

Simulasi Drag Reduction Pada Tractor Trailer Dengan Penambahan Boot Tail

Tondi Nihita Lulu Somana Valentino Naibaho, Ainul Ghurri,
dan Anak Agung Adhi Suryawan.

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Dewasa ini penggunaan kendaraan berat seperti truck sangatlah dibutuhkan namun besarnya gaya hambat yang ada pada truck mempengaruhi efisiensi dan menyebabkan polusi udara. Mengurangi gaya hambat pada kendaraan menjadi tantangan tersendiri demi mengurangi polusi udara dan meningkatkan penghematan energi. Adanya penambahan headroof, side skirts dan boot tail plates flaps dirancang dan diperkenalkan dengan tujuan mengurangi gaya hambat pada tractor-trailer. Penambahan alat-alat tersebut sudah menunjukkan pengurangan gaya hambat dari tractor trailer. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang bersifat komprehensif dan sistematis yang mencakup pengukuran gaya hambat, analisa medan aliran, dan pengkondisian lebih lanjut. Dalam studi dan penelitian ini penambahan boot tail plates flaps berdimensi 15°, 30°, 45° dengan variasi kecepatan 80, 90, 100 km/jam melalui tahap simulasi mampu mengurangi coefficient of drag pada truck. Dimana penambahan boot tail plates flaps 15 derajat memberi dampak penurunan coefficient of drag terbaik yakni pada kecepatan 80 km/jam memiliki nilai cd 0,80322698, kecepatan 90km jam nilai cd 0,80975351 dan 0,80516584 pada kecepatan 100km/jam. Dari hasil ini disimpulkan dengan ditambahkannya boot tail plates flaps mampu mengurangi coefficient of drag pada truck.

Kata kunci: Lorong udara, Truck, Boot Tail Plates Flaps, Aerodinamika

Abstract

Nowadays the use of heavy vehicles such as trucks is needed but the amount of drag that is on the truck affects efficiency and causes air pollution. Reducing the drag on the vehicle is a challenge in order to reduce air pollution and increase energy savings. The addition of headroof, side skirts and boot tail plates flaps was designed and introduced with the aim of reducing the drag on the tractor-trailer. The addition of these tools has shown a reduction in drag from the tractor trailer. However, further research that is comprehensive and systematic in nature needs to be done which includes the measurement of drag, flow field analysis, and further conditioning. In this study and research the addition of boot tail plates flaps with dimensions of 15°, 30°, 45° with variations in speed of 80, 90, 100 km/h through the simulation stage can reduce the coefficient of drag on trucks. Where the addition of 15-degree boot tail plates flaps gives the best decrease in coefficient of drag that is at a speed of 80 km/h value has a cd value of 0.80322698, a speed of 90km/h a cd value of 0.80975351 and 0.80516584 at a speed of 100km/h. From these results it was concluded that the addition of boot tail plates flaps could reduce the coefficient of drag on trucks.

Keywords : Wind Tunnel, Tractor-Trailer, Boot Tail Plates Flaps, Aerodynamics

1. Pendahuluan

Aerodinamika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari mengenai interaksi antara fluida dengan benda-benda padat (*solid*) yang bergerak dalam suatu aliran secara relatif. Dahulu ilmu aerodinamika sangat berhubungan dengan teknologi pesawat terbang mengingat pentingnya keamanan dan ketahanan pesawat ketika berada di udara. Namun seiring dengan kemajuan teknologi kini tidak hanya di kembangkan pada pesawat saja namun kapal laut, motor serta mobil serta bangunan-bangunan yang bersifat statis.

Aerodinamika pada transportasi darat sangatlah penting namun aerodinamika pada pesawat dan mobil sangatlah berbeda. Gaya hambat yang berhubungan dengan transportasi disebut dengan CoD (Coefficient of Drag). Pada umumnya CoD

digunakan untuk merepresentasikan nilai hambatan udara yang terjadi pada mobil. Tingkat nilai CoD (Coefficient of Drag) yang baik untuk kendaraan produksi massal adalah 0,3-0,6 sedangkan Sports Car berada di antara 0,25-0,3. Untuk kendaraan besar seperti bus nilai CoD (Coefficient of Drag) berada pada angka 0,6-0,7 dan Truck berada pada 0,96 [4]. Semakin kecil nilai CoD suatu kendaraan maka pemakaian (Power) pada kendaraan tersebut akan semakin berkurang yang secara otomatis mempengaruhi penggunaan bahan bakar pada kendaraan tersebut. Besarnya nilai CoD pada truck yang bernilai 0,96 membuat para ahli dan industri otomotif mulai melakukan penelitian dan inovasi untuk mengurangi nilai drag dan konsumsi bahan bakar pada truck.

Pengujian terhadap truck dilengkapi dengan roof spoiler. Pengujian ini dilakukan dengan

menggunakan Open Circuit Wind Tunnel Subsonic hasil dari pengujian memperlihatkan penurunan nilai CDP (Coefficient Drag Pressure) variasi kelengkungan R54 dan $Re = 0,37 \times 10^5$ yakni 0,3663 atau turun 15,73% dibandingkan dengan desain sebelumnya.[1]

Pengujian terhadap gaya drag dengan menggunakan wind tunnel dan variasi kecepatan angin. Hasil dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa semakin aerodinamis suatu kendaraan maka gaya drag yang dihasilkan semakin kecil dan stabil. [5]

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).[2]

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%.[3]

Pada penelitian kali ini akan dilakukan penelitian untuk mengurangi gaya drag pada tractor-trailer dengan menggunakan metode lain. Adapun metode yang ingin saya gunakan adalah dengan menambahkan sayap pada ekor (Boot Tail Plates Flaps) dengan menggunakan beberapa variasi sudut. Adapun besar sudut yang akan digunakan sebesar $15^\circ, 30^\circ,$ dan 45° . Dalam membuat model desain tractor trailer akan menggunakan Autodesk Inventor sedangkan untuk melakukan analisa aliran menggunakan ANSYS sebagai pembanding. Sehingga di harapkan mampu meperkecil gaya drag yang ada di tractor-trailer.

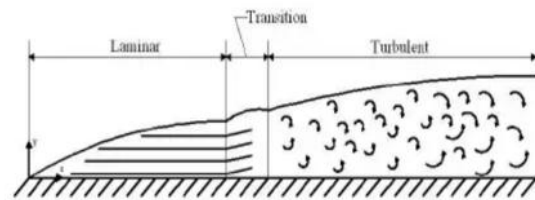
2. Dasar Teori

2.1 Lapisan Batas (Boundary Layer)

Lapisan batas adalah aliran yang berada di daerah permukaan yang dimana aliran tersebut diperlambat dikarenakan adanya gesekan antara permukaan padat dengan aliran. Pengaruh aliran tersebut dinyatakan dengan tegangan geser (*shear stress*, τ), yang disebabkan oleh *velocity gradient* yang sangat besar. Adapun *velocity gradient* muncul akibat adanya kondisi tidak slip yang dimana kecepatan fluida diatas fluida bernilai 0.

2.2 Klasifikasi Lapisan Batas

Secara garis besar lapisan batas (*Boundary Layer*) terdiri dari 3 bagian yakni : Lapisan batas laminar, lapisan batas teransisi dan lapisan batas turbulen.



Gambar 1. Klasifikasi Lapisan Batas

Pada lapisan batas laminar aliran fluida bergerak secara halus antara satu sama lainnya atau dengan kata lain lapisan batas laminar memiliki *streamline* yang saling paralel satu sama lainnya. Sedangkan pada lapisan batas turbulen, gerakan molekul fluida yang acak menyebabkan terjadinya fluktuasi kecepatan (baik pada arah paralel maupun tegak lurus terhadap aliran). Fluktuasi kecepatan pada arah tegak lurus aliran menyebabkan perpindahan massa dan momentum terjadi dalam jumlah yang sangat besar antar lapisan fluida.

2.3 Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatualiran itu dinamakan laminar, transisi atau turbulen. Apabila aliran udara melewati suatu benda, maka dapat disimpulkan bahwa besar bilangan Reynolds tersebut adalah :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \mu \dots \dots \dots 1$$

Dimana :

- Re = Bilangan Reynolds
- ρ = Density Udara kg/m^3
- V = Kecepatan Udara (m/det)
- μ = Viskositas dinamik (kg/m.s)

2.4 Koefisien Of Drag

Drag merupakan hambatan pada suatu aliran benda. Drag terjadi akibat adanya gesekan yang terjadi pada dinding suatu benda terhadap fluida. Untuk mengatasi drag yang terjadi maka energi harus diberikan terhadap benda tersebut.

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

- FD = Gaya drag (N)
- ρ = masa jenis fluida
- CD = Coefficient of Drag
- A = luas area yang ditabrak fluida
- V = kecepatan aliran (m/s)

2.5 Simulasi

Simulasi di lakukan dengan tujuan sebagai pembanding antara pengujian eksperimental dan pengujian secara simulasi. Adapun yang dilakukan pada proses simulasi antara lain.

1. Pembuatan benda uji yang sama dengan eksperimental
2. Pembuatan meshing
3. Penentuan boundary coundition
4. Menjalankan proses kerja simulasi
5. Proses dan Hasil simulasi

3. Metode Penelitian

3.1 Simulasi

Pada penelitian kali ini Autodesk Inventor digunakan untuk mendesain truck dan aplikasi Ansys 16 untuk melakukan uji pengujian.

3.2 Tahapan Simulasi

Adapun tahapan yang dilakukan sebelum running simulasi di Ansys Fluent adalah :

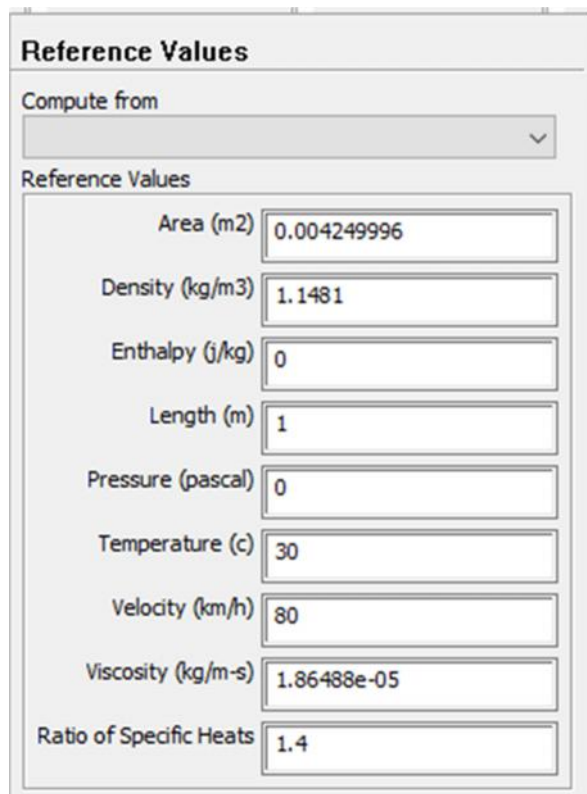
1. Pembuatan desain tractor trailer yang dimana desain dibuat dengan skala.
2. Membuat Part Boot Tail
3. Ekspor Desain agar bisa dibuka oleh Ansys Fluent
4. Membuka Ansys Fluent
5. Membuat Batas
6. Pembuatan Meshing
7. Set Reference Value pada Ansys
8. Running Pengujian pada Ansys

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan secara simulasi maka data tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik agar mempermudah untuk menganalisa hasil. Berikut data yang didapatkan.

4.1 Hasil Pengujian Simulasi

4.1.1. Parameter simulasi

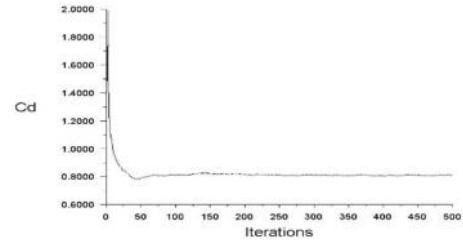


Gambar 2. Parameter Simulasi

Setelah dilakukan pengisian parameter maka pengujian dapat langsung dilakukan dan berikut hasil plot grafik hasil simulasi.

- a. Grafik tanpa boot tail (tracot trailer polos)

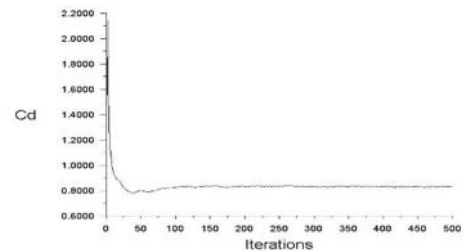
Kecepatan 80 km/jam



cd-1 Convergence History ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, slw) May 10, 2020

Gambar 3 Grafik tanpa boot tail kecepatan 80km/jam

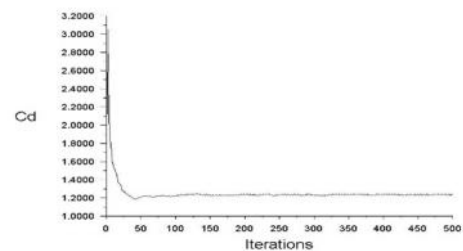
Dari grafik kecepatan 80km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai CD 0,8119
Kecepatan 90 km/jam



cd-1 Convergence History ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, slw) May 10, 2020

Gambar 4 Grafik tanpa boot tail dengan kecepatan 90 km/jam

Dari grafik kecepatan 80km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,8299814
Kecepatan 100 km/jam



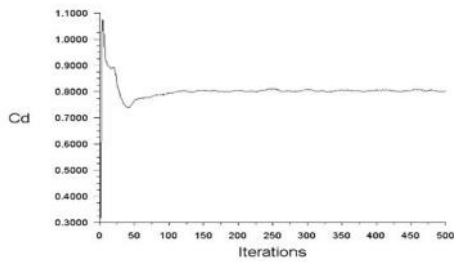
cd-1 Convergence History ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, slw) May 10, 2020

Gambar 5. Grafik Tanpa Boot Tail Kecepatan 100km/Jam

Dari grafik kecepatan 80km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 1,2374501.

- b. Grafik menggunakan boot tail 15°

Kecepatan 80 km/jam

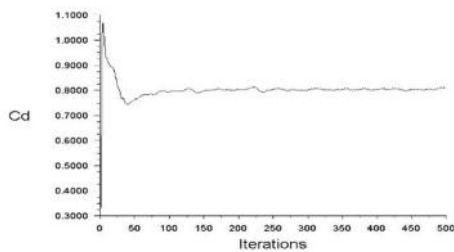


cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 10, 2020

Gambar 6. Grafik dengan menggunakan boot tail 15° kecepatan 80 km/jam

Dari grafik kecepatan 80km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,80322698.

Kecepatan 90km/jam

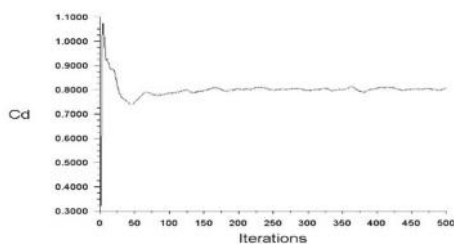


cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 10, 2020

Gambar 7. Grafik dengan menggunakan boot tail 15° kecepatan 90 km/jam

Dari grafik kecepatan 90km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,80975351.

Kecepatan 100km/jam



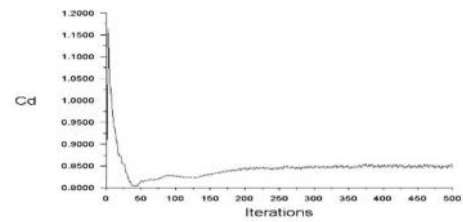
cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 10, 2020

Gambar 8. Grafik dengan menggunakan boot tail 15° kecepatan 100 km/jam

Dari grafik kecepatan 100km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,80516584

c. Grafik dengan menggunakan boot tail 30°

Kecepatan 80km/jam

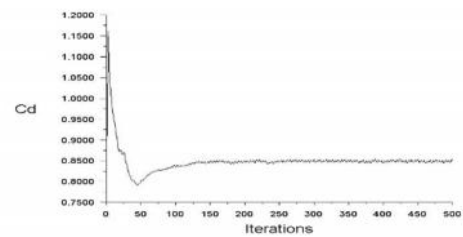


cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 11, 2020

Gambar 9. Grafik dengan menggunakan boot tail 30° kecepatan 80 km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,84696008

Kecepatan 90 km/jam

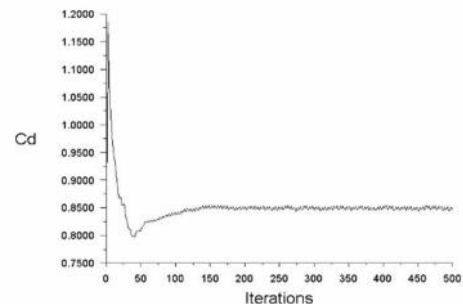


cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 11, 2020

Gambar 10. Grafik dengan menggunakan boot tail 30° dengan kecepatan 90 km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,85034047

Kecepatan 100 km/jam



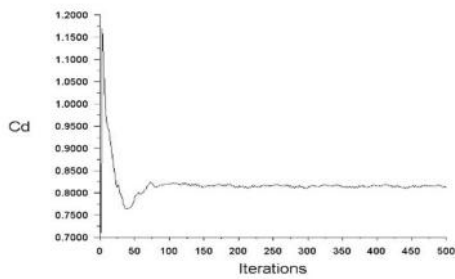
cd-1 Convergence History
ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, pbrns, skiv)
May 11, 2020

Gambar 11. Grafik dengan menggunakan boot tail 30° kecepatan 100km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,84791236

d. Grafik dengan menggunakan boot tail 45°

Kecepatan 80 km/jam

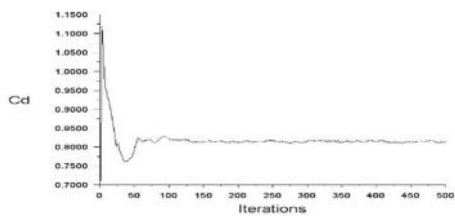


cd-1 Convergence History May 12, 2020 ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, skiv)

Gambar 12. Grafik dengan menggunakan boot tail 45° kecepatan 80km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,81170288

Kecepatan 90 km/jam

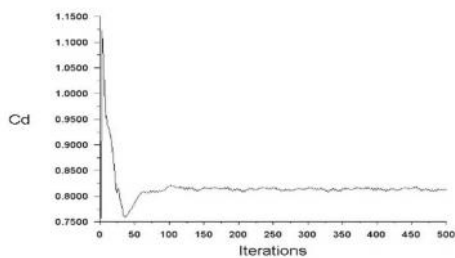


cd-1 Convergence History May 12, 2020 ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, skiv)

Gambar 13. Grafik dengan menggunakan boot tail 45° kecepatan 90km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,81375741

Kecepatan 100 km/jam



cd-1 Convergence History May 12, 2020 ANSYS Fluent Release 16.0 (3d, dp, p1ns, skiv)

Gambar 14. Grafik dengan menggunakan boot tail 45° kecepatan 100km/jam

Dari grafik kecepatan 80 km/jam dengan parameter disesuaikan dengan keadaan saat melakukan esperimental diperoleh nilai 0,8139597.

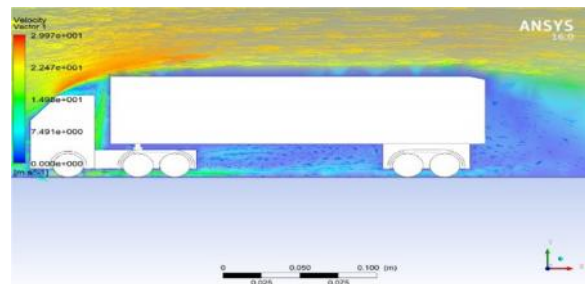
4.2 Hasil Simulasi

No	Jenis Truk	DATA					
		80 km/jam		90 km/jam		100 km/jam	
		FD (N)	CD	F (N)	CD	F (N)	CD
1	Tanpa Boot Tail	0,97825119	0,81196223	1,265575	0,8299814	1,4908785	1,2374501
2	Boot tail 15	0,96772559	0,80322698	1,2347294	0,80975351	1,515721	0,80516584
3	Boot Tail 30	1,0204153	0,84696008	1,2966175	0,85034047	1,5961915	0,84791236
4	Boot tail 45	0,97793733	0,81170288	1,2408346	0,81375741	1,5322755	0,81395972

Gambar 15. Hasil Simulasi

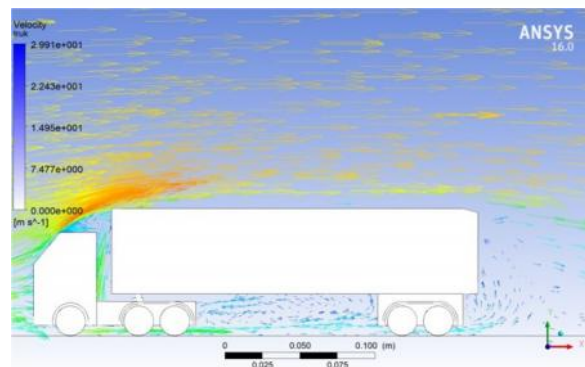
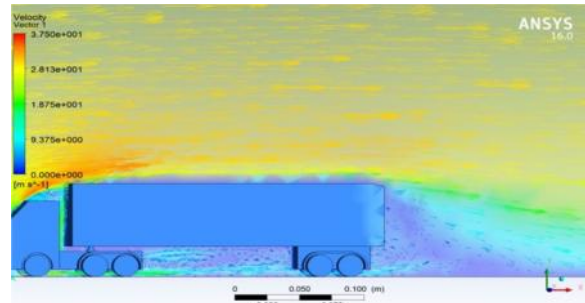
4.3 Visualisasi Aliran Simualsi

A. Visualisasi aliran kecepatan 80 boot tail 15°



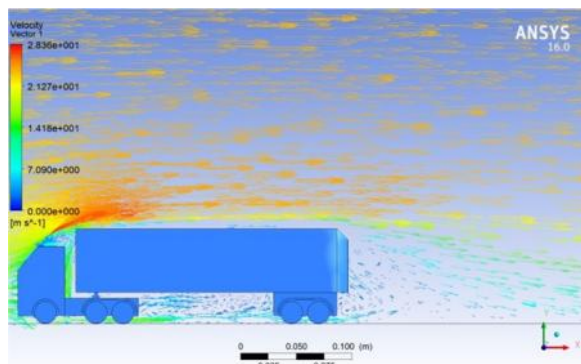
Gambar 16 Visualisasi aliran pada kecepatan 80km/jam boot tail 15°

B. Visualiasi aliran kecepatan 100 dengan boot tail 15°



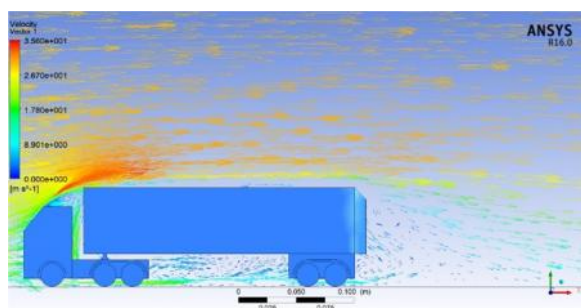
Gambar 17 Visualisasi aliran pada kecepatan 100 boot tail 15°

C. Visualisasi aliran kecepatan 80 dengan boot tail 45°



Gambar 18 Visualisasi aliran pada kecepatan 80km/jam boot tail 45°

D. Visualisasi aliran kecepatan 100 boot tail 45°



Gambar 19 Visualisasi aliran pada kecepatan 100km/jam boot tail 45°

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian secara simulasi yang sudah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut: Secara simulasi menggunakan Ansys 16 penggunaan boot tail 15° sebagai boot tail terbaik dalam mengurangi coefficient of drag dibandingkan dengan boot tail 30° dan boot tail 45°. Pada hasil simulasi visualisasi aliran yang didapatkan sudah sesuai dengan dimana dengan ditambahkannya boot tail mampu mengurangi wake pada area belakang truck sehingga mampu mengurangi coefficient of drag pada truck.

Daftar Pustaka

[1] Aprilyantom, B. A. G. U. S., 2016, *Karakteristik Aerodinamika Pada Kendaraan Jenis Truk Yang Dilengkapi Roof Spoiler*, JTM. Vol. 04, No. 03, pp. 367–376.

[2] Kim J. J., 2019, *Considerable Drag Reduction And Fuel Saving Of A Tractor-Trailer Using Additive Aerodynamic Devices*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 191, pp. 54–62.

[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] Ray, 2019, *Mengenal Istilah Koefisien Drag pada Mobil* www.cnnindonesia.com

[5] Suswanto, B, Finahari, N., 2013, *Studi Pengaruh Model Mobil Dan Variasi Kecepatan Angin Terhadap Gaya Drag*, Jurnal Universitas Widyagama, pp. 14–19.



Tondi Nihita Lulu Somana Valentino

menyelesaikan studi di SMA Angkasa 2 Jakarta Timur pada tahun 2016, kemudian melanjutkan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2016, dan menyelesaikannya pada tahun 2020.

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