

Analisis Aerodinamis Pada Motor Trail Menggunakan Metode Komputasi Fluida Dinamis

Alvin Willynata¹, Sibut¹, Rosadila Febritasari¹

¹Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

Email : alvinwillynata4@gmail.com

ABSTRAK

Sepeda motor trail adalah sepeda motor yang dirancang khusus untuk digunakan dalam olahraga balap motocross. Selain digunakan untuk olahraga balap *motocross*, motor trail juga dijadikan kendaraan harian. Salah satu bagian terpenting dari motor trail yaitu bodi. Bodi motor dipengaruhi oleh aerodinamis saat berkendara, aerodinamis memperhitungkan gaya hambat yang dipengaruhi oleh aliran fluida yang menerpa bodi kendaraan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh desain bodi pada motor trail beserta pengendara terhadap perubahan *coefficient of drag* dan mengetahui struktur pola aliran fluida pada bodi motor trail beserta pengendara. Dalam penelitian ini, tahap pengumpulan data dilakukan menggunakan *software Ansys Fluent*. Simulasi bodi motor trail beserta pengendara menggunakan *software Ansys Fluent* dengan variasi kecepatan 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h dengan parameter yang sudah dikonfigurasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kecepatan 20 km/h, *coefficient of drag* yang dihasilkan pada bodi kendaraan sebesar 0,553 dengan *drag force* sebesar 4,236 N dan pada kecepatan 60 km/h, *coefficient of drag* yang dihasilkan sebesar 0,551, dan *drag force* sebesar 37,868 N. Pola aliran fluida yang didapat dari simulasi adalah *Velocity Speed*, *Contour Speed*, dan *Pathline Speed*.

Kata Kunci :

Aerodinamis, ANSYS Fluent, Koefisien Drag, Komputasi Fluida Dinamis, Motor Trail

ABSTRACT

A dirt bike is a motorbike specifically designed for use in motocross racing. Apart from being used for motocross racing, dirt bikes are also used as daily vehicles. One of the most important parts of a dirt bike is the body. The motorbike body is affected by aerodynamics when driving, aerodynamics takes into account the drag force that is influenced by the fluid flow that hits the vehicle body. Therefore, the purpose of this study is to determine the effect of body design on dirt bikes and riders on changes in coefficient of drag and to determine the structure of fluid flow patterns on the dirt bike body and riders. In this research, the data collection stage is carried out using Ansys Fluent software.

Simulation of dirt bike body and rider using Ansys Fluent software with speed variations of 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h with configured parameters. The simulation results show that at a speed of 20 km/h, the coefficient of drag generated on the vehicle body is 0.553 with a drag force of 4.236 N and at a speed of 60 km/h, the coefficient of drag generated is 0.551, and the drag force is 37.868 N. The fluid flow patterns obtained from the simulation are Velocity Speed, Contour Speed, and Pathline Speed.

Keyword :

Aerodynamics, ANSYS Fluent, Coefficient of Drag, Computational Fluid Dynamic, Dirt Bike

PENDAHULUAN

Sepeda motor adalah kendaraan roda dua yang digerakkan oleh mesin. Rodanya sebaris dan pada kecepatan tinggi sepeda motor tetap stabil dan stabil berkat gaya girokopik. Sepeda motor trail adalah jenis sepeda motor yang dirancang khusus untuk digunakan dalam olahraga *motocross*, khususnya olahraga motor di mana kemampuan pengendara dan mesinnya saling bersaing. Namun kendaraan jenis ini masih memiliki beberapa kekurangan dari segi aerodinamika yaitu bentuk bodi dan koefisien drag (gaya hambat). Bentuk bodi kendaraan bermotor roda dua sangat kompleks sehingga tekanan tersebar di sepanjang permukaan bodi dan koefisien drag merupakan gaya hambat yang dihasilkan karena terjadinya tumbukan antara fluida dengan permukaan kendaraan dengan luas penampang (Makhtub, 2022).

Penelitian ini menggunakan *software INVENTOR* yang berguna untuk membuat desain 3D motor trail kemudian dilakukan simulasi aerodinamis pada *software ANSYS Fluent*. Menurut Makhtub (2022) Adapun keunggulan melakukan pengujian dengan *software* yaitu lebih efisien biaya, waktu dan tempat dikarenakan pengujian dilakukan dengan menggunakan desain 3D yang tidak memerlukan objek pengujian secara langsung yang memerlukan biaya, lebih efisien waktu dan tidak memerlukan tempat untuk peralatan guna melakukan pengujian karena akan memakan waktu yang lumayan lama.

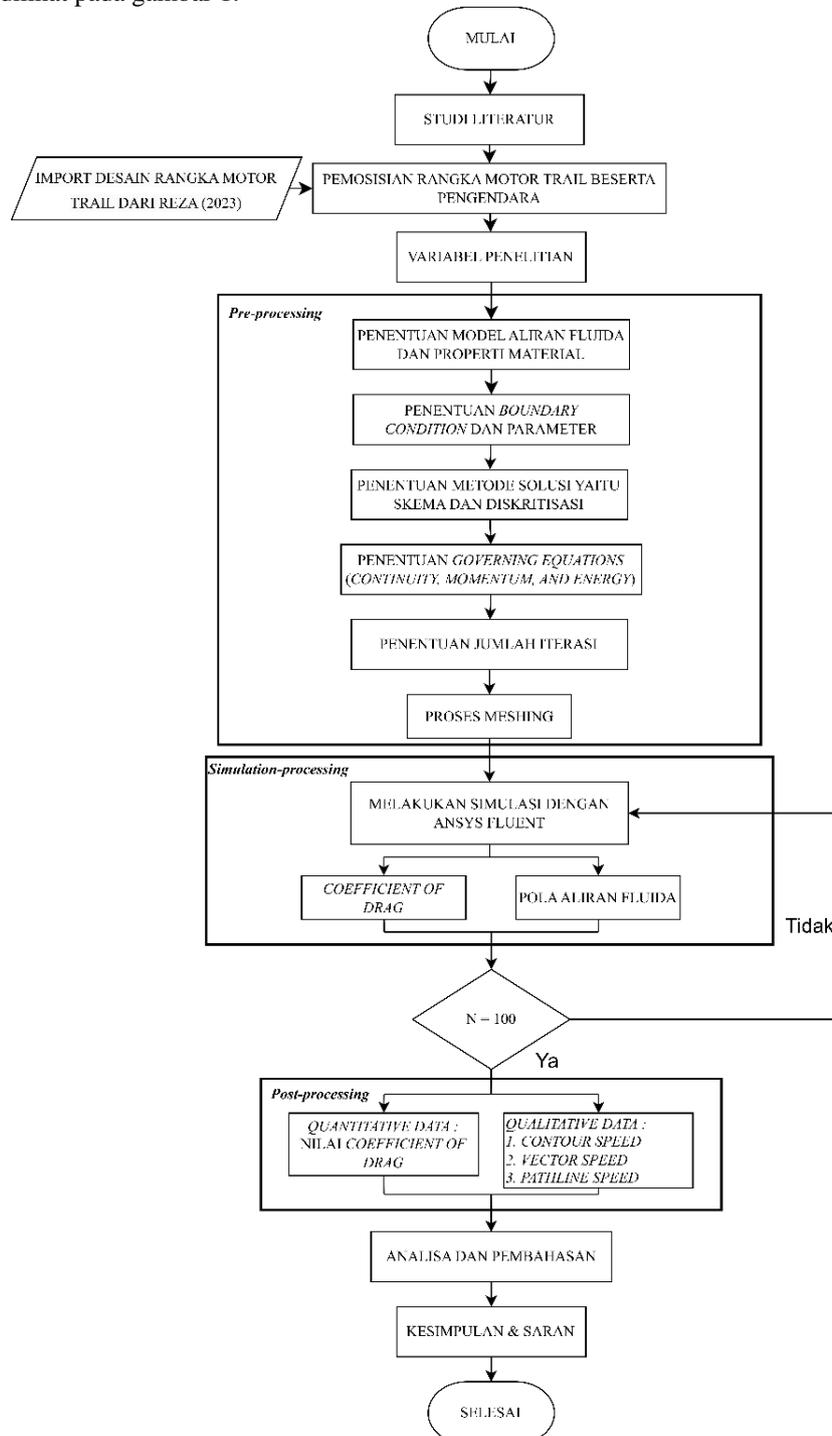
Rancangan desain 3D motor trail disimulasikan pada *software ansys fluent* akan menggunakan variasi kecepatan kendaraan dengan nilai 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h dan menggunakan tekanan udara sesuai *Standard*

Temperature and Pressure (STP), $P = 101,325 \text{ kPa}$. Dengan variasi kecepatan kendaraan yang berbeda akan didapatkan nilai koefisien drag yang berbeda juga.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh desain motor trail beserta pengendara terhadap nilai koefisien drag dengan menggunakan variasi kecepatan kendaraan dan mengetahui struktur pola aliran fluida terhadap motor trail beserta pengendara.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis aerodinamis yg dilakukan pada bodi motor trail. Analisis ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu studi literatur, gambar detail rancangan dst. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang dihasilkan dari simulasi berupa gambaran fenomena aerodinamis pada motor trail beserta pengendaranya. Hasil simulasi yang didapat adalah nilai *Coefficient of Drag* (C_d), *Contour Speed*, *Vector Speed*, dan *Pathline Speed*.

Hasil Simulasi Nilai *Coefficient of Drag* pada Bodi Kendaraan

Setelah dilakukan tahap simulasi *fluent*, didapat data berupa *drag force* dan *coefficient of drag* pada kecepatan 20km/h hingga 60 km/h yang didapat dari *report file*, seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Nilai *Coefficient of Drag* pada Bodi Kendaraan dari Simulasi Fluent

No	Kecepatan (km/h)	Kecepatan (m/s)	Drag Force (N)	Coefficient of Drag (C_d)
1	20	5,56	4,2362143	0,55378459
2	30	8,33	9,5661733	0,55713542
3	40	11,11	17,550657	0,5746161
4	50	13,88	26,895729	0,564179
5	60	16,66	37,868841	0,5513718

Dari tabel 1 dilakukan validasi menggunakan perhitungan koefisien drag. Konstanta ρ (massa jenis udara) dan A (frontal area) menggunakan parameter yang telah ditentukan dan parameter v (kecepatan) diisi dengan hasil konversi kecepatan dalam (km/h) ke (m/s).

1) Perhitungan koefisien drag dengan kecepatan 5,56 m/s

$$C_D = \frac{F_D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 A}$$

$$C_D = \frac{4.2362143}{0,5 \cdot 1,225 \cdot 5,56^2 \cdot 0,404}$$

$$C_D = 0,553784608$$

.....(1)

Pada perhitungan menggunakan rumus didapat nilai C_d sebesar 0,553784 pada kecepatan 5,56 m/s. Dari satu perhitungan ini tabel (1) menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan hasil simulasi.

2) Perhitungan koefisien drag dengan kecepatan 8,33 m/s

$$C_D = \frac{F_D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 A}$$

$$C_D = \frac{9,5661733}{0,5 \cdot 1,225 \cdot 8,33^2 \cdot 0,404}$$

$$C_D = 0,557135437$$

.....(1)

Pada perhitungan menggunakan rumus didapat nilai C_d sebesar 0,5571354 pada kecepatan 8,33 m/s. Dari satu perhitungan ini tabel (1) menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan hasil simulasi.

3) Perhitungan koefisien drag dengan kecepatan 11,11 m/s

$$C_D = \frac{F_D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 A}$$

$$C_D = \frac{17,550657}{0,5 \cdot 1,225 \cdot 11,11^2 \cdot 0,404}$$

$$C_D = 0,574616117$$

.....(1)

Pada perhitungan menggunakan rumus didapat nilai C_d sebesar 0,5746161 pada kecepatan 11,11 m/s. Dari satu perhitungan ini tabel (1) menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan hasil simulasi.

4) Perhitungan koefisien drag dengan kecepatan 13,88 m/s

$$C_D = \frac{F_D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 A}$$

$$C_D = \frac{26,895729}{0,5 \cdot 1,225 \cdot 13,88^2 \cdot 0,404}$$

$$C_D = 0,564179017 \dots\dots\dots(1)$$

Pada perhitungan menggunakan rumus didapat nilai C_d sebesar 0,564179 pada kecepatan 13,88 m/s. Dari satu perhitungan ini tabel (1) menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan hasil simulasi.

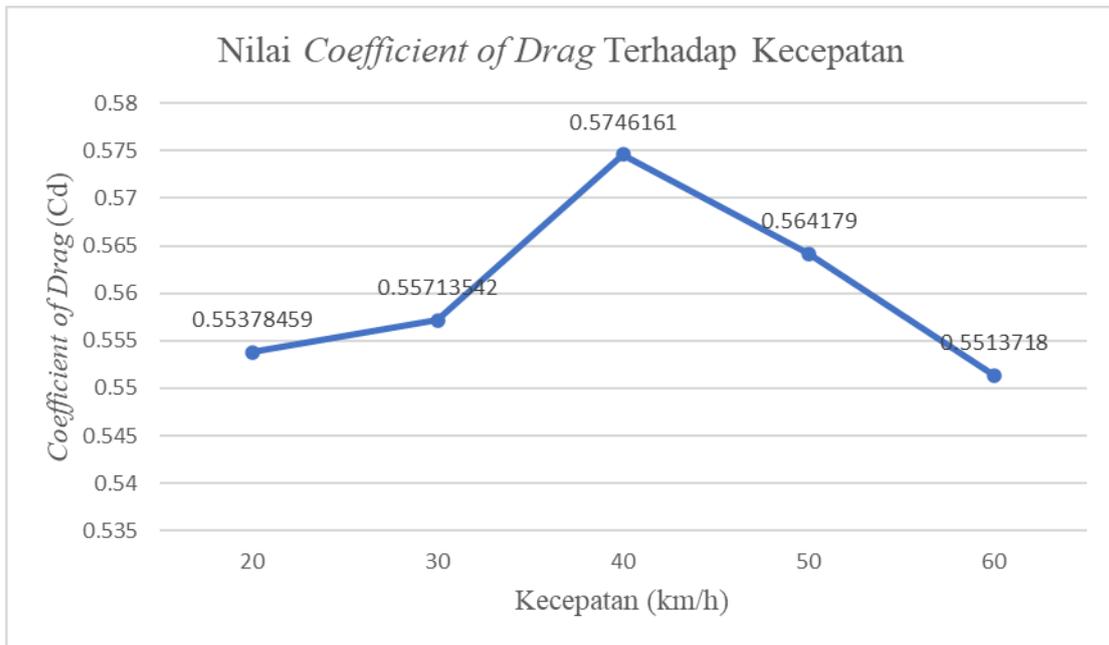
5) Perhitungan koefisien drag dengan kecepatan 16,66 m/s

$$C_D = \frac{F_D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 A}$$

$$C_D = \frac{37,868841}{0,5 \cdot 1,225 \cdot 16,66^2 \cdot 0,404}$$

$$C_D = 0,551371814 \dots\dots\dots(1)$$

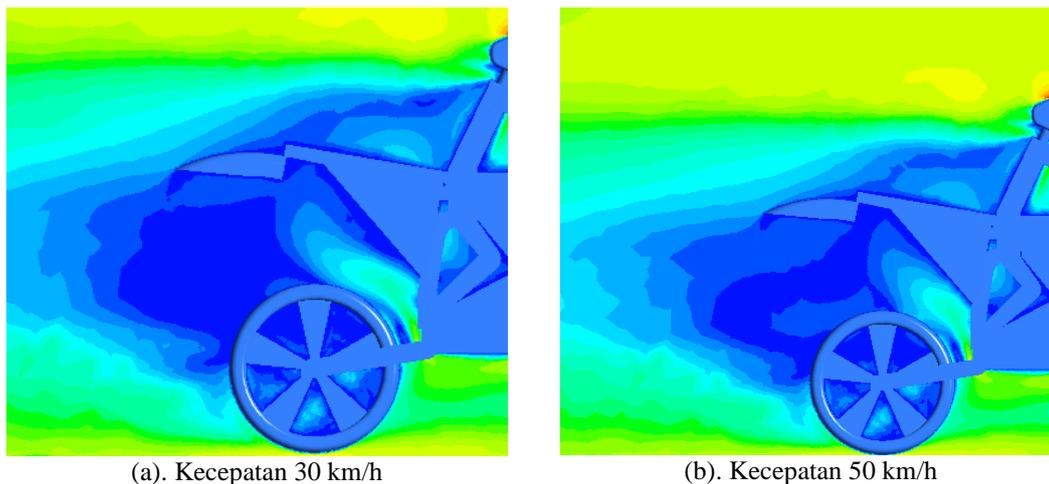
Pada perhitungan menggunakan rumus didapat nilai C_d sebesar 0,5513718 pada kecepatan 16,66 m/s. Dari satu perhitungan ini tabel (1) menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan hasil simulasi.



Gambar 2 Grafik Nilai *Coefficient of Drag* Terhadap Kecepatan

Gambar 2 merujuk pada tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai C_d berbanding terbalik dengan kecepatan aliran udara. Saat kecepatan semakin tinggi di kecepatan 20 km/h hingga 40 km/h, nilai C_d yang dihasilkan semakin tinggi juga. Tetapi pada kecepatan 40 km/h hingga 60 km/h yang dihasilkan menurun. Penurunan koefisien drag pada kecepatan 40 km/h hingga 60 km/h disebabkan dengan bertambahnya kecepatan aliran udara yang datang mengenai bodi motor trail beserta pengendara terjadi perubahan pola aliran turbulen yang lebih kecil, dibandingkan dengan kecepatan sebelumnya seperti ditunjukkan pada gambar 3, akibatnya nilai koefisien drag berkurang secara bertahap dari kecepatan 40 km/h hingga 60 km/h.

Pada gambar 2, dapat diketahui pada kecepatan 20 km/h hingga 40 km/h mengalami peningkatan nilai koefisien drag, kondisi ini dikarenakan pada bagian belakang kendaraan (bagian rangka, ban belakang dan slepbor belakang) mengalami pelebaran wake seperti ditunjukkan pada gambar 3 (a).

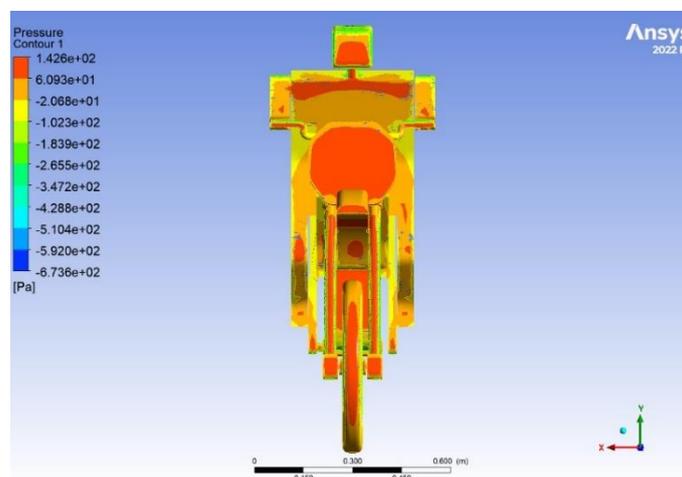


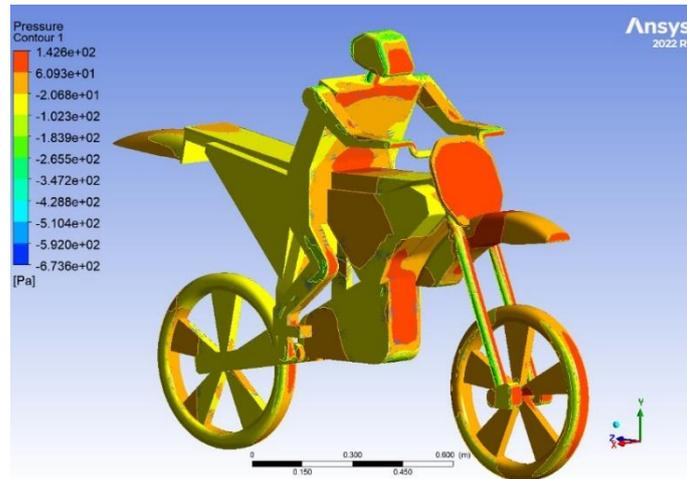
Gambar 3 Velocity Contour

Namun pada kecepatan 40 km/h hingga 60 km/h mengalami penurunan nilai koefisien drag, kondisi ini dikarenakan pada bagian belakang kendaraan (bagian rangka, ban belakang dan slepbor belakang) mengalami pengecilan wake seperti ditunjukkan pada gambar 3 (b).

Dapat disimpulkan bahwa semakin cepat kendaraan melaju maka *drag force* yang dihasilkan akan semakin besar, nilai *coefficient of drag* (C_d) yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya kecepatan menandakan besar hambatan bodi kendaraan yang tidak stabil (Suryadi, S., & Zhafran, R. 2022). Sedangkan untuk penurunan nilai *coefficient of drag* (C_d) terdapat perubahan pola aliran turbulen, pada lapisan batas turbulen dapat bergerak jauh sepanjang permukaan sampai gradien tekanan balik di bagian belakang bodi motor trail beserta pengendara sebelum terjadinya separasi, hasilnya adalah wake yang lebih lancar. Model turbulensi k-epsilon mencoba memodelkan transfer energi turbulen dalam aliran fluida. Pada kecepatan tinggi, redistribusi energi turbulen dapat terjadi dengan cara yang tidak dapat diprediksi atau tidak linier. Hal ini dapat menyebabkan perubahan mendadak pada pola aliran turbulen di sekitar target, sehingga mengurangi koefisien drag (Chen Z.W. dkk, 2023).

Pada gambar 2 menunjukkan grafik dari nilai bodi motor trail beserta pengendara memiliki koefisien drag yang mengalami peningkatan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena beberapa kelemahan pada desain bodi motor trail beserta pengendara. Pengaruh paling besar adalah pada bagian *leading edge* bodi dan pengendara, seperti ditunjukkan pada gambar 4.



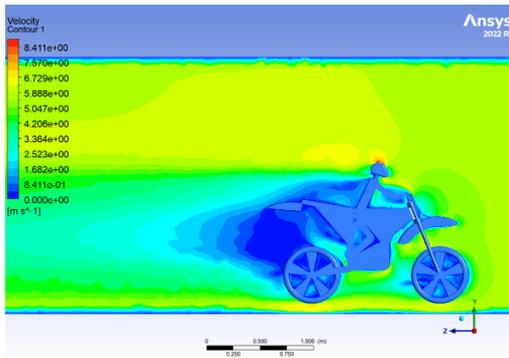


Gambar 4 Leading Edge Body Beserta Pengendara

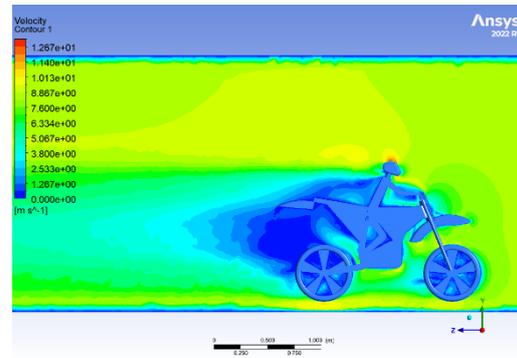
Menurut Mansor, S. (2014), menjelaskan bahwa tekanan yang terjadi pada bagian leading edge yang besar dapat menyebabkan rendahnya tekanan pada bagian belakang bodi sehingga menyebabkan peningkatan koefisien drag, hal tersebut dapat diatasi dengan cara memperkecil gradien tekanan pada bagian leading edge dan bagian belakang bodi.

Kontur Kecepatan Bodi Kendaraan

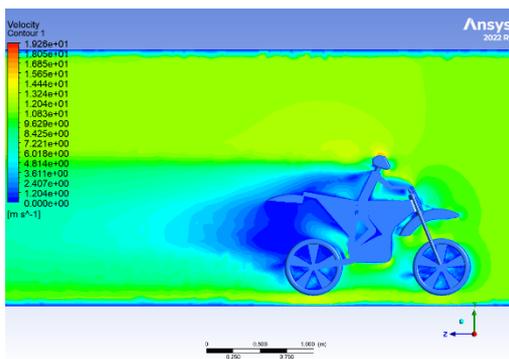
Berikut merupakan perbandingan hasil kontur kecepatan pada variasi kecepatan kendaraan :



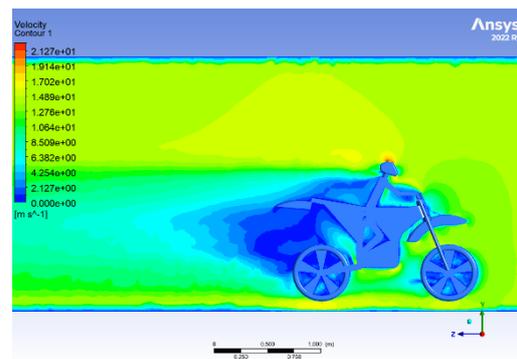
(a)



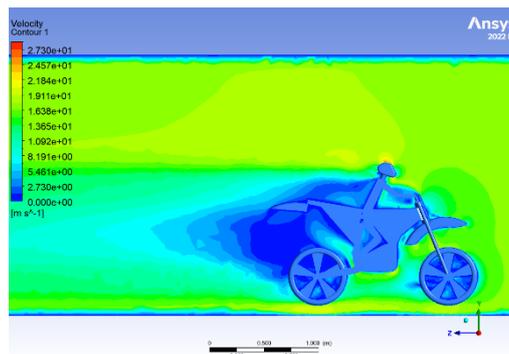
(b)



(c)



(d)



(e)

(a) 20 km/h; (b) 30 km/h; (c) 40 km/h; (d) 50 km/h; (e) 60 km/h

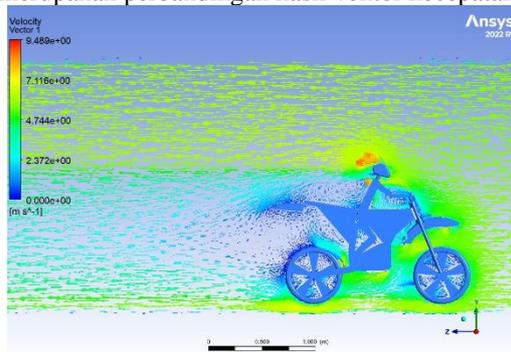
Gambar 5 Perbandingan *Velocity Contour* pada Kecepatan Kendaraan

Velocity contour yang ditunjukkan pada gambar 5 menunjukkan bahwa warna merah terjadi peningkatan nilai kecepatan dan warna biru terjadi pengurangan nilai kecepatan atau gaya hambat. Gambar 5(a) menunjukkan nilai kecepatan paling rendah sebesar 8,411 m/s. Pada bagian belakang kendaraan juga menunjukkan wake yang dimana aliran udara mengalami resirkulasi (berputar disuatu tempat) setelah melewati bodi kendaraan beserta pengendaranya, variasi ini memiliki nilai koefisien drag pada kecepatan 5,56 m/s yaitu 0,553.

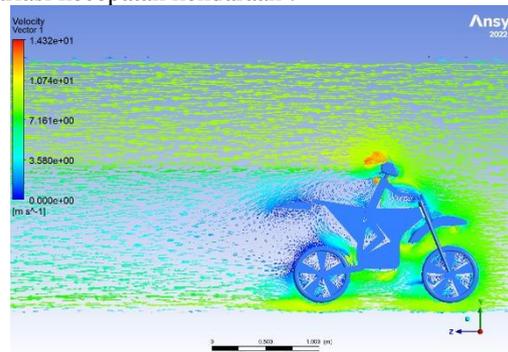
Gambar 5(b), (c), (d) memiliki kenaikan nilai kecepatan sesuai dengan peningkatan kecepatan kendaraan. Semakin besar kecepatan kendaraan menyebabkan pola aliran semakin terbuka. Gambar 5(e) menunjukkan nilai kecepatan paling tinggi daripada variasi kecepatan yang lain pada kecepatan 16,66 m/s yaitu sebesar 27,30 m/s.

Vektor Kecepatan Bodi Kendaraan

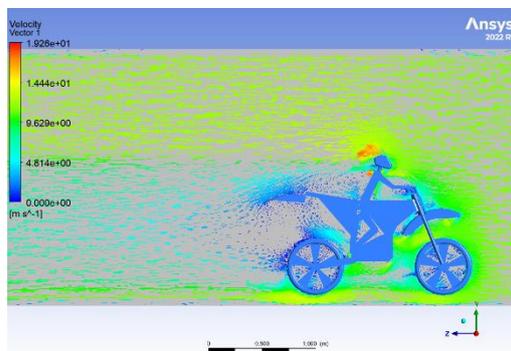
Berikut merupakan perbandingan hasil vektor kecepatan pada variasi kecepatan kendaraan :



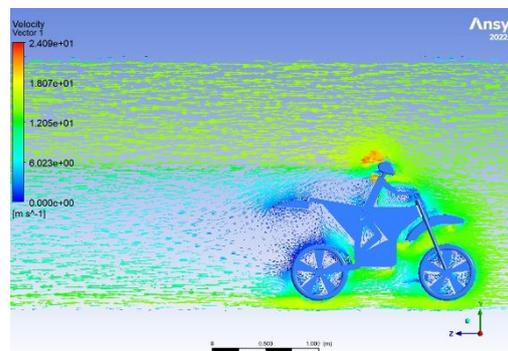
(a)



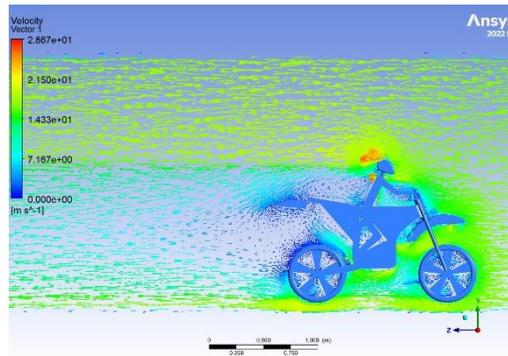
(b)



(c)



(d)



(e)

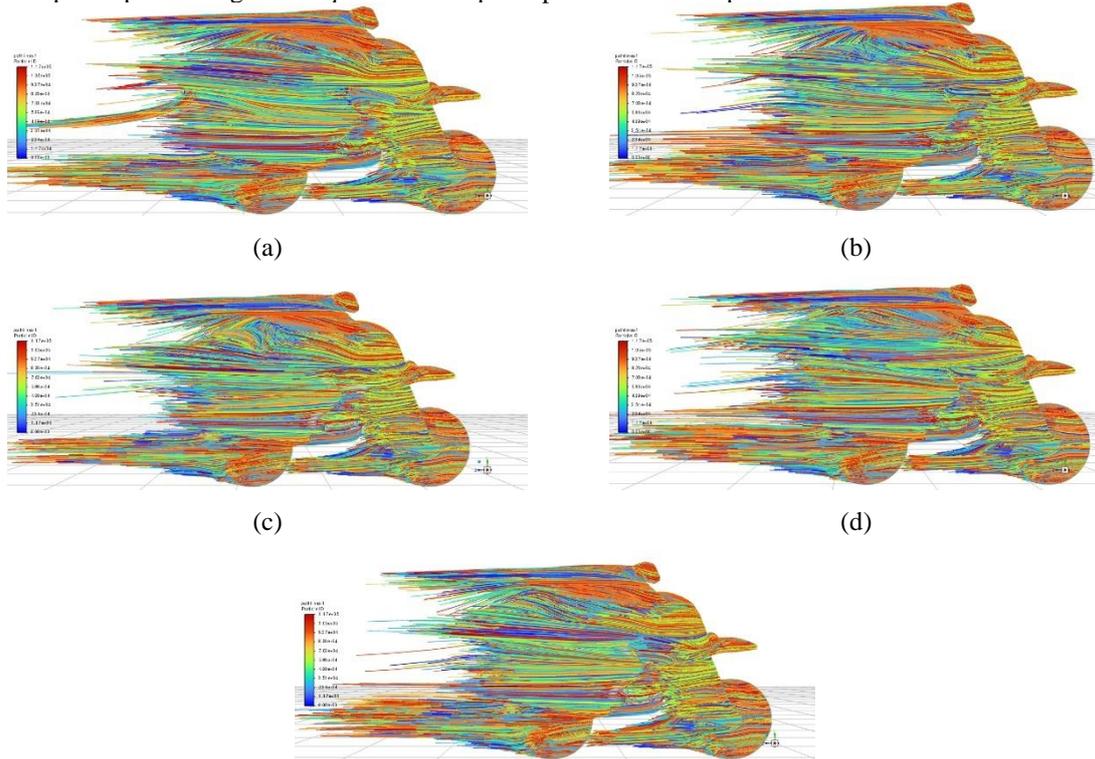
(a) 20 km/h; (b) 30 km/h; (c) 40 km/h; (d) 50 km/h; (e) 60 km/h

Gambar 6 Perbandingan *Velocity Vector* pada Kecepatan Kendaraan

Velocity vector mengilustrasikan arah aliran udara dari inlet dan melewati bodi beserta pengendara. Warna hijau menunjukkan besar kecepatan mendekati besar kecepatan mula saat bodi melaju, sedangkan warna biru menunjukkan penurunan nilai kecepatan karena ada gaya hambat. Pada gambar 6 warna biru pada bagian belakang bodi memiliki arah yang berbeda-beda untuk setiap variasi. Gambar 6(a) menunjukkan arah aliran turbulen yang sama dengan gambar 6(b) dan (d). Gambar 6(e) menunjukkan arah aliran turbulen yang terjadi paling sedikit dari variasi yang lain, sedangkan gambar 6(c) menunjukkan arah aliran turbulen paling dominan diantara variasi yang lain sesuai gambar sehingga pada variasi ini memiliki nilai koefisien drag yang paling besar.

Pathline Kecepatan Bodi Kendaraan

Berikut merupakan perbandingan hasil *pathline* kecepatan pada variasi kecepatan kendaraan :



(e)

(a) 20 km/h; (b) 30 km/h; (c) 40 km/h; (d) 50 km/h; (e) 60 km/h

Gambar 7 Perbandingan *Pathline* pada Kecepatan Kendaraan

Pathline merupakan fungsi pada ansys fluent untuk melihat aliran fluida yang terjadi, dapat menganalisa rekam jejak aliran fluida pada kendaraan. Pada gambar 7(a), (b) dan (e) memiliki aliran fluida pada sekitar geometri kendaraan beserta pengendara terdapat wake pada posisi pengendara. sementara untuk distribusi aliran fluida pada bagian depan dan belakang kendaraan terdapat perbedaan jarak yang besar, sehingga hal ini menyebabkan besarnya nilai koefisien drag dari geometri motor trail beserta pengendara.

Terlihat pada gambar 7(d) memiliki aliran fluida pada sekitar geometri kendaraan beserta pengendara terdapat wake kecil pada posisi pengendara, sementara gambar 7(c) memiliki aliran fluida pada sekitar geometri kendaraan beserta pengendara terdapat wake besar pada posisi pengendara, sehingga hal ini menyebabkan besarnya nilai koefisien drag dari geometri motor trail beserta pengendaranya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian aerodinamika pada bodi motor trail beserta pengendara dengan menggunakan ansys fluent. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Variasi kecepatan untuk mendapatkan nilai *coefficient of drag* (Cd) dari kecepatan 20 km/h hingga 60 km/h mengalami peningkatan dan penurunan, mulai dari 0,553 pada kecepatan 20 km/h, mengalami peningkatan tertinggi dengan nilai 0,574 pada kecepatan 40 km/h, hingga mengalami penurunan dengan nilai 0,551 pada kecepatan 60 km/h dan drag force yang meningkat dari 4,236 N pada kecepatan 20 km/h hingga 37,868 N pada kecepatan 60 km/h.

Dapat disimpulkan bahwa semakin cepat kendaraan melaju maka *drag force* yang dihasilkan akan semakin besar, nilai *coefficient of drag* (Cd) yang mengalami peningkatan seiring bertambahnya kecepatan menandakan besar hambatan bodi kendaraan yang tidak stabil. Sedangkan untuk penurunan nilai *coefficient of drag* (Cd) terdapat perubahan pola aliran turbulen, pada lapisan batas turbulen dapat bergerak jauh sepanjang permukaan sampai gradien tekanan balik di bagian belakang bodi motor trail beserta pengendara sebelum terjadinya separasi, hasilnya adalah wake yang lebih lancar. Model turbulensi k-epsilon mencoba memodelkan transfer energi turbulen dalam aliran fluida. Pada kecepatan tinggi, redistribusi energi turbulen dapat terjadi dengan cara yang tidak dapat diprediksi atau tidak linier. Hal ini dapat menyebabkan perubahan mendadak pada pola aliran turbulen di sekitar target, sehingga mengurangi koefisien drag. Mendapatkan gambaran dari hasil simulasi pola struktur yang meliputi contour speed, vector speed, dan *pathline speed*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen, Z. W., Zeng, G. Z., Ni, Y. Q., Liu, T. H., Niu, J. Q., & Yao, H. D. (2023). Reducing the aerodynamic drag of high-speed trains by air blowing from the nose part: Effect of blowing speed. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 238, 105429.
- [2] Makhbub, M. K., Wiratmaja, I. G., & Dantes, K. R. (2022). Redesain Bodi Sepeda Motor Listrik Baby Ganesha 1.0 Generasi II Dan Pengaruhnya Terhadap Penurunan Coefficient Of Drag. *Otopro*, 62-68.
- [3] Mansor, S., Nik Mohd, N. A. R., & Chung, C. W. (2014). CFD Simulation of a Simplified Automotive Model for Various Rear Slant Angle. *Applied Mechanics and Materials*, 660, 724-729.
- [4] Stolarski, T., Nakasone, Y., & Yoshimoto, S. (2018). *Engineering analysis with ANSYS software*. Butterworth-Heinemann.
- [5] Suryady, S., & Zhafran, R. (2022). Analisa Desain Bodi Kendaraan Tipe Urban Concept Pada Pengaruh Koefisien Drag Dan Koefisien Lift. *Presisi*, 24(1), 74-84.
- [6] Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (2007). *An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method*. Pearson education.
- [7] Zikanov, O. (2019). *Essential computational fluid dynamics*. John Wiley & Sons.