

Desain dan Analisis Tegangan Double Crane Hook Kapasitas 5 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga

Andra Jaya Asmara¹, Irham Nadiansyah², Alfred Joan Magmadian³, Armin Agus Dhombo⁴, Samuel Harsoyo Sraun⁵, Angger Bagus Prasetyo^{6*}
^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Korespondensi : angger.bagus@itny.ac.id

ABSTRAK (10 PT)

Salah satu komponen industri yang digunakan dalam pengangkutan barang adalah crane. Kombinasi mekanisme pengangkatan yang terdiri dari komponen-komponen pengangkat yang fungsi utamanya dapat digunakan untuk mengangkat, memindahkan, dan meletakkan satu atau lebih benda. Lebih khusus lagi, ketika kait derek yang dibungkan dengan rantai atau tali digunakan, beban seperti kotak, pembangun dan mesin atau alat yang ditanggung diangkut, yang diturunkan dengan rantai yang digulung melalui sistem katrol dengan dua drum, sehingga kait derek memainkan peran yang sangat penting. Desain permodelan double crane hook menggunakan software CAD, selanjutnya dilakukan meshing dan analisis struktur menggunakan metode elemen hingga. Material yang dipergunakan adalah mild steel dengan beban sebesar 2000N. Hasil simulasi diperoleh nilai total displacement sebesar 0,1101mm, nilai von mises stress maksimal sebesar 203,7 MPa dengan Min 9,64e-04 MPa. Nilai equivalent strain maksimal sebesar 0,001216mm, dan nilai minimumnya sebesar 5,238e-09mm. Nilai safety factor sebesar 1,016. Artinya nilai keamanan kurang dari nilai yang dipersyaratkan dari sebuah desain.

Kata kunci: analisis tegangan, double crane hook, elemen hingga

ABSTRACT

One of the industrial components used in the transportation of goods is a crane. A combination lifting mechanism consisting of lifting components whose main function can be used to lift, move and place one or more objects. More specifically, when crane hooks connected by chains or ropes are used, loads such as boxes, builders and suspended machinery or tools are transported, which are unloaded by chains wound through a pulley system with two drums, so crane hooks play a very important role. Utilising CAD software for modelling the double crane hook, the finite element approach is then used for meshing and structural analysis. Mild steel is the material, and the load is 2000N. The simulation produced a total displacement value of 0.1101 mm, a von Mises stress maximum value of 203.7 MPa, and a von Mises stress minimum value of 9.64e-04 MPa. The value of the corresponding strain ranges from 5.238e-09mm to 0.001216mm. 1.016 is the safety factor value. This indicates that a design's safety value is lower than its necessary value.

Keyword : stress analysis, double crane hook, finite element

PENDAHULUAN (10 PT)

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan dampak yang besar untuk mempermudah pekerjaan manusia, yaitu meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Terutama dalam konstruksi dan industri, teknologi memainkan peran yang sangat besar. *Crane hook* adalah alat yang digunakan untuk mengangkat, menurunkan dan memindahkan barang, baik secara vertikal maupun horizontal, dan dapat dioperasikan secara manual atau dengan motor listrik [1]. Crane banyak digunakan dalam penanganan kapal di pelabuhan, konstruksi dan industri dimana kargo perlu diangkat dan dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Crane terdiri dari beberapa komponen utama yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban [2]. Untuk mengangkat beban berupa bahan atau produk, crane menggunakan rantai atau tali yang diikatkan pada pengait (crane hook). Fungsi pengait adalah untuk menggantungkan barang yang diangkat pada tempat yang dapat digantung, atau untuk menurunkan alat dengan rantai yang menggeling pada dua buah drum melalui sistem katrol, sehingga pengait crane berperan penting dalam pengangkatan. proses. Proses kenaikan. kebutuhan mobile atau industri [3]. Pengait (hook) adalah salah satu elemen pengangkat terpenting penggunaan crane. Kait adalah alat platform pengangkat yang digunakan untuk menahan material yang akan diangkat atau dipindahkan. Seperti diketahui, kait digunakan untuk menahan atau menanggulangi beban, yang terdiri dari dua jenis, yaitu: kait tunggal (*single hook*) dan kait ganda (*double hook*) [4].

Kait derek ganda (double crane hook) adalah sistem pengait yang terdiri dari dua tali derek yang dipasang pada satu unit derek. Dengan bantuan pengait derek ganda, kapasitas angkat derek dapat ditingkatkan secara signifikan. Seperti namanya, pengait derek ganda memiliki dua pengait yang dipasang pada satu struktur. Pengait double crane biasanya terbuat dari baja yang kuat dan tahan lama, sehingga dapat dengan aman menahan beban yang berat sekalipun. Mereka juga dilengkapi dengan mekanisme penguncian yang kuat untuk memastikan keamanan dan stabilitas saat mengangkat beban. Keuntungan utama menggunakan pengait derek ganda adalah meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam operasi pengangkatan. Berkat dua pengait, beban didistribusikan secara merata di antara pengait, mengurangi risiko ketidakseimbangan dan meminimalkan risiko jatuhnya beban [5].

Tujuan utama perkembangan teknologi adalah memberikan kemudahan yang serba guna untuk setiap pekerjaan manusia, sekaligus meningkatkan kuantitas dan kualitas keluaran pabrikan. Dalam hal ini, konsumen atau pengguna diberi kesempatan untuk menganalisa sendiri karakteristik atau desain *hook crane* tersebut. Teknologi memainkan peran penting dalam desain produk. Dalam ilmu ini, beberapa ilmu harus dimanfaatkan agar proses desain berjalan lancar. Rekayasa Desain meliputi matematika, teknologi, dan komputer. *Autodesk Inventor*, *Solidwork*, *ANSYS* dan *Fusion 360* adalah aplikasi yang dapat digunakan untuk merancang produk tertentu dan pengait derek juga dapat dirancang menggunakan perangkat lunak ini [6]. Pengait crane harus dirancang dengan mempertimbangkan detail fungsi, material, bentuk dan faktor keamanan. Kait derek yang salah desain menimbulkan bahaya dalam penggunaan, sehingga perlu dilakukan simulasi penggunaan elemen agar struktur yang dibuat pada kait derek tidak pecah.

METODE PENELITIAN

Dalam aturan simulasi pemodelan, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan diantaranya adalah tahap *pre-processing*, *processing* dan *post-processing* [7]–[10]. Masing-masing tahapan saling berkaitan erat, sehingga simulasi pemodelan dapat berjalan dengan lancar.

Desain Permodelan *Double Crane Hook*

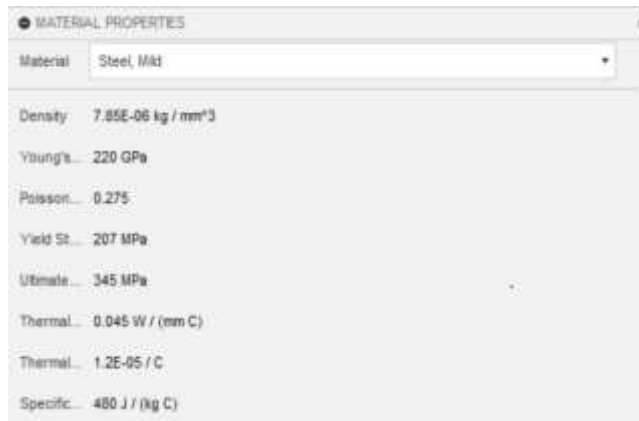
Pada tahapan *pre-processing* yakni pembuatan desain permodelan *double crane hook* menggunakan *software Solidwork 2022*. Desain dibuat dengan mempertimbangkan dimensi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai total displacement, *strees*, strain dan *safety factor*-nya, hasil desain dapat dilihat pada Gambar 1. Langkah utama dalam analisis struktur menggunakan metode elemen hingga adalah proses *meshing* [11], dimana sistem kontinyu benda yang akan dianalisis didiskritisasi sehingga struktur utama menjadi elemen-elemen yang memiliki ukuran yang lebih kecil dan berjumlah tertentu dan berhingga [12]. *Meshing* menjadi tahapan yang sangat penting karena itu tahapan ini tidak boleh terlewatkan, dalam pembagian *mesh* terdapat 3 jenis mesh diantaranya *tetrahedral mesh*, *hexahedral mesh* dan *polyhedral mesh* [13]. Pada desain *double crane hook* ini dijadikan 2766 elements dan 4759 nodes.



Gambar 1. (a) Desain pemodelan *double crane hook*, (b) Pembagian domain komputasi

Pemilihan material

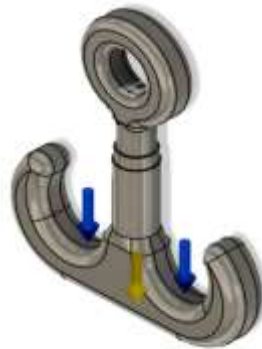
Pada *software Fusion 360* menyediakan material yang beraneka ragam, sehingga memudahkan seorang engineer dalam menentukan material yang akan dipergunakan, material ditentukan pada saat proses pemodelan setiap part. Material pada setiap part tersebut akan diverifikasi ulang saat proses pengujian. Verifikasi material tersebut terdapat pada material properties atau bisa juga dilihat pada saat meminta report dari hasil analisis simulasi pengujian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesifikasi Material Mild Steel

Penentuan Constrain dan Pembebanan

Langkah berikutnya adalah menentukan constrain dilakukan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada produk desain yang dimodelkan, constrain berupa *fixed constrain* [11]. Sedangkan untuk tumpuan tali baja seling yang dikaitkan pada lubang tali baja seling yang nantinya akan menahan dari *hook* yang akan diberi beban tekan sebesar 5000 N. berikut akan ditampilkan pada Gambar 3.



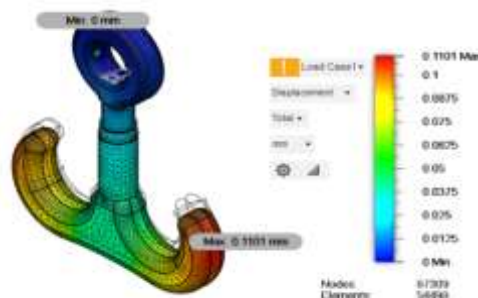
Gambar 3. Penentuan constrain dan pembebanan

HASIL DAN ANALISIS

Stress Analysis adalah salah satu alat pengujian struktur menggunakan seperangkat software yang dibuat dengan menggunakan konsep *Finite Element Analysis* (FEA)[14]. Dengan melakukan ini, objek struktural yang diuji dipecah menjadi elemen hingga yang saling berhubungan, yang dikendalikan oleh perangkat lunak dengan perhitungan khusus, yang menghasilkan hasil yang lebih akurat [15].

Total Displacement

Ketika benda kerja dibebani hingga mencapai zona plastis, deformasi yang terjadi merupakan gabungan antara deformasi elastis dan deformasi plastis [11]. Pada gambar tersebut menunjukan perubahan bentuk pada hook. Hasil nilai deformasi bernilai maksimal yaitu 0,006728mm. Pada bagian ini bagian yang mengalami perubahan maksimal terjadi pada ujung kait *hook* akibat pembebanan, komponen yang terjadi perubahan ditandai dengan warna merah pada Gambar 5.

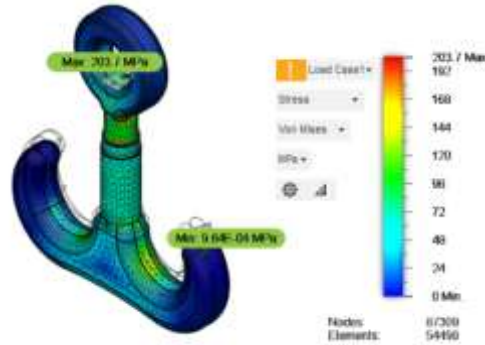


Gambar 4. Nilai total displacement simulasi pembebanan 5000N



Von Mises Stress

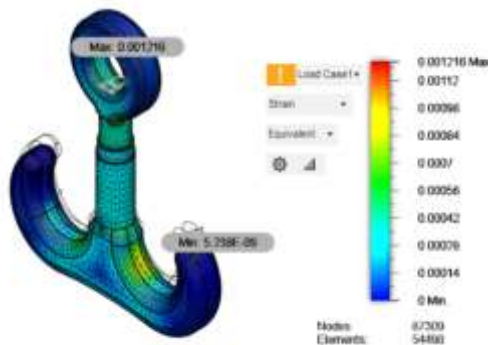
Pada gambar tersebut menunjukkan *Von Mises stress* pada *Hooks*. Hasil simulasi bernilai maksimal yaitu Max 8,047 MPa dengan Min 0,015 MPa. Pada bagian ini yang mengalami *von mises stress* yaitu pada bawah *hook* dan bagian pengait yang diakibatkan oleh pembebanan komponen.



Gambar 5. Nilai *equivalent stress* simulasi pembebanan 5000N

Equivalent Strain

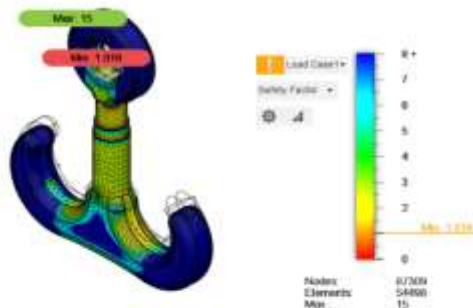
Pada gambar tersebut menunjukkan *equivalent strain* pada *double crane hook*. Hasil simulasi bernilai maksimal yaitu $3,32e+05$ mm dan minimal $6,158e+08$ ul pada dibawah ini bagian yang mengalami perubahan pembebanan komponen



Gambar 6. Nilai *equivalent strain* simulasi pembebanan 5000N

Safety factor

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai *safety factor* berada di 15 dan Min 1,016. oleh karena itu dapat dipastikan desain ini dapat menahan beban 2000 N dengan aman tanpa adanya perubahan yang besar pada *DoubleCrane Hook* ini.



Gambar 7. Nilai *Safety factor* simulasi pembebanan 5000N

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa desain *double crane hook* menggunakan material *mild steel* memiliki nilai total displacement sebesar 0,1101mm, nilai *von mises stress* maksimal sebesar 203,7 MPa dengan Min 9,64e-04 MPa. Nilai *equivalent strain* maksimal sebesar 0,001216mm, dan nilai minimumnya sebesar 5,238e-09mm. Nilai *safety factor* sebesar 1,016. Artinya nilai keamanan kurang dari nilai yang dipersyaratkan dari sebuah desain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Wunda, A. Z. Johannes, R. K. Pingak, and A. S. Ahab, "Wunda, S., Johannes, A. Z., Pingak, R. ariK., dan Ahab, A. S. 2019," *J. Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 131–138, 2019.
- [2] J. W. Dika, A. Suwito, and S. Sunardi, "Analisis Deformation, Stress, dan Safety Factor pada Geometric Properties Crane Hook," *Transmisi*, vol. 18, no. 1, pp. 11–18, 2022, doi: 10.26905/jtmt.v18i1.7972.
- [3] O. A. Ansari and P. S. Rao, "Design and analysis of crane hook for load conditions," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 5, pp. 75–79, 2016.
- [4] S. Ramdja and P. Zacharias, "Desain Perangkat Kait Overhead Travelling Crane Dengan Kapasitas Angkat 25 Ton Pada Pabrik Elemen Bakar Nuklir," *PRIMA-Aplikasi dan Rekayasa dalam Bid. Iptek Nukl.*, vol. 12, no. 1, pp. 045–055, 2015.
- [5] R. Tarale, R. Dalavi, S. Patil, A. Patil, and M. Engineering, "Structural and Modal Analysis of Crane Hook With Different Materials Using Fea," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 6, pp. 247–252, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4I642.pdf>.
- [6] F. Arifin, M. S. Alaydrus, and A. B. Prasetyo, "Desain dan analisis Cassava Chopper Machine Desain dan Analisis Cassava Chopper Machine," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 97–102, 2023, doi: 10.28989/angkasa.v15i1.1638.
- [7] A. B. Prasetyo and F. Fauzun, "Numerical study of effect of cooling channel configuration and size on the product cooling effectiveness in the plastic injection molding," *MATEC Web Conf.*, vol. 197, pp. 8–11, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819708019.
- [8] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, and Sutrisna, "Numerical analysis of the influence iron type on Von Mises Stress and safety parameters for compost processing machine frame construction," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1151, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1151/1/012058.
- [9] A. B. Prasetyo *et al.*, "Finite Element Analysis (FEA) of blade weed design using Ansys workbench," *Sinergi*, vol. 26, no. 3, p. 371, 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.3.012.
- [10] A. B. Prasetyo and K. A. Sekarjati, "Desain dan Analisis Frekuensi Natural Rangka Mesin Penyiang Gulma Menggunakan Metode Finite Element Analysis Design and Analysis of Natural Frequency Weed Weeding Machine Frames Using the Finite Element Analysis Method," *J. Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 181–187, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i2.14428.
- [11] A. B. Prasetyo and K. A. Sekarjati, "Analisis Struktur Desain Pisau Pengupas Tempurung Kelapa," in *Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi*, 2022, pp. 417–423.
- [12] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, and S. H. Yaqin, Rizqi Ilmal, Pranoto, "Analisis Keseragaman Pendinginan Produk Plastik Injeksi Molding Dengan Variasi Sistem Pendingin," *J. Penelit. Saintek*, vol. 25, no. 2, pp. 173–183, 2020, doi: 10.21831/jps.v25i2.34574.
- [13] A. B. Prasetyo, A. A. Azmi, D. S. Pamuji, and R. Yaqin, "Pengaruh Perbedaan Mesh Terstruktur dan Mesh Tidak Terstruktur Pada Simulasi Sistem Pendinginan Mold Injeksi Produk Plastik," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIV Tahun 2019*, vol. 2019, no. November, pp. 400–406, 2019.
- [14] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, and I. P. A. Assagaf, Sutrisna, "Analisis Frekuensi Natural Velg Ring 16 Menggunakan Finite Element Method," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, 2022, vol. 2022, no. November 2021, pp. 354–359.
- [15] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, and I. P. A. Assagaf, "Studi Numerik Pengaruh Variasi Pembebanan Troli Pengangkut Barang di Laboratorium Manufaktur ITNY Terhadap Analisis Struktur Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–39, 2023, doi: <https://doi.org/10.1000/jemmtc.v2i01>.