



**OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS *CASING* DAN *FRAME*
AC KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

HELMY YULIANTO

2010311078

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024



**OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS *CASING* DAN *FRAME*
AC KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

HELMY YULIANTO

2010311078

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Helmi Yulianto

NIM : 2010311078

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS CASING DAN
FRAME AC KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Sigit Pradana, S.T, M.T.

Penguji Utama



Muhammad Arifudin Lukmana,
S.T., M.T.

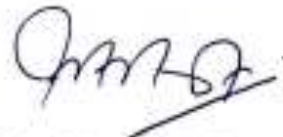
Pengji Lembaga



Ir. Mohammad Galbi, M.T.
Penguji III (Pembimbing)



Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN. Eng.
Plt Dekan Fakultas Teknik



Fahrudin, S.T., M.T
Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 9 Juli 2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Helmi Yulianto
NIM : 2010311078
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS CASING DAN
FRAME AC KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Telah dikoreksi dan diperbaiki oleh penulis sesuai dengan arahan dosen pembimbing dan diterima sebagai pernyataan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2


(Ir Mohammad Galbi M.T.)


(Fahrudin S.T., M.T.)

Jakarta, 25 Mei 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin


(Fahrudin S.T., M.T.)

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Helmi Yulianto

NIM 2010311078

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, masa saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 28 Juli 2024

Yang menyatakan,



(Helmi Yulianto)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Helmi Yulianto
NIM : 2010311078
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Non Ekklusif (Non Exclusive Royalty Free Right) atas skripsi saya yang berjudul:

**“OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS CASING DAN FRAME AC
KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE MENGGUNAKAN METODE
ELEMEN HINGGA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Juli 2024



Yang menyatakan,
Helmi Yulianto

**OPTIMASI DESAIN AERODINAMIS *CASING* DAN *FRAME*
AC KERETA KRDE MAKASSAR-PARE PARE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

Helmi Yulianto

ABSTRAK

Casing AC merupakan salah satu komponen aksesoris dalam kereta api. pada casing AC kereta terdapat komponen penyusun yang terdiri dari sejumlah *frame*. optimasi ini dilakukan untuk mendapatkan kekuatan *frame* casing AC yang lebih baik yang disebabkan oleh gaya hambat udara. Proses optimasi dilakukan menggunakan software solidworks yang digunakan untuk mendesain, dan software Ansys Workbench R1 untuk melakukan analisis. Simulasi dilakukan dengan 7 jenis derajat kemiringan yaitu 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°. berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa jumlah tekanan gaya hambat mengalami penurunan yang signifikan seiring dengan penurunan derajat kemiringan cover depan. Hasil pada kemiringan cover 30° menjadi desain yang optimal karena memiliki gaya hambat, total deformasi, tegangan maksimum yang minimum apabila dibandingkan dengan bentuk desain kemiringan cover yang lainnya. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa deformasi dan tegangan maksimum mengalami pengurangan sebesar sekitar 97,35 % dengan total deformasi setelah optimasi yaitu 0,000449 mm dari desain awal 0,0166 mm dan tegangan maksimum setelah optimasi 1,0152 MPa dari desain awal 24,739 MPa serta nilai safety factor mengalami penurunan yang awalnya 8,6 menjadi 15.

Kata Kunci: *Casing AC*, Optimasi Desain, Gaya Hambat Udara, Derajat Kemiringan Cover, Metode Elemen Hingga, Tegangan Maksimum, *Safety Factor*

**OPTIMIZATION OF AERODYNAMIC DESIGN OF AC CASING
AND FRAME OF THE KRDE MAKASSAR-PARE PARE TRAIN
USING FINITE ELEMENT METHOD**

Helmi Yulianto

ABSTRACT

AC casing is one of the accessory components in trains. In the train AC casing there are components consisting of a number of frames. This optimization was carried out to obtain better AC casing frame strength caused by air resistance. The optimization process was carried out using Solidworks software which was used for design, and Ansys Workbench R1 software to carry out analysis. The simulation was carried out with 7 types of slope degrees, namely 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°. Based on the simulation results, it was found that the amount of drag pressure decreased significantly along with the decrease in the degree of slope of the front cover. The result of a cover slope of 30° is the optimal design because it has a minimum drag force, total deformation and maximum stress when compared to other forms of cover slope design. In this research, it was found that the maximum deformation and stress decreased by around 97,35% with the total deformation after optimization being 0,000449 mm from the initial design of 0,0166 mm and the maximum stress after optimization being 1,0152 MPa from the initial design of 24,739 MPa and the safety factor value decreasing from initially 8,6 to 15.

Keywords: AC Casing, Design Optimization, Drag Force, Cover Slope Degree, Finite Element Method, Maximum Stress, Safety Factor

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahamat dan Karunianya saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Desain Aerodinamis Casing Dan Frame Kereta Krde Makassar-Pare Pare Menggunakan Metode Elemen Hingga”. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di universitas pembangunan nasional veteran jakarta

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak akan terwujud tanpa adanya bantuandan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Ariyanto dan Ibu Waliyem yang senantiasa memberikan dukungan doa kepada penulis
2. Bapak Ir Mohammad Galbi, M.T. selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing penulis, mengoreksi materi, dan memberikan saran selama proses penyusunan
3. Bapak Fahrudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing penulis mengenai penulisan makalah
4. Bapak Donny Apriyanto selaku Pihak PT INKA yang telah membimbing penulis, mengarahkan dan memberikan informasi selama proses penulisan
5. Teman-teman teknik mesin angkatan 2020 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, saran, kritik dan nasihat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kata sempurna serta masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap agar para pembaca nantinya dapat memberikan kritik dan saran yang bermanfaat sehingga skripsi ini menjadi lebih sempurna. Penulis juga mengharapkan agar skripsi ini dapat bermanfaat serta memberikan wawasan bagi siapa saja yang membacanya.

Jakarta, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematik Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Aerodinamika Dasar	7
2.3 Reynold Number	8
2.4 Konsep Dasar Koefisien Hambatan	9

2.5	Koefisien Hambatan Dipengaruhi Oleh Bentuk.....	9
2.6	Material <i>Stainless Steel</i>	10
2.7	<i>Stress</i> (Tegangan)	12
2.8	Regangan	12
2.9	Teori Von-misses	12
2.10	<i>Finite Elemen Method</i>	13
2.11	<i>Computational Fluid Dynamic</i> (CFD)	15
2.12	Prinsip Kerja CFD	16
BAB 3 METODE PENELITIAN		18
3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Desain Awal <i>Casing AC Kereta</i>	19
3.3	Simulasi Aerodinamis.....	19
3.4	Validasi	23
3.5	<i>Improvment Geometri</i>	24
3.6	Simulasi Aerodinamis Hasil Improvisasi	24
3.7	Analisis <i>Static Structure Frame Casing AC</i>	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Identifikasi Masalah	29
4.2	Permodelan Awal <i>Casing AC</i>	29
4.3	Proses Validasi.....	30
4.4	Hasil Analisis Desain Awal.....	33
4.5	Hasil Optimasi <i>Casing AC</i>	35
4.5.1	Analisis Tekanan Udara	35
4.5.2	Analisa Gaya Hambat Udara.....	37
4.5.3	Analisa Total Deformasi.....	40
4.5.4	Analisa Tegangan Maksimum <i>Frame</i>	43

4.6	Rekapitulasi Dan Perbandingan Desain Awal Dan Desain Optimasi	
	<i>Casing AC</i>	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (A) Aliran Melewati Suatu Mobil (B) Aliran Udara Dengan Penambahan Tuft Pada Permukaan	8
Gambar 2. 2 Koefisien Hambatan Pada Bentuk Elips.....	10
Gambar 2. 3 Jenis Elemen	14
Gambar 2. 4 Spektrum Kualitas Skewness Meshing.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3. 2 Desain Awal Casing Kereta Makasar Pare-Pare	19
Gambar 3. 3 Digram Alir Proses Simulasi CFD.....	20
Gambar 3. 4 Skema Alur Proses CFD Pada Ansys Workbench	21
Gambar 3. 5 Skema Domain Simulasi.....	21
Gambar 3. 6 Dimensi Tampak Depan Domain Simulasi.....	21
Gambar 3. 7 Dimensi Tampak Samping Domain Simulasi.....	22
Gambar 3. 8 Desain Body Ahmed	23
Gambar 3. 9 Bentuk Desain Improvisasi.....	24
Gambar 3. 10 Skema Alur Simulasi Static Structure Pada Ansys Workbench....	25
Gambar 3. 11 Data Material Pada Engineering Data.....	27
Gambar 3. 12 Bentuk Geometri.....	27
Gambar 3. 13 Letak Pembebanan.....	27
Gambar 3. 14 Letak Fixed Support	27
Gambar 3. 15 Solusi Simulasi Static Structur	28
Gambar 4. 1 Geometri Untuk Simulasi CFD.....	29
Gambar 4. 2 Geometri Untuk Simulasi Static Structur	30
Gambar 4. 3 Uji Konvergensi CFD	30
Gambar 4. 4 Uji Konvergensi Static Structur	32
Gambar 4. 5 Hasil Simulasi Computational Fluid Dynamic Pada Desain Awal .	33
Gambar 4. 6 Total Deformasi Desain Awal	34
Gambar 4. 7 Letak Deformasi Maksimum Desain Awal	34
Gambar 4. 8 Titik Kritis Frame Desain Awal	35
Gambar 4. 9 Letak Deformasi Maksimum Pada Casing AC	42

Gambar 4. 10 Letak Titik Kritis.....	45
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Gaya Hambat.....	47
Gambar 4. 12 Grafik Total Deformasi.....	47
Gambar 4. 13 Grafik Tegangan Maksimum Frame	48
Gambar 4. 14 Grafik Safety Factor	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Stainless Steel Menurut AISI.....	10
Tabel 2. 2 Karakteristik Sifat Stainless Steel SUS 304	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Domain Pada Model.....	22
Tabel 3. 2 Ukuran, Kondisi, Simulasi CFD.....	22
Tabel 3. 3 Nilai Koefisien Hambatan Body Ahmed	23
Tabel 4. 1 Tabel Nilai Skewness Pada Sudut Kemiringan 20°	32
Tabel 4. 2 Tabel Distribusi Tekanan	35
Tabel 4. 3 Hasil Simulasi Computational Fluid Dynamic	37
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Kontur Warna Simulasi Static Struktur	40
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Total Deformasi	42
Tabel 4. 6 Tabel Hasil Kontur Warna Tegangan Maksimum.....	43
Tabel 4. 7 Tabel Tegangan Maksimum.....	44
Tabel 4. 8 Tabel Perbandingan Hasil Sebelum Dan Sesudah Optimasi	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain *Casing AC* Awal

Lampiran 2 Desain *Casing AC* Modifikasi

Lampiran 3 Hasil Uji Konvergensi CFD

Lampiran 4 Uji Konvergensi Static Structur

Lampiran 5 Lembar Konsultasi Pembimbing Tugas Akhir