JIUBJ

Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi, 22(2), Juli 2022, 957-961
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat universitas Batanghari Jambi
ISSN 1411-8939 (Online), ISSN 2549-4236 (Print)
DOI 10.33087/jiubj.v22i2.2147

Analisis Wake Area Desain Mobil Box dengan Simulasi Aerodinamika

Edwin Sahrial Solih[1], Sanurya Putri Purbaningrum[2], Abdul Wahid Arohman[3], Hendi Lilih Wijayanto[4]
[1,2,3]Politeknik STMI Jakarta
[4]Politeknik Industri Logam Morowali
Correspondence email: edwin.solih@stmi.ac.id, sanuryaputri@stmi.ac.id, wahidar@stmi.ac.id, hendilw@gmail.com

Abstrak. Desain mobil box standar memiliki drag dan wake area yang luas sehingga menyebabkan tingginya konsumsi bahan bakar. Salah satu cara untuk mengurangi drag dan wake area adalah dengan memodifikasi ddeain mobil box. Modifikasi dilakukan dengan penambahan spoiler aerokid dan deflector pada mobil box standar yang diharapkan dapat mengurangi drag dan wake area. Langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi desain dengan menggunakan CAD berbasis CFD. Analisis dilakukan dengan tiga variasi kecepatan yaitu 60 km/jam, 80 km/jam dan 100 km/jam. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain mobil box dengan modifikasi penambahan spoiler aerokit dan deflector bisa memperkecil drag dan wake area.

Kata kunci: Aerodinamis; Drag; Wake Area; Mobil Box; Spoiler Aerokit; Deflektor

Abstract. *The standard box car design has a large drag and wake area which results in high fuel consumption. One way to reduce drag and wake area is to modify the box car design. Modifications were made by adding an aerokit spoiler and deflector to a standard box car which is expected to reduce drag and wake areas. The next step is to design a simulation using CFD-based CAD. The analysis was carried out with three variations of speed, namely 60 km/hour, 80 km/hour and 100 km/hour. The simulation results show that the design of the box car with the modification of the addition of aerokit spoilers and deflectors can reduce the drag and wake areas.*

Keywords**:** *Aerodynamics; Drag; Wake Area; Van; Aerokit Spoiler; Deflector*

PENDAHULUAN

Salah satu aktivitas manusia dalam pemanasan global adalah di bidang transportasi. Peningkatan jumlah kendaraan setiap tahun serta peningkatan konsumsi bahan bakar menyebabkan peningkatan polusi udara. Mobil box dan truk merupakan jenis kendaraan pengangkut yang banyak diminati di pasaran karena sangat berguna dalam mengangkut barang (Kourta, 2009). Kendaraan jenis ini menggunakan mesin berkapasitas besar dan konsumsi bahan bakar yang besar. Efek samping dari peningkatan jumlah alat transportasi yaitu banyaknya emisi gas buang yang dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (Grivanzy, 2011). Emisi gas dari alat tarnsportasi pada tahun 2018 berada di angka 14% dan diprediksi terus mengalami peningkatan. Langkah yang dapat dilakukan untuk menghemat bahan bakar diantaranya adalah mengurangi gaya drag aerodinamis. Yogatama dan Trisno (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan pemodelan software ansys dan mode mobill ahmed bodi terbalik. Simulasi dilakukan dengan tiga variasi kecepatan 30 km/jam, 60 km/jam dan 100 km/jam. Hasil dari simulasi didapatkan rata-rata koefisien drag sebesar 0,0763. Penelitian analisis aerodimanis dilakukan pada permukaan mobil listrik Gaski dengan software ansys 14.5. Hasil simulasi menunjukkan bahwa koefisien drag setelah modifikasi lebih kecil dari pada koefisien drag sebelum modifikasi. Koefisien drag sebelum modifikasi sebesar 0,0074 sedangkan setelah modifikasi sebesar 0,0070. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi body mobil menurunkan koefisien drag sebesar 14,14% (Prihadnyana, Widayana & Dantes, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi desain mobil box sehingga dapat mengurangi koefisisen drag dan konsumsi bahan bakar. Desain dan simulasi mobil box dilakukan dengan menggunakan CAD.

METODE

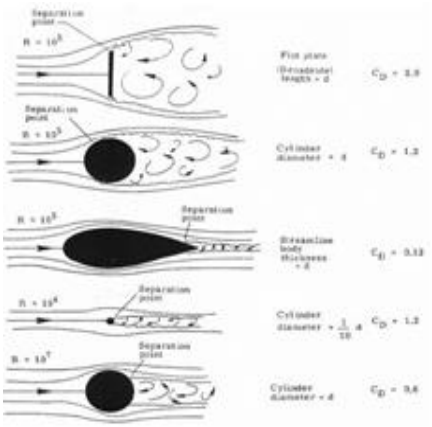
Munson (2002), analisis Aerodinamika mobil box dengan CAD menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Memilih desain mobil box. Pada tahap ini peneliti memilih desain yang akan dgunakan dalam penelitian. Desain mobil box yang digunakan adalah mobil box standar tanpa spoiler aerokit dan deflector dan mobil box modifikasi dengan spoiler aerokit dan deflector.
2. Menentukan dimensi mobil box. Dimensi mobil box yang digunakan yaitu panjang 4190 mm, lebar 1700 mm, tinggi 2200 mm dan jarak sumbu roda sepanjang 2200 mm. Skala yang digunakan adalah 1:1.
3. Membuat mobil box model X dan mobil box model Y. Mobil box model X yaitu mobil box standar dengan dimensi yang telah ditentukan, sedangkan mobil box model Y yaitu mobil box dengan spoiler aerokit dan deflektor.
4. Melakukan simulasi. Kedua model mobil box disimulaiskan menggunakan simulasi aliran pada CAD.

5. Menetapkan domain komputasi dan kondisi batas. Domain komputasi dan kondisi batas harus ditetpakan dahulu untuk menentukan berbagai kondisi selanjutnya menjalankan solver agar memulai simulasi
6. Proses Analisis Data. Setelah dilakukan simulasi, menunjukkan hasil analisis aliran udara pada masing-masing model. Data yang digunakan adalah drag coefficient (Cd).
7. Menetukan Data yang diperlukan. Gaya yang bekerja searah dengan arah aliran fluida (Fd), densitas fluida densitas fluida (ρ), kecepatan fluida (v) dan luas permukaan benda (A)
8. Menentukan data untuk menghitung luas daerah bangunan. Luas daerah bangunan yaitu luas nol pada mobil box.

Konsep Desain

Jenis mobil boks yang digunakan adalah mobil boks Colt Model L300 model standar, hambatan udara yang sangat besar berada pada daerah di sekitar truk yang mengakibatkan penggunakan bahan bakar yang besar juga. Salah satu solusi untuk mengoptimalkan area hambatan di sekitar truk, dibuatlah berbagai desain. Pengembangan desain truk bertujuan untuk menghemat pemakaian bahan bakar. Laju aliran benda sangat dipengarui oleh bentuk benda. Aliran udara yang lancer dan koefisien tarik (Cd) kecil dihasilkan pada bentuk benda yang lebih halus.

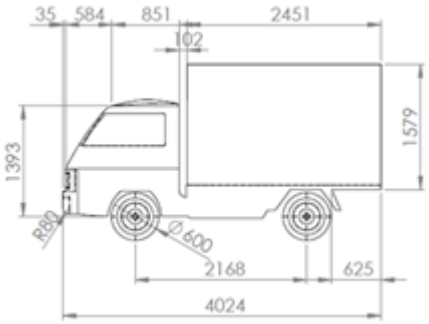


Sumber: data olahan

Gambar 1. Hubungan Antara Drag Koefisisen dan Variasi Bentuk

Oleh karena itu pada makalah ini akan dilakukan modifikasi desain dengan penambahan spoiler aerokit dan deflektor agar bentuk kendaraan menjadilebih halus sehingga mudah dilalui udara. Penambahan spoiler aerokit dan deflektor diharapkan dapat memperkecil drag koefisien dari mobil boks.. Pengujian dilakukan dengan dengan menggunakan CAD untuk mengumpulkan data yang diuji, melakukan modifikasi desain simulasi dan melakukan perhitungan untuk mendapatkan rasio dari setiap desain mobil box.

Desain Mobil Box model X



Sumber: data olahan

Gambar 2. Desain ukuran mobil box model X

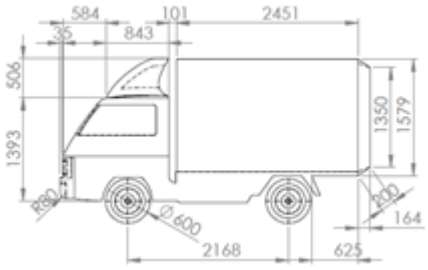


Sumber: data olahan

Gambar 3. Desain 3D mobil box model X

Desain Mobil Box Model Y

Desain mobil box model 2 berupa desain mobil box standar dengan penambahan spoiler aerokit dan deflektor agar lebih mudah dilalui aliran udara dan drag koefisien yang dihasilkan juga lebih kecil.



Sumber: data olahan

Gambar 4. Desain ukuran mobil box model Y



Sumber: data olahan

Gambar 5. Desain 3D mobil box model Y

Simulasi desain dan analisis perhitungan

Pada simulasi dan analisis desain mobil boks, ada beberpa langkah yang harus dilakukan. Langkah-langkah tersebut, antara lain (Rauf, 2020):

1. Melakukan pemilihan unit sistem (dalam hal ini analisis menggunakan SI) yang akan digunakan dalam analisis.
2. Menentukan jenis aliran. Dalam analisis ini, jenis aliran yang digunakan dalam analisis ini adalah aliran eksternal. Aliran eksternal adalah aliran untuk menganalisis aliran benda luar, seperti aliran angin ke badan mobil.
3. Menentukan jenis fluida dan jenis aliran yang akan digunakan dalam analisis. Jenis fluida yang digunakan adalah fluida gas (udara), kemudian menentukan jenis aliran bertujuan untuk menentukan jenis aliran apa yang digunakan sebagai aliran laminer dan aliran turbulen.
4. Menentukan initial condition yang berisi pengaturan kecepatan diinput pada kolom Z Direction Velocity menjadi angka yang sesuai dengan yang akan di dapat
5. Simulasi kecepatan dan resolusi geometri yang hasilnya jika resolusi yang dipilih semakin tinggi maka akan semakin akurat hasilnya.
6. Menentukan kondisi batas yang bertujuan untuk batas ruang selama pengujian dilakukan. Tahap ini dilaksanakan setelah muncul analisis nilai input simulasi aliran.
7. Melakukan run solver, yaitu proses geometri keseluruhan yang dibagi menjadi elemen-elemen kecil, dan akan bertindak sebagai permukaan kontrol atau volume dalam proses perhitungan. Setiap elemen ini akan menjadi input ke elemen di sebelahnya dan dilakukan berulang kali domain sampai terpenuhi. Pada elemen Run Solver disesuaikan dengan kebutuhan dan bentuk geometris.
8. Mengecek hasil dan perhitungan sebelumnya dengan cara klik kanan pada setiap cabang hasil. Pada hasil percabangan ini dapat dipilih dan diisi sesuai dengan yang diinginkan, hasil percabangan apa yang akan digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Spesifikasi Mobil Box

No	Parameter	Spesifikasi
1	Panjang	4190 mm
2	Lebar	1700 mm
3	Tinggi	2200 mm
4	Wheelbase	2200 mm
5	Jarak roda depan	1440 mm
6	Jarak roda belakang	1380 mm
7	Tipe mesin	4D56 – 4 cylinder inline
8	Displacement	2477 cc
9	Bore x Stroke	91.1 x 95.0 mm
10	Torsi maksimum	15/2500 kg.m/rpm
11	Tenaga Maksimum	74/4200 ps/rpm

Sumber: data olahan

Mobil box didesain dengan model standar yang telah dimodifikasi dan ditujukan untuk perbandingan laju aliran udara di sekitar mobil (Byrne, 1999). Mobil box yang telah dimodifikasi dengan penambahan spoiler aerokit dan deflektor bertujuan untuk mengoptimalkan laju aliran udara di sekitar mobil box, sehingga mengurangi koefisien drag dan wake pada mobil box. Analisis proses dan desain model standar yang telah dimodifikasi akan diuji pada kecepatan tertentu sebagai perbandingan, sehingga hasil analisis dapat dilihat pada perbedaan desain aliran udara setiap model mobil box. Data yang diperoleh dari hasil simulasi ini menunjukkan kontur tekanan dan kontur kecepatan pada mobil box yang diuji dengan kecepatan 60 km/jam, 80 km/jam, 100 km/jam dan 120 km/jam. Berikut perbandingan desain mobil 3 box :

1. Hasil Simulasi mobil box model X



Sumber: data olahan

Gambar 6. Distribusi tekanan mobil box X pada 60 km/jam aliran angin yang seragam



Sumber: data olahan

Gambar 7. Distribusi tekanan mobil box X pada 80 km/jam aliran angin yang seragam



Sumber: data olahan

Gambar 8. Distribusi tekanan mobil box X pada 100 km/jam aliran angin yang seragam

Gambar 6 sampai dengan 8 didapatkan tekanan tinggi dengan warna merah pada bagian depan mobil, dan bagian atas mobil tekanan rendah terjadi dengan warna biru muda. Sedangkan pada Gambar 7 warna kuning pada bagian depan mobil menjadi lebih besar dibandingkan dengan gambar 6. Pada Gambar 8 warna kuning menjadi lebih kecil dibandingkan Gambar 7.



Sumber: data olahan

Gambar 9. Distribusi kecepatan 60 km/jam pada mobil box X



Sumber: data olahan

Gambar 10. Distribusi kecepatan 80 km/jam pada mobil box X



Sumber: data olahan

Gambar 11. Distribusi kecepatan 100 km/jam pada mobil box X

Gambar 9 sampai dengan 11 didapatkan kecepatan tinggi dengan warna merah pada bagian atas mobil, bagian depan mobil yang melaju dengan kecepatan cukup rendah dengan warna biru muda. Sedangkan pada bagian belakang mobil terjadi kecepatan paling rendah dengan warna biru tua dan semakin tinggi kecepatan angin maka luas warna biru tua akan semakin besar. Daerah berwarna biru tua memiliki kecepatan 0 m/s.

2. Hasil simulasi mobil box model Y



Sumber: data olahan

Gambar 12. Distribusi tekanan mobil box Y pada 60 km/jam aliran angin yang seragam



Sumber: data olahan

Gambar 13. Distribusi tekanan mobil box Y pada 80 km/jam aliran angin yang seragam



Sumber: data olahan

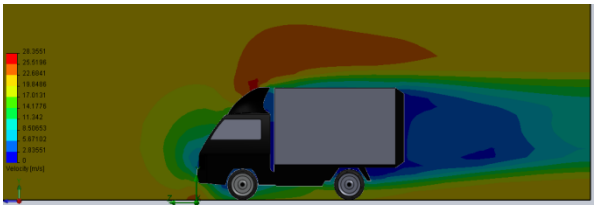
Gambar 14. Distribusi tekanan mobil box Y pada 100 km/jam aliran angin yang seragam

Gambar 12 sampai dengan 14 didapatkan tekanan yang cukup tinggi dengan warna coklat pada bagian depan box mobil dan dilapisi dengan warna kuning hingga hijau muda, diantara ujung atas box mobil terjadi tekanan rendah dengan warna biru muda dan hijau muda warna yang terletak di bagian belakang kotak mobil.



Sumber: data olahan

Gambar 15. Distribusi kecepatan 60 km/jam pada mobil box Y



Sumber: data olahan

Gambar 16. Distribusi kecepatan 80 km/jam pada mobil box Y



Sumber: data olahan

Gambar 17. Distribusi kecepatan 100 km/jam pada mobil box Y

Gambar 15 sampai dengan 16 didapatkan kecepatan tinggi dengan warna merah pada bagian atas aerokit jika kecepatan angin semakin tinggi maka luas area yang berwarna merah akan semakin besar, bagian depan box mobil terjadi kecepatan cukup rendah dengan biru muda sampai dengan warna kuning. Sedangkan pada bagian belakang box mobil terjadi kecepatan paling rendah dengan warna biru tua sampai warna biru muda dan semakin tinggi kecepatan angin maka warna biru tua luas area akan lebih kecil, dibandingkan dengan desain box mobil X luas area mobil biru tua mobil box Y menjadi lebih kecil. Karena pada bagian depan dan belakang mobil boxditambahkan aerokit dan deflektor untuk mengurangi hambatan saat mobil box bergerak.

Gaya Permukaan

1. Desain mobil box X dengan kecepatan 60 km/jam
   Fd = 306.6099173 N; ρ = 1.225 kg/m^3; v = 16.6666667 m/s; A = 7.61455 m^2

$$Cd = \frac{2 \times Fd}{\rho \times (v^2) \times A}$$

$$Cd = \frac{2\ x\ 306.6099173}{1.225\ x\ (16.6666667)^2\ x\ 7.61455} = \frac{613.2198347}{2591.062163} = 0.23666$$

2. Desain mobil box Y dengan kecepatan 60 km/jam
   Fd = 260.6606783 N; ρ = 1.225 kg/m^3; v = 16.6666667 m/s; A = 7.76227 m^2

$$Cd = \frac{2 \times Fd}{\rho \times (v^2) \times A}$$

$$Cd = \frac{2\ x\ 260.6606783}{1.225\ x\ (16,6666667)^2\ x\ 7.76227} = \frac{521.3213567}{2641.327997} = 0.19737$$

Tabel 2. Koefisien Drag, Gaya Drag dan Wake Area pada Desain Mobil Box X

Velocity	Drag Coefficient (Cd)	Force Drag (Fd)	Wake Area
60 km /h	0.23666	306.6099173 N	2.52508 m^2
80 km /h	0.23765	547.3596186 N	2.57221 m^2
100 km/h	0.23769	855.3834796 N	2.63539 m^2

Sumber: data olahan

Tabel 3. Koefisien drag, gaya drag dan wake area pada desain mobil box Y

Velocity	Drag Coefficient (Cd)	Force Drag (Fd)	Wake Area
60 km / h	0.19737	260.6606783 N	0.479325 m^2
80 km / h	0.19698	462.5021363 N	0.461711 m^2
100 km / h	0.19729	723.5397161 N	0.459035 m^2

Sumber: data olahan

Kecepatan yang telah ditentukan maka diperoleh nilai Drag Coefficient (CD) dan luas bangun, dari kecepatan 60 km/jam pada desain mobil box Xdiperoleh nilai koefisien hambatan sebesar 0,23666 dengan luas bangun 2.52508 m2 di karenakan tekanan angin cukup tinggi. Pada desain mobil box Y dengan kecepatan 60 km/jam diperoleh Drag Coefficient (CD) 0,19737 dengan luas bangun 0,479325 m^2 karena pada desain mobil box Y dilakukan penambahan deflektor pada bagian belakang boks mobil yang bertujuan untuk mengurangi wake daerah. Nilai drag koefisien, force drag dan wake area pada desain mobil box Y lebih kecil dari deain mobil box X pada setiap variasi kecepatan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan spoiler aerokit dan deflector mampu mengurangi drag koefisien, force drag dan wake area.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini, antara lain:

1. Perubahan kecepatan dan desain mobil menyebabkan perubahan tekanan yang terjadi pada body mobil box.
2. Nilai drag koefisien, drag force dan wake area pada mobil box Y lebih kecil dari pada mobil box X.
3. Mobil box Y lebih aerodinamis karena penambahan spoiler aerokit dan deflector.

DAFTAR PUSTAKA

Byrne, C. E. I., 1999. Aerodynamics of Road Vehicles—4th edition.. *The Aeronautical Journal*, *103*(1026), 398-398.

Grivanzy, Andre., 2011, *Analisis Pengaruh Kontrol Aktif Aliran Berupa Blowing Terhadap Drag Aerodinamika Model*. Depok: Univ Indonesia.

Kourta A, Gillieron P, 2009. Impact of the automotive aerodynamic control on the economic issues. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 2(2), 69-75

Munson, B. 2002. *Mekanika Fluida*, Penterjemah: Harinaldi & Budiarso, Jakarta, Airlangga.

Prihadnyana, Y., Widayana, G., & Dantes, K. R. 2017. Analisis aerodinamika pada permukaan bodi kendaraan mobil listrik gaski (ganesha sakti) dengan perangkat lunak ansys 14.5. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, *5*(2).

Rauf, W. 2020. Analisis Pengaruh Kontrol Aktif Separasi Aliran Pada Model Kendaraan Terhadap Hambatan Aerodinamika, *Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin.

Yogatama, M., & Trisno, R. 2018. Studi Koefisien Drag Aerodinamika pada Model Ahmed Body Terbalik Berbasis Metode Numerik. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, *7*(1).