

# ***The Bodykit Effects of Aerodynamics On The Car Minibus Daihatsu Granmax Front [Pengaruh Bodykit Terhadap Aerodinamika Pada Mobil Minibus Daihatsu Granmax Bagian Depan]***

Rengga Rahmat Milleniawan<sup>1)</sup>, Ali Akbar<sup>2)</sup>, A'rasy Fahrudin<sup>3)</sup>, Metatia Intan Mauliana<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>4)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [aliakbar@umsida.ac.id](mailto:aliakbar@umsida.ac.id)

**Abstract :** *The term Aerodynamics comes from two words, the "Aero" and "dynamics", which means the movement of airflow that affects an object while moving on a certain pace, the purpose of this research is to know how big the influence of the body coefficient of drag (CD) and the coefficient of lift (CL) Aerodynamics of the Minibus Daihatsu Granmax. This analysis of the Solidworks 2022 software for the design of the standard body and modification, solidworks of flowing simulation to perform aerodynamics simulation with 4 variations of speed ie 50 km/h, 75 km/h, 100km/h, and 125 km/h. The result is from this analysis to CD Body Standart 50 km/h = 0,553 N, 75 km/h = 0,553 N, 100 km/h = 0,552 N, 125 km/h = 0,553 N, and the CL is 50 km/h = 0,088 N, 75 km/h = 0,088 N, 100 km/h = 0,087 N, 125 km/h = 0,089 N, for CD body Modification 50 km/h = 0,488 N, 75 km/h = 0,489, 100 km/h = 0,488 N, 125 km/h = 0,489 N, for the cl is 50 km/h = 0,161 N, 75 km/h = 0,162 N, 100 km/h = 0,163 N, 125 km/h = 0,165 N.*

**Keywords** - Aerodynamics, Solidworks, Coefficient of drag, Coeffisient of lift, CFD

**Abstrak :** *Istilah aerodinamika berasal dari dua kata, yaitu "aero" dan "dinamika", yang berarti pergerakan aliran udara yang memengaruhi suatu benda ketika bergerak pada kecepatan tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bentuk dari bodykit terhadap nilai koefisien drag (Cd) dan koefisien lift (Cl) aerodinamika mobil minibus Daihatsu Granmax. Analisis ini dilakukan menggunakan software Solidworks 2022 untuk perancangan desain body standart dan modifikasi, Solidworks flow simulation untuk melakukan simulasi aerodinamikanya dengan 4 variasi kecepatan yaitu 50 km/h, 75 km/h, 100km/h, dan 125 km/h. Hasil yang diperoleh dari analisis ini untuk Cd body standart 50 km/h = 0,553 N, 75 km/h = 0,553 N, 100 km/h = 0,552 N, 125 km/h = 0,553 N, dan Cl-nya 50 km/h = 0,088 N, 75 km/h = 0,088 N, 100 km/h = 0,087 N, 125 km/h = 0,089 N, untuk Cd body modifikasi 50 km/h = 0,488 N, 75 km/h = 0,489 N, 100 km/h = 0,488 N, 125 km/h = 0,489 N, untuk Cl-nya 50 km/h = 0,161 N, 75 km/h = 0,162 N, 100 km/h = 0,163 N, 125 km/h = 0,165 N.*

**Kata kunci** - Aerodinamika, Solidworks, Koefisien drag, Koefisien lift, CFD

## **I. PENDAHULUAN**

Kendaraan merupakan alat transportasi yang digerakkan oleh sistem mekanis yang terpasang di dalamnya. Terdapat berbagai jenis kendaraan, mulai dari kendaraan ringan[1], kendaraan berat, hingga kendaraan khusus untuk keperluan olahraga atau balap[2]. Setiap kendaraan memiliki beberapa komponen utama, seperti mesin sebagai penggerak, rangka sebagai struktur utama, serta bodi kendaraan sebagai penutup luar[3].

Perkembangan teknologi di dunia otomotif telah berlangsung sangat pesat, baik dari sisi mesin—seperti peningkatan performa, efisiensi bahan bakar[4], dan pengurangan emisi—maupun dari penerapan fitur-fitur teknologi terbaru serta desain bentuk kendaraan yang semakin maju demi aspek estetika dan aerodinamika[5].

Istilah aerodinamika berasal dari dua kata, yaitu "aero" dan "dinamika", yang berarti pergerakan aliran udara yang memengaruhi suatu benda ketika bergerak pada kecepatan tertentu[6]. Dalam sektor transportasi, telah dilakukan berbagai upaya untuk mengurangi konsumsi bahan bakar, salah satunya dengan meningkatkan aspek aerodinamika pada kendaraan serta merancang kendaraan yang lebih efisien energi[7]. Aerodinamika menjadi salah satu faktor penting dalam proses produksi kendaraan[8], terutama pada kendaraan roda dua dan roda empat[9]. Desain kendaraan yang memiliki aerodinamika baik dapat memberikan dampak positif terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar[10].

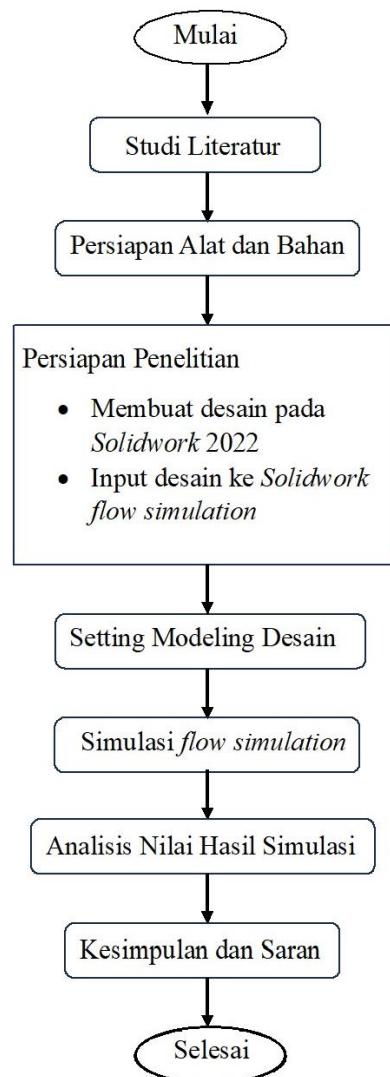
Belakangan ini, aspek aerodinamika, khususnya terkait pembaruan nilai koefisien drag (Cd) dan koefisien lift (Cl), mendapat perhatian besar dalam bidang mekanika fluida[11]. Dalam industri otomotif, para insinyur berupaya semaksimal mungkin untuk menurunkan nilai koefisien drag (Cd) serendah mungkin guna mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan[12]. Nilai drag dan lift juga dapat dikurangi melalui pemasangan spoiler di bagian depan dan

belakang kendaraan[13]. Komponen ini tidak hanya memengaruhi pola aliran udara di bagian belakang mobil, tetapi juga mampu meningkatkan gaya tekan ke bawah (downforce) saat kendaraan melaju dalam kecepatan tinggi[14].

Banyak penelitian terbaru di bidang aerodinamika kendaraan dilakukan dengan fokus pada optimalisasi desain bodi[15]. Penggunaan perangkat lunak CFD sangat disarankan karena tidak memerlukan biaya besar dan mampu memberikan hasil yang akurat, mengingat seluruh proses dilakukan dengan bantuan perangkat lunak.

## II. METODE

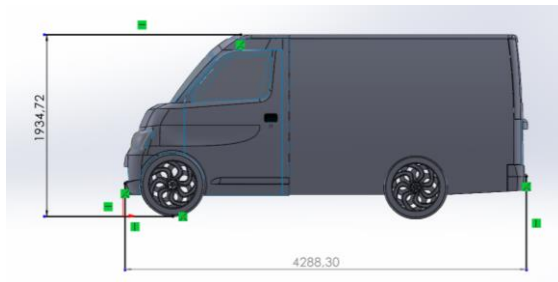
Penelitian yang penulis lakukan merupakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, serta berbagai fenomena fisik lainnya melalui simulasi berbasis komputer. Saat ini, CFD telah menjadi salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam menyelesaikan permasalahan di bidang rekayasa, khususnya dalam mekanika fluida dan perpindahan panas. Untuk mendapatkan hasil maksimal dalam proses penelitian ini, tahapan pembuatan karya ini dapat digambarkan dalam *flowchart* pada **Gambar 1**. sebagai berikut.



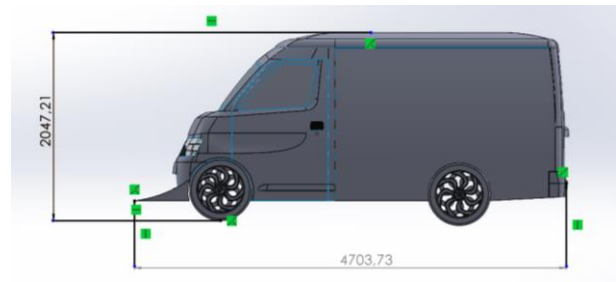
**Gambar 1.** *Flowchart*

### A. Perancangan Desain Bodi

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan pemodelan bodi kendaraan. Desain bodi yang digunakan menyerupai bentuk kendaraan Daihatsu Granmax. Pemodelan bodi dilakukan menggunakan perangkat lunak *SOLIDWORKS* dalam bentuk tiga dimensi (3D). Pada tahap ini, peneliti merancang bodi kendaraan dengan metode *surface* bodi dalam format 3D. Ilustrasi dari desain bodi tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2 A dan B**



Gambar 2 A. Bodi Standart



Gambar 2 B. Bodi Modifikasi

Tabel 1. Dimensi Kendaraan

| Dimensi | Bodi Standart | Bodi Modifikasi |
|---------|---------------|-----------------|
| Panjang | 4288 mm       | 4703 mm         |
| Lebar   | 1694 mm       | 1694 mm         |
| Tinggi  | 1934 mm       | 2047 mm         |

### B. Masukkan Desain Bodi Pada *Solidwork flow simulation*

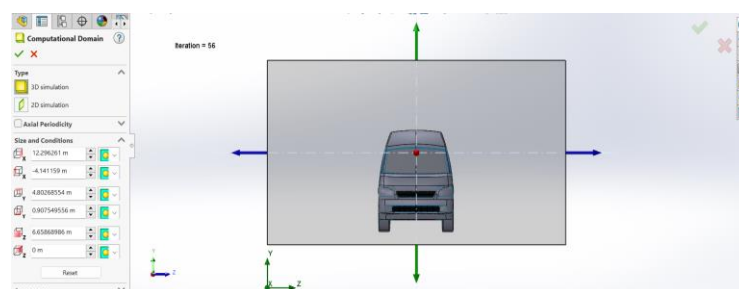
Setelah proses pemodelan bodi 3D selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah mengimpor model bodi dari *SolidWorks 2022* ke dalam *SolidWorks Flow Simulation*. Pada tahap ini, desain bodi yang telah dibuat di *SolidWorks 2022* dimasukkan ke dalam modul *Flow Simulation* untuk kemudian dilanjutkan ke tahap pengaturan (*setting*) model bodi.

Tabel 2. Pengaturan Parameter Simulasi

| NO | Preprocessing Data       |                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Pengaturan Sistem Unit   | SI (m-kg-s)                                                                                                                                                                            |
| 2  | Tipe Analisis            | Luar                                                                                                                                                                                   |
| 3  | Aliran Dasar             | <i>Air</i> (udara)                                                                                                                                                                     |
| 4  | Kondisi Awal dan Sekitar | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekanan : 101325.44 Pa</li> <li>• Temperatur : 28<sup>0</sup> C</li> </ul>                                                                    |
| 5  | Variasi Kecepatan        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13.888889 m/s (50 km/h)</li> <li>• 20.833333 m/s (75 km/h)</li> <li>• 27.777778 m/s (100 km/h)</li> <li>• 34.722222 m/s (125 km/h)</li> </ul> |

### C. Kondisi Batas (*Boundary Condition*)

Kondisi batas dalam simulasi ini ditentukan menggunakan opsi *default* yang tersedia dalam sistem. Kecepatan aliran yang digunakan bervariasi sesuai kebutuhan analisis. Selanjutnya, dilakukan penentuan fluid domain yang berfungsi sebagai batas area komputasi fluida.

Gambar 3. *Fluid domain* pada bodi Daihatsu Granmax

#### D. Pembuatan Mesh

Langkah berikutnya dalam proses simulasi adalah pembuatan *mesh*. Pada simulasi ini digunakan mesh terstruktur, di mana bentuk dan pola grid diterapkan baik pada fluid domain maupun pada permukaan bodi Daihatsu Granmax. Jumlah elemen yang dihasilkan dalam *mesh* ini adalah sebanyak 13.698 sel. Seluruh proses pembuatan mesh ini dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* 2022 melalui fitur *Flow Simulation*.

#### E. Pengolahan Data

Penentuan goal yang akan dilakukan pada simulasi adalah berupa gaya *drag* dan *lift*. Untuk menghitung koefisien *drag* dan koefisien *lift* dilakukan dengan cara pemberian input rumus detail pada menu global goal. Untuk mencapai hasil yang diinginkan, pengolahan data dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

- Pengukuran koefisien *drag*

$$Cd = \frac{2 \times D}{\rho \times V^2 \times A}$$

Dimana:

$Cd$  = koefisien *drag*

$D$  = gaya hambat (*drag*) dalam *Newton* (N)

$\rho$  = densitas udara dalam  $\text{kg/m}^3$

$V$  = kecepatan udara dalam m/s

$A$  = luas permukaan benda dalam  $\text{m}^2$

- Pengukuran koefisien *lift*

$$Cl = \frac{2 \times L}{\rho \times V^2 \times A}$$

Dimana:

$Cl$  = koefisien *lift*

$L$  = gaya angkat (*lift*) dalam *Newton* (N)

$\rho$  = densitas udara dalam  $\text{kg/m}^3$

$V$  = kecepatan udara dalam m/s

$A$  = luas permukaan benda dalam  $\text{m}^2$

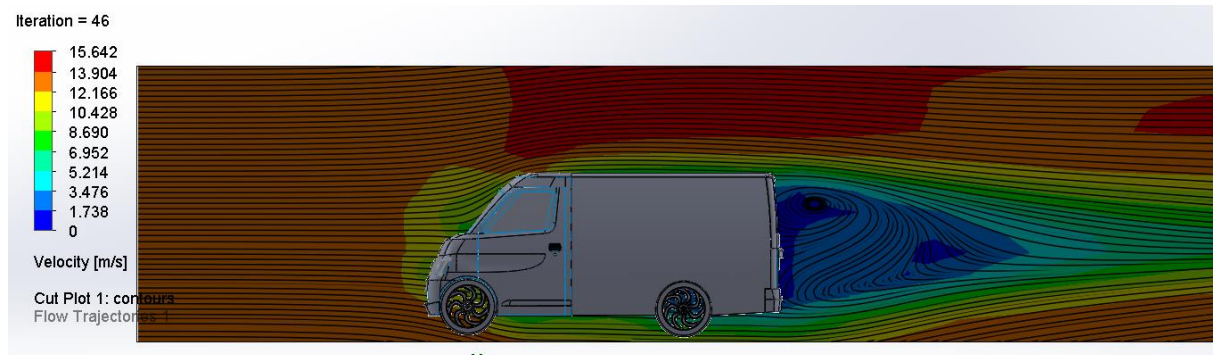
#### F. Penyelesaian (*Post Processing*)

Proses perhitungan ini akan terulang pada setiap elemen yang dihasilkan secara otomatis dan akan berhenti jika hasilnya sudah sama.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

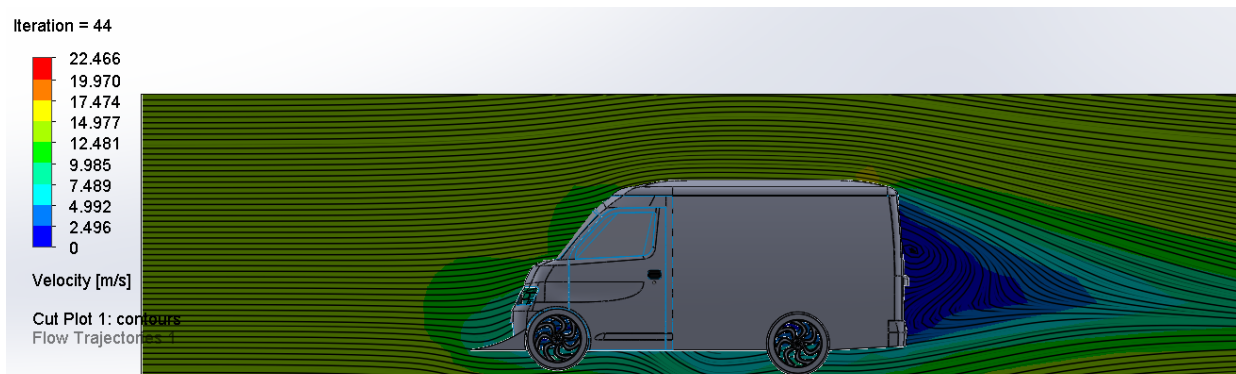
#### A. *Streamline* Pada Bodi Standart dan Modifikasi

Hasil *streamline* pada bodi standart dan bodi modifikasi dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.** *Streamline* Bodi Standart

Pada bodi standart dapat kita lihat di bagian belakang bodi terdapat sebuah turbulensi atau golakan udara yang tidak beraturan. Dimana aliran udara tersebut menciptakan turbulensi pada bagian belakang bodi. Seperti yang kita ketahui turbulensi tersebut dapat menimbulkan stabilitas kendaraan yang kurang baik.



**Gambar 5.** *Streamline* Bodi Modifikasi

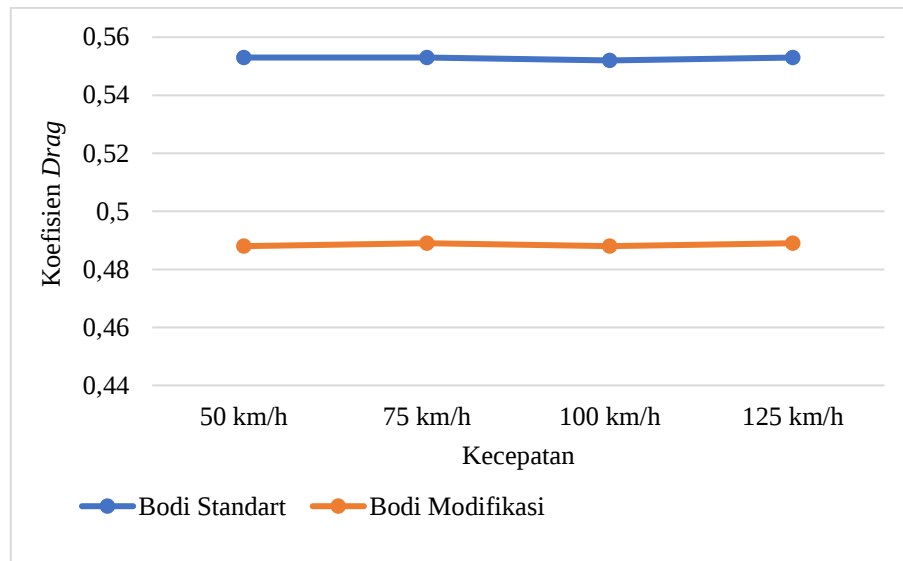
Pada gambar diatas dapat dilihat penambahan aksesoris pada bagian depan mampu memperbaiki turbulensi pada bagian belakang bodi kendaraan, dimana pada bodi standart aliran udara pada bagian belakang kendaraan yang tidak beraturan menjadi lebih baik pada bodi modifikasi. Pada gambar diatas turbulensi bodi modifikasi dibagian belakang jauh lebih baik di bandingkan dengan turbulensi pada bodi standart. Sehingga stabilitas kendaraan bodi modifikasi lebih baik daripada bodi standart.

#### B. Nilai Koefisien *Drag* dan *Drag Force*

Nilai koefisien *drag* dan *drag force* dengan berbagai variasi kecepatan dari hasil simulasi desain bodi kendaraan standart dan modifikasi dapat di lihat pada tabel sebagai berikut.

**Tabel 3.** Hasil pengukuran Koefisien *Drag*

| Kecepatan | Koefisien <i>Drag</i> |                 |
|-----------|-----------------------|-----------------|
|           | Bodi Standart         | Bodi Modifikasi |
| 50 km/h   | 0,553                 | 0,488           |
| 75 km/h   | 0,553                 | 0,489           |
| 100 km/h  | 0,552                 | 0,488           |
| 125 km/h  | 0,553                 | 0,489           |

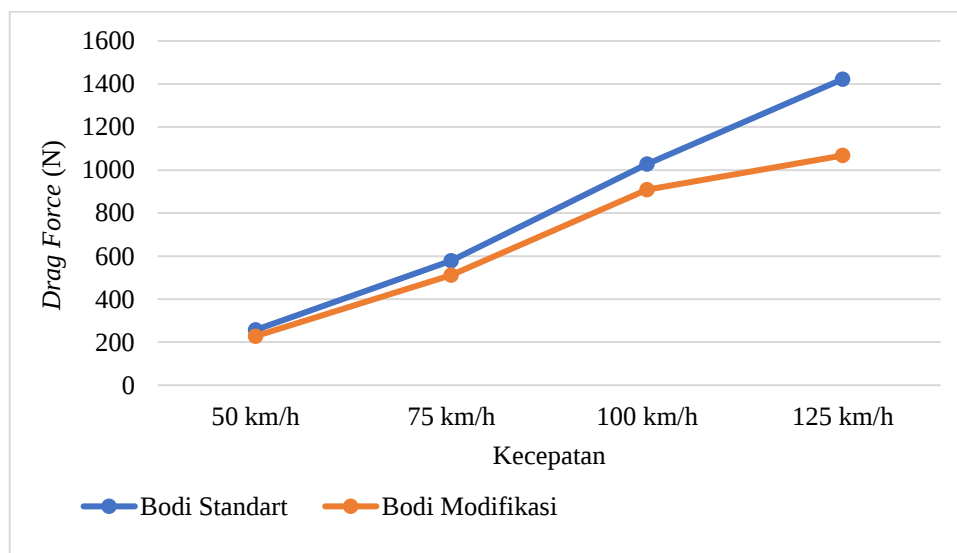


**Gambar 6.** Grafik Koefisien *Drag*

Pada data di atas dapat dilihat bahwa pengaruh modifikasi bodi kendaraan mampu menekan nilai CD yang cukup signifikan. Dimana pada bodi standart nilai koefisien *drag* pada variasi kecepatan 50 km/h, 75 km/h, 100 km/h, dan 125 km/h berturut – turut nilainya adalah 0,553 N, 0,553 N, 0,552 N, dan 0,553 N. Untuk desain bodi modifikasi nilai koefisien *drag* mengalami penurunan pada variasi kecepatan 50 km/h, 75 km/h, 100 km/h, dan 125 km/h berturut – turut nilainya adalah 0,488 N, 0,489 N, 0,488 N, dan 0,489 N.

**Tabel 4.** *Drag Force*

| <i>Drag Force</i> |               |                 |
|-------------------|---------------|-----------------|
| Kecepatan         | Bodi Standart | Bodi Modifikasi |
| 50 km/h           | 256,945 N     | 227,909 N       |
| 75 km/h           | 578,446 N     | 512,120 N       |
| 100 km/h          | 1027,997 N    | 908,655 N       |
| 125 km/h          | 1422,653 N    | 1067,913 N      |



**Gambar 7.** Grafik *Drag Force*

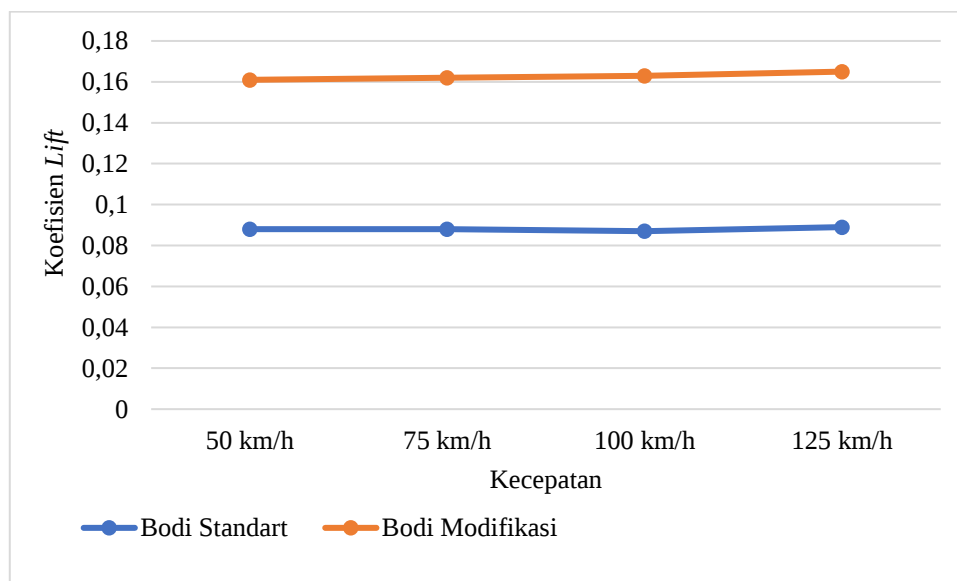
Pada data di atas dapat dilihat bahwa bodi modifikasi menghasilkan *drag force* yang lebih kecil dibandingkan dengan bodi standart, sehingga kendaraan menjadi lebih aerodinamis.

### C. Nilai Koefisien *Lift* dan *Lift Force*

Untuk nilai koefisien *lift* dan *lift force* dengan berbagai variasi kecepatan dari hasil simulasi desain bodi kendaraan standar dan modifikasi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hasil pengukuran Koefisien *Lift*

| <b>Koefisien <i>Lift</i></b> |                      |                        |
|------------------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Kecepatan</b>             | <b>Bodi Standart</b> | <b>Bodi Modifikasi</b> |
| 50 km/h                      | 0,088                | 0,161                  |
| 75 km/h                      | 0,088                | 0,162                  |
| 100 km/h                     | 0,087                | 0,163                  |
| 125 km/h                     | 0,089                | 0,165                  |

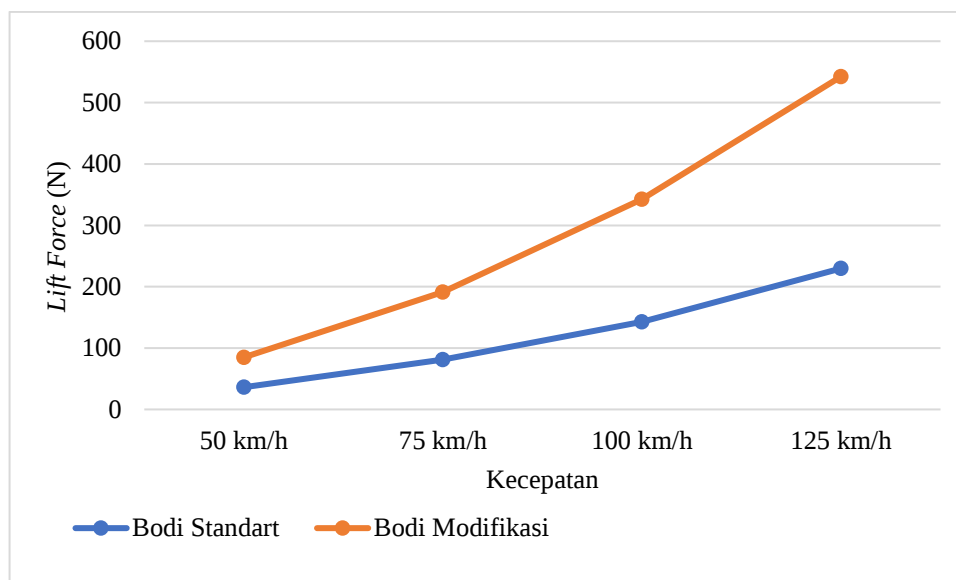


**Gambar 8.** Grafik Koefisien *Lift*

Pada data di atas dapat dilihat bahwa pengaruh modifikasi bodi kendaraan mampu memberi perbedaan nilai CL yang cukup signifikan. Dimana pada bodi standar nilai koefisien *lift* pada variasi kecepatan 50 km/h, 75 km/h, 100 km/h, dan 125 km/h berturut – turut nilainya adalah 0,088 N, 0,088 N, 0,087 N, dan 0,089 N. Untuk desain bodi modifikasi nilai koefisien *lift* mengalami kenaikan pada variasi kecepatan 50 km/h, 75 km/h, 100 km/h, dan 125 km/h berturut – turut nilainya adalah 0,161 N, 0,162 N, 0,163 N, dan 0,165 N.

**Tabel 6.** *Lift Force*

| <b><i>Lift Force</i></b> |                      |                        |
|--------------------------|----------------------|------------------------|
| <b>Kecepatan</b>         | <b>Bodi Standart</b> | <b>Bodi Modifikasi</b> |
| 50 km/h                  | 36,189 N             | 84,854 N               |
| 75 km/h                  | 81,130 N             | 191,439 N              |
| 100 km/h                 | 142,651 N            | 342,460 N              |
| 125 km/h                 | 229,703 N            | 542,402 N              |



Gambar 9. Grafik *Lift Force*

Pada data di atas dapat dilihat bahwa bodi modifikasi menghasilkan *lift force* yang lebih besar dibandingkan dengan bodi standart, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor

1. Distribusi tekanan berubah, spoiler bisa mengubah titik stagnasi di bagian depan kendaraan. Jika tekanan di atas kap mobil berkurang lebih kecil dibanding kenaikan tekanan di bawah bodi, maka selisih tekanan ( $\Delta P$ ) justru memperbesar *lift*.
2. *Ground clearance* mobil angkutan cukup tinggi, mobil angkutan biasanya punya kolong tinggi untuk membawa muatan. Aliran udara yang masuk ke bawah kolong jadi cukup besar. Penambahan *front spoiler* kadang hanya menambah turbulensi di area bawah tanpa efektif menutup aliran, sehingga udara menumpuk → tekanan meningkat → *lift* naik.
3. Efek aerodinamika keseluruhan bodi, spoiler depan bekerja optimal bila didukung desain bodi belakang (*diffuser*, *undertray*). Pada mobil angkutan dengan bodi kotak, spoiler depan saja tidak cukup, bahkan bisa mengacaukan keseimbangan aliran → menambah instabilitas dan *lift*.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis simulasi aerodinamika Daihatsu Granmax dengan variasi kecepatan 50 km/h, 75 km/h, 100 km/h, dan 125 km/h pada bodi standart dan bodi modifikasi pada bagian depan, diperoleh bahwa koefisien *drag* ( $C_d$ ) bodi standart lebih tinggi dibandingkan bodi modifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *bodykit* mampu menurunkan hambatan udara sehingga aliran udara di sekitar kendaraan menjadi lebih aerodinamis. Namun demikian, koefisien *lift* ( $C_l$ ) pada bodi standart justru lebih rendah dibandingkan dengan bodi modifikasi, yang berarti adanya peningkatan gaya angkat pada kendaraan setelah dilakukan modifikasi. Kondisi ini dapat menurunkan kestabilan kendaraan pada kecepatan tinggi akibat berkurangnya daya cengkeram roda terhadap permukaan jalan.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *bodykit* pada Daihatsu Granmax bagian depan memang memberikan perbaikan pada aspek efisiensi aerodinamika melalui penurunan drag, tetapi sekaligus menimbulkan konsekuensi berupa peningkatan lift sehingga diperlukan optimasi lebih lanjut pada desain *bodykit* agar dapat meningkatkan performa aerodinamika sekaligus menjaga kestabilan kendaraan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian dengan judul “Pengaruh Bodykit terhadap Aerodinamika Pada Mobil Minibus Daihatsu Granmax Bagian Depan” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan, kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan, kepada rekan-rekan yang membantu dalam proses penelitian, serta semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang aerodinamika kendaraan.

## REFERENSI

- [1] M. M. Hamzah, dan M. I. Maulana, “PENGARUH PERUBAHAN AERODINAMIS PADA MOBIL HEMAT ENERGI SRIKANDI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG PENDAHULUAN Latar Belakang.”
- [2] A. Redaksi, “Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia 6. Ir. Aris Widyo Nugroho.”
- [3] G. A. Vajra, S. Tobing, dan I. Iskandar, “Analisis Aerodinamika Bodi Mobil Hemat Energi Kelas Urban Menggunakan Computational Fluid Dynamics,” 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [4] M. F. Solikhin, “KARAKTERISTIK ALIRAN PADA KENDARAAN MENYERUPAI MPV DENGAN PENAMBAHAN FRONT SPOILER” 2022.
- [5] J. Sam, J. S. B. K. Tony, dan S. Utomo, “Analisis Aerodinamika Body Mobil Hemat Energi Antawirya Residual-Sat Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics,” 2017.
- [6] S. Suryady dan R. Zhafran, “ANALISA DESAIN BODI KENDARAAN TIPE URBAN CONCEPT PADA PENGARUH KOEFISIEN DRAG DAN KOEFISIEN LIFT,” 2022.
- [7] A. Dwi Yanto, E. Julianto, M. Iwan, D. Irawan, dan E. Sarwono, “Fakultas Teknik-UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG 41 AERODINAMIKA PADA KENDARAAN TIPE PROTOTYPE CONCEPT DENGAN SIMULASI CFD ( COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS) >,” *Momentum*, vol. 21, no. 1, hlm. 41–50, 2025, doi: 10.36499/jim.v21i1.12814.
- [8] B. Gde Didit Citra Anggarana dan I. Made Gatot Karohika, “ANALISIS AERODINAMIKA BODI MOBIL DENGAN VARIASI KECEPATAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CFD,” *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*, vol. 1, no. 8, hlm. 1455–1462, Jul 2022, doi: 10.54443/sibatik.v1i8.192.
- [9] Moch. A. Kurniawan, Y. Oktopianto, A. Eska Fahmadi, dan P. Rusmandani, “Studi Karakteristik Aliran Udara Kendaraan dengan Penambahan Spoiler Belakang Standard Dan Lebih Panjang,” *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, vol. 9, no. 1, hlm. 29–39, Jun 2022, doi: 10.46447/kjt.v9i1.416.
- [10] B. Gde Didit Citra Anggarana dan I. Made Gatot Karohika, “ANALISIS AERODINAMIKA BODI MOBIL DENGAN VARIASI KECEPATAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CFD,” *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*, vol. 1, no. 8, hlm. 1455–1462, Jul 2022, doi: 10.54443/sibatik.v1i8.192.
- [11] A. Ekoprianto, “ANALISIS AERODINAMIK PADA BODI KENDARAAN LISTRIK TYPE CITYCAR UNTUK LINGKUNGAN KAMPUS,” 2016.
- [12] E. S. Solih, S. P. Purbaningrum, A. W. Arohman, dan H. L. Wijayanto, “Analisis Wake Area Desain Mobil Box dengan Simulasi Aerodinamika,” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, hlm. 957, Jul 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2147.
- [13] I. Kusyairi, M. A. Choiron, Y. S. Irawan, and H. M. Himawan, “Effects of Origami Pattern Crash Box and Rectangular Pattern Crash Box on The Modelling Of MPV Car Structure on Deformation,” *J. Energy, Mech. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 3, no. 2, p. 61, 2018, doi: 10.22219/jemmme.v3i2.6831.
- [14] S. Kusuma, A. Wardhana, dan J. Teknik, “ANALISA AERODINAMIKA BODI MOBIL STANDART DAN MODIFIKASI TERHADAPA COEFFICIENT DRAG DAN COEFFICIENT LIFT.”
- [15] U. M. Sidoarjo, “Pengaruh Variasi Model Body Formula SAE (Formula Society of Automotive Engineers) terhadap Efisiensi Kerja dengan Uji Simulasi Aerodinamika Yuniarko Indrawan\*, Mulyadi Mulyadi,” *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, vol. 3, no. 3, hlm. 1–12, 2024, doi: 10.47134/innovative.v3i3.