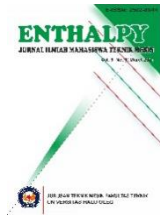




ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>



Desain dan Analisa Tegangan Tarik Maksimum Dan Tegangan Tekan Maksimum Kait (*Hook*) Pada *Overhead Crane*

Laode Rahman. R¹⁾, Yuspian Gunawan²⁾, Prinob Aksar³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

^{2,3)} Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A. Makadompit, Kampus Hijau Bumi Tridarma Andounohu, Kendari 93232

Email: Laoderahman.r@gmail.com

Article Info

Available online September 10, 2021

Abstrak

Dalam dunia industri telah banyak inovasi dan kreasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Dalam kegiatan industri dan konstruksi biasanya mendapatkan beban bahan ataupun material yang tidak dapat diangkat menggunakan tenaga manusia. Untuk industry dikenal suatu alat angkat yang dinamakan dengan *crane*. *Crane* memiliki komponen utama yang disebut dengan *hook* (kait) yang digunakan untuk membantu mengangkat beban dengan cara dikaitkan. Kait yang dirancang secara tidak benar akan berbahaya saat penggunaannya, sehingga perlu dilakukan pengecekan tegangan melalui perhitungan analisa teoritis ataupun dengan simulasi menggunakan *Autodesk Inventor* untuk mengevaluasi konstruksi melalui pendekatan safety faktor (faktor keamanan) dan Analisa tegangan *Von Mises* agar konstruksi yang dibuat pada kait tidak mengalami kegagalan. Hasil Analisa teoritik dan hasil simulasi menggunakan software *Autodesk Inventor* 2017 pada *hook* dengan beban 3 Ton atau 29,430 N dapat disimpulkan bahwa tegangan tekan maksimum penampang A-B nilainya $5,19 \text{ kg/mm}^2$ tegangan tarik penampang A-B nilainya $15,40 \text{ kg/mm}^2$ dan pada penampang C-D tegangan tekan maksimum nilainya $4,97 \text{ kg/mm}^2$ dan tegangan tarik maksimum nilainya $13,35 \text{ kg/mm}^2$, faktor keamanan dengan nilai 15. Maka dapat disimpulkan bahwa, *Hook* yang telah di Analisa secara teoritik dan simulasi dapat dikatakan mampu menerima beban 3 Ton.

Kata kunci: *Hook* (Kait), *Overhead Crane*

Abstract

In the industrial world there have been many innovations and creations aimed at improving the quality and quantity of production. In industrial and construction activities, there are usually material or material loads that cannot be lifted using human power. For industry, there is a lifting device called a crane. Cranes have a main component called a hook which is used to help lift the load by being hooked. Hooks that are designed incorrectly will be dangerous when used, so it is necessary to check the stress through theoretical analysis calculations or by simulation using Autodesk Inventor to evaluate the construction through the safety factor and Von Mises stress analysis so that the construction made on the hook does not experience failure. The results of theoretical analysis and simulation results using Autodesk Inventor 2017 software on a hook with a load of 3 Tons or 29.430 N can be concluded that the maximum compressive stress of cross section AB is 5.19 kg/mm^2 tensile stress of cross section AB is 15.40 kg/mm^2 and on the CD cross section the maximum compressive stress is 4.97 kg/mm^2 and the maximum tensile stress is 13.35 kg/mm^2 , the safety factor based on simulation is 15. It can be concluded that, the Hook which has been analyzed theoretically and simulation can be said to be able to accept a load of 3 tons.

Keywords: *Hook*, *overhead crane*

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri telah banyak inovasi dan kreasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Dalam kegiatan industri dan konstruksi biasanya mendapatkan beban bahan ataupun material yang tidak dapat diangkat menggunakan tenaga manusia, baik perseorangan atau berkelompok. Untuk industri dan konstruksi dikenal suatu alat angkat yang dinamakan dengan *crane*. *Crane* adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantungkan secara bebas atau diikatkan pada *crane* [1].

Untuk *crane* memiliki salah satu komponen yang disebut dengan *crane hook* (kait). Kait adalah alat yang menghubungkan beban dengan *crane*, dengan cara dikaitkan. Biasanya kait dilengkapi dengan pully dan tali baja untuk memudahkan proses pengangkutan beban. Kait (*hook*) ini biasanya berbentuk tanda tanya terbalik, sangat sesuai untuk model dari bentuk kait itu sendiri yang fungsinya sebagai alat pengangkat atau pengangkut [2].

Bentuk dari *hook* berbeda-beda tergantung dari fungsi atau kegunaannya saat di lapangan. Meskipun bentuk *hook* yang sudah pasti seperti pengait, tetapi bentuk secara keseluruhannya banyak mengalami modifikasi yang fungsinya adalah disesuaikan dengan kebutuhan dari *user* saat digunakan atau diaplikasikan di lapangan [3].

Kait yang dirancang secara tidak benar akan berbahaya saat penggunaannya, sehingga perlu dilakukan pengecekan tegangan melalui perhitungan analisa teoritis ataupun dengan simulasi menggunakan *software* elemen hingga seperti *Autodesk Inventor* untuk mengevaluasi konstruksi melalui pendekatan safety factor (faktor keamanan) dan Analisa tegangan *Von Mises* agar konstruksi yang dibuat pada kait tidak mengalami kegagalan.

Autodesk Inventor merupakan perangkat pemodelan parametrik 3D. Analisis tegangan yang dilakukan oleh *Autodesk Inventor* menggunakan metode analisis elemen hingga untuk memudahkan dalam menganalisis desain yang sesuai dengan keinginan kita. Analisis elemen hingga adalah Teknik numerik matematis untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur Teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*) [4].

Teori Von Mises

Teori *Von Mises* atau teori energi distorsi diperkenalkan oleh Hubber (1904) dan kemudian disempurnakan oleh *Von Mises* dan Henchy. Teori *Von Mises* didefinisikan bahwa “Kegagalan diprediksi terjadi pada keadaan tegangan multiaksial bilaman energi distorsi perunit volume sama atau lebih besar dari energi distorsi perunit volume pada saat terjadinya kegagalan dalam pengujian tegangan uniaksial sederhana terhadap specimen dari material yang sama.” [5].

Tegangan *Von Mises* menjadi faktor penentu apakah material akan mengalami kegagalan atau tidak. Material dikatakan mulai luluh saat tegangan *Von Mises* mencapai nilai kritis yang disebut sebagai kekuatan luluh (yield strength) [6].

Faktor Keamanan

Faktor keamanan (safety factor) merupakan indikator untuk memastikan apakah konstruksi yang dirancang cukup aman atau tidak untuk menahan beban. Faktor keamanan merupakan perbandingan antara tegangan ijin material dengan tegangan yang terjadi. Semakin tinggi nilai safety faktor, maka semakin aman suatu konstruksi. Safety faktor minimal suatu material dikatakan aman adalah 1 (satu) [6].

Pemilihan Bahan Material

Baja merupakan paduan yang terdiri dari besi, karbon dan unsur lainnya dalam persentase tertentu. Baja dapat didefinisikan sebagai suatu karbonnya rendah yaitu kurang dari 0,3% [7].

Baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10 % pepaduan), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kekuatan yang sama. *Hardenability* dan sifat tahan korosi umumnya lebih baik. Banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin [8].

2. Metode Penelitian

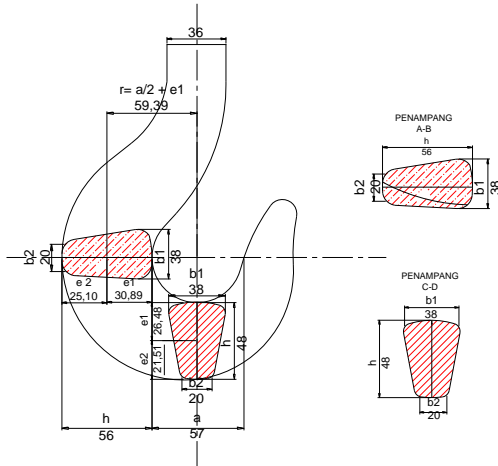
Penelitian ini tentang Analisa tegangan tarik maksimum dan tegangan tekan maksimum pada *hook* dengan material 34CrMo4 menggunakan perhitungan analitik serta simulasi tegangan von mises, deformasi dan faktor keamanan menggunakan *software Autodesk Inventor*. Adapun prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut:

Pada tahap ini, teori-teori serta konsep-konsep penelitian yang telah dikembangkan sebelumnya dan ada hubungannya dengan masalah yang dihadapi dikemukakan sebagai dasar menuju tahapan selanjutnya, studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang

akan digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang hendak dicapai.

Pengumpulan Data

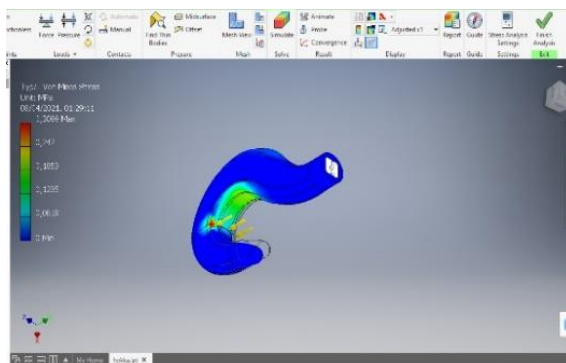
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data *hook* berupa dimensi, lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1, dan sifat mekanis material *hook* yaitu 34CrMo4 dapat dilihat pada tabel 1



Gambar 1. *Hook* dimensi dan potongan penampang

Desain merupakan salah satu proses penting dalam perancangan mesin. Produk dari proses *designing* adalah gambar rancangan yang merupakan produk dari proses perancangan [9]. Pada tahap ini *hook* didesain sesuai dengan dimensi serta dilakukan simulasi untuk mengetahui tegangan von mises, deformasi, dan faktor keamanan, lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.

Setelah melakukan simulasi dengan Software dilakukan Analisa teortis untuk mengetahui besar tegangan tekan maksimum dan besar tegangan tekan maksimum pada *hook*



Gambar 2. Hasil simulasi pada *hook*

Untuk mengetahui nilai tegangan maksimum, perlu dilakukan perhitungan analitik dengan sebelumnya mengukur setiap dimensi yang ada pada *hook*. Kemudian dilakukan perhitungan tegangan tarik ijin dan safety faktor untuk mengetahui tingkat keamanan dari *hook* tersebut.

Untuk *hook*, daerah yang akan dilakukan perhitungan tegangan tekan maksimum dan tegangan tarik maksimum adalah pada penampang kritis, yaitu penampang A-B dan penampang C-D, dapat dilihat pada gambar 1.

Untuk *hook*, bahan yang digunakan adalah 34CrMo4 Steel yang memiliki kekuatan tarik sebesar $\sigma_t = 80 \text{ kg/mm}$. Untuk menghitung tegangan yang diizinkan dapat menggunakan rumus berikut [10]:

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{Sf} \tag{1}$$

Dimana:

- $\bar{\sigma}_t$ = tegangan yang diizinkan
- σ_t = Kekuatan tarik material
- Sf = faktor keamanan

Dalam desain konstruksi mesin, besarnya angka keamanan harus lebih bear dari 1. Faktor keamanan diberikan agar desain konstruksi dan komponen mesin dengan tujuan agar desain tersebut mempunyai ketahanan terhadap beban yang diterima.

Untuk mencari besar tegangan tarik maksimum *hook* pada bagian dalam penampang digunakan dengan persamaan sebagai berikut [11]:

$$\sigma_A = \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{2 \cdot e_1}{a} \tag{2}$$

Dimana:

- σ_{tot} = Beban pada hook (kg)
- F = Luas penampang (mm)
- e_1 = Jarak titik pusat penampang (mm)
- x = Faktor yang tergantung dari bentuk penampang dan lengkungan batang
- a = Diameter mulut kait (mm)

Untuk mencari besar tegangan tekan maksimum *hook* pada bagian luar penampang digunakan dengan persamaan sebagai berikut [11]:

$$\sigma_B = \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{e_1}{\frac{a}{2} + h} \tag{3}$$

Dimana:

- σ_{tot} = Beban pada hook (kg)
- F = Luas penampang (mm)
- e_1 = Jarak titik pusat penampang (mm)
- x = Faktor yang tergantung dari bentuk penampang dan lengkungan batang
- a = Diameter mulut kait (mm)

3. Hasil dan Pembahasan

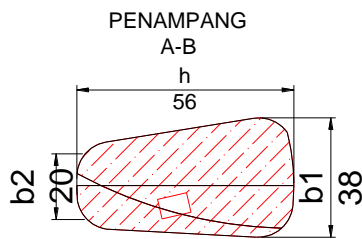
Tabel 1. Sifat mekanis material 34CrMo4 [12].

Untuk *hook*, bahan yang digunakan adalah 34CrMo4 Steel yang memiliki kekuatan tarik sebesar $\sigma_t = 80 \text{ kg/mm}^2$. Jadi tegangan yang diizinkan adalah:

$$\bar{\sigma}_t = \frac{\sigma_t}{sf}$$

Material	34CrMo4
Density	7810 kg/m ³
Young modulus	200,000 Mpa
Yield Strenght at tension and compression	550 Mpa
Position's rasio	0,3
Tensile ultimate strenght	800 MPa
<hr/>	
	$= \frac{80 \text{ kg/mm}^2}{5}$
	$= 16 \text{ kg/mm}^2$

Perhitunga analitik pada penampang mendatar (ab)



Gambar 3. Penampang mendatar (A-B)

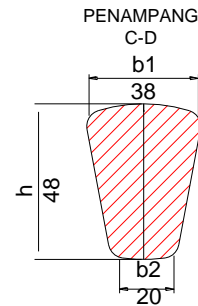
Tegangan tarik pada bagian dalam penampang

$$\begin{aligned} \sigma_A &= \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{2 \cdot e_1}{a} \\ &= \frac{3000 \text{ kg/mm}}{1624 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{0,13} \cdot \frac{2.30,89 \text{ mm}}{57 \text{ mm}} \\ &= 15,40 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan tekan pada bagian luar penampang

$$\begin{aligned} \sigma_B &= \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{e_1}{\frac{a}{2} + h} \\ &= \frac{3000 \text{ kg/mm}}{1624 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{0,13} \cdot \frac{30,89 \text{ mm}}{\frac{57 \text{ mm}}{2} + 56 \text{ mm}} \\ &= 5,19 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Analitik pada penampang tegak (C-D)



Gambar 4. Penampang tegak (C-D)

Tegangan tarik pada bagian dalam penampang

$$\begin{aligned} \sigma_C &= \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{X} \cdot \frac{2 \cdot e_1}{a} \\ &= \frac{3000 \text{ kg/mm}}{1392 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{0,15} \cdot \frac{2.26,48 \text{ mm}}{57 \text{ mm}} \\ &= 13,35 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan tekan pada bagian luar penampang

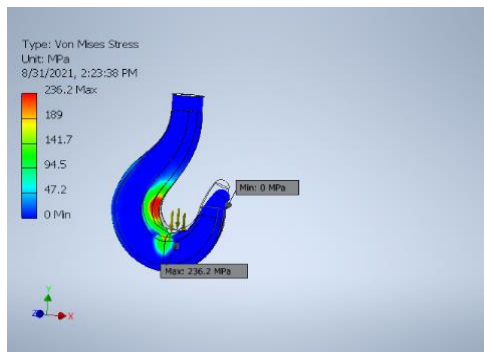
$$\begin{aligned} \sigma_D &= \frac{\sigma_{tot}}{F} \cdot \frac{1}{X} \cdot \frac{e_1}{\frac{a}{2} + h} \\ &= \frac{3000 \text{ kg/mm}}{1392 \text{ mm}} \cdot \frac{1}{0,15} \cdot \frac{26,48 \text{ mm}}{\frac{57 \text{ mm}}{2} + 48 \text{ mm}} \\ &= 4,97 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil Analisa pada *hook* tegangan tarik dan tekan yang terjadi pada penampang A-B lebih besar dari tegangan tarik dan tekan yang terjadi pada penampang C-D. Untuk *hook* masih dikatakan aman ketika menerima beban karena tegangan tarik dan tekan yang terjadi masih berada dibawah tegangan yang diizinkan untuk bahan 34CrMo4 setelah dibagi dengan faktor keamanan yaitu 16 kg/mm².

Analisa Menggunakan Software *Autodesk Inventor*

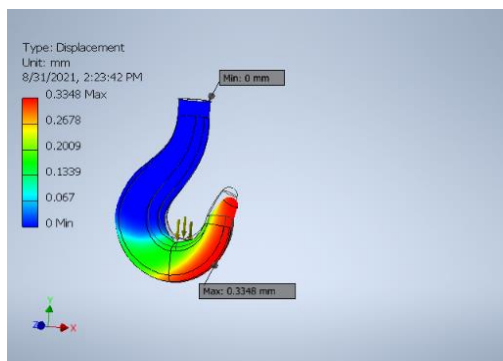
Beberapa hasil dari simulasi tegangan menggunakan *Autodesk Inventor* yaitu tegangan *Von Mises*, deformasi, dan faktor keamanan material Steel Alloy, terhadap pembebanan 3 Ton atau 29,430 N.

Pada hasil simulasi dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor* didapatkan hasil Tegangan *Von Mises* sebesar 236,2 Mpa yang dimana terjadi pada daerah kontur dalam penampang A-B yang ditunjukkan pada gambar 5



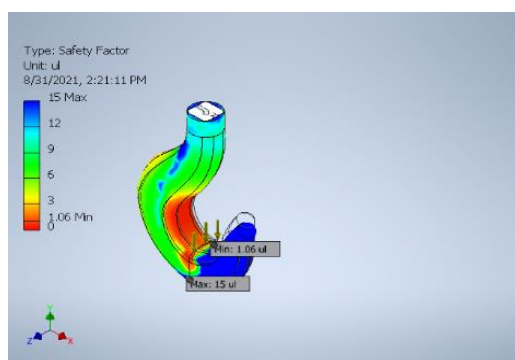
Gambar 5. Tegangan *Von Mises* terhadap pembebanan 3 ton

Untuk Displacement atau deformasi yang terjadi akibat pembebanan terjadi pada bagian kontur luar sebesar 0,3348 mm yang ditunjukkan pada gambar 6



Gambar 6. Deformasi terhadap pembebanan 3 ton

Untuk Faktor keamanan dapat dilihat pada gambar 7. Semakin tinggi nilai safety factor, maka semakin aman suatu konstruksi. Safety factor minimal suatu material dikatakan aman adalah 1 (satu).



Gambar 7. Faktor keamanan terhadap pembebanan 3 ton

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *Software Autodesk Inventor Hook* mengalami deformasi sebesar 0,3348 mm ketika menerima beban sebesar 3-ton pada area kontur luar. *Hook* dinyatakan aman karena tegangan *Von Mises* yang

terjadi sebesar 236,2 Mpa masih berada dibawah nilai kritis atau kekuatan luluh (*yield strength*) untuk material 34CrMo4 yaitu 550 Mpa.

4. Kesimpulan

Dari hasil Analisa teoritik dan hasil simulasi menggunakan *Software Autodesk Inventor 2017* pada *hook* dengan beban 3 Ton atau 29,430 N dapat disimpulkan bahwa tegangan tekan maksimum penampang A-B nilainya 5,19 kg/mm² tegangan tarik penampang A-B nilainya 15,40 kg/mm² dan pada penampang C-D tegangan tekan maksimum nilainya 4,97 kg/mm² dan tegangan tarik maksimum nilainya 13,35 kg/mm², faktor keamanan berdasarkan simulasi dengan nilai 15.

Hook yang telah di Analisa secara teoritik dan simulasi dapat dikatakan mampu menerima beban 3 Ton atau 29,430 N.

Daftar Pustaka

- [1] A. Kurniawan, Analisa Kekuatan Struktur Crane Hook Dengan Perangkat Lunak Elemen Hingga Untuk Pembebanan 20 TON, Bengkulu: Universitas Bengkulu, 2014.
- [2] B. A. Saputra, Analisa Tegangan Maksimum Wire Rope Dan Hook Pada Overhead Crane Hoisting Crane Kapasitas 7,5 Ton, Surakarta, 2018.
- [3] Z. Fatoni and M. Lazim, "Perancangan Dan Pembuatan Kait Tunggal Jenis Eye Hook Dengan Beban 0,5 TON," vol. 5, pp. 152-160, 2017.
- [4] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai LAPAN Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Turbul J. Teknik Mesin*, vol. 1 No. 2, pp. 64-68, 2019.
- [5] M. C. Agus, "Modul Ajar Metode Elemen Hingga," 2014.
- [6] L. A. N. Wibawa, "Desain Dan Analisis Tegangan Crane Hook Model Circular Section Kapasitas 5 TON Menggunakan Autodesk Inventor 2017," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 10, pp. 27-32, 2017.

- [7] Amanto, Ilmu Bahan, Jakarta: Penerbit Bumi Aksara, 1999.
- [8] I. W. Suherman, Ilmu Bahan, Insititut Sepuluh November, 1987.
- [9] S. Yon F. Huda, Autodesk Inventor Profesional 2011 Panduan Mudah Merancang Mesin, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2012.
- [10] A. Yuliarko, "Perancangan Jib Crane Kapasitas angkat 5 Ton Pada Kapal AHTS (Anchor Handling Tug And Supply)," Malang, Universitas Muhammadiyah Malang, 2017.
- [11] N. Rudenko, Mesin Pemindah Bahan, Jakarta: Erlangga, 1996.
- [12] Y. A. Onur, "Investigation of the effect of the sling angle and size on the reliability of lifting hooks," vol. 94, pp. 931-942, 2017.