



# Desain dan Analisis Tegangan Alat Pengangkat Roket Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga

Lasinta Ari Nendra Wibawa

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Email Penulis: [lasinta.ari@lapan.go.id](mailto:lasinta.ari@lapan.go.id)

## INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 22/04/2019  
Naskah Direvisi 26/06/2019  
Naskah Disetujui 30/06/2019  
Naskah Online 30/06/2019

## ABSTRAK

This study examines the design and stress analysis of a 10 ton capacity rocket lifting device using the finite element method. The material used is Aluminum alloy 7075. Finite element analysis is done numerically by using Autodesk Inventor Professional 2017. software The simulation results show that the structure of the rocket lift has Von Mises stress, deformation, mass, and safety factors of 46.34 MPa, 0.7947 mm, 186.75 kg, and 3.13.

**Kata kunci:** aluminium 7075, autodesk inventor 2017, metode elemen hingga, alat pengangkat roket, analisis tegangan

## 1. PENDAHULUAN

Crane digunakan untuk mengangkat beban berat dan memindahkannya dari satu tempat ke tempat yang lain [1]. Crane kebanyakan digunakan dalam industri alat berat seperti industri transportasi, konstruksi, dan industri manufaktur [2]. Crane dengan model *circular*, *trapezoidal*, *rectangular* dan *triangular cross section* adalah yang paling sering digunakan [3][4].

*Sling* yang digunakan di berbagai *crane* ada beberapa jenis, yaitu *wire rope sling*, *chain sling*, *webbing sling*, dan *round sling*. *Webbing sling* adalah alat bantu angkat yang terbuat dari anyaman (*webbing*) yang umumnya terbuat dari poliester, polipropelena, nilon, dan kevlar. *Webbing sling* berbentuk datar, pipih, dan tabung dengan ukuran lebar yang berbeda, tergantung pada kekuatan atau *maximum load* dari *webbing sling* tersebut. Penggunaan *webbing sling* untuk menggantikan *wire rope sling* pada *crane* berfungsi sebagai aplikasi dalam mengangkat (*lifting*) dan mengikat (*choker*). Keuntungan dari penggunaan *webbing sling* yaitu ringan, tidak korosi, fleksibel, harga terjangkau, dan mudah dilakukan inspeksi.

Salah satu permasalahan pada penggunaan *webbing sling* yaitu terjadinya *slip* saat mengangkat benda yang berbentuk panjang melingkar seperti pipa atau tabung. Hal ini terjadi karena sulitnya mencari titik keseimbangan dari benda yang diangkat. Maka, rancangan desain alat bantu pengangkat roket sangat diperlukan untuk memudahkan pekerjaan tersebut.

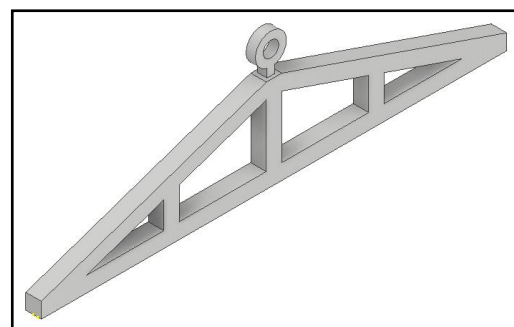
Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfer atau LAPAN Garut adalah kantor tempat melaksanakan uji teknologi penerbangan dan antariksa,

khususnya uji statik dan uji terbang roket. Lokasi LAPAN Garut yang berada di pesisir Pantai Cilauteureun membuat lingkungan LAPAN Garut sangat tinggi dengan bahaya korosi [5]. *Crane* digunakan untuk merakit (*assembly*) komponen-komponen roket. Desain struktur alat pengangkat roket yang tepat dapat menunjang tugas sehari-hari di kantor LAPAN Garut.

Penelitian ini menggunakan material Aluminium 7075 Aluminium 7075 memiliki sifat ringan dan tahan korosi. Material Aluminium 7075 juga memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) yang cukup tinggi, yaitu sekitar 145 MPa.

## 2. METODE PENELITIAN

Material yang dipilih untuk merancang alat pengangkat roket yaitu material Aluminium 7075. Desain 3D alat pengangkat roket dapat dilihat pada Gambar 1.



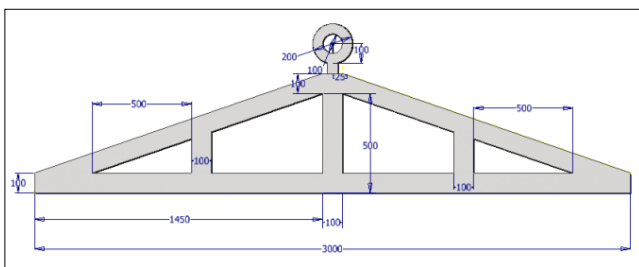
Gambar 1. Desain 3D alat pengangkat roket

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Autodesk Inventor Professional 2017. Autodesk Inventor Professional adalah salah satu produk dari Autodesk Inc. USA yang dulu lebih familier dengan produk AutoCAD [6]. Simulasi Autodesk Inventor berguna untuk menjalankan analisis untuk membuktikan validitas dari sebuah desain [7]. Hal ini jauh lebih praktis dan hemat waktu saat merancang desain sebelum membuatnya dalam bentuk prototipe fisik [8].

Analisis tegangan yang dilakukan oleh Autodesk Inventor menggunakan metode analisis elemen hingga. Analisis elemen hingga merupakan metode yang umum digunakan oleh *software* analisis struktur. Analisis elemen hingga adalah teknik numerik matematis untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur komponen teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*) [9][10].

Prosedur menjalankan simulasi tegangan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2017 ada beberapa tahapan:

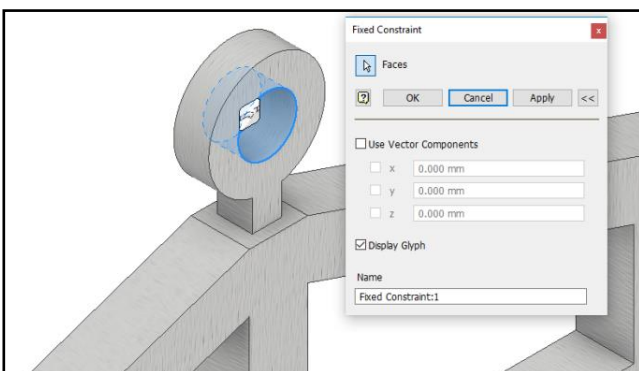
Pertama, mendesain rangka struktur alat pengangkat roket. Desain meliputi bentuk dan dimensi dari struktur alat pengangkat roket. Dimensi alat pengangkat roket secara detail ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Dimensi alat pengangkat roket kapasitas 10 ton (dalam mm)

Kedua, menentukan jenis material yang digunakan. Material yang dipilih adalah *Aluminium 7075* yang merupakan material yang tahan korosi.

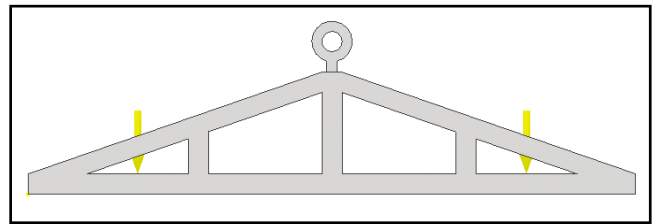
Ketiga, menentukan batasan (*constraint*). Batasan yang digunakan adalah *fixed constraint* pada ujung lubang kait alat pengangkat roket (Gambar 3).



**Gambar 3.** Letak *fixed constraint* alat pengangkat roket

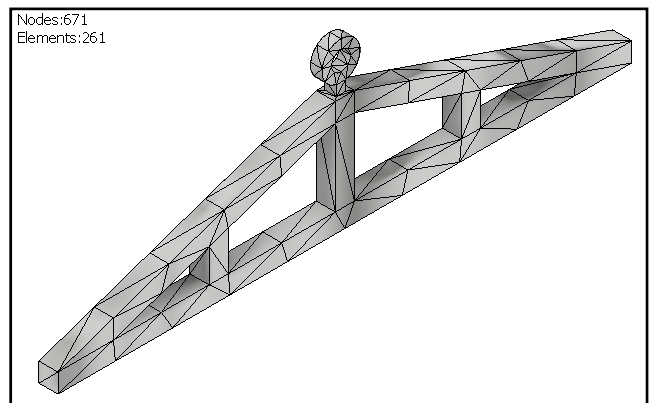
Keempat, menentukan besarnya beban. Beban yang digunakan adalah 10 ton (10.000 kg). Beban dinyatakan

dalam satuan *Newton* (N) dengan mengalikannya dengan percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) menjadi 98.100 N. Letak beban berada pada sisi kiri dan kanan alat pengangkat roket (Gambar 4). Kedua sisi tersebut yang nantinya dipasang *webbing sling* yang dihubungkan pada tabung roket.



**Gambar 4.** Letak beban alat pengangkat roket

Kelima, menjalankan proses *meshing*. Proses *meshing* pada simulasi ini membagi komponen menjadi 671 node dan 261 elemen seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Proses *meshing* struktur alat pengangkat roket

Keenam, menjalankan simulasi program. Simulasi program akan menghasilkan tegangan *Von Mises*, deformasi (*displacement*), massa, dan faktor keamanan. Simulasi program juga akan menampilkan titik-titik kritis dari desain yang telah dibuat.

Parameter yang digunakan dalam analisis tegangan dengan Autodesk Inventor 2017 secara detail dapat dilihat dari Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Parameter analisis tegangan

Parameter	Keterangan
Tipe simulasi	<i>Single Point</i>
Kapasitas maksimal	10 Ton (10.000 kg)
Percepatan gravitasi	9,81 m/s <sup>2</sup>
Total muatan	98.100 N
<i>Average element size</i>	0,2 mm
<i>Minimum element size</i>	0,1 mm
<i>Safety factor</i>	Berdasarkan <i>yield strength</i>
Jumlah node	671
Jumlah elemen	261

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3 menunjukkan sifat fisik material Aluminium 7075. Material Aluminium 7075 memiliki densitas sebesar 2,81 gram/cm<sup>3</sup>. Hal ini berdampak pada massa total struktur alat pengangkat roket sebesar 186,75 kg.

**Tabel 3.** Sifat fisik material Aluminium 7075

Material	Aluminium 7075
Density	2,81 g/cm <sup>3</sup>
Mass	186,75 kg
Area	2635860 mm <sup>2</sup>
Volume	66460000 mm <sup>3</sup>
Center of Gravity	x=1500 mm y=205,428 mm z=50 mm
Yield Strength	145 MPa
Ultimate Tensile Strength	276 MPa
Young's Modulus	71,7 GPa
Poisson's Ratio	0,33 ul
Shear Modulus	26,96 GPa

Pada benda elastis yang berlaku beban tiga dimensi, tegangan kompleks akan terjadi, yang berarti bahwa pada setiap titik di dalam benda ada tekanan yang bekerja dalam berbagai arah. Tegangan *Von Mises* menjadi faktor penentu apakah desain material tersebut aman atau justru akan mengalami kegagalan [11]. Kriteria *Von Mises* menunjukkan bahwa material ulet mengalami luluh ketika invarian kedua tegangan deviatorik mencapai nilai kritis [12]. Hal ini merupakan teori plastisitas yang berlaku paling baik untuk bahan ulet, terutama untuk material logam. Tegangan *Von Mises* juga disebut sebagai tegangan setara atau ekuivalen.

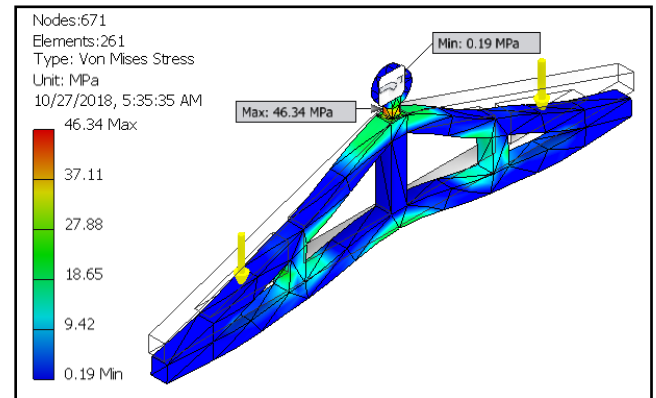
Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi struktur alat pengangkat roket terhadap beban 98.100 N. Tegangan *Von Mises* maksimal sebesar 46,34 MPa. Tegangan *Von Mises* masih berada di bawah kekuatan luluh (*yield strength*) material Aluminium 7075, yaitu sebesar 145 MPa.

Deformasi merupakan salah satu indikator penting untuk menentukan apakah material yang digunakan cukup tangguh untuk menahan beban sesuai yang diinginkan. Deformasi terjadi sebagai akibat material menerima gaya atau beban. Semakin kecil nilai deformasi, maka semakin kuat suatu material. Nilai deformasi maksimal pada simulasi ini relatif kecil, yaitu 0,7947 mm (Gambar 7).

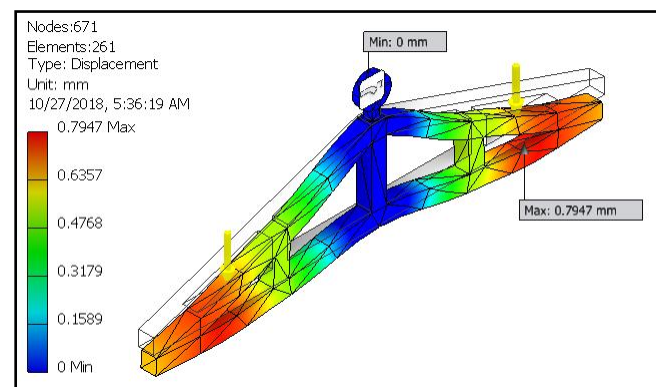
Faktor keamanan (*safety factor*) merupakan faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar sebuah desain terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum [8]. Faktor keamanan dapat didasarkan pada salah satu batas tegangan tarik maksimum atau tegangan luluh dari material [13]. Faktor keamanan (*safety factor*) menggunakan simulasi Autodesk Inventor dihitung sebagai kekuatan luluh (*yield strength*) dari material yang dibagi dengan tegangan *Von Mises* maksimum dari material tersebut.

Secara umum, nilai faktor keamanan pada penelitian ini sudah memenuhi syarat untuk mampu menahan beban dinamis. Beban dinamis adalah beban yang dapat terjadi secara tiba-tiba pada struktur. Beban dinamis umumnya kecil tetapi berubah-ubah terhadap waktu [14]. Hal ini karena nilai faktor keamanan minimumnya yaitu 3,13 (Gambar 8). Sedangkan nilai faktor keamanan untuk suatu

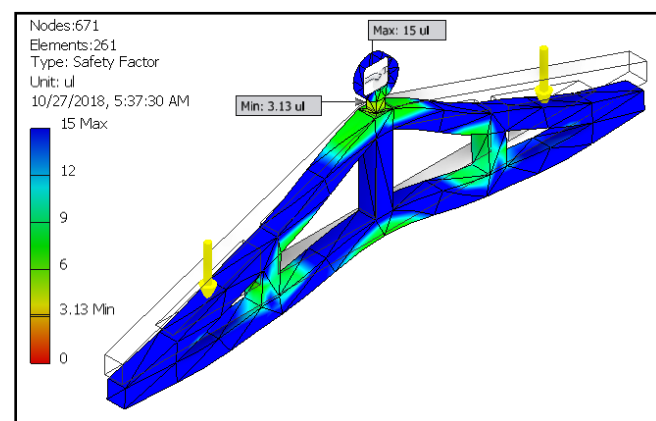
material mampu menahan beban dinamis berkisar antara 2-3 [15]. Nilai faktor keamanan ini bahkan masih aman untuk menahan beban kejut [15].



**Gambar 6.** Tegangan *Von Mises* struktur alat pengangkat roket dengan beban 98.100 N.



**Gambar 7.** Deformasi struktur alat pengangkat roket dengan beban 98.100 N.



**Gambar 8.** Faktor keamanan struktur alat pengangkat roket dengan beban 98.100 N.

#### 4. KESIMPULAN

1. Desain struktur alat pengangkat roket menggunakan material Aluminium 7075 memiliki massa sebesar 186,75 kg.
2. Pada pembebanan 10 ton atau 98.100 N, struktur alat pengangkat roket memiliki tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 46,34 MPa. Nilai tegangan ini masih jauh di bawah kekuatan luluh (*yield strength*) material Aluminium 7075, yaitu 145 MPa.
3. Pada pembebanan 10 ton atau 98.100 N, struktur alat pengangkat roket memiliki nilai deformasi maksimum sebesar 0,7947 mm.
4. Pada pembebanan 10 ton atau 98.100 N, struktur alat pengangkat roket memiliki nilai *safety factor* minimum sebesar 3,13. Nilai ini menunjukkan desain dari struktur alat pengangkat roket sangat aman untuk menahan beban dinamis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. R. Patel and N. S. Patel, "Design and Analysis of 50 Tonne Crane Hook for Optimization," vol. 3, no. 08, pp. 581–584, 2015.
- [2] E. R. Khan, V. S. Kardile, P. D. Dhakane, A. P. Gore, and B. D. Mahajan, "Design And Analysis of Crane Hook with Different Materials," *Int. J. Innov. Emerg. Res. Eng.*, vol. 4, no. 3, p. 7, 2017.
- [3] LA Joseph et al, "Structural Analysis Of Crane Hook," *Int. J. Emerg. Technol. Comput. Sci. Electron.*, vol. 12, no. 2, pp. 108–111, 2015.
- [4] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Tegangan Crane Hook Model Circular Section Kapasitas 5 Ton Menggunakan Autodesk Inventor 2017," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, 2019.
- [5] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Dudukan (Bracket) AC Outdoor Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Crankshaft*, vol. 2, no. 1, pp. 19–24, 2019.
- [6] L. A. N. Wibawa, *Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta, 2018.
- [7] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Pemilihan Material Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 48–52, 2019.
- [8] L. A. N. Wibawa, *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta, 2018.
- [9] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai LAPAN Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Turbul. J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 64–68, 2019.
- [10] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja (Workbench) Balai LAPAN Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. Mesin – ITI*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2019.
- [11] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Polimesin*,

- vol. 17, no. 1, pp. 26–32, 2019.
- [12] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Kecepatan Landing Vertikal Terhadap Ketahanan Beban Impak Rangka Landing Gear Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Angkasa*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [13] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Susunan dan Jumlah Lubang Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV," *Flywheel*, vol. V, no. 1, pp. 46–50, 2019.
- [14] L. A. N. Wibawa and D. A. Himawanto, "Analisis Ketahanan Beban Dinamis Material Turbin Angin Terhadap Kecepatan Putar Rotor (rpm) Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Simetris*, vol. 9, no. 2, pp. 803–808, 2018.
- [15] K. Z. V. Dobrovolsky, *Machine elements : a textbook*. Moscow: Peace Publisher, 1978.