

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Analisis Statik *Center Stand* Sepeda Motor Menggunakan Metode Elemen Hingga

Pahmi Muhamad Padila¹, Deri Teguh Santoso^{2*}^{1,2} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
center stand
static analysis
design
finite element method

ABSTRACT

Motorcycles are a popular transportation choice in Indonesia due to their practicality, efficiency, and affordability. A key component is the center stand, which supports the vehicle when parked. This research analyzed its static performance using finite element analysis (FEA). Carbon steel AISI 1045 was utilized for its superior strength and toughness. Three design models (A, B, and C) were developed in SolidWorks and analyzed using Ansys Workbench with a 225 kg load. Model C demonstrated optimal performance with minimal deformation (0.0146 mm), lower von-Mises stress (27.27 MPa), and the highest safety factor (11.368). While Models A and B also met safety standards, they exhibited comparatively higher deformation and stress values. Thus, Model C is recommended for its structural reliability. Future research is advised to explore dynamic performance and experimental validation.

Pendahuluan

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang paling banyak digunakan di Indonesia karena kepraktisan, efisiensi, dan harga yang terjangkau. Mayoritas masyarakat memanfaatkannya untuk bepergian dan melakukan aktivitas sehari-hari [1]. Salah satu komponen penting pada sepeda motor adalah *center stand*, yang berfungsi sebagai penopang kendaraan saat diparkir. Desain dan material *center stand* menjadi perhatian utama karena

memengaruhi stabilitas serta keamanan kendaraan.

Masalah yang sering muncul pada *center stand* adalah keausan, deformasi dan kerusakan akibat penggunaan terus-menerus serta beban statis dan dinamis yang diterima. Dalam penelitian sebelumnya, metode elemen hingga telah banyak digunakan untuk menganalisis dan mengoptimalkan desain berbagai komponen mekanis, termasuk *stand* pada sepeda motor. Misalnya, analisis *finite element* digunakan

*Corresponding author: deri.teguh@ft.unsika.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i1.8079>

Received January 16, 2025; Received in revised form March 16, 2025; Accepted March 18, 2025

Available online March 19, 2025

untuk mengoptimalkan desain *stand* agar lebih tahan terhadap beban berat tanpa meningkatkan biaya produksi [2]. Penelitian lain juga menunjukkan pentingnya material dengan sifat mekanis yang baik, seperti baja karbon, untuk meningkatkan faktor keamanan dan umur pakai komponen [3].

Dalam konteks pengembangan *stand* otomatis, beberapa studi telah mengeksplorasi mekanisme inovatif untuk meningkatkan fungsionalitas dan keamanan. Misalnya, penggunaan sistem *sproket* dan mekanisme pengungkit telah dirancang untuk memastikan pengembalian *stand* secara otomatis sebelum kendaraan bergerak [4]. Selain itu, optimisasi desain *stand* utama pada skuter menunjukkan bahwa distribusi beban yang merata dapat mengurangi tegangan pada area *pivot* dan meningkatkan durabilitas komponen [5].

Lebih jauh lagi, penelitian lain menunjukkan pentingnya pendekatan berbasis simulasi numerik untuk mengevaluasi desain dan performa *center stand* sepeda motor. Simulasi *multi-body dynamics* (MBD) dan *finite element analysis* (FEA) dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan komponen dan mengembangkan solusi desain yang lebih baik [6]. Penelitian terbaru bahkan menyoroti pentingnya mempertimbangkan korosi dan deformasi material akibat beban statis tinggi dalam desain *stand* [7].

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan analisis statik pada *center stand* sepeda motor yang menggunakan material *carbon steel AISI 1045*. Material ini dipilih berdasarkan beberapa kelebihanannya, seperti kekerasan yang tinggi, ketangguhan, serta ketahanan terhadap dampak. Selain itu, material ini juga sering digunakan dalam industri manufaktur karena memiliki sifat mekanik yang unggul, seperti kekuatan luluh yang baik dan kemampuan menahan beban dinamis. Berdasarkan penelitian sebelumnya, *carbon steel AISI 1045* juga dapat dioptimalkan melalui teknik pemesinan modern seperti *wire electric*

discharge machining untuk meningkatkan akurasi dan kehalusan permukaan [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa statik *center stand* sepeda motor menggunakan metode elemen hingga. Analisis ini mencakup evaluasi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan untuk memastikan bahwa desain *center stand* mampu memenuhi standar keselamatan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan desain *center stand* yang lebih aman dan efisien.

Metode Penelitian

Proses penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memahami analisis statik pada *center stand* sepeda motor. Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman mengenai teori deformasi, tegangan *von-Mises*, dan faktor keamanan (*safety factor*). Informasi ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan melalui penelitian ini.

Langkah berikutnya adalah identifikasi masalah. Pada tahap ini, kebutuhan desain dan potensi kegagalan struktural *center stand* dianalisis. Berdasarkan hasil identifikasi, dilakukan perancangan tiga model desain *center stand*, yaitu Model A, Model B, dan Model C, menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Pemodelan dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi standar dan parameter struktural yang relevan.

Setelah proses perancangan selesai, tahap selanjutnya adalah pemilihan material. *Carbon steel AISI 1045* dipilih karena memiliki sifat mekanis yang baik, seperti kekuatan luluh dan modulus elastisitas yang sesuai untuk aplikasi ini. Parameter material ini kemudian digunakan dalam simulasi numerik, parameter simulasi meliputi penetapan beban sebesar 225 kg (berdasarkan berat maksimum sepeda motor), arah pembebanan, dan titik tumpuan (*fixed support*). Analisis dilakukan untuk menghitung tiga parameter utama:

Total deformasi, total deformasi adalah perubahan bentuk suatu elemen struktur, yang meliputi perpindahan posisi dari satu titik di bentang ke titik lainnya akibat beban yang bekerja [9]. Rumus untuk menghitung deformasi linier adalah:

$$\delta = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} \quad (1)$$

Dimana,

- δ = Deformasi (mm)
- F = Gaya yang bekerja (N)
- L = Panjang material (mm)
- A = Luas penampang (mm²)
- E = Modulus elastisitas (N/mm²)

Tegangan *von-Mises*, Tegangan *von-Mises* adalah tegangan ekuivalen yang digunakan untuk menentukan apakah material daktail akan gagal ketika tegangan tersebut mencapai atau melebihi batas leleh material [10]. Rumusnya adalah:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (2)$$

Dimana,

- σ_v = Tegangan *von-Mises* (N/mm²)
- $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = Tegangan utama dalam tiga sumbu

Safety factor atau Faktor keamanan adalah nilai yang digunakan untuk memastikan bahwa perancangan elemen mesin tetap berada dalam batas aman [11]. Rumus faktor keamanan adalah:

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{act}} \quad (3)$$

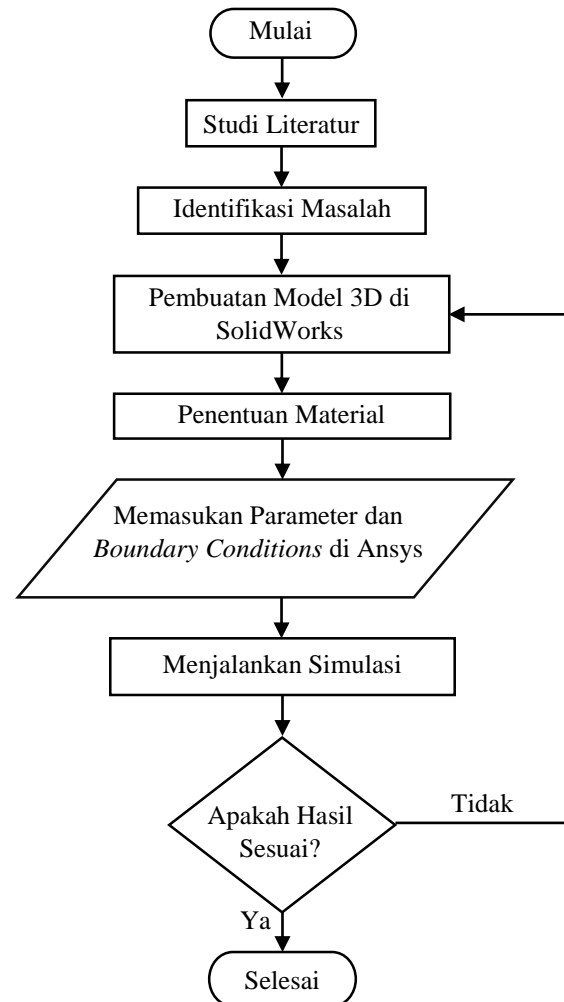
Dimana,

- n = Faktor keamanan
- σ_y = Tegangan luluh material (N/mm²)
- σ_{act} = Tegangan aktual yang terjadi pada material (N/mm²)

Hasil simulasi dibandingkan dengan kriteria desain yang telah ditentukan. Jika desain tidak memenuhi kriteria (misalnya, deformasi terlalu besar atau faktor keamanan terlalu rendah), maka revisi dilakukan pada model 3D di SolidWorks.

Proses ini diulang hingga diperoleh desain yang memenuhi standar.

Proses penelitian dirangkum dalam diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

Proses penelitian ini mencakup beberapa tahap utama, yaitu pemilihan material, perancangan model, simulasi numerik, dan analisis hasil menggunakan perangkat lunak rekayasa seperti SolidWorks dan Ansys Workbench.

SolidWorks adalah perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD) yang berfungsi untuk merancang model 3D. Dikembangkan oleh Dassault Systèmes, SolidWorks menawarkan keunggulan dalam kecepatan dan fleksibilitas pembuatan model, sehingga mempermudah proses produksi dan pengujian prototipe. Selain itu, SolidWorks juga mendukung pembuatan gambar teknik dan simulasi [12].

Ansys workbench adalah perangkat lunak simulasi elemen hingga yang digunakan untuk menganalisis berbagai aspek, seperti tegangan, deformasi, faktor keamanan (*safety factor*) dan parameter lainnya yang relevan, guna memahami kinerja struktur secara menyeluruh. Perangkat lunak ini unggul dalam memecahkan masalah mekanis kompleks dengan pendekatan pemodelan fisik realistis, menjadikannya alat andal di industri otomotif dan manufaktur [13].

Carbon steel AISI 1045 adalah baja karbon menengah dengan sifat mekanis yang baik, termasuk modulus elastisitas dan kekuatan luluhnya [7]. Penggunaan *carbon steel AISI 1045* dalam penelitian ini memungkinkan analisis terhadap sifat mekanisnya untuk memastikan keandalan dan ketahanan desain. Adapun spesifikasi dari material uji dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Material properties *Carbon Steel AISI 1045*

No.	Parameter	Nilai
1	Density	7850 (kg/m ³)
2	Modulus of Elasticity	200 (Gpa)
3	Poisson ratio	0,29
4	Yield Strength	310 (Mpa)
5	Ultimate Tensile Strength	565 (Mpa)

Hasil dan Pembahasan

Bagian ini memaparkan hasil analisis statik *center stand* sepeda motor dari tiga desain model yang dibuat menggunakan SolidWorks dan dianalisis dengan Ansys Workbench.

1. Geometri

Tiga variasi desain geometri *center stand*, yaitu model A, B, dan C, dirancang dengan perbedaan bentuk dan dimensi untuk mempelajari pengaruhnya terhadap kekuatan struktur. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan beban sebesar 225 kg yang diterapkan pada *pivot*, yaitu titik tumpu utama yang menjadi pusat rotasi *center stand*. Beban ini merepresentasikan gaya yang dihasilkan dari berat kendaraan

atau objek yang ditopang. Gambar 2, gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan ketiga model yang digunakan dalam analisis ini, dengan setiap model diberikan simulasi beban pada *pivot* untuk mengevaluasi tegangan, deformasi dan *safety factor* pada struktur *center stand*.



Gambar 2. *Center stand* model A



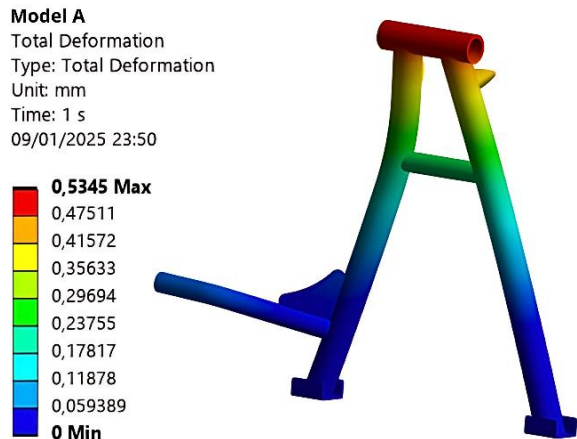
Gambar 3. *Center stand* model B



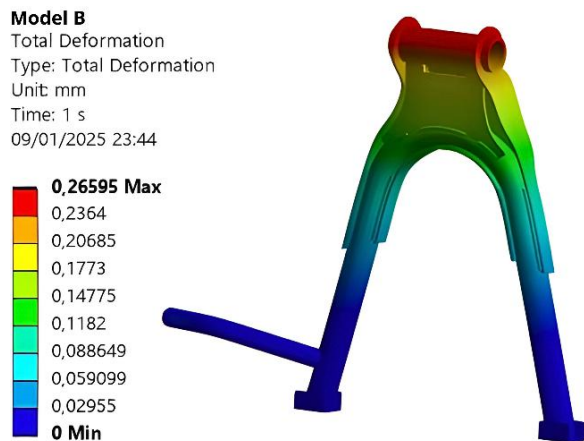
Gambar 4. *Center stand* model C

2. Total Deformation

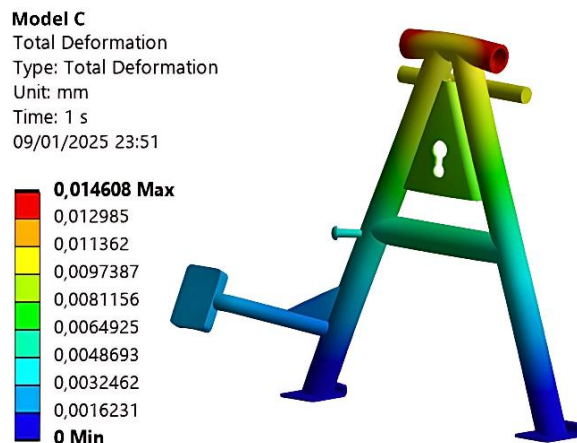
Hasil simulasi deformasi total pada *center stand* sebagai berikut:



Gambar 5. Deformasi total model A



Gambar 6. Deformasi total model B

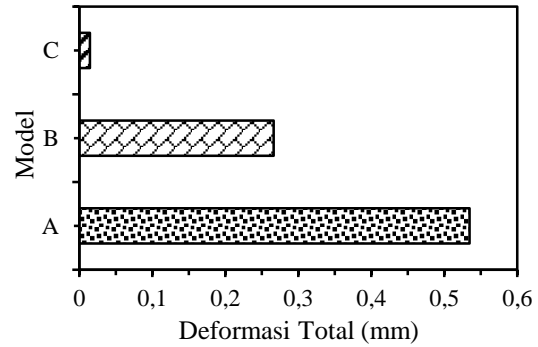


Gambar 7. Deformasi total model C

Hasil simulasi (Gambar 5-7) menunjukkan deformasi total pada model yang diuji. Nilai maksimum deformasi total disajikan dalam tabel dan grafik berikut:

Tabel 2. Hasil deformasi total

No.	Desain	Deformasi (mm)
1	Model A	0,5345
2	Model B	0,26595
3	Model C	0,014608

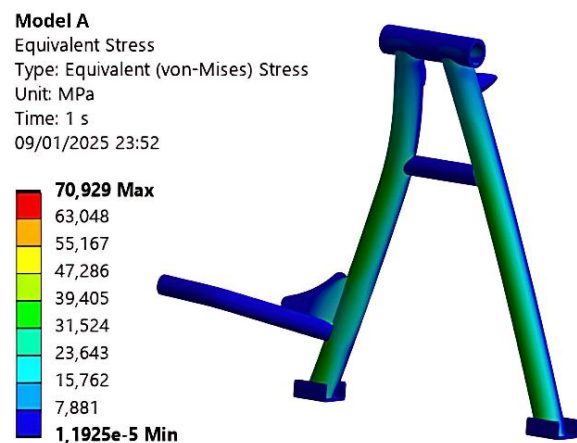


Gambar 8. Grafik perbandingan nilai deformasi total

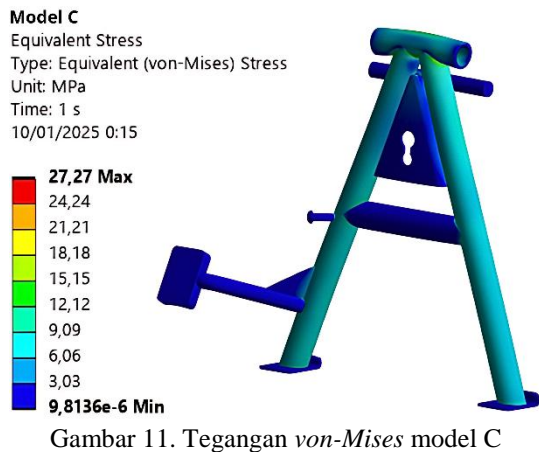
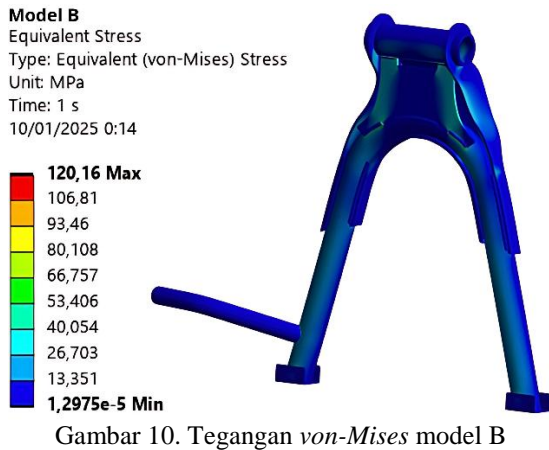
Grafik di atas membandingkan deformasi total tiga model: A, B, dan C. Model A memiliki deformasi terbesar (0,5345 mm), menunjukkan kerentanan tertinggi, diikuti model B (0,26595 mm) dengan deformasi sedang. Model C memiliki deformasi terkecil (0,014608 mm), menunjukkan kekakuan terbaik. Hasil ini mengungkap perbedaan kinerja ketiga desain dalam menahan deformasi.

3. *Equivalenten (von-Mises) Stress*

Hasil simulasi tagangan *von-Mises* pada *center stand* sebagai berikut:



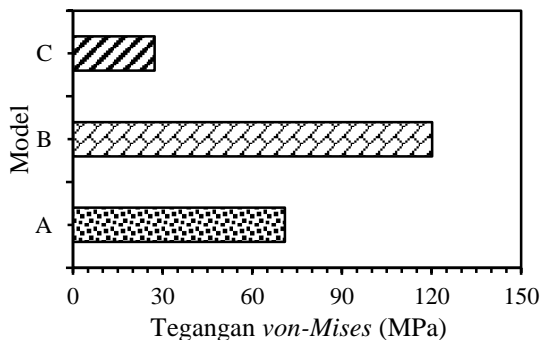
Gambar 9. Tegangan *von-Mises* model A



Hasil simulasi (Gambar 9-11) menunjukkan tagangan *von-Mises* pada model yang diuji. Nilai maksimum tagangan *von-Mises* disajikan dalam tabel dan grafik berikut:

Tabel 3. Hasil maksimum tegangan *von-Mises*

No.	Desain	Tegangan <i>von-Mises</i> (MPa)
1	Model A	70,929
2	Model B	120,16
3	Model C	27,27

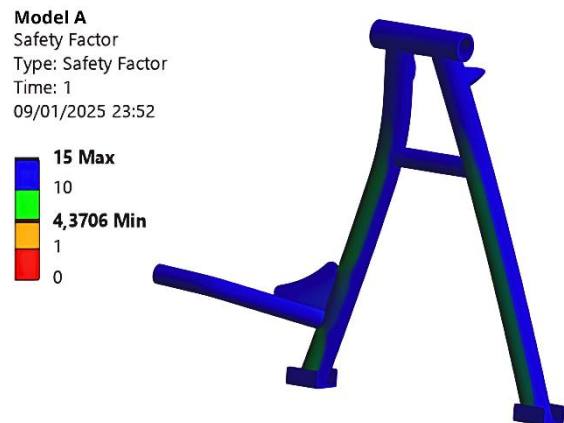


Gambar 12. Grafik perbandingan nilai tegangan *von-Mises*

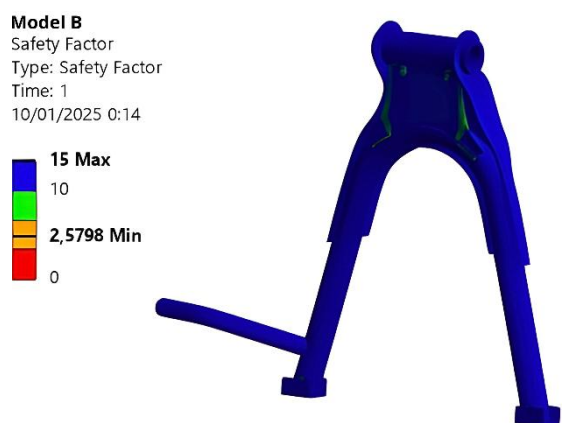
Grafik di atas membandingkan tegangan *von-Mises* maksimum pada tiga model: A, B, dan C. Model B memiliki tegangan *von-Mises* tertinggi (120,16 MPa), menunjukkan potensi terbesar untuk mencapai batas kekuatan material. Model A berada di posisi kedua dengan tegangan sebesar (70,929 Mpa), sementara model C memiliki tegangan terendah (27,27 MPa), menunjukkan bahwa model ini memiliki distribusi tegangan yang lebih baik. Hasil ini menggambarkan perbedaan kinerja ketiga desain dalam menahan beban tanpa melebihi batas kekuatan material.

4. Safety Factor

Hasil simulasi *safety factor* pada *center stand* sebagai berikut:

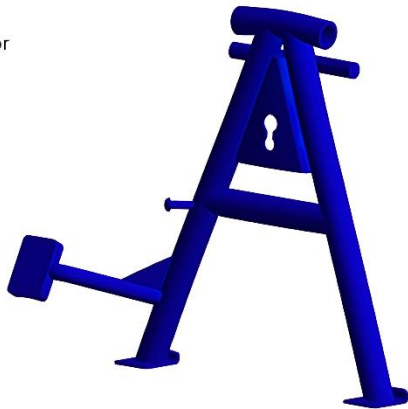


Gambar 13. *Safety factor* model A



Gambar 14. *Safety factor* model B

Model C
 Safety Factor
 Type: Safety Factor
 Time: 1
 10/01/2025 0:16

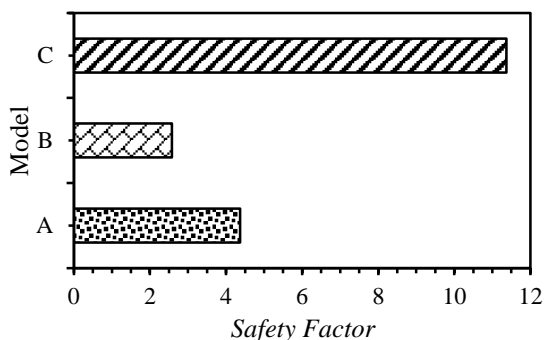


Gambar 15. *Safety factor* model C

Hasil simulasi (Gambar 13-15) menunjukkan *safety factor* pada model yang diuji. Nilai minimum *safety factor* disajikan dalam tabel dan grafik berikut:

Tabel 4. Hasil minimum *safety factor*

No.	Desain	<i>Safety Factor</i>
1	Model A	4,3706
2	Model B	2,5798
3	Model C	11,368



Gambar 16. Grafik perbandingan nilai *safety factor*

Grafik di atas membandingkan nilai *safety factor* minimum dari tiga model: A, B, dan C. Model C memiliki *safety factor* tertinggi (11,368), menunjukkan desain yang paling aman dengan margin kekuatan yang besar terhadap beban yang diterima. Model A berada di posisi kedua dengan nilai *safety factor* sebesar (4,3706), masih dalam batas aman tetapi lebih rendah dibandingkan model C. Sementara itu, model B memiliki *safety factor* terendah (2,5798), menunjukkan margin keamanan yang paling kecil di antara ketiga desain. Hasil ini memberikan informasi penting mengenai kemampuan masing-masing model untuk

menahan beban tanpa mengalami kegagalan.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material *carbon steel AISI 1045* yang digunakan pada ketiga desain *center stand* sepeda motor memiliki performa yang memadai berdasarkan simulasi statik menggunakan perangkat lunak Ansys. Model C menunjukkan hasil terbaik dengan deformasi maksimum sebesar 0,0146 mm, tegangan *von-Mises* sebesar 27,27 MPa, dan *safety factor* tertinggi yaitu 11,368, menjadikannya desain yang paling aman dan efisien. Model B, meskipun memiliki tegangan *von-Mises* tertinggi sebesar 120,16 MPa, tetap berada di bawah batas kekuatan luluh material (310 MPa) dengan *safety factor* 2,5798, yang masih memenuhi batas aman. Model A, dengan deformasi sebesar 0,5345 mm dan *safety factor* 4,3706, juga berada dalam kategori aman tetapi memiliki performa lebih rendah dibandingkan model C. Berdasarkan simulasi ini, model C direkomendasikan sebagai desain terbaik karena memiliki deformasi dan tegangan terendah serta faktor keamanan yang sangat tinggi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis dinamis dan uji eksperimental guna memvalidasi hasil simulasi dan memastikan keandalan desain dalam kondisi penggunaan sebenarnya.

Referensi

- [1] Sanhaji, G. dkk., 2023. Perancang Dan Implementasi Sepeda Motor Trail Listrik Untuk Pengembangan Produk di Pt. Len Industri (Persero). *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 22, no. 3, pp.114–125.
- [2] Mukund, K., 2018. Design, Analysis and Fabrication of Automated Center Stand for Two Wheeler. *Global Research and Development Journal for Engineering*, vol. 3, no. 11, pp. 5–15.

- [3] Sahat, M. A., et al., 2020. The Adoption of Poka-yoke Mechanism towards Reducing the Incident of Unlifted Side Stand of Motorcycle. *Progress in Engineering Application and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 448–457.
- [4] More, S. S., et al., 2020. Development of Side-Stand Retrieval Mechanism for Two Wheeler Motorcycle. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 7, no. 5, pp. 1192–1195.
- [5] Ganguly, A., et al., 2016. Design Optimization of a Scooter Main Stand to Improve Durability of Its Crankcase Support. *SAE Technical Papers*, doi: 10.4271/2016-01-2341.
- [6] Ravikumar, S., et al., 2018. Design And Fabrication Of Bike Centre Stand Using Composite Materials. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, vol. 5, no. 6, pp. 826–831.
- [7] Alif, Z. N., 2023. Analisis Kekuatan Standar Samping Motor Menggunakan Steel Carbon Dengan Beban 1500 N Menggunakan Metode Finite Elemen Analysis. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 9, no. 2, pp. 102–107, doi: 10.52005/rekayasa.v9i2.341.
- [8] uz Zaman, U. K., et al., 2022. Optimization of Wire Electric Discharge Machining (WEDM) Process Parameters for AISI 1045 Medium Carbon Steel Using Taguchi Design of Experiments. *Materials*, vol. 15, no. 21, doi: 10.3390/ma15217846.
- [9] Alaydrus, M. dkk., 2016. Analisis Deformasi Struktur Balok Beton Bertulang Dengan Lubang Hollow Core Pada Tengah Balok. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, vol. 1, no. 3.
- [10] Informasi dari <https://whatispiping.com/von-mises-stress/> (diakses pada 16 Januari 2025).
- [11] Roswandi, I. dan Rahmat., 2020. Analisis Beban Pada Hook Pembalik Produk Aet Dengan Software Solidwork 2018. *National Atomic Energy Agency of Indonesia (BATAN)*, vol. 17, no. 1, pp. 10–18.
- [12] Mustafa, D. dan Sena, B., 2024. Analisis Kekuatan Rangka Rak Tanaman Hidroponik Pada Smart Indoor Farming Menggunakan Software Solidworks Simulation dan Ansys Workbench. *Artikel Teknik Mesin dan Manufaktur*, vol. 5, no. 2, pp. 52–61.
- [13] Verma, S. K. and Singh, L. P., 2018. Design & Analysis of Composite Material Drive Shaft in Automobile. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, vol. 5, no. 7, pp. 583–595.