

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas manusia dalam bidang ekonomi dan mobilitas telah mendorong konsumsi energi dalam jumlah besar, khususnya pada sektor transportasi yang bergantung pada bahan bakar fosil. Penggunaan kendaraan yang berbahan bakar fosil menjadikan sektor ini sebagai salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂) (Prasada & Dhamira, 2022). Menurut *International Energy Agency, (2022)* dalam skala global, transportasi menyumbang sekitar 25% dari total emisi CO₂ dan hampir 75% berasal dari transportasi jalan seperti mobil penumpang dan kendaraan logistik. Peningkatan jumlah kendaraan yang mencapai lebih dari 1,4 miliar unit di dunia ikut memperbesar tekanan terhadap lingkungan, terutama di negara berkembang yang mengalami pertumbuhan mobilitas cukup cepat.

Indonesia memiliki pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang menunjukkan peningkatan, yang mencapai lebih dari 5% per tahun. Peningkatan ini berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar dan emisi CO₂ yang dihasilkan dari sektor transportasi jalan (Choldiputri et al, 2024). Pemerintah Indonesia menghadapi tantangan besar dalam mengurangi emisi sektor transportasi karena kendaraan berbahan bakar minyak masih dianggap lebih terjangkau dan memiliki infrastruktur pendukung yang lebih memadai dibandingkan kendaraan listrik (Setiawan et al, 2022).

Pengembangan kendaraan listrik dinilai memiliki potensi besar dalam mendukung upaya pengurangan emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan. Kendaraan listrik tidak menghasilkan emisi secara langsung saat digunakan, sehingga adopsinya dapat menjadi salah satu strategi mitigasi emisi di Indonesia. Dengan meningkatnya perhatian terhadap transportasi rendah karbon, diperlukan kajian yang mampu memperkirakan besarnya emisi yang dihasilkan serta potensi

penurunan emisi akibat peralihan dari kendaraan konvensional menuju kendaraan listrik.

Dalam menganalisis besarnya emisi dan potensi pengurangannya, diperlukan metode yang mampu menggambarkan hubungan antara aktivitas transportasi dan emisi secara kuantitatif. Metode *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) banyak digunakan karena memiliki pendekatan yang sistematis, terstandarisasi secara internasional, serta dinamis dalam penggunaan berbagai tingkat data (*tier*), sehingga dapat disesuaikan dengan ketersediaan data di suatu wilayah (Mandel et al, 2021).

Namun, penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan, di mana sebagian besar hanya berfokus pada perhitungan emisi kendaraan konvensional atau belum mengkaji secara terpadu antara estimasi emisi menggunakan metode IPCC dengan skenario adopsi kendaraan listrik di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu menggabungkan metode IPCC dengan analisis skenario kendaraan listrik untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai potensi pengurangan emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan di Indonesia (Choldiputri et al., 2024).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Seberapa besar dampak penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil yang menghasilkan emisi CO₂?
2. Seberapa besar potensi pengurangan CO₂ dari hasil adopsi kendaraan listrik di Indonesia menggunakan metode IPCC?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah yang telah di uraikan, tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis besarnya dampak penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil terhadap peningkatan emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan di Indonesia.

2. Mengestimasi potensi pengurangan emisi CO₂ melalui adopsi kendaraan listrik di Indonesia dengan menggunakan metode IPCC.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka manfaat yang dapat dirangkum pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi bidang akademisi memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian ilmiah terkait estimasi emisi karbon dioksida CO₂ pada sektor transportasi jalan dengan menggunakan pendekatan IPCC.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar analitis dalam perumusan kebijakan transportasi rendah emisi, khususnya yang berkaitan dengan pengendalian emisi dan pengembangan kendaraan listrik di Indonesia.
3. Penelitian ini memberi gambaran kepada masyarakat mengenai dampak penggunaan kendaraan listrik dalam mengurangi emisi.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengurangan emisi transportasi dari kendaraan konvensional menuju kendaraan listrik dengan menggunakan metode IPCC. Metode ini digunakan untuk menganalisis pertumbuhan emisi kendaraan berdasarkan beberapa parameter, yaitu jumlah kendaraan, jenis kendaraan, jarak tempuh kendaraan per tahun, serta konsumsi bahan bakar kendaraan. Penelitian ini difokuskan pada perhitungan emisi yang dihasilkan kendaraan menggunakan pendekatan metode IPCC.

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka ditetapkan ruang lingkup dan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada wilayah Indonesia, di delapan provinsi.
2. Perhitungan emisi CO₂ dilakukan menggunakan metode IPCC berdasarkan data jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar pada sektor transportasi jalan.
3. Penelitian ini dibatasi pada analisis emisi CO₂ berdasarkan data eksisting, tanpa mempertimbangkan tingkat kemacetan dan hanya memproyeksi sampai tahun 2050.

4. Penelitian ini menggunakan skenario adopsi kendaraan listrik sebagai bentuk peralihan dari kendaraan konvensional, yang dianalisis untuk melihat potensi penurunan emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan.
5. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Perhubungan, dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan di Indonesia serta mengestimasi potensi pengurangannya melalui adopsi kendaraan listrik. Data yang digunakan berupa data sekunder jumlah kendaraan bermotor berdasarkan jenis dan provinsi. Proyeksi jumlah kendaraan dilakukan menggunakan regresi linear sederhana, sedangkan perhitungan emisi CO₂ menggunakan metode IPCC. Potensi pengurangan emisi dianalisis melalui skenario adopsi kendaraan listrik sebesar 10%, 25%, dan 50% yang dibandingkan dengan kondisi *baseline* tanpa adopsi kendaraan listrik.

1.7 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa emisi karbon dioksida (CO₂) pada sektor transportasi jalan di Indonesia cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar fosil. Hasil perhitungan menggunakan metode Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menunjukkan bahwa kondisi tersebut menyebabkan peningkatan emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan. Pada kondisi *baseline*, total emisi CO₂ mencapai 98.573.512 kiloton CO₂ dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan pertumbuhan kendaraan serta penggunaan bahan bakar bensin dan solar.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penerapan kendaraan listrik memiliki potensi dalam mengurangi emisi CO₂ pada sektor transportasi jalan di Indonesia. Berdasarkan skenario adopsi kendaraan listrik sebesar 50%, emisi CO₂ pada tahun 2025 mengalami penurunan dari 130.103.798 kiloton CO₂ menjadi

66.736.001 kiloton CO₂. Sementara itu, pada tahun 2050, emisi CO₂ mengalami penurunan dari 258.284.152 kiloton CO₂ menjadi 129.142.076 kiloton CO₂. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat adopsi kendaraan listrik, semakin besar pula potensi pengurangan emisi CO₂ yang dihasilkan.

Selain itu, hasil validasi terhadap proyeksi yang dilakukan menggunakan metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) menghasilkan nilai kesalahan sebesar 1,5% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proyeksi yang digunakan dalam penelitian memiliki tingkat kesalahan yang rendah sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam mengestimasi perkembangan emisi CO₂ dan menganalisis potensi pengurangannya melalui penerapan skenario adopsi kendaraan listrik.