

**ANALISIS KETINGGIAN SPOILER TERHADAP AERODINAMIKA
MOBIL MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*
(CFD)**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KETINGGIAN SPOILER TERHADAP AERODINAMIKA MOBIL
MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*
(CFD)



Disusun oleh :

Nama	:	Rizkillah
NIM	:	41316110062
Program Studi	:	Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

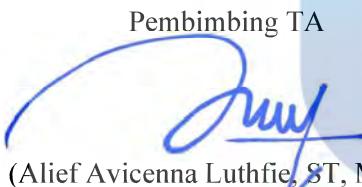
ANALISIS KETINGGIAN SPOILER TERHADAP AERODINAMIKA MOBIL MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

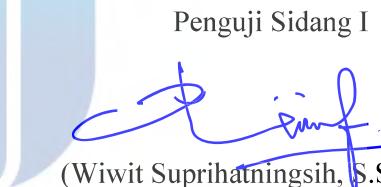
Disusun Oleh

Nama : Rizkillah
NIM : 41316110062
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 27 Agustus 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)
NIP: 216910097

Penguji Sidang I

(Wiwit Suprihatningsih, S.Si, M.Si)
NIP: 119800641

Penguji Sidang II

(Nurato, ST, MT)

NIP: 197580211

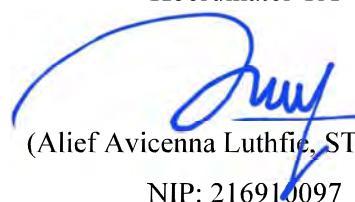
Penguji Sidang III

(Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D)

NIP: 118900633

Mengetahui



Koordinator TA

(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)
NIP: 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizkillah
NIM : 41316110062
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Ketinggian Spoiler Terhadap Pengaruh Aerodinamika Mobil Menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD).

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat dan penjiplakan terhadap karya orang lain, maka penulis bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi yang berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini penulis buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, 30 Juli 2021



Rizkillah

PENGHARGAAN

Alhamdulillah puji syukur ke hadirat Allah swt yang telah memberikan rahmat hidayah dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad saw, beserta keluarganya para sahabatnya dan umatnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini merupakan tahap akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak maka dari itu sudah sepantasnya penulis ingin mengucapkan b terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Ngadino Surip, M.S., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Muhammad Fitri, M.Si. Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Kahir Teknik Mesin.
5. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Kedua orang tua tercinta serta adik atas doa yang selalu kalian curahkan kepada penulis dan dukungan materi maupun nonmateri serta semangat yang selalu berikan kepada penulis.
7. Serta teman-teman seperjuangan yang membantu dalam segi moril tanpa materil.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Sekian dan terima kasih

Jakarta 30 Juli 2021

Rizkillah

ABSTRAK

Kendaraan seperti mobil memerlukan kestabilan dalam berkendara. *Spoiler* adalah salah satu perangkat tambahan untuk menambah *downforce* sehingga membuat mobil dapat melaju dengan stabil. Salah satu parameter untuk menentukan kestabilan pada suatu kendaraan dapat dilihat dari nilai koefesien angkat (*cl*) yang menunjukkan nilai negatif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ketinggian *spoiler* untuk menjaga kestabilan mobil yang ditinjau dari nilai *lift force* dan koefesien angkat dengan menggunakan metode simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dengan model mobil tipe sedan dan variasi ketinggian 0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm yang dilakukan dengan tiga tahap. Tahap *pre-processing* dengan menginput tujuh variasi ketinggian geometri bodi mobil dan membuat *enclosure wind tunnel* dengan parameter kecepatan inlet 100 km/jam, *solving* dengan iterasi target *convergence* 250 iterasi, lalu tahap *processing* menunggu hingga semua hasil percobaan mencapai konvergen, tahap *post-processing* menampilkan hasil simulasi dari keseluruhan percobaan. Dari hasil simulasi dan menggunakan analisis regresi linier sederhana didapatkan hasil koefesien determinasi untuk gaya hambat sebesar 71,20%, koefesien determinasi untuk gaya angkat sebesar 2,40%, koefesien determinasi untuk koefesien hambat sebesar 71,19%, koefesien determinasi untuk koefesien angkat 2,43%, dan koefesien determinasi untuk rasio *cl/cd* sebesar 3,67%. Berdasarkan hasil koefesien determinasi tersebut maka pengaruh variasi ketinggian *spoiler* dengan stabilitas mobil sangat kecil.

Kata Kunci : mobil,, *spoiler*, *coefficient drag*, *coefficient lift*, CFD



*ANALYSIS OF SPOILER HEIGHT ON CAR AERODYNAMICS USING
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
(CFD)*

ABSTRACT

Vehicles such as cars require stability in driving. Spoiler is one of the additional devices to increase downforce so as to make the car can drive stably. One of the parameters to determine the stability of a vehicle can be seen from the lift coefficient value (cl) which shows a negative value. This study aims to determine the height of the spoiler to maintain the stability of the car in terms of the value of lift force and lift coefficient using the CFD (Computational Fluid Dynamics) simulation method with a sedan type car model and variations in height 0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm., 20 cm, 25 cm, and 30 cm which were carried out in three stages. The pre-processing stage by inputting seven variations of the height of the car body geometry and making a wind tunnel enclosure with an inlet speed parameter of 100 km/hour, solving with a convergence target of 250 iterations, then the processing stage waiting until all the experimental results reach convergence, the post-processing stage displays simulation results of the entire experiment. From the simulation results and using simple linear regression analysis, the coefficient of determination for drag is 71.20%, coefficient of determination for lift is 2.40%, coefficient of determination for drag coefficient is 71.19%, coefficient of determination for lift coefficient is 2.43%, and the coefficient of determination for the ratio cl/cd is 3.67%. Based on the results of the coefficient of determination, the effect of variations in the height of the spoiler with the stability of the car is very small.

Keywords: car, spoiler, coefficient drag, coefficient lift, CFD

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
 UNIVERSITAS MERCU BUANA	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	5
2.2 AERODINAMIKA	6
2.3 GAYA HAMBAT (<i>DRAG FORCE</i>)	7
2.4 GAYA ANGKAT (<i>LIFT FORCE</i>)	12
2.5 <i>SPOILER</i>	14
2.6 ANSYS	15
2.7 <i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS</i>	16
2.8 ANALISIS REGRESI	19

BAB III METODOLOGI	21
3.1 DIAGRAM ALIR	21
3.1.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.1.2 Diagram Alir Simulasi	25
3.2 ALAT DAN BAHAN	33
3.2.1 Alat	33
3.2.2 Bahan	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 HASIL PENELITIAN	34
4.1.1. Hasil Simulasi Gaya Hambat dan Gaya Angkat	34
4.1.2 Hasil Koefesien <i>Drag</i> dan Koefesien <i>Lift</i>	36
4.1.3. Hasil Lift/Drag Ratio	38
4.2 HASIL SIMULASI ALIRAN FLUIDA	39
4.2.1 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 0 cm	39
4.2.2 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 5 cm	41
4.2.3 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 10 cm	42
4.2.4 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 15 cm	43
4.2.5 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 20 cm	44
4.2.6 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 25 cm	45
4.2.7 Hasil Simulasi Kontur Tekanan Dan <i>Streamline</i> Ketinggian 30 cm	46
BAB V PENUTUP	48
5.1 KESIMPULAN	48
5.2 SARAN	48

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN A GAMBAR 2D	51
LAMPIRAN B KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Spoiler mobil	1
Gambar 2.1 Percobaan mengukur gaya hambat	7
Gambar 2.2 (a) hambatan bentuk dan (b) hambatan pusar	9
Gambar 2.3 Perkembangan bentuk bodi mobil dan nilai gaya hambatnya	10
Gambar 2.4 Pengaruh <i>slope</i> pada kap mobil dan kaca depan terhadap koefesien <i>drag</i>	11
Gambar 2.5 Pengaruh <i>rounding</i> dan <i>chamfering</i> pada kap depan terhadap koefesien <i>drag</i>	11
Gambar 2.6 Distribusi tekanan gaya angkat	13
Gambar 2.7 Penambahan <i>spoiler</i> dan profil aliran udaranya pada mobil sedan	14
Gambar 2.8 <i>Spoiler</i> pada kendaraan	15
Gambar 2.9. <i>Computational domain</i> 2D and 3D	18
Gambar 2.10 Garis Regresi Linier	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	21
Gambar 3.2 Desain model 3D dan variasi ketinggian <i>spoiler</i>	24
Gambar 3.3 Diagram alir simulasi	25
Gambar 3.4 Proses <i>Geometry</i>	26
Gambar 3.5 Tahap setelah <i>Boolean</i>	27
Gambar 3.6 Proses <i>Meshing</i>	29
Gambar 3.7 Grafik Residu	32
Gambar 4.1 Grafik Linier Gaya Hambat	35
Gambar 4.2 Grafik Linier Gaya Angkat	35
Gambar 4.3 Grafik Linier Koefesien <i>Drag</i>	37
Gambar 4.4 Grafik Linier Koefesien <i>Drag</i>	38

Gambar 4.5 Grafik Linier Rasio CL/CD	39
Gambar 4.6 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 0 cm	40
Gambar 4.7 <i>Streamline</i> Ketinggian 0 cm	40
Gambar 4.8 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 5 cm	41
Gambar 4.9 <i>Streamline</i> Ketinggian 5 cm	41
Gambar 4.10 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 10 cm	42
Gambar 4.11 <i>Streamline</i> Ketinggian 10 cm	43
Gambar 4.12 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 15 cm	43
Gambar 4.13 <i>Streamline</i> Ketinggian 15 cm	44
Gambar 4.14 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 20 cm	44
Gambar 4.15 <i>Streamline</i> Ketinggian 20 cm	45
Gambar 4.16 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 25 cm	45
Gambar 4.17 <i>Streamline</i> Ketinggian 25 cm	46
Gambar 4.18 <i>Pressure Contour</i> Ketinggian 30 cm	46
Gambar 4.19 <i>Streamline</i> Ketinggian 30 cm	47



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Parameter <i>Setup</i>	29
Tabel 4.1 Nilai Gaya Hambat dan Gaya Angkat	34
Tabel 4.2 Nilai Koefesien <i>Lift</i> dan Koefsien <i>Drag</i>	37
Tabel 4.3 Nilai <i>Lift/Drag Ratio</i> (CL/CD)	38



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
a	Konstanta (intersep), perpotongan dengan sumbu vertical
b	Konstanta regresi (<i>slope</i>)
ρ	Densitas fluida [kg/m^3]
A_D	Luas area proyeksi (<i>Frontal area</i>) [m^2]
V	Kecepatan awal udara [m/s]
C_D	Koefesien hambat [<i>lift</i>]
F_D	Gaya hambat (<i>drag force</i>) [N]
A_L	Luas area proyeksi bagian bawah mobil [m^2]
C_L	Koefesien angkat (<i>lift</i>)
F_L	Gaya angkat (<i>lift force</i>) [N]
F_x	Gaya yang sejajar sumbu x [N]
F_y	Gaya yang sejajar sumbu y [N]
$\cos \theta$	Arah sudut angin
τ_w	Tegangan geser [Pa]
$\sin \theta$	Arah sudut angin
dA	Luas area proyeksi (<i>Frontal Area</i>) [m^2]
dA	Luas area proyeksi bagian bawah mobil [m^2]
X	Variabel bebas (<i>predictor</i>)
Y	Garis regresi atau varibel <i>response</i>