



ANALISA KEKUATAN RANGKA PADA ALAT ANGGKAT ANGGKUT BARANG MENGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS 2019*

¹Ari Wijaya, ²Rita Maria Veranika, ³Martin Luther King

^{1,2,3} Universitas Tridinanti, Indonesia

¹wijaya.ari2016@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis karakteristik mekanik dan keamanan struktur alat angkat angkut yang terbuat dari Plain Carbon Steel menggunakan aplikasi SolidWorks 2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa material memiliki kekuatan luluh sebesar 220.594 MPa dan kekuatan tarik maksimum sebesar 399.826 MPa, yang mengindikasikan kemampuan material dalam menahan beban sebelum mengalami deformasi permanen. Dengan pengujian variasi beban dari 50 kg hingga 250 kg, ditemukan bahwa tegangan maksimum meningkat dari 3.462 MPa pada beban 50 kg menjadi 17.32 MPa pada beban 250 kg. Displacement juga meningkat seiring dengan penambahan beban, mulai dari 0.028 mm hingga 0.141 mm, menunjukkan deformasi yang lebih signifikan pada beban yang lebih tinggi. Faktor keamanan (factor of safety) menurun dari 63.72 pada beban 50 kg menjadi 12.73 pada beban 250 kg, menandakan bahwa struktur tetap dalam kondisi aman namun mendekati batas kemampuannya. Analisis kurva stress-strain menunjukkan fase elastis dan plastis yang mencirikan perilaku material, dengan titik leleh yang penting dalam analisis kekuatan. Nilai yield point yang diperoleh adalah 5.174 N, dengan beban yang diizinkan sebesar 2.587 N atau 264 kg. Temuan ini menggaris bawahi pentingnya pemilihan material dan desain struktur yang tepat untuk memastikan keselamatan dan keandalan alat angkat angkut dalam berbagai kondisi operasional.

Kata kunci: Baja Karbon Rendah, SolidWorks 2019, kekuatan luluh, kekuatan tarik maksimum, tegangan maksimum, perpindahan, faktor keamanan, kurva tegangan-regangan, titik luluh.

Abstract

This study analyzes the mechanical characteristics and safety of a lifting and transporting structure made from Plain Carbon Steel using SolidWorks 2019. The analysis results indicate that the material has a yield strength of 220.594 MPa and a maximum tensile strength of 399.826 MPa, demonstrating the material's capacity to withstand loads without experiencing permanent deformation. Testing various loads from 50 kg to 250 kg revealed that the maximum stress increased from 3.462 MPa at

Article History

Received: September 2024

Reviewed: September 2024

Published: September 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



50 kg to 17.32 MPa at 250 kg. Displacement also increased with higher loads, ranging from 0.028 mm to 0.141 mm, indicating more significant deformation under greater load. The factor of safety decreased from 63.72 at 50 kg to 12.73 at 250 kg, indicating that the structure remains safe but approaches its limit. The analysis of the stress-strain curve demonstrates both elastic and plastic phases that characterize the material's behavior, with the yield point being critical for strength analysis. The obtained yield point is 5.174 N, with an allowable load of 2.587 N or 264 kg. These findings underscore the importance of selecting appropriate materials and structural designs to ensure the safety and reliability of lifting and transporting equipment under various operational conditions..

Keywords: *low Carbon Steel, SolidWorks 2019, yield strength, maximum tensile strength, maximum stress, displacement, factor of safety, stress-strain curve, yield point.*

1. PENDAHULUAN

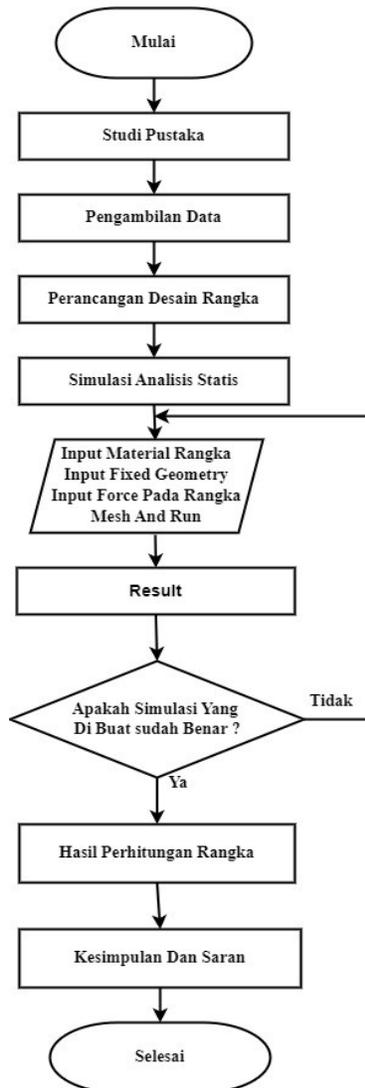
Proses angkat dan angkut barang merupakan aktivitas vital di berbagai industri seperti manufaktur, konstruksi, dan logistik, yang sering kali melibatkan beban berat. Aktivitas ini berisiko tinggi terhadap cedera, terutama pada tulang belakang pekerja, sehingga penggunaan alat angkat dan angkut menjadi penting. Alat seperti crane dan forklift digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko cedera dalam pengangkutan barang. Namun, sering kali terjadi kegagalan struktural pada rangka alat angkat, yang dapat menyebabkan kerugian material dan bahaya keselamatan. Oleh karena itu, analisis kekuatan rangka sangat penting untuk memastikan alat tetap andal dan aman. Dengan kemajuan teknologi, perangkat lunak seperti SolidWorks memungkinkan simulasi kekuatan struktural untuk menganalisis tegangan, perpindahan, dan faktor keamanan dalam berbagai kondisi beban.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan rangka alat angkat angkut barang menggunakan software SolidWorks 2019. Simulasi ini akan mengevaluasi tegangan yang terjadi pada rangka, besarnya perpindahan yang dihasilkan, dan faktor keamanan struktur dengan berbagai beban uji. Dengan hasil analisis ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang dapat meningkatkan kekuatan dan keandalan rangka, sehingga mengurangi risiko kegagalan struktural dan meningkatkan efisiensi operasional. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berguna bagi industri dalam merancang dan memproduksi alat angkat angkut yang lebih aman dan andal.



2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

2.1 Alat dan Bahan

Aplikasi yang digunakan adalah SolidWorks 2019. Perangkat lunak komputer yang digunakan untuk perancangan dan analisis. Program ini memfasilitasi analisis desain rangka untuk menghasilkan informasi mengenai tegangan, perpindahan, dan regangan pada struktur yang dibuat. Selain itu, SolidWorks 2019 menyediakan dua jenis hasil analisis, yaitu simulasi dan data perhitungan. Keunggulan lainnya termasuk penghematan biaya dan waktu dalam penggunaannya.

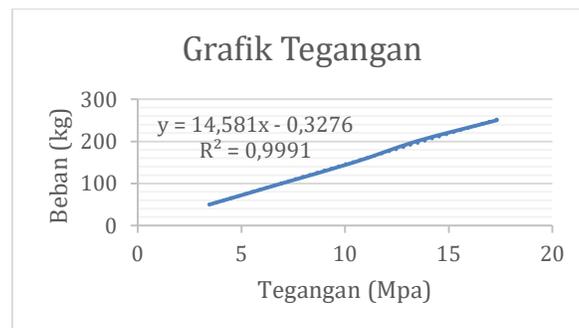
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Rangka Alat angkat Angkut

Analisis alat angkat angkut menggunakan material Plain Carbon Steel menunjukkan bahwa material ini memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dan kekakuan yang baik. Kekuatan luluh (yield strength) sebesar 220.594 MPa menandakan bahwa material dapat menahan beban hingga titik tersebut sebelum mengalami deformasi permanen. Kekuatan tariknya mencapai 399.826 MPa, yang menunjukkan kapasitas maksimum material untuk menahan beban tarik sebelum patah. Dengan modulus elastis sebesar 2.1×10^{11} N/m², material ini sangat kaku dan sulit mengalami deformasi elastis.

Plain Carbon Steel memiliki rasio Poisson sebesar 0.28, yang menunjukkan respons elastisnya terhadap gaya tarik atau tekan, sementara modulus gesernya sebesar 7.9×10^{10} N/m² menandakan ketahanan yang baik terhadap deformasi geser. Kepadatan material ini adalah 7.800 kg/m³, menunjukkan sifatnya yang cukup padat. Koefisien ekspansi termal sebesar 1.3×10^{-5} /Kelvin memperlihatkan bahwa material ini cukup stabil dalam aplikasi yang melibatkan variasi suhu.



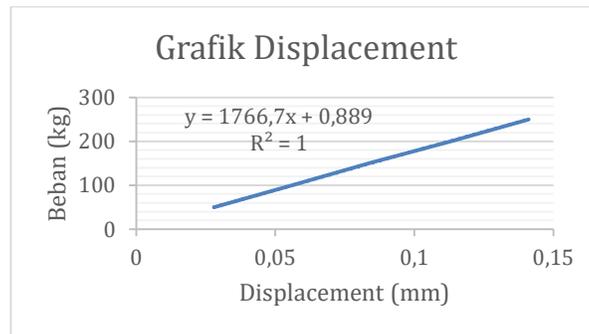
Grafik 1. Tegangan dengan beban berbeda

Grafik distribusi tegangan pada alat angkat angkut menunjukkan bahwa nilai tegangan meningkat seiring dengan bertambahnya beban dari 50 kg hingga 250 kg. Pada beban yang lebih ringan (50 kg), tegangan terdistribusi secara merata di sepanjang struktur, menunjukkan kemampuan alat untuk menahan beban tanpa konsentrasi tegangan yang berisiko. Namun, pada beban yang lebih tinggi (250 kg), terlihat adanya puncak-puncak tegangan yang lebih tinggi di beberapa area struktur, yang mengindikasikan titik lemah dan konsentrasi tegangan.

Perbedaan distribusi tegangan ini sangat penting untuk diperhatikan, karena konsentrasi tegangan yang tinggi dapat menyebabkan deformasi lokal atau bahkan kegagalan material jika melampaui batas kekuatan material. Analisis ini membantu mengidentifikasi area kritis yang memerlukan perhatian dalam desain dan penguatan struktur. Dengan wawasan ini, desain alat



angkat angkut dapat dioptimalkan agar lebih tahan lama, aman, dan bekerja dalam batas aman material yang digunakan.

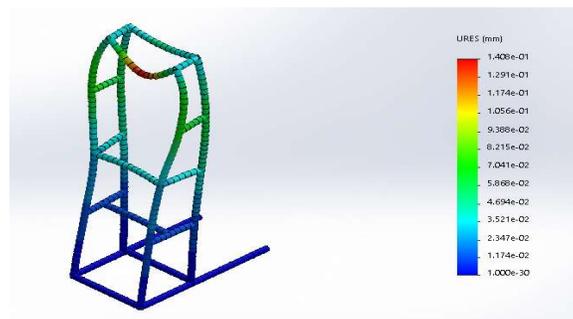


Grafik 2. Displacement

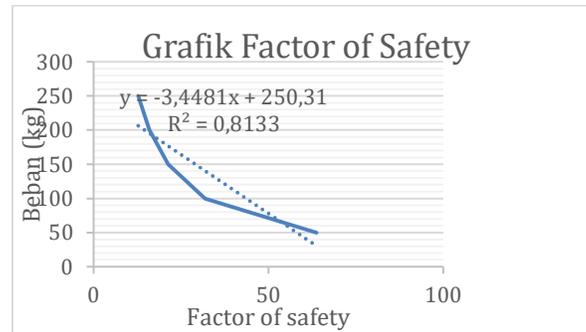
Hasil analisis displacement pada alat angkat angkut menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterapkan, semakin signifikan pula displacement yang terjadi. Pada beban 50 kg, displacement berada dalam rentang 0 hingga 0,1 mm, menunjukkan deformasi yang minimal dan stabil. Alat angkat angkut mampu menahan beban ringan tanpa menunjukkan kelemahan struktural yang berarti.

Namun, saat beban ditingkatkan hingga 250 kg, displacement meningkat menjadi sekitar 0,3 hingga 0,5 mm. Peningkatan ini menandakan bahwa struktur mulai mengalami deformasi lebih besar, yang dapat disebabkan oleh distribusi tegangan yang tidak merata atau mendekati batas elastisitas material. Hal ini penting diperhatikan karena deformasi berlebih bisa mempengaruhi kinerja dan keamanan alat.

Secara keseluruhan, analisis displacement ini menekankan pentingnya pemilihan material dan desain struktur yang tepat. Plain Carbon Steel, dengan modulus elastis yang tinggi, mungkin dapat menangani beban tertentu, tetapi penguatan tambahan pada titik-titik tertentu diperlukan untuk mengurangi risiko kegagalan. Pemahaman mengenai hubungan beban dan displacement ini juga membantu dalam merancang prosedur pemeliharaan untuk memastikan alat tetap berfungsi optimal tanpa mengalami deformasi berlebihan.



Gambar 3. Displacement beban 250 kg



Grafik 3 *Factor of safety*

Faktor keamanan (factor of safety) menurun seiring dengan peningkatan beban yang diterapkan pada alat angkut angkut. Pada beban 50 kg, faktor keamanan mencapai 63.72, menunjukkan margin keamanan yang sangat tinggi, sehingga struktur sangat aman untuk beban ringan. Namun, ketika beban meningkat menjadi 100 kg, faktor keamanan turun menjadi 31.86, dan terus menurun hingga 12.73 pada beban maksimum 250 kg. Penurunan ini menunjukkan bahwa meskipun alat masih aman pada beban tertentu, margin keamanan semakin kecil saat beban mendekati kapasitas maksimum.

Penurunan faktor keamanan ini menunjukkan bahwa struktur alat angkut angkut berada di bawah tekanan yang lebih besar seiring dengan peningkatan beban. Evaluasi desain dan penggunaan material yang lebih kuat mungkin diperlukan untuk menjaga margin keamanan yang memadai, terutama pada beban yang mendekati batas maksimum. Penguatan tambahan atau desain yang lebih kokoh juga bisa menjadi solusi untuk menghindari kegagalan struktural di masa mendatang.

Tabel 1. Nilai uji alat angkut angkut dengan variasi beban yang berbeda

Beban	<i>Simulation</i>		Min	Max	<i>Yield strength</i> 220.594 MPa
50 kg	<i>Stress</i>	<i>Upper bound axial and bending</i>	0 Mpa	3.462 MPa	Aman
	<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0 mm	0.028 mm	
	<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	63.72	1.000×10^{16}	
100 kg	<i>Stress</i>	<i>Upper bound axial and bending</i>	0 Mpa	6.924 MPa	Aman



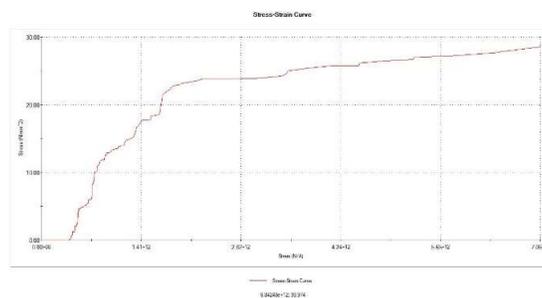
	<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0 mm	0.056 mm	
	<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	31.86	1.000×10^{16}	
150 kg	<i>Stress</i>	<i>Upper bound axial and bending</i>	0 Mpa	10.39 MPa	Aman
	<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0 mm	0.084 mm	
	<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	21.23	1.000×10^{16}	
200 kg	<i>Stress</i>	<i>Upper bound axial and bending</i>	0 Mpa	13.86 MPa	Aman
	<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0 mm	0.113 mm	
	<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	15.91	1.000×10^{16}	
250 kg	<i>Stress</i>	<i>Upper bound axial and bending</i>	0 Mpa	17.32 MPa	Aman
	<i>Displacement</i>	<i>URES: Resultant Displacement</i>	0 mm	0.141 mm	
	<i>Factor of Safety</i>	<i>Automatic</i>	12.73	1.000×10^{16}	

Hasil simulasi pada rangka alat angkat angkut barang menunjukkan bahwa struktur tetap berada dalam batas aman untuk semua beban yang diuji. Pada beban 50 kg, tegangan maksimum mencapai 3.462 MPa dan perpindahan maksimum adalah 0.028 mm, dengan faktor keamanan sebesar 63.72, menandakan margin keamanan yang sangat tinggi. Seiring dengan peningkatan

beban hingga 250 kg, tegangan dan perpindahan juga meningkat, namun masih dalam batas aman. Pada beban maksimum 250 kg, tegangan mencapai 17.32 MPa dan perpindahan sebesar 0.141 mm, dengan faktor keamanan sebesar 12.73. Meskipun faktor keamanan menurun dengan bertambahnya beban, nilai tersebut masih cukup tinggi untuk memastikan keamanan struktur.

Dari hasil simulasi, tegangan maksimum yang dihasilkan tetap jauh di bawah batas kekuatan luluh material sebesar 220.594 MPa, menunjukkan bahwa material tidak mengalami kegagalan atau deformasi permanen. Perpindahan yang meningkat sesuai dengan beban juga berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Selain itu, faktor keamanan yang dihasilkan pada setiap beban tetap di atas ambang batas yang diperlukan untuk memastikan struktur aman digunakan. Kurva stress-strain dari pengujian ini menggambarkan bagaimana material merespon tegangan yang diterapkan, dengan fase-fase yang menunjukkan kemampuan material menahan beban hingga mencapai titik kerusakan.

Grafik 4. *strain dan stress*



Pada tahap awal grafik stress-strain, terjadi peningkatan tajam tegangan seiring dengan pertambahan regangan, yang dikenal sebagai fase elastis. Dalam fase ini, material masih dalam rentang elastisitas, sehingga jika gaya eksternal dilepaskan, material akan kembali ke bentuk asal tanpa mengalami deformasi permanen. Kemiringan kurva pada fase ini merepresentasikan modulus elastisitas atau kekakuan material. Semakin curam kemiringannya, semakin tinggi kekakuan material, menandakan material lebih tahan terhadap deformasi awal.

Setelah fase elastis, grafik mengalami penurunan kecil yang menandakan titik leleh (yield point), yaitu transisi dari deformasi elastis ke deformasi plastis. Pada titik ini, material mulai mengalami perubahan bentuk permanen yang tidak dapat kembali ke kondisi awal meskipun beban dilepaskan. Fase deformasi plastis yang mengikuti ditandai dengan kurva yang lebih landai, menunjukkan bahwa regangan terus bertambah dengan sedikit penambahan tegangan. Ini mengindikasikan bahwa material bersifat duktail, mampu mengalami deformasi besar sebelum mengalami kegagalan.

Menuju akhir grafik, tegangan meningkat hingga mencapai kekuatan ultimate (ultimate strength), di mana material mencapai batas maksimum beban yang bisa ditahan sebelum patah. Dari kurva ini, dapat disimpulkan bahwa material pada alat angkat-angkut barang memiliki sifat mekanis yang baik, dengan modulus elastisitas tinggi dan kemampuan deformasi plastis yang signifikan. Nilai yield point yang diperoleh adalah 5.174 N, dengan beban yang diizinkan sebesar 2.587 N atau setara dengan 264 kg, menjadikannya cocok untuk aplikasi yang memerlukan daya tahan terhadap tegangan dan deformasi tinggi.



4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan pada berbagai beban tetap berada jauh di bawah batas kekuatan luluh material (220.594 MPa), sehingga tidak terjadi kegagalan atau deformasi permanen pada struktur rangka. Displacement (perpindahan) meningkat seiring dengan bertambahnya beban, dengan nilai tertinggi 0.141 mm pada beban 250 kg, menunjukkan adanya deformasi yang lebih besar pada beban yang lebih tinggi. Faktor keamanan (factor of safety) menurun dengan meningkatnya beban, namun pada beban 250 kg tetap memiliki nilai yang tinggi (12.73), menandakan bahwa struktur rangka tetap aman di bawah semua beban yang diuji.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing saya yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan sepanjang proses penelitian ini. Keahlian dan dedikasi Anda sangat membantu saya untuk mencapai tujuan ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada pasangan saya (Robiatul Adawiyah) yang selalu ada di samping saya. Dukungan emosional, kesabaran, dan motivasi Anda sangat berarti bagi saya dalam menghadapi setiap tantangan. Terima kasih atas cinta dan pengertian yang selalu Anda tunjukkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2014). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Norton, R. L. (2019). *Machine Design: An Integrated Approach* (6th ed.). Pearson.
- Smith, J., & Johnson, R. (2021). Structural analysis of lifting and transporting equipment: A review. *Journal of Mechanical Engineering*, 45(3), 215-230. doi:10.1016/j.jome.2021.03.015
- Lee, H., & Kim, D. (2020). Finite element analysis of crane structures using SolidWorks Simulation. *International Journal of Structural Engineering*, 11(2), 145-162. doi:10.1504/IJSTRUCTE.2020.104655
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME B30.2-2019: Overhead and Gantry Cranes (Top Running Bridge, Single or Multiple Girder, Top Running Hoist)*. ASME.
- International Organization for Standardization. (2016). *ISO 4301-1: Cranes — Classification — Part 1: General* (3rd ed.). ISO.
- Dassault Systèmes. (2023). *SolidWorks Simulation User's Guide*. Retrieved Engineering ToolBox. (n.d.). Structural steel properties. Retrieved September 4, 2024, from https://www.engineeringtoolbox.com/steel-properties-d_948.html
- Wikipedia. (2024). Lifting equipment. Retrieved September 4, 2024, from https://en.wikipedia.org/wiki/Lifting_equipment