman bagi makhluk hidup, luas hutan yang mengalami penurunan yang disebabkan oleh konversi lahan untuk infrastruktur, permukiman, pertanian, pertambangan dan perkebunan (Wahyuni & Suranto, 2021). Hutan memiliki peran penting dalam siklus karbon secara global, dengan meningkatnya deforestasi hutan akan mempercepat peningkatan emisi karbon yang memicu perubahan iklim terjadi. Akibat deforestasi hutan yaitu pengurangan luas hutan, kehilangan berbagai jenis flora dan fauna, tingginya potensi terjadi bencana hidrometeorologi, dan kerusakan sistem sumber daya air (A. H. Putra dkk., 2019).

Sejak revolusi industri terjadi perubahan yang signifikan pada perkembangan industri dan pola hidup masyarakat, kegiatan revolusi industri menyebabkan meningkatnya emisi karbon di udara. *National Aeronautics and Space Administration*, 2020 menyatakan selama 50 tahun terakhir emisi karbon yang dihasilkan lebih dari 95% menyebabkan suhu bumi meningkat (Tana & Diana, 2021). Menurut Kementerian Perindustrian (Kemenperin) total emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor industri Indonesia mencapai 238,1 juta ton eqCO<sub>2</sub> pada tahun 2022. Terdapat peningkatan mulai tahun 2021 yang sebesar 222,9 juta ton eqCO<sub>2</sub> (Kemenperin, 2023). Bagi kehidupan revolusi membawa dampak positif, tetapi dampak negatif terjadi bagi lingkungan hidup seperti pencemaran air, polusi udara dan sebagainya. Pencemaran udara disebabkan dari limbah gas yg mengandung gas hidrokarbon (HC), oksida sulfur (SO), karbon monoksida (CO), bahan pendingin CFC (Chlorofluorocarbon), NO dan material partikulat (debu, abu) (Syaputra dkk., 2022).

Peningkatan alat transportasi dan energi mengakibatkan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) juga semakin meningkat dari tahun ke tahun, gas buang sisa

pembakaran BBM mengandung bahan-bahan pencemar seperti CO<sub>2</sub> (*Carbon Dioksida*), NO (*Nitrogen Oksida*), CO (*Carbon Monoksida*), VHC (*Volatile Hydro Carbon*) dan partikel lainnya. Bahan-bahan tersebut dapat mencemari ekosistem dan turut berperan dalam meningkatkan emisi karbon (Purnomoasri & Handayani, 2022).

Upaya yang sudah dilakukan untuk menanggulangi terjadinya perubahan iklim yaitu Indonesia menjadi anggota dalam *United Nations Framework on Climate Change Conference* (UNFCCC) pada konvensi perubahan iklim yang memiliki komitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29%. Menyepakati keputusan *Agreement* yang diratifikasi melalui Undang-Undang (UU) No. 16 Tahun 2016 tentang pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim) (Bappenas, 2019).

Dalam menindaklanjuti komitmen untuk menurunkan emisi GRK tersebut hal yang perlu dilakukan yaitu melakukan perhitungan emisi/peningkatan serapan GRK di wilayah-wilayah seluruh Indonesia. Emisi karbon dari suatu wilayah dapat dihitung menggunakan faktor emisi data aktivitas individu utama yang menghasilkan emisi karbon seperti kegiatan transportasi, penggunaan energi listrik, konsumsi makanan, pemakaian kertas/alat tulis, produksi sampah, hiburan dll. Selain itu, perhitungan potensi daya serapan dan penyimpanan dapat dihitung melalui vegetasi tutupan lahan dalam bentuk: (1) ekosistem terrestrial seperti hutan, perkebunan, semak belukar, padang rumput dan lahan pertanian; (2) ekosistem pesisir dalam bentuk hutan mangrove, padang lamun, pertambakan, danau laut dan

lain-lain; (3) secara individu per tanaman/pohon juga dapat dihitung, terutama untuk melakukan estimasi potensi sekuestrasi karbon taman kota/kawasan, sehingga dengan mengetahui luasan dan jenis tutupan lahan dari suatu kawasan/wilayah dapat menghitung potensi penyerapan dan penyimpanan karbon dioksida dari kawasan/wilayah tersebut (BRIN, 2022).

Pengembangan pemodelan merupakan salah satu alternatif untuk meneliti siklus CO<sub>2</sub>. Penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan pemodelan sistem dinamik pada siklus karbon untuk menganalisis hubungan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan laju kendaraan, berkurangnya RTH, alih fungsi lahan dan kemampuan serapan tanaman pada kadar CO<sub>2</sub> di udara. Pemilihan pemodelan ini didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan proyeksi jangka pendek, menengah, dan panjang yang unggul. Salah satu penjelasan yang berguna mengenai pemodelan sistem dinamis adalah sebagai alat untuk mengatasi variabel-variabel yang berdampak pada sistem yang bermasalah (Kurniawan, 2018).

Penelitian terdahulu oleh Warlina & Listyarini, 2016 mengenai “Simulasi dampak perubahan iklim di DKI Jakarta yang diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar minyak terhadap sumber daya air dan kasus penyakit”, menggunakan dua sumber penghasil emisi karbon dioksida, yaitu transportasi (jumlah kendaraan) dan penjualan BBM. Penjualan BBM memiliki kemungkinan dijual untuk kebutuhan bahan bakar transportasi sehingga jika menggunakan dua variabel ini dikhawatirkan terjadinya perhitungan emisi karbon berulang. Oleh karena itu, pada penelitian ini peneliti memilih dua variabel penghasil emisi karbon yaitu jumlah transportasi dan respirasi manusia.

Provinsi Bali menjadi salah satu daerah yang memberikan sumbangsih peningkatan emisi karbon. Emisi karbon yang di hasilkan Provinsi Bali tahun 2010 mencapai 2.193.512 ton CO<sub>2</sub>eq terus melonjak hingga 4.080.643 ton CO<sub>2</sub>eq pada tahun 2020 (Priantoko dkk., 2021). Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka perlu dilakukan upaya pemodelan siklus karbon yang diakibatkan oleh beberapa faktor menggunakan sistem dinamik. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan di Provinsi Bali, selain itu pemodelan terkait siklus emisi karbon belum pernah dilakukan di Provinsi Bali. Diharapkan dengan pemodelan ini, dapat dilakukan pencegahan dalam melakukan mitigasi perubahan iklim di Provinsi Bali.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bagaimana dinamika pemodelan sistem dinamik pada siklus karbon di udara yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, pertumbuhan laju kendaraan, RTH dan alih fungsi lahan?
- b. Apa kebijakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi karbon di Provinsi Bali?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini agar dalam pembahasannya tidak terlalu luas dan hasilnya dapat mendekati pokok permasalahan, maka batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini mengkaji mengenai pemodelan sistem dinamik dengan program aplikasi vensim.
2. Data uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data jumlah penduduk Provinsi Bali tahun 2015-2022, jumlah kendaraan di Provinsi Bali tahun 2015-2022, data luas lahan menurut penggunaannya tahun 2017 dan data luas RTH tahun 2022.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikaji, tujuan dari penelitian ini antara lain:

- a. Untuk mengetahui dinamika pemodelan sistem dinamik pada siklus karbon di udara yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, pertumbuhan laju kendaraan, RTH dan alih fungsi lahan.
- b. Untuk mengetahui kebijakan yang tepat sehingga dapat mengurangi emisi karbon di Provinsi Bali.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diberikan dari peneliti ini terbagi menjadi dua yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis:

##### **a. Manfaat Teoretis**

Manfaat teoritis yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini adalah dapat memberikan tambahan informasi dan ilmu pengetahuan pada bidang matematika khususnya dalam bidang pemodelan sistem dinamik menggunakan beberapa variabel dengan program vensim yang dapat diimplementasikan pada kejadian yang terjadi di lapangan.

**b. Manfaat Praktis**

1. Dapat meningkatkan pemahaman dan memperluas wawasan pengimplementasian ilmu matematika yang telah didapatkan sebelumnya dan permasalahan yang ada khususnya dengan menggunakan sistem dinamik dalam pemodelan siklus emisi karbon untuk menganalisis siklus karbon, serta mendapatkan pengalaman dalam melakukan penelitian dan penyusunan karya tulis ilmiah.
2. Dapat memberikan wawasan dan referensi bagi orang lain mengenai pemodelan sistem dinamik pada pemodelan siklus karbon.

