

Jurnal PROTEMAN Professional Technology and Manufacturing

Vol. 2 No. 2 (2025) 1 – 9 | ISSN: 3063-2773 (Media Online)

Analisa CFD Aero Model dengan Base Model Mobil Listrik Marapi PNP

Abdillah fadil Wal Ikram¹, Menhendry^{2*}, Fardinal³, Rina⁴

^{1,2,3}Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

⁴Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

*corresponden author: menhendry@pnp.ac.id

Abstract

The more aerodynamic the shape of a car, the smaller its drag coefficient or air resistance. Drag force is generated by the difference in speed between a solid object and a fluid, which is a particular concern when designing the shape of a car because it causes resistance due to the movement of air flow on the surface of the car body. By making the shape of the car more aerodynamic, it is hoped that fuel efficiency will be improved. The objective of this study is to determine the effect of the car body shape on the reduction of the drag coefficient in the Marapi electric car, which includes CFD simulation processes, quantitative data, and qualitative data. The method used by the author is to perform simulations using CFD software to observe the drag forces occurring on the car model. The CFD simulation process was carried out through the stages of geometry creation, meshing, turbulence model settings, boundary condition application, and analysis of results in the form of drag coefficient values, lift coefficient, drag force, lift force, and fluid flow visualisation on the vehicle model. From the simulation results, it was found that the aero model produced a smaller drag coefficient of 0.34, while the base model produced a larger drag coefficient of 0.82. It also produces contour, vector, and streamline visualisations used to show the characteristics of airflow around the vehicle model. Contours depict the distribution of pressure on the surface and around the vehicle body, vectors show the direction and intensity of airflow, while streamlines display the flow patterns and turbulence on both models.

Keywords: aerodynamics, CFD simulation, drag coefficient, airflow visualisation, simulation model.

Abstrak

Semakin aerodinamis bentuk mobil maka akan semakin kecil *drag coefficient* atau hambatan udaranya. Gaya *drag* dihasilkan oleh perbedaan kecepatan antara benda padat dan fluida yang menjadi perhatian khusus saat mendesain bentuk dari sebuah mobil karena menyebabkan hambatan yang ditimbulkan oleh pergerakan aliran udara pada permukaan bodi mobil. Dengan membuat bentuk mobil menjadi aerodinamis diharapkan bermanfaat mengefisienkan penggunaan bahan bakar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk bodi mobil terhadap pengurangan *drag coefficient* yang terjadi pada mobil listrik Marapi dimana ini mencakup proses simulasi CFD, data kuantitatif dan data kualitatif nya. metode yang penulis gunakan adalah dengan melakukan simulasi pada *software* CFD agar dapat melihat gaya hambat yang terjadi pada model mobil. Proses simulasi CFD dilakukan melalui tahapan pembuatan geometri, pemeshingan, pengaturan model turbulensi, penerapan *boundary condition*, serta analisis hasil berupa nilai *drag coefficient*, *lift coefficient*, *drag force*, *lift force* dan visualisasi aliran fluida pada model kendaraan. Dari hasil simulasi maka didapatkan data dimana *aero model* menghasilkan *drag coefficient* lebih kecil sebesar 0,34 sedangkan *base model* menghasilkan *drag coefficient* lebih besar yaitu 0,82. Serta menghasilkan visualisasi *countoure*, vektor, dan *streamline* digunakan untuk menunjukkan karakteristik aliran udara di sekitar model kendaraan. *Countoure* menggambarkan distribusi tekanan pada permukaan dan sekitar bodi kendaraan, vektor menunjukkan arah dan intensitas aliran udara, sedangkan *streamline* menampilkan pola aliran dan turbulensi pada kedua model.

Kata kunci: aerodinamis, simulasi CFD, drag coefficient, visualisai aliran udara, model simulasi.

Diterima Redaksi : 11-09-2025 | Selesai Revisi : 12-09-2025 | Diterima : 12-09-2025

1. Pendahuluan

Aerodinamika adalah salah satu bagian dari kendaraan yang mempunyai peranan penting. Semakin kecil beban tekanan udaranya maka mesin mobil tidak perlu mengeluarkan tenaga lebih untuk membelah udara, hal ini akan bermanfaat membuat konsumsi bahan bakar semakin irit[1].

Penulis mendasain bentuk atau model yang dapat mengurangi *drag coefficient* pada mobil listrik Marapi. Dengan membuat bentuk mobil menjadi aerodinamis diharapkan bermanfaat mengefisienkan penggunaan bahan bakar. Salah satu metode yang penulis gunakan adalah dengan melakukan simulasi pada *software* CFD agar dapat melihat gaya hambat yang terjadi pada model mobil. Dimana akan membuat bentuk yang lebih aerodinamis dan “licin”.

Licin disini adalah lebih mudah dalam membelah udara saat mobil bergerak[2]. Penelitian ini menitik beratkan pada perbandingan aerodinamika *aero model* dengan *base model* agar dapat melihat bahwa bentuk bodi mobil berpengaruh pada *drag coefficient* yang terjadi pada bodi mobil listrik Marapi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bentuk bodi mobil terhadap pengurangan *drag coefficient* yang terjadi pada mobil listrik Marapi. Sedangkan tujuan khususnya adalah mengetahui proses CFD simulasi 3 dimensi menggunakan *aero model* dan *base model*, mengetahui perbandingan nilai kuantitatif dari model yang di simulasikan berupa nilai *drag coefficient* dan *lift coefficient* dan mengetahui perbandingan kualitatif berupa tampilan *countoure*, *vector* dan *streamline* yang melintasi bodi mobil listrik Marapi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian perbandingan aerodinamika *aero model* dengan *base model* mobil listrik marapi menggunakan simulasi cfd.

1.1. Drag dan lift pada mobil

Drag coefficient adalah bilangan tak berdimensi yang mengukur jumlah hambatan yang terjadi antara gaya hambat dari fluida dengan benda padat yang dilalui atau melaluinya yang berpengaruh terhadap kesetabilan dan konsumsi bahan bakar. *Lift coefficient* merupakan bilangan tak berdimensi sama seperti *drag coefficient* perbedaan terletak pada arah nya. *Drag* sejajar dengan arah datang nya udara sedangkan *lift* tegak lurus dengan aliran udara. Untuk menentukan gaya *drag* menggunakan persamaan dibawah ini[8]:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot A_f} \quad (1)$$

Denagn F_D adalah gaya *drag*, ρ adalah kepadatan massa fluida, V^2 adalah kecepatan aliran objek relatif terhadap *fluida* dan A_f adalah area referensi.

Dari hasil perhitungan *drag coefficient*, selanjutnya dapat mencari *drag force* menggunakan persamaan dibawah ini :

$$D = \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2 \quad (2)$$

Dengan C_D adalah *drag coefficient*, ρ adalah kepadatan massa fluida, V^2 adalah kecepatan aliran objek relatif terhadap *fluida* dan A_f adalah area referensi.

Untuk menentukan gaya *lift* menggunakan persamaan dibawah ini:

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot A_f} \quad (3)$$

Dengan F_L adalah gaya *lift*, ρ adalah kepadatan massa fluida, V^2 adalah kecepatan aliran objek relatif terhadap *fluida* dan A_f adalah area referensi.

Jika pada *drag coefficient* menghasilkan *drag force* maka pada *lift coefficient* meghasilkan *lift force* atau

downforce untuk mobil yang dapat dicari dengan persamaan dibawah ini :

$$L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2 \quad (4)$$

Dengan C_L adalah *Lift coefficient*, ρ adalah kepadatan massa fluida, V^2 adalah kecepatan aliran objek relatif terhadap *fluida* dan A_f adalah area referensi.

1.2. Pengaruh Bentuk Bodi

Bodi kendaraan adalah bagian penting kendaraan berfungsi melindungi pengendara, mesin dan tempat letak semua komponen yang dibutuhkan mobil. Bentuk bodi pun mempengaruhi pada *drag coefficient* nya dimana semakin aerodinamis bentuknya maka akan semakin kecil nilai *drag coefficient* nya. *Base model* adalah model dasar dari mobil Marapi Listrik yang menjadi model yang bersifat non-aerodinamis bentuknya berdasar pada bus yang bentuknya lebih mengotak[3]. Sedangkan *aero model* adalah bentuk yang lebih aerodinamis dari mobil Marapi Listrik menghasilkan *drag coefficient* yang lebih kecil.

1.3. Pemodelan

Pembuatan model mobil ini dilakukan menggunakan *software* CAD. Bentuk dan dimensi yang akan disimulasikan mengacu kepada bentuk mobil yang sebenarnya. Terdapat 2 bentuk model yang akan disimulasikan yaitu *aero model* dan *base model*. Berikut adalah ukuran model yang diuraikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Dimensi model penelitian

Model	Spesifikasi	
	Aero	Base
Tinggi kendaraan	118,65 mm	118,65 mm
Lebar kendaraan	1270 mm	1270 mm
Track width kendaraan	1350 mm	1350 mm
Jarak sumbu roda depan dengan roda belakang	1642,87 mm	1642,87 mm
Panjang keseluruhan kendaraan	2700 mm	2700 mm

1.4. Aero model dan Base model

Kedua model dikembangkan dari original model yang sama sehingga ukurannya sama, yang membedakan antara keduanya adalah bentuknya dimana *aero model* lebih didesain mirip mobil *sport* sedangkan *base model* didesain mirip bus. Berikut adalah bentuk dari kedua model ditampilkan pada Gambar 1 dibawah ini.

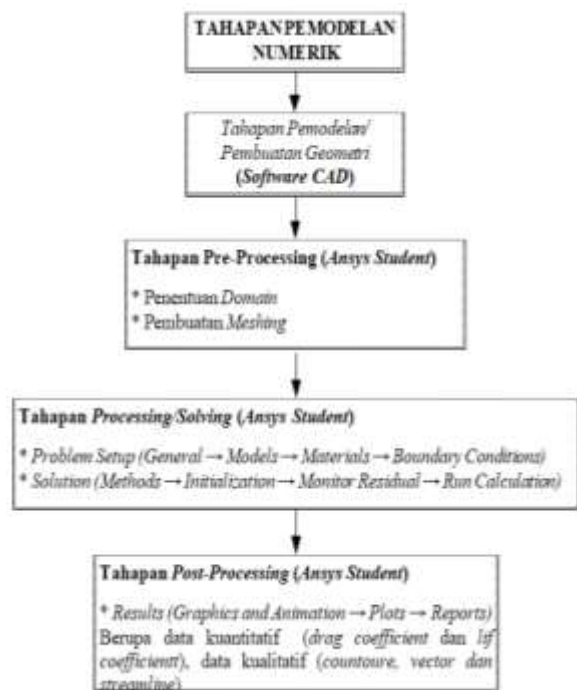


(a) (b)
Gambar 1. Perbandingan Model (a) Aero Model, dan (b) Base Model.

2. Metode Penelitian

2.1. Proses Simulasi CFD

Dinamika fluida komputasional (CFD) adalah ilmu yang mempelajari penggunaan komputer untuk memprediksi aliran cairan dan gas berdasarkan persamaan yang mengatur tentang kekekalan massa, momentum, dan energi. CFD menganalisis berbagai sifat aliran fluida, seperti suhu, tekanan, kecepatan, dan kepadatan. Metode numerik dengan CFD dilakukan pada tiga tahapan pengerjaan, yaitu tahapan *pre-processing*, *processing* atau *solving*, dan *post-processing*. Berikut tahapan pemodelan numerik ditampilkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Proses simulasi CFD.

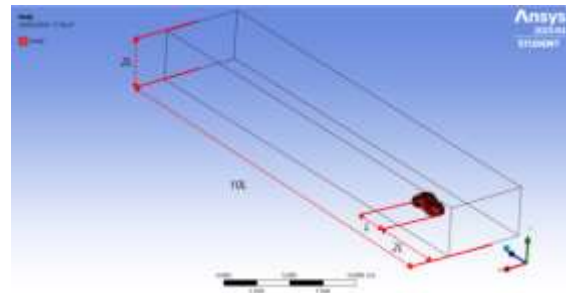
Dalam melakukan penelitian ini melalui beberapa tahap. Untuk memudahkan tahapan tersebut dibuatlah diagram alir. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan proposal sebagai pengantar penelitian. Setelah itu dilakukan serangkaian percobaan lalu lanjut memasuki tahap pembuatan desain model yang akan digunakan. Desain model yang telah jadi maka akan memasuki tahap simulasi. Tahap simulasi ini model akan diberikan pengkondisian sesuai tujuan awal penelitian.

2.2. Pemodelan (Body Mobil Listrik Marapi)

Pembuatan model mobil ini dilakukan menggunakan software CAD. Bentuk dan dimensi yang akan disimulasikan mengacu kepada bentuk mobil yang sebenarnya.

2.3. Domain Pemodelan

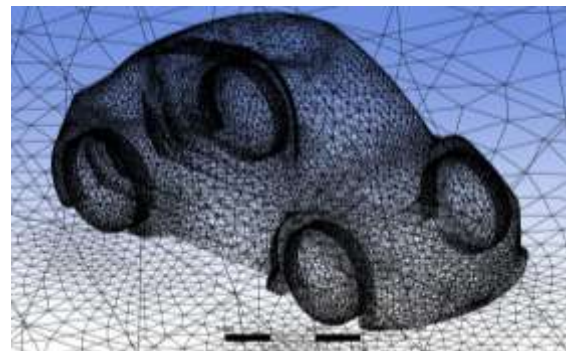
Domain Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah bagian ruang tempat solusi simulasi CFD dihitung. Ditampilkan pada Gambar 3 dibawah.



Gambar 3. Domain Pemodelan.

2.4. Meshing

Meshing adalah proses diskritisasi domain fluida yang kontinyu menjadi domain komputasi yang diskrit sehingga dapat diselesaikan persamaan-persamaan (dalam kasus ini aliran fluida) di dalamnya dan menghasilkan solusi. Tampilan meshing dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah.



Gambar 4. Meshing.

2.5. Model

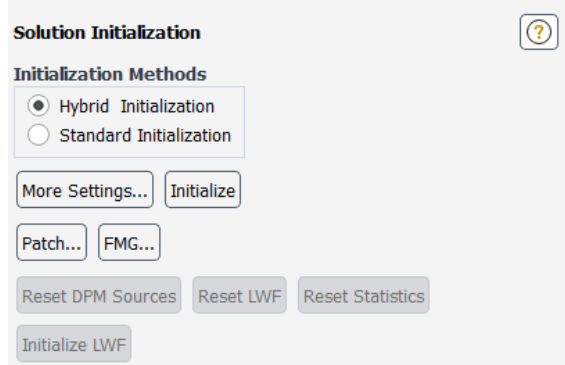
Model viscous adalah rumus matematis untuk memprediksi perilaku aliran turbulen pada model yang diujikan, model viscous yang digunakan adalah K-omega karena akurat di dekat permukaan dan stabil [3].

2.6. Boundary Condition

Pada tahapan ini ditentukan parameter-parameter dan batasan yang terjadi pada aliran yang melewati benda uji. Dalam permodelan ini, input nilai dilakukan pada daerah inlet dengan memasukkan velocity magnitude (Vinlet) dengan kecepatan mobil sebesar (5 m/s sampai 50 km/s²), dengan menetapkan turbulent intensity: 5 %, dan turbulent viscositas ratio: 10.

2.7. Initialization

Initialization methods adalah proses tebakan awal terhadap masalah yang kita simulasikan sebelum masuk ke pemecahan masalah secara penuh. Terdapat 2 pilihan yang dapat digunakan yaitu hybrid dan standard initialization. Ditampilkan pada Gambar 5 dibawah.



Gambar 4. Initialization.

2.8. Run Calculation

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari tahapan processing. Permodelan ini dilakukan dengan memasukkan nilai *number of iteration* sebesar 200. Tetapkan nilai referensi yang digunakan untuk menghitung *drag coefficient*.

2.9. Post-Processing

Tahapan post-processing adalah langkah terakhir dari simulasi CFD dimana hasil dapat ditampilkan dalam bentuk data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa nilai distribusi koefisien tekanan, drag coefisien, dan lift coefisien. Sedangkan data kualitatif adalah visualisasi aliran berupa tampilan plot countour tekanan, vektor, streamline dan profil kecepatan.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses simulasi selesai maka data hasil simulasi akan ditampilkan pada menu *result*. Disini data simulasi dapat ditampilkan dalam bentuk kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif terlebih dahulu yang diuraikan pada penjelasan berikut:

3.1. Drag Coefficient dan Drag Force

Untuk melihat nilai *drag coefficient* dari hasil simulasi pada CFD dapat dilihat melalui *force report* dengan memilih *direction vektor* pada sumbu Z dan *wall zones* memilih *body* maka akan ditampilkan hasil dari simulasi. Sedangkan untuk mencari menggunakan rumus adalah sebagai berikut :

- *Base model*

$$\begin{aligned} F_d &= 19.20356 \text{ N} \\ \rho &= 1,225 \text{ kg/m}^3 \\ v &= 5 \text{ m/s} \\ A_f &= 1.558095 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka perhitungan CD menjadi :

$$C_D = \frac{19.20356 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{\frac{1}{2} 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 5^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} 1.558095 \text{ m}^2}$$

$$\begin{aligned} C_D &= \frac{19.20356 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{23.8583 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \\ C_D &= 0,8049 \end{aligned}$$

- *Aero model*

$$\begin{aligned} F_d &= 6,87822 \text{ N} \\ \rho &= 1,225 \text{ kg/m}^3 \\ v &= 5 \text{ m/s} \\ A_f &= 1.395868 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka perhitungan CD menjadi :

$$\begin{aligned} C_D &= \frac{6,87822 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{\frac{1}{2} 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} 5^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} 1.395868 \text{ m}^2} \\ C_D &= \frac{6,87822 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{21.37422 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \\ C_D &= 0,3218 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai *drag coefficient* kita dapat mencari nilai daya hambat udara atau *drag force*. Hasil kalkulasi menggunakan persamaan dibawah ini beserta uraiannya :

- *Base model*

$$\begin{aligned} C_d &= 0,8049 \\ \rho &= 1,225 \text{ kg/m}^3 \\ v &= 5 \text{ m/s} \\ A_f &= 1.558095 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka perhitungan D menjadi :

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2 \\ D &= \frac{1}{2} 0,8049 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.558095 \text{ m}^2 \cdot 5^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 \\ D &= \frac{1}{2} \times 38,4071 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \\ D &= 19,20356 \text{ N} \end{aligned}$$

- *Aero model*

$$\begin{aligned} C_d &= 0,3218 \\ \rho &= 1,225 \text{ kg/m}^3 \\ v &= 5 \text{ m/s} \\ A_f &= 1.395868 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka perhitungan D menjadi :

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2 \\ D &= \frac{1}{2} 0,3218 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 1.395868 \text{ m}^2 \cdot 5^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 \\ D &= \frac{1}{2} \times 71,8169 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \\ D &= 6,87822 \text{ N} \end{aligned}$$

3.2. Lift Coefficient dan Lift Force

Untuk melihat nilai lift coefficient menggunakan cara yang sama dengan drag coefficient bedanya terletak pada pemilihan sumbu yaitu sumbu Y. Berikut adalah

hasil dari perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

- *Base Model*

$$F_L = -4,75956N$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$A_f = 3,5201451 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan CL menjadi :

$$C_D = \frac{-4,75956 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{\frac{1}{2} 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{5^2 \text{ m}^2}{\text{s}^2} \cdot 3,5201451 \text{ m}^2}$$

$$C_D = \frac{-4,75956 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{53,9022 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}$$

$$C_D = -0,0883$$

- *Aero Model*

$$F_L = -2,66142 \text{ N}$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$A_f = 3.304318 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan CL menjadi :

$$C_D = \frac{-2,66142 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{\frac{1}{2} 1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{5^2 \text{ m}^2}{\text{s}^2} \cdot 3.304318 \text{ m}^2}$$

$$C_D = \frac{-2,66142 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{50,5973695 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}$$

$$C_D = -0.0526$$

Jika pada *drag coefficient* menghasilkan *drag force* maka pada *lift coefficient* menghasilkan *lift force* untuk mobil. *Lift coefficient* yang dihasilkan negatif yaitu arahnya kebawah inilah yang menyebabkan terjadinya *downforce*. Berikut kita akan menghitungnya dengan persamaan dibawah :

- *Base Model*

$$C_L = -0,0883$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$A_f = 3,5201451 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan L menjadi :

$$L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2$$

$$L = \frac{1}{2} -0,0883 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 3,5201451 \text{ m}^2 \cdot 5^2 \text{ m}^3/\text{s}^3$$

$$L = -4,75956 \text{ N}$$

- *Aero Model*

$$C_L = -0.0526$$

$$\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$A_f = 3.304318 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan L menjadi :

$$L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho \cdot A_f \cdot V^2$$

$$L = \frac{1}{2} -0.0616 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 3.304318 \text{ m}^2 \cdot 5^2 \text{ m}^3/\text{s}^3$$

$$L = -2,66142 \text{ N}$$

3.3. Hasil perhitungan rumus

Dari hasil perhitungan simulasi *software Ansys student* dan perhitungan manual dapat disimpulkan bahwa antara *aero model* dan *base model* mempunyai perbedaan yang cukup besar. Dimana *aero model* dapat menghasilkan *drag coefficient* lebih kecil sekitar setengah dari *drag coefficient base model*[3]. Berikut perbandingan *drag coefisien* dan *lift coefficient* *aero model* dengan *base model* dimana untuk angkanya diambil empat angka dibelakang koma yang ditampilkan seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan perhitungan CD

NO	Kecepatan (m/s)/(km/h)	Aero Model	Base Model
1	5/18	0.3218	0.8049
2	10/36	0.3151	0.8026
3	15/54	0.3084	0.8015
4	20/72	0.3064	0.8011
5	25/90	0.3052	0.8000
6	30/108	0.3045	0.7996
7	35/126	0.3027	0.7993
8	40/144	0.3024	0.7871
9	45/162	0.3001	0.7857
10	50/180	0.2912	0.7793

Tabel 3. Perbandingan perhitungan CL

NO	Kecepatan (m/s)/(km/h)	Aero Model	Base Model
1	5/18	-0.0718	-0.0395
2	10/36	-0.0746	-0.0413
3	15/54	-0.0754	-0.0448
4	20/72	-0.0768	-0.0461
5	25/90	-0.0819	-0.0488
6	30/108	-0.0821	-0.0501
7	35/126	-0.0829	-0.0522
8	40/144	-0.0840	-0.0532
9	45/162	-0.0872	-0.0542
10	50/180	-0.0883	-0.0562

Dari Table 1 dan 2 diatas ditampilkan perbandingan antara *aero model* dan *base model*. Terlihat *aero model* menghasilkan nilai *drag coefficient* yang lebih kecil dan *lift coefficient* yang lebih besar dibanding *base model*. Nilai ini dipengaruhi oleh bentuk bodi dari masing-masing model.

Dan berikut adalah hasil perhitungan untuk *drag force* dan *lift force* dari kedua model yang telah disimulasikan, ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Perbandingan perhitungan *drag force*.

NO	Kecepatan (m/s)/(km/h)	Aero Model	Base Model
1	5/18	6,87822	19,20356
2	10/36	26,94007	76,59478
3	15/54	59,326309	172,10206
4	20/72	104,78501	305,80652
5	25/90	163,08536	477,16659
6	30/108	234,30429	686,77633
7	35/126	317,02897	934,42818
8	40/144	413,66827	1.201,84905
9	45/162	519,56689	1.518,38466
10	50/180	622,41754	1.859,27964

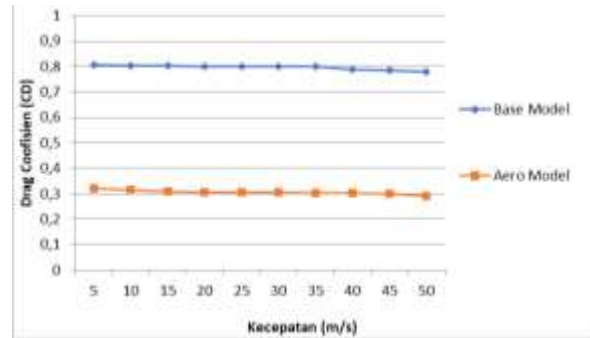
Tabel 5. Perbandingan perhitungan *lift force*.

NO	Kecepatan (m/s)/(km/h)	Aero Model	Base Model
1	5/18	-3,63289	-2,12913
2	10/36	-15,09825	-8,90464
3	15/54	-34,33537	-21,73337
4	20/72	-62,17404	-39,75827
5	25/90	-103,59811	-65,76071
6	30/108	-149,54558	-97,21804
7	35/126	-205,53157	-137,87110
8	40/144	-272,01145	-183,52628
9	45/162	-357,37934	-236,64153
10	50/180	-446,77477	-302,93048

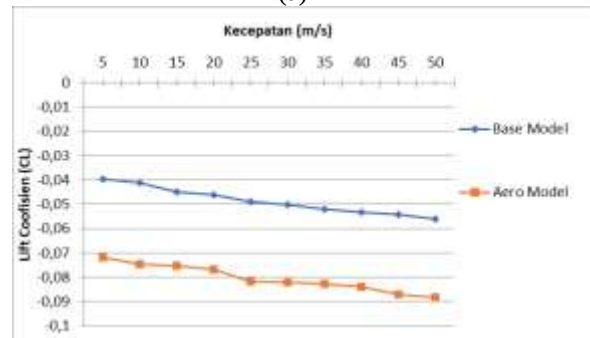
3.4 Grafik simulasi

Pada *aero model* mulai dari hasil *drag coefficient*, *drag force* mendapat nilai yang lebih kecil sedangkan *lift coefficient* dan *lift force* lebih besar dari *base model*. Membuktikan dengan body yang aerodinamis mampu menyalurkan hambatan udara dengan baik yang bermanfaat pada konsumsi energi atau bahan bakar yang lebih *eficient*. Dibawah ini merupakan

grafik perbandingan nilai *drag coefisien* dengan variasi kecepatan yang ditampilkan pada Gambar 3 dibawah.



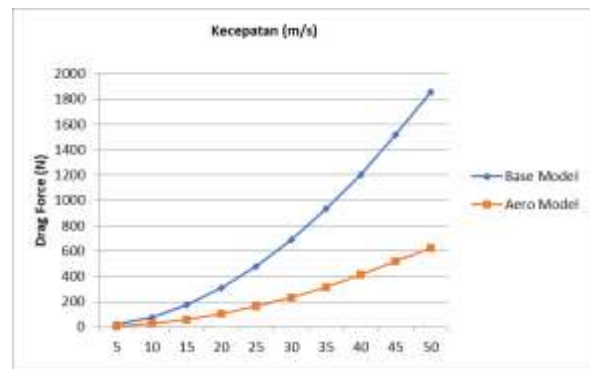
(a)



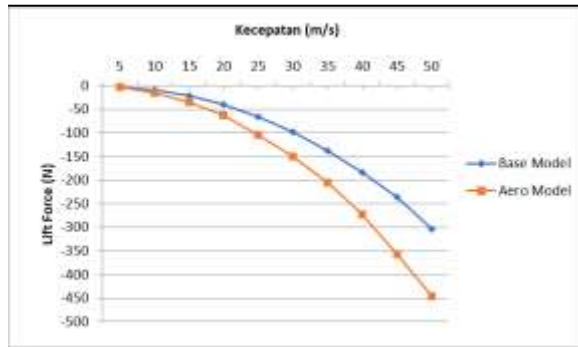
(b)

Gambar 3. Grafik, (a) *Drag coefisien* dan (b) *Lift coefisien*.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa *aero model* dapat meghasilkan *drag coefficient* yang lebih kecil sedangkan pada *lift coefficient*, *aero model* menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan *base model*. Untuk *drag force* dan *lift force* mengalami perbedaan yang sama seperti *drag* dan *lift coefficient* yang ditampilkan pada Gambar 4 dibawah ini.



(a)



(b)

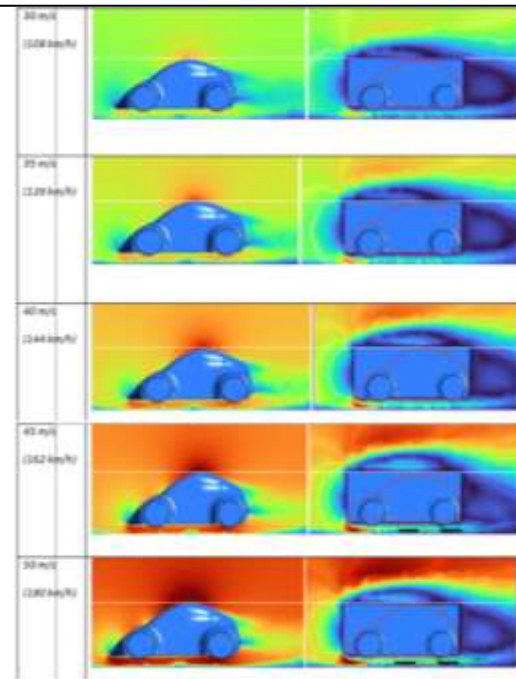
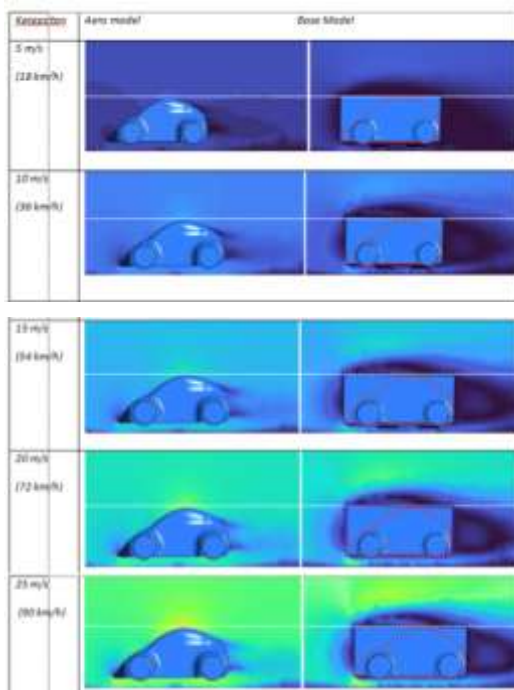
Gambar 4. Grafik, (a) Drag force dan (b) Lift force.

Dari Gambar yang ditampilkan diatas dapat dilihat *aero model* dapat menghasilkan *drag force* lebih kecil dibanding *base model* ini berarti hambatan udara yang terjadi lebih kecil di *aero model*. Juga untuk *lift force* hasil simulasi menunjukkan *aero model* menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan *base model* dalam menghasilkan *lift force* (*downforce*).

3.5 Analisa Countour, Vektor dan Streamline

Berdasarkan hasil simulasi *countoure* kecepatan pada variasi 5 m/s sampai 50 m/s dapat dilihat bahwa *aero model* sebagai bentuk ideal bodi mobil listrik marapi secara konsisten dari penambahan kecepatan menghasilkan area *wake* yang kecil di bagian belakang bodi mobil. Perbandingan ini menunjukkan bahwa penyederhanaan bentuk dari aerodinamis (*aero model*) ke kotak (*base model*) berdampak signifikan terhadap hambatan udara yang mengalir disekitar bodi mobil [3]. Untuk tampilan nya dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah.

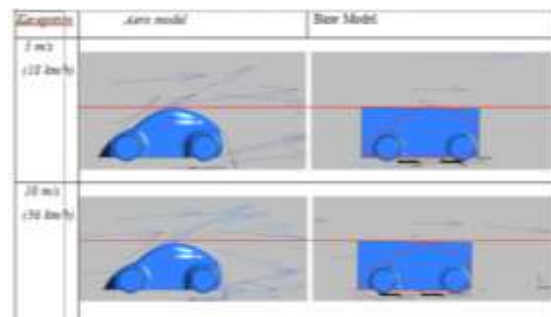
Tabel 6. Perbandingan cntoure.

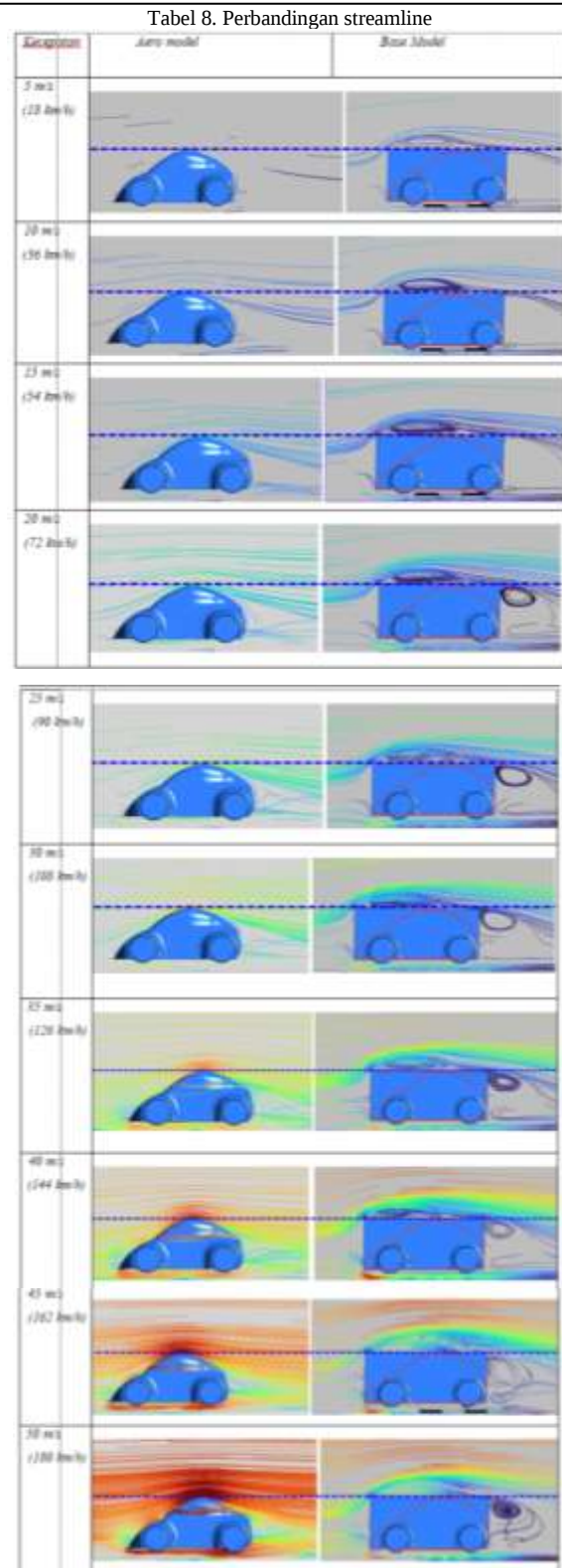
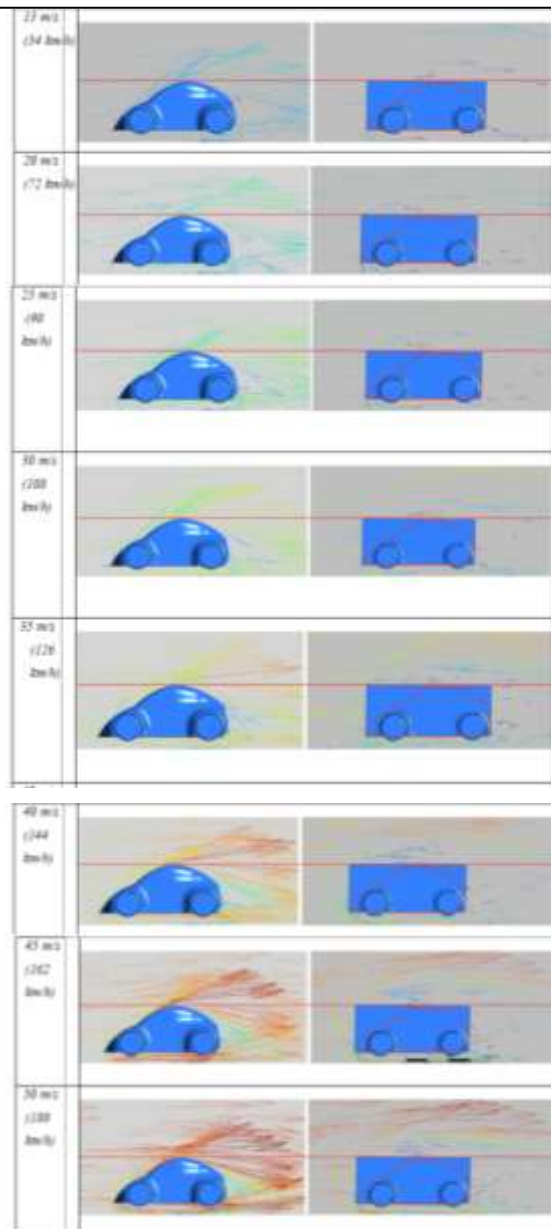


Pada hasil simulasi *vektor* dengan jelas menunjukkan bahwa *aero model* mampu mengalirkan hambatan udara dengan sangat baik terlihat dari panah-panah pada tampilan *vektor* mengalir mengikuti bodi mobil secara menyeluruh serta menghasilkan area *wake* yang kecil. Sebaliknya aliran udara pada *base model* berserakan dan tidak beraturan, terlihat saat aliran udara menghantam *base model* aliran udara langsung terpisah dan tidak mengikuti bentuk mobil serta membuat area *wake* yang besar di belakang yang menyebabkan terjadinya *vortex*.

Perbandingan ini membuktikan penyederhanaan bentuk dari aerodinamis (*aero model*) ke kotak (*base model*) membuat aliran udara tidak mengalir secara maksimal berakibat pada membesarnya hambatan udara serta terbentuknya *vortex* yang besar di bagian belakang bodi mobil menjadi penyebab besar nya *drag coefficient* dan *drag force*. Tampilannya dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perbandingan vektor.





Pada *streamline* fluida di gambar kan sebagai garis yang melintasi bodi kendaraan, garis tersebut akan mengikuti bentuk dari bodi tersebut dan warna pada garis tersebut menunjukkan peningkatan kecepatan yang terjadi. Dari hasil simulasi *streamline* terlihat pada *aero model* aliran udara bergerak mengikuti bentuk bodi mobil dengan sangat halus dan berakhir membentuk *vortex* kecil dibelakang namun terkontrol dan perlahan menyatu seiring peningkatan kecepatan. Sebaliknya pada *base model* aliran udara saat pertama kali bertabrakan dengan bodi mobil langsung terjadi pemisahan dan membentuk *vortex* di bagian atas serta berlanjut ke bagian belakang yang semakin membesar

Perbandingan ini meunjukkan besarnya penyimpanan aliran udara yang terjadi antara *aero model* dengan *base model* membuktikan *base model* dengan bentuknya yang mengotak menghasilkan hambatan udara yang besar [3]. untuk perbandingan *streamline* dapat dilihat pad Tabel 8 dibawah .

Dari hasil simulasi yang ditampilkan melalui tabel gambar diatas dapat dilihat bentuk sangat mempengaruhi hambatan udara yang terjadi saat model melaju. Memberikan pengaruh signifikan kepada besar kecilnya drag coefficient, lift coefficient, drag force dan lift force nya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi terbukti bahwa perbedaan pada bodi mobil menghasilkan *drag coefficient* yang berbeda pula meski dikembangkan dari model mobil yang sama. Dimana semakin aerodinamis bodi mobil tersebut semakin kecil *drag coefficient* yang dihasilkan, *aero model* menghasilkan *drag coefficient* lebih kecil sebesar 0,34 sedangkan *base model* menghasilkan *drag coefficient* lebih besar yaitu 0,82.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada anggota penelitian dan kampus Politeknik Negeri Padang yang telah memberi suport dan fasilitas dalam proses penelitian sampai selesai.

Daftar Rujukan

- [1] Ekoprianto Ari, 2016, ANALISIS AERODINAMIK PADA BODI KENDARAAN LISTRIK TYPE CITYCAR UNTUK LINGKUNGAN KAMPUS, Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, hlm 125.
- [2] Tjitro Soejono, Aria Wibawa Agus, 1999, Perbaikan Karakteristik Aerodinamika pada Kendaraan Niaga, JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 1, No. 2, Universitas Kristen Petra, hlm. 108.
- [3] Wirawan Made, Yudhyadi IGNK, Aswari Yayang, 2016, Analisis aerodinamika mobil listrik "mandalika ev" menggunakan software autodesk computational fluid dynamic (cfd) 2016, hlm. 2- 10s.
- [4] Putra Aulia Anggun, 2022, SIMULASI AERODINAMIKA MOBIL MARAPI EVO 1 DENGAN MENGGUNAKAN ANSYS FLUENT 19.2, POLITEKNIK NEGERI PADANG, hlm. 5.
- [5] Fu Yingjie, 2023, Aerodynamics and Drag of a Car, Wuhan University of Technology, hlm. 65.
- [6] Leishman J. Gordon, 2022–2025, Bluff Body Flows, <https://eaglepubs.erau.edu/introductiontoaerospaceflightvehicle/s/chapter/bluff-body-flows>, diakses pada 17 Maret 2025 pukul 15.10.
- [7] Janfeng Wang, Hao Li1, Yiqun Liu, Tao Liu1, and Haibo Gao, 2018, Aerodynamic research of a racing car based on wind tunnel test and computational fluid dynamics, Harbin Institute of Technology, hlm 1.
- [8] Purwanto Hengki, Andary Siti Rodiyah, Sariono Hadi, 2020, PENGEMBANGAN SIRKULASI SMOKE WIND TUNEL PADA AERODINAMIKA KENDARAAN, Laboratorium Teknik Politeknik Negeri Jember, hlm. 339 -340.
- [9] Anggarana1Agus Gde Didit Citra, Karohika I Made Gatot, 2022, ANALISIS AERODINAMIKA BODI MOBIL DENGAN VARIASI KECEPATAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CFD, Universitas Udayana, hlm. 1456.
- [10] HOERNER SIGHARD F, 1965, FLUID-DYNAMIC DRAG, LISELOTTE A. HOERNER, hlm. 1-7, hlm. 12/2 -12/4.
- [11] Kanekar Siddhesh, Thakre Prashant, Rajkumar E, 2017, Aerodynamic study of state transport bus using computational fluid dynamics, School of Mechanical Engineering, VIT University, hlm. 2-9.
- [12] Rina, 2024, ANALISA AERODINAMIKA BODY MOBIL LISTRIK MARAPI POLITEKNIK NEGERI PADANG TIPE URBAN CONCEPT MELALUI SIMULASI NUMERIK 3D UNSTEADY-RANS, POLITEKNIK NEGERI PADANG, hlm. 6 – 13