



## DESAIN DAN ANALISIS KEKUATAN RANGKA TEMPAT SAMPAH DI BALAI LAPAN GARUT MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Lasinta Ari Nendra Wibawa<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfer, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: [lasinta.ari@lapan.go.id](mailto:lasinta.ari@lapan.go.id)

### INFORMASI ARTIKEL

Submitted:  
01/12/2018

Revised:  
12/01/2019

Accepted:  
17/01/2019

Print-Published:  
31/01/2019

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tentang perancangan dan analisis kekuatan rangka tempat sampah menggunakan metode elemen hingga. Analisis dilakukan menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2017. Material rangka yang digunakan adalah Aluminium 5052 dengan standar ISO 10799-2 (Square) dengan ukuran 25 x 25 x 2 mm. Variabel beban tempat sampah yaitu 55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg. Hasil simulasi menunjukkan untuk beban tempat sampah dengan berat 55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg memiliki faktor keamanan berturut-turut yaitu 2,49, 2,28, 2,11, dan 1,96.

**Katakunci:** aluminium 5052, analisis elemen hingga, analisis kekuatan, autodesk inventor 2017, rangka tempat sampah

### ABSTRACT

This study examined the design and analysis of the strength of the trash bin frame using the finite element method. The analysis was carried out using Autodesk Inventor Professional 2017. The frame material used was Aluminum 5052 with ISO 10799-2 (Square) standard with the size of 25 x 25 x 2 mm. Variable load of trash bin was 55 kg, 60 kg, 65 kg, and 70 kg. The simulation results show that a load of a trash bin with the weight of 55 kg, 60 kg, 65 kg, and 70 kg had the safety factor of 2,49, 2,28, 2,11, and 1,96.

**Keywords:** aluminum 5052, finite element analysis, strength analysis, autodesk inventor 2017, trash bin frame

## 1. PENDAHULUAN

Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfer (Balai LAPAN Garut) merupakan balai tempat melaksanakan kegiatan uji teknologi penerbangan dan antariksa, khususnya uji statik roket, uji terbang roket, dan uji pesawat LSU (*LAPAN Surveillance UAV*). Balai LAPAN Garut terletak di pesisir Pantai Cilauteureun sehingga membuat lingkungan Balai LAPAN Garut sangat tinggi dengan ancaman korosi.

Kandungan asam yang tinggi di pesisir pantai menimbulkan banyak kerugian yang disebabkan oleh tingginya laju korosi. Laju korosi yang tinggi berdampak pada berkurangnya umur pakai dari sebuah komponen. Komponen-komponen yang terbuat dari material logam khususnya besi dan baja adalah material yang paling dominan terkena dampaknya.

Luasnya lingkungan kantor Balai LAPAN Garut menuntut usaha yang keras segenap pemangku kepentingan (*stakeholder*) dalam menjaga kebersihan dan keindahan lingkungan kantor. Ketersediaan tempat-tempat sampah yang tersebar di

beberapa titik sangat diperlukan untuk menjaga lingkungan Balai LAPAN Garut agar senantiasa bersih dan nyaman.

Saat ini, rangka tempat sampah di Balai LAPAN Garut masih menggunakan material *mild steel*. Untuk meminimalkan terjadinya korosi, material *mild steel* dilapis menggunakan cat besi. Namun, metode ini kurang efisien mengingat laju korosi di kantor Balai LAPAN Garut sangat tinggi. Hal ini juga menimbulkan masalah dalam hal perawatan karena harus dilakukan pengecatan ulang secara teratur dan berkala.

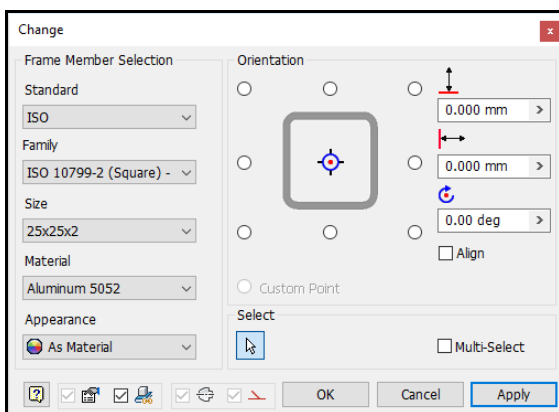
Penelitian ini bertujuan merancang rangka tempat sampah dengan material Aluminium *alloy* 5052 yang merupakan material yang umum digunakan di tempat-tempat dengan tingkat korosi yang tinggi. Aluminium 5052 memiliki banyak kelebihan, antara lain kemampuan kerja yang baik, kekuatan statis sedang, kekuatan leleh yang tinggi, kemampuan las yang baik, dan ketahanan korosi yang sangat baik, terutama di daerah laut (Ravendra A. et al, 2014).

Rangka tempat sampah dirancang agar dapat mendukung dua unit bak sampah secara berdampingan. Satu bak untuk sampah organik, sedangkan bak yang lain untuk sampah non organik. Hal ini dimaksudkan agar sampah organik dan non organik tidak bercampur aduk. Sampah organik yang telah terkumpul dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk kompos. Sementara untuk sampah non organik dapat didaur ulang menjadi material baru, khususnya untuk sampah plastik dan logam.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Material

Material yang digunakan untuk rangka tempat sampah yaitu material Aluminium paduan 5052. Rangka yang digunakan adalah standar ISO 10799-2 (*Square*) ukuran 25 x 25 x 2 mm.



**Gambar 1.** Standar material rangka tempat sampah

### 2.2. Perangkat lunak (Software)

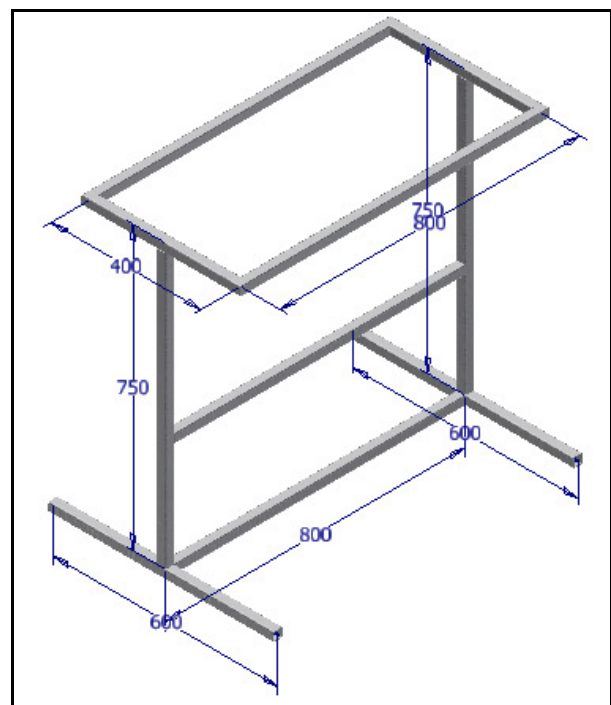
Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Autodesk Inventor Professional 2017 untuk membuat gambar 3 Dimensi (3D) dan melakukan pengujian kekuatan rangka tempat sampah.

Autodesk Inventor Professional adalah salah satu produk dari Autodesk Inc. USA yang dulu lebih familier dengan produk AutoCAD (Wibawa, 2018a). Analisis tegangan yang dilakukan oleh Autodesk Inventor menggunakan metode analisis elemen hingga sehingga kita dapat menganalisis desain yang sesuai dengan keinginan (Wibawa, 2018b). Analisis elemen hingga adalah teknik numerik matematis untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur komponen teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*).

Asumsi pada saat melakukan analisis linier, yaitu (Wibawa, 2018b):

1. Sifat material komponen tetap linier setelah batas luluh. Maka, hasil diluar batas luluh tidak valid menggunakan simulasi Autodesk Inventor.
2. Defleksi komponen sangat kecil dibandingkan ukuran komponen secara keseluruhan.
3. Komponen bersifat kaku dan ulet. Misalnya, material logam (bukan karet).
4. Deformasi komponen sama dalam ketiga arah. Dengan kata lain, material bersifat isotropik.

Desain 3 (tiga) dimensi rangka tempat sampah ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Dimensi rangka tempat sampah (dalam mm)

Parameter Analisis Tegangan menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017 secara lengkap dapat dilihat dari Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Parameter analisis tegangan

Tipe Simulasi	<i>Single Point</i>	
Variabel beban tempat sampah	55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg	
Percepatan gravitasi	9,81 m/s <sup>2</sup>	
Total muatan	539,55 N, 588,6 N, 637,65 N, dan 687,7 N	
<i>Average element size</i>	0,1 mm	
<i>Minimum element size</i>	0,2 mm	
<i>Safety factor</i>	Berdasarkan	<i>yield strength</i>
Jumlah node	111670	
Jumlah elemen	58629	

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisis sifat fisik material

Tabel 2 menunjukkan sifat fisik material rangka tempat sampah. Material Aluminium 5052 memiliki massa jenis sebesar 2,68 gram/cm<sup>3</sup>. Hal ini berdampak pada massa total rangka tempat sampah yang cukup ringan, yaitu hanya seberat 3,07 kg.

**Tabel 2.** Sifat fisik material rangka tempat sampah

Parameter	Keterangan
<i>Material</i>	Aluminum 5052
<i>Density</i>	2,68 g/cm <sup>3</sup>
<i>Mass</i>	3,07 kg
<i>Area</i>	1150460 mm <sup>2</sup>
<i>Volume</i>	1146410 mm <sup>3</sup>
<i>Yield Strength</i>	193 MPa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	228 MPa
<i>Young's Modulus</i>	70,3 GPa
<i>Poisson's Ratio</i>	0,33 ul
<i>Shear Modulus</i>	26,43 GPa

#### 3.2. Analisis tegangan *von mises*, deformasi, dan *safety factor*

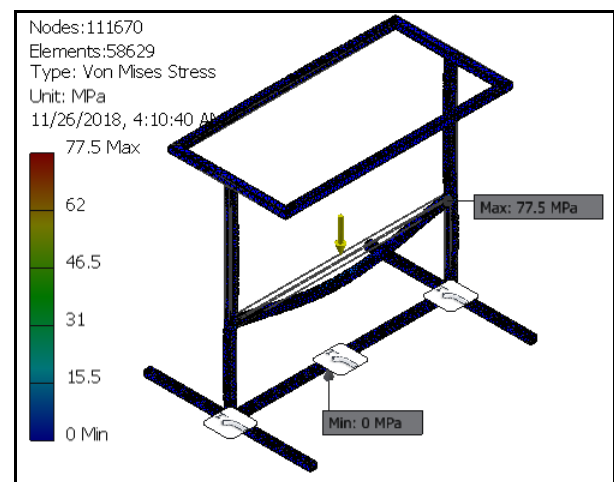
Hasil simulasi menggunakan Autodesk Inventor menggunakan analisis statik linier. Analisis statik adalah disiplin teknik yang menentukan tegangan pada material dan struktur yang mengalami gaya atau beban statis maupun dinamis (Younis, 2010). Analisis statik menggunakan metode elemen hingga dan bertujuan untuk menentukan struktur atau komponen, dapat dengan aman menahan kekuatan dan beban yang telah ditentukan. Kondisi ini dapat tercapai saat tegangan yang ditentukan dari gaya

yang diaplikasikan kurang dari kekuatan luluh material dalam menahan beban. Hubungan tegangan ini sering disebut sebagai faktor keamanan (*safety factor*) dan digunakan dalam banyak analisis sebagai indikator keberhasilan atau kegagalan dalam sebuah analisis (Wibawa, 2018b).

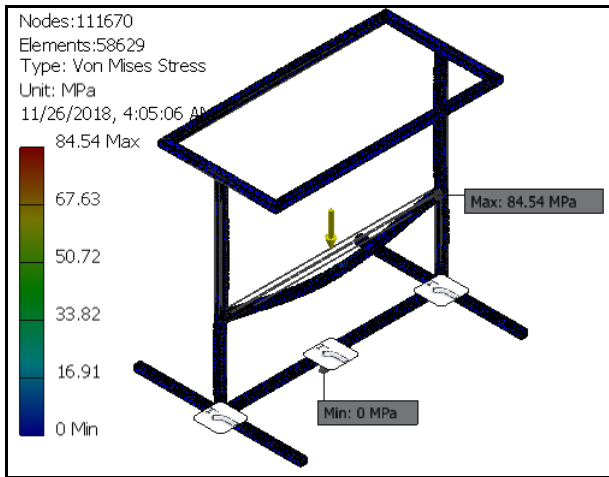
Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi tegangan *von Mises* rangka tempat sampah terhadap variasi beban. Tegangan *von Mises* maksimal untuk beban 55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg berturut-turut sebesar 77,50 MPa, 84,54 MPa, 91,58 MPa, dan 98,63 MPa. Tegangan *von Mises* masih berada di bawah kekuatan luluh (*yield strength*) Aluminium 5052, yaitu sebesar 193 MPa.

Nilai deformasi maksimal rangka tempat sampah terhadap beban 55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg berturut-turut sebesar 1,224 mm, 1,335 mm, 1,446 mm, dan 1,557 mm. Nilai deformasi ini relatif kecil.

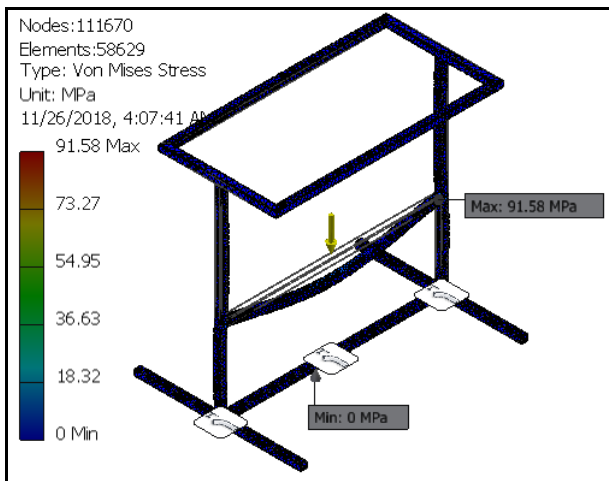
Nilai faktor keamanan (*safety factor*) minimum beban 55 kg, 60 kg, 65 kg, dan 70 kg berturut-turut sebesar 2,49, 2,28, 2,11, dan 1,96. Nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada saat beban 70 kg berada di bawah standar yang dipersyaratkan untuk suatu komponen mampu menahan beban dinamis. Beban dinamis adalah beban yang dapat terjadi atau bekerja secara tiba-tiba pada sebuah struktur. Beban dinamis umumnya kecil tetapi berubah-ubah terhadap waktu (Wibawa & Himawanto, 2018). Beban dinamis dapat berupa beban angin, beban seismik, beban *fatigue*, dan frekuensi natural. Beban dinamis perlu diantisipasi karena rangka tempat sampah kerap mengalami beban fluktuatif dari beban sampah. Nilai *safety factor* yang dipersyaratkan untuk komponen mampu menahan beban dinamis yaitu 2-3 (Dobrovolsky, 1978).



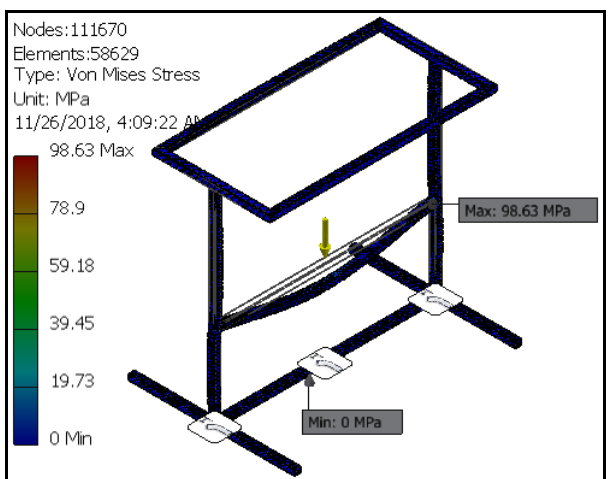
**Gambar 3.** Tegangan *von mises* rangka tempat sampah dengan beban 55 kg



**Gambar 4.** Tegangan *von mises* rangka tempat sampah dengan beban 60 kg



**Gambar 5.** Tegangan *von mises* rangka tempat sampah dengan beban 65 kg



**Gambar 6.** Tegangan *von mises* rangka tempat sampah dengan beban 70 kg

Hasil simulasi rangka tempat sampah secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6. Hasil simulasi menunjukkan rancangan rangka meja kerja masih cukup aman untuk menahan beban hingga 65 kg. Hal ini karena nilai *safety factor* sebesar 2,11.

**Tabel 3.** Hasil simulasi rangka tempat sampah dengan beban 55 kg

Hasil simulasi		Beban 55 kg
<i>Von mises stress (MPa)</i>	Minimum	0
	Maksimum	77,50
<i>Deformasi (mm)</i>	Minimum	0
	Maksimum	1,224
<i>Safety factor</i>	Minimum	2,49
	Maksimum	15

**Tabel 4.** Hasil simulasi rangka tempat sampah dengan beban 60 kg

Hasil simulasi		Beban 60 kg
<i>Von mises stress (MPa)</i>	Minimum	0
	Maksimum	84,54
<i>Deformasi (mm)</i>	Minimum	0
	Maksimum	1,335
<i>Safety factor</i>	Minimum	2,28
	Maksimum	15

**Tabel 5.** Hasil simulasi rangka tempat sampah dengan beban 65 kg

Hasil simulasi		Beban 65 kg
<i>Von mises stress (MPa)</i>	Minimum	0
	Maksimum	91,58
<i>Deformasi (mm)</i>	Minimum	0
	Maksimum	1,446
<i>Safety factor</i>	Minimum	2,11
	Maksimum	15

**Tabel 6.** Hasil simulasi rangka tempat sampah dengan beban 70 kg

Hasil simulasi		Beban 70 kg
<i>Von mises stress (MPa)</i>	Minimum	0
	Maksimum	98,63
<i>Deformasi (mm)</i>	Minimum	0
	Maksimum	1,557
<i>Safety factor</i>	Minimum	1,96
	Maksimum	15

#### 4. KESIMPULAN

Desain rangka tempat sampah menggunakan material Aluminium 5052 memiliki massa yang cukup ringan, yaitu sebesar 3,07 kg. Rancangan rangka tempat sampah yang telah dibuat cukup aman untuk menahan beban hingga 65 kg. Hal ini karena nilai faktor keamanannya sebesar 2,11.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ravendra A. et al. (2014). Effect of welding parameters on weld characteristics of 5052 Aluminium Alloy sheet using TIG Welding. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(3), 10302–10309.
- V. Dobrovolsky, K. Z. (1978). *Machine elements : a textbook*. Moscow: Peace Publisher.
- Wibawa, L. A. N. (2018a). *Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta. Retrieved from <https://play.google.com/books/reader?id=qHpKDwAAQBAJ&lr=&printsec=frontcover>
- Wibawa, L. A. N. (2018b). *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta. Retrieved from <https://play.google.com/books/reader?id=BD1LDwAAQBAJ&hl=id&lr=&printsec=frontcover>
- Wibawa, L. A. N., & Himawanto, D. A. (2018). Analisis Ketahanan Beban Dinamis Material Turbin Angin Terhadap Kecepatan Putar Rotor (Rpm) Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Simetris*, 9(2), 803–808. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2343>
- Younis, W. (2010). *Up and running with Autodesk Inventor Simulation 2011: a step-by-step guide to engineering design solutions*. Elsevier.