

## ANALISIS TEGANGAN PADA *DESIGN FRAME MINI CRANE PORTABLE* MENGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

I Made Aswan<sup>1)</sup>, I Putu Sastra Negara<sup>2)</sup>, dan I Gede Oka Pujihadi<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbarant,  
Badung-Bali, 80364

E-mail: madearsawan@pnb.ac.id

### Abstract

Analysis of the strength of the design is very important to avoid the failure of a design. Von Mises analysis is used to predict the failure of a product design. A portable mini crane design is used to assist UMKM in the process of moving products from one place to another. The focus of analysis on this portable mini crane is the frame of the portable mini crane because the frame will receive the most significant load. The purpose of this stress analysis is to determine the stress, displacement, and safety factors that occur in the frame of the portable mini crane and to avoid the failure of a portable mini crane product design that has been designed. The analysis of this portable mini crane frame is carried out with several variations of loading, namely 100N to 1000N loads with the frame material being carbon steel. The analysis was carried out using the Autodesk Inventor 2020 software. The results obtained based on the von Mises stress analysis are that the frame is still safe to use until the loading is 700 N because the maximum stress that occurs in the frame is 348.4 Mpa which is still below the allowable stress of the carbon steel material used, which is 350 Mpa.

**Keywords:** Design, Mini Crane Portable, Von Mises Stress, Software, Autodesk Inventor

### Abstrak

Analisis kekuatan design sangat penting dilakukan untuk menghindari kegagalan sebuah design. Analisis von mises digunakan untuk memprediksi kegagalan dari sebuah design prodak. Design mini crane portable digunakan untuk membantu para UMKM dalam proses pemindahan produk dari satu tempat ketempat yang lain. Yang menjadi focus analisis pada mini crane portable ini adalah frame nini crane portable, karena frame akan menerima pembebanan paling signifikan. Tujuan dari analisis tegangan ini adalah untuk mengetahui tegangan, displacemen dan factor keamanan yang terjadi pada frame mini crane portable serta untuk menghindari kegagalan dari sebuah design produk mini crane portable yang telah didesign. Analisis frame mini crane portable ini dilakukan dengan beberapa variasi pembebanan yaitu beban 100N sampai 1000N dengan material frame adalah steel carbon. Analisis dilakukan dengan menggunakan software Autodesk inventor 2020. Hasil yang didapat berdasarkan analisis von mises stress adalah frame masih aman digunakan sampai pembebanan 700 N arena hail Teagan maximum yang terjadi pada frame adalah 348,4 Mpa masih dibawah tegangan ijin dari material steel carbon yang digunakan yaitu sebesar 350 Mpa.

**Kata Kunci:** Design, Mini Crane Portable, Von Mises Stress, Software, Autodesk Inventor

## PENDAHULUAN

Crane merupakan salah satu pesawat pengangkat dan pemindah material dan crane merupakan mesin alat bert (*heavy equitment*) yang memiliki bentuk dan kemampuan angkat yang besar dan mampu berputar 360<sup>0</sup> (Rudenco,2015). Dalam industri besar crane ini sudah banyak digunakan untuk memindahkan produk dengan bobot yang besar. Pemindahan produk dalam sekala kecil yang sering digunakan oleh pelaku industry kecil dan menengah masih menemukan banyak kendala, dimana jika menggunakan crane yang digunakan oleh industri-industri besar membutuhkan biaya

yang besar dan tempat yang luas. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah *crane portable* yang tidak membutuhkan area yang luas.

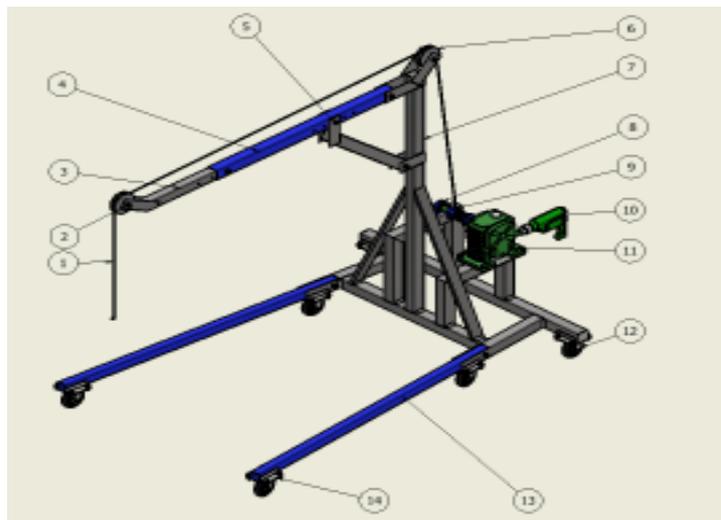
Untuk mendapatkan hasil perencanaan yang baik diperlukan analisis Finite elemen secara komputasi. *Finite element method (FEM)* atau metode elemen hingga adalah metode numerik untuk memperoleh solusi perkiraan persamaan diferensial biasa dan parsial (Bhatti, 2017). MEH (Metode Elemen Hingga) adalah metode numerik yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam bidang rekayasa atau pun bidang fisik lainnya (Choiron, dkk, 2014). Pada metode elemen hingga pemodelan dilakukan dengan membagi model yang akan dianalisis menjadi beberapa elemen dan menggunakan elemen tersebut sebagai dasar perhitungan dan analisis (Hendrawan, M.A dkk, 2018). Diskritisasi adalah pembagian bodi kontinum menjadi elemen – elemen yang terdiri dari beberapa node. Klasifikasi diskritisasi berdasarkan bidang perpindahan tiga dimensi dibedakan menjadi *Solid element*, *Shell element* dan *Membrane element*. Secara visual *shell element* memiliki tampilan sebuah lembaran atau permukaan dari benda (*surface*), adapun permukaan tersebut mewakili ketebalan benda dan ketebalan pada *shell element* memiliki nilai konstan (Kurowski, 2014). Finite Element Analysis (FEA) memiliki berbagai macam bidang untuk melakukan perhitungan matematis pada bidang teknik, diantaranya mampu melakukan perhitungan matematis karakteristik suatu spesimen atau struktur terhadap pembebanan yang diberikan melalui stress analysis yang terintegrasi dengan software CAD (Asroni, 2015). Penerapan FEA dalam software inventor memiliki prosedur seperti *preprocessing*, *solution* dan *postprocessing* (Bhatti M. 2015).

Analisis desain konstruksi *frame mini crane portable* pada prinsipnya dapat dilakukan secara manual maupun melalui simulasi program. Mengingat konstruksi yang kompleks, maka analisis konstruksi secara manual memiliki berbagai keterbatasan, karena harus melakukan beberapa asumsi yang menyebabkan adanya penyimpangan terhadap hasil yang diperoleh, oleh karena itu untuk meningkatkan akurasi hasil analisis, maka Analisis Kekuatan *Frame Mini Crane Portable* dilakukan menggunakan simulasi *Software Autodesk Inventor Professional 2020*. *Software Autodesk Inventor* tersebut dilengkapi fitur-fitur yang mendukung untuk menganalisa distribusi tegangan, *displacement*, dan *safety factor* dengan mudah dan cepat.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

*Mini Crane Portable* ini didesain menggunakan frame yang dapat di lipat dan dipindah-pindah sehingga cukup efisien dalam melakukan pemindahan sebuah alat berat dengan ketegori beban maximum 1000N dengan menggunakan penggerak utama bor tangan dibantu oleh gearbox dan juga tali baja.



Gambar 1. Model *Mini Crane Portable*

Keterangan Gambar;

- |                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| 1. Sling                     | 8. Pilo Blok         |
| 2. Baut pemegang puly        | 9. Dudukan sling     |
| 3. Frame pemegang puly depan | 10. Bor tangan       |
| 4. Sambungan rangka depan    | 11. Gear box         |
| 5. Baut pengikat             | 12. Roda             |
| 6. Puly                      | 13. Sambungan rangka |
| 7. Rangka                    | 14. Dudukan roda     |

### Desain Permodelan Rancangan

Model rancangan digunakan sebagai acuan sebelum melakukan permodelan pada *software*. Model rancangan pada desain *frame mini crane protable* menggunakan model rancangan seperti gambar 2. Rancangan akan dianalisis tegangan von misessnya dan akan dibandingkan dengan tegangan ijin dari materialnya.



Gambar 2. Model Pembebanan Rancangan

### Input Data Material

Pada tahap ini merupakan pemasukan data material, penentuan titik-titik constraint, penentuan contacts, pengaturah fitur meshing dan penentuan titik pembebanan. Data material yang diinput didapat dalam sumber referensi *software* autodesk inventor 2020 pada material tool. Penentuan daerah constraints merupakan penentuan titik-titik fixed / tetap yang berhubungan langsung dengan kondisi *frame*. Pada simulasi kekuatan *frame* ini variabel yang diubah adalah beban dimana akan diujikan beberapa variasi beban yaitu 100N, 200N, 300N sampai 1000N.

### Pengujian

Pengujian ini menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2020*. Pengujian dilakukan dengan beberapa asumsi digunakan untuk memudahkan dalam melakukan analisis. Beberapa parameter ditentukan seperti:

1. Material *Frame* diasumsikan menggunakan material *steel carbon* (baja karbon) dengan literasi material yang ada pada *software Autodesk Inventor Professional 2020*.
2. Titik pembebanan berada pada ujung lengan atas *frame*.
3. Titik – titik tumpuan (constraints) ditentukan berada pada kaki dasar *frame*.
4. Beban yang bekerja pada sistem berupa beban statis.

### Analisi Data

Analisa data akan dilakukan dengan menggunakan *software inventor 2020*, dengan memberikan pembebanan pada mini crane yang di design mulai dari 100N sampai 1000N. Hasil analisis berupa gambar dan tabel akan direkapitulasi

menggunakan software microsof exel dan selanjutnya dianalisis menggunakan grafik untuk mempermudah dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Dari data yang didapat akan dikombain dengan tegangan ijin dari material yang digunakan sehingga dapat dilihat apakah design yang dibuat aman atau tidak aman dari sisi konstruksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Penelitian

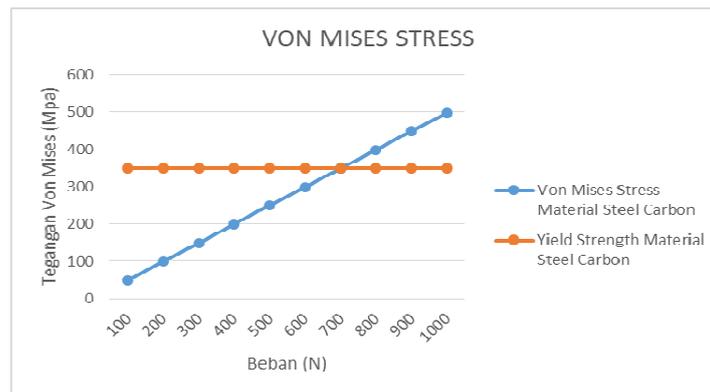
Hasil pengujian tegangan von mises pada design frame mini crane portable yang terdiri dari tegangan Tarik dan tekan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tegangan Von Mises

No	Beban (N)	Hasil Pengujian						Yield Strength (MPa)
		Von Mises Stress (MPa)		1 <sup>st</sup> principal Stress (Mpa)		3 <sup>rd</sup> principal Stress (Mpa)		
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	
1	100	49.75	0	50.53	-9.94	13.07	-62.79	350
2	200	99.54	0	101.3	-19.8	26.2	-125.26	350
3	300	149.2	0	151.6	-29.8	39.2	-188.4	350
4	400	199.1	0	202.4	-39.7	52.3	-251.2	350
5	500	248.9	0	253.2	-49.5	65.6	-314	350
6	600	298.5	0	303.2	-59.6	78.4	-376.7	350
7	700	348.4	0	354.4	-69.4	91.7	-439.6	350
8	800	398.1	0	404.9	-79.3	104.7	-502.4	350
9	900	447.9	0	455.6	-89.2	117.9	-565.2	350
10	1000	497.7	0	506.3	-99	131.2	-628	350

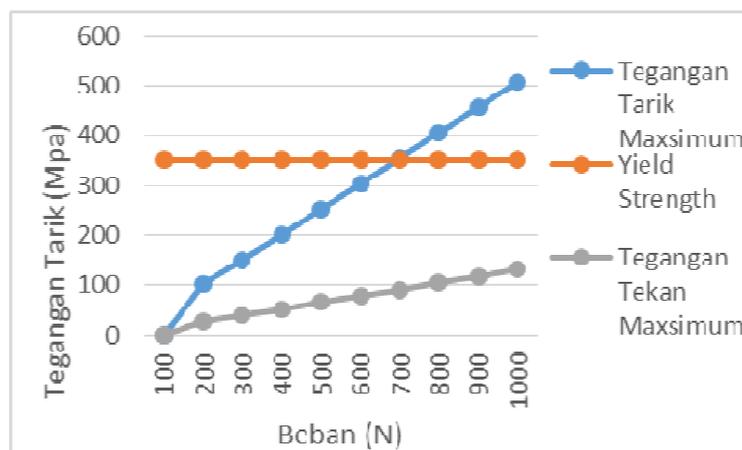
### Pembahasan

Dari table 1 ternyata semakin besar beban yang diberikan ke mini crane portable yang didesign maka tegangan von mises yang terjadi semakin besar. Tegangan von mises yang terjadi dari 0 - 497,7 Mpa. Artinya dalam design frame mini crane portable terdapat tegangan maksimum dan minimum yang terjadi pada aera frame. Jika dibandingkan dengan tegangan ijin yang diijinkan oleh material steel carbon yang digunakan yaitu 350 Mpa maka beban maxsumum yang bisa diberikan pada mini crane portable ini adalah 700 N, dengan tegangan von mises maximum yang terjadi sebesar 348,4 Mpa. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.



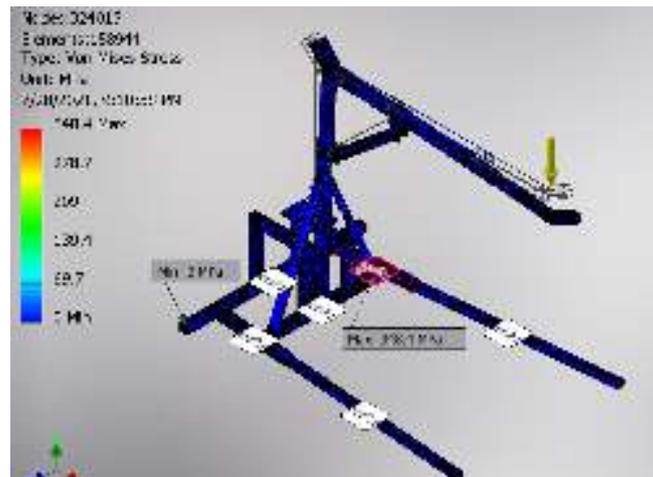
Gambar 3. Tegangan Von Mises dan Yield Strength

Dilihat dari tegangan tarik dan tekan yang terjadi pada frame mini crane portable dapat dilihat frame mendapatkan tegangan tarik lebih besar dari tegangan tekan, dimana tegangan tarik yang terjadi pada beban diatas 700 N sudah melebihi tegangan ijin yang diijinkan oleh material yang digunakan yaitu tegangan yang terjadi sebesar 354,40 Mpa. Kalau dilihat dari tegangan tekan yang terjadi pada frame dengan pembebanan mencapai 1000 N tegangan tekan yang terjadi masih dibawah 350 Mpa, dimana tegangan tekan yang terjadi adalah sebesar 131,20 Mpa. Selengkapnya dapat digambarkan seperti Gambar 4.



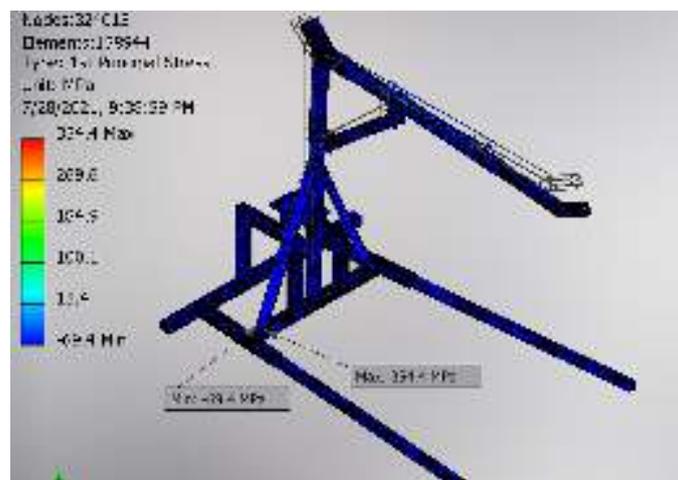
Gambar 4. Tegangan Tarik dan Tekan Pada Frame Mini Crane Portable

Berdasarkan kriteria kegagalan von mises maka design frame mini crane portable hanya dapat diberikan beban maksimum 700N. Dengan pembebanan ini tegangan maksimum yang terjadi adalah pada posisi kaki frame sebelah kiri yang mendapatkan tegangan von mises sebesar 348,4 Mpa dan tegangan minimum terjadi pada ujung kaki frame sebelah kanan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Posisi Frame Yang Mendapat Tegangan Von Mises Maximum dan Minimum

Tegangan tarik maksimum yang terjadi pada frame adalah pada kaki sebelah kanan frame mini crane portable dimana mendapatkan tegangan tarik 354,4 Mpa dan tegangan Tarik minimum terjadi pada ujung frame sebelah Kanaan belakang sebesar -69,4 Mpa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Posisi Frame Yang Mendapat Tegangan Tarik Maximum dan Minimum  
Tegangan tekan maksimum yang terjadi pada frame adalah pada kaki frame mini crane portable bagian tangan dimana mendapatkan tegangan tekan 91,7 Mpa dan tegangan tekan minimum terjadi pada kaki sebelah kiri sebesar -439,6 Mpa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi Frame Yang Mendapat Tegangan Tekan Maximum dan Minimum

## SIMPULAN

Design mini crane portable yang dirancang berdasarkan analisis tegangan von mises hanya mampu menerima beban 700 N, karena setelah beban yang diberikan melebihi 700 N tegangan von mises yang diterima melebihi kekuatan luluh material baja karbon yang digunakan.

Selain analisis tegangan von mises, design frame mini crane portable ini sebaiknya dilakukan analisis displacemen dan factor keamanannya sehingga didapat suatu hasil design frame yang konferhensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni. 2015. *Stress Analysis Pada Stand Shock Absorbers Sepeda Motor Dengan Menggunakan Software Inventor 2015*. Metro Lampung : Jurnal Program Studi Teknik Mesin.
- Bhatti M. 2017. *Fundamental Finite Element Analysis and Applications: with Mathematica and Matlab Computations*. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- Callister, W. dan D. G. Rethwish. 2009. *Materials Science and Engineering: An Intoduction, 8th Edition*. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- Choiron, M. A., A. Purnowidodo. dan K. Anam. 2014. *Modul Ajar Metode Element Hingga*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Hendrawan, M. A., P. I. Purboputro, M. A. Saputro, dan W. Setiyadi. 2018. Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype Ababil dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016. The 7<sup>th</sup> university Research Colloquium 2018 STIKES PKU Muhammadiyah Surakarta 95-105.
- Kurowski, P. M. 2014. *Finite Element Analysis for Design Engineers*. United State of America: SAE International.