

## ANALISA AERODINAMIKA BODI KENDARAAN MATARAM PROTO DIESEL DENGAN ANSYS 15.0

**I Gusti Gde Badrawada<sup>1)</sup>, Adi Purwanto<sup>2)</sup>, Firlanda Edo R<sup>3)</sup>.**

<sup>1,2,3)</sup>*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, IST AKPRIND Yogyakarta*

<sup>1)</sup>*email : goesti@akprind.ac.id*

<sup>2)</sup>*email : addidaiya47@gmail.com*

*Jl. Kalisahak no 28, Komplek Balapan, Yogyakarta*

### ABSTRACT

*The goal of this research was to find out the aerodynamic body design of Mataram Proto. Using Solidwork 2015 for modeling the body and Ansys 2015 for numerical simulation were the main tools of this research. The body was drawn with scale 1: 1 and then imported into Ansys 2015 for meshing. The unstructure meshes were used in this research. After those, using Ansys 2015, the numerical simulation were conducted with viscous model  $\kappa - \varepsilon$  with realizable type. The result of this research were the average drag coefficient of the original Mataram Proto body was 0,17 and its average lift coefficient was 0,17. For the modification Mataram Proto body, the average drag coefficient was 0,06 and 0,13 for average lift coefficient. These proved that the modification Mataram Proto body was more aerodynamic.*

**Keywords :** *Coeficient drag, Coeficient lift, Ansys 15.0, Aerodynamic, Streamline*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan kendaraan *prototype* yang aerodinamis. Dengan menggunakan *Software Solidworks 2015* untuk pembuatan geometri dan Ansys 15.0 digunakan untuk simulasi *computational fluid dynamics*. Dalam simulasi yang dilakukan kendaraan yang diuji menggunakan skala 1:1 dengan diasumsi dengan kondisi sebenarnya. Dari simulasi yang dilakukan adalah untuk mendapatkan hasil koefisien *drag* dan koefisien *lift*. Pada Mataram Proto asal, hasil rata-rata dari koefisien *drag* adalah 0,17 dan koefisien *lift* 0,17. Sedangkan pada proto modifikasi rata-rata koefisien *drag* adalah 0,06 dan koefisien *lift* adalah 0,13. Dari hasil koefisien *drag* dan koefisien *lift* yang didapat memberikan kesimpulan bahwa Mataram Proto Modifikasi lebih Aerodinamis dibandingkan Mataram Proto asal.

**Kata kunci :** *Koefisien drag, Koefisien lift, Ansys 15.0, Aerodinamika, Streamline.*

## I. PENDAHULUAN

Kendaraan Mataram Proto Diesel ini dirancang untuk mengikuti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco Marathon Asia (SEMA). Didalam kompetisi ini mahasiswa dituntut untuk menciptakan kendaraan yang hemat bahan bakar. Bentuk bodi kendaraan merupakan salah satu dari berbagai aspek (engine, transmisi, kemudi, suspensi, rem, kelistrikan, dan estetika) yang mempengaruhi performa sebuah kendaraan. Bentuk bodi kendaraan berkaitan erat dengan beban aerodinamika.

Macam beban aerodinamika dikelompokkan menjadi 3 yaitu *drag force*, *lift force* dan *side force*. *Drag force* ini adalah gaya yang sifatnya menghambat arah laju kendaraan. *Lift force* adalah gaya yang sifatnya mengangkat kendaraan *side force* adalah gaya yang sifatnya mendorong kendaraan kesamping. *Drag force*, *lift force* dan *side force* dipengaruhi oleh bentuk kontur bodi kendaraan, dimensi kendaraan dan kecepatan laju kendaraan.

Bentuk bodi kendaraan yang aerodinamis dapat berpengaruh pada berkurangnya pemakaian bahan bakar serta

meminimalisir gaya-gaya yang menghambat laju kendaraan. Untuk menghasilkan bodi kendaraan yang aerodinamis dapat dilakukan dengan berbagai macam hal diantaranya dengan menggunakan program yang berbasis komputasi dinamika (CFD). Penggunaan program CFD memiliki berbagai keuntungan diantaranya data yang dihasilkan sangat akurat serta biaya yang dibutuhkan tidak terlalu besar.

**II. TINJAUAN PUSTAKA**

Hambatan aerodinamik merupakan gaya seret yang bekerja parallel 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.

Besarnya gaya hambat aerodinamik dapat diformulasikan :

$$F_D = C_D \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_F \cdot V^2 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- $F_D$  = Gaya hambat (N)
- $C_D$  = Koefisien hambatan plat
- $\rho$  = Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)
- $A_F$  = Luas daerah frontal (m<sup>2</sup>)
- $V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

Menurut hukum kontinuitas, semakin dekat suatu profil bergerak diatas tanah kecepatan aliran udara di antara profil dan tanah akan semakin tinggi dengan adanya pengecilan luasan, sehingga tekanan yang dihasilkan akan semakin mengecil.

Tetapi pada kondisi real, dimana aliran udara memiliki viskositas maka pada jarak *ground clearance* yang sangat kecil akan terbentuk *boundary layer* pada bagian bawah mobil dan *boundary layer* pada tanah. *Boundary layer* ini akan mengadakan interaksi satu sama lain sehingga akan memperlambat kecepatan aliran tekanan yang dihasilkan semakin besar.

Pada mulanya gaya angkat ini tidak terlalu diperhatikan karena kecepatan tidak menimbulkan gaya angkat yang cukup berat, tetapi dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat dimana kecepatan kendaraan yang semakin tinggi dapat menimbulkan masalah dalam hal stabilitas dan respon kendaraan. Semakin cepat kendaraan melaju semakin sulit dikendalikan.

Salah satu cara untuk mengendalikan stabilitas dan respon kendaraan adalah dengan cara memperkecil gaya angkat yang ditimbulkan.

Besarnya gaya angkat ini memiliki formulasi :

$$F_L = C_L \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A_F \cdot V^2 \dots \dots \dots (2)$$

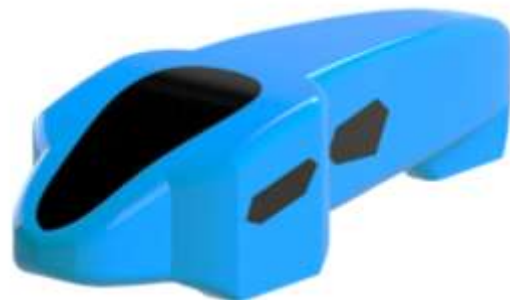
Keterangan :

- $F_L$  = Gaya angkat (N)
- $C_L$  = Koefisien angkat pada plat
- $\rho$  = Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)
- $A_F$  = Luas daerah frontal (m<sup>2</sup>)
- $V$  = Kecepatan kendaraan (m/s)

**III. METODE PENELITIAN**

**A. Pembuatan Desain**

Desain geometri bodi kendaraan menggunakan *Solidworks* 2015. Model bodi kendaraan *prototype* yang dibuat hanya permukaan bodi. Selanjutnya dilakukan simulasi dengan metode *computational fluid dynamics* (CFD) pada Program Ansys 15.0. Desain rancangan Mataram Proto Diesel dan Proto modifikasi yang di buat dengan *Solidworks* 2015 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

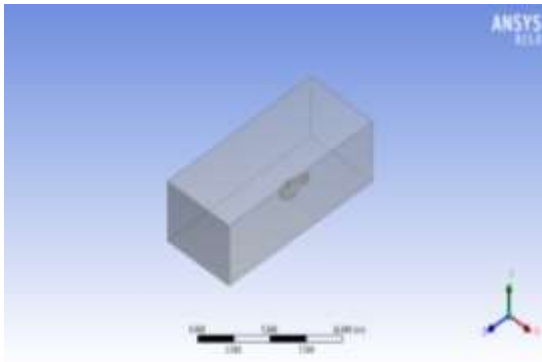


Gambar 1 Mataram Proto Diesel

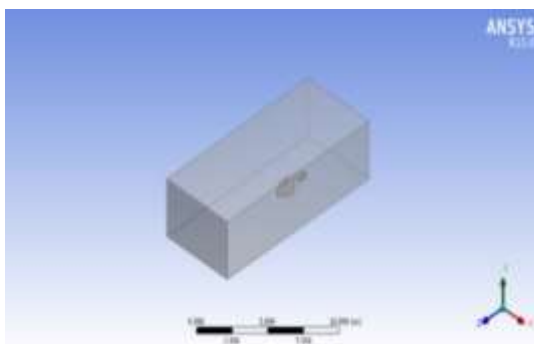


Gambar 2 Proto Modifikasi

Langkah selanjutnya adalah melakukan *import* geometri pada Ansys 15.0 dengan hasil seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 *Import* Mataram Proto Diesel

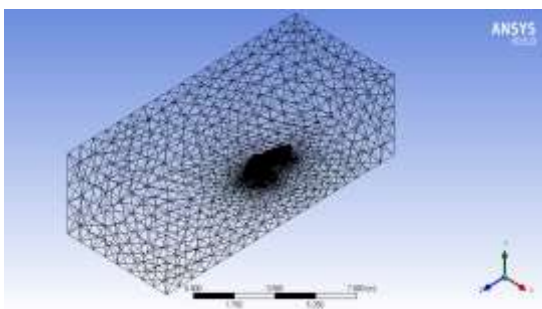


Gambar 4 *Import* Proto modifikasi

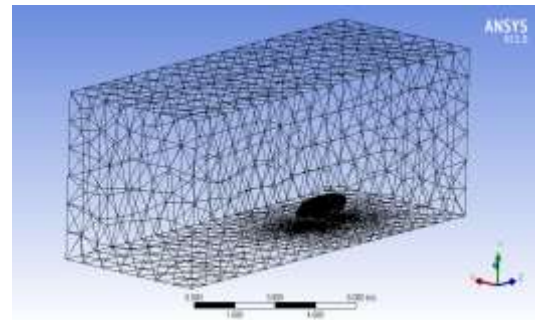
### B. Proses Meshing

Proses meshing yang dilakukan pada Ansys ini adalah untuk membagi bagian-bagian bodi kendaraan menjadi kecil untuk dilakukan simulasi.

Hasil mehing pada Mataram Proto Diesel dan Proto Modifikasi dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Meshing Mataram Proto Diesel



Gambar 6 Meshing Proto modifikasi

Parameter yang digunakan saat simulasi antara lain :

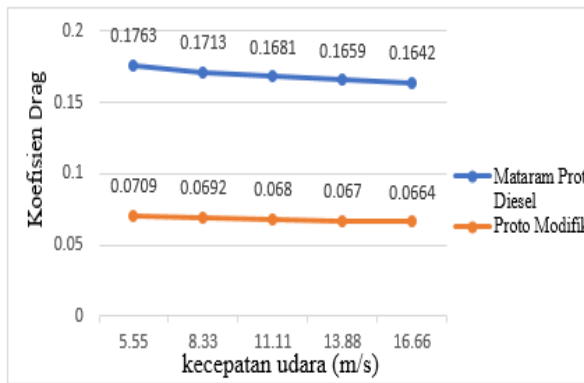
- 1) Temperatur udara 40°C
- 2) Density 1,118136 kg/m<sup>3</sup>
- 3) Viskositas dinamik 190,736 x 10<sup>-7</sup> kg/ms
- 4) Luas frontal area Mataram Proto Diesel 0,50382 m<sup>2</sup>
- 5) Luas frontal area Proto Modifikasi 0,334854 m<sup>2</sup>

### IV. HASIL SIMULASI

Penelitian aerodinamika dengan menggunakan Ansys 15.0-Fluent ini kecepatan yang digunakan adalah: 20 km/jam, 30 km/jam, 40 km/jam, 50 km/jam dan 60 km/jam. Dengan hasil dari koefisien drag dapat dilihat pada Tabel 1 dan Grafik 1, sedangkan perbandingan hasil dari koefisien lift dapat dilihat pada Tabel 2 dan Grafik 2.

Tabel 1 Hasil koefisien drag

Kecepatan Udara (m/s)	Mataram Proto Diesel			Proto Modifikasi		
	Koefisien drag (Cd)	Iterasi	Time	Koefisien drag (Cd)	Iterasi	Time
5.55	0.1763	50	0	0.0709	49	0:00:09
8.33	0.1713	50	0	0.0692	49	0:00:10
11.11	0.1681	50	0	0.068	49	0:00:10
13.88	0.1659	50	0	0.067	49	0:00:10
16.66	0.1642	50	0	0.0664	49	0:00:10

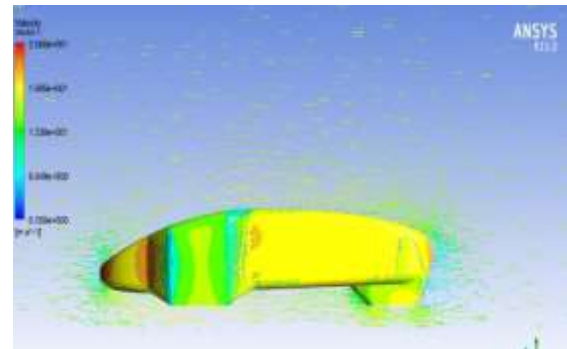


Grafik 1 Perbandingan koefisien drag

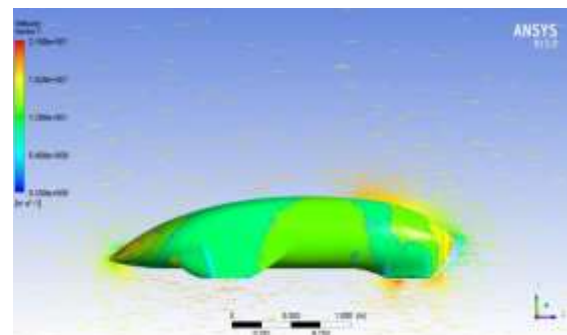
Dari hasil simulasi koefisien drag dapat dilihat bahwa proto modifikasi lebih kecil koefisien dragnya yaitu dengan nilai rata-rata 0.06 sedangkan pada mataram proto diesel lebih besar yaitu 0.17 koefisien dragnya. Artinya hambatan udara pada Proto modifikasi lebih kecil.

walaupun kecil seiring bertambahnya kecepatan aliran udara dimana besar rata-rata koefisien *lift*-nya 0.13.

Dari hasil simulasi dapat juga dilihat aliran udara disekitar kedua bodi kendaraan yang dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



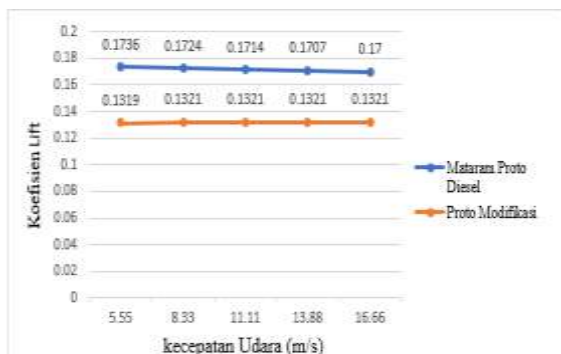
Gambar 7 Aliran udara disekitar bodi Mataram Proto Diesel



Gambar 8 Aliran udara disekitar bodi Proto modifikasi

Tabel 2 Hasil koefisien lift

Kecepatan Udara (m/s)	Mataram Proto Diesel			Proto Modifikasi		
	Koefisien lift (Cl)	Iterasi	Time	Koefisien lift (Cl)	Iterasi	Time
5.55	0.1736	50	0	0.1319	49	0:00:09
8.33	0.1724	50	0	0.1321	49	0:00:10
11.11	0.1714	50	0	0.1321	49	0:00:10
13.88	0.1707	50	0	0.1321	49	0:00:10
16.66	0.17	50	0	0.1321	49	0:00:10

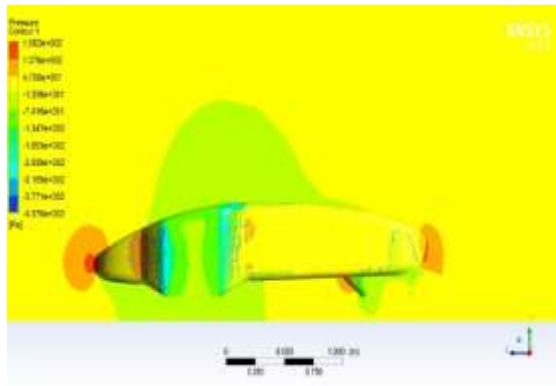


Grafik 2 Perbandingan koefisien lift

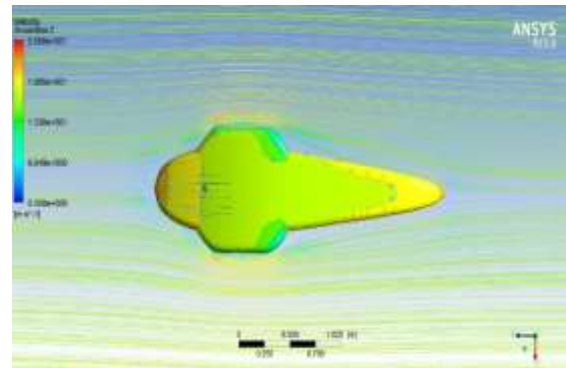
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai koefisien *lift force* mengalami peningkatan walau pun kecil seiring bertambahnya kecepatan aliran udara untuk kendaraan Mataram Proto nilai koefisien rata-rata adalah yaitu sebesar 0.17 sedangkan untuk Proto Modifikasi dapat dilihat bahwa nilai koefisien *lift force* mengalami kenaikan

Dari Gambar 7 dan Gambar 8 dapat dilihat warna aliran udara bagian depan berwarna biru yang berarti kecepatannya nol, berarti pada bagian depan bodi yang terjadi pada Mataram Proto Diesel terdapat *vortex*, hal ini mengakibatkan nilai koefisien *drag* meningkat, sedangkan pada Proto modifikasi aliran yang terjadi disekitar bodi berwarna dominan kuning dan bagian depan terdapat warna hijau terdapat aliran udara yang tidak terhambat.

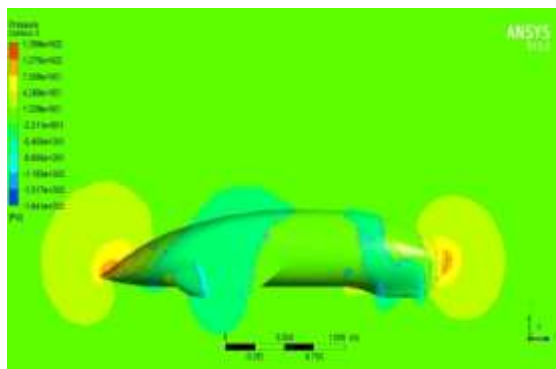
Dapat juga ditampilkan contour pressure disekitar bodi kendaraan yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



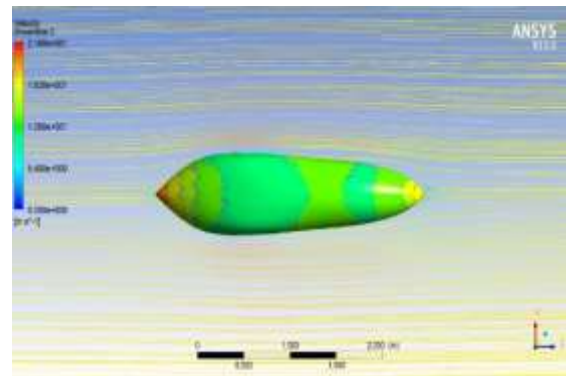
Gambar 9 Pressure bodi Mataram Proto Diesel



Gambar 11 Streamline bodi Mataram Proto Diesel



Gambar 10 Pressure bodi Proto modifikasi



Gambar 12 Streamline bodi Proto modifikasi

Dari Gambar 9 dan Gambar 10 yang menunjukkan *pressure* pada Mataram Proto Diesel dan Proto modifikasi dapat dilihat bahwa tekanan terbesar pada Mataram Proto Diesel dan Proto modifikasi terdapat pada bagian depan kendaraan dan belakang kendaraan ditunjukkan dengan warna merah, namun ada yang berbeda pada bagian bodi untuk roda depan, dimana pada Mataram Proto Diesel lebih besar tekanannya, karena bentuk dari bodi itu sendiri hal ini ditunjukkan dengan warna merah pada bodi tersebut. *Boundary layer* yang terjadi pada Mataram Proto diesel akan lebih tebal dibandingkan dengan Proto modifikasi karena tekanan pada kendaraan yang lebih besar dengan ditunjukkan dengan warna merah yang mengakibatkan aliran udara terhambat.

Selanjutnya adalah aliran *streamline* disekitar bodi kendaraan yang ditunjukkan Gambar 11 dan Gambar 12.

Dari Gambar 11 dan Gambar 12 yang menunjukkan *pressure* pada Mataram Proto Diesel dan Proto modifikasi dapat dilihat pada Mataram Proto Diesel pada bagian roda depan dan belakang aliran *streamline* nya lebih terhambat dibandingkan dengan Proto modifikasi. Pada bagian depan terlihat Proto modifikasi alirannya lebih *streamline* dibandingkan dengan Mataram Proto Diesel.

## V. KESIMPULAN

- 1) Koefisien *drag* yang diperoleh saat simulasi pada mataram proto diesel adalah 0.17 sedangkan pada proto modifikasi lebih kecil yaitu 0.06, hasil ini telah memenuhi target yang diinginkan yaitu dibawah 0.15.
- 2) Koefisien *lift* yang diperoleh saat simulasi pada Mataram Proto Diesel lebih besar yaitu 0.17, sedangkan pada Proto modifikasi lebih kecil yaitu 0.13. hal ini dikarenakan tekanan udara pada Mataram Proto diesel lebih besar dibagian atas dibandingkan pada bagian bawah, sedangkan pada Proto modifikasi tekanan



udara lebih besar pada bagian atas dibandingkan bagian bawah.

- 3) Perubahan bentuk yang dilakukan pada Proto modifikasi terbukti lebih baik dibandingkan dengan Mataram Proto Diesel, dimana tekanan pada area sekitar bodi Mataram Proto Diesel lebih besar dibandingkan dengan Proto modifikasi, aliran udara disekitar bodi lebih cepat Proto modifikasi dibandingkan dengan Proto Diesel. hal ini tidak terlepas dari perubahan pada bodi bagian depan yaitu pada ujung depan lebih kecil pada sudut serangnya yang membuat distribusi tekanan lebih kecil.
- 4) Hasil dari koefisien *drag* dan *lift* pada Proto modifikasi lebih kecil dari Mataram Proto Diesel ini berarti aerodinamika pada Proto Modifikasi lebih baik, hal ini berpengaruh pada kerja engine tidak memerlukan daya yang besar untuk menggerakkan kendaraan sehingga konsumsi bahan bakar lebih irit.

#### Daftar Pustaka

- Anderson, John D., Jr., 1986. *Fundamental of aerodynamic*, Mc Graw-Hill, New York.
- Andri. 2012, Tekanan hidrostatik, termuat dalam web : <https://mekanikafluidatm.wordpress.com/materi-kuliah/page/2/>, Diakses 18 januari 2017.
- Azwir, Hail. 2014. "Analisa Computational Fluid Dynamic body kendaraan Mataram Proto dengan prangkat lunak ansys fluent 14.0". *Tugas Akhir Teknik Mesin*, IST AKPRIND, Yogyakarta
- Dieter L. Goerge., & Schmidt C. Linda., 2009, *Engineering Design, Fourth Edition*, Published by McGraw-Hill Companies, New York.
- Gerhart, Philip M, Gross, Richard J., & Hochstein, John I., 1992, *Fundamentals of Fluid mechanics*, 2<sup>nd</sup> ed, Addison-Wesley Publishing Company., New York.
- Hall, Nancy. 2015. The Lift Coefficient, termuada dalam web : <https://www.grc.nasa.gov/www/K-12/airplane/liftco.html>, diakses 9 maret 2017.
- Hamidi, Abdullah., 2011, Analisa Aerodinamika Pada Permukaan Urban Concept Car SEM UI "Kalabiya" dengan CFD, *Tugas Akhir Tenik Mesin*, Universitas Indonesia, Depok.
- Hirt, Tony. 2016, Modeling Turbulence Viscosity, termuat dalam [https://www.cfd-online.com/Wiki/Standard\\_k-epsilon\\_model](https://www.cfd-online.com/Wiki/Standard_k-epsilon_model) #Modeling\_turbulent\_viscosity, diakses 29 november 2016.
- Hucho, Wofl-Heinrich., 1998, *Aerodynamic of road vehicles*, 4<sup>th</sup> ed, SAE international, London.
- Huda, Nurul. 2016. Analisa Aerodinamika Pada Mobil Bayu Surya Menggunakan CFD Pada *Software* Ansys 15.0. Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Surakarta
- Miliken, F, Wiliam & Miliken, L, Douglas, 1995, *Race Car Vehicle Dynamic, Volume I*, Society of Automotive Engineers, London.
- Munson, Bruce R., Young, Donal F. & Okiishi, Theodore H., 2003, Mekanika Fluida, Jilid 1, Edisi Ke 4, Alih Bahasa : Harinaldi & Budiarmo, Erlangga, Jakarta.
- Norton L. Robert., 2013, *Machine Design*, Edition 5, Publisher Pearson Education, United States.
- Prabu, Anindio 2016., Turbulensi Model K epsilon , termuat dalam web : <https://anindioprabu.wordpress.com/2012/05/25/turbulensi-model-k-epsilon/>. Diakses 3 Maret 2017.
- Sarif, Lukman., 2013, Perancangan Aerodinamika Body Mobil Sport Berbasis Komputasi Dinamik Fulid Dengan Menggunakan Program Ansys 13.0, *Tugas Akhir Teknik Mesin*, IST Akprind, Yogyakarta

Siregar, Munawir Rosyadi dan Ambarita Himsar, 2012, Analisa Koefisien *Drag* Pada Mobil Hemat Energi “Mesin USU” Dengan Menggunakan Perangkat Lunak CFD, Jurnal e-Dinamis, Vol 3, No. 3 Desember 2012

Street, Victor L, & Wylie E.B., 1999, Mekanika Fluida Jilid 1 & 2 Edisi Delapan, Alih Bahas : Arko Prijono, Erlangga, Jakarta.

Wibhisono, Haryo. 2016, Permodelan Aliran Turbulence K-Epsilon, Termuat dalam web:  
<http://haryochi.blogspot.co.id/2016/04/permodelan-aliran-turbulence-k-epsilon.html/>, Diakses 29 november 2016.