

**ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA SEMI
TRAILER TRUCK DENGAN MODIFIKASI VORTEX TRAP
MENGUNAKAN CFD (COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ARIF MUNANDAR
NIM. I0411008

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2016**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS
Program Studi : **S1 Teknik Mesin**
Nomor : **0684/TA/S1/01/2016**

Nama : **ARIF MUNANDAR**
NIM : **10411008**
Bidang : **Konversi Energi**
Pembimbing 1 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**
Pembimbing 2 : **DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT/197106151998021002**
Penguji : **1. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT./ 197104251999031001**
2. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng/
198308182014041001
3. R. LULUS LAMBANG, ST,MT/ 197207052000121001

Mata Kuliah Pendukung
1. **MS06033-10(AERO DAN HIDRO DINAM)**
2. **MS56012-10(MEKANIKA FLUIDA 2)**
3. ()

Judul Tugas Akhir

**"Analisis Karakteristik Aerodinamika Semi Trailer
Truck dengan Modifikasi Vortex Trap Menggunakan
CFD (Computational Fluid Dynamics)"**

Surakarta. **2016-01-29 03:03:32**
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

Analisis Karakteristik Aerodinamika Semi Trailer Truck dengan Modifikasi Vortex Trap Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamics)

Disusun Oleh

ARIF MUNANDAR
NIM : **10411008**

Dosen Pembimbing 1



D. DANARDONO, ST, MT, PhD
NIP. **196905141999031001**

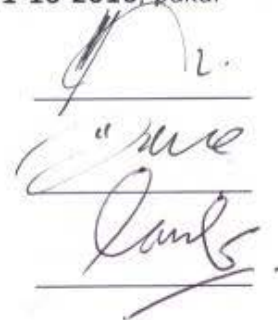
Dosen Pembimbing 2



DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. **197106151998021002**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **11-10-2016**, pukul **09:00:00**, bertempat di **M.101, gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.
197104251999031001
2. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng
198308182014041001
3. R. LULUS LAMBANG, ST, MT
197207052000121001



Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT
NIP. **197003231998021001**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia derajat kesarjanaan saya dicabut.

Surakarta, 19 Oktober 2016

Arif Munandar

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur kehadiran Illahi kupersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan dan kesempurnaan. Segala yang kualami adalah kehendak-Mu, semua yang kuhadapi adalah kemauan-Mu, segala puji hanya bagi-Mu, ya Allah, pemilik alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempat memohon pertolongan.
2. Junjungan Nabi besar Muhammad SAW, manusia terbaik di muka bumi, uswatun hasanah, penyempurna akhlak, sholawat serta salam semoga selalu tercurah padanya, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah hingga akhir zaman.
3. Kasih sayang dan cinta yang tak pernah putus dari Bapak, Ibu dan Adik serta keluarga besar tercinta. Kasih sayang kalian takkan pernah terlupakan sepanjang hidupku.
4. Bapak Dominicus Danardono dan Bapak Syamsul Hadi yang tak pernah lelah untuk membimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen, karyawan dan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin UNS khususnya angkatan 2011.

HALAMAN MOTTO

Sesungguhnya kebaikan-kebaikan akan menghapuskan kejelekan-kejelekan.

(QS Huud : 114)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(QS Al Insiroh : 5 – 6)

Bekerjalah bagaikan tak butuh uang. Mencintailah bagaikan tak pernah disakiti.

Menarilah bagaikan tak seorang pun sedang menonton.

(Mark Twain)

Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang

harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka

menyukainya atau tidak.

(Aldus Huxley)

**ANALISIS KARAKTERISTIK AERODINAMIKA SEMI TRAILER TRUCK
DENGAN MODIFIKASI VORTEX TRAP MENGGUNAKAN CFD
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)**

Arif Munandar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta,
Indonesia

arfmdr@gmail.com

ABSTRAK

Karakteristik aerodinamika dapat dikendalikan dengan memodifikasi bentuk dari kendaraan atau menambahkan *aerodynamic parts*. Sebuah model *semi trailer truck* dimodifikasi dengan menggunakan panel *vortex trap* untuk menjebak vortex yang terjadi pada bagian *gap*. *Vortex trap* dipasang pada bagian depan *trailer* dan disimulasikan menggunakan metode elemen hingga. Analisis *steady state* dilakukan pada rentang kecepatan 40 km/jam hingga 120 km/jam dengan interval 20 km/jam. Analisis secara numerik diselesaikan menggunakan perangkat lunak CFD, ANSYS Fluent 14.5. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan 5 panel *vortex trap* memiliki koefisien *drag* terendah pada kecepatan 80 km/jam dengan nilai C_d sebesar 0,723. Secara keseluruhan, 6 panel vertikal merupakan konfigurasi terbaik yang memiliki koefisien *drag* lebih rendah disetiap rentang kecepatan, sedangkan penggunaan 7 panel akan menaikkan koefisien *drag* dari model *semi trailer truck*

Kata kunci : *vortex trap*, ANSYS Fluent, gaya drag aerodinamika, semi trailer truck

**AERODYNAMIC CHARACTERISTIC ANALYSIS OF SEMI TRAILER
TRUCK WITH MODIFIED VORTEX TRAP USING CFD
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)**

Arif Munandar

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret
University, Surakarta, Indonesia

arfmdr@gmail.com

ABSTRACT

Aerodynamic characteristics can be controlled by modifying the shape of the vehicle or using aerodynamic parts. A semi-trailer truck models already modified by using vortex trap device to create trapped vortex in the gap. Vortex trap device are mounted on the front of the trailer and simulated by using finite element method. Steady state analysis already done at the speed range from 40 km/h to 120 km/h with an interval of 20 km/h. This numerical analysis is already done by using CFD software, ANSYS Fluent 14.5. The results showed that using 5 panels vortex trap has the lowest drag coefficient at a speed of 80 km/h with a Cd value of 0.723. Overall, 6 vertical panel is the best configuration has a lower drag coefficient in every speed range, while 7 panels will increase the drag coefficient of the model semi trailer truck

Keywords :vortex trap, ANSYS Fluent, aerodynamic drag force, semi trailer truck

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Pemurah. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Besar, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyelesaian Skripsi ini tidak mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kuasa, rahmat, berkah, dan hidayah-Nya.
2. Ayah dan ibu penulis yang selalu mencurahkan segala doa, daya dan kemampuannya untuk penulis sehingga penulis mampu menjadi seperti sekarang ini.
3. Bapak Dominicus Danardono selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan dukungan yang begitu banyak dan memberikan solusi ketika penulis mendapatkan kesulitan.
4. Bapak Syamsul Hadi selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, solusi, dan bersedia membantu tata tulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Bapak Budi Kristiawan, Bapak Sukmaji Indro Cahyono, dan Bapak R. Lulus Lambang selaku dewan penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun. Terimakasih banyak atas segala masukan, kritik, dan saran yang telah diberikan kepada penulis.
6. Semua keluarga di Banjarbaru yang telah memberikan doa dan dorongan semangat baik moril maupun materil kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini.

7. Seluruh rekan Teknik Mesin khususnya angkatan 2011 yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah memberikan bantuan dan dukungannya dalam pembuatan laporan ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang dapat membangun laporan ini agar menjadi lebih baik.

Akhir kata semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi kita semua. Amin.

Surakarta, 19 Oktober 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMANJUDUL	i
SURAT PENUGASAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	8

2.2.1. Gaya Hambat (<i>Drag</i>)	9
2.2.2. Lapis Batas (<i>Boundary Layer</i>)	11
2.2.3. Separasi Aliran	11
2.3. <i>Vortex Trap Device</i>	12
2.4. Metode Elemen Hingga	14
2.5. Pemodelan dengan Solidwork.....	14
2.6. Simulasi dengan ANSYS Fluent.....	15
2.6.1. Pre processing	15
2.6.2. Simulasi dan <i>Post processor</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Alat dan Bahan.....	19
3.2. Diagram Alir	19
3.3. Penjelasan Diagram Alir	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Validasi Pemodelan.....	23
4.2. Simulasi dengan <i>Vertical Vortex Trap</i>	26
4.3. Hasil Simulasi Variasi Kecepatan dan Jumlah <i>Vertical Vortex Trap</i>	28
4.3.1. Perbandingan Distribusi Tekanan dan Kecepatan.....	31
4.3.2. Analisis Pola Aliran Udara.....	37
4.4. Perbandingan Hasil Simulasi Jumlah <i>Vertical Vortex Trap</i>	41
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik Penggunaan Energi Kendaraan pada Kondisi Perkotaan dan Jalan Tol.....	5
Gambar 2.2 (a) Model referensi (b) Model yang sudah dimodifikasi	6
Gambar 2.3 Variasi penambahan penambahan <i>aerodynamic parts</i>	7
Gambar 2.4 Grafik koefisien <i>drag</i> dengan penambahan <i>aerodynamic parts</i>	7
Gambar 2.5 Penampang horizontal dari CFVT yang terpasang pada bagian depan <i>trailer</i>	8
Gambar 2.7 Kurva Total Drag vs Kecepatan (<i>ocw.mit.edu</i>).....	10
Gambar 2.8 Lapis batas pada pelat datar	11
Gambar 2.9 Silinder yang mengalami separasi aliran	12
Gambar 2.10 Distribusi <i>pressure drag</i> pada <i>semi trailer truck</i>	13
Gambar 2.11 Aliran udara pada bagian <i>gap</i>	13
Gambar 2.12 Vortex Trap pada <i>gap</i> antara <i>tractor head</i> dan <i>trailer</i>	14
Gambar 2.13 Jenis <i>mesh cell</i> 3D (<i>bakker.org</i>)	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Dimensi dari domain komputasi	21
Gambar 3.3 Dimensi panel vortex trap.....	22
Gambar 4.1 Desain dan geometri model truk.....	23
Gambar 4.2 Domain simulasi dan <i>body influence</i> dengan ANSYS 14.5 Fluent	24
Gambar 4.3 Hasil regenerasi <i>mesh</i> pada model <i>semi trailer truck</i> validasi.....	24
Gambar 4.4 Model <i>semi trailer truck</i> dan zona <i>boundary</i> dengan ANSYS 14.5 Fluent	25
Gambar. 4.5 Variasi model dengan tambahan panel VVT	26
Gambar 4.6 Tampak samping hasil <i>mesh</i> dan <i>body influence</i>	27
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan nilai koefisien <i>drag</i> seluruh model.....	29

Gambar 4.8 Perbandingan distribusi tekanan pada kecepatan 80 km/jam antara (a) 5 panel VVT dan (b) 6 panel VVT	30
Gambar 4.9 Perbandingan pola streamline kecepatan 80 km/jam antara (a) 5 panel VVT dan (b) 6 panel VVT	30
Gambar 4.10 Grafik nilai Cd pada kecepatan 40 km/jam dan 120 km/jam	31
Gambar 4.11 Perbandingan tekanan, (a) baseline tanpa panel VVT, (b) model dengan 6 panel VVT, (c) model dengan 7 panel VVT	32
Gambar 4.12 Tampak depan distribusi tekanan pada bagian <i>gap</i> pada kecepatan 120 km/jam , (a) model baseline, (b) model dengan 6 panel VVT, (c) model dengan 7 panel VVT	33
Gambar 4.13 Tampak atas perbedaan tekanan (a) model 6 panel VVT dan (b) model 7 panel VVT.....	33
Gambar 4.14 Tampak atas distribusi kecepatan dan tekanan model tanpa panel VVT dengan model 6 panel VVT.....	34
Gambar 4.15 Kecepatan aliran di bagian samping pada kecepatan 120 km/jam (a) model baseline (b) model 6 panel VVT	35
Gambar 4.16 Tampak depan perbandingan distribusi kecepatan (a) model tanpa panel VVT dengan (b) model 6 panel VVT	36
Gambar 4.17 Tampak samping perbandingan distribusi kecepatan (a) model tanpa panel VVT dengan (b) model 6 panel VVT	37
Gambar 4.18 Vektor kecepatan tampak depan, (a) Model tanpa panel VVT, (b) Model dengan 6 panel VVT.....	38
Gambar 4.19 Vektor kecepatan <i>gap</i> tampak atas, (a) Model tanpa panel VVT, (b) Model dengan 6 panel VVT	38
Gambar 4.20 Pola aliran kecepatan menggunakan <i>streamline</i> , (a) Model tanpa panel VVT, (b) Model dengan 6 panel VVT	39
Gambar 4.21 Tampak atas pola aliran kecepatan menggunakan <i>streamline</i> , model baseline (atas) dan model 6 panel VVT (bawah).....	40

Gambar 4.22 Tampak samping pola aliran kecepatan menggunakan *streamline*,
model baseline (atas) dan model 6 panel VVT (bawah)..... 40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kualitas <i>Skewness Meshing</i>	21
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Model Turbulensi	25
Tabel 4.2 Data <i>mesh</i> seluruh model.....	28
Tabel 4.3 Koefisien <i>Drag</i> Hasil Simulasi dengan Variasi Kecepatan.....	28

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus Gaya <i>Drag</i>	9
--	---

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Model Uji.....	46
Lampiran 2 Kontur Tekanan Model Uji.....	47
Lampiran 3 Kontur Kecepatan Model Uji	49
Lampiran 4 Vektor Aliran Udara Model Uji.....	50
Lampiran 5 Perbandingan Streamline 6 panel VVT dengan 6 panel VVT modifikasi fillet	51