

ANALISA MODIFIKASI MODEL *BODY* KENDARAAN OBHI-MEC UNUD TERHADAP KOEFISIEN DRAG MENGGUNAKAN ANSYS FLUENT

Endy Josua Simanjuntak, I Made Gatot Karohika, I Made Widiyarta
Program Studi Teknik mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Dalam perkembangan teknologi transportasi, terdapat upaya yang dilakukan dalam meningkatkan efisiensi kendaran dengan mengoptimalkan aspek aerodinamika. Dalam bidang otomotif, aerodinamika memiliki peran yang cukup besar dalam menentukan desain *body* kendaraan. Penelitian dilakukan dengan simulasi dan analisis terhadap model *body* kendaraan *bio-hybrid* Obhi-Mec Unud Menggunakan ANSYS Fluent untuk melihat pengaruh dari modifikasi *body* kendaraan terhadap koefisien *drag*, koefisien *lift*, dan bentuk pola aliran udara pada permukaan *body* kendaraan ini. Desain sebelum modifikasi memberikan nilai koefisien *drag* yang lebih kecil, sedangkan desain setelah modifikasi memberikan nilai koefisien *lift* yang lebih kecil. Peningkatan kecepatan kendaraan akan menaikkan nilai koefisien *drag*. Namun peningkatan kecepatan kendaraan akan menghasilkan pola aliran udara yang berbeda pada tiap desain *body*.

Kata kunci: Koefisien *drag*, Koefisien *lift*, Pola Aliran Udara, Aerodinamika, *Computational Fluid Dynamic*

Abstract

In the development of a transportation technology, efforts have been made to increase vehicle efficiency by optimizing aerodynamic aspects. In the automotive field, aerodynamics has a huge role in determining vehicle body design. This research was carried out by simulating and analyzing the Obhi-Mec Unud bio-hybrid vehicle body model using ANSYS Fluent to see the effect of vehicle body modifications on the drag coefficient, lift coefficient, and the shape of the air flow pattern on the surface of this vehicle body. The design before modification provides a smaller drag coefficient value, while the design after modification provides a smaller lift coefficient value. Increasing vehicle speed will increase the drag coefficient value. However, increasing vehicle speed will produce different airflow patterns in each body design.

Keywords: *Drag Coefficient, Lift Coefficient, Airflow Patterns, Aerodynamics, Computational Fluid Dynamics*

1. Pendahuluan

Aerodinamika berasal dari dua kata, yaitu *aero* yang berarti udara, dan *dinamika* yang mengacu pada pergerakan. Dengan demikian, aerodinamika merujuk pada aliran udara yang bergerak dan dapat mempengaruhi pergerakan benda dengan kecepatan tertentu. Dalam konteks otomotif, aerodinamika memainkan peran penting dalam merancang bentuk bodi kendaraan.

Body kendaraan adalah salah satu komponen krusial selain mesin dan rangka kendaraan, karena memengaruhi kecepatan kendaraan dan secara tidak langsung berpengaruh pada efisiensi energi. *Body* ini terdiri dari pelat atau komponen yang menutupi rangka kendaraan, memberikan perlindungan terhadap penumpang dan muatan di dalamnya. Sebuah *body* yang baik harus memiliki bentuk aerodinamis untuk mengurangi gesekan yang memperlambat kendaraan.

Pengaruh *drag* aerodinamika pada kendaraan dipengaruhi oleh geometri bagian depan mobil, kaca depan, atap, dan bagian belakang yang telah ditetapkan melalui berbagai model dengan menggunakan pengujian dan perhitungan numerik. Saat ini, penentuan *drag* aerodinamika pada mobil dapat dilakukan dengan mudah melalui proses eksperimental maupun komputasi. Menurut penelitian yang telah dilakukan dengan bentuk mobil SUV, menghasilkan koefisien *drag* sebesar 0,469 dan koefisien *lift* sebesar 0,199 pada kecepatan 27 m/s . Penelitian lain yang dilakukan terhadap mobil barang. [1]

bag tertutup yang sudah dimodifikasi dengan pengaruh angin, menghasilkan koefisien *drag* sebesar 0,487 pada kecepatan 40 km/jam. [2]

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, koefisien *drag* yang dihasilkan oleh model *body* kendaraan Obhi-Mec Unud sebesar 0,45 dan koefisien *lift* yang dihasilkan sebesar 0,1. Jika dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada, perlu dilakukan pengujian ulang dan analisis lebih lanjut dengan menggunakan perangkat lunak simulasi *Ansys fluent CFD* mengenai desain *body* kendaraan Obhi-Mec Unud yang sudah ada dan yang sudah dimodifikasi dalam upaya pengoptimalan. [3]

Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui pengaruh modifikasi *body* terhadap koefisien *drag* dan pola aliran kendaraan..

2. Dasar Teori

Aerodinamika adalah gaya-gaya yang timbul pada sebuah benda akibat adanya aliran fluida yang melaluinya. Aliran fluida ini menyebabkan benda tersebut mengalami gaya tekan dan gaya geser. Gabungan dari gaya-gaya ini menghasilkan gaya aerodinamika total. Banyak permasalahan dalam aerodinamika tidak dapat diselesaikan hanya dengan perhitungan analitis atau matematis, melainkan memerlukan eksperimen untuk mendukung teori-teori yang ada dan membantu menyelesaikan masalah yang kompleks. Hasil dari eksperimen ini memberikan kesimpulan yang berharga untuk memecahkan permasalahan dalam aerodinamika. Aerodinamika adalah gaya-gaya yang timbul pada sebuah benda akibat adanya aliran fluida yang melaluinya. Aliran fluida ini menyebabkan benda tersebut mengalami gaya tekan dan gaya geser. Gabungan dari gaya-gaya ini menghasilkan gaya aerodinamika total. Banyak permasalahan dalam aerodinamika tidak dapat

diselesaikan hanya dengan perhitungan analitis atau matematis, melainkan memerlukan eksperimen untuk mendukung teori-teori yang ada dan membantu menyelesaikan masalah yang kompleks. Hasil dari eksperimen ini memberikan kesimpulan yang berharga untuk memecahkan permasalahan dalam aerodinamika. Proses perancangan bentuk body kendaraan pada dasarnya dapat dibagi menjadi lima tahap, yaitu basic body, basic shape, basic model, styling, dan tahap akhir yaitu production car. Ahli aerodinamika melakukan analisis terhadap bentuk body kendaraan dengan melakukan riset dan pengujian terhadap berbagai komponen body kendaraan serta dampaknya terhadap beban angin.

Separasi aliran yang terjadi di belakang kendaraan dapat menghasilkan daerah wake yang mengakibatkan terjadinya peningkatan drag (hambatan). Semakin cepat separasi aliran terjadi, daerah wake akan semakin luas yang pada akhirnya meningkatkan drag secara signifikan. Secara umum, teknik pengontrolan aliran fluida pada benda tumpul (bluff body) dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Pertama, metode pengontrolan aktif mengatur aliran fluida dengan menyuntikkan energi tambahan dari luar, seperti menggunakan hembusan jet untuk mengontrol aliran di sekitar body tumpul. Sedangkan, metode kedua adalah pengontrolan pasif yang memodifikasi aliran fluida dengan cara mengubah bentuk *body* tumpul atau menambahkan elemen tambahan pada body tumpul tanpa menyuntikkan energi tambahan dari luar. Metode pengontrolan aktif memerlukan peralatan kompleks untuk mensuplai energi dari luar kepada aliran. Oleh karena itu, metode pengontrolan pasif lebih mudah untuk diaplikasikan. [4]

Mobil listrik Bio-hybrid Obhi-Mec Unud merupakan kendaraan listrik *bio-hybrid* dengan sumber energi penggerak utamanya merupakan motor listrik serta dilengkapi dengan penggerak tambahan berupa pedal yang dapat dikayuh oleh pengemudi. Kendaraan ini merupakan kendaraan listrik *bio-hybrid* generasi pertama yang telah dikembangkan oleh Fakultas Teknik Universitas Udayana. Obhi-Mec didesain untuk kapasitas 2-3 orang dengan kecepatan konstan maksimal diperkirakan sebesar 30 km/jam. Kendaraan ini menggunakan dinamo dengan daya 2000 W dan baterai sebagai sumber dayanya.



Gambar 2.1 Kendaraan Listrik *Bio-Hybrid* Obhi-Mec Unud

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah metode untuk menganalisis sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena fisik lainnya melalui simulasi komputer. Saat ini, CFD telah menjadi pendekatan utama dalam menyelesaikan permasalahan teknik, khususnya dalam bidang mekanika fluida. Secara konvensional, penyelesaian permasalahan

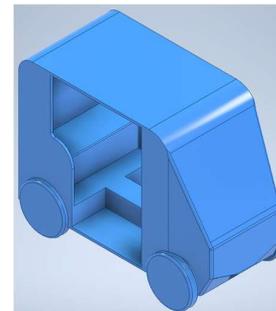
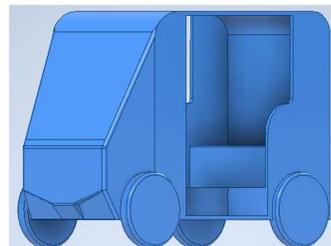
dalam mekanika fluida dan perpindahan panas dapat dilakukan dengan dua pendekatan: pendekatan eksperimental dan pendekatan analitis. Namun, dengan semakin kompleksnya permasalahan yang muncul, pendekatan konvensional seringkali tidak cukup efisien dalam hal waktu, biaya, dan kemudahan. Secara konvensional, penyelesaian permasalahan dalam mekanika fluida dan perpindahan panas dapat dilakukan dengan dua pendekatan: pendekatan eksperimental dan pendekatan analitis. Namun, dengan semakin kompleksnya permasalahan yang muncul, pendekatan konvensional seringkali tidak cukup efisien dalam hal waktu, biaya, dan kemudahan. Karena hal ini, CFD menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk validasi hasil yang didapatkan dari pendekatan analitis dan eksperimental.

3. Metode Penelitian

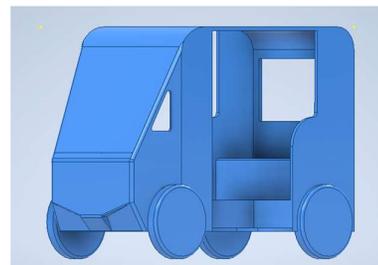
Simulasi dilakukan dengan langkah berikut :

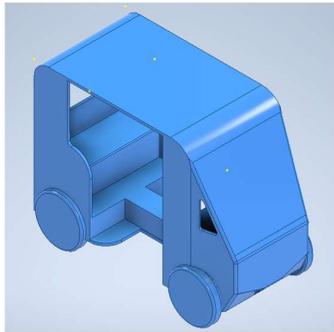
1. *Preprocessing*
2. *Processing*
3. *Postprocessing*

Proses pembuatan model *body* Obhi-Mec Unud dilakukan menggunakan *software* Inventor dengan bentuk model seperti berikut:



Gambar 3.1 Desain Sebelum Modifikasi

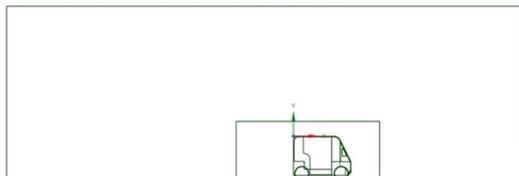




Gambar 3.2 Desain Setelah Modifikasi

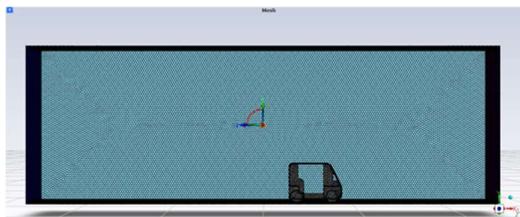
Setelah pembuatan model dilanjutkan dengan pembuatan domain pada *software* simulasi Ansys Fluent.

Dimensi domain yang digunakan adalah 3L untuk panjang depan, 5L untuk panjang belakang, dan 3L untuk panjang *domain* atas, dimana L adalah panjang model.



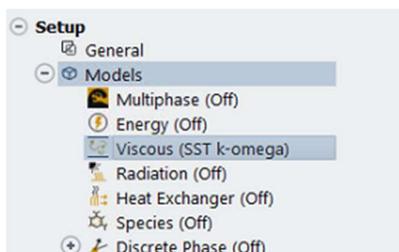
Gambar 3.3 Domain Pemodelan Kendaraan

Setelah domain sudah dibuat, proses selanjutnya adalah meshing. Pada proses ini bidang atau ruang diisi oleh fluida dibagi menjadi sel-sel kecil yang dikenal sebagai meshing. Metode yang digunakan dalam melakukan meshing pada simulasi ini adalah metode poly-hexcore.



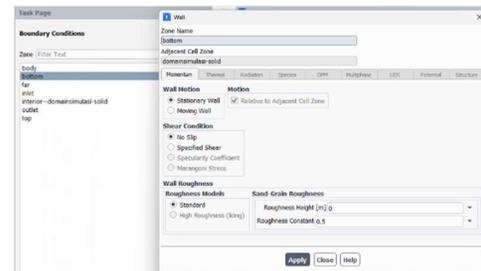
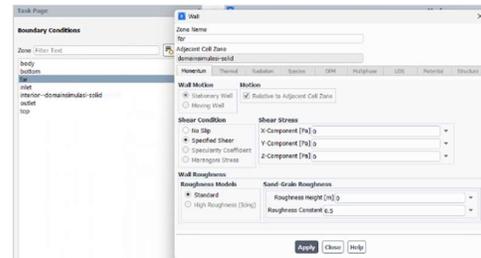
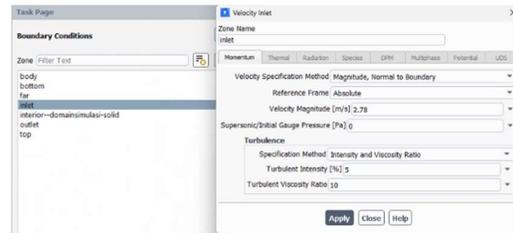
Gambar 3.4 Meshing Pada Kendaraan Model

Meshing yang sudah selesai diproses dapat dilanjutkan ke proses set-up untuk dilakukan simulasi. Penentuan model yang digunakan pada simulasi ini adalah K-omega.



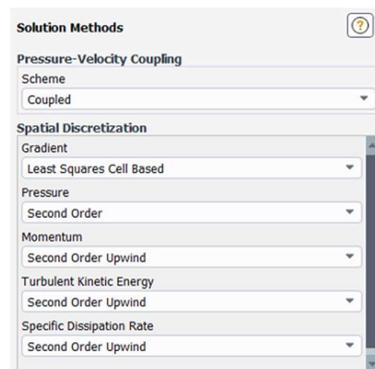
Gambar 3.5 Set-up Model

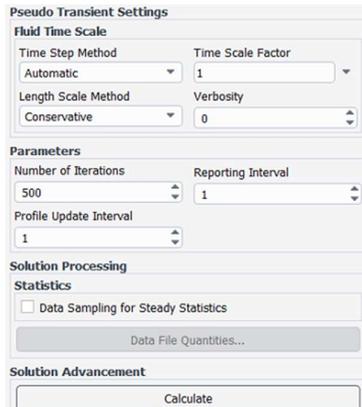
Didalam set-up ini terdapat beberapa kondisi batas yang ditentukan agar simulasi berjalan dengan kondisi yang sudah ditentukan.



Gambar 3.6 Pengaturan Kondisi Batas

Setelah mengatur kondisi batas, untuk menjalankan set-up agar sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Pemilihan *scheme* untuk analisis ini adalah *Coupled* dengan model turbulensi dan intensitas *Second Order Upwind*.





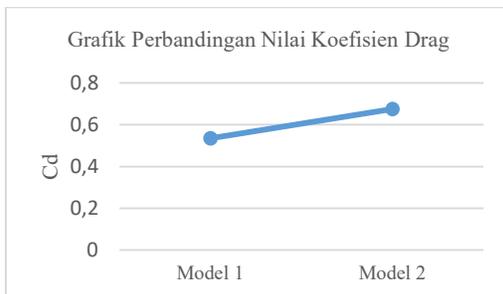
Gambar 3.7 Pengaturan Untuk Menjalankan Simulasi

Lalu proses simulasi dijalankan dengan kondisi dan batasan yang sudah diatur sebelumnya. Jika kriteria konvergensi tercapai sesuai dengan yang sudah ditentukan, maka simulasi dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu *postprocessing*. Pada tahap ini menampilkan hasil serta analisa yang diperoleh, dan akan dituliskan dalam pembahasan.

Jika data sudah didapat, selanjutnya dimasukan kedalam tabel kemudian dibuat grafik hubungan dan ditarik kesimpulannya.

No.	Nama	Hasil Simulasi	
1.	Desain 1	Gaya Hambat	15,78312
		Koefisien Hambat	0,534813
2.	Desain 2	Gaya Hambat	19,98416
		Koefisien Hambat	0,674737

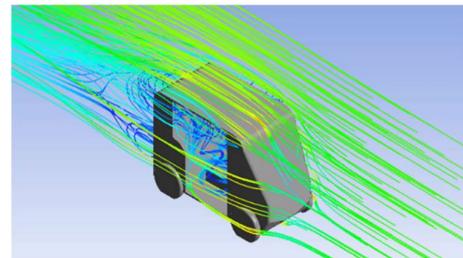
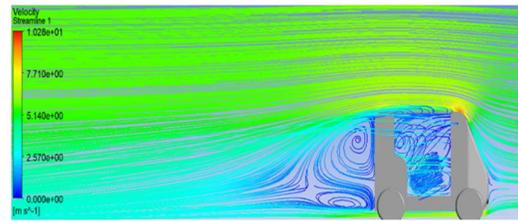
Pada grafik diatas menunjukkan nilai koefisien hambatan pada desain 1 lebih kecil dibandingkan dengan desain 2. Hal ini membuktikan adanya pengaruh perubahan model *body* terhadap gaya hambatan dan koefisien hambatan pada kendaraan.



Gambar 3.8 Grafik Perbandingan Nilai Koefisien Drag

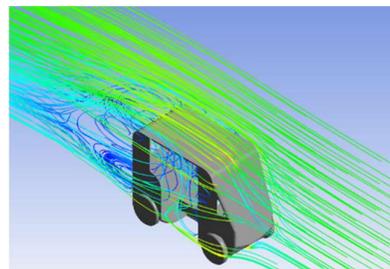
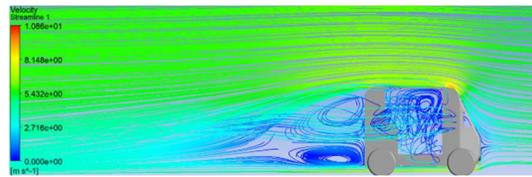
Perbedaan nilai koefisien drag pada kedua desain disebabkan oleh adanya modifikasi pada *body* kendaraan. Hal ini disebabkan karena adanya lubang tambahan pada bagian depan dan bagian belakang kendaraan yang menyebabkan separasi aliran terjadi lebih cepat, sehingga

dapat menyebabkan bertambahnya daerah *wake* yang dapat meningkatkan gaya hambat kendaraan.



Gambar 3.9 Pola Aliran Udara Pada Desain 1

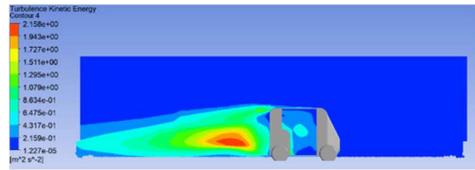
Pada desain ini, pola aliran yang dihasilkan pada desain 1 terlihat cukup beraturan dan mudah dipahami.



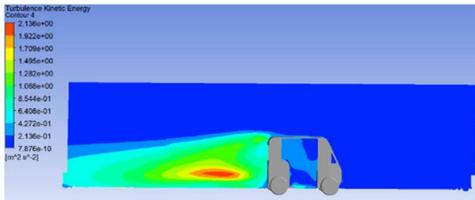
Gambar 3.10 Pola Aliran Udara Pada Desain 2

Pada desain ini, desain 2 terlihat menghasilkan pola aliran yang lebih rumit dan tidak beraturan. Hal ini disebabkan oleh lubang yang terdapat pada bagian depan dan belakang kendaraan yang menghasilkan titik separasi aliran tambahan sehingga membuat pola aliran yang dihasilkan tidak beraturan jika dibandingkan dengan desain 1.

Selain pola aliran, daerah turbulensi dalam aliran udara di sekitar kendaraan juga memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai gaya hambatan dan koefisien hambatan kendaraan. Hubungan antara intensitas turbulensi dengan gaya hambatan pada sebuah benda dapat dijelaskan sebagai berikut: ketika intensitas turbulensi meningkat, gaya hambatan yang dialami oleh benda juga cenderung meningkat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan olakan yang terbentuk di belakang benda tersebut saat intensitas aliran meningkat pada suatu titik tertentu.



Gambar 3.11 Daerah Turbulensi Pada Desain 1



Gambar 3.12 Daerah Turbulensi Pada Desain 2

Dapat kita lihat area *wake* yang dihasilkan oleh kedua desain cukup berbeda. Pada desain 1 daerah turbulensi yang terbentuk dibelakang kendaraan lebih kecil dibandingkan dengan desain 2. Hal ini membuktikan bahwa nilai gaya hambat dan koefisien hambat pada desain 1 lebih kecil.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan modifikasi model *body* pada kendaraan Obhi-Mec Unud, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Modifikasi yang dilakukan pada *body* kendaraan Obhi-Mec Unud menghasilkan koefisien hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan desain awal.
2. Modifikasi yang dilakukan membuat kedua desain menghasilkan pola aliran yang berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Anassi, Aam Masgroana, and I. Nyoman Sutantra. "Analisis Perbandingan Karakteristik Traksi dan Tenaga Toyota Rush, Mitsubishi Xpander, dan Daihatsu Terios." *Jurnal Teknik ITS* 9.2 (2021): E174-E179.
- [2] Alfian, Shova. "Analisis CFD Penyempumaan Penggunaan Pengarah Angin Terhadap Pengurangan Gaya Drag Pada Mobil Barang Bak Tertutup." *Barometer* 8.1 (2023): 42-49.
- [3] Robert, "Analisis Pengaruh Sudut *Leading Edge*, *Trailing Edge* dan Kecepatan Terhadap Koefisien Drag dan *Lift* Kendaraan Obhi-Mec Unud Menggunakan CFD" *Analisis Pengaruh Sudut Leading Edge, Trailing Edge, dan Kecepatan Terhadap Koefisien Drag dan Lift Kendaraan Obhi-Mec Unud Menggunakan CFD, 2023*.
- [4] Tarakka, Rustan, et al. "Kajian Aerodinamika Pada Model Kendaraan dengan Penerapan Kontrol Aktif Suction." *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal* 5.1 (2021): 38-43.

	<p>Endy Josua Simanjuntak</p> <p>Menyelesaikan studi program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2019 sampai 2024</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati yaitu Konversi Energi.</p>	