

## ANALISIS KEKUATAN POROS *LANDING GEAR* PESAWAT N-219

Nizar Malendes, Stenly Tangkuman, Tritiya Arungpadang

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado

### ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan *poros landing gear* pesawat terbang N-219 terhadap variasi berat kargo. Obyek yang diteliti yaitu poros *landing gear* pesawat N-219 produksi PT. Dirgantara Indonesia. Analisis kekuatan statis ditinjau dari tegangan dan defleksi maksimum yang terjadi pada poros *Landing Gear*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa defleksi dan tegangan akan meningkat secara linear dengan kenaikan berat kargo. Sehingga diperoleh bahwa berat kargo maksimum yang diperbolehkan pada pesawat terbang N-219 yaitu sebesar 2500 kg, dengan defleksi yang akan terjadi pada poros *landing gear* sebesar 0,00164 meter dan tegangan 298 MPa.

Penelitian ini juga dilakukan dengan simulasi menggunakan *software* ANSYS 2014, dimana *software* ini mampu melakukan analisa beban, defleksi dan tegangan. Adapun perhitungan manual dan *software* memberikan hasil yang tidak berbeda jauh.

**Kata kunci : Analisis kekuatan, *Landing Gear*, Pesawat N-219, Poros**

### ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the strength of the shaft of the landing gear aircraft N-219 against the variation of cargo's weight. The examined object in this study is the landing gear of N-219 aircraft produced by PT Dirgantara Indonesia. The static strength analysis was conducted on the stress and maximum deflection to the shaft of the landing gear N-219 aircraft.

The results of this study showed that the variation of cargo's weight affects the strength of the landing gear shaft where the increase of the cargo's weight will result in a linear increase of deflection and stress. Finally, the allowed maximum weight of the N-219 aircraft cargo is 2500 kg with the landing gear shaft deflection of 0,00164 meter and the stress of 298 MPa.

Simulation in this study was conducted by using ANSYS 2014, where this software provides load, deflection and stress analysis. It is found that the analysis of manual calculation and software-based calculation shows only little difference.

**Keywords : Aircraft N-219, Landing Gear, Shaft, Strenght analyze**

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pesawat terbang merupakan gabungan dari berbagai macam komponen yang bekerja saling mendukung dan terpadu sehingga berfungsi sebagaimana mestinya. Banyak hal yang harus diperhatikan oleh seorang perancang dalam perancangan komponen pesawat terbang, hal tersebut antara lain komponen sesuai fungsi, keamanan, ekonomis, dan berdimensi optimum. Komponen – komponen dari pesawat terbang merupakan bagian kritical dan sangat membutuhkan ketahanan kerja yang baik untuk menjaga keamanan (*safety*) dari pesawat terbang atau media transportasi udara yang lain.

Namun pada kenyataannya, kegagalan ataupun kerusakan dari komponen pesawat terbang lebih sering terjadi bila dibandingkan dengan kegagalan yang terjadi pada komponen lain. Dalam hal ini analisis kegagalan secara sistematis (*systematic failure analysis*) dapat dilaksanakan untuk meruntut kejadian kegagalan tersebut. Dengan tujuan mencari solusi dan

pengecahan agar kegagalan pada komponen tersebut tidak terjadi lagi.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh berat kargo terhadap tegangan dan defleksi pada poros *landing gear* pesawat terbang N-219.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tegangan dan defleksi pada poros *landing gear* pesawat terbang N-219 terhadap variasi berat kargo.

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian penulisan skripsi ini lebih terarah dan jelas, maka bidang bahasan akan dibatasi pada beberapa hal berikut :

1. Obyek yang digunakan yaitu *Landing Gear* pesawat N-219 produksi PT. Dirgantara Indonesia.
2. Analisis kekuatan statis ditinjau dari tegangan dan defleksi maksimum pada poros *Landing Gear* pesawat terbang N-219.
3. Beban impak dan fluktuasi tidak dianalisis

4. Proses simulasi dibantu dengan software ANSYS.
5. Material poros bersifat homogen AISI 4340.
6. Variasi berat kargo adalah pada setiap kenaikan 500 kg dari 1500 kg sampai dengan 3500 kg.

### 1.5 Manfaat Penelitian

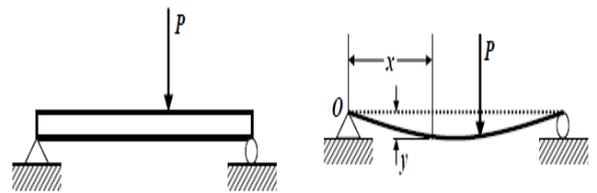
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut dalam permasalahan analisa komponen - ko mponen pesawat terbang lainnya.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Defleksi dan Tegangan pada Poros

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi peformasi. Konfigurasi yang diasumsikan

dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastic dari balok. Gambar 1 (a) memperlihatkan balok pada posisi awal sebelum terjadi deformasi dan gambar 1 (b) adalah balok dalam konfigurasi terdeformasi yang diasumsikan akibat pembebanan. (Ferdinand, Russel, Jhon, dan David. F, 2012)



Gambar 1 (a)      Gambar 1 (b)

Poros membawa beban-beban yang tegak lurus terhadap sumbunya. Beban-beban demikian ini menghasilkan momen lentur di dalam poros yang akan membangkitkan tegangan lentur. Tegangan lentur ini merupakan tegangan normal, yang dapat berupa tarik atau tekan. Tegangan lentur maksimal dalam sebuah penampang poros akan terjadi dibagian paling jauh dari sumbu netral penampang.

### 2.2 Landing Gear N-219

Menurut definisi Badan Penerbangan Amerika Serikat (FAA)

di *Federal Aviation Administration*) saat ini yang juga diadopsi oleh Indonesia *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)*. *Aircraft* adalah sebuah perangkat yang digunakan dalam penerbangan. Kategori *aircraft* untuk sertifikasi penerbangannya dalam hal ini adalah pesawat terbang.

Pesawat N-219 merupakan hasil karya anak bangsa yang dilakukan atas kerjasama PT. Dirgantara Indonesia (PT DI) dan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan).

N-219 adalah pesawat multi fungsi bermesin dua yang dirancang dengan tujuan untuk dioperasikan di daerah-daerah terpencil. Pesawat ini terbuat dari logam dan dirancang untuk mengangkut penumpang maupun kargo. Pesawat yang dibuat dengan memenuhi persyaratan yang dirancang memiliki volume kabin terbesar di kelasnya dan pintu *fleksibel* yang memastikan bahwa pesawat ini bisa dipakai untuk mengangkut penumpang dan juga kargo. (Y Eka, 2009)

*Landing Gear* adalah penopang utama pesawat pada waktu parkir, taxi (bergerak di darat), lepas landas

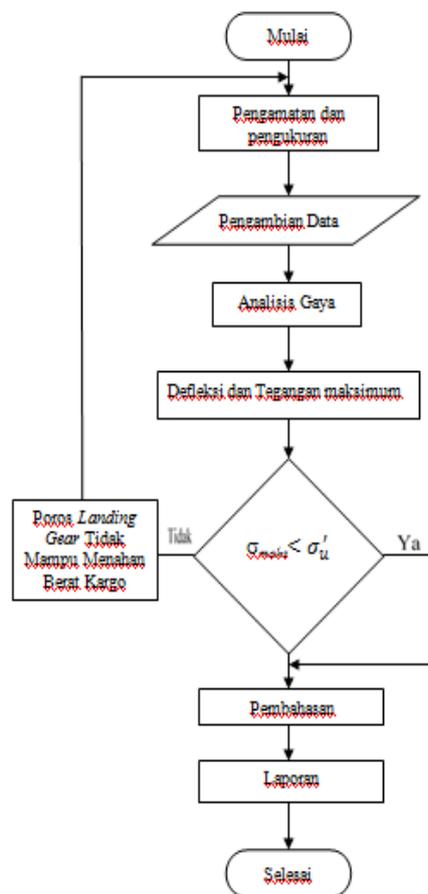
atau pada waktu mendarat. Tipe paling umum dari *Landing Gear* terdiri dari tiga roda, dua roda utama dan roda ketiga yang bisa berada di depan atau di belakang pesawat. *Landing Gear* yang memakai roda di belakang disebut *Conventional Wheel*. Jika roda ketiga bertempat di hidung pesawat, ini disebut *Nosewheel*, dan rancangannya disebut *Tricycle Gear*. *Nosewheel* atau *tailwheel* yang dapat dikemudikan membuat pesawat dapat dikendalikan pada waktu beroperasi di darat.

### III. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 2. Prosedur penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan  
Mengumpulkan dan mempelajari buku referensi yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Pengamatan dan Pengukuran  
Pada proses ini, dilakukan pengamatan dan pengukuran selama melakukan kerja praktek di direktorat *Technology and Development* PT. Dirgantara Indonesia,

yaitu mengukur berat maksimum yang dapat ditampung oleh kabin kargo sesuai dengan spesifikasi yang ada dan simulasi berat kargo pada pesawat sekitar 1500 kg.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### 3. Pengambilan Data

Sebagai input dalam penelitian ini diperoleh data setelah melakukan

pengamatan dan pengukuran pada pesawat terbang N-219. Pengambilan data tersebut berupa:

- Bentuk dan ukuran utama pada bagian poros *Landing Gear* yang akan dianalisis defleksi maksimum dan tegangan maksimum pada poros tersebut
- Penetapan variasi berat kargo yang akan digunakan dalam analisis gaya, defleksi dan tegangan maksimum pada poros *Landing Gear*.

### 4. Analisis Gaya

Dengan pembebanan yang terjadi pada poros *Landing Gear* pesawat, dapat dilakukan analisis gaya untuk mendapatkan gaya dan momen reaksi pada tumpuan poros tersebut.

### 5. Defleksi dan Tegangan Maksimum

Berdasarkan momen reaksi yang terjadi pada tumpuan poros *Landing Gear* pesawat, dapat ditentukan defleksi maksimum dan tegangan

maksimum pada poros *Landing Gear*.

Jika tegangan maksimum pada poros *landing Gear* lebih kecil dari tegangan maksimum material, maka poros tersebut mampu menerima berat kargo dilanjutkan dengan menentukan berat kargo yang diperbolehkan. Jika tidak maka poros tidak mampu menerima berat kargo kembali pengambilan data untuk merubah ukuran poros, atau menurunkan berat kargo, atau juga menaikkan kualitas poros.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa berat kosong pesawat N-219 adalah 4309 kg dengan jumlah penumpang 4 orang, diasumsikan berat setiap orang 80 kg.

Berat total dan gaya aksi yang lainnya dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1 Berat total dan gaya aksi

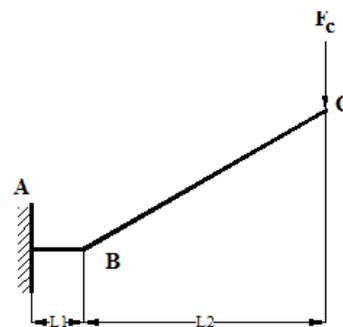
Berat Kargo (kg)	Berat Penumpang (kg)	Berat Pesawat (kosong) (kg)	Berat Total (kg)	Gaya Aksi $F_c$ (N)
1500	320	4309	6129	30057
2000	320	4309	6629	32515
2500	320	4309	7129	34967
3000	320	4309	7629	37420
3500	320	4309	8129	39872

Dari hasil pengamatan diketahui poros yang digunakan pada *Landing Gear* pesawat N-219, yaitu berpenampang berongga (cincin), dengan ukuran diameter luar  $d_a = 0,08$  m dan diameter dalam  $d_i = 0,04$  m, sehingga dengan menggunakan persamaan dapat ditentukan penampang poros tersebut, yaitu:

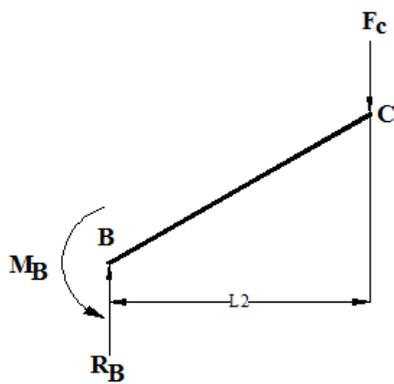
$$I = \frac{\pi}{64} [(0,08)^4 - (0,04)^4] = 0.00000188 \text{ m}^4.$$

#### 4.1 Analisis dengan Teori Mekanika

Gaya yang bekerja pada poros *Landing Gear* pesawat N-219 Pembebanannya seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Pembebanan pada poros *Landing Gear*



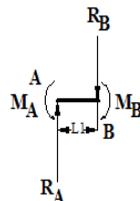
Gambar 4 Diagram benda bebas poros BC

Gaya reaksi di titik B untuk berat kargo 1500 kg adalah:

$$R_B = 30057 \text{ N}$$

Momen di titik B untuk berat kargo 1500 kg adalah:

$$M_B = (30057) \cdot (1,2) = 36069 \text{ Nm}$$



Gaya reaksi di titik A untuk berat kargo 1500 kg adalah:

$$R_A = 30057 \text{ N}$$

Momen di titik A untuk berat kargo 1500 kg adalah:

$$M_A = (36069) + (30057) \cdot (0,18) = 11902 \text{ Nm}$$

Poros *Landing Gear* adalah poros berlubang yang menerima beban lentur maksimum pada poros AB, maka dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma_{maks} = \frac{M_A \cdot c}{I}$$

Untuk berat kargo 1500 kg adalah:

$$\begin{aligned} \sigma_{maks} &= \frac{(11902) \cdot (0,04)}{(0,0000188)} \\ &= 253 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

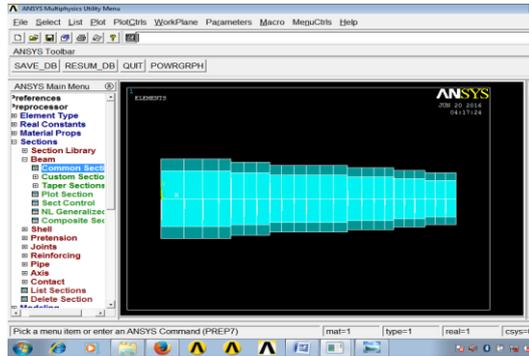
Tegangan maksimum untuk berat kargo lainnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Tegangan maksimum

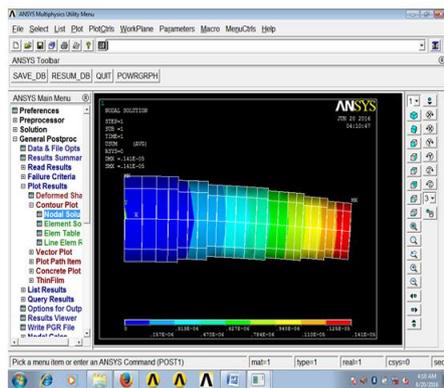
Berat Kargo (kg)	Tegangan Maksimum $\sigma_{maks}$ (MPa)
1500	253
2000	273
2500	294
3000	315
3500	335

populer saat ini yaitu ANSYS 14, dimana *software* ini mampu melakukan analisa beban, pengaruh temperatur, deformasi, defleksi, tegangan, *displacement*, regangan, dan sebagainya. Pada gambar 5

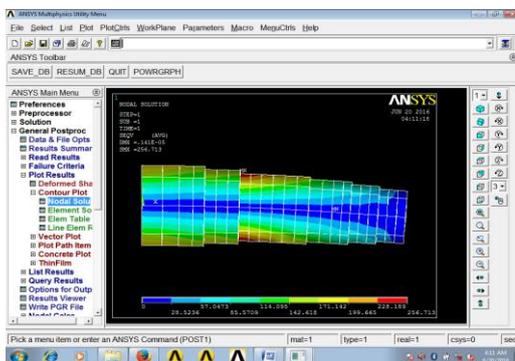
ditunjukkan poros yang telah dimeshing, sedangkan gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil simulasi untuk berat kargo 1500 kg.



Gambar 5 Model poros untuk simulasi



Gambar 6 Defleksi poros dengan berat kargo 1500 kg



Gambar 7 Tegangan Von Mises dengan berat kargo 1500 kg

Selanjutnya Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan ANSYS untuk tegangan dan defleksi maksimum.

Tabel 3 Tegangan maksimum dan defleksi maksimum

Berat Kargo (kg)	Tegangan Von mises (Mpa)	Defleksi Maksimum (meter)
1500	256	0.00141
2000	277	0.00153
2500	298	0.00164
3000	319	0.00176
3500	340	0.00187

### 4.3 Pembahasan

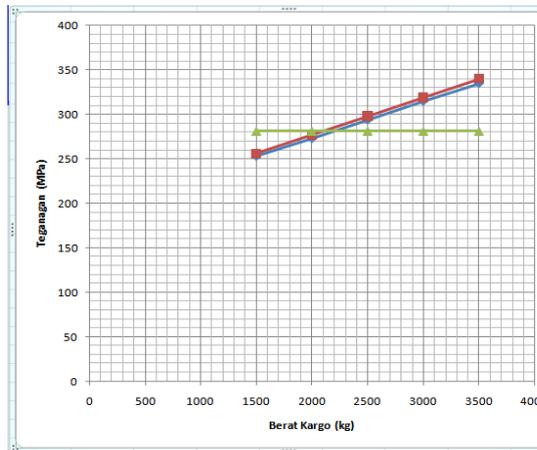
Pengaruh variasi berat kargo terhadap defleksi maksimum maupun tegangan maksimum pada poros *Landing Gear* pesawat terbang N-219 meningkat secara linear.

Hasil perhitungan manual tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan menggunakan *software* ansys. Perhitungan manual hasilnya lebih kecil karena tidak menganalisis tegangan geser.

Pada tabel 4 diperlihatkan perbandingan tegangan antara perhitungan manual dan ansys.

*Tabel 4 Perbandingan tegangan antara perhitungan manual dan ansys*

Berat kargo (kg)	Perhitungan manual (Mpa)	Ansys (MPa)
1500	253	256
2000	273	277
2500	294	298
3000	315	319
3500	335	340



*Gambar 8 Grafik perbandingan antara perhitungan manual dan ansys terhadap tegangan ijin bahan*

## V. PENUTUP

Dari hasil penelitian pada poros pesawat terbang N-219 dapat disimpulkan bahwa:

1. Defleksi dan tegangan akan meningkat secara linear dengan kenaikan berat kargo.
2. Berat kargo maksimum yang diperbolehkan pada pesawat terbang N-219 yaitu sebesar 2500 kg, dengan defleksi poros landing gear sebesar 0,00164 meter dan tegangan yang akan terjadi 298 MPa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Z, 1999. Elemen Mesin I, Refika Aditama Bandung.
- Hutahaean, R.Y, 2011. Mekanika Kekuatan Material, Graha Ilmu Yogyakarta.
- Ferdinand, Russel, Jhon, dan David F, 2012. Mechanic of Materials, the McGraw-Hill companies New York.
- Mott. R. L, 2009. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, ANDI Yogyakarta.
- Neimann, Gustav dan H Winter, 1992. Elemen Mesin, Erlangga Jakarta.

Wada. J. I, 2009. Analisa Dinamika Mekanisme Engkol Luncuran Tunggal di Jalur Produksi Sumpit Bambu ( Bamboo Rattern Machine Whole Plan) Model LW-002, Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi Manado.

Y Eka, 2009. Pengenalan Komponen Mesin, Arfino Raya Bandung.

<http://www.shunitesteel.com/hot-forged-4340-steel-bar/> diakses pada 22 mei 2016 pada jam 13.45 am.