

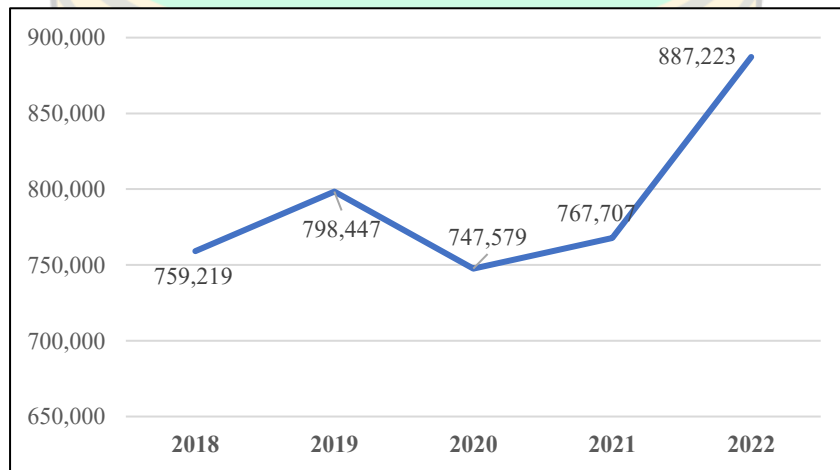
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi isu krusial yang mencerminkan tantangan global abad ke-21 dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Menurut PBB (2020), perubahan iklim dapat menimbulkan dampak serius berupa bencana alam, seperti meningkatnya risiko kebakaran hutan, krisis ketersediaan air, penurunan produktivitas pertanian, serta meningkatnya arus migrasi penduduk. Bappenas (2021) juga menyatakan bahwa perubahan iklim berpotensi memicu peningkatan kejadian cuaca ekstrem, yang pada gilirannya dapat memperbesar frekuensi dan intensitas berbagai jenis bencana, khususnya hidrometeorologi.

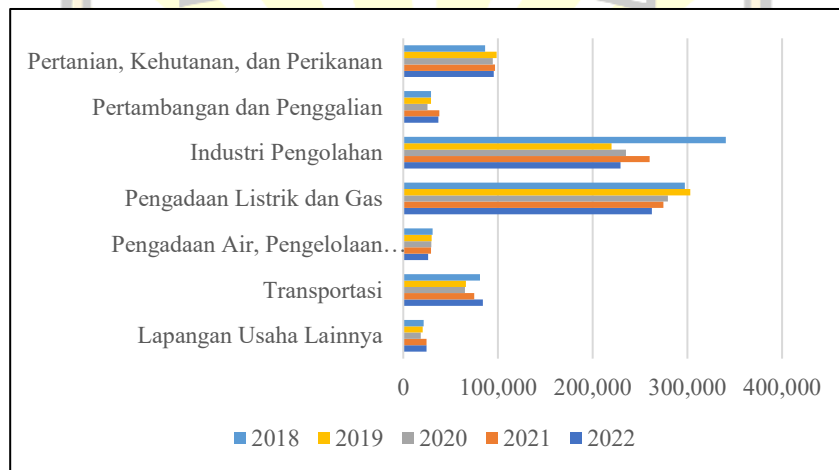
Salah satu penyebab utama dari perubahan iklim tersebut adalah akumulasi dari konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK), seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), yang berasal dari aktivitas manusia. Akumulasi ini memperburuk pemanasan global dan memicu berbagai konsekuensi lingkungan yang merusak (Giannakis & Zittis, 2021). Tren kenaikan emisi GRK telah berlangsung secara konsisten sejak abad ke-19, terutama akibat pembakaran bahan bakar fosil dan perubahan penggunaan lahan, dan mencapai titik tertingginya pada tahun 2019 (Lamb et al., 2021).



Gambar 1.1 Tren Total Emisi GRK Menurut Lapangan Usaha di Indonesia Tahun 2018-2022

Sumber: Data Diolah dari BPS, 2025

Sejalan dengan tren global tersebut, negara-negara berkembang seperti Indonesia juga menunjukkan kontribusi signifikan terhadap emisi GRK, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.1. Karakteristik geografis dan sosial-ekonomi Indonesia yang rentan terhadap bencana hidrometeorologi menjadikannya perubahan iklim sebagai ancaman multidimensional terhadap ketahanan nasional. Berdasarkan publikasi Indonesia *Energy Flow Accounts and Greenhouse Gas Emissions Accounts 2018-2022* oleh BPS (2024), emisi GRK Indonesia mengalami peningkatan sebesar 17% selama periode tersebut. Struktur ekonomi Indonesia yang masih bergantung pada sektor energi, industri, dan penggunaan lahan telah menyebabkan tren peningkatan emisi GRK secara konsisten.



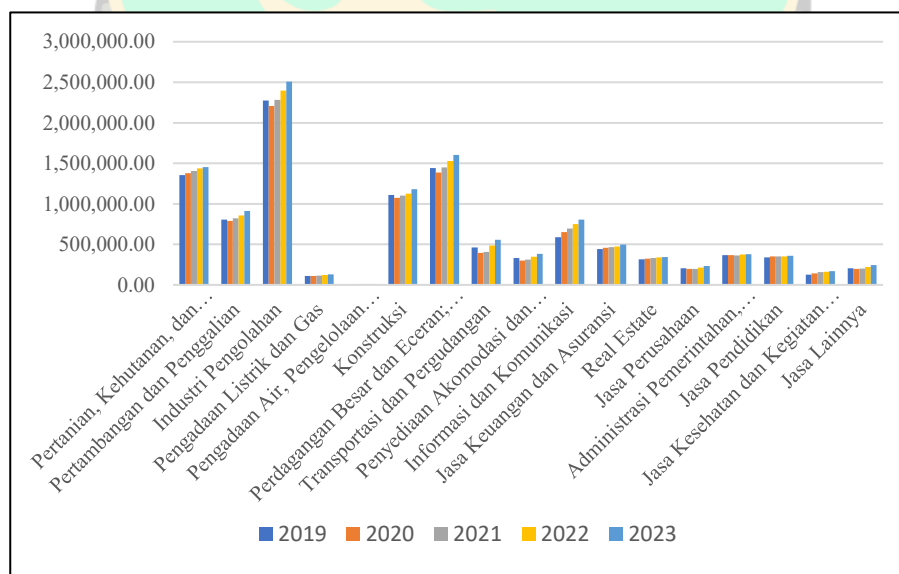
Gambar 1.2 Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Lapangan Usaha (Gigagram Carbon Dioxide Equivalent/Gg CO₂e) Tahun 2018-2022

Sumber: Data Diolah dari BPS, 2025

Peningkatan emisi GRK di Indonesia merupakan kontribusi sektoral, seperti Gambar 1.2 yang menyajikan data emisi GRK berdasarkan lapangan usaha selama periode 2018-2022. Gambar 1.2 menunjukkan bahwa sektor pengadaan listrik dan gas, industri pengolahan, serta pertanian secara konsisten menjadi penyumbang utama emisi GRK nasional. Besaran emisi tersebut dinyatakan dalam satuan Gg CO₂e (*Gigagram Carbon Dioxide Equivalent*), yang merepresentasikan jumlah emisi berbagai jenis GRK dalam satuan setara karbon dioksida. Konversi ini dilakukan menggunakan koefisien *Global Warming Potential* (GWP), yang menggambarkan besarnya potensi pemanasan global dari masing-masing gas terhadap karbon dioksida sebagai acuan (KLHK, 2021).

Emisi GRK di Indonesia dipicu oleh aktivitas manusia, termasuk pertumbuhan ekonomi yang pesat namun kurang memperhatikan aspek lingkungan. Penelitian Nadeak & Narudin (2023) menunjukkan bahwa Indonesia, dengan laju pertumbuhan ekonomi tinggi dan peran signifikan dalam tatanan global, juga memberikan kontribusi besar terhadap emisi GRK. Fenomena ini sejalan dengan konsep *Environmental Kuznets Curve* (EKC), yang menjelaskan bahwa pada tahap awal pertumbuhan ekonomi, peningkatan aktivitas produksi cenderung menyebabkan kerusakan lingkungan. Namun, ketika pertumbuhan ekonomi mencapai ambang batas tertentu, tren tersebut berbalik, dan kualitas lingkungan justru mulai membaik (Panayotou, 1993).

Pertumbuhan ekonomi itu sendiri tercermin dari peningkatan aktivitas produksi dan konsumsi, yang ditunjukkan melalui bertambahnya output barang dan jasa dalam suatu perekonomian. Kinerja ini terlihat melalui indikator makroekonomi seperti Produk Domestik Bruto (PDB) dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), yang mencerminkan nilai tambah bruto dari seluruh aktivitas ekonomi nasional (Larasati & Utomo, 2023). Berdasarkan data BPS (2024), rata-rata laju pertumbuhan PDB Indonesia berada pada kisaran 5% hingga 5,25% per triwulan selama periode 2018-2023.



Gambar 1.3 PDB Menurut Lapangan Usaha Atas Dasar Harga Konstan (Miliar Rp) Tahun 2019-2023

Sumber: Data Diolah dari BPS, 2025

Di balik setiap pertumbuhan agregat, terdapat kontribusi sektoral yang mendorong ekspansi output. Sektor industri pengolahan, perdagangan, dan pertanian secara konsisten menjadi kontributor utama terhadap PDB Indonesia. Sebaliknya, sektor seperti pengadaan listrik dan gas, real estate, dan jasa pendidikan menunjukkan kontribusi yang lebih kecil terhadap PDB, meskipun tetap menunjukkan pertumbuhan secara bertahap, sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 1.3.

Dalam menghadapi tantangan peningkatan emisi yang seiring dengan ekspansi ekonomi, Indonesia perlu menyeimbangkan antara pertumbuhan dan komitmen lingkungan jangka panjang. Salah satu upaya global yang menjadi acuan berbagai negara, termasuk Indonesia, adalah Perjanjian Paris. Untuk menunjukkan komitmennya terhadap aksi iklim, Pemerintah Indonesia telah meratifikasi Perjanjian Paris dalam kerangka *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2017. Melalui ratifikasi ini, Indonesia bersama negara-negara lain berkomitmen membatasi kenaikan suhu global di bawah 2°C, dan mengupayakan pembatasan lebih lanjut hingga 1,5°C dibandingkan tingkat suhu rata-rata pada era pra-industri (KLHK, 2021).

Dalam rangka memenuhi komitmen tersebut, Indonesia menetapkan target penurunan emisi sebesar 29% melalui upaya domestik dan hingga 41% disertai dukungan internasional, dengan target pencapaian pada tahun 2030 (KLHK, 2021; Nurhayati et al., 2024). Untuk mencapai target tersebut secara efektif, diperlukan kajian akademik yang mampu menghasilkan rekomendasi kebijakan berbasis analisis sektoral yang menyeluruh, khususnya dalam mengidentifikasi kontribusi masing-masing sektor terhadap emisi GRK.

Pendekatan *Environmental Extended Input-Output* (EEIO) merupakan pengembangan dari model analisis input-output (I-O) yang mengintegrasikan data ekonomi sektoral dengan informasi lingkungan, seperti emisi GRK, ke dalam satu kerangka analisis terpadu. Melalui integrasi ini, EEIO mampu mengukur dampak lingkungan secara komprehensif, tidak hanya dari aktivitas produksi langsung suatu sektor, tetapi juga dampak tidak langsung yang muncul sepanjang rantai pasok

(*supply chain*). Hal ini membuat EEIO lebih unggul dibandingkan pendekatan inventarisasi emisi konvensional yang umumnya hanya menghitung emisi langsung hanya berfokus pada emisi langsung (Miller & Blair, 2009).

Selain itu, pendekatan EEIO juga mampu mengidentifikasi sektor-sektor kunci (*leading sector*) yang memiliki dampak sistemik terhadap emisi melalui keterkaitan ke depan dan ke belakang. Dengan demikian, pemerintah dapat merancang kebijakan mitigasi yang lebih terarah, seperti pemberian insentif teknologi rendah karbon pada sektor dengan multiplier emisi tinggi, reformasi subsidi energi, atau penerapan pajak karbon berbasis intensitas sektoral (U.S. Environmental Protection Agency, 2025). Pendekatan ini mendukung prinsip efisiensi kebijakan, karena intervensi pada sektor dengan keterkaitan tinggi akan menghasilkan dampak pengurangan emisi yang lebih luas dibandingkan kebijakan yang tersebar secara merata.

Meskipun demikian, pemahaman yang komprehensif mengenai kontribusi spesifik setiap sektor terhadap emisi GRK, khususnya emisi tidak langsung yang diinduksi oleh keterkaitan antar sektor dalam rantai pasok, masih memerlukan analisis yang mendalam. Oleh karena itu, kebijakan mitigasi emisi GRK yang efektif tidak cukup hanya menargetkan emisi langsung, tetapi juga perlu mempertimbangkan efek pengganda (*emission multiplier*) yang muncul akibat interdependensi sektor-sektor dalam perekonomian.

Untuk memperkuat pemahaman terhadap struktur keterkaitan antar sektor, analisis *linkage* digunakan untuk mengidentifikasi sektor-sektor yang memiliki pengaruh sistematis dalam perekonomian. Analisis *backward linkage* menunjukkan sejauh mana suatu sektor bergantung pada input dari sektor lain, sedangkan *forward linkage* mengukur kontribusi output sektor terhadap kebutuhan sektor lain. Sektor dengan nilai *linkage* tinggi berpotensi memiliki efek *multiplier* yang besar terhadap emisi GRK, karena keterlibatannya dalam rantai produksi dan distribusi lintas sektor. Dengan demikian, EEIO tidak hanya menganalisis aliran emisi langsung dan tidak langsung antar sektor produksi dan konsumsi, tetapi juga mendukung pemetaan struktur interdependensi sektoral melalui *linkage analysis* (Firdaus, 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya yang sudah menerapkan pendekatan EEIO, seperti penelitian Novalia et al (2024), yang mengembangkan *Environmentally Extended Input-Output* (EE-IOT) untuk mengidentifikasi sektor-sektor unggulan dalam perekonomian Indonesia dalam mempertimbangkan emisi CO₂ sebagai tekanan lingkungan. Kajian tersebut menerapkan pendekatan *multiplier* dan *linkage analysis* untuk menilai dampak peningkatan permintaan akhir terhadap output ekonomi dan emisi karbon, serta menyusun skenario untuk menyoroiti sektor-sektor dengan potensi rendah karbon namun tetap memiliki daya dorong ekonomi yang kuat. Meskipun fokus utama analisis masih terbatas pada CO₂ sebagai satu-satunya indikator lingkungan, pendekatan ini memberikan kontribusi penting dalam mengintegrasikan aspek lingkungan ke dalam kerangka ekonomi nasional. Sementara itu, studi oleh Giannakis & Zittis (2021) menerapkan analisis EEIOA terhadap perekonomian EU-27 dan memproyeksikan pertumbuhan emisi GRK lintas sektor hingga tahun 2030. Sayangnya, studi tersebut dilakukan dalam konteks negara maju yang telah memiliki kerangka kebijakan mitigasi iklim yang kokoh seperti *EU Green Deal*, sehingga kurang relevan bagi kondisi struktural dan kelembagaan negara berkembang seperti Indonesia.

Kedua studi tersebut menunjukkan bahwa, meskipun EEIO memberikan wawasan yang mendalam, terdapat dua kesenjangan penting yang belum terjawab, yaitu cakupan jenis gas emisi yang dianalisis (CO₂ saja versus GRK secara menyeluruh) serta relevansi kontekstual terhadap negara berkembang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kedua celah tersebut dengan mengembangkan model EEIO yang mengakomodasi seluruh kategori GRK berdasarkan GWP, serta disesuaikan dengan struktur ekonomi dan arah kebijakan mitigasi iklim di Indonesia.

Berdasarkan kondisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan emisi GRK, baik melalui proses produksi maupun konsumsi antar sektor. Namun, pendekatan konvensional belum mampu memberikan gambaran kuantitatif yang komprehensif terhadap kontribusi sektoral. Dengan demikian, penelitian ini menggunakan EEIO sebagai alat analisis kuantitatif yang sistematis dan berbasis matriks untuk mengidentifikasi kontribusi sektor ekonomi terhadap total emisi

GRK nasional, baik secara langsung maupun tidak langsung, serta memetakan jalur emisi dominan yang dapat dijadikan prioritas intervensi kebijakan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi landasan empiris dalam merumuskan strategi dekarbonisasi lintas sektor yang lebih tepat sasaran dan efektif di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan dalam kajian kontribusi output sektoral terhadap emisi GRK di Indonesia, khususnya melalui pendekatan EEIO. Rumusan masalah disusun secara bertahap dan metodologis untuk mencerminkan kompleksitas serta kebaruan (*novelty*) dari analisis yang dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini ditujukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Bagaimana kontribusi output sektoral terhadap emisi GRK, baik secara langsung maupun tidak langsung, di Indonesia berdasarkan analisis *multiplier* emisi?
2. Bagaimana keterkaitan sektoral (*linkage*) dalam struktur ekonomi Indonesia mempengaruhi kontribusi emisi GRK, dan sektor mana yang memiliki keterkaitan dominan dengan sektor-sektor lainnya berdasarkan analisis *backward* dan *forward linkage*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengidentifikasi sektor-sektor ekonomi yang memberikan kontribusi emisi GRK terbesar, baik secara langsung maupun tidak langsung, berdasarkan *multiplier* emisi.
2. Untuk mengidentifikasi sektor yang memiliki peran struktural penting dalam sistem ekonomi melalui keterkaitan antar sektor.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam aspek utama, yakni secara teoritis dan praktis:

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Penelitian ini berkontribusi dalam memperluas literatur ilmu ekonomi lingkungan, terutama dalam penerapan pendekatan EEIO untuk mengkaji hubungan antara aktivitas ekonomi dan emisi GRK di negara berkembang seperti Indonesia.
2. Temuan empiris dari penelitian ini diharapkan dapat memperjelas mekanisme penyebaran emisi GRK dalam struktur ekonomi nasional, serta memperkaya pemahaman tentang pentingnya memperhitungkan emisi tidak langsung yang seringkali terabaikan dalam pendekatan konvensional.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam merumuskan kebijakan mitigasi emisi GRK yang lebih tepat sasaran dan efisiensi. Identifikasi sektor-sektor penyumbang emisi terbesar, baik langsung maupun tidak langsung, dapat membantu dalam merancang kebijakan berbasis prioritas, seperti pemberian insentif teknologi rendah karbon, penguatan regulasi emisi, dan strategi transisi energi nasional.
2. Penelitian ini dapat mendorong kesadaran pelaku industri terhadap jejak emisi yang mereka hasilkan, termasuk emisi tidak langsung yang tersembunyi dalam rantai pasok. Informasi ini dapat menjadi landasan bagi sektor industri untuk mengadopsi praktik produksi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.
3. Studi ini diharapkan dapat menjadi rujukan awal bagi penelitian selanjutnya, baik berfokus pada kajian emisi GRK sektoral maupun yang ingin mengembangkan model EEIO dalam konteks kebijakan lingkungan nasional.