

# Analysis of the Effect of Using a Body Cover and Wind Deflector on the Drag Coefficient on Trucks

## [Analisa Pengaruh Penggunaan Tutup Bak dan Wind deflector Terhadap Koefisien Drag Pada Truk]

Moch Miqdar Efendi <sup>1)</sup>, Dr.A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.<sup>2)</sup>

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

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

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

**Abstract.** *This research analyzes the effect of using a body cover and wind deflector on the drag coefficient (Cd) on a truck using wind tunnel simulation. The study included four configurations: trucks without modifications, trucks with bed covers, trucks with wind deflectors, and a combination of both. The independent variables include the type of modification and wind speed (7 m/s, 8.5 m/s, 10 m/s), while the dependent variable is the drag coefficient (Cd) value. The experimental results showed that the combination of the tub cover and wind deflector provided the most significant Cd reduction of up to (34%) compared to conditions without modification, followed by the individual use of the tub cover (16%), increases aerodynamic efficiency and reduces fuel consumption. Thus, this modification is recommended as a practical solution to increase the efficiency of commercial vehicles and support the ecosystem..*

**Keywords** - aerodynamics, drag coefficient,, body cover, fuel efficiency, vehicle design

**Abstrak.** *Penelitian ini menganalisis pengaruh penggunaan tutup bak dan deflektor angin terhadap koefisien drag (Cd) pada truk menggunakan simulasi terowongan angin. Penelitian meliputi empat konfigurasi: truk tanpa modifikasi, truk dengan tutup bak, truk dengan deflektor angin, dan kombinasi keduanya. Variabel bebas meliputi jenis modifikasi dan kecepatan angin (7 m/s, 8,5 m/s, 10 m/s), sedangkan variabel yang terikat adalah nilai koefisien drag (Cd). Hasil percobaan menunjukkan bahwa kombinasi tutup bak dan deflektor angin memberikan penurunan Cd paling signifikan hingga 34% dibandingkan kondisi tanpa modifikasi, diikuti oleh penggunaan individu tutup bak (16%) Penurunan CD ini mengurangi gaya drag secara signifikan, meningkatkan efisiensi aerodinamika, serta mengurangi konsumsi bahan bakar. Dengan demikian, modifikasi ini direkomendasikan sebagai solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi kendaraan niaga dan mendukung ekosistem.*

**Kata Kunci** – aerodinamika, koefisien drag,, tutup bak, efisiensi bahan bakar, desain kendaraan

## I. PENDAHULUAN

Di negara berkembang dengan populasi meningkat, peningkatan produksi kendaraan penumpang menjadikan transportasi sebagai pengguna utama bahan bakar minyak, mempengaruhi lingkungan dan energi tak terbarukan. Produsen kendaraan dituntut untuk meningkatkan teknologi demi kenyamanan dan efisiensi, dengan fokus pada desain bodi yang mengurangi koefisien hambatan aerodinamis. Inovasi ini bertujuan mengurangi konsumsi bahan bakar dan dampak negatif lingkungan sambil mempertahankan estetika dan ergonomi kendaraan.[1] *Wind tunnel* adalah perangkat uji berbentuk balok yang mengarahkan udara dengan kecepatan terkendali untuk menganalisis dampak aliran aerodinamis pada suatu objek. Objek tersebut ditempatkan di tengah bagian uji, sementara udara digerakkan oleh kipas untuk melewati objek itu. Ada dua jenis *wind tunnel*: rangkaian tertutup (*closed circuit*) dan rangkaian terbuka (*open circuit*).[2] Benda yang bergerak melalui fluida akan mengalami gaya dan momen akibat tegangan geser ( $\tau_w$ ) dari viskositas fluida dan tegangan normal akibat tekanan ( $p$ ), di mana tekanan bekerja tegak lurus terhadap permukaan dan tegangan geser bekerja tangensial terhadapnya. Drag pada benda terdiri dari dua komponen utama: drag gesekan, yang disebabkan oleh gaya gesek pada permukaan, dan drag tekanan, yang dihasilkan oleh perbedaan tekanan di sekitar benda.[3] Nilai drag umumnya diperoleh melalui eksperimen di terowongan angin yang dilakukan secara berulang, dan hasilnya dinyatakan dalam bentuk koefisien drag ( $C_d$ ), sebuah bilangan tak berdimensi yang digunakan untuk menganalisis efisiensi aerodinamika.[4]

Dalam pengujian distribusi kecepatan aliran di *wind tunnel*, karakteristik aliran diukur pada *exhaust fan*. Sebelumnya, pengujian ini menggunakan anemometer. Anemometer bekerja dengan cara yang sederhana namun efektif: angin dari *wind tunnel* menggerakkan baling-balingnya, yang kemudian berputar dengan kecepatan tertentu. Kecepatan putaran ini diukur dan ditampilkan sebagai angka kecepatan, memberikan data yang akurat tentang aliran udara.[5] Efisiensi bahan bakar kendaraan seringkali hanya fokus pada mesin, padahal aspek aerodinamika bodi kendaraan juga penting. Aerodinamika, yang mempelajari pengaruh udara terhadap benda bergerak, dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan memanfaatkan aliran udara secara optimal.[6] Bentuk dan desain tepi depan kendaraan, pertama kali terkena arus udara, sangat mempengaruhi gaya aerodinamis. Tepi depan yang tumpul menghasilkan defleksi aliran lebih kuat dan meningkatkan gaya tarik. Oleh karena itu, mengoptimalkan desain

aerodinamis kendaraan, termasuk depan dan belakang, dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar secara signifikan.[7]. Menurut [8] Perbaikan karakteristik aerodinamika pada kendaraan niaga Hasil penelitian menunjukkan penambahan aksesoris menimbulkan akibat yang unik pada gaya aerodinamis.

Kecepatan kendaraan sangat mempengaruhi gaya seret dan distribusi tekanan serta kecepatan udara di sekitar kendaraan. Hambatan fluida, terutama di sekitar tempat duduk dan moncong depan, menyebabkan beberapa bagian aliran udara berwarna merah, menunjukkan kecepatan udara yang sangat kecil[9]. Separasi aliran fluida dapat menimbulkan turbulensi dan *wake*, meningkatkan gaya drag di sekitar permukaan bodi kendaraan. Hambatan aerodinamis ini berdampak besar pada konsumsi bahan bakar, menyumbang 50%-60% dari total konsumsi saat melaju. Kestabilan dan efisiensi bahan bakar kendaraan dapat ditingkatkan dengan mengurangi koefisien drag (Cd).[10]

Pada penelitian ini penulis akan bereksperimen dengan menggunakan *wind tunnel* untuk mensimulasikan aliran udara di sekitar truk. Eksperimen dilakukan dengan variasi penggunaan tutup bak, *wind deflector*, dan kombinasi keduanya. Truk model uji ditempatkan di dalam *wind tunnel* dan aliran udara diarahkan melalui truk untuk mengukur koefisien drag pada berbagai kondisi. Data yang dikumpulkan dianalisis untuk memahami bagaimana masing-masing konfigurasi mempengaruhi koefisien drag. Penelitian ini perlu dikaji karena memiliki potensi untuk memberikan solusi praktis dan ekonomis dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar truk, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan. Dengan memahami bagaimana tutup bak dan *wind deflector* mempengaruhi koefisien drag, produsen truk dan pemilik armada dapat membuat keputusan yang lebih baik tentang desain dan modifikasi kendaraan mereka. Selain itu, hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada perkembangan teknologi aerodinamis yang lebih canggih dan efisien, mendorong inovasi di industri otomotif dan transportasi.

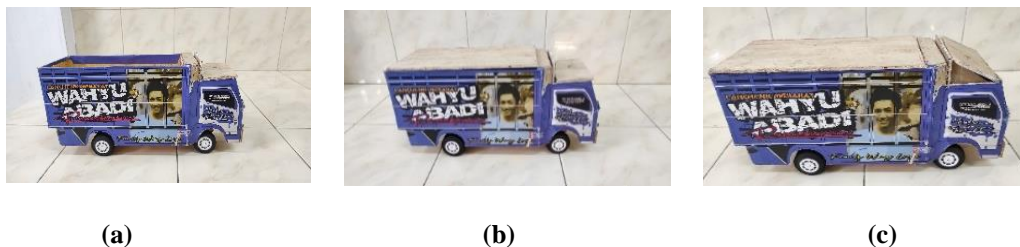
## II. METODE

### 2.1 Metode Penelitian

Elemen yang diuji meliputi jenis tutup bak, penggunaan *wind deflector*, serta kombinasi antara tutup bak dan *wind deflector*. Kondisi batas pengujian dilakukan dengan variasi kecepatan sebesar 7 m/s, 8,5 m/s, dan 10 m/s. Model truk yang digunakan memiliki dimensi panjang 30 cm, tinggi 16 cm, lebar 9 cm, dengan jarak antara titik tengah roda depan dan belakang 17 cm. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah koefisien drag (Cd) yang diukur pada setiap kombinasi elemen dan kecepatan angin. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing elemen, baik secara terpisah maupun bersamaan, terhadap efisiensi aerodinamis kendaraan. Kombinasi tutup bak dan *wind deflector* diharapkan memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan penggunaan elemen secara terpisah, sehingga dapat memberikan wawasan lebih komprehensif tentang peningkatan aerodinamika truk.



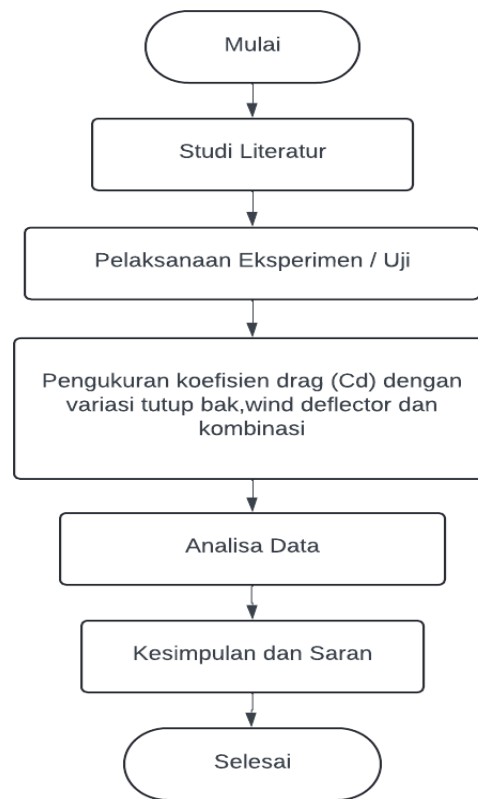
Gambar 1. Alat Uji *Wind tunnel*



Gambar 2. (a) Tanpa modifikasi (b) Variasi truk dengan tutup bak, (c) Variasi truk kombinasi

## 2.2 Diagram Alir

Diagram Alir (*flow chart*) ialah yang menggambarkan alur proses secara umum. Metodologi penelitian ini dapat dijelaskan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** *Flowchart* Penelitian

## 2.3 Perhitungan Nilai Koefisien Drag

Langkah-langkah proses perhitungan melibatkan:

- a. Gaya Drag ( $F_d$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$F_d = m \cdot g \dots\dots\dots [1]$$

Dimana:

- $m$  = Massa objek (dalam kilogram),
- $g$  = Percepatan gravitasi (dalam meter per detik kuadrat, biasanya  $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

- b. Perhitungan penurunan koefisien drag ( $C_d$ ) menggunakan rumus berikut :

$$\text{Penurunan (\%)} = \frac{C_d \text{ tanpa modifikasi} - C_d \text{ dengan modifikasi}}{C_d \text{ tanpa modifikasi}} \times 100\% \dots\dots\dots [2]$$

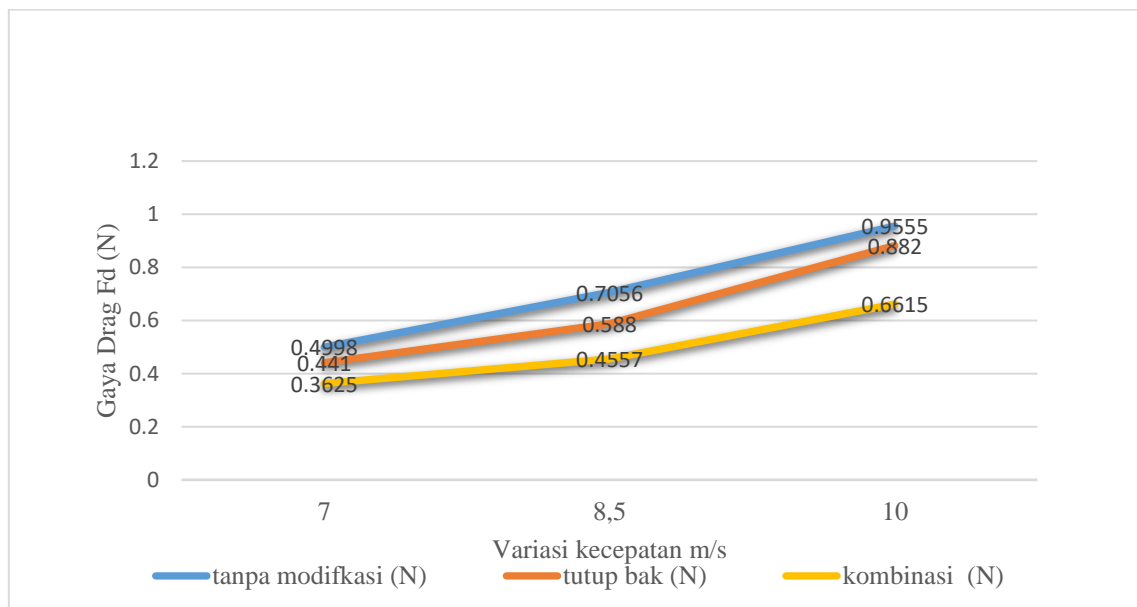
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan memaparkan data koefisien *drag* ( $C_d$ ) dari eksperimen *wind tunnel* pada empat konfigurasi truk: standar, dengan tutup bak, dengan *wind deflector*, dan kombinasi keduanya. Pengukuran gaya drag menggunakan neraca pegas, dengan konversi 1 mm = 1,5 gram. Penambahan tutup bak mengurangi turbulensi di belakang truk dan menurunkan  $C_d$ . Kombinasi keduanya paling efektif, menghasilkan penurunan  $C_d$  paling signifikan dibandingkan konfigurasi lainnya. Modifikasi aerodinamis sederhana seperti tutup bak dan meningkatkan efisiensi aerodinamika, mengurangi konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Penelitian ini menegaskan pentingnya desain aerodinamis pada kendaraan berat untuk kinerja optimal.

**Tabel 1.** Nilai dari Gaya drag ( $F_d$ ) dari berbagai kategori

No	Variasi kecepatan angin m/s	Variasi pemodelan truk Gaya Drag ( $F_d$ )		
		Tanpa Modifikasi (N)	Tutup bak (N)	Kombinasi (N)
1	7	0,4998	0,441	0,3675
2	8,5	0,7056	0,588	0,4557
3	10	0,9555	0,882	0,6615

Berikut merupakan grafik nilai gaya drag dari tabel di atas:



**Gambar 4.** Grafik Nilai Gaya Drag (N)

Pada Gambar 4, menunjukkan hubungan gaya drag ( $F_d$ ) terhadap variasi kecepatan untuk empat kondisi: tanpa modifikasi, menggunakan tutup bak, dan kombinasi keduanya. Didapatkan gaya drag meningkat seiring bertambahnya kecepatan pada semua kondisi. Namun, setiap jenis modifikasi memiliki dampak yang berbeda terhadap pengurangan gaya drag dibandingkan dengan kondisi tanpa modifikasi. Kombinasi tutup bak dan *wind deflector* terbukti memberikan gaya drag terendah pada setiap kecepatan, menunjukkan efektivitasnya dalam mengurangi hambatan udara. Pada kecepatan 7 m/s, kondisi tanpa modifikasi menghasilkan gaya drag tertinggi sebesar 0,4998 N, sementara kombinasi modifikasi hanya mencatat gaya drag sebesar 0,3675 N, yang merupakan nilai terendah.

Modifikasi individu seperti tutup bak memberikan pengurangan gaya drag, masing-masing mencatat 0,4406 N . Ketika kecepatan meningkat menjadi 8,5 m/s, pola yang sama tetap terlihat. Gaya drag pada kondisi tanpa modifikasi naik menjadi 0,7056 N, sedangkan kombinasi modifikasi tetap menunjukkan pengurangan terbaik dengan gaya drag sebesar 0,4557 N. Pada kecepatan 10 m/s, perbedaan semakin jelas, di mana kondisi tanpa modifikasi menghasilkan gaya drag sebesar 0,9555 N, sementara kombinasi modifikasi hanya sebesar 0,6615 N.

a. Tanpa Modifikasi

Gambar 6 menunjukkan kondisi aliran udara pada kendaraan tanpa modifikasi. Aliran udara terlihat tidak terkontrol, dengan turbulensi yang signifikan di bagian belakang kendaraan. Aliran yang terputus (*separation flow*) terjadi di area belakang, menciptakan zona tekanan rendah yang besar. Hal ini menyebabkan peningkatan drag atau hambatan aerodinamis, karena kendaraan harus melawan gaya yang lebih besar untuk bergerak maju.

Selain itu, di bagian depan kendaraan, udara langsung menabrak permukaan vertikal tanpa ada pengalihan aliran yang terarah. Ini menghasilkan hambatan frontal yang cukup tinggi. Secara keseluruhan, kondisi ini memperlihatkan bahwa kendaraan tanpa modifikasi memiliki efisiensi aerodinamis yang rendah, dengan konsumsi energi yang lebih besar untuk melawan gaya drag, terutama pada kecepatan tinggi. Tanpa perbaikan desain aerodinamis, performa kendaraan menjadi kurang optimal.



**Gambar 6.** Truk tanpa modifikasi

b. Tutup Bak

Gambar 7 menunjukkan aliran udara pada kendaraan dengan modifikasi tutup bak. Tampak bahwa aliran udara di bagian belakang kendaraan lebih terkontrol dibandingkan kendaraan tanpa modifikasi. Turbulensi di bagian belakang berkurang, meskipun masih terdapat aliran udara yang terputus akibat bentuk kendaraan. Penggunaan tutup bak mengurangi efek turbulensi besar yang biasanya terjadi pada bagian belakang kendaraan terbuka, sehingga dapat menurunkan hambatan udara dan meningkatkan efisiensi aerodinamis.



**Gambar 7.** Truk dengan modifikasi tutup bak



## c. Kombinasi

Gambar 9 menunjukkan aliran udara pada kendaraan dengan kombinasi tutup bak dan *wind deflector*. Aliran udara terlihat paling teratur dan terkontrol dibandingkan dua kondisi sebelumnya. Turbulensi di bagian belakang hampir tidak terlihat karena kombinasi tutup bak membantu menyempurnakan aliran udara yang diarahkan oleh *wind deflector* di bagian depan. Modifikasi ini menghasilkan aliran udara yang lebih lancar di sepanjang kendaraan, baik dari depan, atas, maupun belakang, sehingga menghasilkan efisiensi aerodinamis tertinggi dan drag yang paling rendah.



**Gambar 9.** Truk dengan modifikasi kombinasi

#### IV. SIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa modifikasi aerodinamis sederhana, seperti penggunaan tutup bak, *wind deflector* dan kombinasi keduanya, memberikan pengaruh signifikan terhadap pengurangan koefisien drag ( $C_d$ ) pada kendaraan truk. Sedangkan kendaraan tanpa modifikasi memiliki  $C_d$  tertinggi pada semua kecepatan karena turbulensi udara tidak terkontrol di bagian belakang dan hambatan frontal yang signifikan di bagian depan. Penggunaan tutup bak mampu mengurangi turbulensi di belakang kendaraan, menghasilkan penurunan  $C_d$  hingga 16% terutama pada kecepatan sedang hingga tinggi. Sementara itu penggunaan *wind deflector* efektif mengarahkan aliran udara di bagian depan kendaraan, menurunkan hambatan frontal dengan penurunan  $C_d$  hingga 24%, terutama pada kecepatan rendah hingga sedang. Kemudian penggunaan kombinasi keduanya memberikan hasil yang paling optimal, dengan penurunan  $C_d$  mencapai 34%, menghasilkan aliran udara yang lebih terkontrol di sepanjang kendaraan dan mengurangi gaya drag secara signifikan. Modifikasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi aerodinamis, tetapi juga berpotensi mengurangi konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, kombinasi tutup bak dan *wind deflector* sangat direkomendasikan untuk kendaraan niaga sebagai solusi praktis dan ekonomis untuk meningkatkan efisiensi kendaraan dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa hormat Penulis mengucapkan banyak terima kasih pada Umsida khususnya Program Studi Teknik Mesin, yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada Dr. A' rasy Fahrudin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang berharga selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada staf Laboratorium Teknik Mesin atas bantuan teknis dalam pengoperasian alat, seperti *wind tunnel*, serta dukungan dalam penyediaan peralatan yang diperlukan untuk eksperimen ini. Dukungan ini sangat membantu dalam memastikan kelancaran penelitian. Tidak lupa, apresiasi yang tinggi diberikan kepada teman-teman dan rekan mahasiswa yang turut memberikan saran dan dukungan moral selama proses penyelesaian penelitian. Kepada keluarga tercinta, penulis berterima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan emosional yang tiada henti selama proses ini. Diharapkan pada hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan aerodinamika, mendukung inovasi desain kendaraan yang lebih efisien, serta berkontribusi dalam upaya global untuk menciptakan teknologi otomotif yang ramah lingkungan.

## REFERENSI

- [1] M. A. Derlyartha and N. Robbi, "Analisis Gaya Hambat Variasi Model Ahmed Body Car Menggunakan Ansys Fluent," pp. 14–20, 2020.
- [2] K. Yanel and A. Yanto, "Design and Manufacturing of Wind Tunnel for Turbine Impeller Airfoil Testing," *J. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 124–130, 2022, doi: 10.21063/jtm.2022.v12.i2.124-130.
- [3] Bagus Wahyu Prastyo & Imam Syafa'at dan Muhammad Dzulfikar, "Analisis Aerodinamika Pada Bodi Mobil Hemat Energi ...," pp. 80–86, 2020.
- [4] M. Yogatama and R. Trisno, "Studi Koefisien Drag Aerodinamika pada Model Ahmed Body Terbalik Berbasis Metode Numerik," *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, p. 10, 2018, doi: 10.22441/jtm.v7i1.2235.
- [5] R. Hermawan, A. Aziz, P. David Rey, and B. Besar Teknologi Konversi Energi BPPT, "INVESTIGASI PARAMETER KINERJA ALAT UJI OPEN CIRCUIT WIND TUNNEL TIPE SUBSONIC Investigation of The Performance Parameters Of Subsonic Type Open Circuit Wind Tunnel Test Equipment," 2020, pp. 15–22.
- [6] A. Mukhlisin, E. Erwin, and S. Wiyono, "Rancang Bangun Smoke Generator pada Kecepatan Angin Rendah dengan Wind Tunnel Rangkaian Terbuka," *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 4, pp. 81–88, 2022, doi: 10.35814/asimetrik.v4i1.2944.
- [7] Wildan Fahmi, "Visualisasi Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Leading Edge Terhadap Karakteristik Aerodinamika Kendaraan Bus," vol. 40, 2016.
- [8] G. Rubiono and H. Mujianto, "Pengaruh Bentuk Pengarah Angin ( Deflector ) Terhadap Karakteristik Aerodinamis Kendaraan Niaga ( Truck )," *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. April, pp. 6–10, 2014, [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR/article/view/1604>
- [9] H. Purwanto, S. R. Andary, and M. Andrianto, "Rekayasa Kecepatan Angin Wind Tunnel dan Gerak Wings pada Aerodinamika Berbasis Alat Ukur Anemometer," *J. Pengemb. Potensi Lab.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–66, 2022, doi: 10.25047/plp.v1i2.3018.
- [10] R. N. Legowoh, A. Fahrudin, and A. Akbar, "Analisa Pengaruh Wind Shield Dan Rear Box Terhadap Gaya Hambat Udara Pada Sepeda Motor," *Otopro*, vol. 19, no. 2, pp. 55–59, 2024, doi: 10.26740/otopro.v19n2.p55-59.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*