

PENGARUH PENGGUNAAN SPOILER PADA MOBIL BOX TERHADAP KOEFISIEN DRAG

Rendi, Muhammad Firman, Mujiburrahman, dan Heri Irawan

¹ *Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan (UNISKA)
E-mail : rendi.teknikmesin@gmail.com*

ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of spoiler usage on box trucks on the coefficient of drag. A high coefficient of drag on box trucks can result in inefficient fuel consumption and higher exhaust gas emissions. Spoilers are installed on the top of the box truck to help streamline airflow and reduce air pressure above the vehicle, thereby reducing air resistance and improving vehicle performance. Although spoilers on box trucks have been used in the logistics and transportation industry, their effect on the coefficient of drag has not been extensively studied. Therefore, this research is expected to provide information to optimize vehicle performance and reduce the negative impact of vehicles on the environment.

Keywords: spoiler, aerodynamic, box car

1. PENDAHULUAN

Pengaruh penggunaan spoiler pada mobil box terhadap koefisien drag telah menjadi topik penelitian yang menarik bagi para peneliti. Hal ini disebabkan karena penggunaan mobil box yang cukup banyak dalam industri logistik dan transportasi yang memerlukan kendaraan dengan kapasitas muatan besar. Namun, bentuk mobil box yang kotak dengan permukaan yang datar menyebabkan kendaraan ini memiliki koefisien drag yang cukup tinggi. Koefisien drag merupakan ukuran yang menggambarkan seberapa besar hambatan udara yang dihasilkan oleh sebuah benda ketika bergerak di dalam fluida. Semakin tinggi koefisien drag suatu kendaraan, semakin besar hambatan udara yang dihasilkan dan semakin tinggi konsumsi bahan bakar kendaraan tersebut.

Salah satu cara untuk mengurangi koefisien drag pada mobil box adalah dengan menggunakan spoiler. Spoiler adalah alat yang dipasang pada bagian belakang kendaraan untuk membantu mengalirkan aliran udara sehingga menurunkan tekanan udara di belakang kendaraan. Tekanan udara yang lebih rendah di belakang kendaraan dapat mengurangi hambatan udara yang dihasilkan oleh kendaraan, sehingga meningkatkan performa kendaraan. Penggunaan spoiler pada mobil box dapat mempengaruhi gaya aerodinamis yang bekerja pada kendaraan, sehingga dapat

menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien dan emisi gas buang yang lebih rendah.

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen dengan menggunakan simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics) untuk mengetahui pengaruh penggunaan spoiler pada mobil box terhadap koefisien drag. Simulasi dilakukan dengan menggunakan dua jenis model mobil box, yaitu mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan spoiler. Dimensi mobil box yang digunakan adalah panjang 4.3 meter, lebar 1.6 meter, tinggi 2.4 meter dan jarak sumbu roda sepanjang 2.20 meter. Skala yang digunakan dalam permodelan simulasi adalah 1:1. Kemudian kedua model mobil box tanpa spoiler dan dengan spoiler disimulasikan menggunakan simulasi CFD dengan kecepatan kendaraan diuji pada kecepatan 60, 80, 100 dan 120 km/jam. Data hasil simulasi kemudian dianalisis untuk mengetahui perbedaan koefisien drag antara dua tipe mobil box.

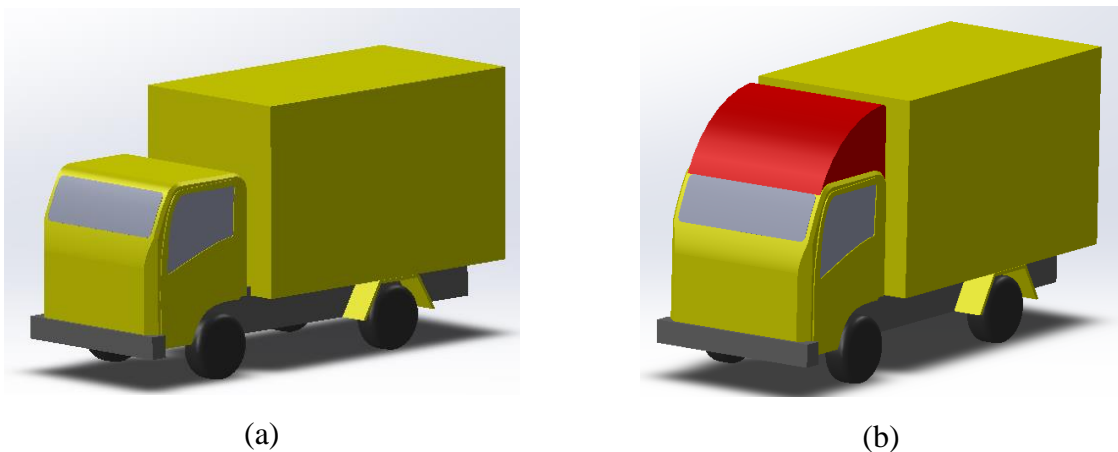
2. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian terkait penambahan spoiler pada mobil box, Gilmore, C. K., & Crookston, R. K. (2001) dengan judul : Spoiler Aerodynamics on a Tractor-Trailer Vehicle. SAE Technical Paper Series. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penggunaan spoiler pada truk trailer dan pengaruhnya terhadap koefisien drag. Peneliti melakukan pengujian di lapangan dengan mengukur konsumsi bahan bakar dan kecepatan kendaraan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan spoiler pada truk trailer dapat mengurangi koefisien drag sebesar 4-6%. Namun, pengurangan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan tidak signifikan. Kemudian oleh Kakogawa, T., Nakashima, T., & Chikahisa, T. (2014) dengan judul : Reduction of Aerodynamic Drag of a Delivery Truck Using a Flexible Spoiler. *Journal of Fluids Engineering*, 136(3), 031107. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi koefisien drag pada truk pengiriman dengan menggunakan spoiler fleksibel. Peneliti menggunakan simulasi numerik untuk mengevaluasi performa spoiler fleksibel dan mengukur koefisien drag pada model truk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan spoiler fleksibel dapat mengurangi koefisien drag sebesar 3-4%. Kemudian oleh Maleki, S., & Assadian, M. (2015) dengan judul: Investigation of the Aerodynamic Performance of a Box-Type Truck Using CFD. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi performa aerodinamis truk box dengan menggunakan simulasi numerik. Peneliti mengukur koefisien drag pada model truk

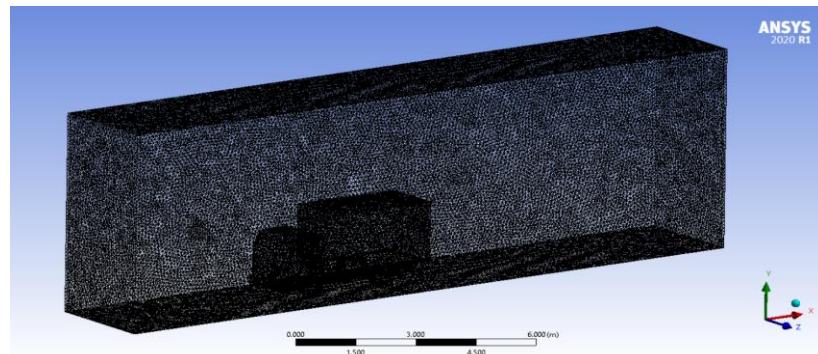
dengan variasi kecepatan dan sudut serangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan spoiler pada truk box dapat mengurangi koefisien drag sebesar 3-4% pada kecepatan rendah hingga sedang.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen untuk menguji pengaruh penggunaan spoiler pada mobil box terhadap koefisien drag, yaitu gaya hambat yang dialami oleh mobil saat bergerak di udara. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics) yang merupakan metode numerik untuk menghitung aliran fluida di sekitar objek yang dianalisis. Desain mobil box yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua model, yaitu mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan spoiler. Dimensi mobil box yang digunakan adalah panjang 4.3 meter, lebar 1.6 meter, tinggi 2.4 meter dan jarak sumbu roda sepanjang 2.20 meter. Simulasi dilakukan dengan adalah 1:1. yang artinya bahwa model yang digunakan dalam simulasi memiliki ukuran yang sama dengan mobil sebenarnya. Kemudian, kedua model mobil box tanpa spoiler dan dengan spoiler disimulasikan menggunakan simulasi CFD. Simulasi dilakukan dengan memasukkan data geometri mobil, kondisi batas, dan kondisi aliran udara yang akan mempengaruhi hasil simulasi. Hasil simulasi menunjukkan aliran udara di sekitar mobil box, dan dihitung koefisien drag pada masing-masing model. Selanjutnya, kecepatan kendaraan diuji pada kecepatan 60, 80, 100, dan 120 km/jam. Pengujian dilakukan pada masing-masing model mobil box tanpa spoiler dan dengan spoiler, dan hasilnya dicatat untuk membandingkan koefisien drag pada kedua model tersebut.



Gambar 1. (a) Desain Mobil Box Tanpa Spoiler. (b) Desain Mobil Box dengan penambahan Spoiler

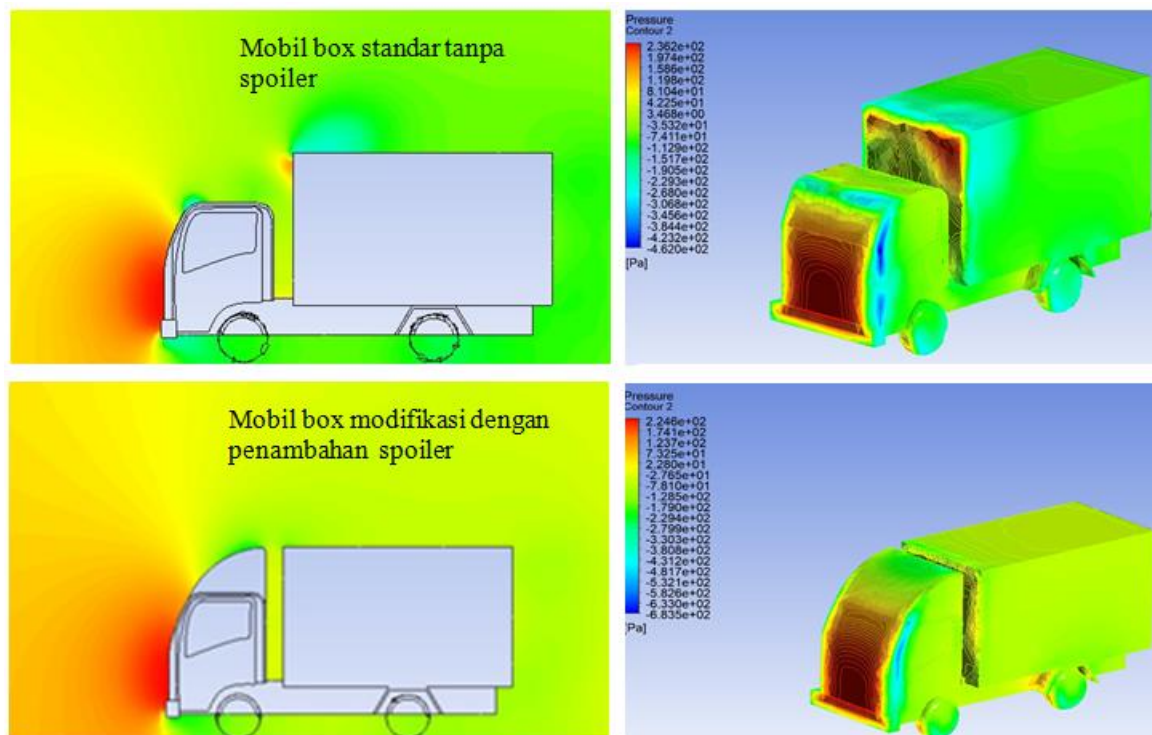


Gambar 2. Meshing

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kontur Tekanan

Kontur tekanan statis pada pemodelan komputasi dilakukan untuk memvisualisasikan fenomena tekanan yang terjadi di sekitar objek yang diamati,. Tekanan yang terjadi di sekitar objek ini dapat mempengaruhi performa dan efisiensi kendaraan. Pada dasarnya, kontur tekanan statis direpresentasikan oleh perbedaan warna, dimana warna merah menunjukkan tekanan tertinggi dan warna biru menunjukkan tekanan terendah. Semakin pekat warna merah yang terlihat, menunjukkan bahwa objek yang diamati mengalami tekanan yang besar. Tekanan yang terjadi pada permukaan mobil bergantung pada beberapa faktor, seperti kecepatan dan arah aliran fluida yang melewatinya. Pada pemodelan komputasi, analisis kontur tekanan statis dilakukan secara kuantitatif dan detail untuk memperoleh informasi yang akurat dan berguna dalam merancang kendaraan yang lebih efisien dan performa yang lebih baik. Dari kontur tekanan statis ini, dapat dilihat perbedaan tekanan yang terjadi pada setiap titik di permukaan mobil. Tekanan tertinggi yang dialami ditandai dengan kontur dengan warna merah, yang biasanya terdapat pada area tertentu di sekitar bodi mobil, seperti pada sudut-sudut tajam atau pada permukaan yang menonjol. Semakin besar perbedaan tekanan pada permukaan mobil, maka semakin besar pula nilai gaya hambat (drag) yang terjadi pada mobil tersebut.



Gambar 3 Distribusi tekanan mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler

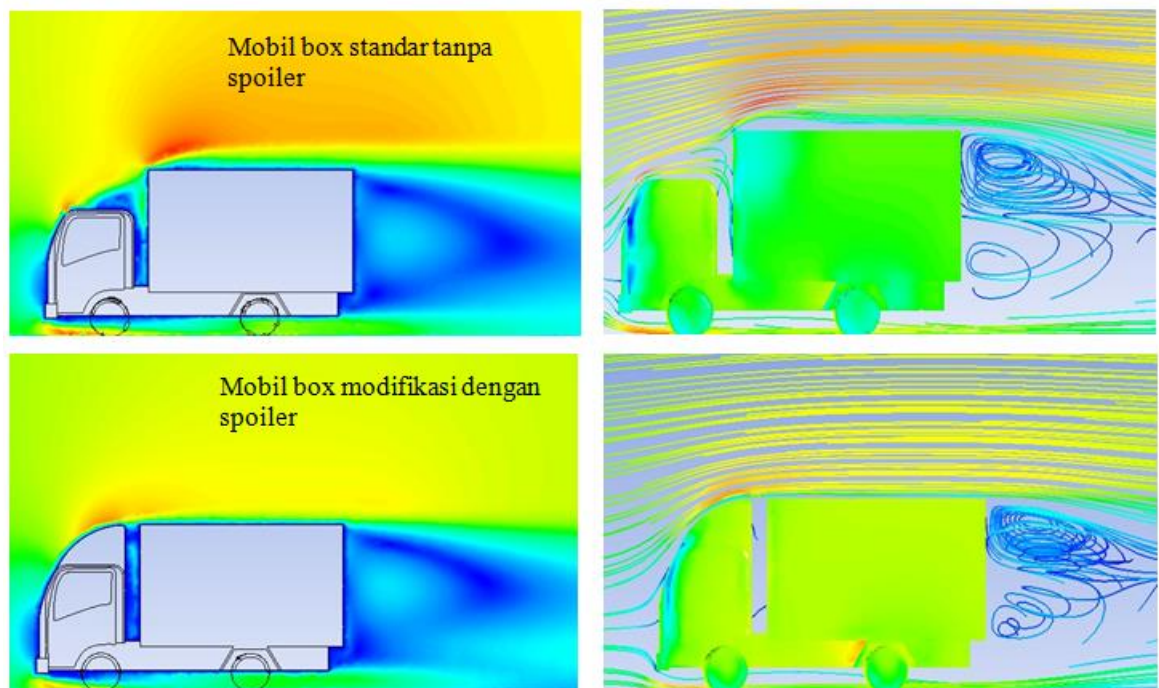
Gambar 3 menunjukkan perbandingan distribusi tekanan pada mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box yang dimodifikasi dengan penambahan spoiler. Distribusi tekanan pada mobil box standar tanpa spoiler menunjukkan adanya tekanan tinggi pada bagian box mobil. Hal ini disebabkan oleh aliran udara yang terhalang oleh box mobil. Sementara itu, pada mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler, distribusi tekanan udara lebih merata di seluruh permukaan mobil. Spoiler yang dipasang di bagian kepala mobil berfungsi untuk mengurangi efek negatif dari tekanan udara di box mobil, sehingga aliran udara mengalir dengan lebih lancar di sekitar mobil. Hal ini membuat tekanan udara di bagian box mobil menjadi lebih rendah dan tekanan udara di seluruh permukaan mobil menjadi lebih merata. Dengan distribusi tekanan udara yang lebih merata pada mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler, maka kendaraan dapat memiliki stabilitas yang lebih baik saat berkendara dengan kecepatan tinggi. Selain itu, pengemudi juga dapat merasakan perbedaan dalam kenyamanan berkendara karena tekanan udara yang lebih merata mengurangi getaran dan kebisingan pada mobil.

4.2. Kontur Kecepatan

Kontur kecepatan pada setiap pemodelan komputasi dilakukan untuk memvisualisasikan perbedaan nilai kecepatan dan arah fluida yang terjadi saat aliran fluida melewati suatu objek. Pada dasarnya, kecepatan fluida yang melewati objek tersebut akan menimbulkan gaya hambat (drag) pada objek tersebut yang akan mempengaruhi performa dan efisiensi kendaraan. Dalam pemodelan komputasi, kontur kecepatan direpresentasikan oleh perbedaan warna, dimana warna hijau menunjukkan kecepatan fluida yang tinggi dan warna biru menunjukkan kecepatan fluida yang rendah. Dari kontur kecepatan ini, dapat dilihat perbedaan nilai kecepatan dan arah fluida yang terjadi saat fluida melewati mobil. Semakin kecil kecepatan fluida yang melewati model mobil, maka semakin kecil pula drag coefficient mobil tersebut. Hal ini disebabkan oleh aliran fluida yang lebih lancar dan kurang turbulen pada permukaan mobil, sehingga mengurangi hambatan yang terjadi dan menghasilkan nilai drag coefficient yang lebih kecil. Oleh karena itu, pada kontur kecepatan, warna hijau yang menunjukkan kecepatan fluida yang tinggi, akan mendominasi pada permukaan mobil. Sebaliknya, jika kecepatan fluida yang melewati model mobil semakin besar, maka akan terjadi turbulensi pada aliran fluida, sehingga menghasilkan nilai drag coefficient yang lebih besar. Hal ini terlihat pada kontur kecepatan, dimana warna biru yang menunjukkan kecepatan fluida yang rendah, akan mendominasi pada permukaan mobil.

Gambar 4 menunjukkan perbandingan kontur kecepatan pada dua jenis mobil box yang berbeda, yaitu mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box yang dimodifikasi dengan penambahan spoiler. Pada kontur kecepatan mobil box standar tanpa spoiler, terlihat bahwa luas area warna biru dan hijau lebih besar dibandingkan dengan mobil box yang dimodifikasi dengan spoiler. Hal ini menunjukkan adanya penghalang aliran udara pada mobil box standar tanpa spoiler. Aliran udara yang mengalir pada kendaraan memiliki kecepatan tertentu yang ditentukan oleh kecepatan kendaraan dan sifat aliran udara itu sendiri. Aliran udara akan terpecah saat melintasi kendaraan, dimana sebagian akan mengalir di atas kendaraan dan sebagian lagi akan mengalir di bawah kendaraan. Aliran udara yang mengalir di atas kendaraan akan membentuk gaya angkat (lift) yang dapat mempengaruhi performa kendaraan. Pada mobil box standar tanpa spoiler, terdapat penghalang pada bagian belakang mobil yaitu kotak (box) yang memperbesar area permukaan mobil. Hal ini akan memperbesar

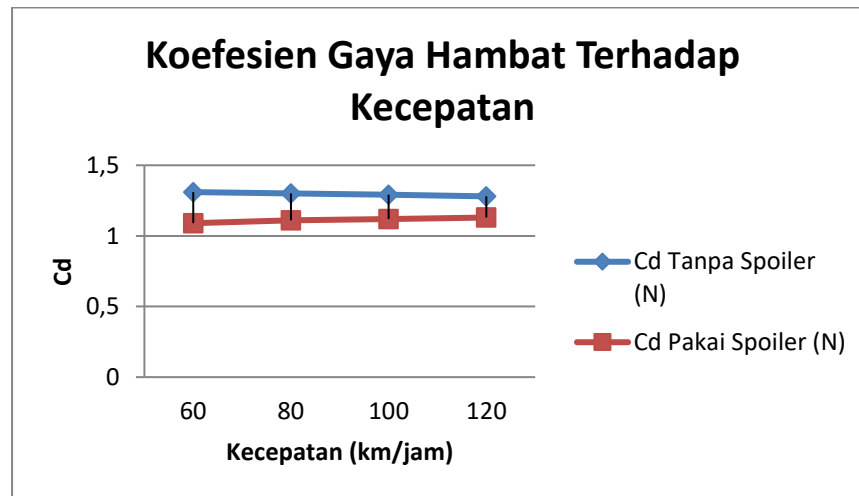
daerah tekan di bagian belakang mobil dan menghasilkan gaya angkat yang lebih besar. Gaya angkat ini akan mempengaruhi stabilitas mobil, terutama saat melaju dengan kecepatan tinggi. Sementara itu, pada mobil box yang dimodifikasi dengan penambahan spoiler, aliran udara di belakang mobil akan dipengaruhi oleh spoiler. Spoiler ini berfungsi untuk mengubah arah aliran udara sehingga meminimalisir tekanan pada bagian belakang mobil. Spoiler bekerja dengan memaksa aliran udara agar mengikuti bentuk mobil sehingga mengurangi daerah tekan di bagian belakang mobil dan mengurangi gaya angkat. Dengan begitu, mobil dapat melaju dengan lebih stabil pada kecepatan tinggi.



Gambar 4 Kontur tekanan pada mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler

4.1. Analisa Aerodinamik Berdasarkan Drag dan Gaya Hamat

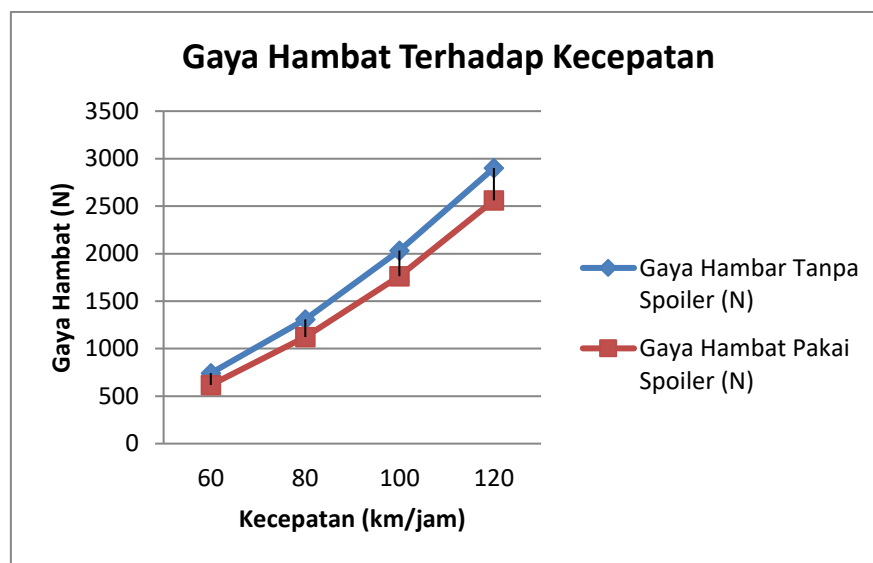
Koefisien drag atau biasa disebut dengan coefficient of drag adalah angka yang digunakan untuk mengukur seberapa besar hambatan udara terhadap sebuah objek yang bergerak melalui udara. Koefisien drag ini digunakan dalam bidang aerodinamika dan mekanika fluida untuk mengetahui seberapa besar gaya hambatan yang terjadi ketika sebuah objek bergerak melalui udara.



Gambar 5. grafik hubungan antara koefisien drag (Cd) terhadap kecepatan

Gambar 5 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara koefisien drag (Cd) dengan kecepatan. Koefisien drag adalah besaran yang digunakan untuk mengukur seberapa besar gaya hambatan yang dihasilkan oleh sebuah benda saat bergerak melalui udara atau fluida lainnya. Pada grafik tersebut terlihat adanya perbedaan koefisien drag antara mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler. Mobil box standar tanpa spoiler memiliki koefisien drag yang lebih besar dibandingkan dengan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler. Hal ini disebabkan oleh bentuk bodi mobil box standar yang cenderung memiliki sudut-sudut tajam sehingga menghasilkan turbulensi pada aliran udara yang melewatinya. Sedangkan pada mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler, bentuk bodinya telah dimodifikasi dengan penambahan spoiler yang membantu mengarahkan aliran udara sehingga terjadi turbulensi yang lebih rendah dan mengurangi koefisien drag. Selain itu, pada grafik 5 terlihat juga bahwa koefisien drag mobil box standar cenderung menurun saat terjadi peningkatan kecepatan. Hal ini disebabkan oleh efek Bernoulli, dimana semakin cepat sebuah benda bergerak melalui udara maka tekanan udara di atas permukaannya akan menurun dan tekanan udara di bawah permukaannya akan meningkat. Hal ini mengakibatkan aliran udara menjadi lebih lancar dan mengurangi turbulensi sehingga koefisien drag menurun. Sedangkan pada mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler, terlihat bahwa koefisien drag cenderung meningkat saat terjadi peningkatan kecepatan. Hal ini disebabkan oleh adanya spoiler yang mengarahkan aliran udara ke belakang mobil sehingga terbentuk turbulensi yang

memperbesar koefisien drag. Gambar 6 adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara gaya hambat (C_d) dengan kecepatan. Gaya hambat adalah gaya yang menghalangi gerakan sebuah benda melalui udara atau fluida lainnya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa mobil box standar tanpa spoiler memiliki gaya hambat yang lebih besar dibandingkan dengan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler. Hal ini disebabkan oleh koefisien drag yang lebih besar pada mobil box standar tanpa spoiler.



Gambar 6 grafik hubungan antara gaya hambat (C_d) terhadap kecepatan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada dua jenis mobil box yaitu mobil box standar tanpa spoiler dan mobil box modifikasi dengan penambahan spoiler dapat disimpulkan bahwa penambahan spoiler pada mobil box dapat mengurangi tekanan udara yang tinggi pada bagian box mobil dan meningkatkan distribusi tekanan udara yang lebih merata pada seluruh permukaan mobil. Hal ini dapat meningkatkan stabilitas kendaraan saat berkendara dengan kecepatan tinggi dan juga meningkatkan kenyamanan pengemudi karena mengurangi getaran dan kebisingan pada mobil. Selain itu, modifikasi ini juga dapat mengurangi koefisien drag pada mobil, terutama pada kecepatan tinggi, dengan mengurangi turbulensi pada aliran udara. Oleh karena itu, penambahan spoiler pada mobil box dapat menjadi pilihan yang baik bagi pengemudi yang menginginkan performa mobil yang lebih baik dan efisien secara aerodinamika.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Gilmore, C. K., & Crookston, R. K. (2001). Spoiler Aerodynamics on a Tractor-Trailer Vehicle. SAE Technical Paper Series.
- Kakogawa, T., Nakashima, T., & Chikahisa, T. (2014). Reduction of Aerodynamic Drag of a Delivery Truck Using a Flexible Spoiler. *Journal of Fluids Engineering*, 136(3), 031107.
- Maleki, S., & Assadian, M. (2015). Investigation of the Aerodynamic Performance of a Box-Type Truck Using CFD.
- Kurniawan, M. A., Oktopianto, Y., Fahmadi, A. E., & Rusmandani, P. (2022). Studi Karakteristik Aliran Udara Kendaraan dengan Penambahan Spoiler Belakang Standard Dan Lebih Panjang. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9(1), 29-39.
- Solih, E. S., Purbaningrum, S. P., Arohman, A. W., & Wijayanto, H. L. (2022). Analisis Wake Area Desain Mobil Box dengan Simulasi Aerodinamika. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(2), 957-961.
- Kurniawan, M. A. (2014). Karakteristik Aliran Pada Kendaraan Menyerupai Mpv Dengan Penambahan Rear Spoiler. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(02).
- Rendi, R., Hartadi, B., Firman, M., & Irfansyah, M. (2022). Peningkatan Kinerja Rotor Savonius Dengan Mengembangkan Sudu Baru Berbasis Airfoil. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(2), 08-15.
- Hatradi, B., Irfansyah, M., & Puteri, P. (2021). Desain Underwater Rotor Untuk Memanfaatkan Laju Aliran Sungai Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 5(2), 77-82.
- Rendi, R. (2017). Analisa Distribusi Tekanan dan Aliran Disekitar Rotor Savonius Water Turbine. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(1).
- Frihdianto, F. (2018). Analisis Penggunaan Spoiler (Rear Wing) Satu Tingkat dan Dua Tingkat Dalam Kondisi Steady Terhadap Koefisien Drag dan Lift Pada Mobil Tipe Sedan Dengan Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic).
- Cahyono, G. R., Isworo, H., Ghofur, A., & Riadi, J. (2019). Analisis Nilai Koefisien Drag Pada Model Mobil Listrik Wasaka. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 59-68.