

SKRIPSI

**ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE
PROTOTYPE SAMARATUNGA EV DENGAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)**



**ZULTONIK AKBAR
03051181722068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

**ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE
PROTOTYPE SAMARATUNGGGA EV DENGAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
ZULTONIK AKBAR
03051181722068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE PROTOTYPE SAMARATUNGGGA EV DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi Salah Satu Syarat memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**ZULTONIK AKBAR
03051181722068**

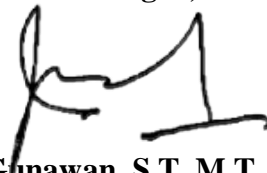
Inderalaya, 8 Juli 2021

Pembimbing I



**Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 195612271988111001**

Pembimbing II,



**Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197705072001121001**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**Nama : ZULTONIK AKBAR
NIM : 03051181722068
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE
*PROTOTYPE SAMARATUNGA EV DENGAN
METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
(CFD)*
Dibuat tanggal : 25 JANUARI 2021
Selesai Tanggal : 8 JULI 2021**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin




**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 1971112251997021001**

Inderalaya, 8 Juli 2021

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi



**Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 195612271988111001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE *PROTOTYPE* SAMARATUNGGGA EV DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Juli 2021.

Indralaya, 21 Juli 2021
Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi
Ketua :

1. (Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T)
NIP. 195903211987031001

Sekretaris :

2. (Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D)
NIP. 198105102005011005

Anggota :

3. (Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D)
NIP. 197112251997021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,
Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Pertama dan utama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. karena atas berkat limpahan rahmat, karunia serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “Analisis Aerodinamika Kendaraan Tipe *Prototype* Samaratungga EV dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD)”. Shalawat dan salam juga tidak lupa penulis haturkan kepada panutan kita, pemimpin kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan Skripsi ini, banyak sekali rintangan dan hambatan yang penulis lalui sehingga hal ini membuat penulis memerlukan bantuan beberapa pihak, baik dari segi moral ataupun materi. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Sudirwan dan Ibu Desi Peliana selaku kedua orang tua saya beserta seluruh keluarga besar yang telah berusaha dengan keras dan selalu memberikan dukungan dalam segala hal yang saya lakukan.
2. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi dan selaku Pembina Tim Sriwijaya Eco serta Pembina Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Firmansyah Burlian, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi dan selaku dosen pembimbing akademik.
4. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

5. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
7. Staf Administrasi dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Semua pihak yang ikut terlibat dan membantu setiap proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan-keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar menjadi pelajaran dan membuat skripsi ini bisa lebih baik lagi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua orang.

Palembang, 8 Juli 2021



Zultonik Akbar

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zultonik Akbar

NIM : 03051181722068

Judul : Analisis Aerodinamika Kendaraan Tipe *Prototype*
Samaratunga EV dengan Metode *Computational Fluid*
Dynamics (CFD)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 8 Juli 2021



Zultonik Akbar
03051181722068

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zultonik Akbar

NIM : 03051181722068

Judul : Analisis Aerodinamika Kendaraan Tipe *Prototype* Samaratunga EV dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 8 Juli 2021



Zultonik Akbar

NIM. 03051181722068

RINGKASAN

ANALISIS AERODINAMIKA KENDARAAN TIPE *PROTOTYPE* SAMARATUNGGGA EV DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 9 Juli 2021

Zultonik Akbar; Dibimbing oleh Ir. Firmansyah Burlian, M.T. dan Gunawan, S.T., M.T., Ph.D

68 Halaman, 15 tabel, 59 gambar, 15 lampiran

RINGKASAN

Shell Eco-Marathon (SEM) merupakan sebuah kompetisi di bidang otomotif kategori *prototype* dan *urban concept* yang dilakukan setiap tahunnya. Dalam ajang ini, peserta harus mendesain, membuat dan melombakan kendaraan khusus yang dapat melakukan efisiensi bahan bakar yang sebesar-besarnya. Standar regulasi menjadi acuan dasar dalam pendesainan model kendaraan. Universitas Sriwijaya memiliki Badan Semi Otonom (BSO) yang bergerak dalam riset otomotif yakni Sriwijaya Eco. Tim Sriwijaya Eco telah mengikuti kompetisi tahunan berskala internasional yang bernama Shell Eco-Marathon (SEM) pada kategori *battery electric prototype concept*. Namun, pada kompetisi tahun lalu Sriwijaya Eco hanya mampu mendapatkan hasil sebesar 140 km/kwh. Hasil ini terjadi dikarenakan tim belum pernah melakukan analisis terhadap aerodinamika *prototype* secara menyeluruh sehingga tim tidak dapat memprediksi pola aliran yang terjadi ketika udara melewati permukaan Samaratungga EV dan juga tidak dapat mengetahui seberapa besar gaya hambat yang dialami oleh kendaraan tersebut. Maka dari itu, dilakukanlah analisis aerodinamika terhadap kendaraan Samaratungga Ev pada penelitian karya tulis ilmiah kali ini dengan mengikuti standar regulasi Shell Eco-Marathon (SEM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran udara yang terjadi

di sekitar bodi kendaraan dan mendapatkan nilai *coefficient of drag* dari *prototype* Samaratunga EV. Dengan demikian, bisa dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap desain bodi untuk mengurangi gaya hambat yang terjadi pada permukaan kendaraan. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebuah laptop (Asus TUF Gaming FX504 Series) dan dua buah *software* yaitu Solidworks 2020 dan ANSYS 2020 R1. Proses simulasi diawali dengan melakukan pemodelan terhadap *solid-body* kendaraan Samaratunga EV. Apabila telah sesuai dengan standar regulasi, maka geometri dari *solid-body* akan diimport ke ANSYS Spaceclaim untuk pembuatan domain simulasi. Setelah itu, proses selanjutnya melakukan *setup* terhadap parameter masukan yang akan disimulasikan. Pada saat selesai melakukan simulasi, didapatkanlah hasil *coefficient of drag* sebesar 0.2503 dan *coefficient of lift* sebesar 0.0512 untuk kecepatan 20 km/h sedangkan pada kecepatan 40 km/h didapatkan nilai *coefficient of drag* sebesar 0.2316 dan *coefficient of lift* sebesar 0.0398. Dari hasil simulasi aerodinamika kendaraan Samaratunga EV ini, maka dilakukan modifikasi terhadap desain bodi untuk mendapatkan nilai *cd* yang lebih kecil. Proses modifikasi dilakukan sebanyak dua kali dan mendapatkan nilai *coefficient of drag* sebesar 0.1762 (Revisi 1) dan 0.1663 (Revisi 2) untuk kecepatan 20 km/h serta 0.1555 (Revisi 1) dan 0.1461 (Revisi 2) untuk kecepatan 40 km/h. Sedangkan nilai *coefficient of lift* sebesar -0.104 (Revisi 1) dan -0.0939 (Revisi 2) pada kecepatan 20 km/h serta -0.104 (Revisi 1) dan -0.0992 (Revisi 2) pada kecepatan 40 km/h. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *coefficient of drag* yang terkecil terdapat pada desain modifikasi Samaratunga EV Revisi kedua serta desain bodi *prototype* Samaratunga EV ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

Kata Kunci: Regulasi SEM, *Prototype*, Aerodinamika, *Coefficient of drag*, *Coefficient of lift*

SUMMARY

AERODYNAMIC ANALYSIS OF THE SAMARATUNGGGA EV PROTOTYPE VEHICLE USING THE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) METHOD

Writings in the form of a thesis, 9 Juli 2021

Zultonik Akbar; Supervised by Ir. Firmansyah Burlian, M.T. and Gunawan, S.T.,
M.T., Ph.D

68 Pages, 15 tables, 59 images, 15 appendices

SUMMARY

Shell Eco-Marathon (SEM) is an annual competition in the automotive prototype and urban concept categories. In this event, participants must design, build and compete in a particular vehicle to achieve maximum fuel efficiency. Regulatory standards are the primary reference in designing vehicle models. Sriwijaya University has a Semi-Autonomous Institution engaged in automotive research, namely Sriwijaya Eco. The Sriwijaya Eco team has participated in an annual international competition called the Shell Eco-Marathon (SEM) in the battery-electric prototype concept category. However, in last year's competition, Sriwijaya Eco could only get a result of 140 km/kwh. This result happens because the team had never done a thorough analysis of the aerodynamics of the prototype so that the team could not predict the flow patterns that occurred when the air passed through the surface of the Samaratungga EV and could not know how much drag the vehicle experienced. Therefore, an aerodynamic analysis was carried out on the Samaratungga Ev vehicle in this scientific research paper by following the Shell Eco-Marathon (SEM) regulatory standards. This study aims to determine the airflow characteristics that occur around the vehicle body and get the coefficient of drag from the Samaratungga EV prototype. Thus, further development of the body design can be carried out to reduce the drag that occurs

on the vehicle surface. The tools used in this research are a laptop (Asus TUF Gaming FX504 Series) and two pieces of software, namely Solidworks 2020 and ANSYS 2020 R1. The simulation process begins with modeling the solid-body vehicle of the Samaratungga EV. If it follows regulatory standards, it will import the geometry into ANSYS Spaceclaim to create the simulation domain. After that, the following process is to set up the input parameters to be simulated. When the simulation is finished, the drag coefficient is 0.2503, and the coefficient of lift is 0.0512 for a speed of 20 km/h, while at a rate of 40 km/h, the coefficient of drag is 0.2316, and the coefficient of lift is 0.0398. From the aerodynamic simulation of the Samaratungga EV vehicle, I made modifications to the body design to get a smaller c_d value. The modification process was carried out two times and called a coefficient of drag value of 0.1762 (Revision 1) and 0.1663 (Revision 2) for a speed of 20 km/h and 0.1555 (Revision 1) and 0.1461 (Revision 2) for a rate of 40 km/h. At the same time, the coefficient of lift is -0.104 (Revision 1) and -0.0939 (Revision 2) at a speed of 20 km/h and -0.104 (Revision 1) and -0.0992 (Revision 2) at a rate of 40 km/h. So it can conclude that the smallest coefficient of drag is found in the second revised Samaratungga EV modification design and can still develop the Samaratungga EV prototype body design further.

Keywords: SEM Regulations, Prototype, Aerodynamics, Drag Coefficient, Lift Coefficient

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	iii
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Persetujuan.....	ix
Kata Pengantar	xi
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xiii
Halaman Pernyataan Integritas.....	xv
Ringkasan	xvii
Summary	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Rumus	xxvii
Daftar Lampiran	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Aerodinamika Pada Kendaraan.....	6
2.3 Gaya-Gaya Aerodinamika.....	8
2.3.1 Gaya Hambat (<i>Drag Force</i>).....	9
2.3.2 Gaya Angkat (<i>Lift Force</i>).....	10
2.4 Bilangan Reynold.....	11
2.5 <i>Boundary Layer</i>	12
2.6 Pengaruh Bentuk Bodi	13

2.7	Standar Regulasi Dimensi <i>Prototype</i>	14
2.8	<i>Computational Fluid Dynamics</i>	14
2.9	<i>Software Ansys</i>	16
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN		
3.1	Alat dan Bahan	17
3.1.1	Alat	17
3.1.2	Bahan.....	17
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	18
3.3	Pemodelan <i>Solid-Body</i>	19
3.4	Simulasi dengan <i>Software</i>	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisis Aerodinamika Samaratungga EV	23
4.1.1	Domain Simulasi	24
4.1.2	<i>Body of Influence</i>	25
4.1.3	<i>Meshing</i>	26
4.1.4	<i>Set Up Solution</i>	27
4.1.5	Hasil Simulasi <i>Prototype</i> Samaratungga EV.....	28
4.2	Analisis Aerodinamika Samaratungga EV Revisi 1.....	38
4.2.1	Hasil Simulasi <i>Prototype</i> Samaratungga EV Revisi 1	39
4.3	Analisis Aerodinamika Samaratungga EV Revisi 2.....	49
4.3.1	Hasil Simulasi <i>Prototype</i> Samaratungga EV Revisi 2	50
4.4	Diskusi Hasil Pengaruh Bentuk Bodi terhadap Aerodinamika	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
	Daftar Rujukan	67
	Daftar Lampiran	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 State of the Art.....	6
Gambar 2. 2 Arah Aliran Udara (Putranto & Sulisetyono, 2017)	7
Gambar 2. 3 Gaya & Momen Aerodinamika (Zhu et al., 2012).	8
Gambar 2. 4 Pola aliran udara 2D pada kendaraan (Sutantra, 2001)	9
Gambar 2. 5 Hubungan drag force dan Re (Rakibul Hassan et al., 2014)	10
Gambar 2. 6 Lapis Batas pada Plat Datar (Boundary Layer (nasa.gov)).	13
Gambar 2. 7 Bentuk bodi terhadap nilai Cd (Hucho et al., 1990).....	13
Gambar 3. 1 <i>Prototype Samaratungga EV</i>	18
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pemodelan	20
Gambar 3. 4 Diagram Alir Simulasi.....	21
Gambar 4. 1 Tampak Atas, Depan dan Samping Samaratungga EV	23
Gambar 4. 2 Tampak Isometri <i>Prototype Samaratungga EV</i>	23
Gambar 4. 3 Domain Simulasi Samaratungga EV	25
Gambar 4. 4 <i>Body of Influence</i>	25
Gambar 4. 5 Hasil <i>Meshing</i> domain simulasi Samaratungga EV	26
Gambar 4. 6 <i>Meshing</i> pada <i>Prototype Samaratungga EV</i>	27
Gambar 4. 7 Grafik hubungan antara kecepatan dan cd.....	28
Gambar 4. 8 Grafik hubungan antara kecepatan dan cl	29
Gambar 4. 9 Iterasi nilai <i>Cd</i> pada kecepatan 20 Km/h (a) dan 40 Km/h (b)....	30
Gambar 4. 10 Iterasi nilai <i>Cl</i> pada kecepatan 20 Km/h (a) dan 40 Km/h (b)...	30
Gambar 4. 11 Distribusi tekanan statis pada permukaan Samaratungga EV ...	31
Gambar 4. 12 Distribusi Tekanan Statis di sekitar bodi Samaratungga EV.....	32
Gambar 4. 13 Distribusi Kecepatan di sekitar bodi Samaratungga EV	33
Gambar 4. 14 Fenomena turbulensi yang terjadi di belakang kendaraan.....	34
Gambar 4. 15 <i>Streamline</i> Aliran udara tampak isometri.....	35
Gambar 4. 16 <i>Streamline</i> Aliran udara yang melewati kendaraan.....	36
Gambar 4. 17 Vektor kecepatan pada bidang simetri	36
Gambar 4. 18 Vektor kecepatan di sekitar bodi	37

Gambar 4. 19 Tampak atas, depan dan samping <i>prototype</i> revisi 1	38
Gambar 4. 20 Tampak isometri <i>prototype</i> revisi 1	38
Gambar 4. 21 Grafik hubungan antara kecepatan dan c_d	39
Gambar 4. 22 Grafik hubungan antara kecepatan dan c_l	40
Gambar 4. 23 Iterasi nilai C_d pada kecepatan 20 km/h (a) dan 40 km/h (b)....	41
Gambar 4. 24 Iterasi nilai C_l pada kecepatan 20 km/h (a) dan 40 km/h (b)....	42
Gambar 4. 25 Distribusi tekanan statis pada permukaan Revisi 1	43
Gambar 4. 26 Distribusi Tekanan Statis di sekitar bodi Revisi 1	43
Gambar 4. 27 Distribusi Kecepatan di sekitar bodi Revisi 1.....	44
Gambar 4. 28 Fenomena turbulensi yang terjadi di belakang kendaraan.....	45
Gambar 4. 29 <i>Streamline</i> Aliran udara tampak isometri	46
Gambar 4. 30 <i>Streamline</i> Aliran udara yang melewati kendaraan	47
Gambar 4. 31 Vektor kecepatan pada bidang simetri.....	47
Gambar 4. 32 Vektor kecepatan di sekitar bodi	48
Gambar 4. 33 Tampak atas, depan dan samping <i>prototype</i> revisi 2.....	49
Gambar 4. 34 Tampak isometri <i>prototype</i> revisi 2.....	50
Gambar 4. 35 Grafik hubungan antara kecepatan dan c_d	51
Gambar 4. 36 Grafik hubungan antara kecepatan dan c_l	51
Gambar 4. 37 Iterasi nilai C_d pada kecepatan 20 km/h (a) dan 40 km/h (b)....	52
Gambar 4. 38 Iterasi nilai C_l pada kecepatan 20 km/h (a) dan 40 km/h (b)....	53
Gambar 4. 39 Distribusi tekanan statis pada permukaan Revisi 2	54
Gambar 4. 40 Distribusi Tekanan Statis di sekitar bodi Revisi 2.....	55
Gambar 4. 41 Distribusi Kecepatan di sekitar bodi Revisi 2.....	56
Gambar 4. 42 Fenomena turbulensi yang terjadi di belakang kendaraan.....	57
Gambar 4. 43 <i>Streamline</i> Aliran udara tampak isometri	58
Gambar 4. 44 <i>Streamline</i> Aliran udara yang melewati kendaraan	59
Gambar 4. 45 Vektor kecepatan pada bidang simetri.....	59
Gambar 4. 46 Vektor kecepatan di sekitar bodi	60
Gambar 4. 47 Grafik perbandingan antara c_d <i>prototype</i> terhadap kecepatan ..	61
Gambar 4. 48 Grafik perbandingan antara c_l <i>prototype</i> terhadap kecepatan ...	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Regulasi Dimensi SEM (2021) <i>Prototype Class</i>	14
Tabel 2. 2 Tabel perbandingan antara simulasi CFD dengan eksperimen	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop	17
Tabel 3. 2 Kualitas Skewness Meshing	21
Tabel 4. 1 Dimensi Kendaraan tipe <i>Prototype</i> Samaratunga EV	24
Tabel 4. 2 <i>Local Sizing</i>	26
Tabel 4. 3 <i>Properties Meshing</i>	26
Tabel 4. 4 Parameter Masukan Simulasi CFD	27
Tabel 4. 5 <i>Boundary Conditions</i>	27
Tabel 4. 6 Nilai <i>Coefficient of Drag</i> dan <i>Coefficient of Lift</i> :	31
Tabel 4. 7 Dimensi kendaraan tipe <i>prototype</i> samaratunga EV revisi 1	39
Tabel 4. 8 Nilai <i>Coefficient of Drag</i> dan <i>Coefficient of Lift</i> :.....	42
Tabel 4. 9 Dimensi kendaraan tipe <i>prototype</i> samaratunga EV revisi 2	50
Tabel 4. 10 Nilai <i>Coefficient of Drag</i> dan <i>Coefficient of Lift</i> :.....	53
Tabel 4. 11 Perbandingan Hasil Parameter Tekanan dan Kecepatan:.....	62

DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Gaya Gesek	10
Rumus 2. 2 Gaya Angkat	11
Rumus 2. 3 Bilangan <i>Reynolds</i>	12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Simulasi Samaratunga EV kecepatan 30 Km/h	69
Lampiran 2 Simulasi Samaratunga EV kecepatan 50 Km/h	71
Lampiran 3 Simulasi Samaratunga EV kecepatan 60 Km/h	73
Lampiran 4 Simulasi Samaratunga EV kecepatan 70 Km/h	75
Lampiran 5 Simulasi Samaratunga EV kecepatan 80 Km/h	77
Lampiran 6 Simulasi Revisi 1 Kecepatan 30 Km/h	79
Lampiran 7 Simulasi Revisi 1 Kecepatan 50 Km/h	81
Lampiran 8 Simulasi Revisi 1 Kecepatan 60 Km/h	83
Lampiran 9 Simulasi Revisi 1 Kecepatan 70 Km/h	85
Lampiran 10 Simulasi Revisi 1 Kecepatan 80 Km/h	87
Lampiran 11 Simulasi Revisi 2 Kecepatan 30 Km/h	89
Lampiran 12 Simulasi Revisi 2 Kecepatan 50 Km/h	91
Lampiran 13 Simulasi Revisi 2 Kecepatan 60 Km/h	93
Lampiran 14 Simulasi Revisi 2 Kecepatan 70 Km/h	95
Lampiran 15 Simulasi Revisi 2 Kecepatan 80 Km/h	97

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era sekarang ini kebutuhan sarana transportasi semakin meningkat. Khususnya sarana transportasi darat seperti kendaraan beroda empat (mobil) sudah menjadi kebutuhan vital bagi setiap orang. Di beberapa negara maju dan negara berkembang, angka produksi kendaraan terus mengalami peningkatan dengan signifikan sehingga meningkatkan persaingan di sektor transportasi. Pertumbuhan seperti ini, bagaimanapun juga akan meningkatkan emisi CO₂ sehingga menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan. Oleh karena itu, setiap produsen mobil selalu mencari cara baru dan mengembangkan teknologi yang baru untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan efisiensi kendaraan.

Dalam hal efisiensi kendaraan, *Coefficient of Drag* (C_D) merupakan salah satu faktor yang penting. Aerodinamika kendaraan menjadi fokus penelitian para produsen untuk mengembangkan model kendaraan. Aerodinamika kendaraan memiliki peranan yang sangat penting terhadap kecepatan dan efisiensi bahan bakar. Aerodinamika mempengaruhi kinerja kendaraan karena faktor dari gaya *lift* dan gaya *drag* (Parab et al., 2014).

Salah satu kendaraan yang saat ini memaksimalkan aspek aerodinamika dan berfokus pada penghematan bahan bakar adalah *prototype*. *Prototype* adalah kendaraan masa depan yang menampilkan desain khusus yang mengutamakan efisiensi bahan bakar (Firdaus & Hendrawan, 2014). Selain itu, rangka dan bodi *prototype* juga dirancang sedemikian rupa agar mendapatkan bobot yang ringan dan kuat dengan tetap memperhatikan faktor keselamatan. Bodi adalah salah satu komponen yang penting dalam kendaraan, dengan perkembangan teknologi yang semakin maju bentuk dari bodi sebuah kendaraan sangat diperhitungkan.

Bentuk bodi berkaitan erat dengan aerodinamika. Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamis dapat berpengaruh pada berkurangnya pemakaian bahan bakar dan bisa meminimalisir gaya-gaya yang menghambat laju kendaraan. Untuk mendapatkan bodi kendaraan yang aerodinamis bisa dilakukan dengan beberapa cara salah satunya menggunakan program yang berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) (Badrawada et al., 2019) .

Universitas Sriwijaya memiliki Badan Semi Otonom (BSO) yang bergerak dalam riset otomotif yakni Sriwijaya Eco. Tim Sriwijaya Eco telah mengikuti kompetisi tahunan berskala internasional yang bernama Shell Eco-Marathon (SEM) pada kategori *battery electric prototype concept*. Namun, pada bentuk bodi kendaraan yang dimiliki oleh tim Sriwijaya Eco sebelumnya masih belum maksimal dan perlu dilakukan pengembangan lagi untuk mengurangi hambatan-hambatan udara yang terjadi di sekitar bodi sehingga tim Sriwijaya Eco bisa mendapatkan hasil yang lebih optimal. Hasil yang didapatkan tim pada desain mobil *prototype* tahun lalu adalah 140 km/kwh. Tentunya dengan hasil ini, bodi kendaraan masih bisa dikembangkan sampai mendapatkan nilai koefisien gesek yang lebih rendah dan laju kendaraan yang lebih cepat.

Berdasarkan pemaparan di atas penulis termotivasi untuk menyusun tugas akhir dengan judul “Analisis Aerodinamika Kendaraan Tipe *Prototype* Samaratungga EV dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD)”.

1.2 Rumusan Masalah

Sriwijaya Eco merupakan Badan Semi Otonom (BSO) yang bergerak dalam riset otomotif telah banyak melakukan pengembangan terhadap model kendaraan setiap tahunnya. Namun, sampai saat ini tim belum pernah dilakukan analisis aerodinamika terhadap kendaraan tipe *prototype* secara menyeluruh. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis dan pengembangan desain bodi sesuai standar regulasi yang nantinya akan diuji dengan simulasi CFD menggunakan *software* ANSYS.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, antara lain:

1. Model *Prototype* yang dianalisis mengacu pada model kendaraan yang sedang dikembangkan oleh Sriwijaya Eco.
2. *Software* yang digunakan untuk mendesain *solid-body Prototype* adalah Solidworks 2020 dan *Software* yang digunakan untuk melakukan simulasi CFD adalah ANSYS 2020 R1.
3. Kecepatan udara inlet antara 5,56 m/s (20 km/h) sampai 22,22 m/s (80 km/h) dengan interval 10 km/h.
4. Parameter yang dibahas adalah kecepatan dan tekanan aliran udara di sekitar bodi mobil.
5. Metode komputasi yang digunakan adalah metode dengan model turbulensi k-omega SST dan tidak menggunakan metode eksperimen.
6. Simulasi dilakukan pada aliran *steady* dalam keadaan mobil berjalan lurus.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik aliran aerodinamika kendaraan tipe *prototype* Samaratunga EV saat ini.
2. Memodifikasi desain bodi untuk mendapatkan bentuk kendaraan yang lebih aerodinamis.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah mendapatkan sebuah desain mobil *prototype* yang lebih aerodinamis sehingga bisa dijadikan sebagai referensi di masa mendatang, serta dapat memberi saran ilmiah kepada tim Sriwijaya Eco terhadap desain mobil *prototype* yang akan digunakan untuk ajang lomba ke depannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Abo-Serie, E., Oran, E., & Utcu, O. (2017). Aerodynamics assessment using CFD for a low drag Shell Eco-Marathon car. *Journal of Thermal Engineering*, 3(6), 1527–1536. <https://doi.org/10.18186/journal-of-thermal-engineering.353657>
- Anish, A., P.G, S., & K, V. . (2017). Modelling and Analysis of a Car for Reducing Aerodynamic Forces. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 47(1), 1–17. <https://doi.org/10.14445/22315381/ijett-v47p201>
- Arpino, F., Cortellessa, G., Frattolillo, A., Iannetta, F., & Scungio, M. (2019). Numerical and experimental investigation of the flow over a car prototype for the Shell Eco Marathon. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 12(1), 207–218. <https://doi.org/10.29252/jafm.75.253.28884>
- Badrawada, I. G. G., Purwanto, A., & Firlanda, E. R. (2019). Analisis Aerodinamika Bodi Kendaraan Mataram Proto Diesel dengan ANSYS 15.0. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v3i1.481>
- Cieśliński, A., Prym, W., Stajuda, M., & Witkowski, D. (2016). Investigation on aerodynamics of super-effective car for drag reduction. *Mechanics and Mechanical Engineering*, 20(3), 295–308.
- Haidar, A. D., & Charles, H. (2019). ANALISIS AERODINAMIK BODI MOBIL LISTRIK PROSOE KMHE 2019 MENGGUNAKAN CFD ANSYS Ver 17.
- Munson, B. R., Young, D. F., & Okiishi, T. H. (1994). Fundamentals of fluid mechanics. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. <https://doi.org/10.1201/b15874-2>
- Parab, A., Sakarwala, A., Paste, B., Patil, V., & Mangrulkar, A. (2014). Aerodynamic Analysis of a Car Model using Fluent- Ansys 14.5. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering*, 1(4), 7–13.
- Pritchard, P. J., & Leylegian, J. C. (2011). *Introduction to Fluid Mechanics 8th Edition*. Manhattan College: John Wiley & Sons, Inc.
- Putranto, T., & Sulisetyono, A. (2017). Lift-drag coefficient and form factor analyses of hydrofoil due to the shape and angle of attack. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(21), 11152–11156.
- Rakibul Hassan, S. M., Islam, T., Ali, M., & Islam, M. Q. (2014). Numerical study on aerodynamic drag reduction of racing cars. *Procedia Engineering*, 90, 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.854>
- S., Engineu, R., & . W. (2019). Aerodynamic Drag Reduction of Vehicle Si

- Pitung G4 UNJ for Shell Eco-Marathon Asia 2015. *KnE Social Sciences*, 3(12), 304. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i12.4096>
- S. S. Dol. (2016). Design and Development of a Prototype Vehicle for Shell Eco-Marathon. 10(3), 546–552.
- Thorat, S., Amba, G., & Rao, P. (2011). Computational Analysis of Intercity Bus With Improved Aesthetics and Aerodynamic Performance on Indian Roads. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, Vol.II(III), 103–109. http://www.technicaljournalsonline.com/ijeat/VOL_II/IJAET_VOL_II_ISSUE_III_JULY_SEPTMBER_2011/ARTICLE_20_IJAET_VOLII_ISSUE_III_JULY_SEPT_2011.pdf
- Tiga, R. (2014). RANCANG BANGUN STEERING SYSTEM PADA KENDARAAN PROTOTYPE. 3, 27–31.
- Yogatama, M., & Trisno, R. (2018). Studi Koefisien Drag Aerodinamika pada Model Ahmed Body Terbalik Berbasis Metode Numerik. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.22441/jtm.v7i1.2235>
- Yusuf, A. (2017). Analisis Aerodinamika Dan Optimasi Body Mobil Smart Ev Generasi Tiga Dengan Menggunakan Permodelan Cfd Tiga Dimensi. Universitas Sebelas Maret.
- Zhu, L. D., Li, L., Xu, Y. L., & Zhu, Q. (2012). Wind tunnel investigations of aerodynamic coefficients of road vehicles on bridge deck. *Journal of Fluids and Structures*, 30, 35–50. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2011.09.002>