

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Sektor transportasi jalan memainkan peran vital dalam perekonomian global, dengan kendaraan niaga berat menjadi tulang punggung distribusi barang dan logistik internasional. Pada kecepatan jalan raya, sekitar 65% dari energi kendaraan truk kelas berat digunakan untuk mengatasi hambatan aerodinamis (Mccallen et al., 2007). Karakteristik geometri truk box yang berbentuk kotak dengan permukaan depan datar menciptakan hambatan udara (*aerodynamic drag*) yang substansial. Truk yang memiliki koefisien drag rata-rata 0,6 dan melaju pada kecepatan 110 km/jam menghabiskan 65% dari bahan bakarnya untuk mengatasi hambatan aerodinamika (Varadarajoo et al., 2022a).

Dalam konteks Indonesia, biaya operasional transportasi truk termasuk yang tertinggi di Asia Tenggara, dengan komponen bahan bakar mencapai 32% dari total biaya operasional (Mordor Intelligence, 2024). sementara biaya logistik mencapai lebih dari 26% dari PDB (Othman et al., 2022). Kondisi ini menunjukkan urgensi untuk mengoptimalkan efisiensi kendaraan komersial melalui perbaikan karakteristik aerodinamika.

Salah satu solusi untuk mengatasi hambatan aerodinamis adalah penggunaan deflektor atau pengarah angin yang dipasang di atas kabin truk sesuai (Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, 2012). Namun, penelitian eksperimental oleh Chowdhury et al. (2017) menunjukkan bahwa deflektor yang tidak dirancang dengan optimal justru dapat meningkatkan total hambatan aerodinamis hingga 58%. Sementara deflektor yang dirancang secara aerodinamis dapat menghasilkan pengurangan drag sekitar 13% dibandingkan truk dasar.

Kajian terhadap penelitian terdahulu menunjukkan berbagai pendekatan optimalisasi deflektor. Alfian (2023) membandingkan tiga pengarah angin berdasarkan variasi tinggi, menemukan bahwa pengarah angin setinggi container paling efektif mengurangi hambatan sebesar 31%. Varadarajoo et al. (2022a) menguji enam bentuk deflektor dengan variasi tinggi dan posisi pemasangan, menghasilkan reduksi hambatan optimal sebesar 32,2%.

Dari kajian tersebut, teridentifikasi kesenjangan penelitian dimana belum ada studi yang secara sistematis menganalisis pengaruh variasi radius deflektor terhadap karakteristik aerodinamika pada rentang kecepatan operasional yang komprehensif. Penelitian terdahulu lebih berfokus pada variasi tinggi dan posisi deflektor, namun belum mengeksplorasi pengaruh radius yang dapat mempengaruhi pola aliran udara dan efektivitas pengalihan aliran.

Penelitian ini dirancang untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengadopsi metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). namun dengan fokus pada variasi radius deflektor. Penelitian ini akan mengevaluasi empat variasi radius deflektor (0 mm - 2500 mm) pada tiga kecepatan operasional (50, 80, dan 100 km/jam) yang merepresentasikan kondisi jalan perkotaan, antarkota, dan jalan bebas hambatan sesuai (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 111 Tahun 2015 Tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan, 2015).

Aspek regulasi pemasangan pengarah angin di Indonesia telah diakomodasi dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 23 Tahun 2021 pasal 13A ayat 2 yang menyatakan bahwa pengarah angin wajib dipasang apabila jarak antara atap kabin dengan atap box lebih dari 500 milimeter. Namun, realitas menunjukkan kesenjangan dimana pemasangan pengarah angin masih dilakukan secara arbiter tanpa kalkulasi fungsi yang memadai, sementara belum ada regulasi derivatif yang mengatur parameter teknis secara komprehensif.

Novelty penelitian ini terletak pada pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi radius deflektor optimal melalui analisis komprehensif terhadap koefisien drag, distribusi tekanan, pola aliran udara, distribusi kecepatan, momen *yaw* dan konsumsi bahan bakar pada berbagai kondisi kecepatan operasional. Penelitian ini menggunakan simulasi CFD 3D dengan model truk box ISUZU NMR ukuran penuh untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat dan aplikatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi spesifik mengenai konfigurasi radius deflektor optimal yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi aerodinamika dan mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan truk box di Indonesia.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat simulasi aerodinamika kendaraan menggunakan *computational fluid dynamic*?
2. Bagaimana pengaruh variasi radius deflektor terhadap distribusi tekanan, distribusi kecepatan, *coefficient drag*, *drag force* dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan truk box berdasarkan hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)?
3. Bagaimana pengaruh variasi radius deflektor terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan truk box berdasarkan hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)?

I.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan dapat diselesaikan dengan tepat sasaran, maka dibuat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan simulasi *computational* dengan design geometri truk box pada aplikasi Ansys Fluent
2. Menggunakan 4 variasi radius deflektor (0mm, 2500mm, 2400mm, 1200mm) dan digunakan pada kecepatan 50 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam.
3. Mengetahui pola aliran udara, Distribusi tekanan udara dan Distribusi kecepatan udara, koefisien drag, *drag force*, momen *yaw*, Konsumsi bahan bakar.
4. Penelitian ini menggunakan model truk box merek Isuzu NMR dengan dimensi standar sebagai objek simulasi.
5. Simulasi penelitian ini menggunakan beban kosong pada bagian box kendaraan
6. Menggunakan ukuran ketinggian box dengan jarak antara atap kabin dengan atap box 550 milimeter
7. Penelitian hanya menggunakan jarak, kecepatan kendaraan dan hambatan udara untuk menganalisis konsumsi bahan bakar

I.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian mengenai pengujian aerodinamika deflektor kendaraan adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana penggunaan deflektor mempengaruhi karakteristik aerodinamika kendaraan, dengan fokus pada efek aerodinamika terhadap kendaraan ketika berkendara di jalan raya. Berikut adalah beberapa tujuan yang dilakukan untuk penelitian ini antara lain:

1. Membuat simulasi aerodinamika truk box dengan menggunakan aplikasi Ansys.
2. Mengidentifikasi variasi radius deflektor untuk mengetahui aerodinamika yang paling baik.
3. Mengetahui pengaruh variasi radius pengarah angin terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan truk box berdasarkan hasil simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD).

I.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis bermaksud agar penelitian ini dapat memberikan manfaat diantara lain :

1. Meningkatkan pemahaman dan kompetensi dalam mengaplikasikan teknologi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk analisis aerodinamika kendaraan.
2. Memberikan rekomendasi radius deflektor optimal yang dapat diterapkan untuk mengurangi hambatan aerodinamis dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan truk box.
3. Memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan keselamatan dan efisiensi transportasi jalan di Indonesia

I.6. Sistematika Penulisan

Mengacu terhadap buku panduan penulisan skripsi tahun 2020, penulisan penelitian terdiri dari 5 bab yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Pada bab ini merupakan langkah pertama dalam penyusunan skripsi

Bab ini berisi : Latar belakang, Rumusan masalah, Tujuan penelitian, Manfaat penelitian, Sistematika penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait latar belakang penulis dalam melakukan penelitian yang akan dilakukan penulis disertai penjelasan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi berbagai teori dan ketentuan umum yang berkaitan dengan aerodinamika dan Metode *Computational Fluid Dynamics* serta penelitian yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi jenis penelitian, desain penelitian, teknik pengumpulan data dan metode yang dipakai

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai uraian hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai uraian kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil, pengolahan data dan pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

Didalamnya berisi rujukan atau sumber dalam penelitian tugas akhir ini, pustaka yang dituliskan merupakan Pustaka yang benar-benar dituliskan dalam buku ataupun yang berada di dalam jurnal yang ada