

Analisis aerodinamis pada variasi bentuk ekor desain bodi mobil hemat energi

Nafisah Arina Hidayati¹⁾, Fitra Setiaji²⁾, Muhammad Ainul Yaqin³⁾,
Dewi Mariya Ulfa⁴⁾, Moch. Agus Choiron⁵⁾*

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Tuntutan konsep mobil masa depan dengan konsumsi energi yang rendah menjadi tantangan besar bagi ahli desain mobil. Untuk kalangan mahasiswa, ajang lomba mobil hemat energi yang sering diikuti adalah Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), dan *Shell Eco Marathon* (SEM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat aerodinamis dari desain bodi mobil KMHE milik universitas Brawijaya. Analisa komputasi fluida dinamik dilakukan dengan memanfaatkan software aplikasi. Parameter desain yang digunakan yaitu panjang ekor pada mobil KMHE. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa model bodi mobil dengan ekor pendek mempunyai sifat aerodinamis yang lebih baik dari kedua model lainnya dengan nilai koefisien drag dan gaya drag terendah.

Kata kunci: Desain mobil, aerodinamis, drag, panjang ekor

Abstract

The demands of the future car concept with low energy consumption provide as big challenge for car design experts. For the students, energy-efficient car competitions that are often followed are the Energy Efficient Car Contest (KMHE), and Shell Eco Marathon (SEM). The objective of this study is to determine the aerodynamic level of KMHE car body design owned by UB. Computational Fluid Dynamic (CFD) analysis is done by utilizing application software. Design parameters used are tail length on KMHE car. From the results, it can be denoted that the car body model with a short tail has better aerodynamic properties than the other two models with the lowest of drag coefficient and drag force.

Keywords: car design, aerodynamic, drag, tail length

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman dan pertambahan jumlah penduduk, kebutuhan Indonesia akan energi semakin meningkat. Menurut data Badan Pusat Statistik, konsumsi akhir energi pada tahun 2015 sebesar 4.544.788 terajoule, meningkat 2,54% dari tahun sebelumnya [1]. Dari jumlah tersebut, sektor transportasi menduduki peringkat ketiga konsumen terbesar dengan jumlah 1.308.584 terajoule (28,8%), di bawah sektor industri dan sektor rumah tangga. Mengacu pada permasalahan tersebut, diadakanlah ajang Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), dan *Shell Eco Marathon* (SEM). Ajang tersebut bertujuan untuk mendapatkan sebuah konsep mobil masa depan yang mempunyai konsumsi energi yang rendah.



Gambar XX. Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE)

Besar konsumsi bahan bakar dari sebuah mobil tergantung pada berbagai faktor, salah satunya ke-aerodinamis-an suatu bodi mobil tersebut. Semakin aerodinamis suatu bodi mobil, kerja mesin akan semakin ringan sehingga konsumsi bahan bakar juga akan dapat diminimalisir. Dengan bentuk bodi yang aerodinamis, gaya samping dan momen yang terjadi pada mobil terkendali lebih baik, sehingga stabilitas mobil tetap baik dan aman saat mobil berkecepatan tinggi seperti pada perubahan kecepatan, pengereman, jalan belok, jalan naik-turun dan berbagai manuver lainnya.

Aerodinamika merupakan salah satu ilmu yang memiliki dampak besar pada rekayasa otomotif modern. Aerodinamika berhubungan dengan pengaruh faktor eksternal pada objek yang diamati, serta bentuk objek untuk mencapai kinerja yang diinginkan. Kekuatan dan koefisien aerodinamika sangat mempengaruhi perilaku kendaraan di jalan.

Pada umumnya yang mempengaruhi kendaraan adalah gaya tahanan (*drag*) dan gaya angkat (*lift*). Gaya tahanan merupakan tahanan yang diberikan oleh fluida yang mengalir terhadap suatu objek dalam arah parallel terhadap aliran tersebut. Sedangkan gaya angkat adalah komponen dari tekanan dan gaya geser dinding dalam arah tegak lurus terhadap aliran. Persamaan dapat dituliskan sebagai berikut:

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

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \quad (2)$$

Dimana:

C_D = Koefisien drag

C_L = Koefisien lift

F_D = gaya tahanan (N)

F_L = gaya angkat (N)

ρ = densitas fluida (kg/m³)

V = kecepatan *upstream* (m/s)

A = Area frontal (m²)

Untuk penelitian ini properti yang diujikan adalah bodi mobil. Model kendaraan ini dibuat berdasarkan model bodi mobil KMHE Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat aerodinamis dari bodi mobil dan untuk memenuhi kebutuhan lomba. Dari penelitian ini kita akan mengetahui visualisasi aliran udara yang melewati mobil.

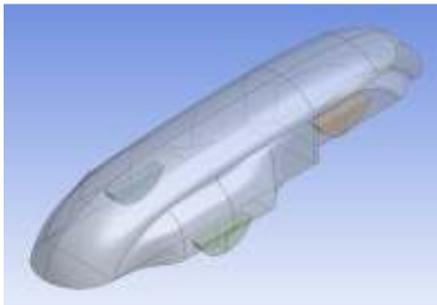
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi memanfaatkan *software aplikasi* berbasis *Computational Fluid Dynamic*(CFD).

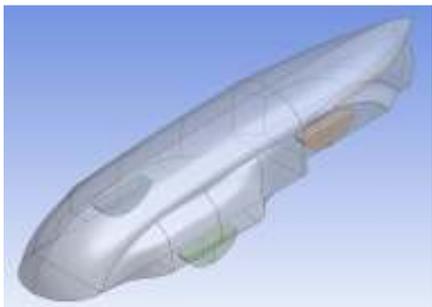
Variabel Penelitian yang dipakai adalah :

- Variabel bebas

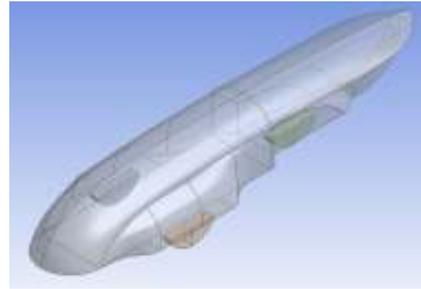
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi panjang ekor dari bodi mobil KMHE (Gambar 1-3).



Gambar 1. Model Tanpa Ekor

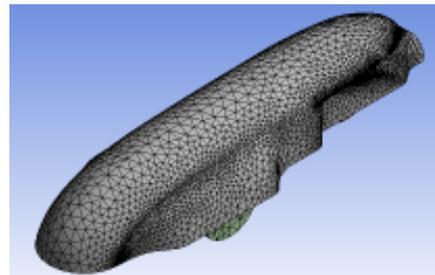


Gambar 2. Model Ekor Pendek



Gambar 3. Model Ekor Pendek

- Variabel terikat
Dalam penelitian ini, variabel terikat adalah koefisien *drag*, gaya *drag*, kecepatan udara, dan tekanan yang terjadi di permukaan bodi mobil KMHE.
- Variabel terkontrol
 - a. Aliran fluida diasumsikan *steady*.
 - b. Fluida tidak mengalami perubahan massa jenis (*incompressible fluid*).
 - c. Desain mobil KMHE diperkecil dengan skala 1:10 terhadap ukuran sebenarnya.
 - d. Meshing dilakukan secara default mesh (Gambar 4)



Gambar 4. Meshing

Fluida yang digunakan dalam kasus ini adalah udara. Adapun sifat-sifat udara yang digunakan adalah sebagai berikut:

Jenis Fluida : Udara

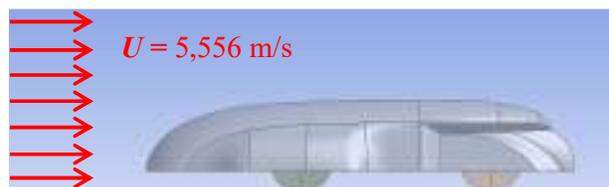
Densitas (ρ) : 1,161 kg/m³

Viskositas (ν) : 16,06 x 10⁻⁶ kg/ms

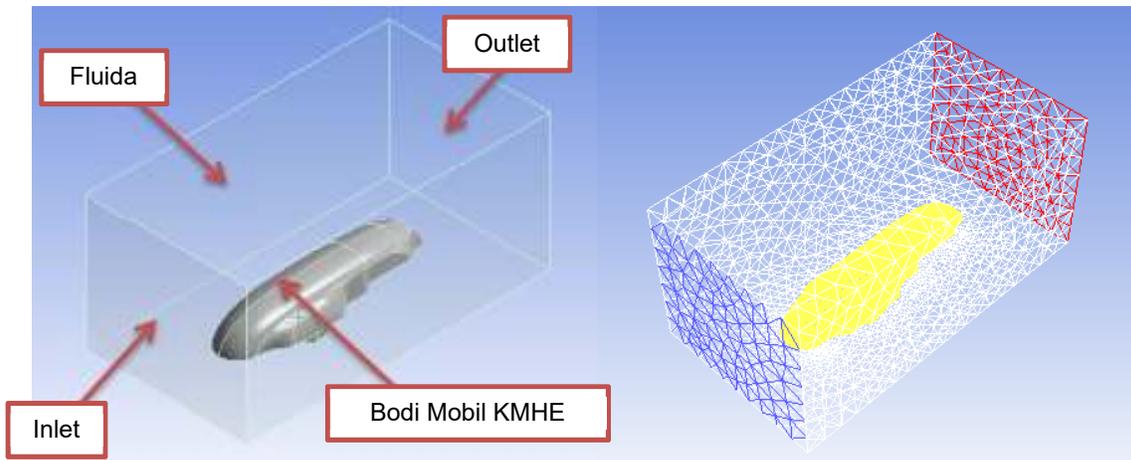
Kondisi batas (*boundary conditions*) dan skematik simulasi CFD yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5-6.

Tabel 1. *Boundary Conditions*

<i>Baoundary</i>	<i>Boundary Type</i>	<i>Value</i>
<i>Inlet</i>	<i>Velocity_inlet</i>	5,556 m/s
<i>Outlet</i>	<i>Pressure_outlet</i>	0 gauge pressure



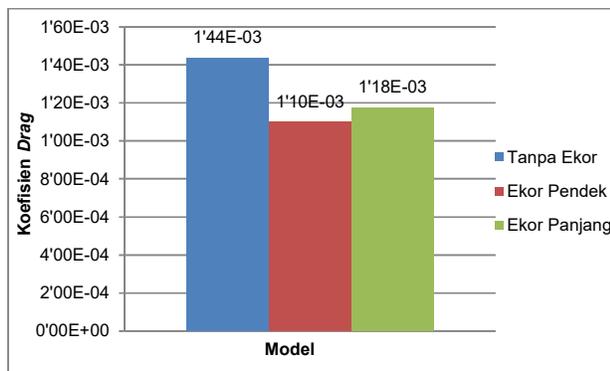
Gambar 5. Skematik Simulasi CFD



Gambar 6. *Boundary Conditions* yang Digunakan dalam Simulasi

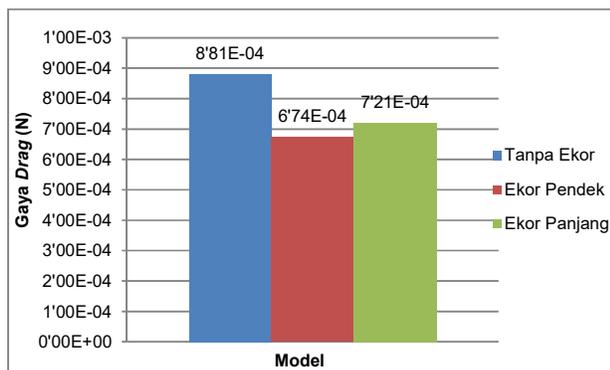
3. Hasil dan Pembahasan

Koefisien drag dan gaya drag dari setiap model didapatkan menggunakan software berbasis FEM itu sendiri. Nilai koefisien drag setiap model disajikan dalam gambar 7.



Gambar 7. Grafik koefisien drag setiap model

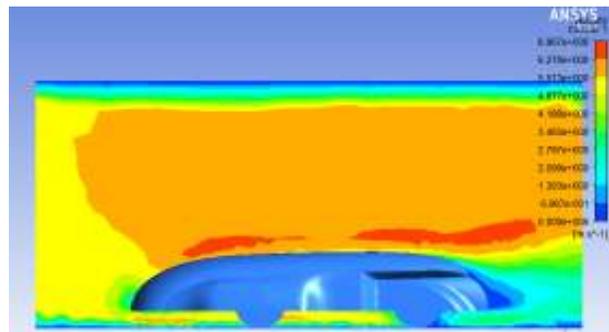
Berdasarkan grafik tersebut, koefisien drag terbesar terdapat pada model tanpa ekor sebesar 0,00144, diikuti dengan model ekor panjang sebesar 0,00118, dan yang terakhir adalah model ekor pendek sebesar 0,001.



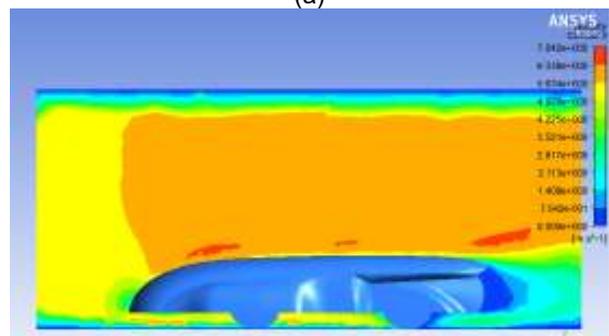
Gambar 8. Grafik gaya drag setiap model

Berdasarkan grafik tersebut, gaya drag terbesar dialami oleh model tanpa ekor sebesar $8,81 \times 10^{-4}$ N, diikuti dengan model ekor panjang sebesar $7,21 \times 10^{-4}$ N, dan yang terakhir adalah model ekor pendek sebesar $6,74 \times 10^{-4}$ N. Hal ini sesuai dengan teori bahwa koefisien drag berbanding lurus dengan gaya drag. Model ekor pendek merupakan model yang mempunyai sifat aerodinamis yang lebih baik dari kedua model lainnya karena mempunyai nilai koefisien drag dan gaya drag yang lebih rendah. Semakin kecil nilai gaya drag dan koefisien drag maka semakin baik sifat aerodinamisnya.

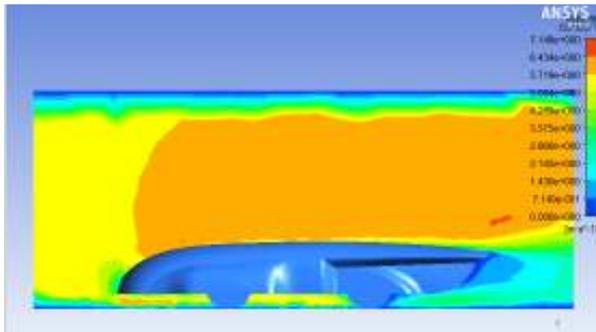
Untuk pengamatan mengenai pengaruh desain ekor mobil KMHE terhadap kecepatan aliran udara di sekitar bodi mobil dapat dilihat pada Gambar 9.



(a)

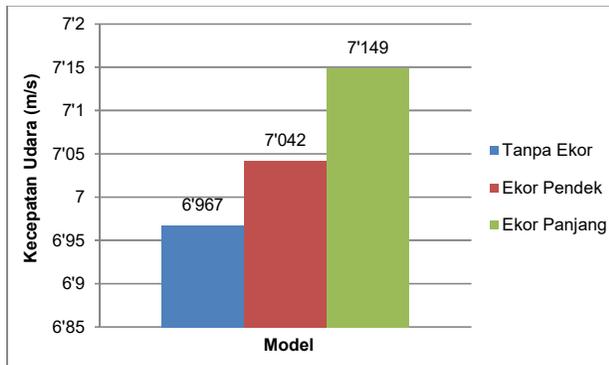


(b)



(c)

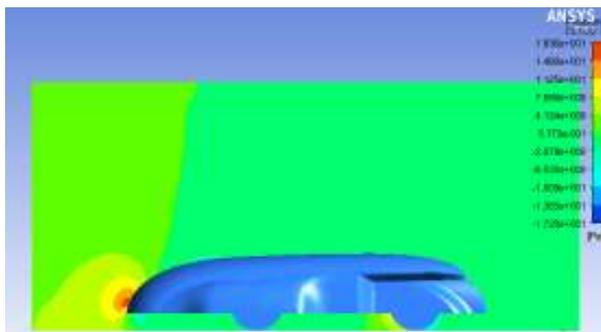
Gambar 9. Distribusi kecepatan udara tampak melintang: (a) Model Tanpa Ekor, (b) Model Ekor Pendek, (c) Model Ekor Panjang



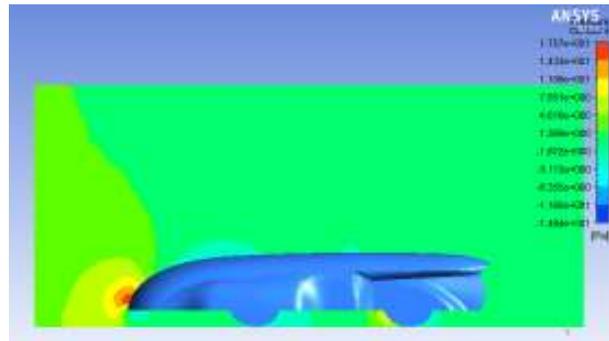
Gambar 10. Grafik kecepatan udara maksimum yang terjadi di setiap model

Dari gambar 10, didapatkan nilai kecepatan udara maksimum tertinggi pada model ekor panjang dengan 7,149 m/s, diikuti dengan model ekor pendek sebesar 7,042 m/s, dan yang terakhir adalah model tanpa ekor sebesar 6,967 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa semakin panjang bentuk ekor mobil KMHE, maka akan semakin tinggi kecepatan udara yang terjadi.

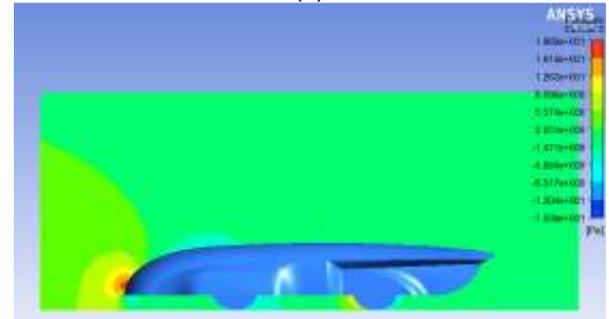
Pada penelitian ini dilakukan pengamatan mengenai pengaruh desain ekor mobil KMHE terhadap tekanan di sekitar bodi mobil (Gambar 11).



(a)

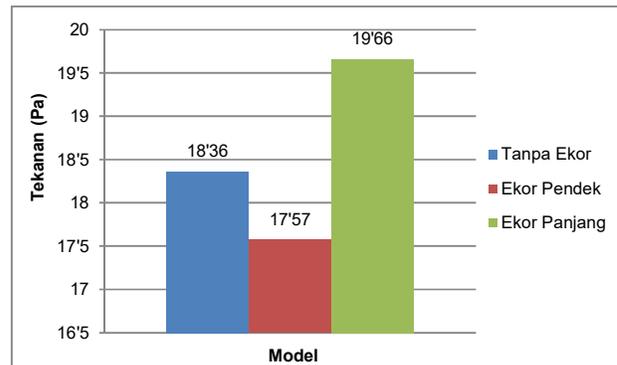


(b)



(c)

Gambar 11. Distribusi tekanan tampak melintang: (a) Model Tanpa Ekor, (b) Model Ekor Pendek, (c) Model Ekor Panjang



Gambar 12. Grafik tekanan maksimum yang terjadi di setiap model

Dari gambar 12, didapatkan nilai tekanan maksimum terjadi pada bagian depan bodi mobil dengan nilai tertinggi pada model ekor panjang sebesar 19,66 Pa, diikuti dengan model tanpa ekor sebesar 18,36 Pa, dan yang terakhir adalah model ekor pendek sebesar 17,57 Pa.

4. Simpulan

Dari pembahasan diatas, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Model ekor pendek mempunyai sifat aerodinamis yang lebih baik dari kedua model lainnya karena mempunyai nilai koefisien drag (0,001) dan gaya drag ($6,74 \times 10^{-4}$ N) yang lebih rendah.
- Semakin panjang bentuk ekor, kecepatan udara maksimum yang terjadi semakin tinggi.

- Tekanan udara maksimum tertinggi terjadi pada model ekor panjang (19,66 Pa), diikuti dengan model tanpa ekor (18,36 Pa), dan yang terakhir adalah model ekor pendek (17,57 Pa).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua member Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah memberikan dukungan dan bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Hidayat, M. Fajri., *Analisa aerodinamika airfoil Naca 0021 dengan ansys fluent*, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta,
- [2] U. Suryo Tony,I. Muhammad., *Analisa Aerodinamika pada Sepeda dengan Formasi Beriringan dengan Variasi Kecepatan dan Jarak Antar Sepeda Menggunakan CFD Fluent 6.3*, Universitas Diponegoro, 28-37, 2012.
- [3] Stjepan Galamboš, Jovan Dorić, *Design And Analysis Of Car Body Using Cfd Softwarem*, University of Banjaluka, 693-696, 2015.
- [4] Munson, Bruce R., *Mekanika Fluida Jilid 2 Edisi keempat*, 111-196, 2002.



Moch. Agus Choiron, Pada tahun 2011 telah menyelesaikan pendidikan doctoral di Yamaguchi University, Jepang. Saat ini ia bekerja sebagai dosen di jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Bidang Penelitian utama yang digeluti adalah simulasi komputer berbasis aplikasi Finite Element Analysis dan CFD, desain-manufacturing, dan optimasi.



Nafisah Arina Hidayati Pada tahun 2014 telah menyelesaikan pendidikan magister di Nagaoka University Of Technology, Jepang. Saat ini ia bekerja sebagai dosen di jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Bidang Penelitian utama yang digeluti adalah simulasi komputer berbasis aplikasi Finite Element Analysis dan CFD, biomedical engineering dan optimasi



Fitra setiaji merupakan mahasiswa aktif angkatan tahun 2015 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang sedang menempuh pendidikan jenjang Sarjana.



Muhammad Ainul Yaqin merupakan mahasiswa aktif angkatan tahun 2015 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang sedang menempuh pendidikan jenjang Sarjana.



Dewi Mariya Ulfamerupakan mahasiswa aktif angkatan tahun 2015 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang sedang menempuh pendidikan jenjang Sarjana