

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Sektor pelayaran global merupakan salah satu kontributor signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (GRK), dengan kontribusi sekitar 2,9% dari total emisi CO₂ dunia, dan diproyeksikan akan terus meningkat seiring pertumbuhan perdagangan internasional apabila tidak dilakukan intervensi kebijakan dekarbonisasi (IMO, 2020). Untuk mengatasi hal tersebut, Organisasi Maritim Internasional menetapkan target ambisius untuk mencapai *net-zero emission* pada tahun 2050 melalui berbagai strategi seperti peningkatan efisiensi energi kapal, penggunaan bahan bakar alternatif, serta penerapan teknologi rendah karbon (IMO, 2023). Kebijakan ini mendorong negara-negara maritim, termasuk Indonesia, untuk melakukan transformasi sistem pelayaran menuju konsep *green shipping* dan *green port* sebagai bagian dari agenda pembangunan berkelanjutan global (UNCTAD, 2022).

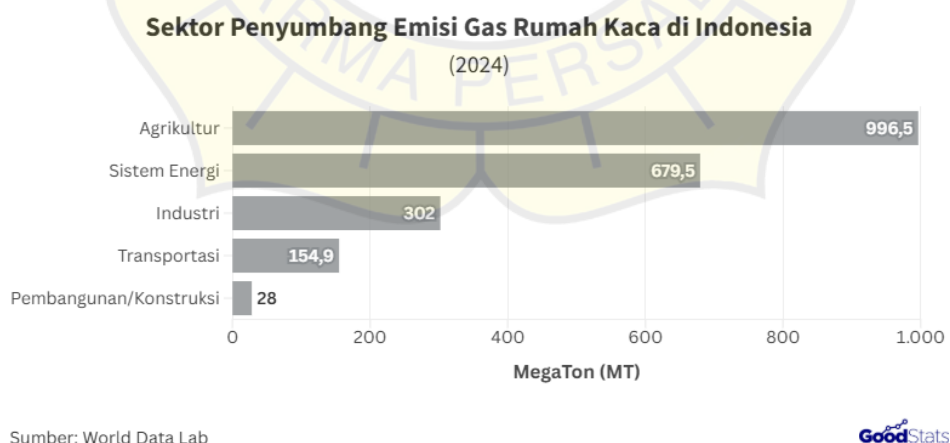
Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap transportasi laut dalam mendukung konektivitas nasional dan distribusi logistik antar wilayah, sehingga peningkatan aktivitas pelayaran menjadi tidak terhindarkan (Notteboom et al., 2021). Namun, peningkatan traffic kapal di pelabuhan utama seperti Tanjung Priok, Tanjung Perak, dan Belawan berpotensi meningkatkan konsumsi bahan bakar fosil dan emisi GRK secara signifikan, terutama jika masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar konvensional seperti HFO dan MDO (Bouman et al., 2017). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang terintegrasi antara pengelolaan lalu lintas kapal dan strategi pengurangan emisi untuk memastikan keberlanjutan sektor maritim nasional.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk mendukung implementasi *zero emission* di sektor pelabuhan, seperti *shore connection (cold ironing)*, kapal tunda listrik, serta penggunaan bahan bakar alternatif seperti LNG dan biofuel, yang terbukti mampu mengurangi emisi polutan udara hingga 70–90% di area pelabuhan tergantung pada kondisi operasional dan sumber energi listrik yang digunakan (Hall et al., 2018). Selain itu, digitalisasi dan otomatisasi sistem pelabuhan juga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi waktu tunggu kapal, yang secara tidak langsung berkontribusi terhadap penurunan emisi idle (Acciaro et al., 2014).

Meskipun demikian, implementasi teknologi tersebut memerlukan investasi yang besar dan kesiapan infrastruktur yang memadai, terutama di pelabuhan-pelabuhan dengan skala kecil dan menengah.

Meskipun sejumlah penelitian telah membahas pengurangan emisi di sektor pelayaran, sebagian besar studi masih berfokus pada pelayaran internasional dan efisiensi energi kapal secara umum, tanpa mengkaji secara spesifik keterkaitan antara implementasi kebijakan *zero emission* dengan perubahan pola lalu lintas kapal domestik di pelabuhan (Smith et al., 2021). Selain itu, kajian yang mengintegrasikan perhitungan emisi berbasis konsumsi bahan bakar dengan proyeksi *traffic* kapal dalam jangka panjang masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia (Lindstad et al., 2015). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu diisi untuk mendukung perumusan kebijakan maritim yang lebih efektif dan berbasis data.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *zero emission* dalam peningkatan *traffic* kapal hingga tahun 2050 dengan menggunakan pendekatan perhitungan emisi berbasis konsumsi bahan bakar serta proyeksi lalu lintas kapal di pelabuhan utama Indonesia. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi antara model estimasi emisi dan analisis dinamika *traffic* kapal dalam kerangka kebijakan *zero emission*, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara akademis maupun praktis dalam mendukung pengembangan pelabuhan hijau di Indonesia.



Sumber : <https://goodstats.id/>

Gambar 1.1. Sektor Penyumbang Emisi Terbanyak di Indonesia pada 2024

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dalam penulis Tugas Akhir ini, rumusan masalah yang ingin dibahas adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas pelayaran domestik berdasarkan konsumsi bahan bakar kapal di pelabuhan yang diteliti?
2. Sejauh mana teknologi digitalisasi dan otomatisasi pelabuhan berkontribusi terhadap penurunan emisi dalam skenario *zero emission*?
3. Bagaimana dampak kebijakan *zero emission* terhadap efisiensi dan pola lalu lintas kapal domestik di pelabuhan Indonesia?
4. Sejauh mana implementasi *zero emission* mempengaruhi volume dan pola lalu lintas kapal hingga tahun 2050?

1.3. BATASAN MASALAH

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, batasan masalah yang ingin dibahas adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dibatasi pada analisis emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas pelayaran domestik di lima pelabuhan utama di Indonesia, yaitu Pelabuhan Belawan, Tanjung Priok, Tanjung Perak, Tanjung Pinang, dan Soekarno-Hatta, dengan menggunakan data lalu lintas kapal dan konsumsi bahan bakar periode tahun 2020–2024.
2. Analisis difokuskan pada jenis kapal utama dan kapal tunda (*tugboat*), dengan mempertimbangkan parameter konsumsi bahan bakar, *gross tonnage (GT)*, serta faktor emisi untuk menghitung total emisi yang dihasilkan.
3. Kajian kebijakan dibatasi pada regulasi terkait penggunaan bahan bakar rendah emisi seperti LNG dan biofuel B40, serta penerapan teknologi pelabuhan seperti *shore connection* dan *electric tugboats* dalam mendukung implementasi *zero emission* di pelabuhan Indonesia.
4. Proyeksi emisi dan lalu lintas kapal dibatasi hingga tahun 2050 dengan menggunakan metode regresi linier berbasis data historis, tanpa mempertimbangkan skenario ekonomi makro atau perubahan kebijakan global secara dinamis.

1.4 TUJUAN PENULISAN

Tujuan Penulisan ini adalah untuk melakukan analisa evaluasi kebijakan

maritim di Indonesia dalam mengantisipasi peningkatan *traffic* kapal dalam negeri akibat implementasi *zero emission*. Berikut rincian tujuan penulisan ini :

1. Berapa besar emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas pelayaran domestik berdasarkan konsumsi bahan bakar kapal di pelabuhan yang diteliti?
2. Sejauh mana penerapan teknologi digitalisasi, *shore connection*, dan *electric tugboats* berkontribusi terhadap penurunan emisi operasional pelabuhan dalam skenario *zero emission*?
3. Bagaimana dampak kebijakan *zero emission* terhadap efisiensi operasional dan pola lalu lintas kapal domestik di pelabuhan Indonesia?
4. Bagaimana proyeksi perubahan volume lalu lintas kapal dan emisi GRK hingga tahun 2050 serta pengembangan model estimasi emisi yang terintegrasi dalam skenario *zero emission*?

1.5. MANFAAT PENULISAN

Dalam Penulisan ini diharapkan bisa membagikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat praktis, yaitu sebagai dasar kuantitatif bagi pemerintah dan pengelola pelabuhan dalam merumuskan kebijakan pengurangan emisi berbasis data konsumsi bahan bakar dan proyeksi lalu lintas kapal.
2. Manfaat akademis, yaitu memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian emisi sektor maritim melalui integrasi antara model perhitungan emisi dan analisis *traffic* kapal.
3. Manfaat metodologis, yaitu menawarkan pendekatan perhitungan emisi berbasis *fuel-based model* yang dikombinasikan dengan metode regresi linier untuk proyeksi jangka panjang hingga tahun 2050.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir akan menggunakan sistematika penulisan agar dapat memudahkan bagi pembaca untuk dapat memahami isi dari laporan, sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Pada bab I akan berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah maksud dan tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Bab II : Studi Pustaka

Pada bab II akan berisikan mengenai teori – teori yang terkait dengan bidang yang akan di analisa pada Tugas Akhir.

Bab III : Metodologi Penelitian

Pada bab III akan berisikan mengenai metode perhitungan yang akan digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Bab IV : Data dan Informasi

Bab IV menyajikan data dan informasi yang akan digunakan dalam analisis penerapan sistem *zero emission* pada pelayaran kapal dalam negeri.

Bab V : Analisa dan Hasil

Pada bab ini berisikan hasil Analisa dan hasil dari Pengolahan data yang dipaparkan pada bab IV

Bab VI : Penutup

Pada bab ini berisikan mengenai kesimpulan akhir dari hasil analisa yang dilakukan dan penulisan saran.