

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH BENTUK PENGARAH ANGIN (*DEFLECTOR*)
TERHADAP HAMBATAN AERODINAMIKA PADA KENDARAAN TRUK**

Disusun dan diajukan oleh

**AHMAD RYAN REMBI PUTRA
D021171018**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH BENTUK PENGARAH ANGIN (*DEFLECTOR*)
TERHADAP HAMBATAN AERODINAMIKA PADA KENDARAAN TRUK**

Disusun dan diajukan oleh

**AHMAD RYAN REMBI PUTRA
D021171018**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH BENTUK PENGARAH ANGIN (*DEFLECTOR*)
TERHADAP HAMBATAN AERODINAMIKA PADA KENDARAAN TRUK**

Disusun dan diajukan oleh

**AHMAD RYAN REMBI PUTRA
D021171018**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 25 November 2021

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

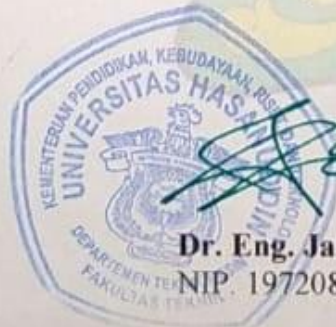


Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T
NIP. 19591220 148601 1 001



Dr. Rusan Tarakka, S.T., M.T
NIP. 19750827 200501 1 002

Ketua Departemen Teknik Mesin,



Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.
NIP. 19720825 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Ryan Rembi Putra

NIM : D021171018

Departemen : Teknik Mesin

Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Analisis Pengaruh Bentuk Pengarah Angin (*Deflector*) Terhadap Hambatan Aerodinamika Pada Kendaraan Truk”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 25 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Ryan Rembi Putra

ABSTRAK

Ahmad Ryan Rembi Putra, *Analisis Pengaruh Bentuk Pengarah Angin (Deflector) Terhadap Hambatan Aerodinamika Pada Kendaraan Truk* (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T dan Dr. Rustan Tarakka, S.T., M.T.).

Penelitian berlokasi di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin tepatnya di laboratorium mekanika fluida departemen Teknik Mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kontrol pasif berupa deflector terhadap drag aerodinamika model kendaraan truk. Objek penelitian ini adalah kendaraan truk box yang telah dimodifikasi. Penelitian dilakukan dengan dua pendekatan yaitu pendekatan komputasi memanfaatkan program *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan pendekatan eksperimental dengan menggunakan Subsonic wind Tunnel yang tersedia di laboratorium mekanika fluida departemen Teknik Mesin. Untuk pendekatan komputasi diperoleh data berupa karakteristik aliran, koefisien tekanan (CP), dan koefisien drag (CD). Namun pada pendekatan eksperimental difokuskan untuk memvalidasi koefisien tekanan dan koefisien drag memanfaatkan perangkat load cell. Terdapat tiga jenis *deflector* yang digunakan yaitu *deflector* datar, *deflector* cekung, dan *deflector* cembung. Kecepatan *upstream* yang dialirkan masing-masing 11.1 m/s, 13.9 m/s, 16.7 m/s, 19.4 m/s, 22.2 m/s. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penambahan kontrol pasif berupa *deflector* dapat menunda separasi aliran dan memperkecil olakan pada bagian atas kepala dan bagian belakang model uji. Nilai koefisien tekanan mampu ditingkatkan dan mengurangi nilai koefisien drag dengan reduksi tertinggi sebesar 10.325% untuk pendekatan komputasi dan 8.334% untuk pendekatan eksperimental.

Kata kunci : CFD, *deflector*, karakteristik aliran, koefisien tekanan, koefisien *drag*

ABSTRACT

Ahmad Ryan Rembi Putra, Analysis of the Effect of Deflector Shapes on Aerodynamic Barriers in Truck Vehicles (supervised by Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, M.T and Dr. Rustan Tarakka, S.T., M.T.).

The research is located at the Faculty of Engineering, Hasanuddin University, precisely in the fluid mechanics laboratory of the Mechanical Engineering department. This study aims to determine the effect of passive control in the form of a deflector on the aerodynamic drag of a truck model. The object of this research is a modified box truck vehicle. The research was carried out using two approaches, namely a computational approach using the Computational Fluid Dynamics (CFD) program and an experimental approach using a Subsonic wind tunnel available in the fluid mechanics laboratory of the Mechanical Engineering department. For the computational approach, data are obtained in the form of flow characteristics, pressure coefficient (CP), and drag coefficient (CD). However, the experimental approach is focused on validating the pressure coefficient and drag coefficient using a load cell device. There are three types of deflector used, namely flat deflector, concave deflector, and convex deflector. The upstream velocities are 11.1 m/s, 13.9 m/s, 16.7 m/s, 19.4 m/s, 22.2 m/s. The results showed that the addition of a passive control in the form of a deflector could delay the flow separation and reduce the turbulence at the top of the head and the back of the test model. The value of the pressure coefficient can be increased and reduced the value of the drag coefficient with the highest reduction of 10.325% for the computational approach and 8.334% for the experimental approach.

Keywords: CFD, deflector, flow characteristics, pressure coefficient, drag coefficient

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Syukur Alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wata'ala, karena atas kehendak-Nya penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Tak lupa pula shalawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, panutan kita semua dalam menjalani kehidupan di dunia ini. Dengan izin dan rahmat dari Allah semata penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dengan judul: **Analisis pengaruh bentuk pengarah angin (*deflector*) terhadap hambatan aerodinamika pada kendaraan truk** untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, S.T, M.T.** selaku Pembimbing Utama dan **Bapak Dr. Rustan Tarakka, ST., MT** selaku Pembimbing Pendamping yang telah banyak membantu baik dalam penulisan maupun pemikiran pada skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak H. Darwis dan Ibu Hj. Hasny, saudari penulis Nisa dan Rania. yang telah menjadi sumber semangat dan motivasi penulis selama ini.
2. Yth. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A. selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Yth Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Yth. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah menyetujui dan menerima tugas akhir penulis.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sudah dibagikan terhadap penulis. Ilmu dan pengetahuan yang membuat penulis

semakin mengerti fenomena-fenomena dalam bidang teknik terutama bidang teknik mesin.

6. Staf Departemen Teknik Mesin, yang telah banyak membantu.
7. Teman-teman Laboratorium Mekanika Fluida yang setia menemani selama masa pengambilan data dan penulisan tugas akhir.
8. Saudara-saudara seperjuangan mahasiswa Departemen Teknik Mesin ZYNCROMEZH 2017 yang telah memberi bantuan, dukungan, kerjasama yang sudah dijalani selama ini dan kiranya kesuksesan selalu menyertai teman-teman sekalian.
9. Teman-teman di kontrakan perumahan teknik unhas blok M No.4 yang selalu menjadi tempat bersukacita penulis.
10. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada orang yang turut bersukacita atas keberhasilan penulis menyelesaikan skripsi ini.

Tentunya dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Semua kebaikan berasal dari Allah semata, segala kekurangan dan kekeliruan berasal dari penulis maka dari itu penulis memohon maaf atas segala kesalahan, kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Gowa, 25 November 2021



Ahmad Ryan Rembi Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Lapisan Batas	4
2.2. Separasi Aliran.....	5
2.3. Koefisien <i>Drag</i>	6
2.4. Koefisien Tekanan	8
2.5. Bilangan Reynolds	10
2.6. <i>Streamline</i>.....	11
2.7. Pengurangan Gaya <i>Drag</i> pada Kendaraan Truk.....	12
2.8. Pengarah Angin (<i>Deflector</i>).....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2. Objek Penelitian.....	14
3.3. Pendekatan Komputasi	17
3.4. Pendekatan Eksperimental	20
3.5. Diagram Alir.....	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Hasil.....	24
4.1.1. Karakteristik Aliran	24
4.1.2. Koefisien Tekanan (Cp)	34
4.1.3. Koefisien Drag (Cd)	60
4.1.4. Perbandingan Hasil Pendekatan Komputasi dan Eksperimen.....	66
4.2. Pembahasan.....	75
4.2.1. Karakteristik Aliran	75
4.2.2. Koefisien Tekanan (Cp).....	79
4.2.3. Koefisien Drag (Cd)	93
4.1.4. Perbandingan Hasil Pendekatan Komputasi dan Eksperimen.....	95
BAB V	104
PENUTUP.....	104
5.1. Kesimpulan.....	104
5.2. Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
DOKUMENTASI.....	108
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Karakteristik dari lapisan batas pada pelat datar	4
Gambar 2.2. Separasi Aliran pada Benda Tegak	6
Gambar 2.3. <i>Frontal Area</i>	8
Gambar 2.4. Distribusi tekanan pada mobil.....	8
Gambar 2.5. Karakteristik aliran pada <i>tractor-trailer</i>	11
Gambar 2.6. Distribusi gaya hambat aerodinamis untuk truk trailer-traktor	12
Gambar 2.7. Penambahan <i>deflector</i> untuk mengurangi gaya <i>drag</i>	12
Gambar 3.1. Dimensi model uji.....	13
Gambar 3.2. Dimensi model <i>deflector</i> cekung.....	15
Gambar 3.3. Dimensi model <i>deflector</i> datar.....	15
Gambar 3.4. Dimensi model <i>deflector</i> cembung.....	16
Gambar 3.5. Dimensi model uji yang telah di modifikasi dengan penambahan <i>deflector</i> . 16	
Gambar 3.6. Titik distribusi koefisien tekanan (Cp) Depan.....	19
Gambar 3.7. Titik distribusi koefisien tekanan (Cp) Atas.....	19
Gambar 3.8. Wind tunnel	20
Gambar 3.9. Sketsa Penempatan model Uji pada load cell dan kalibrasi.....	21
Gambar 3.10. Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 4.1. Perbandingan karakteristik aliran pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{01} = 11.1$ m/	25
Gambar 4.2. Perbandingan karakteristik aliran pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{02} = 13.9$ m/.....	27
Gambar 4.3. Perbandingan karakteristik aliran pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{03} = 16.7$ m/.....	29
Gambar 4.4 Perbandingan karakteristik aliran pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{04} = 19.4$ m/.....	31
Gambar 4.5. Perbandingan karakteristik aliran pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{05} = 22.2$ m/.....	33
Gambar 4.6. Hubungan koefisien tekanan (Cp) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan <i>upstream</i> $U_{01} = 11.1$ m/s pada pendekatan komputasi.....	36

Gambar 4.7. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{02} = 13.9$ m/s pada pendekatan komputasi.....	39
Gambar 4.8. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{03} = 16.7$ m/s pada pendekatan komputasi.....	41
Gambar 4.9. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{04} = 19.4$ m/s pada pendekatan komputasi.....	44
Gambar 4.10. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{05} = 22.2$ m/s pada pendekatan komputasi.....	46
Gambar 4.11. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{01} = 11.1$ m/s pada pendekatan eksperimen.....	49
Gambar 4.12. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{02} = 13.9$ m/s pada pendekatan eksperimen.....	49
Gambar 4.13. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{03} = 16.7$ m/s pada pendekatan eksperimen.....	54
Gambar 4.14. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{04} = 19.4$ m/s pada pendekatan eksperimen.....	57
Gambar 4.15. Hubungan koefisien tekanan (C_p) dengan posisi titik pengukuran untuk model uji dengan variasi kecepatan upstream $U_{05} = 22.2$ m/s pada pendekatan eksperimen.....	59
Gambar 4.16. Hubungan nilai koefisien drag pada model uji tanpa kontrol pasif dengan variasi kecepatan <i>upstream</i> U_0 pada pendekatan komputasi.....	61
Gambar 4.17. Hubungan nilai koefisien drag pada model uji dengan kontrol pasif deflector dengan variasi kecepatan <i>upstream</i> U_0 pada pendekatan komputasi.....	62
Gambar 4.18. Hubungan nilai koefisien drag pada model uji tanpa kontrol pasif dengan variasi kecepatan <i>upstream</i> U_0 pada pendekatan eksperimen.....	64
Gambar 4.19. Hubungan nilai koefisien drag pada model uji dengan kontrol pasif deflector dengan variasi kecepatan <i>upstream</i> U_0 pada pendekatan eksperimen.....	65
Gambar 4.20. Perbandingan nilai koefisien tekanan (C_p) pendekatan komputasi dan pendekatan eksperimen pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{01} = 11.1$ m/s	66

Gambar 4.21. Perbandingan nilai koefisien tekanan (C_p) pendekatan komputasi dan pendekatan eksperimen pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{02} = 13.9$ m/s	67
Gambar 4.22. Perbandingan nilai koefisien tekanan (C_p) pendekatan komputasi dan pendekatan eksperimen pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{03} = 16.7$ m/s	68
Gambar 4.22. Perbandingan nilai koefisien tekanan (C_p) pendekatan komputasi dan pendekatan eksperimen pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{04} = 19.4$ m/s	69
Gambar 4.23. Perbandingan nilai koefisien tekanan (C_p) pendekatan komputasi dan pendekatan eksperimen pada model uji dengan kecepatan <i>upstream</i> $U_{05} = 22.2$ m/s	70
Gambar 4.24. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen tanpa kontrol pasif.....	71
Gambar 4.25. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen tanpa kontrol pasif cekung.....	72
Gambar 4.26. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen tanpa kontrol pasif datar.....	73
Gambar 4.27. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen tanpa kontrol pasif cembung.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kondisi batas model kendaraan	17
Tabel 4.1. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{01} = 11.1$ m/s dengan pendekatan komputasi.....	35
Tabel 4.2. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{02} = 13.9$ m/s dengan pendekatan komputasi.....	37
Tabel 4.3. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{03} = 16.7$ m/s dengan pendekatan komputasi.....	40
Tabel 4.4. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{04} = 19.4$ m/s dengan pendekatan komputasi.....	42
Tabel 4.5. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{05} = 22.2$ m/s dengan pendekatan komputasi.....	48
Tabel 4.6. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{01} = 11.1$ m/s dengan pendekatan eksperimen.....	45
Tabel 4.7. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{05} = 13.9$ m/s dengan pendekatan eksperimen.....	50
Tabel 4.8. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{03} = 16.7$ m/s dengan pendekatan eksperimen.....	53
Tabel 4.9. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{04} = 19.4$ m/s dengan pendekatan eksperimen.....	55
Tabel 4.10. Perbandingan nilai koefisien tekanan pada kecepatan <i>upstream</i> $U_{05} = 22.2$ m/s dengan pendekatan eksperimen.....	58
Tabel 4.11. Nilai koefisien <i>drag</i> pada model uji tanpa kontrol pasif dengan pendekatan komputasi.....	61
Tabel 4.12. Nilai koefisien <i>drag</i> pada model uji dengan kontrol pasif <i>deflector</i> dengan pendekatan komputasi.....	62
Tabel 4.13. Nilai koefisien <i>drag</i> pada model uji tanpa kontrol pasif dengan pendekatan eksperimen.....	63
Tabel 4.14. Nilai koefisien <i>drag</i> pada model uji dengan kontrol pasif <i>deflector</i> dengan pendekatan eksperimen.....	64
Tabel 4.15. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen tanpa kontrol pasif.....	71

Tabel 4.16. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen dengan kontrol pasif <i>deflector</i> cekung	72
Tabel 4.17. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen dengan kontrol pasif <i>deflector</i> datar	73
Tabel 4.18. Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> komputasi dan eksperimen dengan kontrol pasif <i>deflector</i> cembung	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Jumlah kendaraan yang meningkat setiap tahun berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Bentuk kendaraan memengaruhi sekitar 3% dari kebutuhan bahan bakar untuk mengatasi gaya aerodinamika pada kondisi jalan kota . Pada kondisi jalan tol, 11 % energi dari bahan bakar digunakan untuk mengatasi gaya aerodinamika (Islam et al., 2010)

Untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar pada truk maka digunakan bagian tambahan pada atas kabin truk yang di sebut *deflector* atau pengarah angin. *Deflector* sangat berkaitan dengan koefisien seret (drag coefficient) yang dapat diterjemahkan kedalam gaya seret (*drag force*) pada kendaraan. Topik ini banyak diteliti sejak disadari bahwa gaya ini berhubungan dengan pemakaian bahan bakar. (Crouse et al., 1985)

Truk di Indonesia Sebagian besar jarang menggunakan *deflector* . Pengarah angin atau yang disebut *Deflector* itu sendiri merupakan aksesoris yang digunakan di atas kepala truk seperti topi, berfungsi untuk membantu mengurangi gaya drag gerak dari depan saat truk melaju pada kecepatan tinggi. Walaupun varian profil *deflector* sudah cukup beragam, namun ukuran varian profil *deflector* ini tidak memiliki literatur yang benar dan hanya digunakan sebagai aksesoris pada truk saja. Profil *deflector* yang digunakan pun belum tentu menghasilkan aerodinamik yang baik. (Barnard 2009)

Keunggulan penggunaan *deflector* ternyata mengalami pergeseran fungsi terhadap pemakaian. Pergeseran fungsi *deflector* pengemudi dan pemilik truk sangat penting untuk dibahas dan diperbaiki secara jelas dan konkrit dalam bentuk modifikasi dan eksperimen untuk mengetahui dan sebagai peningkatan nilai fungsi serta nilai jual *deflector* tersebut.

Dari hasil survey yang dilakukan diperoleh hanya 22% pengemudi yang berpendapat bahwa alat ini berfungsi sebagai penghemat bahan bakar, selain itu 77% berpendapat berguna sebagai aksesoris. Oleh sebab itu dibutuhkan informasi factual bagi masyarakat bahwa *deflector* sangat berguna untuk mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan. (Marzuki et al., 2006)

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka akan dilakukan penelitian dengan judul : **“ANALISIS PENGARUH BENTUK PENGARAH ANGIN (*DEFLECTOR*) TERHADAP HAMBATAN AERODINAMIKA PADA KENDARAAN TRUK.”**

1.2.Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang menjadi sumber pertimbangan untuk melaksanakan penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik aliran udara pada kendaraan truk tanpa menggunakan *deflector* dan menggunakan *deflector* ?
2. Bagaimana nilai koefisien *drag* pada kendaraan truk tanpa menggunakan *Deflector* dan menggunakan *deflector* ?
3. Bagaimana nilai koefisien tekanan pada kendaraan truk tanpa menggunakan *deflector* dan menggunakan *deflector* ?
4. Bagaimana perbandingan hasil yang diperoleh dengan pendekatan komputasi dan eksperimen?

1.3.Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis karakteristik aliran udara pada kendaraan truk tanpa menggunakan *deflector* dan menggunakan *deflector*
2. Menganalisis nilai koefisien *drag* pada kendaraan truk tanpa menggunakan *Deflector* dan menggunakan *deflector*
3. Menganalisis nilai koefisien tekanan pada kendaraan truk tanpa menggunakan *deflector* dan menggunakan *deflector*

4. Membandingkan hasil yang diperoleh dengan pendekatan komputasi dan eksperimen.

1.4. Batasan Masalah

Dengan melihat bahwa luasnya permasalahan yang perlu dikaji dan data data pengujian yang dibutuhkan maka dalam penelitian ini, kami membatasi dalam beberapa hal diantaranya adalah :

1. Fluida uji merupakan udara yang dianggap fluida tak mampu mampat dan mengalir secara seragam pada aliran bebas yang berjarak jauh di hulu.
2. Model uji berbentuk kendaraan truk box berdimensi 1 : 42 dari versi original. Geometri model dengan panjang ($l= 214.29$ mm), lebar ($w= 53.57$ mm) dan tinggi ($h= 76.19$ mm).
3. Kecepatan aliran *upstream* 11.1 m/s (40 km/jam), 13,9 m/s (50 km/h), 16.7 m/s (60 km/jam). 19,4 m/s (70 km/jam), dan 22.2 m/s (80 km/jam).
4. Kontrol pasif yang digunakan adalah *deflector*.
5. Jumlah *deflector* yang digunakan ada 3 *deflector*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

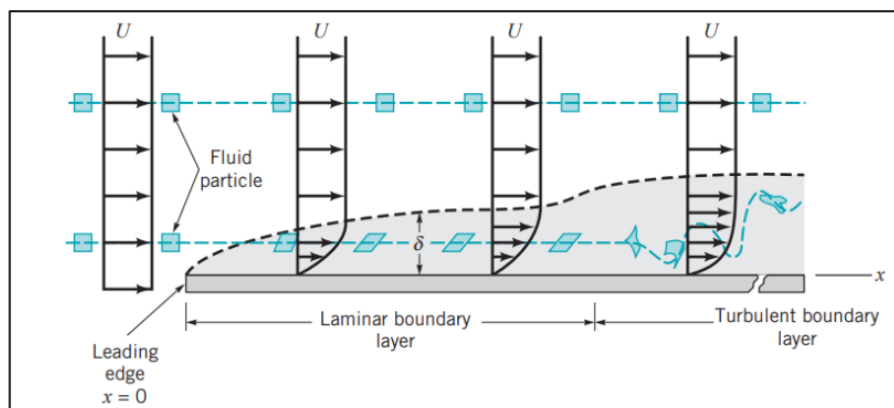
1. Bagi penulis
Menambah pengetahuan baru mengenai pengaruh *deflector* terhadap hambatan aerodinamis pada kendaraan truk.
2. Bagi akademik
Sebagai bahan referensi dalam melakukan percobaan atau pengujian yang berhubungan dengan penggunaan *deflector* pada kendaraan truk
3. Bagi industri
Memberi masukan serta referensi kepada pihak industri otomotif mengenai pengaruh *deflector* dalam memproduksi kendaraan truk ramah lingkungan serta efisien.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapisan Batas

Lapisan batas merupakan sebuah area tipis di permukaan suatu benda dimana daerah efek-efek viskos sangat penting dan diluarnya fluida berperilaku seakanakan inviscid. Lapisan batas muncul pada permukaan benda karena sifat viskositas dari fluida yang cenderung menempel pada permukaan yang bersifat stationer menyebabkan aliran fluida di atasnya melambat karena interaksi berupa tumbukan antarmolekul. Kecepatan pada daerah lapisan batas meningkat secara perlahan hingga mencapai kecepatan aliran bebas (freestream).

Proses terbentuknya lapisan batas divisualisasikan dengan menganimasikan aliran di sepanjang sebuah pelat rata. Kondisi dimana lapisan batas terbentuk pada sebuah plat datar dengan panjang tak terhingga yang disepanjangnya mengalir suatu fluida viskos tak mampu-mampat dengan kecepatan U dapat dilihat pada Gambar 2.1. Jika permukaannya melengkung (misalnya sebuah silinder bundar atau airfoil), struktur lapisan batas akan lebih rumit.



Gambar 2.1. Karakteristik dari lapisan batas pada pelat datar (Munson, 2002)

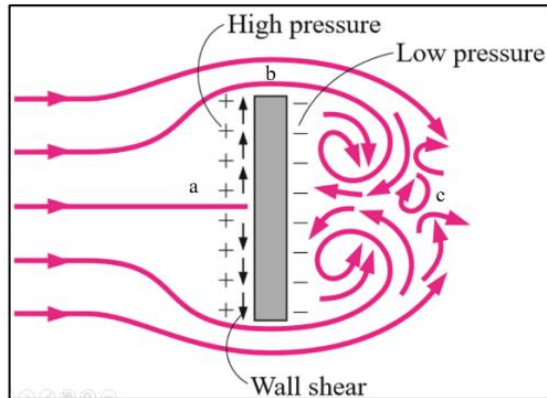
Jika bilangan Reynolds bernilai tinggi, hanya fluida di dalam lapisan batas relative tipis pada pelat yang merasakan efek dari pelat. Artinya selain di area mendekati pelat, kecepatan aliran pada dasarnya akan sebesar $V = U_i$, yaitu kecepatan hulu. Untuk pelat datar dengan panjang tak terhingga yang membentang dari $x = 0$ sampai $x = \infty$, untuk mendefinisikan bilangan Reynolds yang dimiliki cenderung lebih susah dikarenakan salah satu parameter yang digunakan yaitu panjang karakteristik tidak diketahui serta plat tidak memiliki ketebalan dan panjangnya tidak terbatas.

Lapisan batas menebal dalam arah yang sama dengan arah aliran, akibatnya perubahan kecepatan dari nol di permukaan pelat hingga us pada jarak δ semakin jauh menjadi semakin besar. Jika fluida mencapai tepi sebelah depan, tegangan geser yang besar terbentuk dekat dengan permukaan pelat karena partikel-partikel

2.2. Separasi Aliran

Separasi didefinisikan sebagai kondisi dimana aliran udara yang mengalir disepanjang permukaan benda tidak mampu lagi menempel pada permukaan tersebut. Separasi aliran berakibat pada terbentuknya aliran balik disekitar benda. Aliran yang bergerak secara teratur akan terpecah saat terjadinya separasi dan mengakibatkan terjadinya penurunan distribusi tekanan dan menimbulkan gaya drag (Anderson, 2001).

Pada Gambar 2.2 ditunjukkan skema proses terjadinya separasi aliran pada benda tegak. Timbulnya separasi aliran merupakan bentuk efek dari viskositas fluida (Munson, 2002). Hal ini disebabkan efek viskos, fluida di titik b pada permukaan benda kehilangan energi kinetik sehingga tidak memiliki momentum untuk mengalir dalam lapisan. Titik a adalah titik dimana separasi aliran terjadi. Sedangkan di titik c terjadi aliran balik (wake) karena perbedaan tekanan yang cukup besar antara sisi depan dan sisi belakang benda



Gambar 2.2. Separasi Aliran pada Benda Tegak (Cengel & Cimbala, 2006)

Pada kendaraan, separasi aliran yang terjadi sangat kompleks. Separasi aliran terjadi di seluruh bagian luar kendaraan. Hal ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kompleksitas aliran. Perbedaan tekanan ini menimbulkan fenomena hisapan kearah belakang akibat aliran balik yang terjadi pada bagian belakang kendaraan (Hilleman, 2007).

Perbedaan tekanan antara bagian depan dan bagian belakang kendaraan merupakan kontributor utama dari keseluruhan drag yang disebabkan oleh adanya separasi aliran pada bagian belakang kendaraan (Bruneau, 2010). Semakin cepat separasi aliran terjadi, maka pembentukan wake dan vortex dibagian belakang kendaraan akan semakin besar. Hal ini berdampak pada pengurangan kecepatan kendaraan, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan mengarah pada efisiensi kinerja kendaraan yang semakin rendah (Ragavan et al, 2014).

2.3. Koefisien Drag

Drag adalah besaran gaya yang bergerak di atas sebuah objek yang memiliki posisi sejajar dengan aliran bebas. *Drag* pada suatu benda di akibatkan oleh dua hal yaitu gesekan antara fluida dengan permukaan benda dan benda tekanan. *Drag* karena gesekan disebut hambatan gesek (*friction drag*) yang tergantung pada besar permukaan yang bersentuhan dengan fluida, tegangan geser, viskositas, gradien kecepatan, kekasaran permukaan dan *streamline* body. Sedangkan drag dengan benda tekan disebut from drag

tergantung pada bentuk, ukuran, distribusi tekanan, *wake* (olakan), bilangan Reynolds dan model uji dari benda yang dikenakan aliran.

Gaya *drag* (hambatan) diekspresikan sebagai hasil perkalian dari koefisien drag, tekanan dinamis arus bebas dan luas karakteristik yang dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut. (Munson, 2002), Drag dirumuskan sebagai berikut :

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A} \quad (1)$$

Dengan:

C_D = Koefisien *drag*

ρ = Density (kg/m³)

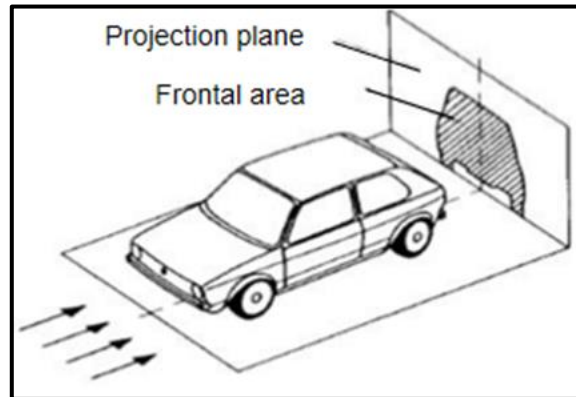
F_D = *Drag force* atau Gaya *drag* (N)

A = Luas daerah yang mengalami gesekan (m²)

U = Kecepatan fluida (m/s)

Total gaya *drag* yang dialami kendaraan akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kecepatan udara hingga pada titik tertentu. Bentuk geometri kendaraan akan menentukan nilai koefisien *drag* dimana semakin aerodinamis bentuk kendaraan, maka nilai koefisien *drag* akan semakin kecil. Besarnya gaya hambat yang terjadi akan mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar karena energi yang dibutuhkan oleh mesin untuk mendorong kendaraan dan melakukan percepatan akan semakin kecil seiring dengan berkurangnya gaya hambat yang dikenakan pada kendaraan yang memiliki arah berlawanan dengan laju kendaraan. Artinya semakin kecil gaya hambat yang bekerja pada kendaraan, maka efisiensi energi bahan bakar akan dimaksimalkan untuk mendorong kendaraan karena sedikitnya kerugian energi mesin untuk melawan gaya hambat.

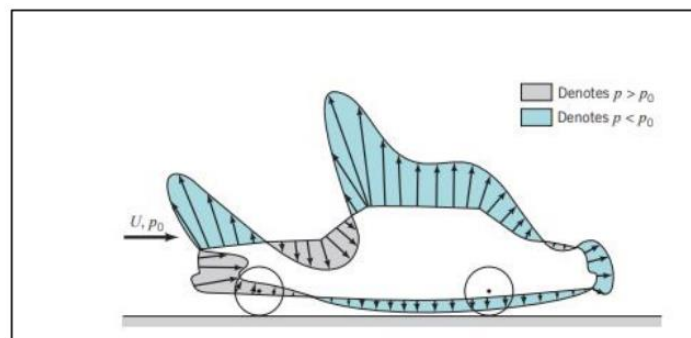
Luas area (*frontal area*) juga sangat mempengaruhi nilai gaya hambat pada suatu kendaraan. Semakin kecil luas *frontal area* dari objek, maka semakin kecil pula gaya hambat yang dihasilkan (Heisler, 2002).



Gambar 2.3. *Frontal Area* (Heiler, 2002)

2.4. Koefisien Tekanan

Drag tekanan (C_p) merupakan bagian dari drag yang langsung disebabkan oleh tekanan P terhadap sebuah benda. *Drag* ini sering disebut sebagai drag bentuk karena ketergantungan yang sangat kuat pada bentuk dari kendaraan. *Drag* tekanan adalah fungsi dari besarnya tekanan dan orientasi arah elemen permukaan dimana gaya tekan tersebut bekerja. Sebagai contoh, gaya tekan pada kedua sisi plat datar sejajar aliran mungkin saja sangat besar, tetapi gaya tersebut tidak berkontribusi pada *drag* karena gaya tersebut bekerja pada arah tegak lurus terhadap kecepatan upstream. Sebaliknya gaya tekanan pada plat datar yang tegak lurus aliran menyebabkan drag secara keseluruhan (Munson, 2002).



Gambar 2.4. Distribusi tekanan pada mobil (Munson, 2002)

Pada gambar 2.4. ketika aliran udara melewati mobil terjadi, perubahan kecepatan lokal di sekitar mobil, akibatnya terjadi perubahan tekanan statik seperti tekanan Bernoulli. Distribusi tekanan menentukan daya angkat, pitching moment, form drag dari mobil, serta posisi dari pusat tekanan. Tekanan biasa ditunjukkan dengan koefisien tekanan. Koefisien tekanan adalah selisih antara pengukuran lokal dengan tekanan aliran bebas dibagi dengan tekanan dinamis. Untuk menghitung koefisien tekanan, digunakan persamaan sebagai berikut (Munson, 2002):

$$C_p = \frac{P - P_0}{\frac{1}{2} \rho U^2} \quad (2)$$

Dengan:

- C_p = Koefisien tekanan
- P = tekanan pada permukaan model uji (Pa)
- P_0 = tekanan streamline atau garis arus (Pa)
- ρ = massa jenis fluida ($kg\ m^3 /$)
- U_0 = kecepatan upstream (m/s)

Atau lebih sederhana bila koefisien tekanan (C_p) ditentukan dari perbandingan antara tekanan atau head yang terjadi dititik uji permukaan benda uji terhadap tekanan atau head pada udara bebas (Nasaruddin Salam et al, 2017) dengan persamaan (1)

$$C_p = \frac{h_{sm} - h}{h_{sm} - h_{tm}} \quad (3)$$

Dimana:

- C_p = Koefisien tekanan
 h_{sm} = Head aliran udara statis manometer
 h_{tm} = Head aliran udara stagnasi manometer
 h = Head aliran udara di titik uji permukaan benda

Besarnya tekanan acuan tidak mempengaruhi *drag* secara langsung karena total gaya tekanan pada benda adalah nol jika tekanan konstan pada seluruh permukaan. Jika viskositas nol, *drag* tekanan pada setiap benda berbentuk apapun (simetris atau tidak) dalam aliran tunak akan bernilai nol. Namun jika viskositasnya tidak nol, total *drag* tekanan mungkin tidak nol karena separasi lapisan batas (Munson et al, 2003)

2.5. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds adalah suatu bilangan tak berdimensi yang merupakan perbandingan antara gaya inersia terhadap tegangan geser yang ditimbulkan aliran fluida. Adapun penurunan rumus dari bilangan Reynolds untuk aliran luar (*eksternal flow*) adalah sebagai berikut (Kestin et al, 1987)

$$Re = \frac{\text{Gaya inersia}}{\text{Gaya geser}} \quad (4)$$

Dimana:

$$\text{Gaya inersia} = P \times A = \rho \cdot U^2 \cdot L^2$$

$$\text{Gaya geser} = \tau \times A = \left(\frac{\mu \cdot U}{L}\right) \cdot L^2$$

Sehingga,

$$Re = \frac{\rho \cdot U^2 \cdot L^2}{\left(\frac{\mu \cdot U}{L}\right) \cdot L^2} \quad (5)$$

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot L}{\mu} \quad (6)$$

Dimana:

- U = Kecepatan aliran fluida (m/s)
- L = Panjang karakteristik (m)
- P = Massa jenis fluida (kg/m^3)
- μ = Viskositas dinamis fluida ($\text{N}\cdot\text{s/m}^2$)

Atau bilangan Reynolds ini juga didasarkan pada diameter (D) benda sehingga,

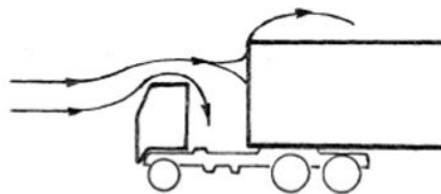
$$\text{Re} = \frac{U \cdot D}{\nu} \quad (7)$$

Dimana:

- D = Diameter silinder persegi (m)
- ν = Viskositas kinematis fluida (m^2/s)

2.6. *Streamline*

Klasifikasi aliran pada bentuk benda dapat tergantung pada apakah benda tersebut dibuat mulus mengikuti garis arus (*streamlined*) atau tumpul. Karakteristik aliran sangat bergantung pada seberapa banyak bagian yang dibuat mulus tersebut. Secara umum, benda-benda *streamlined* (seperti *airfoil*, mobil balap, dan lain-lain.) memiliki pengaruh kecil pada fluida yang mengelilinginya, dibandingkan dengan pengaruh yang dimiliki benda tumpul (misalnya parasut, gedung-gedung, dan lain-lain) pada fluida. Biasanya, tapi tidak selalu, akan lebih mudah untuk mendorong sebuah benda *streamlined* melewati suatu fluida daripada mendorong sebuah benda tumpul yang ukurannya sama agar bergerak dengan kecepatan yang sama (Munson et al, 2003).

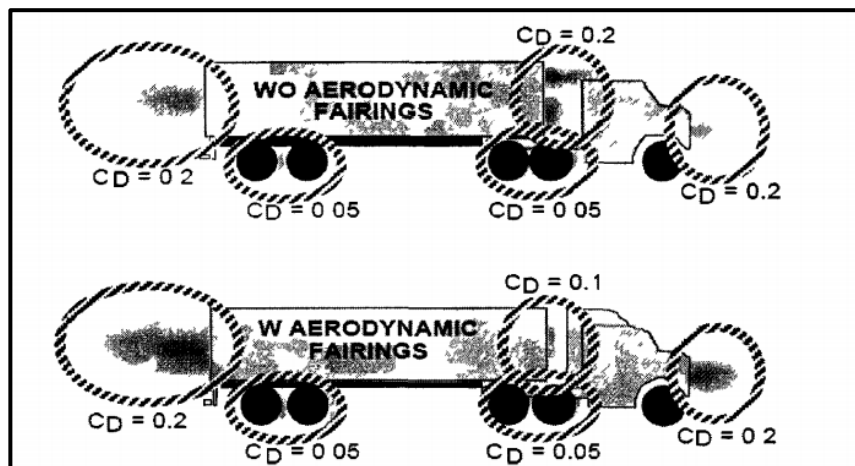


Gambar 2.5 Karakteristik aliran pada *tractor-trailer* (Koenig, 1987)

Salah satu fokus merancang benda yang konstruksinya tandem agar dapat *streamlined*, selain merubah bentuk, memvariasikan jarak antar kedua benda yang saling tandem juga lebih efektif dan praktis. Hal ini telah dikemukakan oleh Koenig bahwa dengan konfigurasi seperti ini, pengurangan gaya *drag* tercatat 10 sampai 15 %. Dengan terbentuknya olakan (*wake*) diantara benda tandem, tekanan stagnasi serta separasi aliran bisa ditunda sehingga aliran menjadi *streamlined* dan gaya *drag* menurun. Salah satu aplikasi dari penelitian ini, yaitu pada kendaraan *tractor-trailer* seperti yang terlihat pada gambar 2.5.

2.7. Pengurangan Gaya Drag pada Kendaraan Truk

Pada gambar 2.5 dapat dilihat sebagai ringkasan upaya pengurangan hambatan aerodinamis untuk kendaraan traktor-trailer selama 20 sampai 30 tahun terakhir dari studi (Wood dan Bauer 2003). Data ini menunjukkan besaran relatif gaya hambat aerodinamis pada traktor-trailer truk di bawah kondisi angin yang ideal. Dapat dilihat bahwa, gaya hambat aerodinamis total terdiri dari dari empat bagian utama, area di depan (*cabin*), area celah (*gap*), area ban dan area belakang (*wake area*).

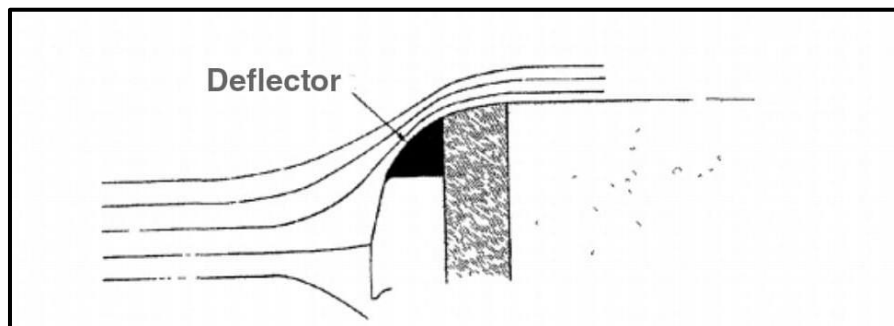


Gambar 2.6 Distribusi gaya hambat aerodinamis untuk truk trailer-tractor kendaraan berat, dengan dan tanpa fairing aerodinamis, beroperasi dalam kondisi crosswind nol. (Wood dan Bauer, 2003)

Di area celah, setelah memanfaatkan *Deflector* pada kabin untuk mengarahkan aliran menjauh dari muka depan trailer, gaya hambat aerodinamis pada kabin telah berkurang. Upaya ini telah menghasilkan pengurangan hambatan aerodinamis 30%, untuk kecepatan operasi dari 96 km/jam, dengan peningkatan yang sesuai dalam penghematan bahan bakar mendekati 15% (Wood dan Bauer, 2003).

2.8. Pengarah Angin (*Deflector*)

Pengarah angin atau *deflector* merupakan salah satu bagian dari sebuah kendaraan truk yang memperhatikan sisi aerodinamika yaitu dimana *deflector* ini berfungsi untuk membelah angin agar pergerakan truk semakin aerodinamis (*deflector*) yang biasa terbuat dari fiberglass juga berfungsi mencegah angin menabrak area bak secara frontal dan dapat membantu memperkecil gaya *drag* pada truk karena aliran udara dapat mengalir kebelakang dengan mulus .



Gambar 2.7 Penambahan *Deflector* untuk mengurangi gaya *drag* (Mason and Beebe, 1978)

Ketinggian pemasangan pengarah angin (*deflector*) di letakkan pada bagian atas kabin, dan harus sejajar dengan tinggi box atau karoserinya. Menurut Dimana tidak melebihi tinggi total kendaraan truk tersebut . *Deflector* biasanya tersedia di bengkel dan karoseri sebagai aksesoris. Bentuknya bahkan lebih bervariasi lagi dan menyesuaikan ukuran truk serta tinggi bak yang di gendong .