

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

CFD merupakan cabang ilmu dari mekanika fluida menggunakan analisis numerik dan data terstruktur untuk menganalisis dan memecahkan permasalahan melibatkan aliran fluida. Metode CFD telah dilakukan banyak pengujian untuk membuktikan bahwa metode ini biasa digunakan dalam pendekatan untuk menyelesaikan masalah. Simulasi menggunakan komputer dapat menghemat waktu dan biaya (Alfian, 2023).

2.1.2 Aerodinamis

Ilmu aerodinamika adalah suatu ilmu yang mempelajari gerak suatu udara ataupun suatu komposisi gas yang lainnya sehingga menghasilkan suatu *force drag* yang mempengaruhi pada bodi mobil dan laju kendaraan (Anish dkk., 2017).

Menurut Hardinata dan Utomo (2016) Ketika suatu benda padat bergerak cepat di udara, kekuatan *drag* merupakan salah satu hambatan utama. Pada saat mobil berjalan dan melakukan pembakaran bahan bakar, *drag force* menarik mobil ke belakang sehingga mengurangi kecepatan. Akibatnya, bahan bakar kurang efisien. Saat mobil melaju sekitar 55 mil per jam, kerugian aerodinamika mengurangi sekitar 50-60% daya keluaran mesin. Fluida yang melewati kendaraan menciptakan interaksi pada permukaan kendaraan, menyebabkan terjadinya tekanan.

Drag yang dihasilkan terbagi menjadi dua yaitu drag yang terjadi karena gaya gesek dan yang diakibatkan oleh tekanan. *Drag* dapat dituliskan dalam *Coefficient Drag* (C_d), yaitu perbandingan antara drag dengan *Dynamic Pressure Freestream* (Anggarana & Karohika, 2022) yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Cd = \frac{Fd}{\frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot A} \quad (2.1)$$

Dimana:

a) *Cd*: Coefficient Drag

b) *D*: Force Drag (N)

Untuk *Force drag* didapatkan melalui persamaan berikut:

$$Fd = \frac{1}{2} \cdot Cd \cdot \rho \cdot V^2 A \quad (2.2)$$

c) ρ : Massa jenis udara (Kg/m³)

d) *v*: Kecepatan udara (m/s)

e) *A*: Luas Penampang (m²)

2.1.3 Bilangan Reynold

Bilangan Reynold (*Re*) merupakan ilmu yang mempelajari tentang fluida yang mengalir yang akan menentukan jika aliran fluida tersebut laminar (Teratur) atau Turbulen (Tidak Teratur). Fluida yang mengalir biasanya mengikuti garis arus. Jika alirannya laminar, fluida akan bergerak sepanjang garis arus halus. Jika alirannya turbulen, garis-garis arus ini putus dan fluida akan bergerak tidak beraturan (Ismail dkk., 2022).

2.1.4 Vortex Generator

Menurut Arum dan Dzikrillah (2023) *Vortex Generator* (VG) merupakan perangkat kecil yang digunakan untuk mengurangi turbulensi. *Vortex Generator* adalah sebuah sirip kecil dipasang secara vertikal pada permukaan kendaraan memiliki kemampuan untuk menghasilkan *vortex* untuk mengubah aliran udara dan mencegah separasi, berfungsi untuk memperbaiki aliran udara pada kendaraan. digunakan pada kendaraan darat seperti mobil yang bertujuan sebagai alat untuk mengurangi koefisien drag pada mobil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

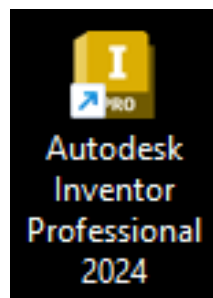
hampir 85% dari total hambatan aerodinamis dikontribusikan oleh tekanan drag dan sebagian besar hambatan ini dihasilkan di bagian belakang (Adarsh dkk.,2014).



Gambar 2.1 *Vortex Generator*
(Tallman, 2017)

2.1.5 Autodesk Inventor

Menurut Sanjaya dkk. (2022) CAD (Computer Aided Design) adalah teknologi digunakan untuk menggambar atau merancang benda dua dimensi dan tiga dimensi dengan hasil rancangan yang akurat dan dirancang dalam waktu singkat, *Software* yang digunakan untuk mendesain adalah *Autodesk Inventor*.



Gambar 2.2 *Software Autodesk Inventor Professional 2024*

2.1.6 Ansys

Menurut Haidar dan Charles (2019) *Ansys* adalah *software* berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan *Computer Aided Engineering* (CAE) yang merupakan analisis numerik untuk menganalisis dan memecahkan masalah yang melibatkan aliran fluida, dikembangkan oleh Ansys, Inc., dan menggunakan simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik.



Gambar 2.3 *Software Ansys Workbench 2023 R2*

2.2 Kajian Pustaka

Observasi amatlah diperlukan sebagai referensi untuk mendapatkan sumber yang dibutuhkan yang berkaitan dengan judul yang akan diambil. Berikut merupakan referensi – referensi yang diambil sebagai sumber informasi dalam penelitian, berikut merupakan referensi yang telah dijadikan sebagai acuan pada penelitian ini:

Hadinata, S., & Utomo, M. T. S. (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Simulasi Aerodinamika Mobil Toyota Yaris Menggunakan Software Ansys Fluent. Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro.” Mengungkapkan bahwa *Drag force* merupakan salah satu kendala utama ketika suatu benda padat bergerak cepat di udara. Ketika mobil berjalan akibat pembakaran bahan bakar dimana saat *acceleration*, *drag force* menarik mobil kebelakang sehingga mengurangi kecepatan. Akibatnya, efisiensi bahan bakar menjadi berkurang. Sekitar 50-60% dari total daya keluaran mesin hilang hanya untuk mengatasi kerugian aerodinamika ini saat mobil melaju sekitar 55 *mph*. Kemudian didapatkan Koefisien *drag* pada desain modifikasi mobil Toyota Yaris mengalami penurunan pada setiap sudut irisan bodi bagian belakang bawah mobil dibandingkan dengan mobil Toyota Yaris nonmodifikasi yaitu pada modifikasi 1 terjadi penurunan koefisien *drag* sebesar 2,36% terhadap mobil Toyota Yaris nonmodifikasi. Pada modifikasi 2 penurunan koefisien *drag* sebesar 2,71%, modifikasi 3 sebesar 3,13%, modifikasi 4 sebesar 5,01%, modifikasi 6 sebesar 6,27%, pengurangan terbesar pada modifikasi 5 yaitu sebesar 6,85%.

Adarsh et al., (2014) pada penelitiannya yang berjudul “*Numerical investigation of drag on a trailing aerodynamic sedan vehicle.*” Menyatakan bahwa Berdasarkan penyelidikan yang dilakukan telah ditentukan bahwa slipstreaming efektif pada kecepatan kendaraan yang lebih tinggi. Jarak slipstreaming optimal atau kritis telah diketahui. Telah diamati bahwa dengan meningkatnya kecepatan, besarnya pengurangan hambatan meningkat pada jarak kritis. Dari hasil yang diperoleh dan dengan mempertimbangkan skenario praktis, kita dapat menyimpulkan bahwa jarak antar kendaraan 20m adalah jarak optimal untuk kendaraan yang mengikuti sejauh mempertimbangkan pengurangan hambatan, yang pada gilirannya akan meningkatkan kinerja kendaraan. Kajian yang dilakukan adalah analisis 2-D, oleh karena itu masih ada ruang untuk kajian lebih lanjut yang menggabungkan efek goyang bangun, inersia, dan efek viskos aliran udara. Kajian ini dapat diperluas lebih lanjut untuk memahami pengaruh gaya hambat pada sistem konvoi, yaitu lebih dari 2 kendaraan bergerak bersama-sama dengan menjaga jarak di antara mereka. Analisis 3-D juga dapat dilakukan untuk mendapatkan peningkatan akurasi.

Anggarana dan Karohika (2022) pada penelitiannya yang berjudul “Analisis Aerodinamika Bodi Mobil Dengan Variasi Kecepatan Menggunakan Perangkat Lunak CFD.” Menyatakan bahwa Analisis dilakukan pada aliran tiga dimensi (3D), steady, turbulen. Variabel yang digunakan untuk dianalisa kecepatan dari angin yang akan dilalui oleh bodi mobil, dengan kisaran yaitu 15 m/s, 30 m/s, dan 45 m/s. tujuan dari variasi kecepatan ini adalah untuk mengetahui kinerja desain pada berbagai kecepatan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *coefficient of drag* terbaik diperoleh saat mobil melaju dengan kecepatan 45 m/s. Dan hasil dari Analisis aliran fluida pada bagian bodi mobil menunjukkan terjadinya hambatan udara yang tinggi pada bagian depan mobil. Terjadi *wake* yang cukup besar pada bagian belakang mobil. nilai tekanan tertinggi pada bodi mobil adalah bagian bumper depan. nilai *drag* tertinggi terjadi pada desain saat diberi aliran 30 m/s dengan nilai *coefficient of drag* 0.858.

Ismail et al., (2022) pada penelitiannya yang berjudul “*CFD Analysis on the Effect of Vortex Generator on Sedan Car using ANSYS Software.*” mengungkapkan

bahwa dalam penelitian ini mengkaji karakteristik aerodinamis termasuk beban aerodinamis dan struktur aliran model mobil sedan yang dipasang dengan berbagai bentuk dan jumlah generator pusaran. Adapun temuan utama yaitu pengaruh perbedaan bentuk dan jumlah generator pusaran yang bervariasi pada mobil sedan terhadap koefisien hambatan (CD) nilai dan struktur aliran dieksplorasi dan disajikan. Berdasarkan hasil, perbedaan konfigurasi VG mempunyai dampak yang signifikan Terhadap CD nilai. VG-3 memiliki yang tertinggi CD , Sedangkan VG-1 memiliki yang terendah CD . Temuan ini menjelaskan bahwa semakin besar radius fillet VG, maka gaya drag juga semakin besar. Hasilnya juga menunjukkan bahwa, seiring dengan meningkatnya jumlah VG, CD meningkat. Hasil dari CD untuk 9 VGs merupakan yang terendah dibandingkan yang lainnya yaitu sebesar 0,292. Dari segi struktur aliran hasilnya membuktikan bahwa VG dapat menunda pemisahan aliran. Temuan ini disajikan yang menjelaskan secara detail kecepatan aliran udara setelah melewati VG.

Haidar & Charles (2019) pada penelitiannya yang berjudul “Analisis Aerodinamik Bodi Mobil Listrik Prosoe KMHE 2019 Menggunakan CFD Ansys Ver 17.” Mengungkapkan bahwa *Coefficient of drag* menjadi salah satu bagian yang penting dalam desain aerodinamika. Semakin kecil nilai *coefficient of drag* nya maka akan semakin kecil gaya hambat yang terjadi pada mobil. Hal ini dengan harapan mesin dapat melaju dengan tenaga yang lebih kecil sehingga dapat menghemat tenaga lebih besar. Kesimpulan yang didapatkan Luas frontal area berpengaruh terhadap besar kecil nya gaya tekan yang terjadi pada mobil, Hal ini dibuktikan oleh nilai C_d pada model pertama adalah 0,0071 sedangkan pada model kedua adalah 0,0070. Semakin besar kecepatan akan semakin besar pula nilai C_d , setiap kenaikan kecepatan 10 km/jam maka akan naik $6,0E-6$. Bentuk *streamline* mobil berpengaruh terhadap kecepatan angin yang melalui mobil. Hal ini di buktikan melalui aplikasi bahwa pada model pertama turbulensi pada bagian belakang kendaraan kecil hal itu berbanding dengan turbulensi pada bagian kedua yang besar pada bagian belakang mobil.

Dalam penelitian yang berjudul “Analisis CFD Penyempurnaan Penggunaan Pengarah Angin Terhadap Pengurangan Gaya *Drag* Pada Mobil Barang Bak

Tertutup.” yang dilakukan oleh Alfian (2022). Mengungkapkan bahwa Aerodinamika mobil merupakan suatu pergerakan fluida yang dapat mempengaruhi pergerakan dari mobil tersebut. Secara umum gaya yang terjadi saat mobil berjalan antara lain gaya hambat (*drag force*), gaya angkat (*lift force*), gaya samping (*side force*). Pada mobil, bagian yang pengaruhnya sangat besar terhadap gaya hambat adalah bagian depan serta bagian atap mobil. Karena pada bagian tersebut merupakan bagian yang mengalirkan udara dari depan sampai ke belakang. Diperkirakan aerodinamika pada mobil yang lebih efektif sekitar 3-4% untuk menghemat bahan bakar serta 10% untuk mengurangi *drag*. Maka dapat disimpulkan bahwa truk full pengarah angin memiliki nilai gaya *drag* paling kecil. Terjadi penurunan nilai gaya *drag* sebesar 31 % dari model truk pengarah angin lebih rendah 40 cm ke model truk full pengarah angin.