



***REVERSE ENGINEERING* TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN *BACK LADDER* PESAWAT DHC-6 TWIN
OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

SETYO DEWANTORO

1710311052

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2021



***REVERSE ENGINEERING* TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN *BACK LADDER* PESAWAT DHC-6 TWIN
OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

SETYO DEWANTORO

1710311052

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2021

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Setyo Dewantoro

NPM : 1710311052

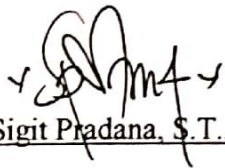
Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : *REVERSE ENGINEERING* TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN *BACK LADDER* PESAWAT DHC-6 TWIN
OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim 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.



M. As'adi, S.T., M.T
Penguji Utama



Sigit Pradana, S.T., M.T

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc., M.Si

Dekan



Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T

Pembimbing I



Nur Choliz, S.T., M.Eng

Ka. Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 2 Februari 2021

PENGESAHAN PEMBIMBING
REVERSE ENGINEERING TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN BACK LADDER PESAWAT DHC-6 TWIN
OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Dipersiapkan dan disusun oleh :

SETYO DEWANTORO

1710311052

Pembimbing I



Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T

Pembimbing II



Dr. Damora Rhaksywi S.T., M.T

Jakarta, 8 Februari 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Nur/Cholis, ST. M.Eng

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Setyo Dewantoro

NIM : 1710311052

Program Studi : Teknik Mesin

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 8 Februari 2021

Penulis,



(Setyo Dewantoro)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertandaotangan di bawah ini :

Nama : Setyo Dewantoro

NIM : 1710311052

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***REVERSE ENGINEERING TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN BACK LADDER PESAWAT DHC-6 TWIN
OTTER 300S DENGAN 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 (*database*), 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.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 8 Februari 2021

Yang menyatakan,



(Setyo Dewantoro)

REVERSE ENGINEERING TERHADAP ANALISIS TEGANGAN BACK LADDER PESAWAT DHC-6 TWIN OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

SETYO DEWANTORO

ABSTRAK

Pada dasarnya suatu struktur dapat menerima gaya dan jenis pembebanan yang bervariasi dengan batas pakai yang ditoleransi, karena gaya yang diterima dapat mengakibatkan suatu struktur mengalami deformasi hingga kegagalan struktur. Begitu pula dengan struktur pesawat, harus dibuat kuat agar mampu menahan gaya yang akan diterima. Karena setiap komponen pada pesawat terbang merupakan bagian yang penting. Komponen pesawat yang akan dibahas pada skripsi ini adalah *back ladder* pada pesawat DHC-6 Twin Otter 300S. Dengan menerapkan metode *reverse engineering* pada perancangan struktur *back ladder*, menggunakan *aluminum* sebagai variasi material, serta melakukan simulasi *fluent* dan kekuatan struktur menggunakan *software* FEA. Kemudian menghasilkan *back ladder* versi modifikasi yang lebih aerodinamis dan *ladderstep* variasi material *aluminum 7075* yang lebih proper sebagai akses naik dan turun penumpang.

Kata kunci : *reverse engineering*, aluminium, metode elemen hingga, *back ladder*

**REVERSE ENGINEERING TERHADAP ANALISIS
TEGANGAN BACK LADDER PESAWAT DHC-6 TWIN OTTER
300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

SETYO DEWANTORO

ABSTRACT

Basically, a structure can accept a force and type of loading that varies with tolerable wear limits, because the force received can cause a structure to experience deformation to the failure of the structure. Likewise with the aircraft structure, it must be made strong in order to be able to withstand the forces to be received. Because every component in an airplane is an important part. The aircraft component that will be discussed in this thesis is the back ladder on the DHC-6 Twin Otter 300S aircraft. By applying the reverse engineering method to the design of the back ladder structure, using aluminum as a material variation, and simulating the fluent and structural strength using FEA software. Then it produces a modified version of the back ladder that is more aerodynamic and ladderstep, a variation of the alluminum 7075 material that is more proper for acces to and from passengers.

Keywords: *reverse engineering, aluminum, finite element method, back ladder*

KATA PENGANTAR

Rasa bersyukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan kebaikan-Nya penulis dapat mengerjakan serta menyelesaikan skripsi dengan judul “*REVERSE ENGINEERING TERHADAP ANALISIS TEGANGAN BACK LADDER PESAWAT DHC-6 TWIN OTTER 300S DENGAN METODE ELEMEN HINGGA*”. Adapun skripsi ini berisi tentang metode metode elemen hingga, dasar teori serta proses *reverse engineering* yang diterapkan sebagai pendukung penelitian ini. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik sesuai dengan kurikulum yang sudah penulis tempuh di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis telah mendapat banyak bantuan dan pembelajaran dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan rasa bersyukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat, kasih dan kebaikan-Nya kepada saya sehingga proposal skripsi ini bisa tersusun dengan baik.
2. Kepada ibu penulis yang senantiasa telah mendukung serta mendoakan saya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan baik.
3. Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
4. Bapak Nur Choliz, S.T, M.Eng selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
5. Bapak Ir. M. Galbi, M.T dan Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP yang telah senantiasa membimbing penulis.
6. Para pembimbing dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Negara yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan pengambilan data tugas akhir.
7. Teman-teman Teknik Mesin 2017 yang sudah saling membantu dan mendukung penulis.
8. Teman-teman *Tiberias Choir* BTC yang sudah mendukung dan mendoakan penulis.

9. Teman-teman SMA yang sudah meluangkan waktunya untuk bermain di tengah masa-masa penulisan skripsi.
10. Serta setiap pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih ditemukan banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbarui penulisan skripsi ini. Kiranya skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 8 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pesawat Amphibi.....	5
2.1.1. <i>Flying Boat</i>	5
2.1.2. <i>Float Plane</i>	5
2.2. Pesawat DHC-6 Twin Otter 300S	6
2.3. <i>Reverse Engineering</i> (Rekayasa Balik)	7
2.4. Tegangan.....	7
2.5. Regangan	8
2.6. Hukum <i>Hooke</i>	8
2.7. Momen Inersia.....	9
2.8. Metode Elemen Hingga.....	9

2.9.	Pembebanan pada Struktur	10
2.9.1.	Beban Statis	10
2.9.2.	Beban Dinamis	10
2.10.	Material pada Struktur Pesawat Terbang	10
2.10.1.	Alumunium Paduan (<i>Alloy</i>)	11
2.10.2.	Titanium	12
2.10.3.	Baja Paduan	12
2.10.4.	Komposit	13
2.11.	Dasar Pemilihan Material	13
2.12.	Berat Penumpang	14
2.13.	Berat Maksimum Bagasi Penumpang	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		16
3.1.	Diagram Alir Penelitian	16
3.2.	Prosedur Perancangan <i>Back Ladder</i>	18
3.2.1.	Metode <i>Reverse Engineering</i>	18
3.2.2.	Membuat Modifikasi Permodelan <i>Back Ladder</i>	20
3.3.	Prosedur Simulasi FEA	21
3.3.1.	Simulasi <i>Fluent</i>	21
3.3.2.	Simulasi Kekuatan Struktur	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1.	Hasil Simulasi <i>Fluent</i>	25
4.2.	Hasil Simulasi Kekuatan Struktur	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		28
5.1.	Kesimpulan	28
5.2.	Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

TABEL 4. 1 HASIL SIMULASI FLUENT.....	25
TABEL 4. 2 HASIL SIMULASI KEKUATAN STRUKTUR.....	27

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 FLYING BOAT	5
GAMBAR 2. 2 FLOAT PLANE.....	6
GAMBAR 2. 3 PESAWAT DHC-6 TWIN OTTER 300S	6
GAMBAR 2. 4 PENAMPANG SEGI EMPAT	9
GAMBAR 2. 5 MATERIAL YANG DIGUNAKAN PADA PESAWAT TERBANG.....	11
GAMBAR 2. 6 DASAR PEMILIHAN ALUMUNIUM.....	14
GAMBAR 2. 7 SURVEY BERAT BADAN ORANG KANADA.....	14
GAMBAR 3. 1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	17
GAMBAR 3. 2 TAMPAK DEPAN SKETSA DHC-6 TWIN OTTER 300S	18
GAMBAR 3. 3 TAMPAK SAMPING SKETSA DHC-6 TWIN OTTER 300S	18
GAMBAR 3. 4 2D IMAGE TRACING SKALA 1:1 SOFTWARE CATIA V5.....	19
GAMBAR 3. 5 MENDAPATKAN UKURAN BARU	19
GAMBAR 3. 6 BACK LADDER HASIL REVERSE ENGINEERING.....	19
GAMBAR 3. 7 BACK LADDER HASIL MODIFIKASI.....	20
GAMBAR 3. 8 TAMPAK BAWAH BACK LADDER HASIL MODIFIKASI.....	20
GAMBAR 3. 9 SIMPLIFIED DESIGN BACK LADDER	21
GAMBAR 3. 10 ENCLOSURE GEOMETRY	22
GAMBAR 3. 11 MESHING.....	22
GAMBAR 3. 12 LADDERSTEP DARI BACK LADDER	22
GAMBAR 3. 13 VARIASI MATERIAL.....	23
GAMBAR 3. 14 CONTACT SURFACE.....	23
GAMBAR 3. 15 PENEMPATAN PRESSURE LOAD	23
GAMBAR 3. 16 HASIL MESHING	24
GAMBAR 4. 1 GRAFIK CL/CD.....	25
GAMBAR 4. 2 GRAFIK RESIDUAL M2 TAKE OFF.....	26
GAMBAR 4. 3 GRAFIK RESIDUAL M2 CRUISE.....	26
GAMBAR 4. 4 GRAFIK HASIL SIMULASI KEKUATAN STRUKTUR.....	27
GAMBAR 4. 5 HASIL SIMULASI KEKUATAN STRUKTUR: TEGANGAN; DEFLEKSI DAN GAYA REAKSI.	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain *Back Ladder* Hasil RE

Lampiran 2 Desain *Strut* dan *Fitting*

Lampiran 3 Desain *Ladderstep*