

**PERANCANGAN *FAN FRAME LIFTING TOOL* UNTUK PROSES  
*ASSEMBLY/DISASSEMBLY ENGINE CFM56-3* METODE ELEMEN  
TAK HINGGA MENGGUNAKAN *SOFTWARE INVENTOR***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2022

**PERANCANGAN *FAN FRAME LIFTING TOOL* UNTUK PROSES  
*ASSEMBLY/DISASSEMBLY ENGINE CFM56-3* METODE ELEMEN  
TAK HINGGA MENGGUNAKAN *SOFTWARE INVENTOR***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS

Nama : Muhammad Hafiz

NIM : 41320110054

Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2022

## HALAMAN PENGESAHAN

### PERANCANGAN *FAN FRAME LIFTING TOOL* UNTUK PROSES *ASSEMBLY/DISASSEMBLY ENGINE CFM56-3* METODE ELEMEN TAK HINGGA MENGGUNAKAN *SOFTWARE INVENTOR*


Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Hafiz  
NIM : 41320110054  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah Diperiksa dan disetujui pada tanggal : 6 Agustus 2022

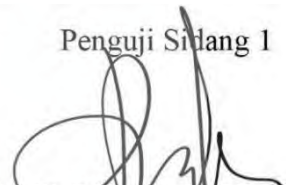
Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA




**(Ir. Yuriadi Kusuma, MT)**  
NIP. 192670082

Penguji Sidang I



**(Dedik Romahadi, ST., M.Sc)**  
NIP. 116910542

Penguji Sidang II



**(Ir. Dadang Suhendra P., M.Si)**  
NIP. 612650444


Penguji Sidang III



**(Rini Anggraini, MM)**  
NIP. 60956002


Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



**(Muhamad Fitri, ST, M.Si., Ph.D.)**  
NIP. 118690617

Koordinator TA



**(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)**  
NIP. 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hafiz  
NIM : 41320110054  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Perancangan *Fan Frame Lifting Tool* Untuk Proses  
*Assembly/Disassembly Engine Cfm56-3* Metode Elemen  
Tak Hingga Menggunakan *Software Inventor*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari di dalam penulisan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat atau penjiplakan atas karya orang lain, maka saya siap untuk mempertanggungjawabkannya serta bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

MERCU BUANA

Jakarta, 06 Agustus 2022



## ABSTRAK

PT.GMF Aeroasia menyediakan perawatan dan perbaikan untuk mesin turbin seperti CFM56-3, -5B dan -7B. Untuk saat ini, dalam pengerjaan *Assembly* dan *Disassembly Engine* menggunakan kombinasi antara *Maintenance Stand* dan *Engine Gantry System* di area *Assy-Disassy Engine*. Sebelum proses *Assy/Disassy Engine* dilakukan, *Fan Frame Engine* yang terpasang pada *Maintenance Stand* mengalami permasalahan ketika akan dipindahkan ke *Engine Gantry System* dikarenakan tools support tidak sesuai dengan standar *Engine Service Manual*. Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sebuah *special tool* yaitu *Lifting Tool Fan Frame* untuk proses pemindahan *Engine Fan Frame* dari *Maintenance Stand* menuju *Engine Carrier Gantry*. Perancangan tersebut dibagi menjadi tiga tahap, yaitu perancangan awal dengan membuat gambar dua dimensi, perancangan akhir dengan membuat gambar tiga dimensi dan pengujian rancangan dengan melakukan *stress analysis* pada *software inventor*. Hasil akhir yang di dapat dari perancangan tersebut adalah tegangan (*stress*) yang terbesar (*maximum stress*) terjadi pada material Steel AISI 1018 209 QT sebesar 709,583 MPa dan yang terkecil berada pada material Steel AISI 440C sebesar 696,651 MPa. Sedangkan, regangan (*strain*) yang terbesar (*maksimum strain*) terjadi pada material Steel AISI 440C sebesar 0,00292683 dan yang terkecil berada pada material Steel AISI A36 Mild sebesar 0,00278967. *Safety Factor* terbesar didapatkan oleh material Steel AISI 440C sebesar 1,17645 sedangkan *safety factor* terkecil di dapatkan oleh material Steel AISI A36 Mild sebesar 0,354142 dan perpindahan (*Displacement*) yang terbesar terjadi pada material Steel AISI 440C sebesar 12,6585 mm dan perpindahan yang terkecil terjadi pada material Steel AISI A36 Mild sebesar 11,8681 mm.

**Kata Kunci** : *Engine, Engine Gantry System, Lifting Tool, Engine Fan Frame, Inventor*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**THE DESIGN OF FAN FRAME LIFTING TOOL FOR  
ASSEMBLY/DISASSEMBLY ENGINE CFM56-3 WITH INFINITE  
ELEMENT METHOD USING SOFTWARE INVENTOR**

**ABSTRACT**

*PT. GMF Aeroasia provides maintenance and repairs for turbine engines such as the CFM56-3, -5B and -7B. For now, in the assembly and disassembly process, the engine uses a combination of the Maintenance Stand and the Engine Gantry System in the Assy-Disassy Engine area. Before the Assy/Disassy Engine process is carried out, The Fan Frame Engine attached to the Maintenance Stand experienced problems when it was moved to the Engine Gantry System because the support tools were not in accordance with the Engine Service Manual standards. In this research, a special tool is designed, namely the Lifting Tool Fan Frame for the process of moving the Engine Fan Frame from the Maintenance Stand to the Engine Carrier Gantry. The design is divided into three stages, namely the initial design by making two-dimensional drawings, the final design by making three-dimensional drawings and testing the design by performing stress analysis on the software inventor. The final result obtained from the design is the greatest stress (maximum stress) occurred in the AISI 1018 209 QT Steel material of 709.583 MPa and the smallest was in the AISI 440C Steel material of 696,651 MPa. Meanwhile, the largest strain (maximum strain) occurred in AISI 440C Steel material at 0.00292683 and the smallest was in AISI A36 Mild Steel material at 0,00278967. The largest safety factor was obtained by AISI 440C Steel material at 1.17645, while the smallest safety factor was obtained by AISI A36 Mild Steel material at 0.354142, and the largest displacement occurred in AISI 440C Steel material at 12.6585 mm and the smallest displacement. occurred in AISI A36 Mild Steel material of 11.8681 mm.*

**Keywords:** *Engine CFM56-3, Engine Gantry System, Lifting Tool, Engine Fan Frame, Inventor*

## PENGHARGAAN

### *Assalamu'alaikum Wr. Wb*

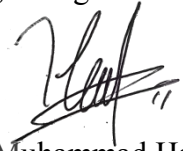
Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama penelitian Tugas Akhir di PT. GMF AeroAsia maupun dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Bapak Muhamad Fitri, ST, M.Si., Ph.D. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng. Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Yuriadi Kusuma, ST., MT. Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta memberikan arahan maupun bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen, staf dan karyawan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang selalu membantu dalam hal penyusunan Tugas Akhir.
5. Ayah dan Ibu yang tak pernah lelah memberikan dukungan berupa doa, moril dan materi kepada penulis dalam setiap proses Tugas Akhir yang dijalani.
6. Rekan-rekan kerja yang memberi saran dan informasi yang sangat membantu agar terealisasinya penelitian Tugas Akhir
7. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2020 yang selalu memberikan doa dan semangat.
8. Seluruh pihak yang membantu selama proses penulis menyelesaikan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dalam Tugas Akhir ini sehingga akan membuat penulis menjadi lebih baik lagi ke depannya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan seluruh pihak yang membaca Tugas Akhir ini.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Jakarta, 06 Agustus 2022



Muhammad Hafiz





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1. <i>FAN MAJOR MODULE</i>	5
2.1.1. <i>Fan and Booster Module</i>	5
2.1.2. <i>Bearing Support no.1 module dan bearing support no.2 module</i>	7
2.1.3. <i>Fan frame module</i>	8
2.2. <i>Engine Gantry System</i>	9
2.2.1. <i>Monorall with wire rope hoist</i>	9
2.2.2. <i>Lifting station</i>	10
2.2.3. <i>Engine carrier gantry</i>	11
2.3. <i>LIFTING TOOLS FAN FRAME ENGINE CFM56-3</i>	13
2.4. TEGANGAN ( <i>STRESS</i> )	15
2.5. REGANGAN ( <i>STRAIN</i> )	16
2.6. <i>SAFETY FACTOR (SF)</i>	17

2.7.	<i>UTODESK INVENTOR</i>	18
	2.7.1. Analisa Struktur Pada <i>Autodesk Inventor</i>	18
	2.7.2. <i>Displacement</i>	19
	2.7.3. Kriteria <i>Von Mises</i>	19
	2.7.4. <i>Poisson Ratio</i>	20
2.8.	PENELITIAN TERDAHULU	21
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>31</b>
3.1	DIAGRAM ALIR	31
3.2	BAHAN DAN ALAT	32
3.3	METODE PENELITIAN	32
3.4	GAMBARAN UMUM RANCANGAN	33
	3.4.1 Rancangan fungsional	33
	3.4.2 Rancangan Struktural	34
	3.4.3 Simulasi beban statistik <i>lifting tools fan frame</i> dengan inventor	36
3.5	OBSERVASI AWAL PERANCANGAN	36
	3.5.1 Observasi ketersediaan alat dan bahan	37
	3.5.2 Observasi dimensi	38
3.6	OBSERVASI DATA MATERIAL	40
3.7	PERANCANGAN DESAIN <i>LIFTING TOOL</i>	41
	3.7.1 Perancangan desain awal	41
	3.7.2 Perancangan desain akhir	43
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>46</b>
4.1	PENGUJIAN PERANCANGAN	46
	4.1.1 Pengujian tegangan <i>lifting tool fan frame assy</i>	46
	4.1.2 Pengujian <i>fit-check</i>	61
4.2	PROSEDUR ALAT	62
	4.2.1 Prosedur pengoperasian alat	62
	4.2.2 Prosedur perawatan alat	63

<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>64</b>
5.1.	KESIMPULAN	64
5.2.	SARAN	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>66</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>67</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fan and Booster Module Engine CFM56	6
Gambar 2.2. Fan and Booster Design	6
Gambar 2.3. Bearing Support No.1	7
Gambar 2.4. Bearing Support No.2	7
Gambar 2.5. Fan Frame Module Engine CFM56-3	8
Gambar 2.6. Engine Gantry System Untuk CFM56-Series	9
Gambar 2.7. Monorall With Wire Rope Hoist	10
Gambar 2.8. Lifting Station Gantry System untuk CFM56 Series	11
Gambar 2.9. Ilustrasi Area Kerja Gantry System	12
Gambar 2.10. Ilustrasi Engine Carrier Gantry dengan Engine	12
Gambar 2.11. Ilustrasi Engine dengan Engine Carrier saat Proses Low Pressure Turbine Remove	12
Gambar 2.12. Ilustrasi Engine dengan Engine Carrier (Fan Major Module Assy/Disassy)	13
Gambar 2.13. Ilustrasi Engine selama LPT Removal/Installation	13
Gambar 2.14. Lifting Tools Fan Frame Engine CFM56-3	14
Gambar 2.15. Tegangan dan Regangan	15
Gambar 2.16. Grafik Stress-Strain	16
Gambar 2.17. Contoh distribusi tegangan	20
Gambar 2.18. Perumusan poisson ratio	21
Gambar 3.1. Diagram alir	31
Gambar 3.2. Dimensi Engine Fan Frame CFM56-3	39
Gambar 3.3. Gambar Dua Dimensi Beam Lifting Tool	42
Gambar 3.4. Gambar Dua Dimensi Weight Adjustment & Shackle	43
Gambar 3.5. Gambar Dua Dimensi Lifting Tool Fan Frame Assy	43
Gambar 3.6. Gambar Tiga Dimensi Beam Lifting Tool	44
Gambar 3.7. Gambar Tiga Dimensi Weight Adjustment	44
Gambar 3.8. Gambar Tiga Dimensi Lifting Tool Fan Frame Full Assy	45
Gambar 3.9. Sketsa Lifting Tool Fan Frame Assy pada Engine Gantry System	45
Gambar 4.1. Force Transversal Lifting Tool Fan Frame Assy	48
Gambar 4.2. Force longitudinal lifting tool fan frame assy	49

Gambar 4.3. Selected Face of Pin Constraint	49
Gambar 4.4. Von Mises Stress Steel 1018 209 QT	54
Gambar 4.5. Von Mises Stress Stainless Steel AISI 440C	55
Gambar 4.6. Von Mises Stress Mild Steel ASTM A36	55
Gambar 4.7. 1st Principle Stress Steel 1018 209 QT	56
Gambar 4.8. 1st Principle Stress Stainless Steel AISI 440C	56
Gambar 4.9. 1st Principle Stress Mild Steel ASTM A36	57
Gambar 4.10. 1st Principle Strain Steel 1018 209 QT	57
Gambar 4.11. 1st Principle Strain Stainless Steel AISI 440C	58
Gambar 4.12. 1st Principle Strain Mild Steel ASTM A36	58
Gambar 4.13. Displacement Steel 1018 209 QT	59
Gambar 4.14. Displacement Stainless Steel AISI 440C	59
Gambar 4.15. Displacement Steel ASTM A36	60
Gambar 4.16. Safety Factor Steel 1018 209 QT	60
Gambar 4.17. Safety Factor Stainless Steel AISI 440C	61
Gambar 4.18. Safety Factor Mild Steel ASTM A36	61
Gambar 4.19. Fit-Check Lifting Tool Fan Frame Engine CFM56-3	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Fungsional Komponen Alat	35
Tabel 3.2. Observasi Kebutuhan Alat	37
Tabel 3.3. Observasi Kebutuhan Bahan	37
Tabel 3.4. Dimensi <i>Beam Lifting Tool</i>	38
Tabel 3.5. Dimensi Engine Fan Frame CFM56-3.	38
Tabel 3.6. Dimensi Weight Adjustment	39
Tabel 3.7. Dimensi Fitting Turnbuckle	40
Tabel 3.8. Material Lifting Tool Fan Frame Assy	40
Tabel 4.1. Physical Lifting Tool Fan Frame Assy	46
Tabel 4.2. Mesh Setting Lifting Tool Fan Frame Assy	47
Tabel 4.3. Force Transversal Lifting Tool Fan Frame Assy	48
Tabel 4.4. Force Longitudinal Lifting Tool Fan Frame Assy	48
Tabel 4.5. Result Summary Steel AISI 1018 209 QT	50
Tabel 4.6. Result Summary Stainless Steel AISI 440C	51
Tabel 4.7. Result Summary Mild Steel ASTM A36	52
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Material Lifting Tool Fan Frame	53
Tabel 4.9. Reaction Force and Moment on Pin Constraint	54

MERCU BUANA

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. <i>Form</i>	67
Lampiran A- 1 <i>Form Standard Operation Procedure (SOP)</i>	67
Lampiran A- 2 <i>Form Tool Qualification Demonstration Report (TQDR)</i>	68
Lampiran A- 3 <i>Form Preventive Maintenance Instruction (PMI)</i>	70
Lampiran B. Blue Print Gambar Kerja	71
Lampiran B- 1 Gambar Dua Dimensi <i>Beam Lifting Tool</i>	71
Lampiran B- 2 Gambar Dua Dimensi <i>Shackle &amp; Weight Adjustment</i>	72
Lampiran B- 3 Gambar Dua Dimensi <i>Lifting Tool Fan Frame Assy</i>	73
Lampiran C. Langkah – Langkah Perancangan	74
Lampiran C- 1 Langkah-Langkah Pembuatan Gambar <i>Lifting Tool Fan Frame</i>	74
Lampiran C- 2 Langkah-Langkah Pengujian	79



## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
GMF	Garuda Maintenance Facility
MRO	<i>Maintenance, Repair and Overhaul</i>
ASSY	<i>Assembly</i>
DISASSY	<i>Disassembly</i>
HPC	<i>High Pressure Compressor</i>
LPC	<i>Low Pressure Compressor</i>
HPT	<i>High Pressure Turbine</i>
LPT	<i>Low Pressure Turbine</i>
ESM	<i>Engine Service Manual</i>
SRM	<i>Sheet Repair Manual</i>
PMI	<i>Preventive Maintenance Instruction</i>
SOP	<i>Standard Operation Procedure</i>
TQDR	<i>Tool Qualification Demonstration Report</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA