

**ANALISIS AERODINAMIS BODI MOBIL LISTRIK GENI BIRU KMHE  
2020 TERHADAP KECEPATAN MENGGUNAKAN SIMULASI  
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
ADE SUDARYONO  
NIM: 41316110085  
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS AERODINAMIS BODI MOBIL LISTRIK GENI BIRU KMHE  
2020 TERHADAP KECEPATAN MENGGUNAKAN SIMULASI  
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*



UNIVERSITAS Disusun Oleh: A S

MERCU BUANA  
Nama : Ade Sudaryono  
NIM : 41316110085  
Program Studi : Teknik Mesin

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

## HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS AERODINAMIS BODI MOBIL LISTRIK GENI BIRU KMHE  
2020 TERHADAP KECEPATAN MENGGUNAKAN SIMULASI  
*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*



Disusun Oleh :

Nama : Ade Sudaryono  
NIM : 41316110085  
Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada Tanggal : 12 Maret 2021

MERCU BUANA

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

Hadi Pranoto, ST., MT., Ph.D.

NIP : 0302077304



Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng.

NIP : 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini .

Nama : Ade Sudaryono  
NIM : 41316110085  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Aerodinamis Bodi Mobil Listrik Geni Biru KMHE 2020  
Terhadap Kecepatan Menggunakan Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

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

Demikian pernyataan saya buat dengan keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Tangerang, 15 September 2020



( Ade Sudaryono )

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, senantiasa kita ucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang hingga saat ini masih memberikan kita nikmat iman dan kesehatan, sehingga penulis diberi untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Aerodinamis Bodi Mobil Listrik Geni Biru KMHE 2020 Terhadap Kecepatan Menggunakan Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)” ini.

Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Mata kuliah Tugas Akhir pada Universitas Mercu Buana Jakarta.

Tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada setiap pihak yang telah mendukung serta membantu penulisi selama proses penyelesaian tugas akhir ini hingga selesainya makalah ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan pada :

1. Allah Subhanahu wa ta'ala serta junjungan rasul Muhammad Shalallāhu ‘alayhi wa-alih wa-salam.
2. Kedua orang tua penulis, yang telah memberikan banyak perhatian dan dukungan baik secara moril maupun materil
3. Prof. Dr. Ngadino Surip sebagai Rektor Universitas Mercu Buana (UMB)
4. Bapak Danto Sukmajati, ST.M.Sc.Ph.D sebagai Dekan Fakultas Teknik
5. Bapak Dr. Nanang Ruhayat, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mercu Buana.
6. Bapak Hadi Pranoto, ST, MT, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, serta kesabarannya untuk membimbing penulisi dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Alief Avicenna Luthfie S.T, M.Sc, selaku Koordinator Tugas Akhir dan juga Dosen dosen di kelas Tugas Akhir.
8. Semua pihak - pihak terkait yang telah membantu penelitian dan pengambilan data , serta memberikan ide kepada penulisi.
9. Rekan-rekan Teknik Mesin Angkatan 2016

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ini masih jauh dari sempurna serta kesalahan yang penulis yakini diluar batas kemampuan penulisi. Maka

dari itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Tangerang, 10 September 2020



Ade Sudaryono



## ABSTRAK

Banyak aspek dan parameter yang dilakukan untuk mengatasi penghematan konsumsi energi pada mobil listrik *prototype* selain memodifikasi sistem *engine*, diantaranya bentuk bodi mobil yang *aerodinamis / streamline* untuk mengurangi gaya hambat (*drag*) yang ditimbulkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *drag coefficient* ( $C_D$ ) dan *lift coefficient* ( $C_L$ ) serta dapat visualisasi *contour* dan *streamline velocity* fluida udara yang melintasi bodi mobil listrik *Geni Biru KMHE 2020* dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dengan tiga tahapan : *pre-processing* yang meliputi pembentukan geometri bodi dan enclosure terowongan angin dengan parameter masukan inlet velocity 7 m/s, *solving* dengan iterasi target convergence 1000 iterasi, dan *post-processing* dengan tampilnya grafik *residual convergence history*. Dari analisis numerik dengan metode CFD, fluida udara yang melintasi bodi mobil listrik *Geni Biru KMHE 2020* pada kecepatan 7 m/s menghasilkan nilai *drag coefficient* ( $C_D$ ) sebesar 0,144 dan nilai *drag force* 1,884 N, sedangkan untuk nilai *lift coefficient* ( $C_L$ ) sebesar 0,014 dan nilai *lift force* 0,183 N . Hasil dari analisis *contour pressure*, terdapat daerah stagnasi di bagian depan bodi (*nose*) ditandai dengan warna merah dan terjadi separasi *bubble* di beberapa titik yang di tandai dengan warna hijau. Dan dari analisis *plot streamline* terdapat beberapa separasi *point* pada bagian belakang yang menyebabkan terciptanya *wake area* yang berpengaruh terhadap besarnya *drag force* (gaya hambat) yang berdampak pada menurunnya laju mobil.

**Kata kunci :** KMHE, *prototype*, mobil listrik, aerodinamis, *drag coefficient* ( $C_D$ ), *lift coefficient* ( $C_L$ ), CFD (*Computational Fluid Dynamics*)



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

*AERODYNAMIC ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLES BODY THE GENI BIRU  
KMHE 2020 ON THE VELOCITY BY USING COMPUTATIONAL FLUID  
DYNAMIC (CFD) SIMULATION*

**ABSTRACT**

*Many aspects and parameters are taken to overcome energy consumption savings in prototype electric cars in addition to modifying the engine system, including the aerodynamic / streamlined body shape of the car to reduce drag generated. The purpose of this study is to determine the value of the drag coefficient (CD) and lift coefficient (CL) and to visualize the contour and streamlined velocity of air fluid that crosses the body of the Geni Biru KMHE 2020 electric car using the CFD (Computational Fluid Dynamics) method with three stages: pre-processing which includes the formation of body geometry and wind tunnel enclosure with 7 m / s inlet velocity input parameters, solving with 1000 iteration convergence target iterations, and post-processing by displaying a residual convergence history graph. From numerical analysis using the CFD method, the air fluid that crosses the body of the Geni Biru KMHE 2020 electric car at a speed of 7 m / s is a drag coefficient (CD) value of 0.144 and a drag force value of 1.884 N, while the lift coefficient (CL) value is 0.014. and the lift force value is 0.183 N. The results of the contour pressure analysis show that there is a stagnation area at the front of the body (nose) marked in red and bubble separation occurs at several points marked in green. And from the streamlined plot analysis, there are several separation points at the rear which cause the creation of a wake area which affects the amount of drag force (drag) which has an impact on the decreasing speed of the car.*

**Keywords:** *KMHE, prototype, electric vehicles, aerodynamics, drag coefficient ( $C_D$ ), lift coefficient ( $C_L$ ), CFD (Computational Fluid Dynamics)*

MERCU BUANA



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA TULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 KOMPETISI MOBIL HEMAT ENERGI	5
2.1.1 BODI	7
2.1.2 PARAMETER DESAIN BODI KENDARAAN	8
2.2 PROPERTI FLUIDA UDARA	10
2.2.1 JENIS ALIRAN	11
2.2.2 <i>REYNOLD NUMBER</i>	12
2.3 ALIRAN EKSTERNAL	13
2.3.1 <i>BOUNDARY LAYER</i>	14
2.3.2 SEPARASI ALIRAN PADA <i>BOUNDARY LAYER</i>	14
2.4 ALIRAN UDARA PADA KENDARAAN	16
2.5 GAYA AERODINAMIKA	16
2.5.1 <i>DRAG FORCE</i> (GAYA HAMBAT)	17
2.5.2 <i>LIFT FORCE</i> (GAYA ANGKAT)	19

2.6	SIMULASI <i>CFD</i> AERODINAMIKA KENDARAAN	20
	2.6.1 <i>PRE – PROCESSING</i>	21
	2.6.2 <i>SOLVING</i>	21
	2.6.3 <i>POST – PROCESSING</i>	21
2.7	FLUENT MODEL	22
2.8	<i>BOUNDARY CONDITION</i>	23
2.9	AERODINAMIKA <i>PROTOTYPE</i>	24
<b>BAB III METODOLOGI</b>		<b>26</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	26
	3.1.1 STUDI LITERATUR	27
	3.1.2 PENGUMPULAN DATA	28
	3.1.3 <i>PRE-PROCESSING</i>	29
	3.1.4 SOLVING	40
	3.1.5 POST-PROCESSING	41
3.2	ALAT DAN BAHAN	41
3.4	SUBJEK DAN OBJEK ANALISIS	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>43</b>
4.1	<i>ITERATION RUNNING TIME</i>	43
4.2	ANALISA ALIRAN FLUIDA PADA BODI MOBIL	45
	4.2.1 <i>PRESSURE CONTOUR</i> (KONTUR TEKANAN)	45
	4.2.2 VELOCITY VECTOR (VEKTOR KECEPATAN)	46
	4.2.3 STREAMLINE PLOT	47
4.3	ANALISA GAYA AERODINAMIS	48
	4.3.1 MENCARI <i>DRAG FORCE</i>	48
	4.3.2 MENCARI LIFT FORCE	49
	4.3.3 EVALUASI AERODINAMIKA <i>PROTOTYPE</i>	49
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>51</b>
5.1	KESIMPULAN	51
5.2	SARAN	52

<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN A REPORT ANSYS DAN DRAWING 2D</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN B KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR</b>	<b>57</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pac Car II dari Team ETH Zurich di Kompetisi SEM	6
Gambar 2. 2. Urban Konsep Kampus ITS KMHE 2017	6
Gambar 2. 3. Sistem Sumbu 3D untuk Gaya Aerodinamika	8
Gambar 2. 4. Ilustrasi Gaya yang dihasilkan oleh fluida	9
Gambar 2. 5. Representasi dari a) Frontal area	9
Gambar 2. 6. Garis Aliran Laminar dan Turbulen	12
Gambar 2. 7. Separasi aliran melewati benda <i>streamline</i>	15
Gambar 2. 8. Aliran udara disekitar luar mobil	16
Gambar 2. 9. Bentuk hambatan pada mobil	17
Gambar 2. 10. Distribusi tekanan di atas bodi mobil	18
Gambar 2. 11. Distribusi tekanan sebab gaya lift	19
Gambar 2. 12. Pac Car II dari tim ETH Zurich	24
Gambar 2. 13. IDRA pegasus dari tim H2politO	25
Gambar 3. 1. Diagram alir	27
Gambar 3. 2. Ilustrasi Pengukuran Track Width	28
Gambar 3. 3. mobil listrik Geni Biru KMHE 2020	29
Gambar 3. 4. Geometri 3D Bodi Mobil Listrik Geni Biru KMHE 2020	30
Gambar 3. 5. Geometri 3D Bodi tampak depan	30
Gambar 3. 6. Geometri 3D Bodi tampak samping	30
Gambar 3. 7. Tampilan urutan proses dan cara <i>Import geometry</i>	31
Gambar 3. 8. Modelling <i>enclousure</i> mobil	32
Gambar 3. 9. <i>Meshing Method</i>	33
Gambar 3. 10. Hasil <i>Tetrahedrons Mesh</i>	33
Gambar 3. 11. <i>Details of Mesh</i>	34
Gambar 3. 12. <i>General setting</i>	35
Gambar 3. 13. <i>Operating Conditions</i>	35
Gambar 3. 14. <i>Model selection</i>	37
Gambar 3. 15. <i>Material Properties Fluid</i> udara	37
Gambar 3. 16. <i>Boundary Condition inlet velocity 7 m/s</i>	38
Gambar 3. 17. <i>Solution Methods</i>	38
Gambar 3. 18. <i>Residual Monitors settings</i> untuk <i>convergence criteria</i>	39

Gambar 3. 20. <i>Solution Initialization</i>	40
Gambar 4. 1. <i>Residual Monitors</i>	43
Gambar 4. 2. <i>Convergence history</i>	44
Gambar 4. 3. <i>Plot console Cd</i>	44
Gambar 4. 4. <i>Plot Console Cl</i>	44
Gambar 4. 5. <i>Static Pressure Contour</i>	45
Gambar 4. 6. <i>Pressure Body Contour</i>	46
Gambar 4. 7. <i>Plot Velocity Vector</i>	46
Gambar 4. 8. <i>Streamline tampak samping</i>	47
Gambar 4. 9. <i>Streamline tampak atas</i>	47
Gambar 4. 10. <i>Grafik Cd dengan Frontal Area</i>	49
Gambar 4. 11. <i>Prototype</i>	50



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Hasil pengukuran bodi mobil	29
Tabel 3. 2. Parameter dimensi geometri Bodi	30
Tabel 3. 3. Parameter masukan	34
Tabel 4. 1. Nilai <i>coefficient drag</i>	48
Tabel 4. 2. Evaluasi Nilai Cd	49



## DAFTAR SIMBOL

$\rho_{\infty}$	=	<i>Fluid density</i> [kg/m <sup>3</sup> ]
$U_{\infty}$	=	<i>Fluid velocity</i> [m/s]
$\rho$	=	Massa jenis [kg/m <sup>3</sup> ]
$g$	=	Percepatan gravitasi [m/s <sup>3</sup> ]
$\gamma$	=	Specific weight [N/m <sup>3</sup> ]
$\mu$	=	Viskositas dinamis [kg/m.s]
$\tau$	=	Tegangan geser [N/m <sup>2</sup> ]
$\nu$	=	Viskositas kinematis [m <sup>2</sup> /s]
$L$	=	Panjang karangteristik yang diukur pada medan aliran
$F_D$	=	<i>Drag force</i> [N]
$A$	=	Frontal Area [m <sup>2</sup> ]
$C_D$	=	Koefesien drag
$F_L$	=	Lift Force [N]
$C_L$	=	Koefesien lift

