



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN
DEFORMASI *FLIR SUPPORT* PADA PESAWAT
MEDIUM ALTITUDE LONG ENDURANCE (MALE)
MENGUNAKAN PROGRAM MSC
PATRAN/NASTRAN**

SKRIPSI

PURBO WASESO

1510311026

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA**

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2019



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN
DEFORMASI *FLIR SUPPORT* PADA PESAWAT
MEDIUM ALTITUDE LONG ENDURANCE (MALE)
MENGUNAKAN PROGRAM MSC
PATRAN/NASTRAN**

SKRIPSI

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

PURBO WASESO

1510311026

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA**

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2019

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Purbo Waseso
NIM : 1510311026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN
DEFORMASI *FLIR SUPPORT* PADA PESAWAT
MEDIUM ALTITUDE LONG ENDURANCE (MALE)
MENGUNAKAN PROGRAM MSC
PATRAN/NASTRAN

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



Dr. Damora Rakasywi, ST. MT

Ketua Penguji



Sigit Pradana, ST. MT

Penguji II/Pembimbing II



Ir. M. Galbi, MT

Penguji III/Pembimbing I



Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si

Dekan



Ir. M. Rusdy Hatuwe, MT

Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Purbo Waseso

NIM : 1510311026

Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 11 Juli 2019

Yang menyatakan,



(Purbo Waseso)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Purbo Waseso
NIM : 1510311026
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Mesin

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

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN DEFORMASI *FLIR SUPPORT*
PADA PESAWAT *MEDIUM ALTITUDE LONG ENDURANCE (MALE)*
MENGUNAKAN PROGRAM MSC PATRAN/NASTRAN

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/format kan, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mengaplikasikan 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 : 11 Juli 2019
Yang Menyatakan



Purbo Waseso

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR DAN *DEFORMASI FLIR*
SUPPORT PADA PESAWAT *MEDIUM ALTITUDE LONG*
ENDURANCE (MALE) MENGGUNAKAN PROGRAM MSC
PATRAN/NASTRAN**

Purbo Waseso

ABSTRAK

Peran flir pada pesawat terbang berfungsi sebagai kamera termografi yang bisa mendeteksi radiasi yang digunakan pada pesawat militer maupun sipil. Peran ini menjadi salah satu hal yang penting. Oleh karena itu, ketahanan atau kekuatan struktur flir harus benar-benar mampu menahan pembebanan yang diterima dari jenis-jenis pembebanan yang ada. Menggunakan *software* Patran dan Nastran adalah salah satu cara untuk menghitung kekuatan struktur, kekakuan elemen dan defleksi yang terjadi pada flir support. Dimana ada beberapa hal yang harus diganti karena faktor keamanan yaitu seperti ketebalan dan material yang digunakan. Dari hasil analisis kekuatan struktur dan deformasi yang terjadi pada flir support pesawat MALE di departemen Analisa struktur PT. Dirgantara Indonesia diperoleh nilai *Margin of Safety* yang aman dalam jenis pembebanan yang ada. Sedangkan untuk defleksi dan kekakuan elemen yang terjadi dalam batas aman tidak melebihi ketentuan yang ada.

(Kata Kunci: Flir, Patran/Nastran, Margin of Safety, Deformasi, Difleksi, Kekakuan Elemen)

**ANALYSIS OF STRUCTURE STRENGTH AND
DEFORMATION OF FLIR SUPPORT IN ALTITUDE LONG
ENDURANCE MEDIUM (MALE) PLANES USING MSC
PATRAN / NASTRAN PROGRAM**

Purbo Waseso

ABSTRACT

The role of FLIR in airplanes serves as a thermographic camera than can detect radiation and this planes usually used for civilian aircraft and military purpose. This role is one of the important things. Therefore, strength and power structure of the Flir Support must able to withstand the load from the types of loads that exist. By using software Patran and Nastran is one of the ways to calculate the strength of the structure, rigidity of the element and deflection that happened to the flir support. There are several things that must be replaced because of security factors, such as the thickness and materials used. From the results from the analysis of structural strength and deformation that occurs on the Flir Support used in the MALE aircraft in the structural analysis department of PT. Dirgantara Indonesian obtained a safe Margin of Safety value in the type of loading that exist. Whereas for deflection and the lack of elements that occur within safe limits does not exceed the existing provisions.

(Keywords: Flir, Patran/Nastran, Margin of Safety, Deformasi, Difleksi, Kekakuan Elemen)

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan atas Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya, hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan kerja praktik dengan judul Analisis Kekuatan Struktur dan Deformasi *flier support* pada Pesawat *Medium Altitude Long Endurance* (MALE) Menggunakan Program MSC Patran/Nastran.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Tentunya dalam penyusunan penulisan laporan ini, banyak hambatan yang menjadi penghalang dalam proses penulisan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan yang telah diberikan kepada:

1. Kedua orang tua dan adik yang sangat penulis cintai, yang selalu memberikan semangat, kasih sayang, serta dukungan moril maupun materil.
2. Bapak Ir. Muhammad Galbi, M.T. sebagai pembimbing pertama dan serta bapak Sigit Pradana, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua yang telah menjadi panutan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Herlambang selaku manager dan serta bapak Joshua selaku pembimbing di Departemen Analisis Struktur TC 3000 PT. Dirgantara Indonesia.
4. Bapak Mohamad Rusdy Hatuwe, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.
5. Teman-teman Teknik Mesin UPNVJ 2015 yang telah memberikan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian dan dukungannya. Penulis berharap semoga penulisan Skripsi ini bisa bermanfaat bagi banyak pihak.

Jakarta, Juli 2019



Penulis

DAFTAR NOTASI

σ = Normal stress [daN/mm]

f = Gaya dalam arah tegak lurus terhadap penampang [daN]

A = Luas penampang [mm^2]

τ = Shear stress [daN/mm]

f = Gaya dalam arah tegak lurus terhadap penampang [daN]

ε = Strain (regangan)

ΔL = Perumahan sepanjang L [mm]

L = Jarak [mm]

M = Momen [daN.mm]

F = Gaya [force] [daN]

d = Jarak lengan [mm]

I_{zz} = Momen inersi terhadap sumbu z-z (referensi) [mm^4]

b = Panjang serah penampang [mm]

H = Panjang tegak lurus penampang [mm]

I_0 = Momen inersia [mm^4]

d = Jarak dari titik berat komponen penampang ke suatu titik yang dituju

M = Bending moment [daN.mm]

I = Momen inersia [mm^4]

Y = Jarak dari garis referensi (garis netral) ke titik berat penampang [mm]

K^2 = Tegangan luluh material dalam geser murni

R = Loading ratio (rasio pembebanan)

P_{app} = Applied load (beban yang terjadi pada struktur)

P_{all} = Allowable load (beban yang diizinkan)

λ = *max. eigenvector*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	6
2.1 Flir	6
2.2 Definisi Tegangan	7
2.3 Tegangan	8
2.3.1 Normal stress (tegangan normal)	8
2.3.2 Shear Stress (Tegangan Geser)	9
2.4 Regangan	10
2.5 Momen Inersia.....	11
2.5.1 Momen inersia penampang persegi.....	11
2.5.2 Momen inersia terhadap suatu titik berjarak dari titik berat penampang.....	12
2.6 Teori Kegagalan	13
2.7 Kekuatan Struktur.....	14

2.8 Defleksi	14
2.9 Kekakuan material.....	16
2.10 Ultimate Strength	17
2.11 Metode Elemen Hingga (Finite Element Method)	18
2.12 MSC PATRAN/NASTRAN.....	20
BAB III	23
3.1 Flowchart Proses Analisis FEM	23
3.2 Data struktur flir support	24
3.3 Membuat Geometri Model	25
3.3.1 Membuat Midsurface.....	26
3.4 Membuat Model Elemen Hingga (Meshing).....	26
3.4.1 Verify.....	27
3.5 Input data Flir	28
3.5.1 Pedefinisikan material.....	28
3.5.2 Pendefinisian jenis elemen (properties).....	28
3.6 Membuat RBE2 dan RBE3	29
3.6.1 Membuat Fastener.....	29
3.6.2. Membuat Rigid Body Element	30
3.7 Input Tumpuan dan Force	31
3.7.1 Displacement	31
3.7.2 Force	31
3.8. Analisis dan Akses Hasil	32
3.8.1 Analisis.....	32
3.8.2 Run ke Natran	33
3.8.3 Access Results dan Results.....	34
BAB IV	35
4.1 Hasil Analisis Dari Software Patran dan Nastran	32
3.8 Melakukan pengujian ulang	32
BAB V.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Flir Support.....	7
Gambar 2.2 Tegangan Normal	8
Gambar 2.3 Tegangan Geser.....	9
Gambar 2.4 Momen Inersia Penampang Persegi	11
Gambar 2.5 Momen Inersia terhadap suatu titik berjarak dari titik berat penampang	12
Gambar 2.6 Balok Netral dan Defleksi	15
Gambar 2.7 Diagram Ultimate Strength	17
Gambar 2.8 Diskritasi (meshing) struktur.....	19
Gambar 2.9 Posisi nodal saat pemodelan FEM	19
Gambar 3.1 Flowchart.....	23
Gambar 3.2 Penempatan Flir Support.....	24
Gambar 3.3 (a) Tampilan Import File di Patran.....	24
Gambar 3.3 (b) 3D CAD.....	25
Gambar 3.4 Hasil Midsurface	26
Gambar 3.5 Hasil Meshing	27
Gambar 3.6 Verify	27
Gambar 3.7 Masukkan data material	28
Gambar 3.8 Masukkan data properties.....	29
Gambar 3.9 (a) RBE2.....	29
Gambar 3.9 (b) Hasil Fastener	30
Gambar 3.10 Hasil dari RBE3	30
Gambar 3.11 Input Data Displacement.....	31
Gambar 3.12 Input Force	32
Gambar 3.13 Input analisis	32
Gambar 3.14 (a) Hasil analisis	33
Gambar 3.14 (b) Hasil Run di Natran dari F06.....	33
Gambar 3.15 Hasil akhir	34

Gambar 4.1 (a) Difleksi yang terjadi pada Forward case.....	36
Gambar 4.1 (b) Difleksi yang terjadi pada Downward case	36
Gambar 4.1 (c) Difleksi yang terjadi pada Upward case	37
Gambar 4.1 (d) Defleksi yang terjadi pada Sideward case	37
Gambar 4.2 Hasil F06	38
Gambar 4.3 (a) Downward.....	40
Gambar 4.3 (b) Forward.....	40
Gambar 4.3 (c) Sideward	41
Gambar 4.3 (d) Upward	41
Gambar 4.3 (e) FORWARD WEB STA 2703	42
Gambar 4.3 (f) DOWNWARD WEB STA 1580.....	43
Gambar 4.3 (g) UPWARD WEB STA 2703	44
Gambar 4.3 (h) SIDEWARD WEB STA 1580.....	45
Gambar 4.4 Part tambahan.....	46
Gambar 4.5 (a) Difleksi Downward case new	47
Gambar 4.5 (b) Difleksi Forward case new	47
Gambar 4.5 (c) Difleksi Sideward case new	48
Gambar 4.5 (d) Difleksi Sideward case new.....	48
Gambar 4.6 (a) Stress Downward case new.....	50
Gambar 4.6 (b) Stress Forward case new.....	51
Gambar 4.6 (c) Stress Sideward case new	51
Gambar 4.6 (d) Stress Upward case new	52
Gambar 4.6 (e) INTERCOSTAL OPP 1A NEW	53
Gambar 4.6 (f) Frame STA 1580 NEW	54
Gambar 4.6 (g) WEB STA 2703 NEW	54
Gambar 4.6 (h) INTERCOSTAL OPP 1A NEW	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Material dan Ketebalan Flir.....	24
Tabel 4.1 Jenis Penggunaan Material.....	35
Tabel 4.2 Data table defleksi dari semua part yang ada.....	38
Tabel 4.3 (a) Data kekakuan elemen.....	39
Tabel 4.3 (b) Tabel Stress dari keseluruhan part dan ke empat case	42
Tabel 4.4 Data stress dengan ketebalan dan material berbeda.....	46
Tabel 4.5 Data tabel defleksi dari semua part yang ada.....	49
Tabel 4.6 (a) Data kekuan element	50
Tabel 4.7 (a) Tabel Stress dari keseluruhan part dan ke empat case.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Rancangan Fuselage

Lampiran 2 Gambar Rancangan Flir Support

Lampiran 3 Pembebanan Part Pesawat MALE

Lampiran 4 Peraturan Pembebanan Emergency Landing Condition

Lampiran 5 Persentase Kesamaan Software dan Analitik

Lampiran 6 Berkas Pengambilan Data di PT. Dirgantara Indonesia