https://doi.org/10.56862/irajtma.v4i3.296

IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)

Vol. 4, No. 3, 2025, pp. 29-38, e-ISSN: 2962-4290

Available online http://e-journals.irapublishing.com/index.php/IRAJTMA/

Scientific Articles

Analisis Pengaruh Bentuk Ekor dan Kecepatan Kendaraan terhadap Performa Aerodinamis Purwarupa Kendaraan Mandalika Desantara

Analysis of the Influence of Tail Shape and Vehicle Speed on the Aerodynamic Performance of the Mandalika Desantara Prototype Vehicle

Sapwan Suryadi[1], Hendry Sakke Tira [1]*, I Gusti Ngurah Ketut Yudhyadi[1]

[1]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram 83125, Indonesia

**Corresponding author*: hendrytira@unram.ac.id

Diterima: 16-08-2025 **Disetujui: 22-09-2025** **Dipublikasikan: 28-12-2025**

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstrak

Peningkatan kebutuhan energi dan industri otomotif di Indonesia mendorong inovasi kendaraan efisien melalui desain yang lebih aerodinamis. Penelitian ini menguji performa aerodinamis purwarupa kendaraan Mandalika Desantara pada variasi bentuk ekor dan kecepatan kendaraan. Metode simulasi *computational fluid dynamics* digunakan untuk mendapatkan parameter aerodinamisnya. Variasi kecepatan yang diterapkan yaitu 12,33 m/s, 17,89 m/s, 23,44 m/s dan 29 m/s. Hasil penelitian menunjukkan kendaraan dengan ekor panjang memiliki aerodinamika lebih baik dengan koefisien *drag* 0,0849 dan koefisien *lift* 0,0889 pada kecepatan 29 m/s. Rendahnya nilai koefisien *drag* dan *lift* menandakan hambatan dan gaya angkat berkurang, sehingga performa meningkat serta stabilitas kendaraan terjaga.

Kata Kunci: Kendaraan purwarupa, Computational fluid dynamics, Koefisien drag, Koefisien lift, Aerodinamis.

Abstract

Increased energy demand and the automotive industry in Indonesia are driving innovation in efficient vehicles through more aerodynamic designs. This study tested the aerodynamic performance of the Mandalika Desantara vehicle prototype on variations in tail shape and vehicle speed. The computational fluid dynamics simulation method was used to obtain the aerodynamic parameters. The speed variations applied were 12.33 m/s, 17.89 m/s, 23.44 m/s, and 29 m/s. The results showed that vehicles with long tails had better aerodynamics with a drag coefficient of 0.0849 and a lift coefficient of 0.0889 at a speed of 29 m/s. The low drag and lift coefficients indicated reduced drag and lift forces, thereby improving performance and maintaining vehicle stability.

Keywords: *Prototype vehicle, Computational fluid dynamics, Drag coefficient, Lift coefficient, Aerodynamics.*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri (Ananda et al., 2021). Hal tersebut membuat para produsen otomotif terus berinovasi untuk menciptakan berbagai macam model kendaraan terutama bentuk bodi yang bertujuan untuk menciptakan efisiensi energi yang tinggi (Alfian., 2022). Salah satu cara mendapatkan efisiensi energi yang tinggi yakni dengan mendesain bodi kendaraan yang aerodinamis.

Aerodinamika merupakan fenomena aliran udara yang bergerak di suatu permukaan benda. Interaksi antara suatu objek yang bergerak dan udara sekitarnya akan mengakibatkan munculnya gaya aerodinamis. Fenomena aerodinamika kendaraan yang melaju timbul akibat pergerakan udara di sepanjang kontur mobil. Bentuk bodi kendaraan yang efisien secara aerodinamis idealnya menyerupai bentuk *streamline* yang mengikuti karakteristik aliran fluida (Kusaeri., 2020). Karakteristik aerodinamika kendaraan dapat dievaluasi melalui pendekatan ekperimental di trowongan angin atau simulasi komputasi menggunakan perangkat lunak CFD (*Computationel Fluid Dynamics*) (Prastyo et al., 2020). Gaya hambat dan gaya angkat merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi efisiensi dan stabilitas aerodinamis kendaraan. Dalam aerodinamika, gaya hambat adalah resistansi fluida yang berlawanan dengan arah gerak objek, di mana besarannya diukur oleh koefisien *drag* yang merepresentasikan besarnya resistansi fluida terhadap objek tersebut. Sedangkan gaya angkat merupakan gaya vertikal yang mengangkat objek, dihasilkan oleh perbedaan tekanan di mana tekanan di bagian bawah objek lebih tinggi daripada di bagian atasnya, dengan besarannya diukur oleh koefisien *lift* (Nurcahyo dan Wahyudi., 2021).

Banyak studi yang telah membahas pengaruh bentuk bodi terhadap aerodinamika kendaraan, namun masih terbatas pada pengaruh bentuk ekor kendaraan. Padahal di bagian belakang kendaraan terjadi fenomena separasi aliran yang menyebabkan timbulnya *wake* sehingga mengakibatkan gaya hambat pada kendaraan (Sudaryono dan pranoto 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk ekor dan variasi kecepatan purwarupa kendaraan Mandalika Desantara terhadap performa aerodinamis yang diukur berdasarkan nilai koefisien *drag* dan *lift* menggunakan simulasi *computational fluid dynamics* (CFD).

2. Metode

Metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan suatu sistem nyata yang akan ditirukan secara matematis dan ditampilkan dalam bentuk tabel ataupun grafik (Salman et al. 2025). Ada banyak permasalahan di bidang teknik yang dapat diselesaikan dengan metode CFD diantarnya perpindahan panas, fenomena reaksi kimia dan aliran fluida (Baananto, 2023). *Software* yang digunakan dalam simulasi yakni Ansys 2025R2, sedangkan *software* yang digunakan untuk desain bodi adalah Fusion 360.

Secara teoritis nilai dari koefisien *drag* dan *lift* dapat dicari menggunakan persamaan 1 dan 2 (Nurgesang et al. 2021).

$$C_d = \frac{F_d}{\frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times A} \tag{1}$$

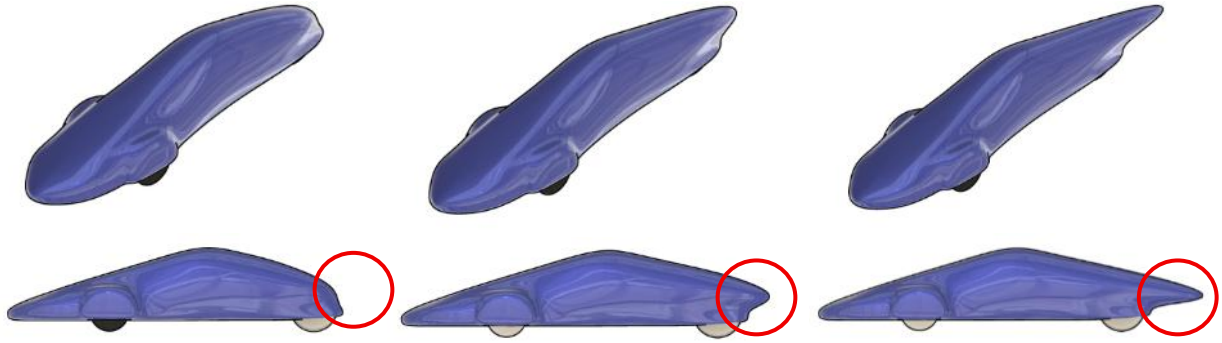
$$C_l = \frac{F_l}{\frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times A} \tag{2}$$

Keterangan:

C_d = Koefisien *drag*
C_l = Koefisien *lift*
F_d = Gaya hambat (N)
F_l = Gaya angkat (N)
ρ = Densitas fluida (kg/m3)
V = Kecepatan fluida (m/s)
A = Luas frontal area (m2)

Dalam simulasi ini desain kendaraan yang diujikan akan ditempatkan di dalam domain komputasi yang kemudian kecepatan udara masuk diatur sesuai dengan variasi yang diinginkan.

Variasi kecepatan udara masuk yang digunakan yakni 12,33 m/s, 17,89 m/s, 23,44 m/s dan 29 m/s yang nilai ini sudah ditambahkan dengan kecepatan angin rata-rata di Indonesia (Hasan dan Widayat 2022). Ada tiga desain bodi kendaraan yang diujikan yakni desain bodi dengan ekor panjang, ekor pendek dan tanpa ekor. Masing-masing desain dapat dilihat pada Gambar 1 dan untuk dimensi kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1.



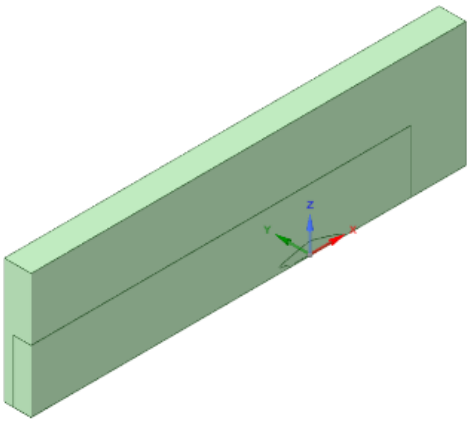
(a) Desain bodi tanpa ekor (b) Desain bodi ekor pendek (c) Desain bodi ekor panjang

Gambar 1. Variasi bentuk ekor pada desain bodi kendaraan

Tabel 1. Dimensi kendaraan

Parameter	Desain tanpa ekor	Desain ekor pendek	Desain ekor panjang
Panjang	3035 mm	3225 mm	3516 mm
Tinggi	752 mm	752 mm	752 mm
Lebar	788 mm	788 mm	788 mm
Frontal area	0,04 m^2	0,04 m^2	0,04 m^2

Prinsip simulasi ini melibatkan penempatan model kendaraan dalam sebuah domain komputasi, dengan mengatur parameter kecepatan udara masuk guna mendapatkan parameter aerodinamis seperti gaya hambat, gaya angkat, koefisien *drag* dan koefisien *lift*. Domain komputasi yang digunakan memiliki panjang 24 m, lebar 3 m, dan tinggi 7 m seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Amaluddin., 2022).



Gambar 2. Domain komputasi

Setelah itu, tahapan *meshing* dilakukan untuk mengubah domain komputasi menjadi kumpulan elemen-elemen kecil yang saling terhubung. *Mesh* jenis *poly-hexcore* digunakan karena memiliki akurasi tinggi dengan jumlah elemen yang relatif sedikit sehingga menghemat waktu komputasi (Widiarta et al. 2022). Dalam simulasi ini volume bantu (*body of influence*) digunakan dengan ukuran *mesh* yang lebih halus sehingga didapatkan hasil yang lebih presisi di sekitar permukaan bodi (Azmi et al. 2021). Tampilan dari *mesh* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Tahapan *meshing*

Penelitian ini memiliki batasan dengan asumsi aliran stabil (*steady*) yang diterapkan pada domain komputasi, serta tidak disertakan validasi eksperimental yang membandingkan hasil simulasi dengan data pengujian fisik sehingga hasil yang diperoleh bersifat prediksi numerik. Adapun parameter masukan yang digunakan dalam simulasi ini ditampilkan pada Tabel 2 dibawah:

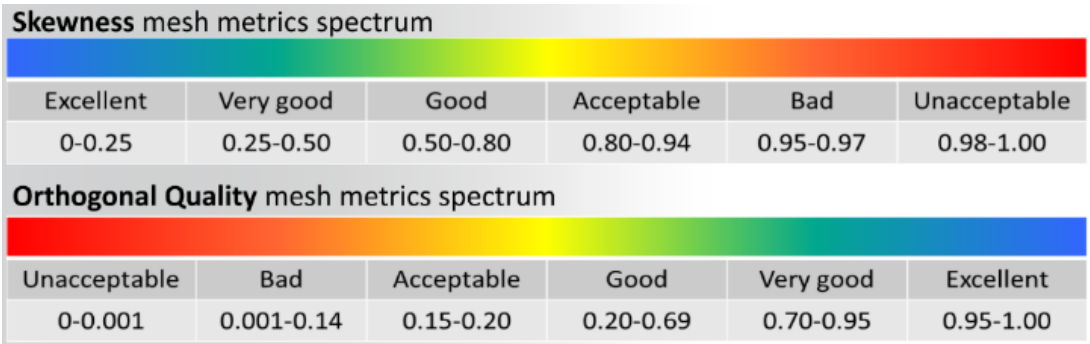
Tabel 2. Parameter simulasi yang digunakan

Parameter	Nilai/model yang dipilih
Jenis fluida	Udara
Suhu fluida	300 K
Tekanan fluida	101325 Pa
Densitas fluida	1,17662 kg/m^3
Viskositas fluida	1,846 × 10^{-5} kg/m.s
Kecepatan masuk fluida	12,33 m/s, 17,89 m/s, 23,44 m/s dan 29 m/s
Model turbulensi	K-omega SST (*shear stress transport*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis kualitas *mesh*

Proses *meshing* bertujuan supaya perhitungan dengan metode simulasi dapat berjalan. Kualitas *mesh* sangat berpengaruh terhadap hasil dari simulasi. Dalam menganalisis kualitas *mesh* dapat dilakukan dengan banyak cara salah satunya yakni mengecek nilai *skewness* dan *orthogonal quality* (Firmanto 2023). Pada *software* Ansys standar *skewness* dan *orthogonal quality* ditampilkan pada Gambar 4 (Ansys Inc 2015).



Gambar 4. Standar kualitas *mesh* pada *software* Ansys

Kualitas *mesh* yang didapatkan dalam simulasi ini dapat dilihat pada tabel 3 yang mana standar *mesh* untuk sumulasi ini sudah cukup baik sehingga simulasi dapat dijalankan untuk mendapat hasil simulasi yang bagus (Salim et al. 2025).

Tabel 3. Nilai kualitas *mesh* pada simulasi

Desain	Minimum *orthogonal*	Maksimum *skewness*	Jumlah *cells*
Tanpa ekor	0,16	0,49	768226
Ekor pendek	0,17	0,56	772074
Ekor panjang	0,15	0,51	788249

3.2 Hasil simulasi aerodinamis

Nilai dari koefisien *drag* (Cd) dan koefisien *lift* (Cl) merupakan hal yang sangat penting dalam aerodinamika kendaraan (Sianipar et al. 2021). Tingkat aerodinamis kendaraan diperhitungkan berdasarkan parameter tersebut. Tabel 4 menjelaskan mengenai nilai koefisien *drag* dan koefisien *lift* yang terjadi pada masing-masing desain bodi dengan variasi bentuk ekor dan kecepatan.

Tabel 4. Nilai koefisien *drag* dan *lift* pada simulasi

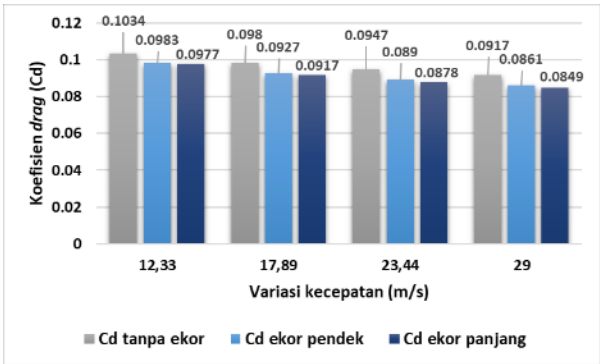
Variasi Desain bodi	Variasi kecepatan (m/s)	Hasil simulasi			
		Cd	Fd (N)	Cl	Fl (N)
Tanpa ekor	12,33	0,1034	1,8495	0,1546	2,7655
	17,89	0,098	3,6913	0,146	5,4975
	23,44	0,0947	6,1209	0,1354	8,7516
	29	0,0917	9,0778	0,1262	12,492
	Rata - rata	**0,0970**	**5,1849**	**0,1406**	**7,3767**
Ekor pendek	12,33	0,0983	1,7579	0,1366	2,4434
	17,89	0,0927	3,4921	0,1241	4,6747
	23,44	0,089	5,7512	0,1157	7,4823
	29	0,0861	8,5178	0,1077	10,6618
	Rata - rata	**0,0915**	**4,8798**	**0,1210**	**6,3156**
Ekor panjang	12,33	0,0977	1,7473	0,1207	2,1591
	17,89	0,0917	3,4534	0,1063	4,0033
	23,44	0,0878	5,6781	0,0973	6,289
	29	0,0849	8,3995	0,0889	8,7977
	Rata - rata	**0,0905**	**4,8196**	**0,1033**	**5,3123**

3.3 Pembahasan

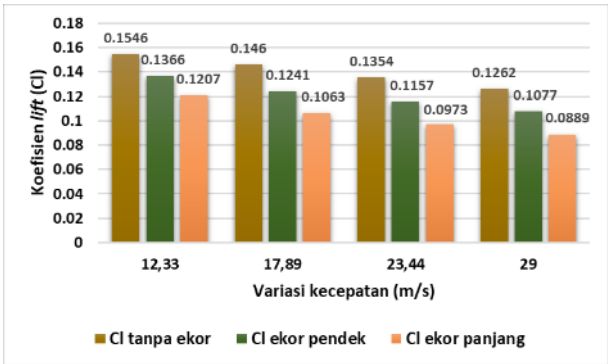
3.3.1 Analisis grafik

Berdasarkan data yang didapatkan pada simulasi dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai koefisien *drag* dan *lift* seiring dengan pertambahan kecepatan dari masing-masing desain kendaraan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Untuk nilai koefisien *drag* dan *lift* terendah didapatkan pada desain kendaraan dengan bentuk ekor panjang pada kecepatan 29 m/s dengan nilai koefisien *drag* sebesar 0,0849 dan nilai koefisien *lift* sebesar 0,0889. Sedangkan untuk nilai tertinggi terjadi pada desain kendaraan tanpa ekor dengan kecepatan 12,33 m/s yang mana nilai koefisien *drag* sebesar 0,1034 dan nilai koefisien *lift* sebesar 0,1546. Selain itu, berdasarkan perbandingan dengan desain tanpa ekor, desain ekor panjang terbukti paling efisien secara aerodinamis yang mencapai penurunan rata-rata koefisien *drag* sebesar 6,66% dan *lift* 26,70%. Sementara itu, desain ekor pendek juga memberikan peningkatan aerodinamis, namun dengan presentase yang lebih sedikit yakni koefisien *drag* sebesar 5,62% dan *lift* 13,96%. Nilai tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aprillia et al. (2023) dimana bentuk dan kecepatan

kendaraan sangat mempengaruhi nilai aerodinamika terutama laju aliran di sekitar permukaan bodi. Nilai koefisien *drag* yang semakin rendah akan menyebabkan efisiensi kendaraan yang semakin baik karena hambatan udara yang berkurang sehingga berdampak positif pada efisiensi bahan bakar (Riszal dan Martinus 2021).



(a) Grafik nilai koefisien *drag* terhadap kecepatan

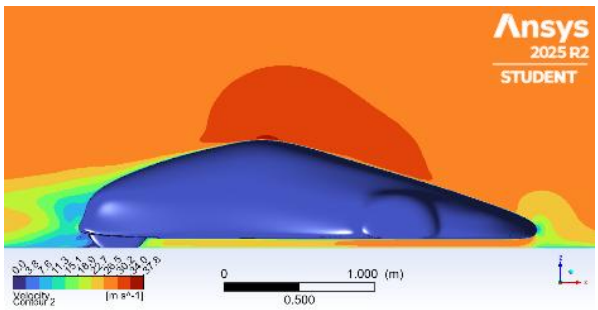


(b) Grafik nilai koefisien *lift* terhadap kecepatan

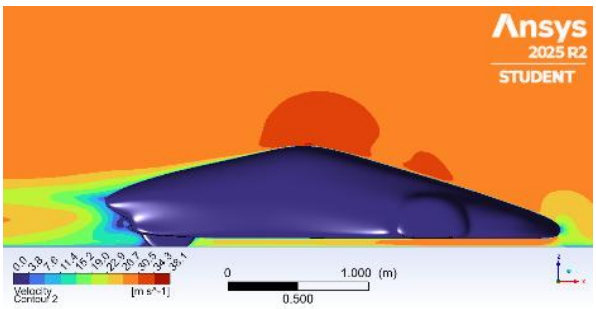
Gambar 5. Grafik nilai koefisien *drag* dan *lift* terhadap kecepatan

3.3.2 Analisis kontur kecepatan

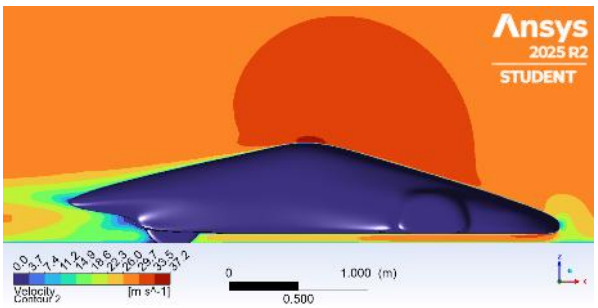
Dalam visualisasi kontur kecepatan digunakan skala warna untuk mempresentasikan perbedaan kecepatan aliran udara. Berdasarkan Gambar 6 kecepatan tertinggi ditunjukkan oleh warna merah yang berada di bagian atas kendaraan. Kondisi ini disebabkan oleh bentuk kendaraan yang memicu akselerasi aliran pada area tersebut. Sebaliknya, terjadi penurunan kecepatan yang ditandai dengan warna biru pada kontur di bagian belakang kendaraan akibat dari aliran udara yang tidak teratur. Fenomena serupa terjadi dalam penelitian yang dilakukan oleh Suryady dan Zhafran (2022) di mana ketika kendaraan melaju terdapat ruang udara yang dipengaruhi oleh kecepatan, sehingga menyerupai ruang hampa di bagian belakang kendaraan dan menjadi penyebab timbulnya gaya hambat.



(a) Kontur kecepatan desain tanpa ekor



(b) Kontur kecepatan desain ekor pendek

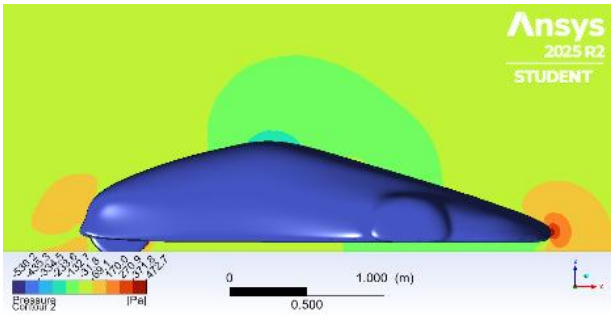


(c) Kontur kecepatan desain ekor panjang

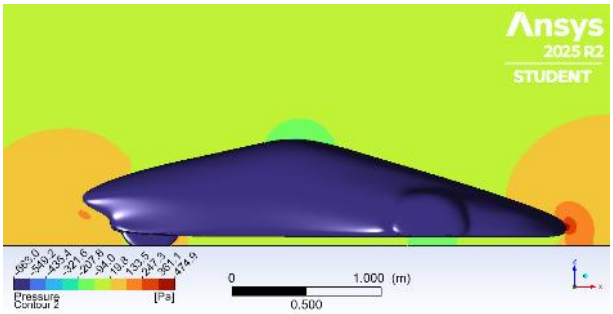
Gambar 6. Kontur kecepatan kendaraan pada kecepatan 29 m/s

3.3.3 Analisis kontur tekanan

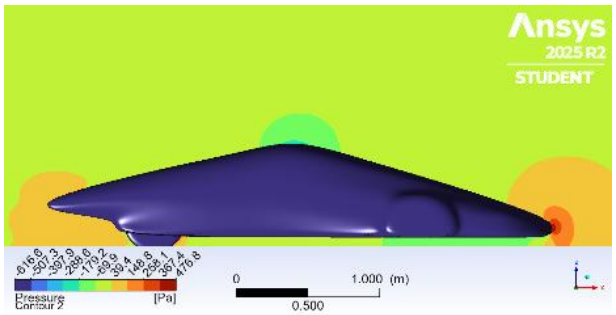
Pada kontur tekanan, visualisasi yang digunakan hampir sama dengan visualisasi kontur kecepatan yakni menggunakan warna untuk membedakan perbedaan tekanan pada setiap titik. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat tekanan bervariasi dalam rentang -536,2 Pa hingga 476,8 Pa di masing-masing desain pada kecepatan 29 m/s. Tekanan tertinggi terjadi pada bagian depan kendaraan ditandai dengan kontur warna merah, sedangkan untuk tekanan terendah terjadi pada bagian atas kendaraan. Pada Gambar tersebut rata-rata tekanan yang tinggi terjadi pada bagian depan kendaraan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Pangestu et al,. 2024) karena bagian depan kendaraan merupakan area yang pertama kali berinteraksi dengan fluida.



(a) Kontur tekanan desain tanpa ekor



(b) Kontur tekanan desain ekor pendek

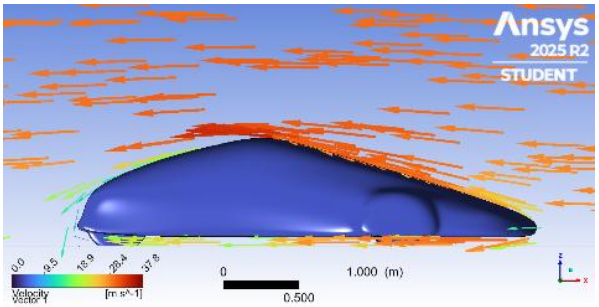


(c) Kontur tekanan desain ekor panjang

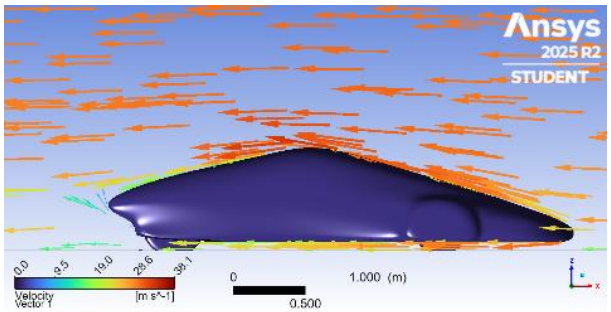
Gambar 7. Kontur tekanan kendaraan pada kecepatan 29 m/s

3.3.4 Visualisasi vektor

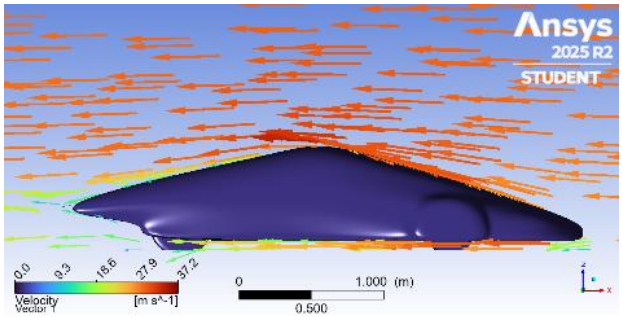
Visualisasi vektor biasanya diGambarkan dengan anak panah yang menunjukkan arah dan besarnya suatu aliran fluida (Fahmi et al., 2023). Visualisasi vektor juga efektif untuk mengidentifikasi daerah turbulensi yang tidak teratur di sekitar permukaan kendaraan. Berdasarkan Gambar 8, daerah turbulensi terbesar terjadi di bagian belakang bodi tanpa ekor, namun berkurang seiring penambahan panjang ekor. Fenomena turbulensi ini memicu terjadinya separasi aliran sehingga timbul fenomena *wake* di belakang kendaraan seperti yang diamati dalam penelitian Hanif dan Utomo (2015) sehingga meningkatkan gaya hambat karena adanya area bertekanan rendah yang menghisap berlawanan dengan arah laju kendaraan.



(a) Visualisai vektor desain tanpa ekor



(b) Visualisai vektor desain ekor pendek



(c) Visualisai vektor desain ekor panjang

Gambar 8. Visualisasi vektor kendaraan pada kecepatan 29 m/s

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, didapatkan kesimpulan bahwa kendaraan dengan ekor panjang memiliki nilai aerodinamis yang lebih baik dibuktikan dengan presentase penurunan koefisien *drag* dan *lift* sebesar 6,66% dan 26,70%. Nilai koefisien *drag* terendah terjadi pada kecepatan 29 m/s yakni sebesar 0,0849. Nilai koefisien *drag* yang rendah menandakan hambatan pada kendaraan saat melaju semakin sedikit sehingga dapat menigkatkan efisiensi kendaraan yang berdampak pada konsumsi bahan bakar yang semakin berkurang. Sedangkan untuk nilai koefisien *lift* terendah berada pada nilai 0,0889 pada kecepatan yang sama. Semakin rendah nilai koefisien *lift* maka gaya angkat yang dihasilkan oleh aliran udara di sekitar kendaran akan semakin kecil. Hal ini yang akan menjadikan kendaraan tidak mengalami gaya vertikal yang signifikan yang dapat mengangkatnya pada saat kendaraan melaju di jalan. Selain itu, koefisien *lift* yang rendah juga akan memaksimalkan kontak roda kendaraan dengan jalan sehingga dapat meningkatkan performa serta menjaga stabilitas saat berkendara terutama pada kecepatan yang tinggi. Penelitian ini hanya bersifat analisis numerik didasarkan pada simulasi CFD tanpa dilengkapi dengan validasi eksperimental melalui pengujian *wind tunnel*, sehingga diharapkan untuk kedepannya penelitian dengan validasi *wind tunnel* dapat dilakukan untuk memperdalam dan membandingkan hasil yang diperoleh dari simulasi CFD.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada tim Mandalika Desantara Universitas Mataram serta semua pihak yang terlibat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

Alfian, S. 2023. “Analisis CFD penyempurnaan penggunaan pengarah angin terhadap pengurangan gaya drag pada mobil barang bak tertutup.” *Barometer* 8 (1): 42–49. https://doi.org/10.35261/barometer.v8i1.7291.

Amaluddin, M. N. H. 2022. "Analisis koefisien hambatan pada desain bodi kendaraan tipe concept car menggunakan perangkat lunak CFD fluent." *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology* 1 (1): 28–33. https://doi.org/10.61844/jemmtec.v1i01.152.

Ananda, R., A. Akbar, dan Y. Pramesti. 2021. "Analisis aerodinamika bodi kendaraan KMHE Jayabaya prototype 2.0." Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi) 5 (3): 218–223. https://doi.org/10.29407/inotek.v5i3.1106.

Ansys Inc. 2015. "Lecture 7: mesh quality & advanced topics." https://sl1nk.com/JLhgL.

Aprillia, R. N., Sriyono, dan Ramdhani. 2023. "Analisis aerodinamika bodi kendaraan urban single seater menggunakan metode computational fluid dynamics (CFD)." *AEEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education* 4 (2): 95–102. https://doi.org/10.24036/aeej.v4i2.211.

Azmi, A. A., S. D. Hariyanto, dan A. Hidayat. 2021. "Analisis karakteristik aerodinamika telescopic wing dengan konfigurasi sayap flying wing dan glider menggunakan metode pendekatan simulasi CFD." Turbo: *Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 10 (1): 8–15. http://dx.doi.org/10.24127/trb.v10i1.1340.

Baananto, F. 2023. "Preliminary design and computational fluid dynamics (CFD) analysis of liquid fluid flow through a split cylindrical object". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (3): 30–35. https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i3.76.

Budi, S. S. ., Hendrawan, A. B. ., & Usman, M. K. . (2024). Lower Arm Design of Double Wishbone Model PHB Electric Car Using Finite Element Method . *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 3(3), 73–78. https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i3.139.

Barita, Eswanto, & Kirfan Wujud. (2022). Planning of Fluidized Combustion Chamber Using Waste Fuel. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(1), 58–65. https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i1.11.

Fahmi, H. N., K. Rozi, dan B. F. T. Kiono. 2023. "Studi numerik pengaruh variasi kemiringan dan ketinggian step terhadap medan aliran melalubackward-facing step." *Jurnal Teknik Mesin* 11 (4): 193–200. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/41857.

Firmanto, B. 2023. "Merawat Indonesia dari udara: studi numerik aerodinamika sayap airfoil NACA." AMU Press 1 (1): 1–134. https://ejournal.amertamedia.co.id/index.php/press/article/view/351.

Hanif, A. H., dan M. S. K. T. S. Utomo. 2015. "Simulasi aerodinamika desain mobil hemat bahan bakar 'Antawirya' dengan metode computational fluid dynamics." *Jurnal Teknik Mesin* 3 (2): 188–197. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/8726.

Hasan, M. S., dan Widayat. 2022. "Produksi hidrogen dengan memanfaatkan sumber daya energi surya dan angin di Indonesia." *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 3 (1): 38–48. https://doi.org/10.14710/jekk.v%25vi%25i.13374.

Kusaeri, D. 2020. "Karakteristik aerodinamika terhadap desain mobil hemat energi pada kecepatan 15 km/jam menggunakan computational fluid dynamics." *Jurnal Engineering* 11 (1): 44–52.

Mulyadi, M., & Siagian, T. (2023). Aerodynamic Preliminary Study of Low-Speed Unmanned Aerial Vehicle Wing. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 2(2), 47–53. https://doi.org/10.56862/irajtma.v2i2.60.

Nurcahyo, Y. E., dan P. L. Wahyudi. 2021. "Rancang bangun body fibercarbon dan simulasi aerodinamis dengan ansys untuk mobil hemat energi kategori prototype." *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material* 5 (2): 90–96. https://doi.org/10.30588/jeemm.v5i2.883.

Nurgesang, F. A., M. Ridlwan, dan Y. T. Imansyah. 2021. "Desain, analisis aerodinamika, dan pemodelan mobil mikro berdasarkan antropometri tubuh orang Indonesia." *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 16 (1): 35–43.

Pangestu, R. A., Asnawi, A. Nayan, A. Setiawan, dan Muhammad. 2024. "Analisa aerodinamika body mobil listrik dengan metode compputational fluid dynamic (cfd) pada variasi frontal area dan kecepatan aliran udara menggunakan software ansys fluent." *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology* 8 (1): 175–182. https://doi.org/10.29103/mjmst.v8i1.14931.

Prastyo, B. W., I. Syafa'at, dan M. Dzulfikar. 2020. "Analisis aerodinamika pada bodi mobil hemat energi Lintang Samudra menggunakan metode computational fluid dynamics." *Majalah Ilmiah Momentum* 16 (1): 80–86.

Pasaribu, M. N. H. (2024). Analysis of Tire Grip Coefficient Based on The Difference in Car Mass on The Asphalt Road Surface. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 3(1), 93–100. https://doi.org/10.56862/irajtma.v3i1.105.

Riszal, A., dan M. Martinus. 2021. "Analisis drag force dan aliran fluida pada desain mobil listrik Green Campus UNILA berdasarkan kecepatan." *Open Science and Technology* 1 (2): 181–189. https://doi.org/10.33292/ost.vol1no2.2021.25.

Salim, A. T. A., M. R. Fransisko, R. S. Firdaus, K. B. Pradana, M. Devani, O. D. Risqy, dan I. F. Muthi. 2025. "Optimalisasi alternatif desain mask of car kereta cepat terhadap aerodinamika variasi kecepatan dengan simulasi computational fluid dynamics (CFD)." *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)* 9 (1): 22–29. https://doi.org/10.37367/jpi.v9i1.386.

Salman, S. S., T. Rachmanto, dan I. G. D. K. Yudhyadi. 2025. "Analisis aerodinamika dan gaya pada mobil listrik himpunan teknik mesin ft Unram dengan metode computational fluid dynamic (CFD)." Prosiding SAINTEK 7 (1): 298–306. https://doi.org/10.29303/saintek.v7i1.3425.

Sianipar, R. M. B., A. Hiendro, dan R. A. Wicaksono. 2021. "Simulasi aerodinamika bodi mobil listrik fakultas teknik menggunakan computational fluid dynamics (CFD*)." JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin* 2 (2): 135–141. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/48637.

Sudaryono, A., dan H. Pranoto. 2022. "Analisis aerodinamis bodi mobil listrik Geni Biru KMHE 2020 terhadap kecepatan menggunakan simulasi CFD." *Journal of New Energies and Manufacturing* 1 (1): 41–56. http://dx.doi.org/10.22441/jonem.v1i1.11453.

Suryady, S., dan R. Zhafran. 2022. "Analisa desain bodi kendaraan tipe urban concept pada pengaruh koefisien drag dan koefisien lift." *Presisi* 24 (1): 74–84. https://ejournal.istn.ac.id/index.php/presisi/article/view/1149.

Widiarta, I. P., M. Suarda, M. Sucipta, dan I. G. K. Sukadana. 2022. "Simulasi CFD pertukaran udara di ruang tindakan klinik kesehatan." *Jurnal METTEK* 8 (2): 83–92. https://doi.org/10.24843/METTEK.2022.v08.i02.p03.