

## Studi Koefisien *Drag* Aerodinamika pada Model *Ahmed Body* Terbalik Berbasis Metode Numerik

Marga Yogatama, Ramon Trisno

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

E-mail: marga.yoga00@gmail.com

**Abstrak**--Salah satu bidang yang menghasilkan gas rumah kaca adalah bidang transportasi. Emisi yang dihasilkan transportasi ada di angka 14% dan diprediksikan akan meningkat. Oleh karena itu berbagai usaha dilakukan, salah satunya dengan menghemat konsumsi bahan bakar. Untuk menghemat bahan bakar ada berbagai cara, salah satunya adalah mengurangi gaya drag aerodinamis. Eksperimen ini menggunakan pemodelan pada software ansys dan model mobil ahmed body terbalik. Simulasi dilakukan menggunakan software Ansys Fluent 16.2. Simulasi dilakukan pada kecepatan 30 km/h, 60 km/h dan 100 km/h. dari hasil simulasi didapatkan penggambaran turrbulensi aliran serta rata-rata koefisien drag sebesar 0,0763.

**Kata kunci:** Ansys, aerodinamika, ahmed body

**Abstract**--Transportation is one segment that produced greenhouse gasses. Transportation produced 14% emission in the world and will continuously arise. Because of that, so many efforts made to reduce the rises. One of them is to reduce fuel consumption. To reduced fuel consumption, we need to reduced the drag aerodynamic effect. This experiment uses ansys software modeling with reversed ahmed body car model. Simulation does at 30 km/h, 60 km/h and 100 km/h. from the simulation we can get the stream turbulency and the drag coefficient at 0.0763.

**Keywords:** Ansys, aerodynamic, ahmed body

### 1. PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah suatu fenomena global yang ditandai dengan kenaikan suhu rata-rata di bumi yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca ini merupakan hasil pembakaran bahan bakar fosil. Lingkungan yang terasa semakin panas akhir-akhir ini adalah salah satu efek pemanasan global yang terjadi akhir-akhir ini. Belum lagi kenaikan air laut yang mengancam daerah – daerah dengan pesisir pantai. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk menanggulangi dan memperlambat pemanasan global.

Salah satu bidang yang banyak menghasilkan emisi gas rumah kaca adalah bidang transportasi. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sebesar 14% dan diprediksikan meningkat sebesar dua kali lipat pada tahun 2050 (*Intergovernmental Panel on Climate Change in Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*). Prediksi tersebut berdasar pada prediksi peningkatan populasi manusia pada tahun-tahun kedepan. Peningkatan populasi juga akan menyebabkan kebutuhan akan alat transportasi turut meningkat. Peningkatan jumlah transportasi ini telah terjadi dan dapat kita amati di Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan ini tidak dapat dihindari, maka dari itu harus dilakukan penghematan bahan bakar untuk menekan emisi gas rumah kaca.

Berbagai usaha untuk membantu menekan emisi gas rumah kaca telah dilakukan. Mulai dari memperbanyak angkutan masal, produksi LCGC, pembuatan mobil listrik. Namun dirasa penghematan bahan bakar adalah hal yang paling mendesak karena telah banyak kendaraan yang diciptakan dengan bahan bakar fosil. Salah satu upaya penghematan bahan bakar adalah dengan mengurangi gaya drag aerodinamis pada kendaraan. Pengurangan gaya *drag* aerodinamis, bila dilihat dari sudut pandang mekanika fluida, dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu 1) memodifikasi aliran secara lokal, 2) memindahkan atau menunda separasi aliran, 3) mengurangi terbentuknya zona resirkulasi di bagian belakang dari separasi aliran yang terjadi.

### 2. LANDASAN TEORI

#### 2.1 Drag Aerodinamis

Benda yang bergerak melewati fluida, akan mengalami interaksi pada permukaan benda tersebut dengan fluida yang mengalir atau dilaluinya. Interaksi tersebut merupakan gaya dan momen yang bersumber dari tegangan geser ( $\tau_w$ ), yang diakibatkan oleh efek viskos, dan tegangan normal yang diakibatkan oleh distribusi tekanan ( $p$ ). Dengan  $p$  berarah tegak lurus ke arah pusat dan  $\tau$  tangensial dengan terhadap permukaan.

*Drag* pada sebuah benda dapat dipecah menjadi dua bagian, yaitu *Drag* yang diakibatkan oleh gaya gesek, yaitu *Drag* Gesekan dan *Drag* yang

diakibatkan oleh tekanan, yaitu *Drag* Tekanan. Sebagian besar *drag* dari suatu benda didapat dari hasil eksperimen yang dilakukan di terowongan angin yang dilakukan berkali-kali. *drag* dapat dituliskan dalam bilangan takberdimensi yang disebut sebagai Koefisien *Drag*,  $C_D$ , yaitu perbandingan antara *Drag* dengan *Dynamic Pressure Freestream*,  $\frac{1}{2}\rho u^2$ , yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho u^2 A} \quad (1)$$

Pada benda yang berbentuk *bluff body*, seperti mobil, *drag* aerodinamis yang dihasilkan sebagian besar dikarenakan oleh *drag* tekanan atau *form drag*. Hal ini dikarenakan pada bagian depan dan belakang mobil tersebut memiliki perbedaan tekanan yang cukup besar. Hal tersebut menyebabkan efek vakum terhadap mobil, sehingga mobil seolah mengalami tertarik ke belakang. Gaya tarik ke belakang tersebut dapat dirasakan sebagai *gayadrag* pada mobil tersebut, karena gaya tersebut cenderung menghambat pergerakan mobil.

## 2.2 Lapisan Batas

Lapisan batas di definisikan sebagai lapisan yang terbentuk pada permukaan suatu benda yang terendam dalam aliran fluida, dimana area yang terdapat di dalam lapisan tersebut efek viskos sangat penting dan di luar lapisan batas efek viskos tidak begitu penting atau inviscid. Aliran inviscid adalah aliran dimana gesekan, konduktivitas panas, dan difusi massa dapat diabaikan [1].

Pada saat fluida yang berasal dari hulu dan sesaat melewati permukaan benda, maka kecepatan fluida pada bagian ujung depan (*leading edge*) secara sesaat akan turun secara drastis. Hal ini dikarenakan efek dari tegangan geser yang besar menyebabkan partikel fluida yang berada di bagian dekat permukaan dapat dikatakan berhenti dan menyebabkan partikel fluida yang ada didekatnya akan ikut melambat yang dikarenakan adanya efek viskos. Pada aliran fluida yang berada di luar lapisan batas maka aliran tersebut dikatakan aliran tak berotasi, namun pada saat aliran tersebut masuk ke dalam lapisan batas maka aliran tersebut dikatakan aliran berotasi. Pada bagian hilir dari lapisan batas ada bagian yang mana aliran menjadi turbulen yang dikarenakan partikel fluida menjadi sangat terdistorsi.

Lapisan batas memiliki sebuah ketebalan yang mana membatasi area dimana efek viskos masih berlaku pada sebuah aliran fluida atau tidak. Ketebalan dari lapisan batas menebal dengan arah yang sama dengan aliran fluida dan semakin jauh jarak permukaan benda yang dilewati maka ketebalan dari lapisan batas akan

bertambah besar. Ketebalan dari sebuah lapisan batas dinotasikan dengan notasi  $\delta$ . Perubahan kecepatan yang terjadi pada lapisan batas menentukan *gradient* kecepatan di permukaan plat dan juga tegangan gesernya. Sehingga, tegangan geser untuk lapisan batas laminar adalah

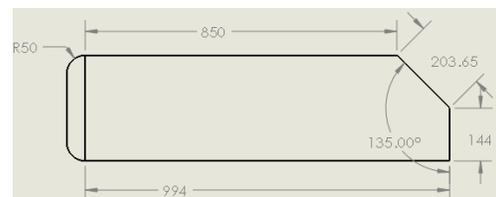
$$\tau = \mu \left( \frac{du}{dy} \right)_{y=0} \quad (2)$$

## 2.3 Separasi Aliran

Ketika sebuah fluida melalui sebuah benda dan dianggap aliran fluida tersebut menempel pada benda tersebut, idealnya distribusi tekanan pada kedua sisi tetap sama tetapi pada beberapa kasus lapisan batas terpisah dari benda. Pada kejadian ini tekanan pada satu sisi menjadi sangat rendah. Munculnya penurunan tekanan ini terjadi secara tiba-tiba. Ini terjadi pada sisi dimana aliran udara lebih cepat. Perbedaan tekanan ini akan mengakibatkan *drag* pada benda tadi. Seperti gambar diatas, aliran yang berputar kembali, dan menjadi turbulen diakibatkan oleh separasi aliran, untuk mengisi daerah dengan tekanan yang lebih rendah

## 2.4 Model Kendaraan

Pemodelan yang paling jamak ditemui dalam simulasi dan penelitian mengenai aerodinamika adalah Ahmed body. Ahmed body sendiri adalah sebuah kendaraan yang disederhanakan dan diharapkan mampu menggambarkan pemodelan turbulensi pada geometri kendaraan lain yang menyerupainya.



Gambar 2.1 Ahmed body

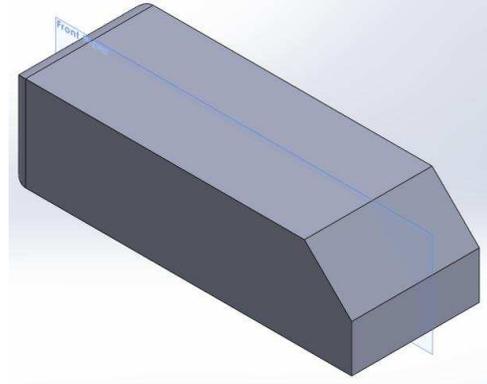
Ahmed body memiliki bentuk kubus dengan *fillet* di bagian depan sehingga hampir berbentuk menyerupai setengah bola. Di bagian belakang terdapat bentuk miring, yang dapat diubah besaran derajatnya

## 2.5 Intensitas Turbulen

Turbulensi merupakan fenomena ketidakaturan medan aliran yang disebabkan oleh gaya inersia dari suatu aliran lebih besar dibandingkan dengan gaya viskosnya. Aliran turbulen biasanya ditandai dengan perilaku *chaos* atau acak pada parameter-parameter yang memiliki deskripsi medan seperti kecepatan, tekanan, tegangan geser dan temperatur.

Hubungan antara intensitas turbulensi dengan *drag* aerodinamis pada sebuah benda pada

dasarnya bila intensitas turbulensi meningkat maka drag aerodinamis yang dihasilkan pada benda tersebut juga akan meningkat. Hal ini dikarenakan pada saat nilai intensitas turbulensi pada suatu kondisi aliran tertentu meningkat maka dapat dikatakan olakan yang terbentuk di belakang benda tersebut memiliki ukuran yang semakin besar. Pertambahan ukuran olakan yang semakin besar menandakan bahwa separasi aliran yang terjadi lebih cepat dan menyebabkan area olakan yang ada dibelakang benda tersebut akan semakin besar. Oleh karena itu, dengan meningkatnya intensitas turbulensi dapat menyebabkan drag yang dihasilkan menjadi lebih besar.



Gambar 3.1 Reverse Ahmed body 3D

**2.6 Computational Fluid Dynamic**

*Computational Fluid Dynamics* atau biasa disebut dengan CFD adalah suatu cara untuk menganalisa suatu sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena fisik lainnya yang berdasarkan pada simulasi berbasis komputer. Pada masa kini, CFD sudah menjadi salah satu pendekatan yang dilakukan dalam mencari jawaban pada suatu permasalahan enjineering, terutama dalam bidang mekanika fluida dan perpindahan panas. Secara konvensional, penyelesaian permasalahan enjineering dalam bidang mekanika fluida dan perpindahan panas dilakukan dalam dua pendekatan saja, yaitu pendekatan eksperimental dan pendekatan analitis. Namun, dikarenakan permasalahan yang muncul dari waktu ke waktu semakin susah untuk diselesaikan secara konvensional, maka dibutuhkan pendekatan baru yang dapat dilakukan dengan cepat, mudah dan tidak mengeluarkan banyak biaya, sehingga munculah perangkat lunak berbasis CFD. Alasan itu lah, yang menyebabkan pada saat ini CFD menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengklarifikasi hasil yang didapatkan dari pendekatan analitis maupun eksperimental.

Proses pada *computational fluid dynamic* ada tiga yaitu:

1. Tahap Pre-Processing
2. Tahap CFD solver
3. Tahap post processing

**3. SIMULASI**

Dalam prosesnya simulasi ini akan dilakukan dengan langkah berikut:

1. Pembuatan model ahmed body
2. Penentuan boundary condition
3. Menjalankan solver
4. Pemrosesan hasil simulasi

Proses pembuatan model ahmed body dilakukan dengan menggunakan software SolidWork dengan bentuk model berikut:

Kemudian untuk boundary condition yang diberikan pada simulasi ini:

**Tabel 3.1 Boundary condition**

Kriteria	Nilai
Coupling Scheme	Coupled
Gradient	Least Square Cell Based
Pressure	Second Order
Momentum	Second Order Upwind
Turbulent Kinetic Energy	Second Order Upwind
Turbulent Dissipation Rate	Second Order Upwind
Flow Courant Number	Under Relaxation Factors
Density	1
Body Force	1
Turbulent Kinetic Energy	0.8
Turbulent Dissipation Rate	0.8
Turbulent Viscosity	0.95
Maximum Turbulent Viscosity Ratio	1E10+7

**Tabel 3.2 Solution control**

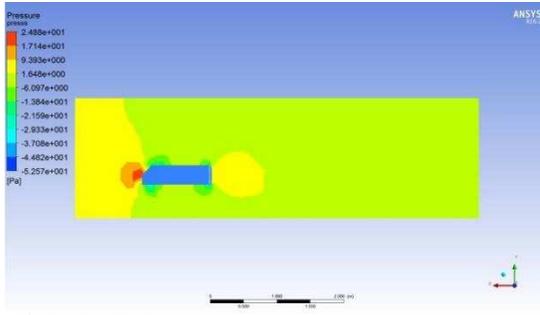
Kriteria	Nilai
Jenis Fluida	Udara
Densitas Fluida	1246 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas Fluida	1.7894E-05
Kecepatan Masuk	30;60 & 100 km/h
Intensitas Turbulensi	1%
Ratio Viskositas Turbulensi	10
Tekanan Keluar	1 atm (Konstan)
Intensitas Turbulensi	5%
Ratio Viskositas Turbulensi	10

**4. HASIL SIMULASI**

Setelah dilakukan proses solver menggunakan software maka diperoleh hasil berikut:

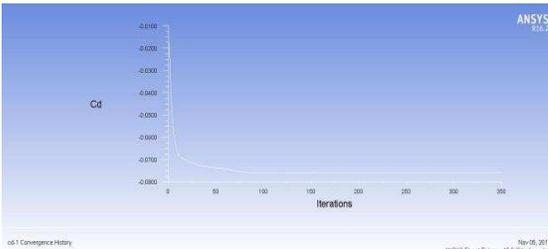
**1. Pada kecepatan 30km/h**

Di bawah adalah gambar hasil simulasi penggambaran tekanan udara.



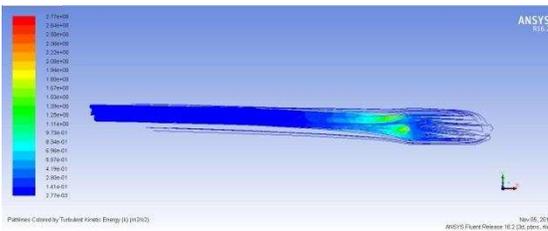
**Gambar 4.1** Tekanan pada 30 km/h

Di bawah ini adalah koefisien drag, yang berada di angka 0,0756.



**Gambar 4.2** Cd pada 30 km/h

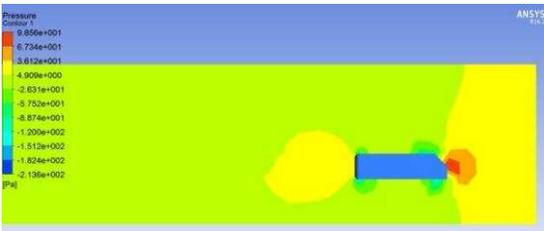
Berikut ini adalah hasil simulasi untuk intensitas turbulensi.



**Gambar 4.3** Turbulensi pada 30 km/h

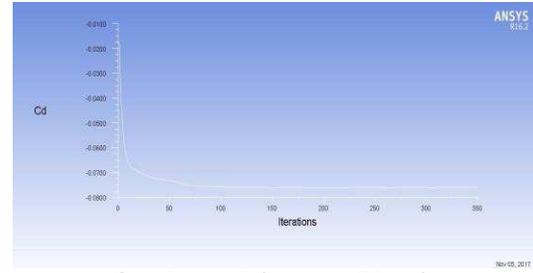
**2. Pada kecepatan 60 km/h**

Di bawah adalah gambar hasil simulasi penggambaran tekanan udara.

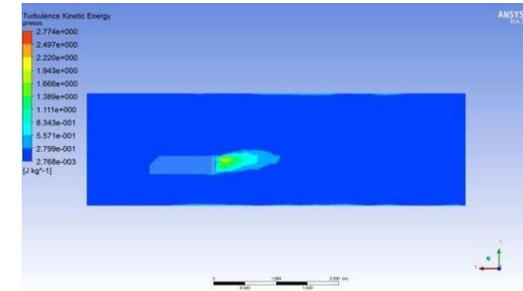


**Gambar 4.4** kecepatan pada 60km/h

Di bawah ini adalah hasil simulasi untuk koefisien drag, yang berada diangka 0,076.



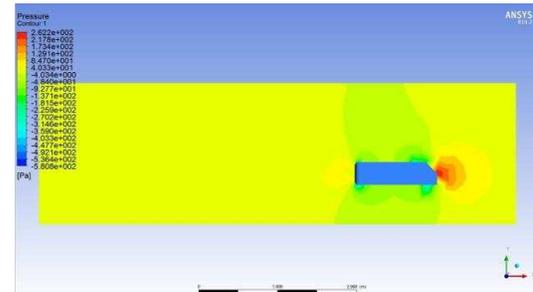
**Gambar 4.5** Cd pada 60km/h Hasil simulasi intensitas turbulensi



**Gambar 4.6** turbulensi pada 60km/h

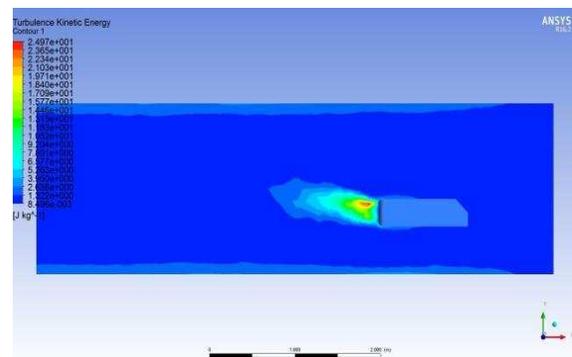
**3. Kecepatan 100 km/h**

Berikut penggambaran tekanan pada kecepatan 100 km/h



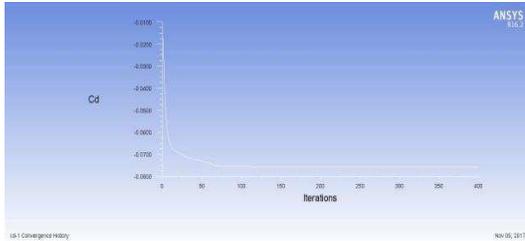
**Gambar 4.7** tekanan pada 100km/h

Kemudian di bawah ini untuk penggambaran intensitas turbulensi



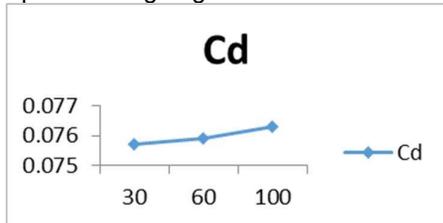
**Gambar 4.8** turbulensi pada 100km/h

Untuk koefisien drag yang terjadi sebagai berikut

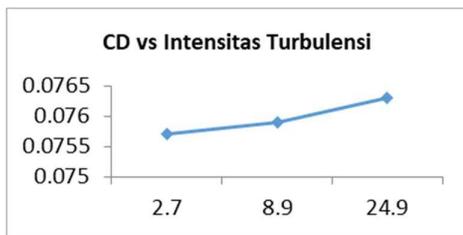


Gambar 4.9 Cd pada 100km/h

Koefisien drag yang terjadi ada di angka 0,0763. Dari percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan dengan grafik berikut:



Gambar 4.10 Grafik CD vs kecepatan



Gambar 4.11 Cd vs intensitas turbulensi

Dari grafik Cd vs kecepatan bisa disimpulkan jika Cd berbanding lurus dengan kecepatan. Kemudian dari gambar 4.11 kita dapat kesimpulan jika Cd berbanding lurus dengan intensitas turbulensi.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang telah digambarkan diatas ketiga kondisi memiliki Cd yang hampir sama, pada kisaran 0,076. Kemudian untuk intensitas turbulensi terbesar terjadi pada kecepatan 100 km/h. Untuk penelitian selanjutnya untuk menurunkan Cd atau koefisien drag dapat dilakukan dengan menggunakan kontrol aliran mode aktif dengan menggunakan *jet actuator*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anderson Jr, John D. (2001). *Fundamentals of Aerodynamics*(3<sup>rd</sup> ed). Singapore: McGraw-Hill Higher Education.
- [2]. Ansys, Inc. (2013). *Ansys Fluent Theory Guide*. United States of America: Pemulis
- [3]. Hucho, Wolf-Heinrich et all. (1987). *Aerodynamics of Road Vehicles from Fluid Mechanics to Vehicle Engineering*. Great Britain: Butterworth – Heinemann Ltd.
- [4]. Luthfie, A. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Sudut Pipa Siphon Terhadap Performasi Turbin Hydrocoil dengan Menggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 41-47. doi:<http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i1.1336>
- [5]. Kurniawan, I. (2017). Analisa Posisi Pelat Peredam Gerak Lateral Cairan di Dalam Truk Tangki Oval yang Dimodifikasi Menggunakan Komputasi Dinamika Fluida. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 48-55. doi:<http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i1.1316>
- [6]. Ramdani, S. (2017). Analisis Pengaruh Variasi CDI terhadap Performa dan Konsumsi Bahan Bakar Honda Vario 110CC. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(3), 94-98. doi:<http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v4i3.1271>