



Analisis Deformation, Stress, dan Safety Factor pada Geometric Properties Crane Hook

J. W. Dika^{a,*}, A. Suwito^b, S. Sunardi^b, dan T. Sugiarti^b

^aUniversitas Nahdlatul Ulama Blitar, Jl. Masjid No. 22, Blitar, 66117, Indonesia

^bUniversitas Jember, Jalan. Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, 68121, Indonesia

*Corresponding author email: johanwayandika@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 9 Februari 2022
 Direvisi: 18 Februari 2022
 Disetujui: 27 Februari 2022
 Tersedia online: 15 Maret 2022

ABSTRACT

Crane hook strength analysis is an effort to minimize accidents and work failures when used in moving goods that tend to have heavy loads. Apart from that, the analysis is also used as a benchmark for the crane hook safety level which can be identified through the accompanying structures. This study aims to determine the strength of the crane hook with various geometric shapes and sizes, namely the ST E 355 crane hook with the DIN 15401 standard, hereinafter referred to as the original size and half of the original size. The strength in question consists of deformation, stress and safety factor. This research begins with the design process using an autodesk inventor, then proceeds to the simulation and analysis process through ANSYS. The results obtained are the crane hook with the original size has the best strength. This is indicated by a small deformation with a value of 0.82214 mm, a low stress value of 264.14 Mpa, and a high safety factor with a value of 2.668903.

Keywords: (Crane hook, Deformation, Stress, Safety Factor).

ABSTRAK

Analisis kekuatan *crane hook* merupakan upaya minimalisir kecelakaan dan kegagalan kerja pada saat penggunaannya dalam melakukan pemindahan barang-barang yang cenderung memiliki beban yang berat. Selain itu analisis juga digunakan sebagai tolok ukur tingkat keamanan *crane hook* yang dapat diketahui melalui struktur-struktur yang menyertainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan *crane hook* yang divariasikan bentuk dan ukuran geometrinya yaitu *crane hook* ST E 355 dengan standar DIN 15401 yang selanjutnya disebut dengan ukuran original serta setengah dari ukuran original. Kekuatan yang dimaksud terdiri dari *deformation*, *stress* serta *safety factor*. Penelitian ini diawali dengan proses desain menggunakan autodesk inventor, kemudian lanjut pada proses simulasi dan analisis melalui ANSYS. Hasil yang didapatkan adalah *crane hook* dengan ukuran original mempunyai kekuatan yang paling baik. Hal ini ditunjukkan dengan adanya deformasi yang kecil dengan nilai 0,82214 mm, nilai *stress* yang rendah sebesar 264,14 Mpa, dan *safety factor* yang tinggi dengan nilai sebesar 2,668903.

DOI: 10.26905/jtmt.v18i1.7972

Kata Kunci: (*Crane hook*, *Deformation*, *Stress*, *Safety Factor*).

1. Pendahuluan

Salah satu komponen industri yang dimanfaatkan untuk proses pemindahan barang dikenal dengan crane [1]. Rudenko (1964) menyatakan bahwa *crane* merupakan gabungan mekanisme pengangkat yang terdiri dari komponen-komponen pengangkat yang fungsi utamanya dapat digunakan untuk mengangkat, memindah, dan meletakkan satu atau lebih barang [2]. Secara spesifik, penggunaan *crane hook* dihubungkan dengan rantai atau tali dalam mengangkat beban seperti peti, balok konstruksi dan mesin [3][4][5].

Penggunaan *crane* banyak diterapkan pada bongkar muatan kapal-kapal di pelabuhan, konstruksi, dan industri yang didalamnya memerlukan pengangkatan dan pemindahan barang dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Adapun *crane* memiliki beberapa bagian utama yang berfungsi untuk membantu dalam proses mengangkat dan memindahkan muatannya.

Untuk mengangkat muatan berupa bahan maupun produk, *crane* menggunakan rantai atau tali yang diikatkan pada kait (*crane hook*). Pengait berfungsi sebagai alat untuk menggantung beban yang akan diangkat dimana beban dapat

bergantung atau alat diturunkan oleh rantai yang digulung pada dua buah drum melalui sistem puli, sehingga *crane hook* mempunyai peran yang sangat besar dalam proses pemindahan atau keperluan industri [6][7][8]. Pengangkatan kait dapat dilakukan secara serentak ataupun terpisah, pengangkatan dapat menggunakan tenaga motor maupun manual dengan menggunakan tenaga manusia.

Ditinjau dari teknis penggunaan dengan memanfaatkan tenaga motor, maka diketahui bahwa untuk mengangkat suatu barang daya yang dihasilkan oleh tenaga motor tersebut harus mampu menarik dan menjalankan sistem transmisi. Kemudian pada saat proses penahanan atau pada saat barang akan dipindahkan, maka pada proses ini harus terdapat sistem pengereman agar terhindar dari kegagalan kerja berupa barang jatuh dan sejenisnya. Biasanya sistem pengereman pada katrol ini dilengkapi dengan pengereman yang bersifat elektrik.

Selanjutnya teknis penggunaan secara manual, secara garis besar tidak jauh berbeda dengan penggunaan dengan memanfaatkan tenaga motor. Hanya saja pada saat melakukan proses pemindahan, bukan pengereman dengan sistem elektrik yang bekerja melainkan pengunci pada drum pengerek. Sedangkan untuk proses pengangkatan dan penurunan pada penggunaan secara manual ialah dengan memanfaatkan tenaga manusia. Berdasarkan cara kerjanya tersebut, maka *crane hook* akan berpotensi terhadap adanya kegagalan [9][10].

Crane terdiri dari beberapa komponen, salah satu komponen utama pada crane ialah *crane hook* atau kait. Sesuai dengan namanya, *crane hook* bertugas sebagai pengait yang menghubungkan antara beban dengan *crane*. Ditinjau dari jenisnya, *crane hook* atau kait terdiri dari kait standar (tunggal), kait tanduk (ganda), dan *shackles*.

Tujuan utama dari perkembangan teknologi ialah untuk memberikan berbagai kemudahan bagi setiap pekerjaan manusia, selain itu juga mampu untuk menambah nilai dari kuantitas maupun kualitas produksi dari sebuah produsen. *Crane* merupakan Salah satu wujud dari perkembangan teknologi pada konstruksi dan industri.

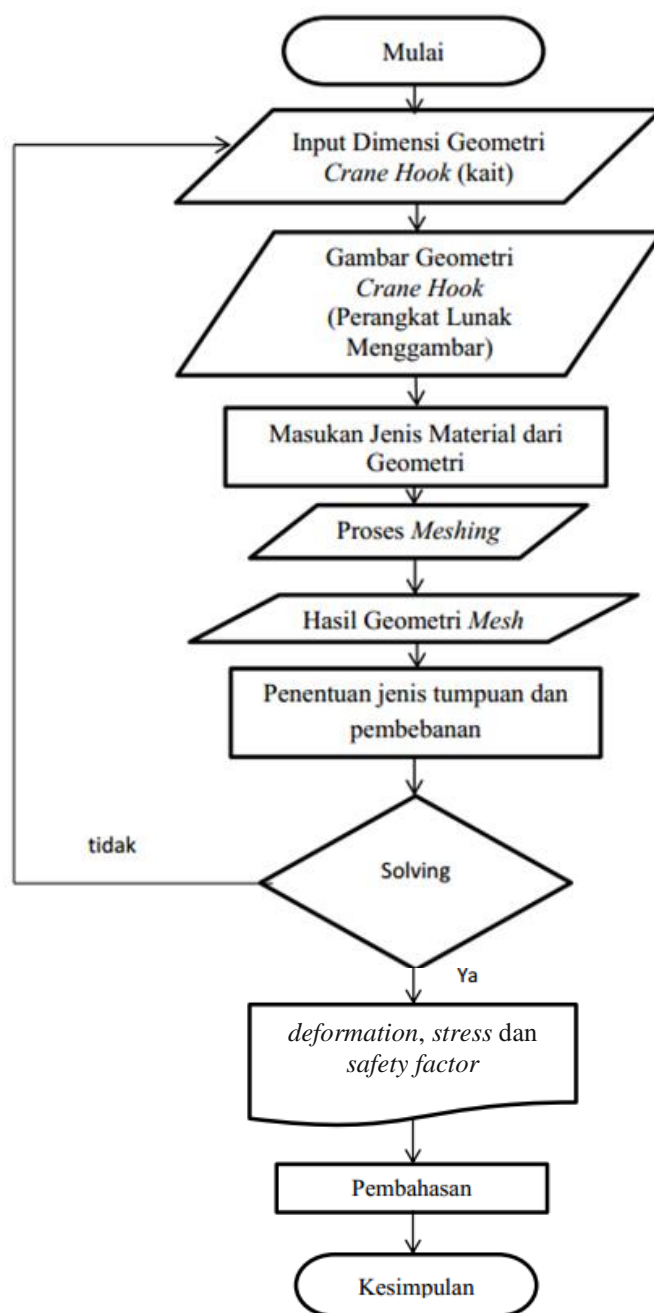
Sebagai dampak dari perkembangan teknologi pula, maka terdapat sebuah ilmu rekayasa dalam bidang ilmu elemen hingga yang menyatukan ilmu matematika, teknik dan komputer yang berfungsi untuk mengestimasi alat atau komponen yang hendak digunakan, sehingga memudahkan para konsumen atau operator dalam memilih jenis dan material yang cocok untuk digunakan. Dalam kasus ini, konsumen atau operator akan diberikan kemudahan untuk menganalisis kemampuan atau bahkan merekayasa *crane hook*.

Ilmu rekayasa mempunyai peran penting dalam merekayasa suatu produk. Di dalam ilmu tersebut terdapat beberapa keilmuan yang harus digunakan agar proses rekayasa dapat berjalan secara lancar. Adapun ilmu-ilmu yang terkandung dalam rekayasa tersebut meliputi matematika, teknik, dan komputer. Autodesk Inventor dan ANSYS merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk merekayasa suatu produk tertentu, tidak terkecuali juga *crane hook* juga dapat direkayasa dengan menggunakan *software* ini. *Crane hook* harus dirancang dengan memperhitungkan secara detail dari segi fungsi, material, bentuk dan faktor keamanannya. *Crane hook* yang dirancang secara tidak benar, maka akan

menimbulkan bahaya ketika menggunakannya, sehingga perlu dilakukan simulasi melalui aplikasi elemen hingga agar konstruksi yang dibuat pada *crane hook* tidak mengalami kegagalan.

2. Metode Penelitian

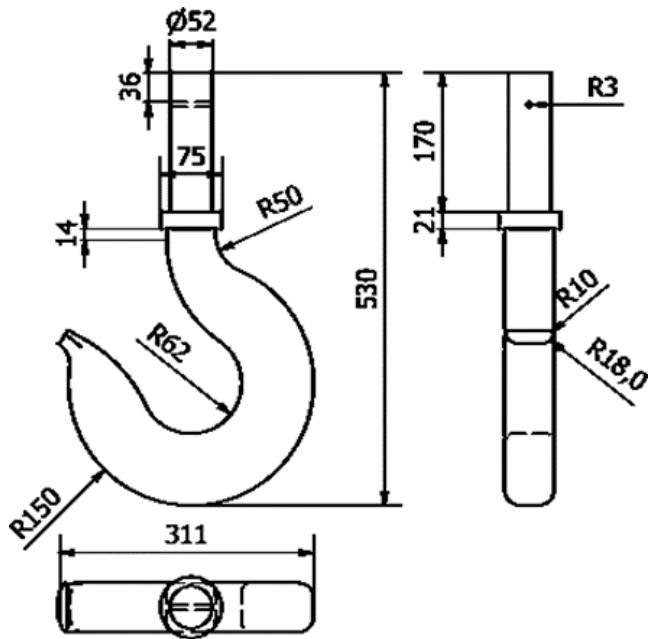
Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian kuantitatif, lebih tepatnya adalah eksperimental dengan jenis *one factor designs*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *deformation*, *stress* serta *safety factor* pada *crane hook* yang divariasikan ukuran/dimensi geometrinya. Proses desain menggunakan *software* autodesk inventor dan analisis menggunakan ANSYS. Berikut adalah diagram alir penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Bahan yang Digunakan

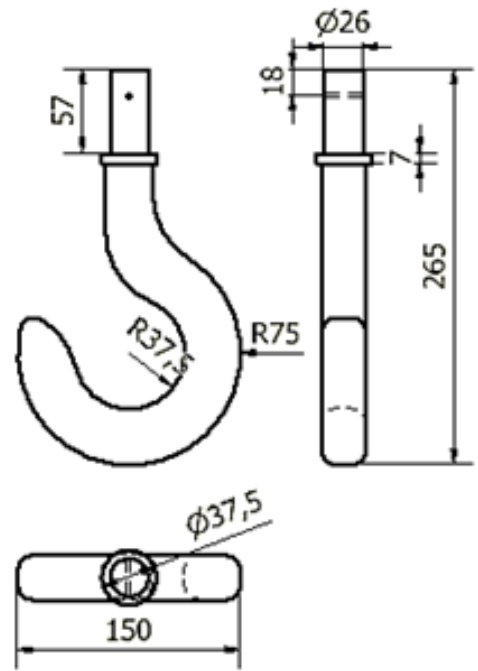
Bahan penelitian yang didesain dan disimulasikan adalah *crane hook* dengan jenis material ST E 355 dengan standar DIN 15401. Berikut adalah detail ukuran dan bentuk geometri *crane hook* tersebut.



Gambar 2. Spesifikasi Ukuran *Crane Hook Original*



Gambar 3. Geometri *Crane Hook Original*



Gambar 4. Spesifikasi Ukuran *Crane Hook Setengah Original*



Gambar 5. Geometri *Crane Hook Setengah Original*

Adapun *mechanical properties* dari material *crane hook* jenis material ST E 355 adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Mechanical Properties Crane Hook ST E 355

No	Property	Value
1	Modulus Young	200×10^3 MPa
2	Poisson's ratio	0.3
3	Yield strength	350 MPa
4	Ultimate strength	650 MPa
5	Density	7700 kg/m ³

2.2. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Secara rinci, ketiga variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Variabel Penelitian

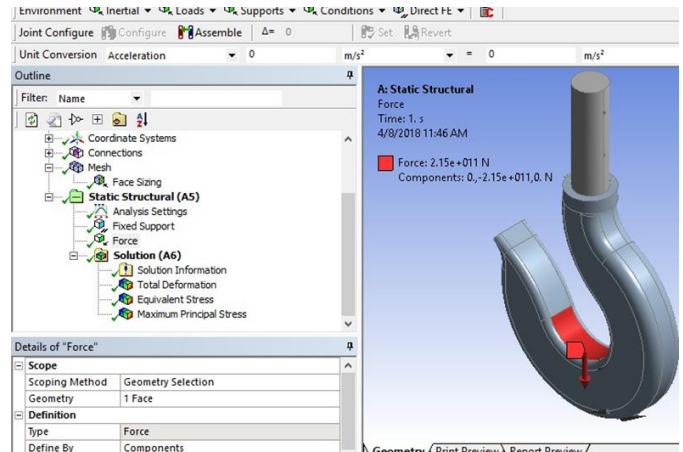
No	Jenis Variabel	Variabel
1	Variabel bebas	<i>Geometric Properties</i> <ul style="list-style-type: none"> • Original • Setengah Original)
2	Variabel terikat	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Deformation,</i> • <i>Stress</i> • <i>Safety factor</i>
3	Variabel kontrol	<ul style="list-style-type: none"> • Modulus Young • Poisson's rasio • Yield strength • Ultimate strength • Density

3. Hasil dan Pembahasan

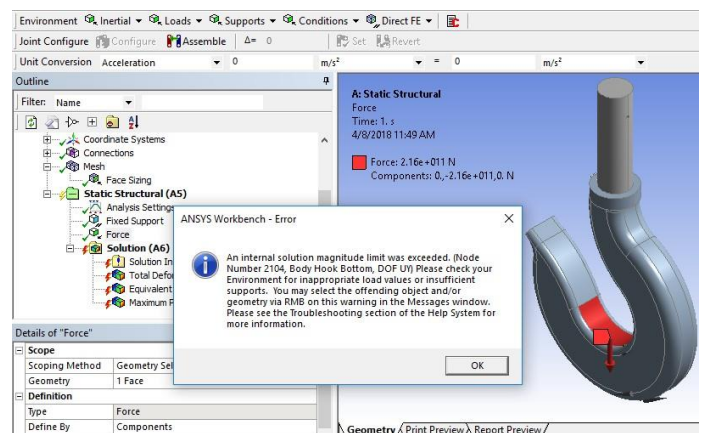
Variasi *geometric properties* merupakan ukuran atau spesifikasi yang digunakan untuk mendesign *crane hook*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui *design* yang sederhana dan mudah dibuat, sehingga dapat untuk mencapai tingkat efisiensi pembuatan yang tinggi. Variasi *dimention* yang digunakan dalam simulasi ini dibagi menjadi dua yaitu *crane hook* dengan ukuran original dan setengah original. Adapun ukuran yang dimaksud dengan ukuran original ialah disesuaikan dengan *standard* DIN 15401. Berikut hasil simulasi melalui ANSYS yang telah didapatkan.

3.1. Deformation, Stress, dan Safety Factor pada Geometric Properties Crane Hook Original

Sebelum dilakukan simulasi untuk mendapatkan nilai *deformation*, *stress* dan *safety factor*, maka dilakukan *Force maximum execution* terlebih dahulu dan berikut hasil yang didapatkan.



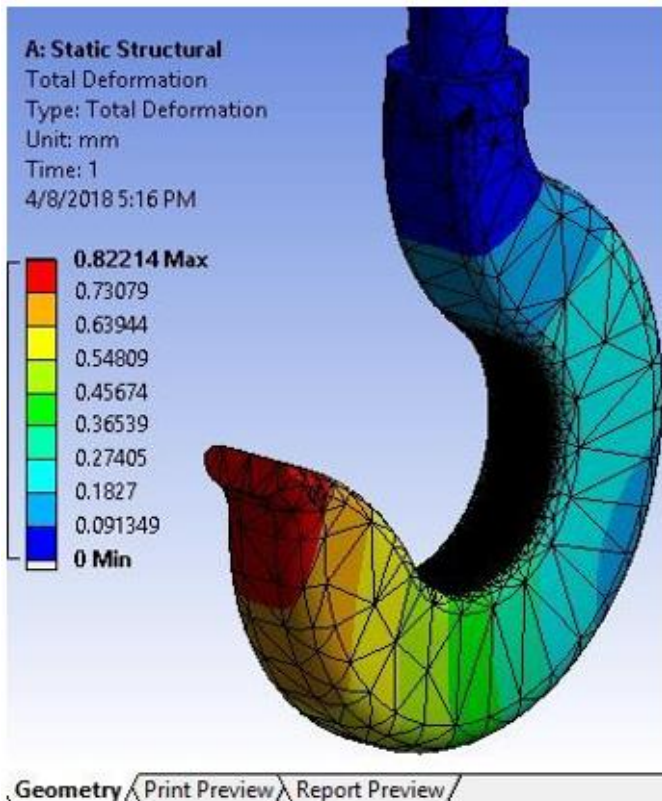
Gambar 6. Force Maximum Execution pada Crane Hook Dimensi Original



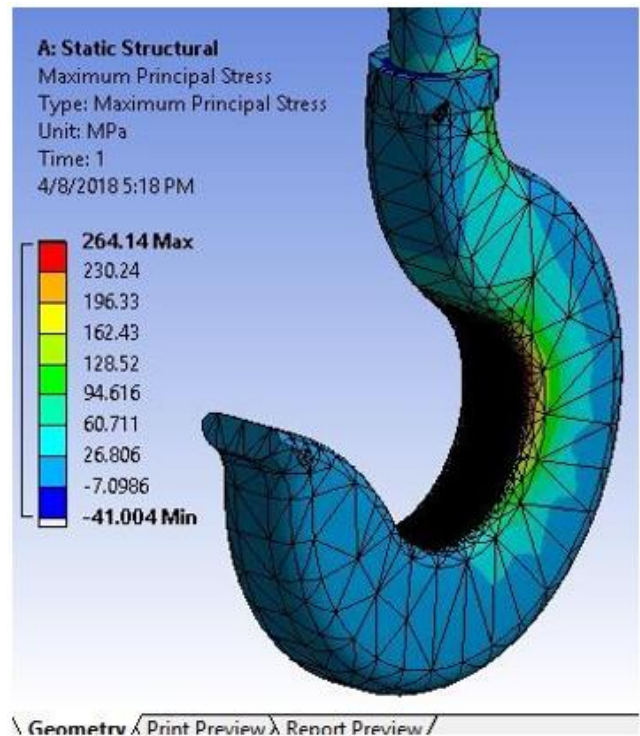
Gambar 7. Over Force Maximum Execution pada Crane Hook Dimensi Original

Berdasarkan Gambar 6 dan 7 dapat diketahui bahwa *force maximum execution* pada *crane hook* dengan dimensi original ialah $2,15 \times 10^{11}$ N, sedangkan pada *force* $2,16 \times 10^{11}$ N ANSYS tidak dapat melakukan eksekusi *solving* atau *solving* tidak dapat diaks.

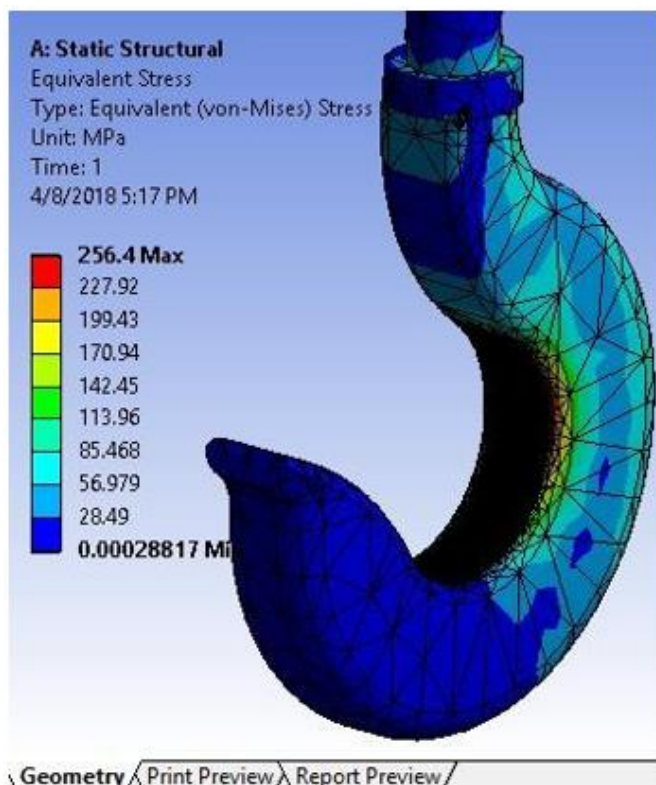
Pada pengujian ini, diberikan *Force standard* yaitu *force* 160.000 N dan berikut hasil yang didapatkan.



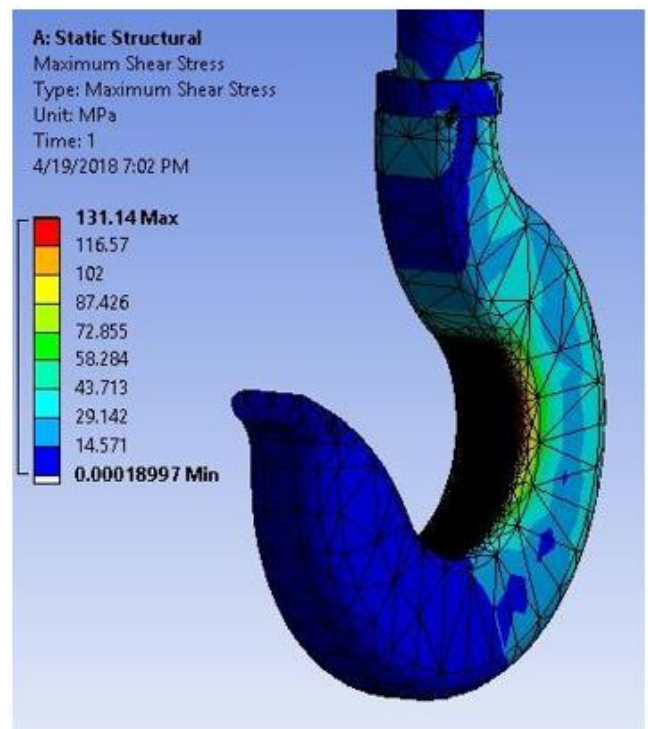
Deformation



Maximum Principal Stress



Equivalent (Von-Misses) Stress



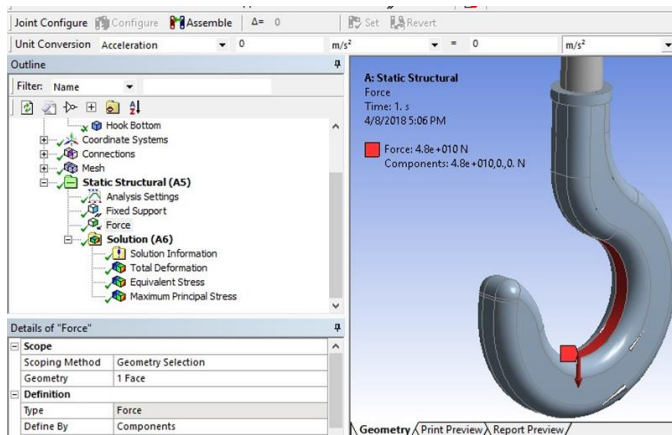
Maximum Shear Stress

Gambar 8. Hasil ANSYS Crane Hook Original Dimention dengan Force Standard $1,6 \times 10^5$ N

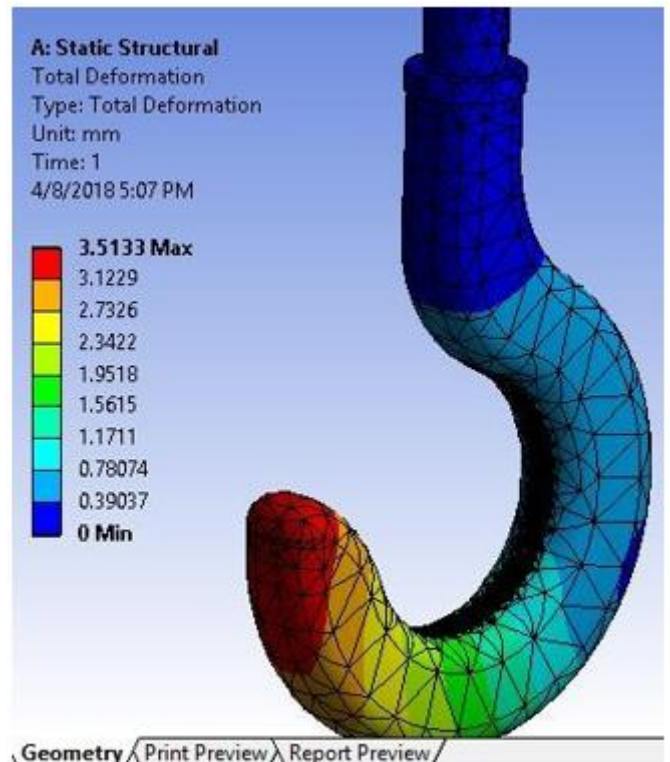
3.2. Deformation, Stress, dan Safety Factor pada Geometric Properties Crane Hook Setengah Original

Sebelum dilakukan simulasi untuk mendapatkan nilai *deformation*, *stress* dan *safety factor*, maka dilakukan *Force*

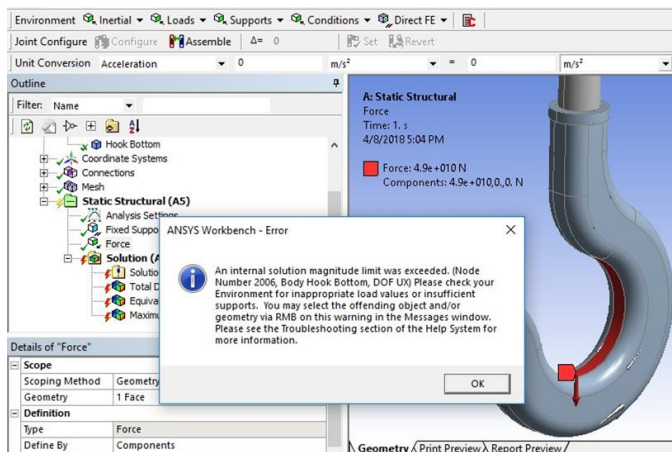
maximum execution terlebih dahulu dan berikut hasil yang didapatkan.



Gambar 9. Force Maximum Execution pada Crane Hook Dimensi Setengah Original



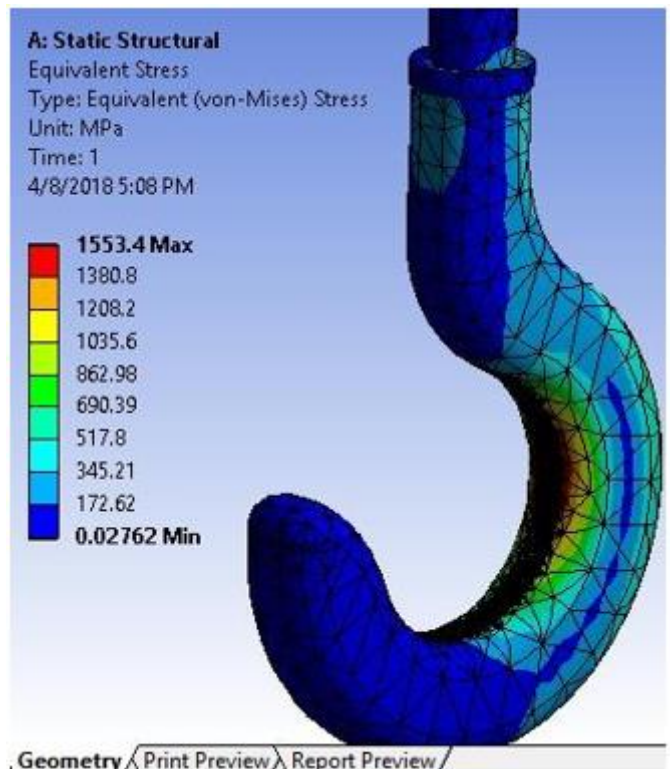
Deformation



Gambar 10. Over Force Maximum Execution pada Crane Hook Dimensi Setengah Original

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat diketahui bahwa force maximum execution pada crane hook dengan dimensi original ialah $4,8 \times 10^{10}$ N, sedangkan pada force $4,9 \times 10^{10}$ N ANSYS tidak dapat melakukan eksekusi solving atau solving tidak dapat diakses.

Pada pengujian ini, diberikan Force standard yaitu force 160.000 N dan berikut hasil yang didapatkan.



Equivalent (Von-Misses) Stress

Berikut disajikan rangkuman *Force maximum execution* dari *crane hook* dengan dimensi *original* dan setengah *original*.

Tabel 3. *Maximal Force Accessed* dari Variasi *Geometric Properties Crane Hook*

Material ST E 355	Maximal Force Accessed (N)	Maximal Force Not Accessed (N)
Original	$2,15 \times 10^{11}$ N	$2,16 \times 10^{11}$ N
Setengah Original	$4,8 \times 10^{10}$ N	$4,9 \times 10^{10}$ N

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa dimensi *original* mampu diakses dengan *force* yang lebih besar daripada dimensi setengah *original* hingga nilai $2,15 \times 10^{11}$.

Tabel 4. *Maximal Force Accessed* dari Variasi *Geometric Properties Crane Hook*

Material ST E 355	Maximal Force Accessed (N)	Maximal Force Not Accessed (N)
Original	$2,15 \times 10^{11}$ N	$2,16 \times 10^{11}$ N
Setengah Original	$4,8 \times 10^{10}$ N	$4,9 \times 10^{10}$ N

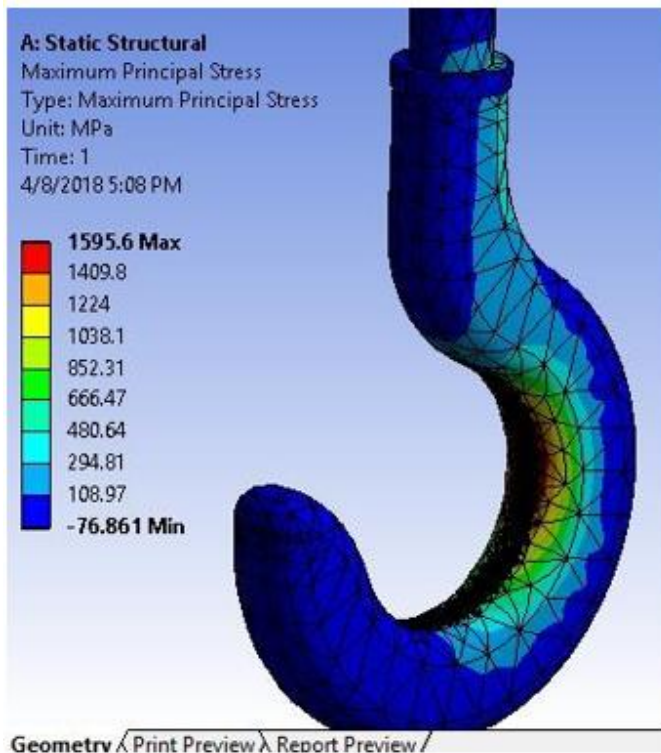
Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan ANSYS, didapatkan bahwa ukuran yang baik terdapat pada *crane hook* dengan ukuran *original*. Pemilihan ukuran ini didasari dengan adanya kemampuan stress sebesar 264,14 MPa, *deformation* yang paling rendah sebesar 0,82214 mm, serta mempunyai *safety factor* yang paling baik dengan nilai sebesar 2,668903. *Crane hook* ini baik untuk digunakan dalam melakukan proses pemindahan, sebab nilai *safety factor* yang didapatkan lebih dari 1.

4. Kesimpulan

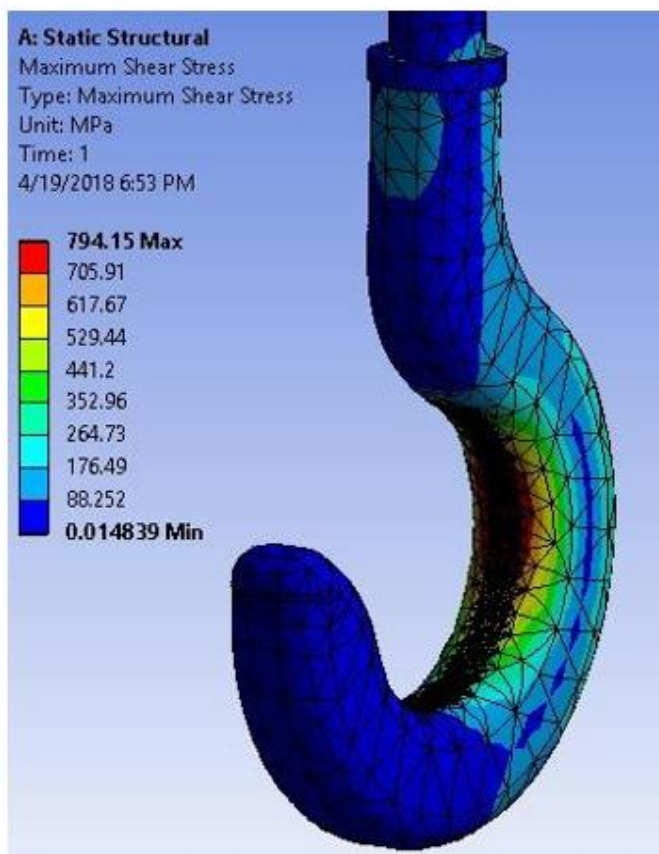
Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *Geometric Properties* pada *crane hook* ST E 355 yang paling baik ditinjau dari *force maximum execution*, *deformation*, *stress* dan *safety factor* yang dianalisis melalui ANSYS ialah *crane hook* *original*.

Referensi

- [1] A. Kurniawan, "Analisa Kekuatan Struktur Crane Hook Dengan Perangkat Lunak Elemen Hingga Untuk Pembebanan 20 Ton," Universitas Bengkulu, 2014.
- [2] N. Rudenko, *Mesin Pengangkat*. Jakarta: Erlangga, 1964.
- [3] G. Pavlović, M. Savković, N. B. Zdravković, G. Marković, and J. Stanojković, "Analysis and optimization of T-cross section of crane hook considered as a curved beam.," *IMK-14-Istrazivanje i Razvoj*, 2018.
- [4] L. Leopardi and A. Strozzi, "Two extensions towards practical applications of a paradox in curved beams.," *Procedia CIRP*, vol. 84, pp. 761–768.



Maximum Principal Stress



Maximum Shear Stress

Gambar 11. Hasil ANSYS Crane Hook Setengah Original Dimention dengan Force Standard $1,6 \times 10^5$ N

- [5] T. P. Jani, P. G. Biholarav, and N. R. Solanki, "Weight Optimization Of Crane Hook Having 8tons Force Capacity By Modifying Cross Section And Comparison With Various Basic Cross Sections," *Int. J. Innov. Res. Adv. Eng.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [6] M. N. V. Krishnaveni, M. A. Reddy, and M. Rajaroy, "Static analysis of crane hook with t-section using ANSYS," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 25, no. 1, pp. 53–58, 2015.
- [7] S. A. Mehendale and S. R. Wankhade, "Design and analysis of EOT crane hook for various cross sections," *Int. J. Curr. Eng. Sci. Res*, vol. 3, no. 12, pp. 53-58., 2016.
- [8] M. Shaban, M. I. Mohamed, A. E. Abuelezz, and T. Khalifa, "Determination of Stress Distribution in Crane Hook by Caustic," *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 5, 2013.
- [9] A. Singh and V. Rohilla, "Optimization and Fatigue Analysis of a Crane Hook Using Finite Element Method," *Int. J. Recent Adv. Mech. Eng.*, vol. 4, pp. 31–43, 2015.
- [10] R. Taralele, R. Dalavi, S. Patil, and A. Patil, "Structural And Modal Analysis Of Crane Hook With Different Materials Using FEA," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 6, 2017.