



## Desain dan Analisis Finite Elemen Rangka Gantry Crane Menggunakan Software Autodesk Inventor Professional 2024

Al Ichlas Imran<sup>1\*</sup>, Aminur<sup>2</sup>, Samhuddin<sup>3</sup>, I Made Widana<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

### Riwayat Artikel:

Diajukan: 10/08/2024  
Diterima: 03/10/2024  
Tersedia online  
08/10/2024  
Terbit: 31/12/2024

### Kata Kunci:

Desain,  
Analisis Elemen Hingga,  
Gantry Crane

### Keywords:

Design,  
Finite Element Analysis,  
Gantry Crane

### Abstrak

Saat ini gantry crane masih menggunakan material baja. Material baja tersebut dilindungi menggunakan cat pelapis untuk meminimalkan dampak korosi. Namun, metode ini kurang efisien mengingat laju korosi sangat tinggi karena terletak di pesisir pantai. Hal ini juga menimbulkan masalah dalam hal perawatan karena harus dilakukan pengecatan ulang secara teratur dan berkala. Selain itu, tak semua peralatan tersedia dana perawatan setiap tahun. Tujuan dari ini adalah mendesain dan menganalisis tegangan dari gantry crane dengan kapasitas 9 ton menggunakan material Aluminium 6061. Analisis elemen hingga dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor Professional 2024*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa rangka gantry crane aman untuk digunakan, Karena nilai dari hasil analisis tegangan von mises adalah 2,778 MPa masih di bawah kekuatan luluh (*yield strength*) material aluminium 6061 yaitu 275 MPa. Nilai faktor keamanan 2,07 menunjukkan desain dari *gantry crane* sangat aman untuk menahan beban hingga 9 ton.

### Abstract

Currently, the gantry crane still uses steel material. The steel is protected using a coating paint to minimize the impact of corrosion. However, this method is inefficient given the high rate of corrosion due to its coastal location. This also causes maintenance issues because repainting must be done regularly and periodically. Additionally, not all equipment has annual maintenance funding. The aim of this study is to design and analyze the stress of a 9-ton capacity gantry crane using Aluminium 6061 material. Finite element analysis was conducted using *Autodesk Inventor Professional 2024* software. The results of this study indicate that the gantry crane frame is safe to use because the von Mises stress analysis result of 2,778 MPa is still below the yield strength of Aluminium 6061 material, which is 275 MPa. A safety factor of 2.07 shows that the gantry crane design is very safe to withstand loads up to 9 tons.

### Pendahuluan

Sistem otomasi kini menjadi sangat penting di dunia industri. Hal ini disebabkan oleh kemampuan sistem otomasi dalam membuat pekerjaan menjadi lebih praktis, aman, dan efisien. Dengan memanfaatkan mesin-mesin industri modern, teknologi otomasi akan meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi yang mana salah satu alat penting di dunia industry adalah mesin pengangkat (*crane*) dengan berbagai karakteristik operasinya [1,2].

*Crane* merupakan salah satu alat berat yang banyak digunakan dalam dunia industri di bidang transportasi, konstruksi, dan manufaktur. Beberapa jenis *crane* termasuk *tower crane*, *mobile crane*, *crawler crane*, *hydraulic crane*, *hoist crane* dan *gantry crane*. *Gantry crane* sering digunakan di pelabuhan, galangan kapal, dan fasilitas industri untuk mengangkat dan memindahkan barang berat [3].

Dalam perancangan *crane* ada faktor penting yaitu kekuatan *crane* terhadap pembebanan luar (*external load*), dan kelelahan. Perancangan yang tidak memenuhi standar keamanan sering kali mengakibatkan kegagalan struktur *crane* (ambrohnya rangka *gantry crane*) dan menyebabkan kecelakaan kerja di lapangan [4]. Dalam perancangannya perlu dilakukan analisis untuk mengetahui kekuatan rancangan pada saat diberikan *external load* untuk memenuhi standar keamanan perancangan *gantry crane single girder* tersebut [5]. Penelitian sebelumnya, perancangan, analisis

\*Korespondensi: [ichlas.imran@uho.ac.id](mailto:ichlas.imran@uho.ac.id)

©2024 PISTON: Jurnal Teknologi. Diterbitkan: Oleh Program Pendidikan Vokasi Teknik Mesin UHO Kendari

tegangan *Von Mises* struktur *crane* kapasitas 10 Ton menggunakan jenis material *mild steel*. Analisis dilakukan secara numerik dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk inventor* [6].

*Gantry crane* dapat mengalami kegagalan karena beberapa faktor. Tegangan bending, deformasi plastis karena beban yang berlebihan, kurangnya perawatan (maintenance), korosi, dan fatik adalah beberapa penyebab kegagalan *gantry crane* [7]. Konstruksi *gantry crane* khususnya yang terbuat dari material baja memiliki beberapa kelemahan. Massa jenis baja (*mild steel*) yang mencapai  $7,85 \text{ g/cm}^3$  membuat konstruksi menjadi berat secara keseluruhan. Hal ini perlu diperhitungkan mengingat kapasitas angkat *gantry crane* juga dipengaruhi oleh berat dari konstruksi itu sendiri [8].

### Metode

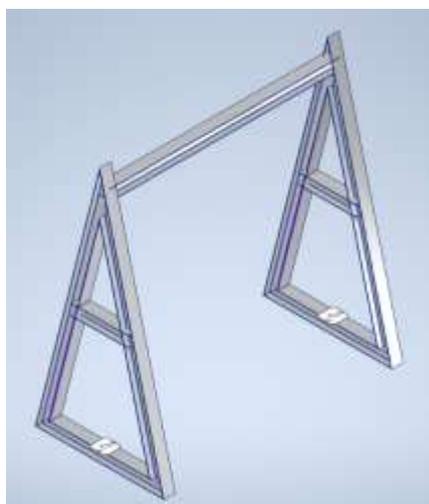
Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Autodesk inventor professional 2024*, *Autodesk inventor* merupakan salah satu perangkat lunak (software) yang lebih menekankan pada pemodelan *solid*. *Autodesk inventor professional* adalah salah satu produk dari *Autodesk Inc USA* yang dulu lebih familier dengan produk *Auto CAD* [9]. Material yang digunakan untuk merancang *gantry crane* yaitu aluminium 6061, kemudian melakukan analisis tegangan oleh *Autodesk inventor* menggunakan metode elemen hingga. Metode elemen hingga adalah Teknik matematika numerik untuk menghitung kekuatan struktur komponen Teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (mesh). Variabel yang tidak diketahui dari suatu elemen adalah nilai perpindahan untuk setiap titik node [10]. Metode elemen hingga telah banyak digunakan dalam analisis tegangan pada struktur crane [11].

Pertama, mendesain rangka *gantry crane* pada **Gambar 1**.



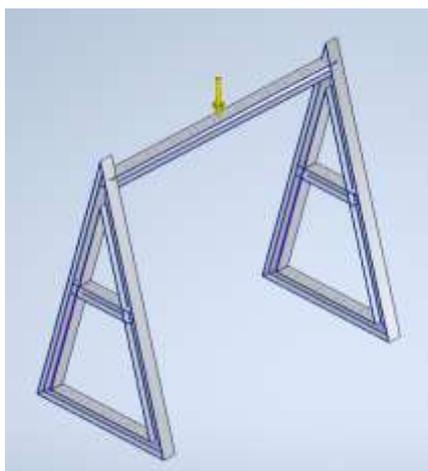
**Gambar 1.** Desain 3D *gantry crane*

Kedua, menentukan jenis material yang digunakan, material yang digunakan adalah aluminium 6061, standar rangka yang digunakan pada analisis menggunakan *Autodesk inventor* adalah rangka JIS G 3192 H (I-shape). Ketiga, menentukan batasan (*constraint*). Batasan yang digunakan adalah *fixed constraint* pada ke dua kaki *gantry crane* yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



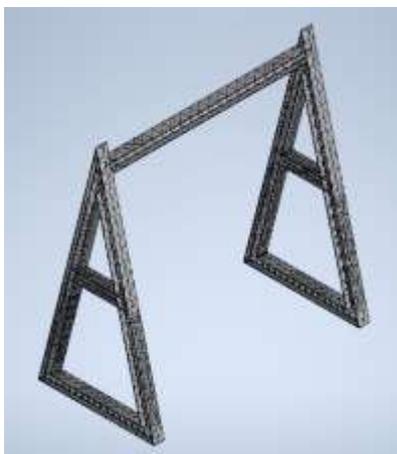
**Gambar 2.** *Fixed constrain*

Ketiga, menentukan besarnya beban. Beban yang digunakan adalah 9 ton (9.000 kg). Beban dinyatakan dalam satuan Newton (N) dengan mengalikannya dengan percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) menjadi 88.290 N. Lokasi beban ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Proses pembebanan

Ke empat menjalankan proses *meshing*. Proses *meshing* ditunjukkan pada **Gambar 4**.



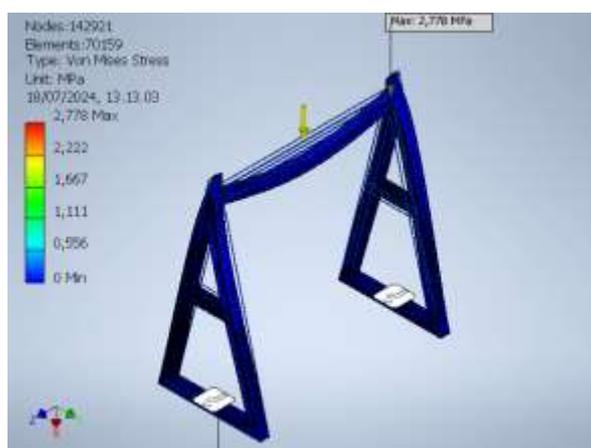
**Gambar 4.** Proses *meshing*

Keenam, menjalankan simulasi program. Simulasi program akan menghasilkan tegangan Von Mises, deformasi (*displacement*), massa, dan *safety factor*. Simulasi program juga akan menampilkan titik titik kritis dari desain yang telah dibuat.

## Hasil dan Pembahasan

### A. Tegangan Von Mises

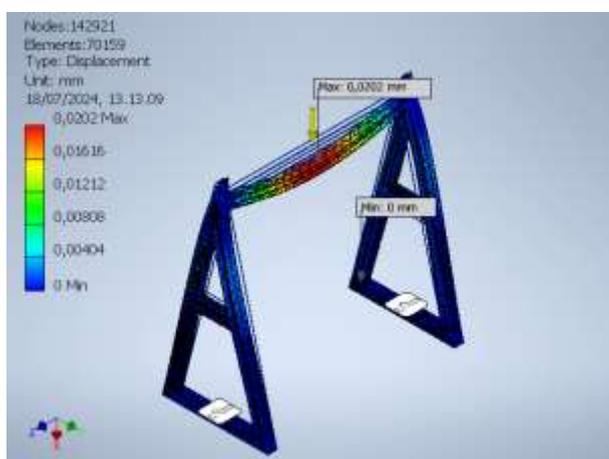
Teori tegangan maksimum menyatakan bahwa kegagalan akan terjadi saat tegangan utama maksimum suatu komponen mencapai nilai tegangan maksimum pada batas elastis. Teori ini digunakan untuk memprediksi kegagalan material getas. Namun, pada benda elastis yang berlaku beban tiga dimensi, tegangan kompleks bakal terjadi, yang berarti bahwa pada setiap titik di dalam benda ada tekanan yang bekerja dalam berbagai arah. Tegangan Von Mises menghitung kombinasi tegangan pada titik tertentu yang akan menyebabkan kegagalan [12]. Kriteria Von Mises menunjukkan bahwa material ulet mengalami luluh ketika invarian kedua tegangan deviatorik mencapai nilai kritis. Hal ini merupakan teori plastisitas yang berlaku paling baik untuk bahan ulet, terutama untuk material logam [13].



**Gambar 5.** Tegangan von mises gantry crane dengan beban 9 ton (88.290 N)

### B. Deformasi

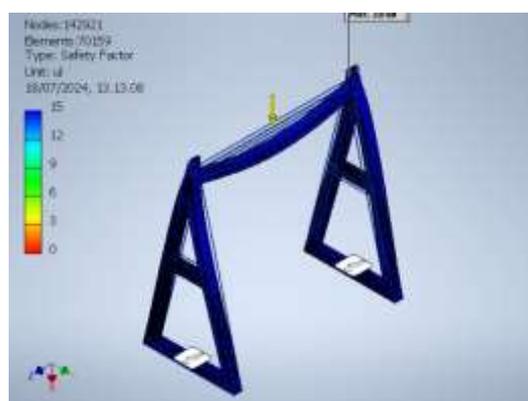
Deformasi (*displacement*) merupakan proses perubahan bentuk atau distorsi pada suatu komponen yang terjadi akibat beban atau tekanan. Deformasi merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kekuatan material. Semakin kuat suatu material, maka nilai deformasi yang dihasilkan dari proses pembebanan semakin kecil. Semakin lemah suatu material, maka nilai deformasi yang dihasilkan dari proses pembebanan semakin besar [14].



**Gambar 6.** Deformasi gantry crane dengan beban 9 ton (88.290 N)

### C. Faktor Keamanan

Faktor keamanan (*safety factor*) juga menjadi salah satu indikator dari kekuatan material. Semakin kuat suatu material, maka nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari proses pembebanan semakin besar. Demikian juga sebaliknya, semakin lemah suatu material, maka nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari proses pembebanan semakin kecil. Faktor keamanan digunakan untuk mengevaluasi keamanan komponen atau struktur meskipun dimensi yang digunakan minimum [15]. Faktor keamanan dapat didasarkan pada salah satu batas tegangan tarik maksimum atau tegangan luluh dari material. Kekuatan luluh adalah tegangan minimum saat material mulai kehilangan sifat elastisnya, yaitu sifat material untuk kembali ke bentuk semula saat beban atau gaya dihilangkan. Kekuatan tarik maksimum adalah tegangan maksimum yang mampu dicapai suatu material sebelum patah. Pada penelitian ini, faktor keamanan berdasarkan pada kekuatan luluh (*yield strength*) karena gantry crane merupakan komponen yang digunakan secara berulang-ulang dengan beban bervariasi [16].



**Gambar 7.** Faktor keamanan gantry crane dengan beban 9 ton (88.290)

## Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah desain dinyatakan aman berdasarkan hasil dari simulasi statik. Berdasarkan hasil simulasi analisis kekuatan konstruksi rangka gantry crane dapat disimpulkan bahwa konstruksi rangka gantry crane aman untuk digunakan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai safety factor (SF) yang diperoleh dari simulasi gantry crane. Selain itu, analisis Von Mises Stress menunjukkan bahwa rangka gantry crane mampu menahan tegangan dan perpindahan yang terjadi selama penggunaan normal, sehingga rangka gantry crane dinyatakan aman. Karena nilai dari hasil analisis tegangan Von Mises adalah 2,778 MPa masih di bawah kekuatan luluh (yield strength) material aluminium 6061 yaitu 275 MPa. Nilai faktor keamanan 2,07 menunjukkan desain dari gantry crane sangat aman untuk menahan beban hingga 9 ton.

## Daftar pustaka

- [1] A. Alamsyah, H. Purnata, and M. Yusuf, "Prototype mini crane pemindah barang berbasis sistem otomasi," J. Jar. Telekomun., vol. 11, no. 3, pp. 155–160, 2021.
- [2] Burhanuddin, Miner, Alif Darmawan B., and Andi Sulaeman, "Rancang Bangun Handle Forklift Berbasis Sistem Aktuator Linear Electrical Kapasitas 40kg," Pist. J. Teknol., vol. 8, no. 2, pp. 14–21, Dec. 2023, doi: 10.55679/pistonjt.v8i2.45.
- [3] M. Y. Arrifai, E. Endryansyah, P. W. Rusimanto, and M. S. Zuhrie, "Desain sistem anti-swing pada miniature gantry crane menggunakan pengendali PID dan PD berbasis matlab," Indones. J. Eng. Technol., vol. 3, no. 1, pp. 56–65, 2021.
- [4] A. A. Kharisma and D. M. Yanuar, "Simulasi kekuatan rangka gantry crane single girder menggunakan metode elemen hingga (finite element analysis)," J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa, vol. 28, no. 2, pp. 146–158, 2023.
- [5] J. R. Wiratama and G. Soeharsono, "Perancangan Semi Gantry Crane Kapasitas 10 Ton Dengan Bantuan Software," POROS, vol. 12, no. 1, pp. 25–34, 2014.
- [6] L. A. N. Wibawa, "Prediksi umur fatik struktur crane kapasitas 10 ton menggunakan metode elemen hingga," Media Mesin Maj. Tek. Mesin, vol. 21, no. 1, pp. 18–24, 2020.
- [7] L. A. N. Wibawa, "Desain Dan Analisis Tegangan Struktur Crane Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga," J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. Dan Ilmu Kesehat., vol. 4, no. 2, pp. 201–210, 2020.
- [8] J. Jalil, "Analisa Kekuatan Gantry Crane Tipe Ect-15 Pada Saat Di Gunakan Di Pelabuhan Kijing, Pontianak, Kalimantan Barat," Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan. journal.unhas.ac.id, pp. 25–29, 2021.
- [9] A. H. P. Ningtyas, K. Ayunaning, and M. Prambudiarto, B.A., Pahlawan, I. A., "Implementasi Penggunaan Software Autodesk Inventor Dalam Meningkatkan Kompetensi Dalam Menggambar Teknik Pada Pelajar Kejuruan," J. Community Serv., vol. 3, no. 2, pp. 925–935, 2021.
- [10] A. A. Sahadewa and A. Wikarta, "Redesain overhead crane dengan analisa kegagalan di PLTU PAITON berbasis metode elemen hingga," J. Tek. ITS, vol. 21, no. 1, pp. 18–24, 2017.
- [11] D. Djumhariyanto, "Analisa Tegangan Poros Roda Mobil Listrik Dengan Metode Elemen Hingga," J-Proteksion J. Kaji. Ilm. dan Teknol. Tek. mesin, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2016.
- [12] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Tegangan Alat Pengangkat Roket Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga," J. Energi dan Teknologi Manufaktur, vol. 4, no. 6, pp. 201–210, 2019.
- [13] K. A. I. Imran, "Simulasi Tegangan Von Mises dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton," J. Ilm. Tek. Mesin, vol. 8, no. 2, pp. 1–4, 2017.
- [14] Z. Khaira, "Analisis Statik Pengaruh Variasi Material Rangka Kursi Roda Hewan Lipat Menggunakan Metode Elemen Hingga," J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa, vol. 28, no. 1, pp. 44–52, 2023.
- [15] L. A. N. Wibawa, Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017. books.google.com, 2018.
- [16] A. Khoryanton, K. Purbono, and H. Hariyanto, "Perancangan alat bantu install cylinder head engine 12V140 unit HD 785-7," Pros. Semin. Nas. NCIET, vol. 2, no. 1, pp. 195–209, 2021.

## Pernyataan Penulis

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Semua penulis menyetujui penerbitan artikel ini.