

ANALISIS PENGARUH SPOILER TERHADAP AERODINAMIKA MOBIL JENIS URBAN DENGAN SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Achmad Nadhomul Faidh Al Qodir¹, Alviani Hesthi Permata Ningtyas²

Universitas Muhammadiyah Gresik^{1,2}
alvianihesthi@umg.ac.id²

Abstract: This study aims to analyze the effect of spoiler size variations on the Coefficient of Drag (CD) and Coefficient of Lift (CL), as well as to investigate the characteristics of velocity, pressure, and turbulent kinetic energy contours in an urban-type vehicle under various airflow velocities. The research employed a Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation approach using ANSYS Workbench software, while the urban-type vehicle model was designed using Autodesk Inventor. Three spoiler dimensions were evaluated, namely 2200×500 mm, 2200×600 mm, and 2200×700 mm, under airflow velocities of 60 km/h, 80 km/h, and 100 km/h. The simulation results indicate that spoiler size variations significantly affect the aerodynamic characteristics of the vehicle. The 2200×500 mm and 2200×600 mm spoilers exhibited better aerodynamic performance by generating downforce, which contributes to improved vehicle stability. In contrast, the 2200×700 mm spoiler produced an increase in Lift Force that may reduce vehicle stability. Furthermore, contour analysis revealed the formation of wake regions and an increase in turbulence intensity behind the vehicle as the spoiler size and airflow velocity increased. Therefore, selecting an appropriate spoiler dimension can improve the aerodynamic performance and stability of urban-type vehicles.

Keywords: Aerodynamics, Computational Fluid Dynamics (CFD), Coefficient of Drag (CD), Coefficient of Lift (CL), Spoiler, Urban-Type Vehicle.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran spoiler terhadap nilai Coefficient of Drag (CD) dan Coefficient of Lift (CL), serta mengkaji karakteristik kontur kecepatan, tekanan, dan energi kinetik turbulensi pada mobil tipe urban di berbagai kecepatan aliran udara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) menggunakan perangkat lunak ANSYS Workbench dengan model kendaraan tipe urban yang dirancang menggunakan Autodesk Inventor. Variasi ukuran spoiler yang digunakan yaitu 2200×500 mm, 2200×600 mm, dan 2200×700 mm, dengan variasi kecepatan aliran udara sebesar 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam. Hasil simulasi menunjukkan bahwa variasi ukuran spoiler memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik aerodinamika kendaraan. Spoiler berukuran 2200×500 mm dan 2200×600 mm menunjukkan performa aerodinamika yang lebih baik karena mampu menghasilkan gaya tekan ke bawah (*downforce*) yang berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas kendaraan. Sebaliknya, spoiler berukuran 2200×700 mm menghasilkan peningkatan gaya angkat (*Lift Force*) yang berpotensi menurunkan stabilitas kendaraan. Analisis kontur aliran juga menunjukkan terbentuknya daerah wake serta peningkatan intensitas turbulensi pada bagian belakang kendaraan seiring dengan bertambahnya ukuran spoiler dan kecepatan aliran udara. Simpulan, pemilihan dimensi spoiler yang tepat dapat meningkatkan performa aerodinamika dan stabilitas kendaraan tipe urban.

Kata Kunci : Aerodinamika, Computational Fluid Dynamics (CFD), Coefficient of Drag (CD), Coefficient of Lift (CL), Spoiler, Mobil Urban

PENDAHULUAN

Dalam industri otomotif, aspek aerodinamika memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang performa kendaraan, khususnya terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar, stabilitas saat berkendara, serta kemampuan mencapai

kecepatan maksimum. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Society of Automotive Engineers pada tahun 2020, hambatan aerodinamis berkontribusi sekitar 50% terhadap total hambatan kendaraan ketika melaju pada kecepatan di atas 90 km/jam. Oleh karena itu,

pengendalian aliran udara di sekitar kendaraan menjadi salah satu faktor utama dalam upaya meningkatkan efisiensi dan performa mobil.

Aerodinamika dari kendaraan adalah salah satu jenis gerakan aliran udara yang memengaruhi atau menciptakan gaya pada objek saat melaju dengan kecepatan tertentu (Suryady et al., 2022). Aerodinamika juga bekerja pada mobil yang sedang melaju karena adanya aliran udara yang mengalir di sekitar mobil (Kusaeri et al., 2022). Terdapat berbagai metode untuk memahami desain aerodinamika pada kendaraan (Prastyo et al., 2020). Pemasangan *spoiler* dan *diffuser* terbukti mampu memperbaiki karakteristik aerodinamika kendaraan. *Spoiler* berperan dalam mengurangi turbulensi di bagian belakang kendaraan, sedangkan *diffuser* membantu menghasilkan aliran udara yang lebih *streamline*. Kombinasi kedua komponen tersebut menghasilkan koefisien hambat (*drag coefficient*) dan gaya hambat (*Drag Force*) yang lebih rendah dibandingkan konfigurasi lainnya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi aerodinamika kendaraan (Nath et al., 2021).

Dalam mekanika fluida, pengurangan gaya hambat merupakan salah satu pendekatan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar. Oleh karena itu, berbagai pengembangan desain aerodinamika terus dilakukan pada kendaraan guna meminimalkan *drag*. Pada kendaraan darat, besarnya gaya hambat tidak hanya dipengaruhi oleh bentuk kendaraan, tetapi juga oleh kondisi lingkungan, seperti arah angin dan kemiringan jalan (Szodrai, 2020).

Salah satu komponen aerodinamis yang memiliki pengaruh penting pada kendaraan adalah *spoiler*. Pada mobil urban, *spoiler* berfungsi untuk mengurangi gaya angkat (*lift*) dan hambatan udara (*drag*), sekaligus meningkatkan gaya tekan

ke bawah (*downforce*). Peningkatan *downforce* tersebut berkontribusi terhadap stabilitas kendaraan, terutama ketika kendaraan melaju pada kecepatan tinggi, sehingga pengendalian mobil menjadi lebih optimal dan aman.

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan adalah penelitian yang dilakukan oleh (Darmawan et al., 2022) dengan menggunakan metode simulasi berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan *software ANSYS*. Pada simulasi yang dilakukan terhadap 2 bentuk dengan 3 variasi besar sudut *spoiler* pada kecepatan 80 km/jam, 100 km/jam, dan 120 km/jam. Dapat disimpulkan bahwa *drag coefficient* terhadap variasi model *spoiler* yang telah dibuat berturut-turut mengalami nilai peningkatan. *Drag coefficient* terbesar dialami oleh Model 2 dengan sudut 300 dengan nilai *drag coefficient* rata-rata 1,2. Sementara nilai *drag coefficient* terendah dialami oleh model non *spoiler* dengan nilai *drag coefficient* rata-rata 0,674.

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Poesoko & Syamsuri, 2023) dengan menggunakan metode simulasi berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Hasil simulasi menunjukkan nilai koefisien hambat terbesar terjadi pada sepeda model *triple* dengan kecepatan 100 km/jam sebesar 1.380, sedangkan gaya angkat dengan nilai terbesar pada sepeda tunggal dengan kecepatan 100 km/jam sebesar 0.452. Hasil perhitungan dilakukan untuk mencari gaya hambat dan gaya angkat pada sepeda tunggal, ganda & *triple*. Hasil perhitungan menunjukkan nilai gaya hambat sebesar 70.448 N dan gaya angkat sebesar 23.074 N.

Penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam penelitian ini dilakukan oleh (Nath et al., 2021) menggunakan metode

Computational Fluid Dynamics (CFD) untuk menganalisis pengaruh berbagai perangkat aerodinamika, seperti *spoiler*, *rear wing*, *diffuser*, dan *fins* terhadap performa kendaraan. Analisis dilakukan terhadap parameter *Drag Coefficient* (CD), *Lift Coefficient* (CL), *Drag Force*, dan *Lift Force* menggunakan perangkat lunak *ANSYS Fluent*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perangkat aerodinamika memberikan pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik aliran udara dan performa kendaraan. Kombinasi *spoiler* dan *diffuser* mampu menurunkan nilai *drag* secara signifikan, sedangkan *rear wing* menghasilkan *downforce* yang lebih besar namun disertai peningkatan gaya hambat. Hal ini menunjukkan bahwa desain perangkat aerodinamika memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi dan stabilitas kendaraan.

Meskipun demikian, penelitian tersebut lebih berfokus pada perbandingan jenis perangkat aerodinamika pada kendaraan berperforma tinggi. Sementara itu, pengaruh variasi dimensi *spoiler* terhadap karakteristik aerodinamika mobil tipe urban masih belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran *spoiler* terhadap performa aerodinamika mobil tipe urban menggunakan metode CFD.

Tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui koefisien *drag* (CD) serta koefisien *lift* (CL) sehubungan dengan perubahan ukuran *spoiler* pada berbagai kecepatan aliran udara di bodi mobil perkotaan. Mengidentifikasi ciri-ciri kontur kecepatan, tekanan, dan energi kinetik turbulensi pada setiap variasi ukuran *spoiler* di berbagai kecepatan aliran udara pada bodi mobil perkotaan. Mengetahui dampak variasi *spoiler* terhadap aspek

aerodinamika pada berbagai kecepatan aliran udara di bodi mobil perkotaan.

LANDASAN TEORI

Aerodinamika berasal dari dua buah kata yaitu *aero* yang berarti bagian dari udara atau ilmu kendaraan dan *dynamic* yang berarti cabang ilmu alam yang menyelidiki benda-benda bergerak serta gaya yang menyebabkan gerakan tersebut. *Aero* berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara, dan *dynamic* yang diartikan kekuatan atau tenaga (Pangestu et al., 2024).

Spoiler adalah berupa bentuk tambahan atau aksesoris mobil yang terbuat dari bahan fiber atau karbon (Bahrudin et al., 2022). Penggunaan *spoiler* memberikan peningkatan performa aerodinamika dibandingkan kendaraan tanpa *spoiler*. Pemasangan *spoiler* mampu mengoptimalkan karakteristik aliran udara di sekitar kendaraan sehingga berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas, perubahan nilai gaya hambat (*drag*) dan gaya tekan ke bawah (*downforce*), serta meningkatkan efisiensi aerodinamika secara keseluruhan. Hasil tersebut diperoleh secara konsisten pada berbagai model turbulensi yang digunakan dalam simulasi CFD (Roslan et al., 2023).

Gaya hambat (*drag*) adalah gaya yang bekerja dari arah horizontal dan bergerakaknya berlawanan arah dari arah mobil. Gaya ini mengakibatkan hambatan gerak laju mobil, gaya hambat semakin besar seiring dengan peningkatan kecepatan aliran udara, sebaliknya koefisien gaya hambat semakin kecil seiring meningkatnya kecepatan aliran udara (Junaidin, 2022).

Koefisien hambatan (CD) merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa efektif suatu objek dapat menentang hambatan dari aliran fluida. Nilai yang lebih rendah dari Koefisien

hambatan menunjukkan bahwa objek tersebut lebih mudah berhadapan dengan hambatan dari fluida (Iqbal Maulana, 2025).

Gaya angkat (*lift*) timbul akibat perbedaan tekanan pada permukaan bawah dan permukaan atas benda. Gaya angkat akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan aliran udara (Junaidin, 2022).

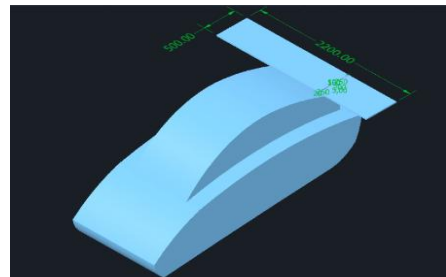
Aliran udara yang mengelilingi kendaraan selama bergerak memengaruhi karakteristik aerodinamika setiap komponen kendaraan. Salah satu komponen yang berperan dalam meningkatkan performa aerodinamika adalah *spoiler* belakang yang umumnya dipasang pada kendaraan. *Spoiler* berfungsi mengurangi terjadinya flow separation di bagian belakang kendaraan sehingga dapat menurunkan gaya hambat (drag) dan memengaruhi nilai koefisien drag (CD) serta koefisien lift (CL). Oleh karena itu, desain *spoiler* yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan efisiensi aerodinamika kendaraan (Man et al., 2022).

Computational Fluid Dynamic atau biasa disebut CFD adalah suatu cara untuk menganalisa suatu sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena fisik lainnya yang berdasarkan pada simulasi berbasis computer (Anggarana & Karohika, 2022).

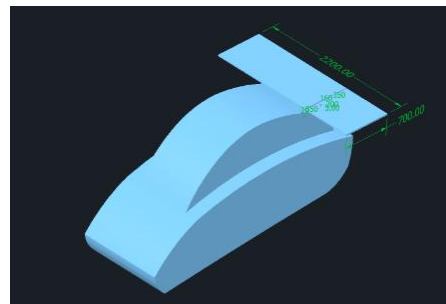
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah pemodelan *spoiler* memakai Autodesk Inventor. Perangkat lunak CFD yang digunakan adalah Ansys Workbench 2020. Kendaraan yang disimulasikan adalah mobil tipe perkotaan dengan dimensi acuan dari mobil perkotaan sebenarnya. Aspek aerodinamika yang diukur untuk mendapatkan nilainya mencakup gaya drag (FD), gaya angkat

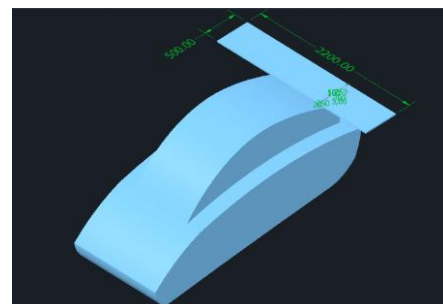
(FL), koefisien drag (CD), dan koefisien angkat (CL). Laju kendaraan yang dipakai dalam studi ini adalah 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam.



(a)



(b)



(c)

Rancangan pada Gambar 1 variasi *spoiler* memiliki ukuran 2200 x 700 mm, 2200 x 600 mm, dan 2200 x 500 mm. Pada fase ini, dilakukan proses penciptaan rancangan *spoiler* melalui Software Autodesk Inventor 2026 dengan opsi

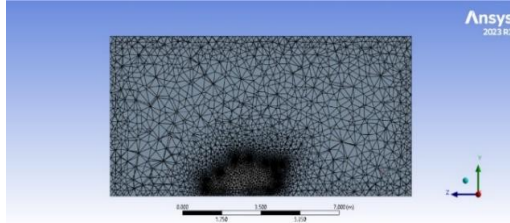
Gambar 1.

variasi panjang spoiler (a) 500mm,

(b) 600mm, dan (c) 700mm

ukuran 2200 x 700 mm, 2200 x 600 mm, serta 2200 x 500 mm. Selain itu, terdapat variasi kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam. *Spoiler* ini

nantinya akan ditempatkan di bagian atap belakang mobil kategori urban dengan posisi yang seragam di setiap ukuran yang berbeda. Hasil akhir rancangan kemudian diekspor dalam format STEP agar dapat diimpor ke Ansys workbench.



Gambar 2

Hasil meshing pada domain simulasi CFD di ANSYS 2023 R1

Pengujian serta analisis desain kendaraan dan variasi *spoiler* yang telah dibuat dianalisis menggunakan perangkat lunak *Ansys Workbench* untuk mencari nilai *drag*, *lift*, dan karakteristik aliran udara. Selanjutnya, setiap hasil yang diperoleh dibandingkan sebagai referensi untuk menentukan ukuran dengan nilai aerodinamis yang optimal.

Berdasarkan hasil meshing pada Gambar 2 dilakukan penyempurnaan elemen mesh di kawasan sekeliling objek agar bisa meningkatkan presisi simulasi pada karakteristik aliran fluida. Sementara itu, wilayah yang tidak dekat dengan objek menerapkan ukuran mesh yang lebih besar untuk mengurangi beban perhitungan sehingga proses simulasi dapat berlangsung lebih efisien tanpa mengorbankan akurasi hasil secara signifikan.

Gaya hambat merupakan gaya yang beroperasi dari arah mendatar dan bergerak berlawanan dengan arah kendaraan. Umumnya, rumusan untuk menghitung gaya hambat dituliskan dalam bentuk persamaan:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A$$

Dimana :

F_D = Drag Force (N)

C_D = Coefficient of Drag

ρ = Densitas Udara (kg/m^3)

V = Kecepatan *relative* benda terhadap udara (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

Drag Coefficient merupakan gaya aerodinamis yang paling krusial, karena dapat memengaruhi baik kecepatan puncak maupun penggunaan bahan bakar pada kendaraan yang bergerak dengan kecepatan tinggi.

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}$$

Dimana :

F_D = Drag Force (N)

C_D = Coefficient of Drag

ρ = Densitas Udara (kg/m^3)

V = Kecepatan *relative* benda terhadap udara (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

Gaya angkat muncul karena adanya perbedaan tekanan di bagian bawah dan atas suatu objek. Kekuatan angkat cenderung bertambah sejalan dengan bertambahnya kecepatan aliran udara. Rumus untuk menghitung gaya angkat dapat dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A$$

Dimana :

F_L = Lift Force (N)

C_L = Coefficient of Lift

ρ = Densitas Udara (kg/m^3)

V = Kecepatan *relative* benda terhadap udara (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

Untuk menentukan nilai *Coefficient of Lift* (CL) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C_L = \frac{2F_L}{\rho V^2 A}$$

Dimana :

C_L = *Coefficient of Lift*

F_L = *Lift Force* (N)

ρ = Densitas Udara (kg/m^3)

V = Kecepatan *relative* benda terhadap udara (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

Computational Fluid Dynamic, yang sering disingkat CFD, merupakan metode untuk menganalisis sistem yang melibatkan aliran cairan, transfer panas, reaksi kimia, serta fenomena fisika lainnya dengan bantuan simulasi berbasis komputer. Saat ini, CFD telah menjadi salah satu teknik yang dipakai untuk mencari solusi dari masalah teknik, terutama di bidang mekanika fluida dan transfer panas. Salah satu contoh perangkat lunak CFD adalah *Ansys 2023*. Meski demikian, metode

Computational Fluid Dynamics (CFD) juga memiliki beberapa batasan, salah satunya adalah kemungkinan terjadinya kesalahan (*error*) selama proses analisis dan simulasi. Karena itu, pelaksanaan simulasi CFD perlu dilakukan secara terencana melalui tiga tahap utama yang saling berkaitan, yaitu: *Pre-Processing* (Pendefinisian Masalah)

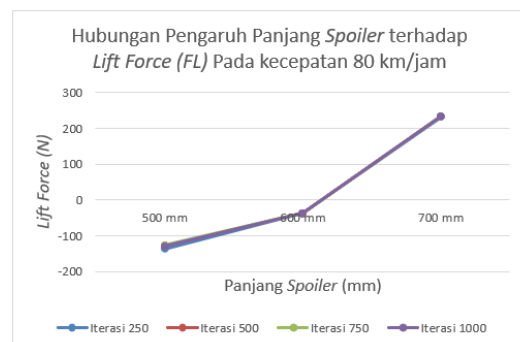
Processing (Penyelesaian Numerik Masalah)

Post-Processing (Visualisasi Hasil)

HASIL PENELITIAN

Dalam proposal penelitian Tugas Akhir ini, pengamatan aerodinamika dilakukan pada keseluruhan bodi mobil tipe urban dengan variasi bentuk *Spoiler*. Mobil berfungsi sebagai media pendukung, sedangkan fokus utama penelitian terletak pada analisis *Spoiler* yang dipasangkan pada bodi mobil. Bentuk *Spoiler* ini dilakukan analisa 3 dimensi dengan pengujian menggunakan *ansys workbench* dengan metode *Computational Fluids Dynamics*, untuk memperoleh *contour pressure*, *contour turbulence kinetic*, *contour Velocity*, *Drag Force* dan *Lift Force*. Dengan data tersebut, dapat dilakukan analisis perbandingan terhadap distribusi tekanan, distribusi kecepatan, serta perhitungan *Coefficient of Drag* dan *Coefficient of Lift*.

Mengacu pada hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD), telah dilakukan analisis perbandingan nilai Gaya Angkat pada berbagai variasi panjang *spoiler* saat kendaraan melaju dengan kecepatan 80 km/jam. Grafik perbandingan tersebut memperlihatkan bagaimana variasi panjang *spoiler* dapat memengaruhi gaya aerodinamis yang dihasilkan di area belakang kendaraan. Berikut adalah gambar grafik hubungan pengaruh panjang *Spoiler* terhadap *Lift Force* pada kecepatan 80 km/jam.



Gambar 3

Grafik Hubungan Pengaruh Panjang Spoiler terhadap *Lift Force* (FL) Pada kecepatan 80 km/jam

Menurut grafik pada **gambar 3** yang menunjukkan hubungan antara panjang *spoiler* dan *Lift Force* pada kecepatan 80 km/jam, modifikasi panjang *spoiler* berdampak pada nilai *Lift Force* yang dihasilkan. Panjang *spoiler* antara 500 mm hingga 600 mm masih memberikan *Lift Force* bernilai negatif (*downforce*) yang berkontribusi pada peningkatan stabilitas kendaraan. Di sisi lain, ketika panjang *spoiler* mencapai 700 mm, terdapat peningkatan *Lift Force* menjadi positif, yang dapat mengurangi stabilitas kendaraan. Dengan demikian, panjang *spoiler* antara 500–600 mm menunjukkan sifat aerodinamis yang lebih unggul pada kecepatan 80 km/jam.

Lalu pada gambar grafik kedua adalah Hubungan pengaruh kecepatan terhadap *Lift Force* pada kecepatan 80 km/jam.



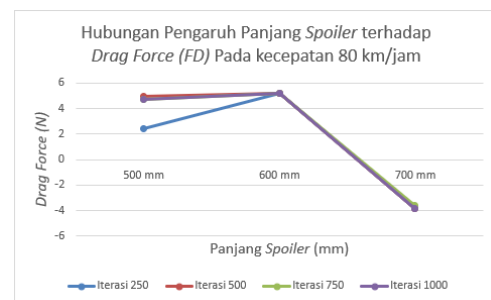
Gambar 4

Hubungan Pengaruh kecepatan terhadap *Lift Force* (FL) Pada kecepatan 80 km/jam

Menurut grafik pada **gambar 4** yang menunjukkan hubungan antara kecepatan dan *Lift Force*, kenaikan kecepatan mobil berdampak pada nilai *Lift Force* yang dihasilkan. Saat kendaraan melaju pada kecepatan antara 60 km/jam hingga 80 km/jam, nilai *Lift Force* tetap negatif (*downforce*), sedangkan pada kecepatan 100 km/jam, terjadi peningkatan sehingga nilainya menjadi positif (*lift*). Ini mengindikasikan bahwa naiknya kecepatan bisa mengubah sifat aerodinamis dari kendaraan dan berkemungkinan

berpengaruh terhadap stabilitasnya. Lalu pada gambar grafik ketiga adalah Hubungan pengaruh panjang *Spoiler* terhadap *Drag Force* pada kecepatan 80 km/jam.

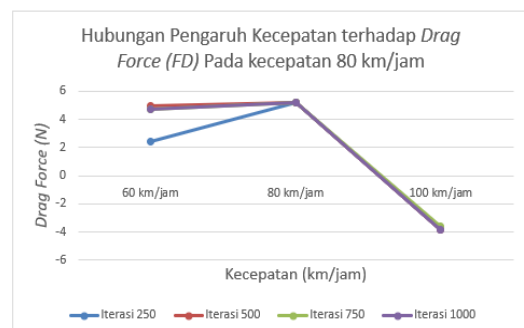
Lalu pada gambar grafik ketiga adalah Hubungan pengaruh panjang *spoiler* terhadap *Drag Force* pada kecepatan 80 km/jam.



Gambar 5

Hubungan Pengaruh panjang *spoiler* terhadap *Drag Force* (FD) Pada kecepatan 80 km/jam

Menurut grafik pada **Gambar 5** yang menunjukkan hubungan antara panjang *spoiler* dan Gaya Hambat (*Drag Force*) pada kecepatan 80 km/jam, variasi Panjang *spoiler* berdampak pada besaran Gaya Hambat yang terukur. Besaran Gaya Hambat bertambah saat panjang *spoiler* berada di antara 500 mm hingga 600 mm, kemudian mengalami penurunan pada ukuran *spoiler* 700 mm. Ini mengindikasikan bahwa perubahan

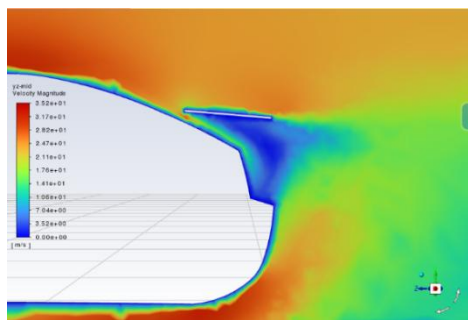


Gambar 6

Hubungan Pengaruh kecepatan terhadap *Drag Force* (FD) Pada kecepatan 80 km/jam

panjang *spoiler* berpengaruh terhadap sifat aliran udara serta tingkat resistensi aerodinamis yang dialami kendaraan. Lalu pada gambar grafik keempat adalah Hubungan pengaruh kecepatan terhadap *Drag Force* pada kecepatan 80km/jam.

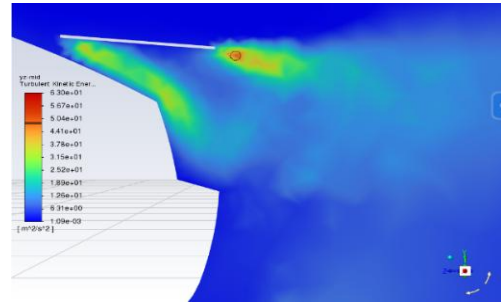
Menurut grafik pada **gambar 6** yang menunjukkan hubungan antara kecepatan dan gaya hambat, peningkatan laju kendaraan berpengaruh pada nilai gaya hambat yang dihasilkan. Nilai gaya hambat menunjukkan kecenderungan meningkat dari kecepatan 60 km/jam ke 80 km/jam, lalu mengalami penurunan saat mencapai kecepatan 100 km/jam. Ini menunjukkan bahwa variasi kecepatan berpengaruh terhadap sifat aliran udara dan resistensi aerodinamis kendaraan.



Gambar 7

kontur kecepatan (velocity magnitude contour)

Menurut gambar pada **Gambar 7** kontur *magnitudo* kecepatan (velocity magnitude contour), dapat diamati adanya penurunan kecepatan aliran di sekitar *spoiler* dan bagian belakang kendaraan yang ditunjukkan dengan peralihan warna menuju hijau hingga biru. Keadaan ini mengindikasikan terbentuknya area wake akibat interaksi antara aliran udara dengan bodi kendaraan dan *spoiler*, sementara kawasan dengan kecepatan yang lebih tinggi menunjukkan aliran yang tetap bergerak relatif stabil.



Gambar 8.

Pola Energi Kinetik Turbulen (TKE)

Menurut gambar pada **Gambar 8** pola Energi Kinetik Turbulen (TKE), terdapat peningkatan energi turbulen di lokasi sekitar *spoiler* dan belakang kendaraan. Ini mengindikasikan adanya gangguan aliran serta pembentukan zona wake disebabkan oleh interaksi aliran udara dengan bentuk kendaraan dan *spoiler*. Zona wake adalah kawasan di belakang mobil yang mengalami penurunan kecepatan serta gangguan aliran karena interaksi antara fluida dan tubuh kendaraan, yang bisa menyebabkan terbentuknya turbulensi dan memperbesar gaya tahan angin. Di sisi lain, daerah dengan nilai TKE yang rendah memperlihatkan aliran yang lebih stabil dan turbulensi yang sedikit.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)*, variasi ukuran *spoiler* berpengaruh terhadap karakteristik aerodinamika mobil tipe urban. *Spoiler* berukuran 2200 × 500 mm dan 2200 × 600 mm masih menghasilkan nilai *Lift Force* negatif (*downforce*), sehingga mampu meningkatkan gaya tekan kendaraan ke permukaan jalan dan meningkatkan stabilitas saat kendaraan bergerak. Sebaliknya, *spoiler* berukuran 2200 × 700 mm menghasilkan nilai *Lift Force* positif (*lift*), yang menunjukkan berkurangnya kemampuan *spoiler* dalam menghasilkan

gaya tekan ke bawah. Menurut teori aerodinamika, *downforce* merupakan gaya yang bekerja ke arah bawah akibat perbedaan distribusi tekanan pada permukaan kendaraan sehingga dapat meningkatkan traksi ban dan kestabilan kendaraan pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu, ukuran *spoiler* yang terlalu besar tidak selalu menghasilkan performa aerodinamika yang lebih baik karena dapat mengubah distribusi tekanan dan arah aliran udara di sekitar kendaraan (Oztemel et al., 2023).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Darmawan et al., 2022) yang menyatakan bahwa perubahan dimensi *spoiler* memberikan pengaruh terhadap distribusi tekanan udara di bagian belakang kendaraan. *Spoiler* dengan dimensi yang sesuai mampu meningkatkan *downforce* tanpa menambah hambatan udara secara signifikan, sedangkan *spoiler* yang terlalu besar menyebabkan perubahan pola aliran udara sehingga efektivitas aerodinamikanya menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemilihan ukuran *spoiler* harus mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan gaya tekan (*downforce*) dan kenaikan hambatan udara (*drag*) agar diperoleh performa kendaraan yang optimal (Darmawan et al., 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD), variasi ukuran *spoiler* terbukti memengaruhi karakteristik aerodinamika mobil tipe urban, yang ditunjukkan oleh perubahan nilai gaya hambat (*Drag Force*), gaya angkat (*Lift Force*), *Coefficient of Drag* (CD), dan *Coefficient of Lift* (CL). *Spoiler* berukuran 2200×500 mm dan 2200×600 mm menunjukkan performa aerodinamika yang lebih baik karena masih menghasilkan *downforce* yang dapat

meningkatkan stabilitas kendaraan, sedangkan *spoiler* berukuran 2200×700 mm cenderung menghasilkan lift yang berpotensi menurunkan stabilitas. Selain itu, analisis kontur kecepatan dan energi kinetik turbulensi menunjukkan terbentuknya zona wake dan peningkatan turbulensi di bagian belakang kendaraan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemilihan ukuran *spoiler* yang tepat berperan penting dalam meningkatkan stabilitas dan kinerja aerodinamika mobil tipe urban.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, A. (2023). Analisis Penggunaan *Spoiler* terhadap Aerodinamika pada Mobil Tipe LCGC Menggunakan Computational Fluid Dynamics (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Ponorogo). <https://eprints.umpo.ac.id/11320/>
- Darmawan, S. D. (2022). Analisis Pengaruh Penggunaan *Spoiler* pada Mobil Sedan XYZ dengan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD) Fakultas Sriwijaya RAMA 21201 03051181722020 0002 097104 01 front_ref.pdf
- Gde Didit Citra Anggarana, B., & Made Gatot Karohika, I. (2022). Analisis Aerodinamika Bodi Mobil dengan Variasi Kecepatan Menggunakan Perangkat Lunak CFD. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan*, 1(8), 1455–1462. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i8.192>
- Maulana, I. (2025). Analisis Pengaruh *Shark Fin* terhadap Aerodinamika Mobil Jenis Urban dengan

- Simulasi Computational Fluid Dynamics pada Software Ansys Workbench* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
<http://eprints.umg.ac.id/15504/>
- Junaidin, B. (2022). Aerodynamic Analysis of Sport Utility Vehicle (Suv) by *Computational Fluid Dynamics* (Cfd) Aproach. *Vortex*, 3(1), 67.
<https://doi.org/10.28989/vortex.v3i1.1161>
- Kusaeri, D. (2022). Analisis Turbulensi Mobil Hemat Energi Konsep City Car pada Kecepatan 45 Km/Jam Menggunakan Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Engineering*, 13(1), 45-52.
<https://engineering.upstegal.ac.id/index.php/Jureng/article/view/64>
- Man, M. S. (2022). CFD Study on Aerodynamic Effects of a Rear Spoiler on Mitsubishi Lancer 2005. *Progress in Engineering Application and Technology*, 3(2), 642-652.
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/peat/article/view/6468>
- Nath, D. S., Pujari, P. C., Jain, A., & Rastogi, V. (2021). Drag reduction by application of aerodynamic devices in a race car. *Advances in Aerodynamics*, 3(1).
<https://doi.org/10.1186/s42774-020-00054-7>
- Öztemel, M. A., Aktaş, F., & Yücel, N. (2023). Aerodynamic Analysis of Car Rear Spoiler with Computational Fluid Dynamics for Different Angles and Profiles. *International Journal of Energy Studies*, 8(4), 649-665..
<https://doi.org/10.58559/ijes.1362690>
- Rangga, A. P. (2024). *Analisis Aerodinamika Body Mobil Listrik dengan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD) pada Variasi Frontal Area dan Kecepatan Aliran Udara Menggunakan Software Ansys Fluent* (Doctoral dissertation, Universitas Malikussaleh).
<https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/400/>
- Poesoko, A. S. S., & Syamsuri, S. (2023). Analisa Aerodinamis Sepeda Tunggal, Ganda dan Triple Berkelanjutan Menggunakan 3D *Computational Fluid Dynamics*. *Prosiding SENASTITAN ...*, *Senastitan Iii*, 1–11.
<http://ejurnal.itats.ac.id/senastitan/article/view/4216>
- Prastyo, B. W., Syafa'at, I., & Dzulfikar, M. (2020). Analisis Aerodinamika pada Bodi Mobil Hemat Energi Lintang Samudra Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(1).
<https://doi.org/10.36499/mim.v16i1.3366>
- Roslan, M. H., Hasbullah, H. H., Ramesh, T., Didane, D. H., Manshoor, B., & Kabrein, H. A. (2023). Effect of A Spoiler on The Aerodynamic Performance of A Race Car on Track Using Two Different Turbulence Models. *Journal of Design for Sustainable and Environment*, 5(2), 28-37.
<https://www.researchgate.net/profile/Djamal-Didane/publication/375747005>
- Suryady, S., & Zhafran, R. (2022). Analisa Desain Bodi Kendaraan Tipe Urban Concept pada Pengaruh Koefisien Drag dan Koefisien Lift. *Presisi*, 24 (1), 74–

84.<https://journal.istn.ac.id/index.php/presisi/article/download/1149/767>

Szodrai, F. (2020). Quantitative Analysis of Drag Reduction Methods for Blunt Shaped Automobiles. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/app10124313>