

Simulasi Pengaruh Penambahan Headroof Spoiler Pada Truk Dengan Aplikasi Cfd

Nizam Firman Nur Habibie, Ainul Ghurri, Anak Agung Adhi Suryawan
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali 80361

Abstrak

Salah satu cara yang cukup efektif untuk menambah kecepatan dari kendaraan tersebut serta menghemat penggunaan bahan bakarnya adalah dengan melakukan pengurangan *coefficient of drag* (CD) pada kendaraan. Pada truck trailer, koefisien tahanan bernilai 0,96 yang merupakan nilai koefisien tahanan tinggi dibandingkan dengan kendaraan penumpang umumnya. Adanya penambahan headroof spoiler pada truck trailer merupakan upaya untuk mengurangi koefisien tahanan dari truck trailer yang tinggi. Metode numerik dengan menggunakan aplikasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Ansys Fluent adalah metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis dijalankan dengan menggunakan kecepatan aliran 80km/jam, 90km/jam, dan 100 km/jam dengan menggunakan viskositas k -Omega. Analisis dilakukan dengan membandingkan tiap simulasi penggunaan truck trailer tanpa headroof dan dengan penambahan headroof A, B, dan C disetiap kecepatannya. Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan aplikasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Ansys Fluent didapatkan bahwa penggunaan headroof spoiler mampu mengurangi koefisien tahanan dengan headroof C yang mampu mengurangi koefisien tahanan terbaik dengan nilai tiap kecepatan adalah 80km/jam = 0,78188, 90km/jam = 0,77475, dan 100km/jam = 0,77858.

Kata kunci: Koefisien tahanan, CFD, Headroof spoiler, Ansys Fluent.

Abstract

One of the effective ways to increase the speed of the vehicle and to save fuel usage is to reduce the coefficient of drag (CD) on the vehicle. In the trailer truck, the coefficient of resistance is 0.96 which is a high value of the coefficient of resistance compared to general passenger vehicles. The addition of a spoiler headroof to the trailer truck is an effort to reduce the high coefficient of resistance of the trailer truck. The numerical method using the Ansys Fluent Computational Fluid Dynamics (CFD) application is the analytical method used in this study. The analysis was carried out using flow rates of 80km / h, 90km / h and 100 km / h using k -Omega viscosity. The analysis is done by comparing each simulation of the use of a trailer truck without headroof and with the addition of headroof A, B, and C at each speed. From the results of simulations carried out with the Ansys Fluent Computational Fluid Dynamics (CFD) application, it was found that the use of a spoiler headroof is able to reduce the coefficient of resistance with C headroof which is able to reduce the best resistance coefficient with the value of each speed is 80km / hour = 0.78188, 90km / hour = 0.77475, and 100km / hour = 0.77858.

Keywords: Coefficient of drag, CFD, Headroof Spoiler, Ansys Fluent.

1. PENDAHULUAN

Drag Force atau gaya hambat dalam dinamika fluida adalah suatu gaya yang dapat menghambat pergerakan sebuah benda padat melalui sebuah fluida (udara). Sejumlah gaya gesek yang bertindak sejajar dengan permukaan benda, ditambah dengan adanya gaya tekan, yang bertindak dalam arah tegak lurus dengan permukaan benda merupakan bentuk gaya hambat yang paling umum.

Salah satu cara yang cukup efektif untuk menambah kecepatan dari kendaraan tersebut serta menghemat penggunaan bahan bakarnya adalah dengan melakukan pengurangan koefisien tahanan (*coefficient of drag*) pada suatu kendaraan. Nilai koefisien tahanan (*coefficient of drag*) truck memiliki nilai yang sangat besar yakni bernilai 0,96. Hal ini membuat dilakukannya penelitian dan inovasi oleh para ahli dan industri otomotif untuk mengurangi nilai drag dan konsumsi bahan bakar pada truk [1].

Dari hasil penelitian sebelumnya ketika mobil bergerak, untuk menggerakkan roda mobil dengan

kelajuan sekitar 145 km/jam sebesar 75% daya digunakan untuk mengatasi tahanan atau gaya hambat udara dari mobil (Drag Force), Marzuqi,dkk (2016) [2].

Kim, dkk (2017) [3] juga melakukan penelitian pada *truck container*, penelitian dilakukan dengan cara memberi modifikasi pada *fairing gap*. Dimana Panjang gap adalah 0,6 dan sudut gap 5° mampu mengurangi gaya drag pada tractor-trailer sebesar 16,4%. Pada penelitian ini juga menggunakan Fairing Cab Aero (ACF) yang merupakan kombinasi dari fairing cab-roff dan gap dengan memperpanjang fairing cabin aero (EACF) yang signifikan mampu mengurangi gaya hambat (*drag force*) sebesar 11,1 % dan 17,5%. Pemasangan fairing gap sangat mengurangi kecepatan aliran dan nilai drag pada *tractor-trailer*).

Kim dkk. (2019) [4] juga melakukan penelitian yang sama pada tractor-trailer. Pada percobaan ini tractor-trailer ditambahkan perangkat pengontrol aliran udara, fair fairing, fairing atap kabin, sayap

pada ekor (*tail boat*) dan *side skirt*, dirancang untuk mengurangi gaya hambat pada tractor-trailer. Dengan adanya penambahan tersebut menghasilkan pengurangan gaya drag yang cukup signifikan 26,5% dalam koefisien drag dibandingkan dengan model traktor-trailer biasa ($CD \frac{1}{4}$ 0,693). Dari hasil penelitian yang dilakukan juga didapatkan penghematan bahan bakar sebesar 13,4%.

Pada penelitian kali ini akan dilakukan penelitian untuk mengurangi koefisien tahanan pada tractor-trailer dengan menggunakan metode lain. Adapun metode yang digunakan adalah dengan menambahkan headroof spoiler pada bagian kepala truck trailer dengan menggunakan variasi bentuk yang dibedakan menjadi bentuk A, B, dan C. Dalam pembuatan model desain tractor trailer tersebut akan menggunakan Autodesk Inventor sedangkan aplikasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Ansys Fluent digunakan untuk melakukan analisa aliran. Sehingga dengan adanya penambahan headroof spoiler diharapkan mampu memperkecil koefisien tahanan yang ada di tractor-trailer.

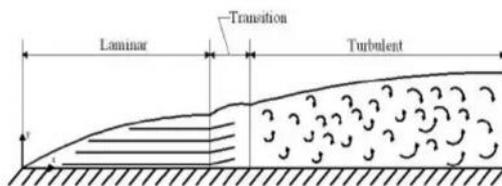
2. DASAR TEORI

2.1 Boundary Layer

Boundary layer (lapisan batas) adalah lapisan yang terbentuk disekitar benda akibat bertabrakan dengan fluida, beberapa factor seperti factor gesekan, dan efek-efek viskos merupakan penyebab hambatan sehingga menimbulkan suatu hambatan atau tahanan. Besar kecilnya hambatan dapat ditentukan oleh :

- Kekasaran permukaan benda
- Kecepatan udara yang mengalir
- Letak benda terhadap aliran udara

Secara garis besar lapisan batas (Boundary layer) terbagi menjadi 3 bagian yakni lapisan batas laminar, lapisan batas transisi, dan lapisan batas turbulen. Ketiga bagian lapisan tersebut pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Lapisan Batas Laminar, Transisi dan Turbulen.

Pada lapisan batas turbulen, Gerakan molekul fluida yang acak menyebabkan terjadinya fluktuasi kecepatan (baik pada arah paralel maupun tegak lurus terhadap aliran). Sedangkan pada lapisan batas laminar, aliran fluida bergerak secara halus antara satu sama lainnya dengan lapisan batas laminar memiliki *streamline* yang saling paralel satu sama lainnya. Perpindahan massa dan momentum terjadi dalam jumlah yang sangat besar antar lapisan fluida yang disebabkan oleh fluktuasi kecepatan pada arah tegak lurus aliran menjadi penyebab tegangan geser

pada lapisan batas turbulen lebih besar dibandingkan pada lapisan batas laminar.

2.2 Bilangan Reynolds

Rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskos yang mengkuantifikasikan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu disebut dengan bilangan Reynolds. Untuk mengidentifikasi jenis aliran tersebut bersifat laminar, turbulen atau transisi maka digunakan bilangan Reynold. Rumus Bilangan Reynold sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (1)$$

Dimana :

- Re = Bilangan Reynolds
 ρ = Density Udara kg/m³
 V = Kecepatan Udara (m/det)
 μ = Viskositas dinamik (kg/m.s)

2.2 Coefficient of Drag

Drag yaitu hambatan dari aliran pada suatu benda. *Drag* ini merupakan hambatan dari gesekan suatu benda dan hambatan ini dapat terjadi juga pada dinding pipa tempat mengalirnya fluida. Energi harus diberikan untuk mengatasi *drag* serta untuk mempertahankan gerakan relatif antara benda dan aliran fluida serta untuk menghambat terjadinya deformasi pada suatu benda yang disebabkan *drag*.

Perbedaan tekanan antara bagian depan dan belakang bodi yang disebut *pressure drag* merupakan penyebab dari Koefisien *drag*, Persamaan *coefficient of drag* adalah : Lee, dkk (2004)[5]

$$Cp = \frac{P_0 - P_s}{\frac{1}{2} \rho v_{\infty}^2} \quad (2)$$

Dimana :

- P = Teraan permukaan (N/m²)
 P₀ = Tekanan statis lingkungan (N/m²)
 v_{∞} = Kecepatan aliran bebas (m/s)
 ρ = Densitas fluida (kg/m³)

Koefisien drag yang disebabkan oleh gesekan permukaan bodi dengan fluida disebut *friction drag*. Gaya seret yang terjadi pada suatu benda dalam aliran fluida merupakan fungsi :

$$FD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot CD \cdot A \cdot V^2 \quad (3)$$

Dimana :

- FD = Gaya drag
 ρ = masa jenis fluida
 CD = Coefficient of drag
 A = luas area yang ditabrak fluida
 V = kecepatan aliran

2.3 Simulasi

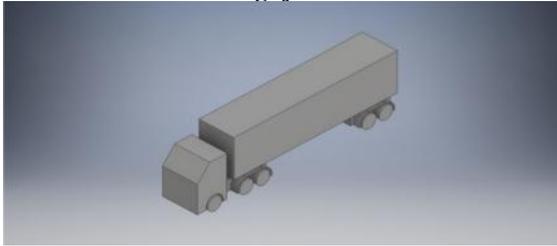
Proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta keadaan sekelilingnya (*state of affairs*) adalah pengertian dari Simulasi. Secara umum penggambaran sifat-sifat karakteristik dari hasil perlakuan sistem fisik merupakan aksi dari melakukan simulasi ini. Adapun yang dilakukan pada proses simulasi antara lain.

- Pembuatan benda uji yang sama dengan eksperimental
- Pembuatan meshing
- Penentuan boundary condition

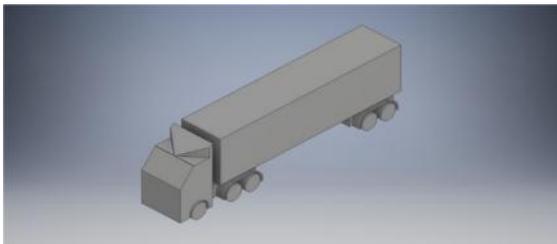
4. Menjalankan proses kerja simulasi
5. Proses dan Hasil simulasi

3. METODE PENELITIAN

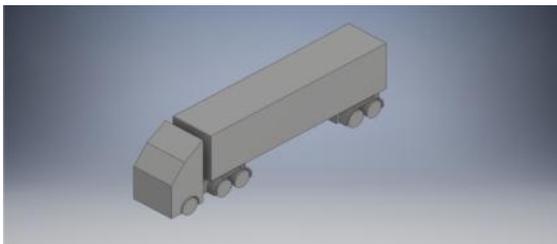
3.1 Desain Truk Pengujian



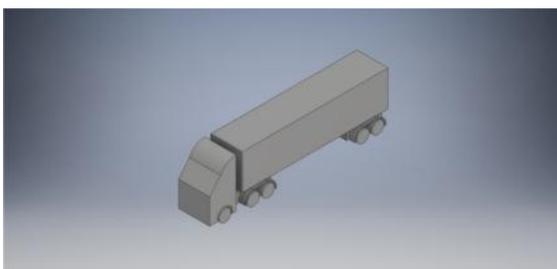
Gambar 2. Truk pengujian tanpa headroof spoiler



Gambar 3. truk pengujian dengan headroof spoiler A

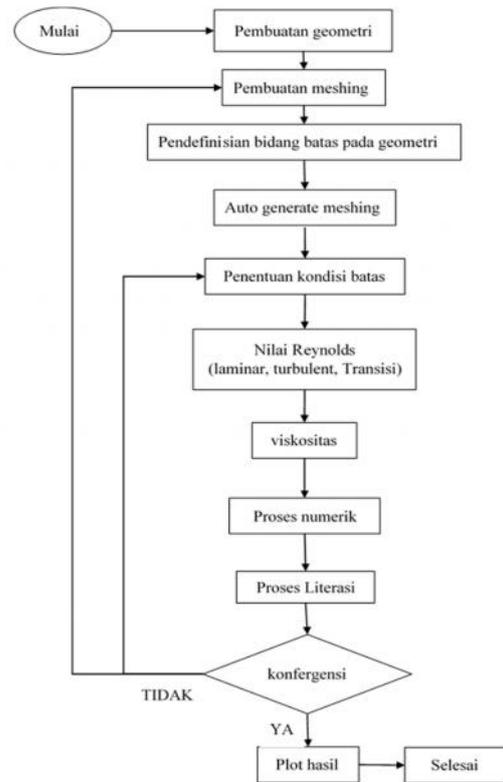


Gambar 4. Truk pengujian dengan headroof spoiler B



Gambar 5. Truk pengujian dengan headroof spoiler C

3.2 Prosedur Pengujian

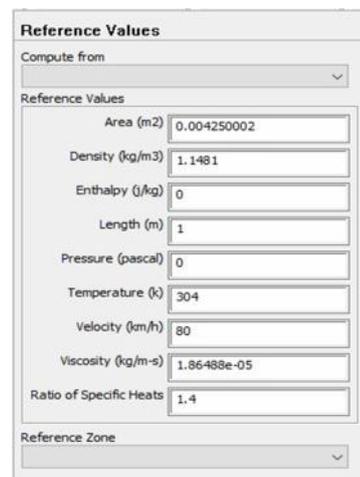


Gambar 6. Grafik langkah pengujian dengan aplikasi CFD

4. PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi

Data di dapatkan dengan cara plot pada report force setelah perhitungan pada Ansys16 selesai sehingga di dapatkan nilai Gaya Drag dan Coefficient of Drag. Perhitungan pada Ansys16 menggunakan viskositas udara k-Omega karena Reynolds number menunjukan bahwa aliran bersifat turbulance, selain itu perhitungan pada k-Omega difokuskan mendekati wall benda uji dengan reference values sebagai berikut.

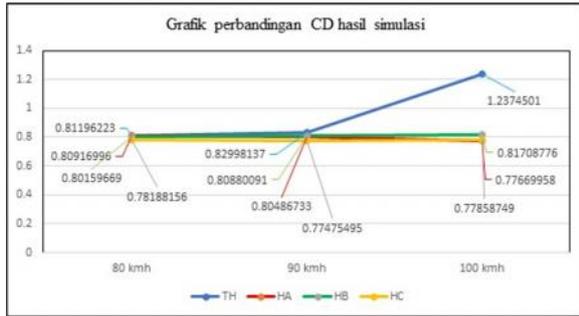


Gambar 7. Reference values penelitian

Tabel 1. Data Hasil Simulasi

No	jenis truk	DATA					
		80 km/jam		90 km/jam		100 km/jam	
		FD (N)	CD	F (N)	CD	F (N)	CD
1	tanpa headroof	0.97825119	0.81196223	1.265575	0.8299814	1.4908785	1.2374501
2	headroof A	0.97488568	0.80916996	1.2272788	0.8048673	1.4621334	0.7766996
3	headroof B	0.96576142	0.80159669	1.2332768	0.8088009	1.538164	0.8170878
4	headroof C	0.94351086	0.78188156	1.1832467	0.774755	1.4680247	0.7785875

a. Perbandingan *Coefficient of Drag* Hasil Simulasi

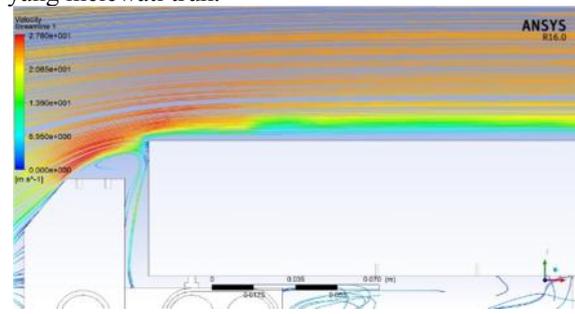


Gambar 8. Grafik perbandingan hasil simulasi

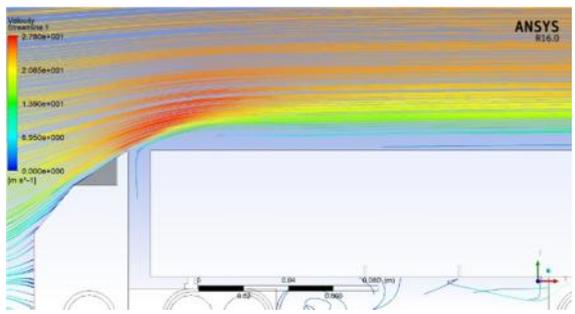
Dari grafik dapat dilihat bahwa penggunaan headroof spoiler baik tipe A, B, maupun C mampu mengurangi *Coefficient of Drag* dari truck trailer dengan headroof spoiler C yang mampu mengurangi *Coefficient of Drag* terbaik.

b. Visualisasi Aliran

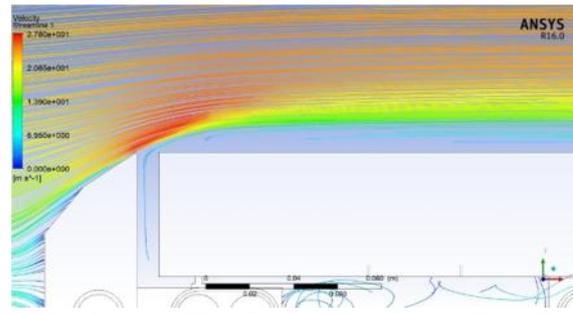
Agar dapat diketahui penyebab besarnya *coefficient of drag* dari truck-trailer maka dilakukan visualisasi aliran sehingga dapat di lihat aliran fluida yang melewati truk.



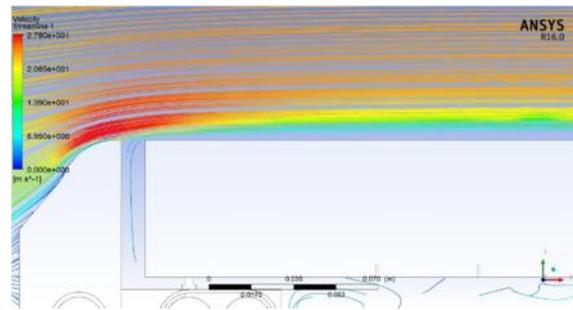
Gambar 9. Visualisasi streamline pada truk tanpa headroof spoiler



Gambar 10. Visualisasi streamline pada truk dengan headroof spoiler A



Gambar 11. Visualisasi streamline pada truk dengan headroof spoiler B



Gambar 12. Visualisasi streamline pada truk dengan headroof spoiler C

Pada gambar 8. aliran fluida yang datang langsung menabrak bagian box truk dan terjadi vortex aliran sehingga membuat *Coefficient of drag* dari truk menjadi tinggi sehingga perlu ditambahkan headroof spoiler pada kepala truk.

Pada gambar 9, 10, dan 11 dapat dilihat bahwa dengan dilakukannya penambahan headroof spoiler pada truk trailer membuat vortex pada bagian kepala truk menghilang dan aliran fluida diarahkan ke bagian atas box sehingga tidak menabrak box secara langsung, hal inilah yang membuat *coefficient of drag* dari truk berkurang.

Pada visualisasi aliran, penggunaan headroof spoiler pada truk trailer dapat dilihat jika penggunaan headroof spoiler menyebabkan aliran fluida yang mengalir diarahkan ke arah atas box truk, pada penggunaan headroof spoiler A dan B menyebabkan adanya blockage massa pada bagian atas box truk trailer sehingga membuat headroof A dan B tidak maksimal dalam menurunkan *coefficient of drag* dari truk trailer, berbeda dengan penggunaan headroof spoiler C yang membuat aliran udara mengalir lebih terarah dengan tidak menimbulkan blockage massa sehingga membuat headroof C mampu mengurangi *coefficient of drag* lebih baik.

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan secara simulasi dengan menggunakan ansys fluent dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Penggunaan headroof spoiler A, B, dan C terbukti mampu mengurangi nilai dari *coefficient of drag* dari truk trailer.
- Headroof spoiler C mampu mengurangi nilai *coefficient of drag* truck trailer terbaik dibandingkan headroof spoiler A dan B.

- c. Headroof spoiler A, B, dan C mampu menghilangkan vortex aliran yang terjadi pada bagian kepala truk trailer yang menyebabkan tingginya *coefficient of drag* pada truk trailer.
- d. Headroof spoiler C mampu mengarahkan aliran lebih baik dari headroof spoiler A dan B dengan tanpa menyebabkan adanya blockage massa pada bagian atas box truk trailer.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ray, 2019, *Mengenal Istilah Koefisien Drag pada Mobil*, www.cnnindonesia.com
- [2] Marzuqi, Noviandy, 2016, *Desain spoiler truk untuk pengurangan seretan udara (drag) berdasarkan uji terowongan angin dan uji jalan untuk penghematan bahan bakar minyak (BBM)*, Journal of Chemical Information and Modeling, Vol. 53 No.9, pp.1689–1699.
- [3] Kim J. J., 2017, *Substantial Drag Reduction Of A Tractor-Trailer Vehicle Using Gap Fairings*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, pp. 93–100.
- [4] Kim J.J., 2019, *Considerable Dra Reduction And Fuel Saving Of A Tractor–Trailer Using Additive Aerodynamic Devices*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 191, pp. 54–62.
- [5] Lee, S.-J., Park, C.-W., 2004, *Reducing the drag on a circular cylinder by upstream installation of small control rod*, Fluid Dyn. Res., Jpn. Soc. Fluid Mech, pp.233–250.



Nizam Firman Nur Habibie menyelesaikan studi di SMA Negeri 3 Lumajang pada tahun 2016, yang kemudian melanjutkan studi pada program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2016, dan kemudian menyelesaikannya pada tahun 2020.

Bidang penelitian diminati adalah Konversi Energi, mengenai Coefficient Of Drag.