

## **BAB I**

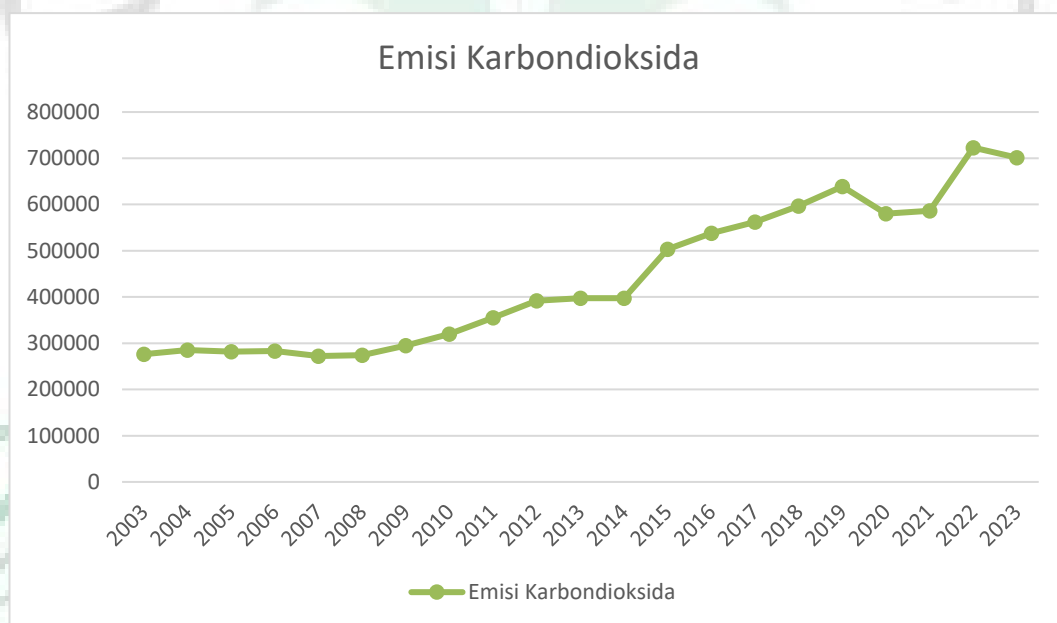
### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) adalah salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global. Berdasarkan buku dari Donald L. Sparks yang berjudul *Advances in Agronomy* (2022), jejak karbon adalah jumlah emisi gas rumah kaca (GRK) atau emisi karbondioksida yang terlepas ke atmosfer, baik karena perorangan, organisasi, proses, produk, maupun kejadian, dalam satu lingkup tertentu. Labiba dan Wisnu, (2018) menjelaskan bahwa emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) merupakan faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global berupa emisi gas rumah kaca. Aktivitas manusia erat kaitannya dengan produksi emisi  $\text{CO}_2$  (anthropogenic activities). Gas rumah kaca ini dilepaskan ke atmosfer melalui berbagai aktivitas manusia, termasuk pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan proses industri. Meningkatnya konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer telah menyebabkan pemanasan global, yang memicu perubahan dalam pola cuaca, kenaikan permukaan laut, dan dampak ekologis lainnya. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis emisi  $\text{CO}_2$  menjadi sangat penting untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif. Pada dekade terakhir, perhatian terhadap isu lingkungan semakin meningkat, terutama setelah terlihatnya dampak nyata dari pemanasan global di berbagai belahan dunia. Data historis emisi  $\text{CO}_2$  menjadi salah satu indikator penting untuk memahami skala masalah dan mengukur efektivitas langkah-langkah mitigasi yang telah diambil. Dengan menganalisis data ini, kita

dapat mengidentifikasi pola, mengevaluasi efektivitas kebijakan lingkungan, dan merencanakan langkah-langkah untuk masa depan yang lebih berkelanjutan.

Selain itu, tren emisi CO<sup>2</sup> dapat mencerminkan dinamika sosial-ekonomi, seperti pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan industrial. Dina Labila dan Wisnu Pradoto (2018) menyatakan Tren emisi CO<sub>2</sub> dapat mencerminkan dinamika sosial-ekonomi, seperti pertumbuhan populasi, perubahan teknologi, dan pola konsumsi energi. Memahami hubungan ini membantu para pengambil kebijakan dalam merancang solusi yang holistik dan berdampak jangka panjang. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan emisi co2 di Indonesia



Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (MENHLK)

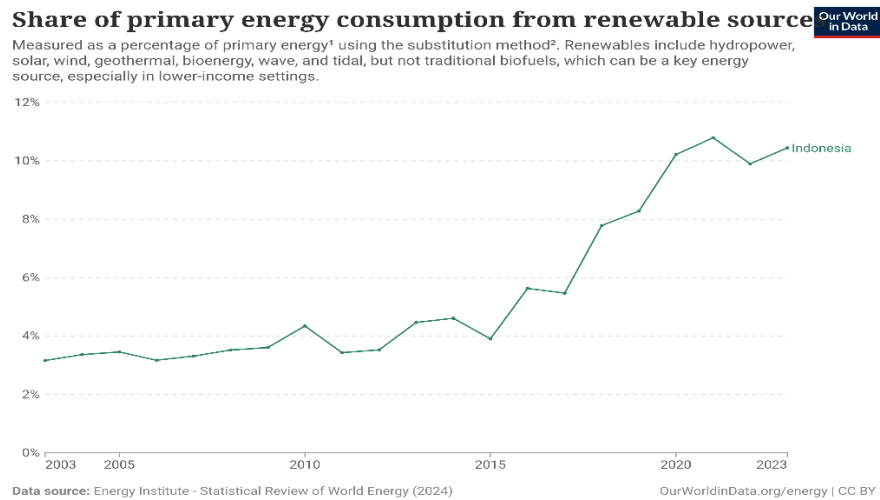
Gambar 1.1 Emisi CO<sup>2</sup> di Indonesia

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa perkembangan emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di Indonesia dari tahun 2003 hingga 2023 menunjukkan tren yang meningkat secara signifikan, meskipun mengalami beberapa fluktuasi pada tahun-tahun tertentu. Pada periode awal 2003–2010, tingkat emisi relatif stabil dengan pertumbuhan yang lambat, mencerminkan aktivitas industri dan konsumsi energi yang belum terlalu tinggi. Namun, setelah tahun 2010 hingga 2015, terjadi lonjakan tajam yang menandakan meningkatnya aktivitas ekonomi, industrialisasi, dan penggunaan bahan bakar fosil dalam sektor energi dan transportasi. Puncak peningkatan emisi terlihat pada tahun 2015, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh kebakaran hutan dan lahan gambut yang luas di beberapa wilayah Indonesia, sehingga menyumbang emisi karbon tambahan ke atmosfer.

Setelah periode tersebut, tren emisi terus meningkat hingga mencapai angka tertinggi sekitar tahun 2021, meskipun sempat menurun pada tahun 2020 akibat pandemi COVID-19 yang menekan aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat. Secara keseluruhan, data ini menggambarkan bahwa emisi karbon dioksida di Indonesia masih sangat bergantung pada konsumsi energi fosil, sementara upaya transisi menuju energi baru terbarukan belum mampu menekan laju peningkatannya secara signifikan. Hal ini menunjukkan perlunya penguatan kebijakan nasional dalam pengendalian emisi, peningkatan efisiensi energi, serta percepatan implementasi energi bersih agar pertumbuhan ekonomi dapat berjalan seiring dengan keberlanjutan lingkungan.

Indonesia sendiri memiliki peranan sentral sebagai produsen dan pengeksport terbesar minyak dan gas bumi. Namun, pasokan sumber daya ini

mengalami penurunan. Sektor energi merupakan salah satu sektor utama yang memiliki peran krusial dalam perubahan iklim global. Pembakaran bahan bakar fosil di pembangkit listrik tenaga termal dan sektor transportasi merupakan dua penyumbang utama CO<sup>2</sup> di atmosfer. (Sonwani, S., & Saxena, P. 2022). Demi mencapai keberlanjutan dan kemandirian energi, pemerintah telah memprioritaskan energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi terbarukan, meskipun penggunaannya belum sepenuhnya dimaksimalkan (Ahmad Kharis, 2023). Ketergantungan pada sumber energi fosil menyebabkan banyak tantangan. Pertama, karena ketersediaan minyak bumi yang tidak lagi dapat diandalkan, Indonesia harus mengimpor minyak untuk memenuhi kebutuhan energi, yang pada akhirnya berkontribusi pada defisit neraca perdagangan negara. Kedua, meskipun Indonesia memiliki banyak sumber daya energi terbarukan seperti panas bumi, biodiesel, energi surya, angin, dan energi hidro (air), potensi pemanfaatan sumber daya energi terbarukan ini masih belum dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Ketiga, penting untuk menempatkan pemenuhan kebutuhan energi nasional dalam konteks transisi energi, yaitu peralihan dari penggunaan energi fosil ke energi baru dan terbarukan (EBT) (Winanti et al., 2021).



*Sumber: Our World in Data*

### **Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Energi Baru Terbarukan di Indonesia**

Berdasarkan grafik dalam gambar, persentase penggunaan energi baru terbarukan di Indonesia menunjukkan tren peningkatan dari tahun 2003 hingga 2023 yang menunjukkan kenaikan bertahap. Pada awal periode, sekitar tahun 2003, pangsa energi terbarukan masih sangat rendah, di sekitar 3%. Seiring berjalannya waktu, terutama setelah 2010, terjadi percepatan pertumbuhan, yang kemungkinan dipengaruhi oleh peningkatan investasi dalam energi baru terbarukan seperti tenaga surya dan angin serta kebijakan pemerintah yang mendorong transisi energi. Menjelang 2023, pangsa energi baru terbarukan mencapai hampir sekitar 12%, menunjukkan bahwa dalam dua dekade terakhir, ada peningkatan signifikan, meskipun masih relatif kecil dibandingkan dengan kebutuhan energi nasional secara keseluruhan.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi energi Baru terbarukan dan peningkatan emisi karbondioksida, salah satunya adalah kepadatan penduduk

dan juga laju pertumbuhan ekonomi. Kepadatan penduduk adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas wilayah yang dihuni (Christiani et al. 2014). Todaro dan Smith (2020) menyatakan bahwa konversi lahan untuk permukiman dan pertanian akibat pertumbuhan populasi menyebabkan kerusakan hutan dan penurunan keanekaragaman hayati atau degradasi lingkungan. Proses urbanisasi yang cepat sering kali mengorbankan lahan hijau, yang penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2023, kepadatan penduduk di Indonesia mencapai 147,27 orang/km<sup>2</sup>, meningkat 1,08% dari tahun sebelumnya. Wilayah dengan kepadatan tinggi seperti Pulau Jawa menyumbang lebih dari 56% populasi nasional, meskipun luasnya hanya sekitar 7% dari total daratan Indonesia. Ketidakseimbangan ini menyebabkan tekanan tinggi pada konsumsi energi di wilayah perkotaan, terutama karena meningkatnya kebutuhan listrik, transportasi, dan aktivitas industri. Berikut ini adalah perkembangan kepadatan penduduk di Indonesia per km<sup>2</sup> dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2023:





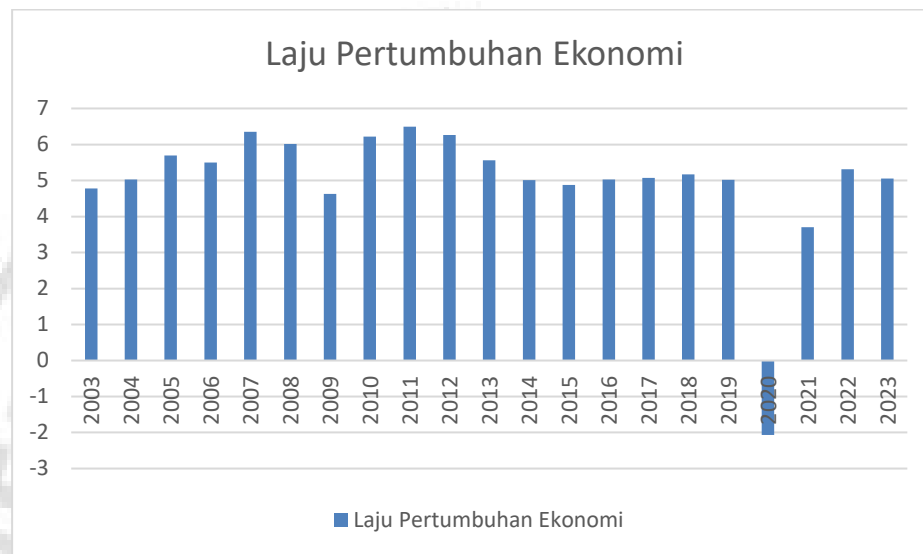
*Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)*

**Gambar 1.3 Kepadatan Penduduk di Indonesia per KM<sup>2</sup>**

Terkait emisi CO<sup>2</sup>, semakin tinggi kepadatan penduduk, semakin tinggi pula emisinya. Emisi yang berasal dari listrik hampir tidak berubah, hanya bervariasi sekitar 2%, dan lebih besar dibandingkan emisi yang berasal dari energi termal. Selain itu, proporsi emisi yang berasal dari listrik, dibandingkan dengan total emisi, menurun seiring dengan meningkatnya kepadatan penduduk, dari 74% menjadi 55% (Zarco-Periñán et al., 2021). Sedangkan penelitian oleh Ribeiro et al., (2019) yang berjudul *Effects of changing population or density on urban carbon dioxide emissions*, penelitian ini menemukan bahwa kepadatan penduduk memiliki hubungan negatif dengan emisi CO<sup>2</sup> per kapita. Artinya, semakin padat suatu kota, semakin rendah emisi CO<sup>2</sup> yang dihasilkan per orang. Secara spesifik, setiap peningkatan 1% dalam kepadatan penduduk dikaitkan dengan penurunan sekitar 0,79% dalam emisi CO<sup>2</sup> per kapita. Hal ini menunjukkan bahwa kota yang lebih

padat cenderung lebih efisien dalam penggunaan energi dan transportasi, sehingga menghasilkan emisi yang lebih sedikit per individu.

Selain kepadatan penduduk, pertumbuhan ekonomi juga memiliki peran signifikan dalam menentukan konsumsi energi dan emisi karbon. Menurut Sadono Sukirno (2010), pertumbuhan ekonomi adalah perkembangan kegiatan dalam perekonomian yang menyebabkan barang dan jasa yang diproduksi dalam masyarakat bertambah dan kemakmuran masyarakat meningkat. Data dari BPS menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2023 mencapai 5,05%, dengan sektor industri dan jasa sebagai kontributor utama. Peningkatan aktivitas ekonomi ini berdampak pada kenaikan permintaan energi, terutama dari sumber fosil, yang masih mendominasi bauran energi nasional. Tanpa adanya upaya transisi yang serius ke energi baru terbarukan, pertumbuhan ekonomi yang cepat dapat memperburuk tingkat emisi karbon. Dalam buku “Environmental Economics” oleh Field bersaudara (2017), dijelaskan bahwa pertumbuhan ekonomi yang tidak terkendali dapat memperburuk degradasi lingkungan.



*Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)*

**Gambar 1.4 Laju Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia**

Grafik di atas menunjukkan laju pertumbuhan ekonomi dari tahun 2003 hingga 2023, dengan fluktuasi yang cukup signifikan. Pertumbuhan ekonomi tampak relatif stabil pada kisaran 4-6% dari tahun 2003 hingga 2019, meskipun terdapat sedikit penurunan pada beberapa tahun tertentu, seperti pada tahun 2021 yang masih terjadi pandemi covid-19 dan pada tahun 2009 yang dimana laju pertumbuhan ekonomi Indonesia hanya 4,5%, yang daikibatkan oleh krisis finansial global 2008 . Namun, terjadi kontraksi ekonomi yang tajam pada tahun 2020, yang kemungkinan besar disebabkan oleh dampak pandemi COVID-19, sebelum akhirnya mengalami pemulihan dalam tahun-tahun berikutnya. Peningkatan aktivitas ekonomi ini biasanya berkorelasi dengan peningkatan emisi CO<sub>2</sub>, karena pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi sering kali diiringi oleh peningkatan konsumsi energi dan aktivitas industri. Indonesia i telah menetapkan target bauran energi baru terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050.

Namun, hingga tahun 2023, realisasi konsumsi energi terbarukan di Indonesia baru mencapai sekitar 12%, masih jauh dari target yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebijakan dan implementasi di lapangan.

Meski demikian, hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon tidak selalu bersifat linear. Pertumbuhan ekonomi mempunyai pengaruh negatif dan signifikan terhadap gas emisi karbon dioksida. Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi suatu negara maka gas emisi karbon dioksidanya semakin sedikit. Hal ini terjadi karena suatu negara yang mempunyai pertumbuhan ekonomi yang tinggi, mampu mengurangi gas emisi karbon dioksida dengan cara tetap memperhatikan lingkungan hidup dengan didukung oleh berbagai kebijakan pembangunan berkelanjutan sehingga akan mempengaruhi kualitas lingkungan hidup dan dapat menekan gas emisi karbon dioksida (Widyawati et, al. 2021). Ini berbanding terbalik dengan penelitian oleh Hafidz Ramadhan et, al. (2023) yang menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi gas karbon dioksida, baik secara uji parsial maupun simultan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis tertarik mengangkat judul **”Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk dan Laju Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi Karbondioksida (CO<sup>2</sup>) dengan Konsumsi Energi Baru Terbarukan Sebagai Variabel Intervening di Indonesia”**

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan terdapat beberapa masalah utama yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini:

- 1) Peningkatan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dipicu oleh aktivitas ekonomi dan pertumbuhan populasi di Indonesia.
- 2) Ketergantungan terhadap energi fosil, yang masih menjadi sumber energi utama di Indonesia meskipun ada potensi besar untuk transisi ke energi baru terbarukan.
- 3) Dampak kepadatan penduduk dan pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi dan tingkat emisi karbon yang belum banyak dikaji secara mendalam.
- 4) Kebijakan energi baru terbarukan dan lingkungan, yang belum sepenuhnya efektif dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dan mendorong penggunaan energi baru terbarukan.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dan sistematis, batasan masalah yang ditetapkan adalah:

- 1) Penelitian ini hanya mencakup wilayah Indonesia dan tidak membandingkan dengan negara lain.
- 2) Data yang digunakan merupakan data sekunder dalam bentuk deret waktu (time series) dari tahun 2003 hingga 2023.

- 3) Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi kepadatan penduduk, laju pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi baru terbarukan, dan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).
- 4) Analisis yang digunakan adalah path analysis, yang berfokus pada hubungan langsung dan tidak langsung antara variabel-variabel penelitian.

#### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Apakah terdapat pengaruh kepadatan penduduk terhadap emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di Indonesia?
- 2) Apakah terdapat pengaruh laju pertumbuhan ekonomi terhadap emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di Indonesia?
- 3) Apakah terdapat pengaruh konsumsi energi baru terbarukan terhadap emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di Indonesia?
- 4) Apakah terdapat pengaruh kepadatan penduduk terhadap konsumsi energi baru terbarukan di Indonesia?
- 5) Apakah terdapat pengaruh laju pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi baru terbarukan di Indonesia?
- 6) Apakah terdapat peran konsumsi energi baru terbarukan dalam memediasi hubungan antara kepadatan penduduk dan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)?
- 7) Apakah terdapat peran konsumsi energi baru terbarukan dalam memediasi hubungan antara laju pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah maka penelitian ini bertujuan:

- 1) Menganalisis pengaruh kepadatan penduduk terhadap emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di Indonesia.
- 2) Menganalisis pengaruh laju pertumbuhan ekonomi terhadap emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di Indonesia.
- 3) Menganalisis pengaruh konsumsi energi baru terbarukan terhadap emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di Indonesia.
- 4) Menganalisis pengaruh kepadatan penduduk terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia.
- 5) Menganalisis pengaruh laju pertumbuhan ekonomi terhadap konsumsi energi terbarukan di Indonesia.
- 6) Mengetahui peran konsumsi energi terbarukan dalam memediasi hubungan antara kepadatan penduduk dan emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).
- 7) Mengetahui peran konsumsi energi terbarukan dalam memediasi hubungan antara laju pertumbuhan ekonomi dan emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

## 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

### 1. Manfaat Teoritis

- Menambah literatur dalam bidang ekonomi energi dan lingkungan, khususnya mengenai hubungan antara kepadatan penduduk, pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi terbarukan, dan emisi karbon dioksida.
- Mengembangkan model analisis jalur (path analysis) dalam kajian ekonomi energi dan lingkungan.

### 2. Manfaat Praktis

- Memberikan rekomendasi kepada pemerintah dan pemangku kebijakan dalam merancang strategi transisi energi yang lebih efektif.
- Menjadi referensi bagi akademisi dan peneliti yang ingin melakukan studi lebih lanjut mengenai energi terbarukan dan lingkungan di Indonesia.

### 3. Manfaat Kebijakan

- Memberikan informasi empiris bagi pembuat kebijakan dalam menetapkan regulasi terkait energi terbarukan dan pengendalian emisi karbon di Indonesia.
- Mendorong implementasi kebijakan yang lebih berorientasi pada keberlanjutan lingkungan dan efisiensi energi.