

Visualisasi Fenomena Fisik Aerodinamika Suatu Kendaraan Model

I Wayan Adi Usada, Anak Agung Adhi Suryawan dan I Gusti Ketut Sukadana
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Semakin meningkatnya perkembangan industri otomotif, ditandai dengan banyaknya produk kendaraan dengan teknologi terkini yang beredar di pasaran. Perkembangan ini mengarah pada penyempurnaan bentuk mobil yang lebih aerodinamis sebagai upaya memperkecil gaya hambat (*dragforce*) dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Penelitian dilakukan untuk menganalisa pola aliran udara pada masing-masing bentuk mobil dan menguji gaya hambatnya. Simulasi dilakukan menggunakan software ANSYS FLUENT terhadap 3 model yaitu mobil box, mobil sedan, dan mobil sport. Hasil simulasi masing-masing model akan dianalisa lalu dibandingkan dengan model yang lainnya. Hasil simulasi adalah mobil box memiliki gaya hambat paling besar dan mobil sport memiliki gaya hambat yang paling kecil serta pola aliran yang paling aerodinamis.

Kata kunci: Model mobil, Ansys, aerodinamis, dan gaya drag

Abstract

Along with the increasing development of the automotive industry, marked by the increasing number of vehicle products with the latest technology on the market. This development has led to improvements in the form of a more aerodynamic car in an effort to reduce drag force and reduce fuel consumption. The study was conducted to analyse the air flow patterns in each car shape and test the drag. The simulation is done using ANSYS FLUENT software on 3 models, namely box car, sedan car, and sport car. The simulation results of each model will be analysed and then will be compared with other models. The conclusion obtained from this simulation is that the box car has the biggest drag and the sports car has the smallest drag and the most aerodynamic flow pattern.

Keywords: Cars model, Ansys, aerodynamics, and drag force.

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia terhadap sarana transportasi semakin meningkat seiring dengan kemajuan jaman, khususnya kendaraan beroda empat sudah merupakan kebutuhan vital bagi setiap kehidupan manusia. Karena membantu meringankan pekerjaan manusia, mempengaruhi penyelesaian suatu pekerjaan baik kualitas, kuantitas dan kenyamanan [1]. Kendaraan roda empat tipe sedan, mobil box dan sport adalah kendaraan yang banyak dijumpai di Indonesia. Kendaraan-kendaraan tersebut sangat fleksibel penggunaannya sehingga diminati oleh kebanyakan masyarakat Indonesia. Tetapi setiap model kendaraan tentu memiliki tingkat performansi yang berbeda.

Penelitian ini menganalisa perilaku aerodinamika mobil menyerupai mobil sedan, sport dan box. Disamping itu juga dilakukan perhitungan besarnya *coefficient drag* (CD). Pola aliran udara disekitar bodi akan disimulasi menggunakan *computational fluid dynamics* (CFD).

Batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Menggunakan 3 model uji kendaraan, yaitu: sedan, mobil box dan sport.
2. Visualisasi *streamline* udara yang melintasi relatif terhadap bodi kendaraan, aliran udara diasumsikan paralel.

3. Pengujian menggunakan software ANSYS 19.2.
4. Pembuatan model kendaraan menggunakan software *Inventor Professional 2017* yang hanya disertai dengan sepijon dan roda.

2. Dasar Teori

Saat benda pada posisi suatu fluida yang bergerak (atau sebaliknya benda nya yang bergerak dalam suatu fluida yang diam) akan mengalami gaya yang disebut dengan gaya-gaya aerodinamika. Hambatan aerodinamik merupakan gaya seret yang bekerja paralel terhadap arah aliran. Gaya hambat atau yang disebut *drag* ini merupakan gaya yang menahan gerak benda. Secara umum gaya hambat ini terjadi akibat perbedaan tekanan antara bagian depan dan belakang benda [2].

Besarnya gaya hambat aerodinamik dapat diformulasikan:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho v^2 A} \quad (1)$$

Keterangan:

C_D = koefisien gaya hambat (drag)

F_D = gaya hambat/ drag (N)

ρ = densitas fluida (kg/m^3)

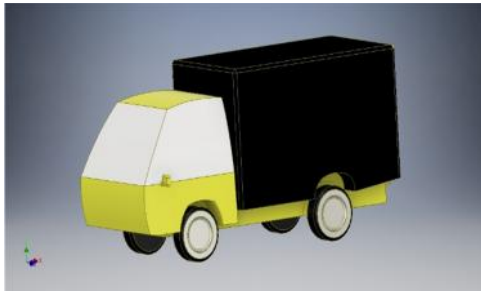
A = luasan acuan (m^2)

v = kecepatan fluida relatif terhadap obyek (m/s) [2].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dikerjakan pada *software Ansys* dengan benda uji sebuah model kendaraan untuk mengetahui bagaimana perilaku aerodinamika disekitar mobil dan dilakukan juga perhitungan besarnya *coefficient drag* (CD) tiap model. Pengambilan data dilakukan pada kendaraan dengan model sport, sedan dan box.

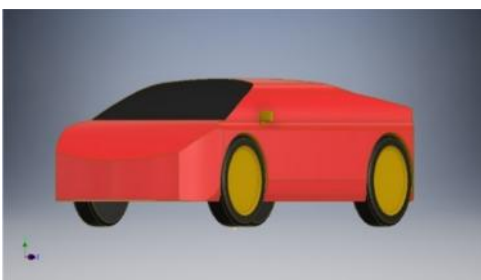
Kendaraan mobil box jenis L300, sedan jenis Toyota Vios, dan jenis Sport Lamborghini Gallardo akan disimulasikan pada ANSYS 19.2. Gambar 1, 2 dan 3 adalah model kendaraan yang diujikan.



Gambar 1. Pemodelan Mobil Box L300



Gambar 2. Pemodelan Mobil Sedan Vios



Gambar 3. Pemodelan Mobil Sport Gallardo

Parameter yang digunakan saat simulasi antara lain:

1. Temperatur udara 288K
2. Density 1,225 kg/m³
3. Viskositas dinamik 1,7894 x 10⁻⁵ kg/ms
4. Luas frontal area Mobil Box 0,00756 m²
5. Luas frontal area Mobil Sedan 0,006 m²
6. Luas frontal area Mobil Sport 0,005 m²

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pola Aliran Pada Mobil Box

Gambar 4 terjadi tekanan positif pada bagian moncong depan kendaraan atau titik 1, hal ini

mengindikasikan adanya efek tabrakan aliran udara pada bagian depan sehingga laju aliran diperlambat dan mengakibatkan bagian depan menjadi daerah bertekanan tinggi. Titik 1 merupakan daerah tekanan tertinggi terjadi stagnasi aliran ($V=0$ m/s) aliran berwarna biru tua menandakan kecepatan aliran udara $V=0$ m/s. Titik 2 yang berada diatas atap kendaraan terjadi *blocked mass* karena garis aliran yang tidak lagi menempel pada bodi tetapi didorong menjauh menuju aliran bebas dan adanya box yang menghalangi aliran sehingga dapat menambah gaya hambat.



Gambar 4. Aliran streamline pada mobil box (plane XY)

Masalah tersebut dapat diatasi dengan menambahkan *wind deflector* (gambar 5) yang mengikuti bentuk aliran sehingga gaya hambat yang terjadi dapat diminimalisir [3]. Titik 3 dibagian belakang kendaraan terjadi tekanan negative yang mengakibatkan gaya hambat diperkuat oleh factor bentuk bodi mobil box yang kotak dan tinggi maka terjadi olakan (*wake*) yang besar pada bagian belakang.

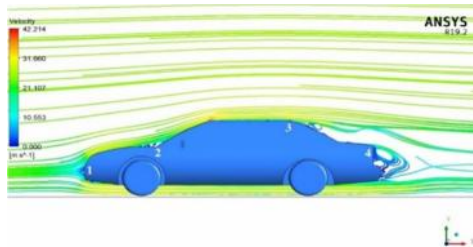


Gambar 5. Penambahan wind deflector

4.2 Pola Aliran Pada Mobil Sedan

Gambar 6 adalah model kendaraan uji yang kedua berupa mobil sedan. Titik stagnasi pada mobil sedan terjadi pada titik 1 atau moncong depan model, dapat dilihat garis berwarna biru tua pada bagian depan model kendaraan mengindikasikan bahwa kecepatan aliran udara di sekitar moncong depan kendaraan $V=0$ m/s. Pada titik 2 yaitu di antara kap mesin dan kaca terjadi separasi dan diikuti oleh terjadinya *blocked mass* karena bentuk bodi yang tidak aerodinamis. Sehingga membentuk ruang bertekanan rendah di antar kap dan kaca. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan modifikasi bentuk bodi agar lebih aerodinamis dan gaya hambat

bisa lebih kecil. Pada titik 3 yang berada di ujung atap dan awal kaca belakang terjadi separasi aliran karena momentum fluida tidak mampu mendorong tegangan geser yang terjadi sebagai efek viskousitas, hal ini menjadi jelas dengan meningkatnya gaya hambat yang terjadi karena *adverse pressure gradient*. Karena separasi yang terjadi mendekati ujung depan kendaraan maka olakan (*wake*) menjadi besar dan gaya hambat yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 6. Aliran streamline pada mobil box

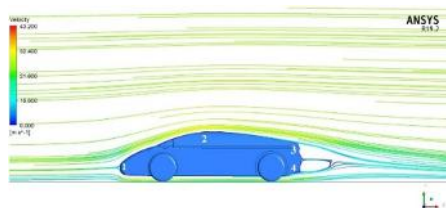


Gambar 7. Contoh modifikasi bodi yang lebih aerodinamis

Untuk mengatasi hal ini juga perlu dilakukan modifikasi pada bagian belakang kendaraan untuk menunda titik separasi didorong lebih jauh lagi. Modifikasi yang dilakukan dengan cara mengikuti bentuk aliran udara (*streamline*) maka akan menunda titik separasi lebih jauh dan gaya hambat akan semakin kecil seperti pada gambar 7.

4.3 Pola Aliran Pada Mobil Sport

Gambar 8 merupakan model mobil sport, dapat dilihat pada titik 1 pada moncong bagian depan terjadi titik stagnasi dimana $v = 0$ m/s karena bentuk yang sedikit runcing maka hambat semakin kecil. Setelah aliran udara menabrak moncong depan kemudian mengalir mengikuti bentuk bodi sehingga tidak ada *blocked mass* yang menambah gaya hambat. Selain itu separasi yang terjadi juga terjadi di bagian ujung belakang model atau tepatnya pada titik 3 sehingga menghasilkan olakan (*wake*) yang kecil begitupula gaya hambat yang kecil.



Gambar 8. Aliran streamline pada mobil sport

Pada bagian bawah model (titik4) juga ditambahkan *diffuser* untuk mengatur aliran yang berada di bawah mobil sehingga olakan yang terjadi semakin kecil. Jika tidak ditambahkan *diffuser* seperti pada gambar 9 maka olakan akan semakin besar dan juga kestabilan kendaraan akan menurun.



Gambar 9. Pola aliran bagian bawah mobil tanpa difuser

4.4 Perhitungan Drag Coefficient

Dapat dilihat pada gambar 10 garis berwarna biru adalah hasil iterasi mobil box dengan hasil iterasi gaya drag sebesar 1,7 N, garis berwarna oranye mewakili mobil sedan dengan hasil iterasi 0,66 N dan yang terakhir adalah hasil iterasi mobil sport berwarna abu-abu dengan nilai iterasi sebesar 0,5 N



Gambar 10. Grafik perbandingan iterasi

5. Kesimpulan

Geometri mobil sangat berpengaruh pada gaya hambat yang dihasilkan. Jika geometri besar maka gaya hambat yang dihasilkan besar, begitu juga sebaliknya. Mobil box memiliki *coefficient drag* 1,17, mobil sedan memiliki *coefficient drag* sebesar 0,474, sedangkan mobil sport memiliki *coefficient drag* paling kecil dengan nilai 0,404.

Daftar Pustaka

- [1] Yusuf, A., 2017, *Analisa Aerodinamika Dan Optimasi Body Mobil*, Jurnal Online Mahasiswa FTeknik, Vol. 6 No.2, pp. 1-7.
- [2] Philip M. Gerhart, A. L., 2005, *Fundamentals Of Fluid Mechanics Eighth Edition*, Wiley. USA.
- [3] Muzaki, L., 2017, *Simulasi Numerik Pengaruh Penggunaan Roof Spoiler Terhadap Gaya Aerodinamis Pada*

Kendaraan Truk, Jurnal Teknik Mesin, Vol.
5 No. 2, pp. 17-24.



I Wayan Adi Usada menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2020. Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan aerodinamika.