

# Evaluasi Struktural Rancangan Dongkrak Ulir sebagai Alat Pengangkat pada EV Maung Galunggung Menggunakan Analisis Elemen Hingga

Widyantoro<sup>1</sup> \* Wisyal Abdul Jabar<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup>Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mayasari bakti, Jl Taman sari Blok Rahayu 1  
RT 004/004 Tasikmalaya 46191 HP. 81905427469

\*Corresponding author: [widyantoro82@gmail.com](mailto:widyantoro82@gmail.com)

## Abstract

*This study aims to design and analyze the structural strength of a simple screw jack used for the Maung Galunggung electric car, which has a ground clearance of 15 cm. The design was carried out using CAD software, while structural strength analysis was conducted through Finite Element Analysis (FEA) based on Computer-Aided Engineering (CAE). The 3D model of the jack consists of a threaded rod, driving lever, and support components, made of St 37 steel with a yield stress of 225 MPa. The simulation was performed to determine the distribution of Von Mises stress, displacement distribution, and safety factor under a loading condition of 1 ton. The analysis results show a maximum stress of 0.5348 MPa, far below the material's elastic limit, with a maximum displacement  $6.163 \times 10^{-4}$  mm on the top plate. The maximum safety factor reaches 15, indicating that the structure has a very high strength against the applied load. This value suggests that the design is safe to use, although there is potential overdesign that allows for material optimization to improve cost and weight efficiency. This research is expected to serve as a reference for developing more efficient, reliable, and safe jack designs, while also contributing to the automotive industry in providing work equipment that supports safety and productivity.*

**Keywords:** Screw jack, electric vehicle, mechanical design, Finite Element Analysis (FEA), Computer-Aided Engineering (CAE), safety factor, stress distribution

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis kekuatan struktur dongkrak ulir sederhana yang digunakan untuk mobil listrik Maung Galunggung dengan jarak rendah antara tanah dan rangka bawah sebesar 15 cm. Perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD, sementara analisis kekuatan struktur dilakukan melalui metode *Finite Element Analysis* (FEA) berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE). Model 3D dongkrak meliputi komponen batang ulir, tuas penggerak, dan penopang, dengan material st 37 yang mempunyai yield stress sebesar 225 Mpa. Simulasi dilakukan untuk mengetahui distribusi tegangan Von Mises, displacement material, dan faktor keamanan pada kondisi pembebanan sebesar 1 ton. Hasil analisis menunjukkan tegangan maksimum sebesar 0,5348 MPa, jauh di bawah batas elastis material, dengan displacement material maksimum hanya  $6,163 \times 10^{-4}$  mm pada bagian *top plate*. Faktor keamanan maksimum mencapai 15, menunjukkan kekuatan struktur sangat tinggi terhadap beban yang diberikan. Nilai ini mengindikasikan desain aman digunakan, meskipun terdapat potensi *overdesign* yang memungkinkan optimasi material untuk efisiensi biaya dan berat. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi pengembangan desain dongkrak yang lebih efisien, andal, dan aman, sekaligus memberikan kontribusi bagi industri otomotif dalam penyediaan peralatan kerja yang mendukung keselamatan dan produktivitas.

**Kata kunci:** Dongkrak ulir, mobil listrik, desain mekanik, *Finite Element Analysis* (FEA), *Computer Aided Engineering* (CAE), faktor keamanan, distribusi tegangan.

## 1. Pendahuluan

Dalam dunia industri dan otomotif, dongkrak termasuk salah satu alat yang memiliki fungsi krusial untuk mendukung beraneka ragam aktivitas perbaikan dan pemeliharaan. Dongkrak, atau perangkat pengangkat beban, berperan dalam proses pengangkatan kendaraan atau muatan berat lainnya guna memberikan ruang bagi perbaikan dan inspeksi. Perbaikan

kerusakan yang terjadi pada mobil khusus kerusakan yang terjadi pada bagian bawah kendaraan dan pada roda-roda, biasanya memerlukan bantuan sebuah alat pengangkat seperti dongkrak guna untuk membantu mengangkat mobil kegiatan mengganti roda mobil menjadi lebih ringan dengan dongkrak [1]. Dongkrak adalah sebuah alat yang berfungsi untuk membantu mengangkat kendaraan bukan untuk menyangga [2]. Dongkrak umumnya



dioperasikan secara manual yang memerlukan upaya fisik ekstra dari operator atau pengemudi [3].

Pada umumnya, dongkrak tersedia dalam berbagai jenis, seperti dongkrak mekanik, hidrolik, dan pneumatik, dengan setiap jenis memiliki karakteristik dan kegunaan tersendiri.

Dongkrak hidrolik beroperasi berdasarkan hukum Pascal, yang menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan merata ke seluruh bagian fluida. Hal ini memungkinkan alat ini untuk mengangkat beban yang jauh lebih berat daripada gaya yang diterapkan [4]. Sistem dongkrak Hidrolik adalah alat ini biasanya terdiri dari silinder, piston, dan pompa. Ketika pompa dioperasikan, minyak hidrolik dipindahkan ke dalam silinder, mendorong piston dan mengangkat beban [5]. Dongkrak hidrolik, misalnya, sering digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan daya angkat yang lebih tinggi karena sistem hidrolik memberikan kekuatan yang besar melalui fluida. Sistem hidrolik pemindah energinya menggunakan fluida (minyak hidrolik) sehingga terlihat lebih fleksibel [6].

Dongkrak ulir berfungsi untuk mengangkat kendaraan saat terjadi kerusakan, terutama ketika ban bocor atau kempes. Dengan mekanisme drat yang mirip dengan baut, alat ini dapat menaikkan beban dengan efisien [7]. Dongkrak ulir memanfaatkan ulir sebagai transmisi gerakan, di mana pengguna memutar pegangan untuk mengangkat beban. Proses ini melibatkan penggerakan ulir ke atas atau ke bawah, yang secara langsung mempengaruhi posisi beban yang diangkat [8]. Dongkrak ulir beroperasi dengan cara memutar batang ulir. Ketika batang ini diputar, bagian ulirnya bergerak ke atas atau ke bawah, tergantung pada arah putaran. Proses ini meningkatkan atau menurunkan beban yang diangkat [9]. Penggunaan Tenaga Manusia untuk operasi penggunaan manual dongkrak ulir. Pengguna harus memutar tuas atau pegangan untuk menggerakkan batang ulir, sehingga

mengangkat kendaraan [10]. Modifikasi dongkrak ulir menjadi otomatis dengan penambahan alat elektronik [8]. Modifikasi dongkrak ulir dilakukan dengan menambahkan motor listrik (motor DC) pada ulir untuk mempermudah pengangkatan beban [11]. Modifikasi ini melibatkan penambahan motor listrik dan komponen lain yang memungkinkan dongkrak dioperasikan dengan lebih mudah.

Sementara itu, dongkrak mekanik, meskipun sederhana, lebih mudah dipelihara dan digunakan dalam lingkungan dengan sumber daya terbatas. Setiap jenis dongkrak memiliki kelebihan dan kekurangan, yang harus dipertimbangkan dalam proses perancangan

Permasalahan utama yang dihadapi dalam penggunaan dongkrak yang digunakan untuk mobil listrik maung galunggung ini adalah tinggi antara permukaan tanah dan rangka bawah hanya 15 cm sehingga di design dongkrak sederhana sesuai spesifikasi.

Dongkrak ini dirancang menggunakan aplikasi 3D, dan kekuatan rangkanya dihitung dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Metode FEA telah banyak digunakan sebagai alat analisis untuk memperoleh gambaran distribusi tegangan serta memprediksi kekuatan struktur [12]. Penggunaan FEA digunakan untuk Rancang Bangun Poros Back Wheel Pada Prototipe Mobil Listrik Heulang Galunggung [13]. Analisa CAE Kekuatan Frame Untuk Menahan Unit Powdering Pada Perancangan Mesin Ekstrusi Pengelolaan Plastik Bio Organik Berbahan Dasar Singkong Dan Gliserol [14] Penggunaan FEA dalam memprediksi kekuatan suatu konstruksi sistem mekanikal dapat mengurangi biaya desain dibandingkan dengan metode eksperimen. [15].

Research Development dengan bantuan perangkat lunak (software) yang mampu untuk pembuatan suatu model dalam bentuk gambar 3 dimensi.[16] Penelitian dilakukan melalui metode penelitian dan pengembangan dengan menggunakan perangkat lunak yang dapat

membuat model 3 dimensi berupa gambar [17]

Dalam perawatan mobil listrik Maung Galunggung yang dibuat oleh universitas maya sari bakti Diperlukan alat berupa dongkrak. Mobil listrik Maung Galunggung memiliki dimensi lebar depan mobil listrik ini adalah 1215 mm, lebar dan panjang antara poros roda adalah 1549.39 mm [18] karena itu dirancang sebuah dongkrak ulir sederhana.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan desain dongkrak yang lebih efisien, kuat, dan andal, sehingga mampu meningkatkan kinerja serta umur pakai alat. Hasil analisis yang diperoleh dapat menjadi acuan berharga bagi praktisi industri dalam merancang dan memproduksi peralatan penunjang kerja yang tidak hanya memenuhi standar fungsional, tetapi juga mengutamakan aspek keselamatan dan kenyamanan pengguna. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi mendorong terciptanya inovasi produk yang mampu mendukung produktivitas kerja sekaligus meminimalkan risiko kecelakaan di lingkungan industri maupun lapangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menganalisis kekuatan struktur dongkrak ulir sederhana yang diperuntukkan bagi mobil listrik Maung Galunggung dengan keterbatasan ground clearance sebesar 15 cm. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kemampuan struktur dongkrak dalam menahan beban kerja melalui pendekatan Computer Aided Engineering (CAE) berbasis Finite Element Analysis (FEA), sehingga dapat diketahui distribusi tegangan Von Mises, displacement material, serta faktor keamanan yang terjadi pada setiap komponen utama. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan memastikan bahwa desain dongkrak yang dihasilkan memenuhi kriteria kekuatan, kekakuan, dan keselamatan kerja, serta mengidentifikasi potensi overdesign sebagai dasar optimasi material dan dimensi. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan desain dongkrak yang lebih efisien, andal, dan aman, khususnya untuk mendukung

kegiatan perawatan dan pemeliharaan kendaraan listrik di lingkungan pendidikan maupun industri.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kekuatan struktur pada komponen dongkrak ulir dengan memanfaatkan teknologi Computer Aided Engineering (CAE). Pendekatan ini digunakan untuk mengetahui kemampuan komponen dalam menahan beban, serta mengidentifikasi potensi kerusakan atau kegagalan struktur melalui simulasi numerik berbasis elemen hingga (finite element analysis). Adapun tahapan-tahapan metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Pada tahap awal, dilakukan studi literatur yang bertujuan untuk memahami konsep dasar mekanika bahan, prinsip kerja dongkrak ulir, serta parameter-parameter penting dalam desain dan analisis, seperti beban maksimum, jenis material, dimensi ulir, sudut heliks, dan faktor efisiensi ulir. Literatur yang dikaji meliputi buku teknik mesin, jurnal ilmiah, serta referensi standar desain mekanikal.

Selanjutnya, dilakukan perancangan model tiga dimensi dari komponen dongkrak ulir menggunakan perangkat lunak CAD (Computer Aided Design), seperti SolidWorks. Model yang dirancang mencakup batang ulir, rumah ulir, tuas penggerak, dan basis atau dudukan beban. Dimensi model disesuaikan dengan ukuran dongkrak ulir skala kecil hingga menengah, yang umum digunakan untuk aplikasi otomotif atau industri ringan.

Setelah perancangan selesai, tahap berikutnya adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan dalam simulasi. Material yang digunakan merujuk pada bahan konstruksi umum untuk komponen dongkrak, seperti baja karbon sedang (medium carbon steel), dengan data sifat mekanik yang mencakup modulus elastisitas, tegangan luluh, tegangan tarik maksimum, rasio Poisson, dan densitas.

Model 3D kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak berbasis CAE, seperti ANSYS atau SolidWorks Simulation. Simulasi dilakukan melalui metode elemen hingga (FEA), yang diawali dengan proses meshing untuk membagi model menjadi elemen-elemen kecil. Ukuran mesh ditentukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara akurasi dan waktu komputasi.

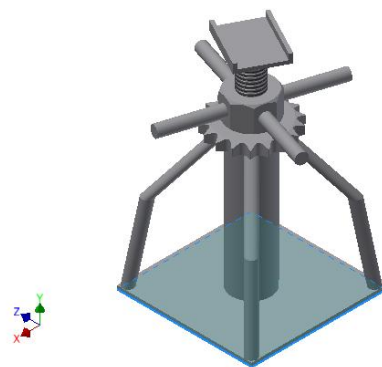
Setelah itu, dilakukan pemberian beban dan penentuan kondisi batas. Beban diberikan pada titik kerja dongkrak sesuai dengan kapasitas angkat yang direncanakan, yaitu 1 ton atau setara 9.810 N. Sementara itu, kondisi perletakan (fixed support) diterapkan pada bagian dasar dongkrak.

Simulasi dilakukan untuk memperoleh informasi distribusi tegangan dan displacement material yang terjadi pada seluruh komponen. Hasil simulasi ini dianalisis untuk mengetahui letak titik kritis yang mengalami tegangan maksimum, serta mengevaluasi nilai faktor keamanan berdasarkan standar kekuatan material.

Terakhir, dilakukan proses evaluasi menyeluruh terhadap desain komponen berdasarkan hasil simulasi yang telah diperoleh. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua parameter desain, seperti distribusi tegangan, displacement material, dan faktor keamanan, berada dalam batas aman sesuai dengan sifat mekanik material yang digunakan. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya nilai tegangan yang melebihi batas elastis material atau faktor keamanan yang diperoleh terlalu rendah, maka langkah perbaikan desain segera dilakukan. Perbaikan tersebut dapat mencakup penyesuaian dimensi komponen, pemilihan material dengan sifat mekanik yang lebih baik, atau modifikasi pada geometri untuk mengurangi konsentrasi tegangan pada titik kritis.

Proses ini memungkinkan dilakukannya optimasi desain secara virtual melalui simulasi berulang sebelum pembuatan prototipe fisik. Dengan demikian, potensi terjadinya kegagalan

struktural pada tahap penggunaan dapat diminimalkan, sekaligus mengurangi kebutuhan uji coba fisik yang memakan waktu dan biaya. Selain itu, pendekatan ini memberikan fleksibilitas bagi perancang untuk mengeksplorasi beberapa alternatif desain secara cepat, sehingga dihasilkan produk akhir yang tidak hanya memenuhi kriteria kekuatan dan keamanan, tetapi juga lebih efisien dari segi penggunaan material.



Gambar 1. Design dongkrak ulir

Desain dongkrak ulir pada gambar 1 menunjukkan suatu mekanisme pengangkat beban berbasis sistem ulir yang dirancang dengan struktur yang sederhana namun kokoh. Komponen utama dari sistem ini adalah batang ulir vertikal yang terletak di tengah struktur, yang berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban. Di bagian atas ulir terdapat pelat dudukan yang menjadi tempat beban ditempatkan. Saat ulir diputar, pelat ini akan bergerak naik atau turun tergantung arah putaran, memanfaatkan prinsip konversi gerak rotasi menjadi gerak translasi.

Untuk memutar ulir tersebut, digunakan beberapa batang tuas penggerak yang tersusun radial mengelilingi poros utama. Tuas-tuas ini memungkinkan pengguna memberikan momen putar dengan lebih mudah, baik dengan tangan secara langsung maupun dengan bantuan alat tambahan. Di bawah bagian tuas terdapat roda gigi yang menyatu dengan batang ulir, yang berfungsi untuk mengatur perbandingan putaran agar gerakan pengangkatan menjadi lebih halus dan

bertenaga. Sistem roda gigi ini juga membantu memperbesar momen yang diterima ulir, sehingga beban yang lebih berat pun dapat diangkat dengan tenaga yang lebih ringan.

Struktur penyangga terdiri dari empat batang miring yang terhubung dari bagian tengah ke pelat dasar. Penyangga ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan kestabilan dongkrak selama proses pengangkatan beban. Semua penopang bertumpu pada pelat dasar berbentuk persegi, yang berperan sebagai alas utama agar dongkrak tidak mudah tergelincir atau miring saat digunakan di berbagai permukaan.

Secara keseluruhan, desain dongkrak ulir ini mengedepankan efisiensi mekanis, kestabilan struktur, dan kemudahan pengoperasian. Dengan prinsip kerja yang memanfaatkan ulir dan sistem tuas, alat ini sangat cocok untuk kebutuhan pengangkatan beban secara manual dalam aplikasi teknik ringan hingga menengah, seperti dalam dunia otomotif atau perbengkelan.

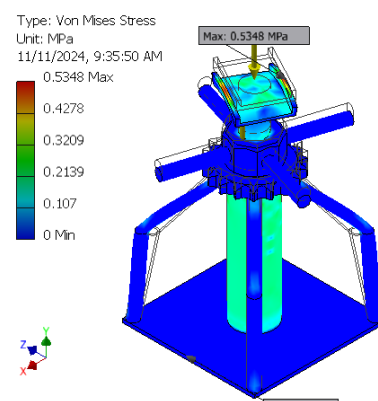
### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses pemodelan dan pembebanan selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah menganalisis respons struktur terhadap beban kerja menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Analysis/FEA). Analisis ini dilakukan untuk memperoleh gambaran perilaku mekanis struktur dalam menahan gaya, khususnya dalam hal distribusi tegangan, deformasi, serta tingkat keamanan terhadap kegagalan material. Parameter utama yang dianalisis meliputi tegangan Von Mises untuk mengetahui potensi kerusakan akibat beban kombinasi, displacement material dalam arah tertentu untuk mengevaluasi kekakuan struktur, dan faktor keamanan untuk mengukur batas aman struktur terhadap beban maksimum yang diterima.

Simulasi ini menggunakan bantuan perangkat lunak berbasis Computer Aided Engineering (CAE) yang memungkinkan pemodelan pembebanan dan kondisi batas

secara akurat. Hasil simulasi ditampilkan dalam bentuk kontur warna yang menunjukkan intensitas tegangan, displacement material, dan safety factor pada masing-masing elemen. Nilai-nilai yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menilai kinerja struktur dan menentukan apakah desain telah memenuhi kriteria kekuatan dan kestabilan yang ditetapkan.

Dari hasil analisis, diketahui bahwa struktur secara umum menunjukkan performa yang baik, dengan tegangan kerja yang relatif rendah, displacement material yang sangat kecil, dan faktor keamanan yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa struktur mampu bekerja secara optimal dalam kondisi pembebanan yang diberikan tanpa risiko deformasi atau kerusakan struktural.



Gambar 2. Distribusi Tegangan Von Mises pada Struktur (satuan MPa)

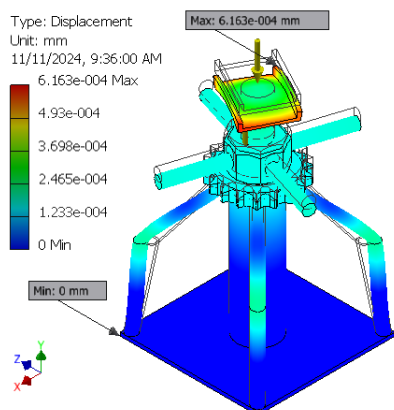
Gambar menunjukkan hasil analisis tegangan Von Mises pada suatu struktur mekanik yang disimulasikan menggunakan metode elemen hingga. Dari hasil simulasi, diperoleh nilai tegangan maksimum sebesar 0.5348 MPa, yang ditandai dengan warna merah pada bagian atas struktur. Titik ini mengindikasikan lokasi dengan konsentrasi tegangan tertinggi akibat pembebanan.

Sebagian besar area struktur lainnya tampak berwarna biru, yang menunjukkan bahwa tegangan di area tersebut berada pada rentang 0 hingga 0.107 MPa, atau dengan kata lain masih sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar bagian struktur tidak mengalami beban yang

signifikan, atau beban telah terdistribusi dengan baik ke seluruh elemen struktur.

Nilai tegangan maksimum yang hanya mencapai 0.5348 MPa menunjukkan bahwa struktur masih bekerja jauh di bawah batas elastis material umum seperti baja atau aluminium, yang memiliki tegangan luluh rata-rata di atas 100 MPa. Artinya, struktur ini masih berada dalam zona aman dan tidak mengalami deformasi plastis.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain struktur memiliki kemampuan menahan beban dengan sangat baik. Tidak ditemukan indikasi kegagalan akibat tegangan berlebih. Tegangan maksimum yang rendah juga menandakan bahwa struktur dapat dikategorikan *overdesigned*, dan masih memungkinkan dilakukan optimasi desain atau penghematan material untuk efisiensi produksi.



Gambar 3. Hasil Simulasi Displacement material Total pada Struktur

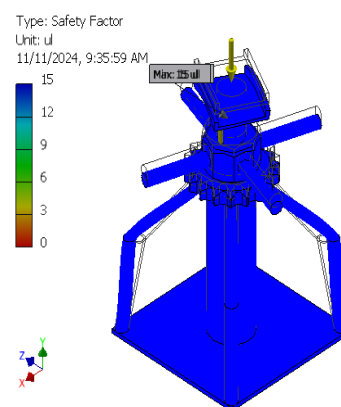
Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi displacement material total (total displacement) pada struktur akibat pembebanan. Hasil analisis Finite Element Analysis (FEA) pada struktur menunjukkan distribusi displacement material total akibat pembebanan yang diberikan. Berdasarkan skala warna, nilai displacement material berkisar antara 0 mm hingga  $6,163 \times 10^{-4}$  mm. Displacement material maksimum terletak pada bagian atas struktur, tepatnya pada komponen penutup (top plate), yang ditandai dengan warna merah. Hal ini disebabkan oleh posisi komponen tersebut yang berada paling jauh dari titik tumpu,

sehingga menerima pengaruh defleksi terbesar akibat momen lentur.

Sementara itu, displacement material minimum terjadi pada bagian kaki penopang yang terhubung langsung dengan alas, ditandai dengan warna biru. Area ini merupakan titik fixed support yang berfungsi menahan seluruh beban, sehingga tidak mengalami pergerakan. Transisi warna dari biru menuju hijau, kuning, hingga merah mengindikasikan gradien displacement material yang meningkat seiring jarak dari titik tumpu.

Nilai displacement material maksimum sebesar 0,000616 mm tergolong sangat kecil, menunjukkan bahwa struktur memiliki kekakuan yang tinggi dan mampu menahan beban dengan deformasi minimal. Hal ini mengindikasikan bahwa desain masih berada dalam batas aman dan layak digunakan tanpa risiko deformasi berlebih yang dapat memengaruhi fungsi maupun integritas struktural.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa distribusi displacement material sesuai dengan prediksi teoritis di mana titik terjauh dari penopang mengalami deformasi terbesar, namun secara keseluruhan struktur menunjukkan respons yang baik terhadap pembebanan yang diberikan.



Gambar 4. Hasil Simulasi Faktor Keamanan Maksimum pada Struktur

Gambar 4. menunjukkan hasil simulasi faktor keamanan (safety factor) dari struktur yang dianalisis menggunakan metode elemen hingga. Berdasarkan hasil

simulasi, diketahui bahwa nilai faktor keamanan maksimum mencapai 15, yang merupakan batas maksimum dari skala visualisasi yang digunakan dalam perangkat lunak.

Seluruh area struktur tampak berwarna biru gelap, yang menunjukkan bahwa faktor keamanan di hampir seluruh bagian berada pada nilai yang tinggi. Artinya, tegangan kerja yang diterima oleh struktur masih sangat jauh di bawah batas kekuatan yield material, sehingga struktur dapat dikategorikan bekerja dalam kondisi sangat aman.

Faktor keamanan biasanya dinyatakan dalam rasio antara kekuatan maksimum material terhadap tegangan kerja yang dialami. Nilai faktor keamanan yang terlalu tinggi, seperti dalam hasil ini, menunjukkan bahwa struktur memiliki kapasitas yang jauh lebih besar dari beban yang diterapkan. Hal ini memang menjamin keselamatan, namun juga dapat menandakan potensi overdesign, yaitu penggunaan material yang berlebihan dan kurang efisien.

Struktur memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi terhadap beban yang diberikan. Dengan nilai faktor keamanan maksimum mencapai 15, tidak terdapat risiko kegagalan struktural pada kondisi pembebanan saat ini. Namun, dari sudut pandang rekayasa desain, hasil ini dapat menjadi dasar untuk optimasi dimensi atau pemilihan material guna meningkatkan efisiensi biaya dan berat tanpa mengorbankan aspek keselamatan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan metode elemen hingga terhadap struktur yang diuji, diperoleh beberapa temuan penting yang menunjukkan performa mekanik struktur dalam menahan beban:

Tegangan maksimum Von Mises yang terjadi adalah sebesar 0.5348 MPa, jauh di bawah batas elastis material, yang menunjukkan bahwa struktur bekerja dalam zona elastis dan aman dari potensi kegagalan akibat tegangan berlebih.

Analisis Finite Element Analysis (FEA) menunjukkan displacement material total struktur berkisar 0 mm hingga  $6,163 \times 10^{-4}$  mm. Displacement material maksimum terjadi pada komponen top plate akibat posisinya yang jauh dari titik tumpu, sedangkan bagian kaki penopang yang terfiksasi tidak mengalami displacement material. Nilai displacement material yang sangat kecil menunjukkan struktur memiliki kekakuan tinggi dan mampu menahan beban dengan deformasi minimal, sehingga desain dinyatakan aman digunakan. Faktor keamanan maksimum mencapai nilai 15, menandakan bahwa struktur memiliki ketahanan yang sangat tinggi terhadap beban yang diberikan. Hal ini menjamin keselamatan struktur dalam kondisi operasi saat ini.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa struktur memiliki kekuatan dan kekakuan yang sangat baik terhadap beban yang diterapkan. Tidak ditemukan indikasi deformasi atau tegangan kritis yang membahayakan. Namun demikian, nilai faktor keamanan yang sangat tinggi mengindikasikan adanya peluang untuk optimasi desain guna meningkatkan efisiensi penggunaan material tanpa mengorbankan aspek keselamatan.

Dengan demikian, struktur dinyatakan layak digunakan dan dapat dipertimbangkan untuk penyempurnaan dari segi efisiensi desain dan ekonomis.

#### Referensi

- [1] A. R. M. T. J. Adek, "Rancang bangun dongkrak elektromekanik menggunakan motor DC berbasis Arduino," *Jurnal Spektro*, vol. 4, no. 1, pp. 56–63, 2021.
- [2] I. Renreng, "Rancang bangun dongkrak elektrik kapasitas 1 ton," *Mekanika: Jurnal Teknik Mesin & Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 345–354, 2012.
- [3] M. Nurhasim, "Modifikasi dongkrak hidrolik botol menjadi dongkrak hidrolik elektrik dengan aki mobil

- sebagai sumber arus,” *Simki-Techsain*, vol. 1, no. 3, pp. 1–11, 2017.
- [4] S. S. Anisa, I. M. T. M. Inge, A. Maya, K. Pratiwi, and N. P. Rengga, “Alat eksperimen hukum Pascal dengan memanfaatkan sensor load cell berbasis Arduino Uno pada dongkrak hidrolik,” *Jurnal Fisika*, vol. 7, no. 1, 2021.
- [5] M. C. Azhari, “Perancangan dongkrak hidrolik semi otomatis dengan daya angkat 2 ton,” *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 2, pp. 292–299, 2017.
- [6] R. Putri and R. K. Irfan, “Perancangan portable hydraulic jack untuk meningkatkan produktivitas mekanik di Autocar Vokasi UMY,” dalam *Semnastek*, pp. 1–9, 2018.
- [7] O. B. Panjaitan, *Pembuatan Dongkrak Ulir Elektrik Daya Angkat 1 Ton*, Diploma Thesis, Universitas Negeri Medan, 2015.
- [8] R. C. K. Riki, *Modifikasi Dongkrak Ulir Menjadi Otomatis dengan Penambahan Alat Elektronik, Tugas Akhir*, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus, 2019.
- [9] F. Ardiansyah, *Perancangan Dongkrak Ulir Elektrik Daya Angkat 1 Ton*, Diploma Thesis, Universitas Negeri Medan, 2015.
- [10] M. Hadiatma, *Desain dan Uji Kinerja Dongkrak Ulir Elektrik Daya Angkat 1 Ton, Tugas Akhir D3 Teknik Mesin*, Universitas Negeri Medan, 2015.
- [11] A. S. Akinwonmi and A. Mohammed, “Modification of the existing design of a car jack,” *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*, 2015. S. Choudhary, D. R. Kumar, D. Pasbola, and S. Dabral, “Development of motorized car jack,” *Journal of Applied Mechanical Engineering*, 2016.
- [12] M. Fahrudin, M. Rahmat, and R. Waluyo, “Rancang bangun tabung udara dingin terkompresi dengan tekanan 5 bar,” *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 4, no. 2, pp. 175–184, 2019.
- [13] M. Aqil and Widyantoro, “Rancang bangun poros back wheel pada prototipe mobil listrik Heulang Galunggung,” *Al-Jazari*, vol. 9, no. 2, pp. 71–77, 2024.
- [14] P. Galih, F. X. Seto A. R., and Y. A. C. K., “Analisa CAE kekuatan frame untuk menahan unit powdering pada perancangan mesin ekstrusi pengolahan plastik bio-organik berbahan dasar singkong dan gliserol,” *IMDeC*, vol. 3, 2021.
- [15] R. Waluyo, A. R. Ahmad, G. E. Pramono, and Fahrulrizal, “Perancangan dan analisis kekuatan rangka cetakan komposit kayu-plastik menggunakan finite element analysis,” *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 1, pp. 63–72, 2020.
- [16] R. Ramadan, “Rancang bangun modifikasi hydraulic jack manual menjadi electric,” *Jurnal Rekayasa Mesin (JRM)*, vol. 4, no. 3, pp. 63–69, 2018.
- [17] Faisal, *Modifikasi Dongkrak Tabung Menjadi Dongkrak Buaya, Tugas Akhir*, Universitas Tridinanti Palembang, 2020.
- [18] Widyantoro, Andy. P. R., M. H. Nugraha, R. M., and Dede. A. R., “Pemilihan material untuk meningkatkan kinerja kendaraan listrik Maung Galunggung (studi kasus di Universitas Mayasari Bakti),” *TURBO*, vol. 12, no. 2, 2023.