



Desain Adjustable Spreader Bar Telescopic Menggunakan ANSYS

Wahyu Suryawan¹, Puji Basuki^{2*}, Candra Wahyu S³, January Jefry P⁴,
Muhammad Sagaf⁵

¹⁻⁴Prodi Teknik Mesin, Universitas Pandanaran, Indonesia

⁵Prodi Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia

Alamat : Jl. Banjarsari Barat No.1, Pedalangan, Kec. Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah
50268

Korespondensi penulis: basuki.p@unpand.ac.id

Abstract. This research aims to design an Adjustable Spreader Bar Telescopic that has high flexibility to adjust the needs of lifting loads in the long range of 3.48 meters to 4.27 meters. The design is carried out to provide solutions to the needs of the industry in lifting heavy loads with an optimal level of safety and efficiency. The research method involves several stages, starting from making geometric designs using CAD software, determining and entering the properties of the materials used, as well as modeling and simulation with the help of finite element analysis (FEA) software using ANSYS. The material used in this study is ASTM A992, which has high tensile strength and good deformation resistance. The simulation results show that the design of this telescopic bar spreader is able to withstand loads of up to 300 tons. In the simulation test, the minimum deformation was recorded at 0 meters, while the maximum deformation reached only 0.00031851 meters. The equivalent stress in the load has a minimum value of 9.7863 Pascal and a maximum of 3.1404×10^8 Pascal. This value is still below the yield strength limit of ASTM A992 material, so the design is declared safe and feasible for application in the field. This research proves that the designed Adjustable Spreader Bar Telescopic is not only able to meet the needs of lifting loads with high capacity, but also has the flexibility of length that varies as needed. This advantage makes it an innovative solution for use in construction, logistics, and heavy industry projects that require lifting equipment with high performance and guaranteed safety.

Keywords: Analysis, Design, Materials, Simulation, Telescopic.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Adjustable Spreader Bar Telescopic yang memiliki fleksibilitas tinggi untuk menyesuaikan kebutuhan pengangkatan beban pada rentang panjang 3,48 meter hingga 4,27 meter. Perancangan dilakukan untuk memberikan solusi terhadap kebutuhan industri dalam mengangkat beban berat dengan tingkat keamanan dan efisiensi yang optimal. Metode penelitian melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari pembuatan desain geometri menggunakan perangkat lunak CAD, penentuan dan pemasukan properti material yang digunakan, serta pemodelan dan simulasi dengan bantuan perangkat lunak analisis elemen hingga (Finite Element Analysis/FEA) menggunakan ANSYS. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM A992, yang memiliki kekuatan tarik tinggi dan ketahanan deformasi yang baik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain spreader bar teleskopik ini mampu menahan pembebanan hingga 300 ton. Pada uji simulasi, deformasi minimum tercatat sebesar 0 meter, sementara deformasi maksimum hanya mencapai 0,00031851 meter. Tegangan ekuivalen (equivalent stress) pada pembebanan tersebut memiliki nilai minimum sebesar 9,7863 Pascal dan maksimum mencapai $3,1404 \times 10^8$ Pascal. Nilai ini masih berada di bawah batas yield strength material ASTM A992, sehingga desain dinyatakan aman dan layak untuk diaplikasikan di lapangan. Penelitian ini membuktikan bahwa Adjustable Spreader Bar Telescopic yang dirancang tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pengangkatan beban dengan kapasitas tinggi, tetapi juga memiliki fleksibilitas panjang yang bervariasi sesuai kebutuhan. Keunggulan ini menjadikannya solusi inovatif untuk penggunaan pada proyek konstruksi, logistik, maupun industri berat yang memerlukan alat pengangkat dengan performa tinggi dan keamanan terjamin.

Kata kunci: Analisis, Desain, Material, Simulasi, Teleskopik.

1. LATAR BELAKANG

Industri konstruksi, pelayaran, manufaktur, dan pertambangan sering kali membutuhkan peralatan khusus untuk mengangkat dan memindahkan beban berat dan memiliki dimensi besar. Salah satu peralatan yang umum digunakan adalah *spreader bar*, berfungsi sebagai alat bantu dalam pengangkatan untuk mendistribusikan beban secara merata dan mengurangi konsentrasi pada titik tertentu.

Dalam beberapa kasus kebutuhan pengangkatan beban dapat bervariasi sehingga diperlukan *spreader bar* yang dapat disesuaikan atau *adjustable*. Selain itu keselamatan dalam pengangkatan menjadi perhatian utama mengingat risiko kecelakaan yang dapat terjadi akibat penggunaan yang tidak sesuai atau tidak teruji dengan baik. Penelitian ini akan mengkaji mengenai desain *adjustable spreader bar* dan melakukan analisis terhadap SWL sesuai standar ASME B30.20 -2021 (American, 2021) dan *design standard* ASME BTH-1-2025 (American, 2023).

Spreader Bar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mendistribusikan beban secara merata di antara dua buah atau lebih titik angkat. Perangkat ini biasanya terdiri dari sebuah batang yang panjangnya dapat disesuaikan dilengkapi dengan kait atau klem di kedua ujungnya untuk memudahkan pemasangan dan penggunaan (Gambar 1). *Spreader Bar* sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri, konstruksi, dan untuk mengangkut beban yang besar atau tidak teratur dengan lebih efisien dan aman (Zaid Bin Zakaria dan Aziz, 2018).

Fungsi utama adalah untuk mengurangi tegangan yang diterapkan pada setiap titik individu serta untuk mencegah pergeseran atau deformasi beban selama proses pengangkatan. Dengan mendistribusikan beban secara merata di sepanjang batang, *spreader bar* membantu mengurangi risiko kelelahan struktural dan kerusakan pada beban yang di angkat serta peralatan angkat yang digunakan seperti *webbing sling* maupun *wire sling*.

Spreader bar dapat dirancang dan disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tertentu, termasuk pengaturan panjang batang, pemilihan material, kapasitas angkat, dan konfigurasi kait atau klem yang sesuai. Penggunaan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi operasi pengangkatan dan mengurangi risiko kecelakaan atau kerusakan peralatan.



Gambar 1. Adjustable Spreader Bar

2. KAJIAN TEORITIS

Spreader Bar yang dapat disesuaikan atau *adjustable spreader bar* adalah jenis yang memiliki kemampuan untuk mengubah panjang sesuai kebutuhan. Mekanisme berupa sistem teleskopik, penguncian atau pengaturan lainnya yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menyesuaikan. Keuntungan utama adalah fleksibilitasnya dalam menangani berbagai jenis beban dan situasi pengangkatan. Dengan kemampuan untuk disesuaikan, perangkat ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi tanpa perlu memiliki *multiple spreader bar* dengan panjang berbeda. Hal ini dapat menghemat biaya dan meningkatkan efisiensi operasional dalam lingkungan kerja yang beragam.

Komponen utama *adjustable spreader bar telescopic* yaitu:

- a. Batang utama: ini adalah bagian utama dari *spreader bar* yang berfungsi sebagai tulang punggung struktural.
- b. *Telescopic section*: Bagian ini bisa diatur panjangnya sesuai dengan kebutuhan.
- c. Pengunci atau penahan (*pin*): Berfungsi sebagai penahan agar sistem teleskopik tetap stabil dalam operasi pengangkatan.
- d. *Lifting lug* atau lubang kait digunakan untuk menghubungkan *spreader* dengan peralatan *lifting gear* lainnya seperti *wire sling*, *shackle* dan lain-lain.

Spreader Bar sering kali dibuat dari material yang kuat dan tahan lama untuk memastikan keamanan dan keandalan saat digunakan dalam pengangkatan beban. *Structural steel* ASTM A992 adalah standar material yang sering digunakan dalam struktur baja, termasuk dalam aplikasi seperti *spreader bar*.

ANSYS adalah perangkat lunak analisis elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*) yang digunakan secara luas dalam bidang teknik untuk simulasi respons struktural terhadap berbagai beban. Beberapa studi sebelumnya telah menggunakan ANSYS untuk menganalisis kekuatan struktur:

- a. Konstruksi sambungan berbentuk T pada sepeda motor telah dianalisa menggunakan ANSYS untuk menentukan kekuatan (Dumyati and Nurhaji, 2023).
- b. *Stress and deflection analysis of cantilever beam under different load* studi ini meneliti distribusi tegangan dan defleksi pada balok kantilever yang mirip dengan analisis *spreader bar*, menggunakan elemen solid untuk mendapatkan hasil tegangan von-Mises dan deformasi struktur menganalisis distribusi tegangan menemukan bahwa desain yang diperkuat di area kritis dapat meningkatkan kapasitas beban (Samal and Rao, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja *spreader bar* menggunakan material A992 dengan perangkat lunak ANSYS. Fokus utama adalah pada distribusi tegangan, deformasi, dan kapasitas beban. Penggunaan material A992 atas dasar penelitian sebelumnya dapat menahan beban dengan baik, walaupun pada temperatur yang tinggi (Cai, Jiang and Li, 2021).

Pembuatan model geometri 3D menggunakan perangkat lunak CAD, kemudian impor ke ANSYS. Model harus mencakup fitur-fitur penting seperti mekanisme teleskopik dan titik-titik pengangkatan. Penentuan material meliputi data tegangan tarik, tegangan luluh, dan sifat elastis. *Type meshing* pada model dengan elemen *heksagonal* atau *tetrahedral* untuk memastikan ketelitian analisis. Pada area kritis *mesh* lebih halus untuk meningkatkan akurasi. Kondisi batas dan pembebanan ditentukan dengan cara simulasi kondisi nyata seperti titik tumpuan dan sambungan. Melakukan penerapan beban yang relevan seperti beban tarik, tekan, dan momen lentur yang mungkin terjadi selama operasi pengangkatan. Beban dinamis jika diperlukan, untuk melihat respons terhadap beban yang berubah-ubah.

Bandingkan hasil simulasi dengan spesifikasi material dan standar desain untuk memastikan bahwa *spreader bar* dapat menahan beban yang diharapkan. Jika memungkinkan, validasi hasil simulasi dengan data eksperimental atau studi literatur untuk memastikan keakuratan model (Erdyno et al., 2024).

Tegangan *stress* (σ) adalah gaya yang bekerja pada suatu material per satuan luas penampang melintang material tersebut. Sedangkan tegangan izin ($\sigma_{allowable}$) adalah tegangan maksimum yang diizinkan pada suatu material tanpa menyebabkan kegagalan (Abidin dan Ridho Rama, 2015).

Rumus umum untuk tegangan (*stress*) adalah:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

σ	Tegangan (Stress)	(Pa atau N/m ²)
F	Gaya pada material	(N)
A	Luas penampang pada material	(m ²)

Tegangan ijin (*allowable*) adalah tegangan lelah dibagi *safety factor*.

$$\sigma_{allowable} = \frac{\sigma_{yield}}{FoS} \quad (2)$$

$\sigma_{allowable}$	Tegangan ijin
σ_{yield}	Tegangan lelah material
FoS	Faktor keamanan

Faktor keamanan atau *factor of safety* (FoS) biasanya dipilih untuk memberikan margin keselamatan yang memadai terhadap kegagalan. Sebagai contoh, untuk aplikasi konstruksi, umumnya berkisar antara 1.5 hingga 2.0 yang berarti tegangan izin adalah sekitar setengah hingga dua pertiga dari tegangan lelah material (Saleh, 2019).

Tegangan geser terjadi karena gaya bekerja sejajar dengan permukaan penampang.

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (3)$$

τ	Tegangan geser	(Pa atau N/m ²)
V	Gaya geser	(N)
A	Luas penampang	(m ²)

Tegangan von Mises stress adalah tegangan ekuivalen yang digunakan dalam analisis kegagalan material berdasarkan teori energi distorsi.

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]} \quad (4)$$

σ_v	Tegangan von Mises	(Pa atau N/m ²)
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	Tegangan normal arah x, y, z	
$\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$	Teg. geser bidang xy, yz, zx	

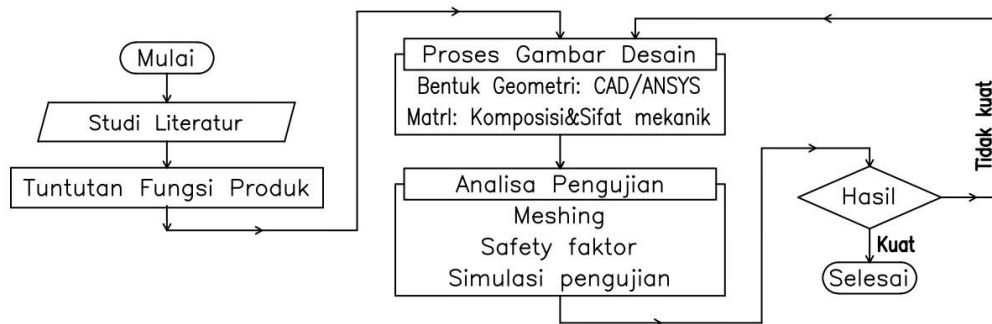
Simulasi *stress* adalah teknik yang digunakan untuk memprediksi bagaimana sebuah struktur atau komponen akan berperilaku di bawah beban tertentu. *Safety factor stress* (SFS) adalah rasio antara tegangan maksimum yang dapat di tanggung oleh suatu material atau struktur (tegangan kegagalan) dengan tegangan yang sebenarnya dialami oleh material atau struktur tersebut. *Safety factor stress* digunakan untuk mengevaluasi keamanan dan keandalan desain atau struktur dengan mempertimbangkan faktor ketidakpastian, variabilitas, dan potensi kegagalan.

Equivalent stress adalah salah satu parameter kunci dalam analisis mekanik untuk mengevaluasi kondisi tegangan pada material dan struktur. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa struktur atau komponen tetap dalam batas aman selama operasional. Penelitian ilmiah telah menunjukkan berbagai pendekatan dan hasil yang mendukung pentingnya mengevaluasi *equivalent stress* terhadap *yield strength*.

Prinsip kerja *spreader bar telescopic* adalah penyesuaian panjang, distribusi beban, pengangkatan dan penurunan. Aplikasi pada konstruksi untuk mengangkat balok, pada industri maritim untuk mengangkat kontainer dan manufaktur untuk penanganan mesin besar (Deshmukh et al., 2016).

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian seperti pada Diagram Alir (Gambar 2). Diawali studi literatur untuk mempelajari *spreader bar* sehingga memahami tuntutan fungsi. Dilanjutkan proses pembuatan gambar desain untuk menentukan bentuk geometri dalam ukuran mm. Pertimbangan ketebalan dan dimensi lainnya tergantung faktor ergonomis dan kekuatan. Oleh karena itu proses desain secara otomatis juga mempertimbangkan material yang akan digunakan. Pada material terdapat komposisi kimia dan sifat mekanis yang mempengaruhi kekuatan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Proses desain awal menggunakan bantuan perangkat lunak CAD. Sedangkan dari ANSYS akan dilakukan *import* hasil dari CAD sebagai media simulasi kekuatan. Model geometri *spreader bar telescopic* dibuat menggunakan perangkat lunak CAD dan diimpor ke dalam ANSYS.

Impor model CAD ke ANSYS *Workbench* untuk analisis lebih lanjut dan periksa geometri yang diimpor untuk memastikan tidak ada kesalahan atau cacat dalam model. Material yang digunakan contoh ASTM A992 maka spesifikasi material tersebut dimasukkan ke dalam ANSYS. Jenis ASTM A992 adalah spesifikasi standar untuk baja struktural karbon yang digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi (Lee, D. Engelhardt dan Taleff, 2012).

Analisa pengujian pada ANSYS dengan tahapan penentuan *meshing* untuk mendapatkan kerapatan titik hasil efek dari pembebanan. *Safety factor* dimasukkan sebagai angka pengaman. Dari parameter yang sudah ditentukan maka bisa dilakukan uji coba simulasi pembebanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

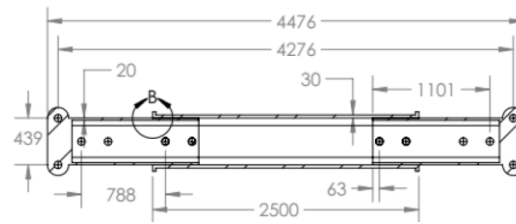
Gambar/Desain

1. Desain Spreader Bar

Desain spreader bar terlihat bentuk 3 dimensi pada Gambar 3, sedangkan untuk proyeksi dan ukuran terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Desain Spreader

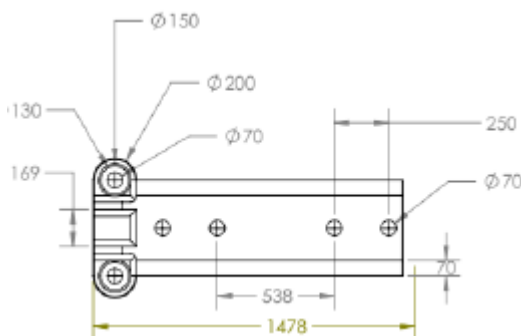


Gambar 4. Ukuran Spreader

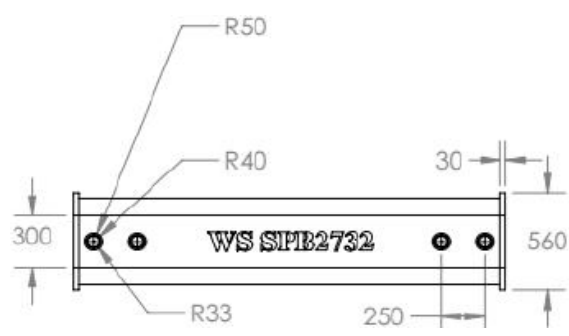
Pada desain ini di dalam main frame memiliki 2 (dua) section telescopic yang dapat diatur panjang kanan dan kiri disesuaikan dengan dimensi material yang akan diangkat (Gambar 5). Range penyetelan panjang 3.48 m sampai 4.27 m.

2. Desain Main Frame

Main Frame sebagai komponen utama yang menanggung beban dan memastikan distribusi beban yang merata selama operasi pengangkatan (Gambar 6).



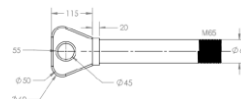
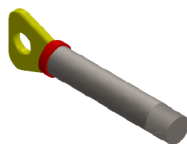
Gambar 5. Desain Telescopic



Gambar 6. Main Frame

3. Desain Pin Lock

Pin Lock digunakan untuk memastikan segmen-segmen teleskopik terikat tetap pada panjang yang diinginkan selama operasi pengangkatan. *Pin lock* (Gambar 7) ini dirancang dengan sistem kait berupa ulir M65. Sebuah *spreader bar* terdapat dengan 4 (empat) *pin lock*.



Gambar 7. Desain Pin Lock

Engineering Data

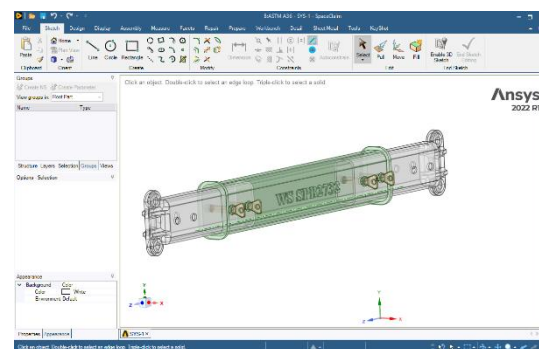
1. Material

Baja struktural ASTM A992 digunakan karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanan terhadap deformasi, komposisi mencakup karbon, mangan, fosfor, dan sulfur yang memastikan material memiliki kekuatan tarik cukup untuk aplikasi pengangkatan. Material *properties* dimasukkan ke dalam *Ansys* seperti pada Gambar 8.

2. Static Structural

- Memulai *Project*: Pada skema awal mulai dengan memilih bagian *engineering* data untuk memilih dan memverifikasi spesifikasi material ANSYS dengan aslinya.
- Geometry*: Pada bagian *geometry design* dapat di gambar pada *space claim* Ansys atau bisa dari *software* diluar Ansys (Gambar 9).
- Coordinate Systems*: Berfungsi sebagai *hook* pada simulasi yang biasa disebut *main block*. Simulasi di bawah ini menggunakan *lifting* aksesoris *wire rope* 6m dan *bow shackle* untuk menghubungkan *main block crane* dengan *spreader bar*. Hal ini akan berpengaruh pada *fixed support* yang mengarah pada *point coordinat systems* (Gambar 10).

Property	Value	Unit
1 Density	7850	kg m ⁻³
2 Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
3 Coefficient of Thermal Expansion	2.16E-05	C ⁻¹
4 Isotropic Elasticity		
5 Derive from	Young's Modulus and...	
6 Young's Modulus	2E+11	Pa
7 Poisson's Ratio	0.3	
8 Bulk Modulus	1.6667E+11	Pa
9 Shear Modulus	7.6923E+10	Pa
10 Tensile Yield Strength	3.45E+08	Pa
11 Tensile Ultimate Strength	4.9E+08	Pa
12 Isotropic Thermal Conductivity	60	W m ⁻¹ C ⁻¹
13 Specific Heat Constant Pressure, C _p	0.5	J kg ⁻¹ C ⁻¹

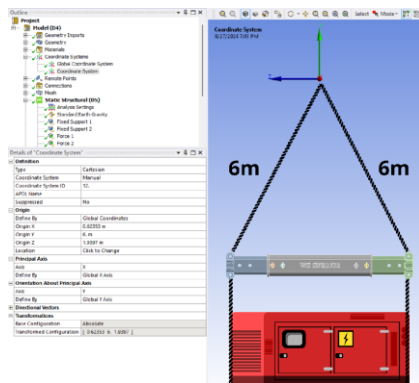


Gambar 8. Material Properties

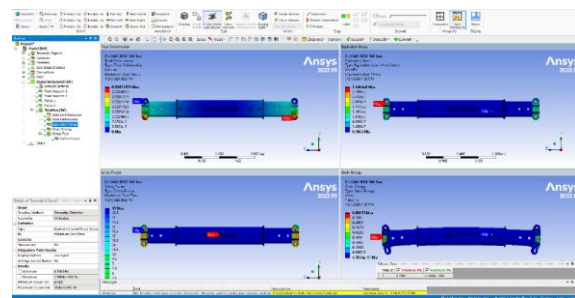
Gambar 9. Geometry Ansys

- Remote Point*: Adalah fitur untuk menerapkan beban, momen, atau batasan pada suatu titik yang tidak harus berada di lokasi geometris tertentu dalam model, tetapi dapat berada di posisi yang didefinisikan secara *arbitrer*. *Remote Point* ini kemudian dihubungkan ke bagian model melalui suatu mekanisme yang disebut *Remote Boundary Condition (RBC)* atau *Remote Force*. *Remote Point* ini untuk mengontrol pergerakan dari bagian tertentu model yang memiliki beberapa derajat kebebasan (*degree of freedom*), seperti rotasi atau translasi, dari satu titik pada *eye spreader* yang terhubung ke bagian *coordinate systems* tersebut.
- Connection Contact*: Hal ini dilakukan di mana dua atau lebih komponen atau permukaan saling bersentuhan atau berinteraksi satu sama lain.
- Model*: Pembuatan model menggunakan metode simulasi numerik mengacu pada representasi dari komponen fisik, sistem, atau proses yang ingin di analisis. Model ini mencakup berbagai elemen yang menggambarkan geometri, material, *mesh*, kondisi batas, dan beban.

- g. *Mesh*: Geometri ini dipecah menjadi elemen-elemen kecil yang disebut *mesh*. *Mesh* ini memungkinkan ANSYS untuk melakukan perhitungan numerik pada model dengan membagi geometri menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dikelola.
- h. *Set up*: Proses memastikan model dalam ANSYS adalah representasi yang akurat dari sistem fisik yang di analisis, memungkinkan pengguna mendapatkan hasil yang valid dan informatif dari simulasi.
- i. *Fixed support*: Merupakan kondisi batas yang digunakan untuk mendefinisikan titik atau area pada model yang sepenuhnya tidak bergerak atau mengalami perpindahan. Pada simulasi ANSYS *fixed support* berada pada posisi hole atas yang mana pada kondisi aktual akan dikoneksikan dengan *lifting gear* pada *main hook crane*.
- j. *Force*: Merupakan simulasi gaya yang bekerja pada struktur dengan detail *force* yang diberikan pada pengujian ini sebesar 300 Ton.
- k. *Solution*: Setelah model, beban dan kondisi batas didefinisikan, pengguna menjalankan *solver* untuk memproses data *input* dan menghasilkan *output* berupa distribusi tegangan, regangan, suhu, aliran fluida, dan medan elektromagnetik.



Gambar 10. Coordinate Systems



Gambar 11. Tampilan Ansys

- l. *Result*: Dari simulasi software ANSYS dihasilkan data dengan tampilan seperti pada Gambar 11. Selain itu juga bisa dimunculkan hasil ringkasan perhitungan seperti pada gambar 12. Sedangkan tabel massa ditampilkan seperti pada gambar 13.

```
***** PRECISE MASS SUMMARY *****
TOTAL RIGID BODY MASS MATRIX ABOUT ORIGIN
Translational mass
1489.8 0.0000 0.0000
0.0000 1489.8 0.0000
0.0000 0.0000 1489.8
Coupled translational/rotational mass
0.0000 2889.8 -2286.4
-2889.8 0.0000 931.09
2286.4 -931.09 0.0000
Rotational mass (Inertia)
11802.0 -1411.6 -1807.5
-1411.6 8444.9 -4370.0
-1807.5 -4370.0 4054.3
TOTAL MASS = 1489.8
The mass principal axes coincide with the global Cartesian axes
CENTER OF MASS (X,Y,Z) = 0.62551 1.5146 1.9397
TOTAL INERTIA ABOUT CENTER OF MASS
2276.9 -0.12409E-02 0.93749E-01
-0.12409E-02 2286.4 -0.22038E-02
0.93749E-01 -0.22038E-02 13.974
The inertia principal axes coincide with the global Cartesian axes
*** MASS SUMMARY BY ELEMENT TYPE ***
TYPE MASS
1 806.775
2 319.773
3 319.773
4 10.888
5 10.888
6 10.888
7 10.888
```

Gambar 12. Summary Mass

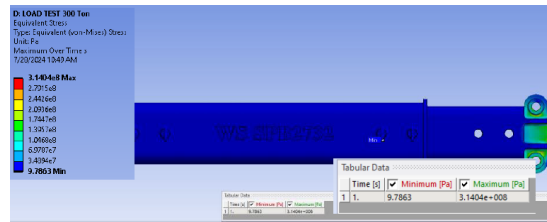
Type	Geometry	Mas	Parameter
1	Main Frame	806.775	Kg
2	Teleskopik 1	319.773	Kg
3	Teleskopik 2	319.773	Kg
4	Pin 1	10.888	Kg
5	Pin 2	10.888	Kg
6	Pin 3	10.888	Kg
7	Pin 4	10.888	Kg
Total Mass		1489.873	Kg

Gambar 13. Massa

Total Deformation: Total deformasi (Gambar 14) ini digunakan untuk menentukan distribusi tegangan dan regangan dalam model yang sedang di analisis. Total deformasi yang dihasilkan dari simulasi pembebanan 300 Ton pada spreader bar ini menghasilkan nilai minimum 0 meter dan maksimum 0.00031851 meter



Gambar 14. Total Deformation



Gambar 15. Equivalent stress

Equivalent Stress: Equivalent stress merujuk pada von Mises stress merupakan tegangan yang digunakan untuk menentukan apakah material akan mengalami deformasi plastis (luluh) di bawah kondisi tegangan tiga dimensi yang kompleks. Equivalent Stress (Gambar 15) penting dalam analisis rekayasa karena memberikan ukuran tunggal dari tegangan yang dapat dibandingkan dengan *yield strength*.

Total tegangan ekuivalen yang dihasilkan dari simulasi pembebanan 300 Ton pada *spreader bar teleskopik* ini menghasilkan nilai minimum 9.786 Pascal dan maximum 3.1404E+08 Pascal. Nilai Yield Strength material A992 adalah 345 Mpa (345.000.000 atau 3.45E+08 Pa). Diperoleh Equivalent Stress < Yield Strength

Jadi spreader bar teleskopik ini masih kategori aman dengan load test 300 Ton dengan pembagian force 1 dan force 2 sebesar 50%.

5. KESIMPULAN

Desain adjustable spreader bar teleskopik memberikan fleksibilitas yang signifikan dalam aplikasi pengangkatan berbagai ukuran dan bentuk beban. Penggunaan material ASTM A992, dengan yield strength minimum 345 MPa (50.000 Psi), memastikan bahwa spreader bar memiliki kekuatan dan ketahanan yang diperlukan untuk aplikasi berat. Total berat spreader bar teleskopik ini 1.489.873 Kg.

Total deformasi yang dihasilkan dari simulasi pembebanan 300 Ton pada spreader bar menghasilkan nilai minimum 0 meter dan maximum 0.00031851 meter. Total tegangan equivalent yang dihasilkan dari simulasi pembebanan 300 Ton pada spreader bar teleskopik ini menghasilkan nilai minimum 9.7863 Pascal dan maximum 3.1404E+008 Pascal, dimana hasil equivalent stress masih dibawah yield strength material ASTM A992-20 sesuai dengan spesifikasi material yaitu 3.45e+08.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z., & Ridho Rama, B. (2015). Analisa distribusi tegangan dan defleksi connecting rod sepeda motor. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 30–39.
- American National Standards Institute. (2021). Below-the-hook lifting devices safety standard for cableways, cranes, derricks, hoists, hooks, jacks, and slings. Retrieved from <http://cstools.asme.org/>
- American National Standards Institute. (2023). Design of below-the-hook lifting devices.
- Cai, W., Jiang, J., & Li, G. Q. (2021). Analysis and simulation on fracture of structural steel at elevated temperatures based on extended finite element method. *Fire Safety Journal*, 120, 103022. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103022>
- Deshmukh, A., Patil, V., & Rathod, M. (2016). Design & development of a telescopic beam for EPM lifter system. *International Research Journal of Engineering and Technology*. Retrieved from <http://www.irjet.net/>
- Dumyati, I., & Nurhaji, S. (2023). Modeling dan simulasi finite element analysis pada segitiga T sepeda motor menggunakan software ANSYS 2023. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 5(1), 26–30. <https://doi.org/10.18196/jqt.v5i1.19012>
- Erdyno, N., Syahrul, I., & Putra, M. (2024). Analisis displacement connecting rod menggunakan metode elemen hingga dengan material titanium alloy. *Journal of Mechanical and Electrical Technology*, 3(2).
- Iskandar, H., & Subekti, H. (2021). Simulasi dan analisis kekuatan rangka sepeda motor menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Teknik Mesin Nusantara*, 9(2), 45–52. <https://doi.org/10.25077/jtmn.v9i2.2021.45-52>
- Lee, J., Engelhardt, M. D., & Taleff, E. M. (2012). Mechanical properties of ASTM A992 steel after fire. *Engineering Journal*, 1, 33–44.
- Putra, F. A., & Handoko, R. (2021). Perancangan alat angkat otomatis berbasis sistem hidrolik. *Jurnal Inovasi Teknik Mesin*, 7(2), 65–72. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jitm/article/view/2345>
- Saleh, A. (2019). Perancangan mekanisme alat angkut peralatan industri berkapasitas 10 ton. *Jurnal TEDC*, 11(2), 98–106.
- Samal, A. K., & Rao, T. E. (2016). Analysis of stress and deflection of cantilever beam and its validation using ANSYS. *Journal of Engineering Research and Applications*. Retrieved from <http://www.ijera.com/>
- Suryanto, D., & Nugroho, B. (2020). Pengaruh variasi beban terhadap deformasi struktur pada crane lifting. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 6(3), 100–108. <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/jtsp/article/view/1008>
- Widodo, A., & Kurniawan, R. (2022). Evaluasi tegangan pada sambungan las struktur baja menggunakan software ANSYS. *Jurnal Rekayasa Struktur*, 11(1), 30–37. <https://doi.org/10.14710/jrs.v11i1.1122>
- Zaid Bin Zakaria, C., & Aziz, N. A. (2018). Finite element analysis of spreader bar by utilizing the arrangement and connection of padeyes. *Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 10(2), 77–97. Retrieved from <http://www.rigzone.com/>