

Analisis *Frame* Meja *Dandori* Menggunakan Metode *Finite Element Analysis* (FEA)

Candan Tabayyun^{1*}, Kardiman², Ujiburrahman³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

* Penulis Korespondensi, email: 2110631150110@student.unsika.ac.id

Received:30/04/2025

Revised:10/05/2025

Accepted:12/05/2025

Abstract. The dandori table is a workbench specifically designed to facilitate efficient preparation in industrial processes, particularly for simplifying the loading of dies onto press machines. Therefore, its frame must be capable of safely withstanding heavy loads. This study conducts a structural strength analysis of the dandori table frame using the Finite Element Analysis (FEA) method to evaluate its resistance under static loads of 10,000 N, 15,000 N, and 20,000 N. A three-dimensional model of the dandori table frame was created using Computer-Aided Design (CAD) software and analyzed with FEA software, considering two types of materials: medium carbon steel (S45C) and structural steel (SS400). The evaluation focused on the maximum stress based on the von Mises criterion, total deformation, and safety factor. The analysis results show that under the maximum load of 20,000 N, both S45C and SS400 materials generated a stress of 14.29 MPa and a deformation of 0.032 mm, with a safety factor reaching a value of 3, indicating a high level of safety for industrial applications. Although both materials meet the safety standards, S45C offers superior tensile strength compared to SS400, making it more suitable for applications involving higher loads or requiring additional safety margins. It is recommended to use S45C material to enhance long-term durability, optimize the frame design for greater efficiency, and conduct regular inspections to ensure structural integrity throughout its service life.

Keywords: Dandori table, Finite element analysis, S45C steel, SS400 steel

Abstrak. Meja *dandori* merupakan meja kerja yang dirancang untuk persiapan efisien dalam proses industri, khususnya untuk mempermudah loading dies pada mesin press, sehingga rangkanya harus mampu menahan beban besar dengan aman. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kekuatan struktur rangka meja *dandori* menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mengevaluasi ketahanan terhadap pembebanan statis sebesar 10.000 N, 15.000 N, dan 20.000 N. Model tiga dimensi rangka meja *dandori* dibuat menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD) dan dianalisis menggunakan perangkat lunak FEA dengan menggunakan dua jenis material, yaitu baja karbon menengah S45C dan baja struktural SS400. Evaluasi dilakukan terhadap parameter tegangan maksimum berdasarkan kriteria *von mises*, total deformasi, dan faktor keamanan (*safety factor*). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada beban maksimal 20.000 N, baik material S45C maupun SS400 menghasilkan tegangan sebesar 14,29 MPa dan deformasi sebesar 0,032 mm, dengan faktor keamanan mencapai nilai 3, yang tergolong sangat aman untuk aplikasi industri. Meskipun kedua material memenuhi standar keamanan, material S45C memiliki keunggulan dalam kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan SS400, sehingga lebih direkomendasikan untuk aplikasi dengan potensi beban berat atau kebutuhan margin keselamatan tambahan. Disarankan untuk menggunakan material S45C untuk meningkatkan ketahanan jangka panjang, mengoptimalkan desain rangka agar lebih efisien, serta melakukan analisis berkala untuk memastikan kelayakan struktur selama masa penggunaan.

Kata Kunci: Meja *dandori*, Analisis elemen hingga, Baja S45C, Baja SS400

I. PENDAHULUAN

Meja *dandori* adalah sebuah meja kerja yang dirancang khusus untuk persiapan atau pengaturan yang efisien sebelum melaksanakan suatu tugas. Meja *dandori* dirancang untuk membantu pekerja atau operator mempersiapkan segala hal yang diperlukan dengan cepat dan terorganisir, sehingga

pekerjaan dapat dilakukan lebih lancar dan tanpa hambatan [1].

Umum nya meja *dandori* dalam dunia industri diperuntukan untuk proses loading dies pada mesin press [2]. Meja *dandori* dirancang khusus untuk menahan beban dies dengan beban yang mencapai 10.000 N atau lebih. Dalam proses perancangan ini membutuhkan analisis yang mendalam, yaitu

meliputi ukuran dimensi, material, bentuk design meja, dan tingkat *safety factor* nya dikategorikan sangat aman.

Salah satu komponen utama pada meja dandori adalah rangka (*frame*), yang berfungsi sebagai struktur penopang seluruh beban yang bekerja pada meja tersebut [3]. Rangka memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kestabilan dan kekuatan meja selama proses operasional, terutama dalam aplikasi industri yang melibatkan beban besar. Sehingga, diperlukan analisis menyeluruh terhadap struktur rangka untuk memastikan bahwa desain yang dirancang telah memenuhi standar kekuatan dan keselamatan [4]. Salah satu metode yang umum digunakan untuk melakukan analisis ini adalah *Finite Element Analysis* (FEA). Melalui metode ini, dapat diperoleh informasi terkait distribusi tegangan maksimum, deformasi (*displacement*), serta faktor keamanan (*factor of safety*) yang terjadi pada seluruh struktur meja dandori [5]. Data hasil analisis ini menjadi dasar penting dalam mengevaluasi kelayakan desain, sekaligus memastikan bahwa meja dandori mampu menahan beban kerja yang diberikan tanpa mengalami kegagalan struktural, sehingga mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman dan efisien.

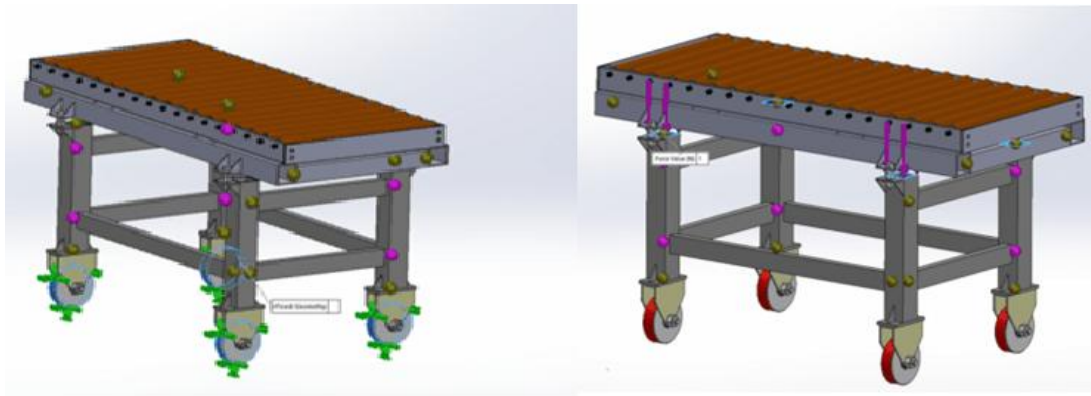
Dalam penelitian ini dilakukan analisis rangka meja dandori menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA) untuk mengevaluasi kekuatan struktur terhadap pembebanan statis. Metode FEA merupakan pendekatan numerik yang digunakan untuk mensimulasikan respons mekanik suatu struktur terhadap gaya eksternal, sehingga dapat mengidentifikasi distribusi tegangan, deformasi, dan titik-titik kritis pada komponen [6]. Model tiga dimensi dari rangka meja dandori dibuat

menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD), kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak FEA dengan pembebanan sebesar 10.000 N, 15.000 N, dan 20.000 N yang merepresentasikan beban dies. Dalam analisis ini, digunakan dua jenis material, yaitu S45C dan SS400. Material S45C merupakan baja karbon menengah yang memiliki kekuatan tarik dan kekerasan yang baik, serta banyak digunakan untuk komponen mesin yang memerlukan ketahanan terhadap beban tinggi [7]. Sementara itu, SS400 adalah baja struktural karbon rendah yang dikenal memiliki sifat mudah dibentuk dan cukup kuat untuk aplikasi umum dalam konstruksi [8].

Hasil simulasi FEA meliputi tegangan maksimum berdasarkan kriteria von Mises, total deformasi, dan faktor keamanan. Parameter-parameter ini digunakan untuk mengevaluasi apakah desain rangka memenuhi persyaratan kekuatan dan keselamatan [9]. Melalui evaluasi ini, optimasi desain dapat dilakukan, baik dalam pemilihan maupun efisiensi penggunaan material, guna menghasilkan struktur yang andal, ekonomis, dan mendukung produktivitas kerja.

II. METODOLOGI

Pada proses perancangan meja dandori, hal utama yang paling penting tentunya adalah pembuatan design atau sketsa gambar. Dimana design atau sketsa gambar ini bertujuan untuk mendapatkan rencana awal dari suatu perancangan yang akan dibuat untuk proses manufacture nantinya. Dalam proses perancangan ini juga diperlukan pengujian *static*, yang dimana pada komponen *frame* meja *dandori* akan diberi beban yang diharapkan sehingga akan mendapatkan hasil yang sudah direncanakan di awal pada proses perancangan meja dandori.



Gambar 1. Loads dan boundary condition

Pada pengujian *static* nantinya akan muncul nilai *stress max*, *displacement*, dan *factor of safety*, dan apabila nilai tegangan *max* nya kurang dari batas izin tegangan pada material yaitu maka bisa dikategorikan aman dalam kontruksi [10]. Adapun rumus dari safety factornya, yaitu:

$$SF = \frac{\text{batas izin material}}{\text{beban kerja}} \quad [11]$$

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan *frame* meja *dandori* dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Analisis dilakukan dengan memvariasikan jenis material yang digunakan, yaitu S45C dan SS400, yang masing-masing memiliki sifat mekanik yang berbeda. Selain itu, variasi beban juga diterapkan dalam tiga tingkatan, yaitu 10.000 N, 15.000 N, dan 20.000 N, guna mengevaluasi respon struktur terhadap berbagai kondisi pembebanan.

Tabel 1. Material properties baja S45C

Parameter	Nilai
Density	7,85 (g/cm ³)
Modulus of Elasticity	205-210 Gpa
Poisson Ratio	0.27 – 0.30 N/A
Yield Strength	345 N/mm ² (MPa)
Tensile Strength	570-700 N/mm ² (MPa)

[12]

Tabel 2. Material properties baja SS400

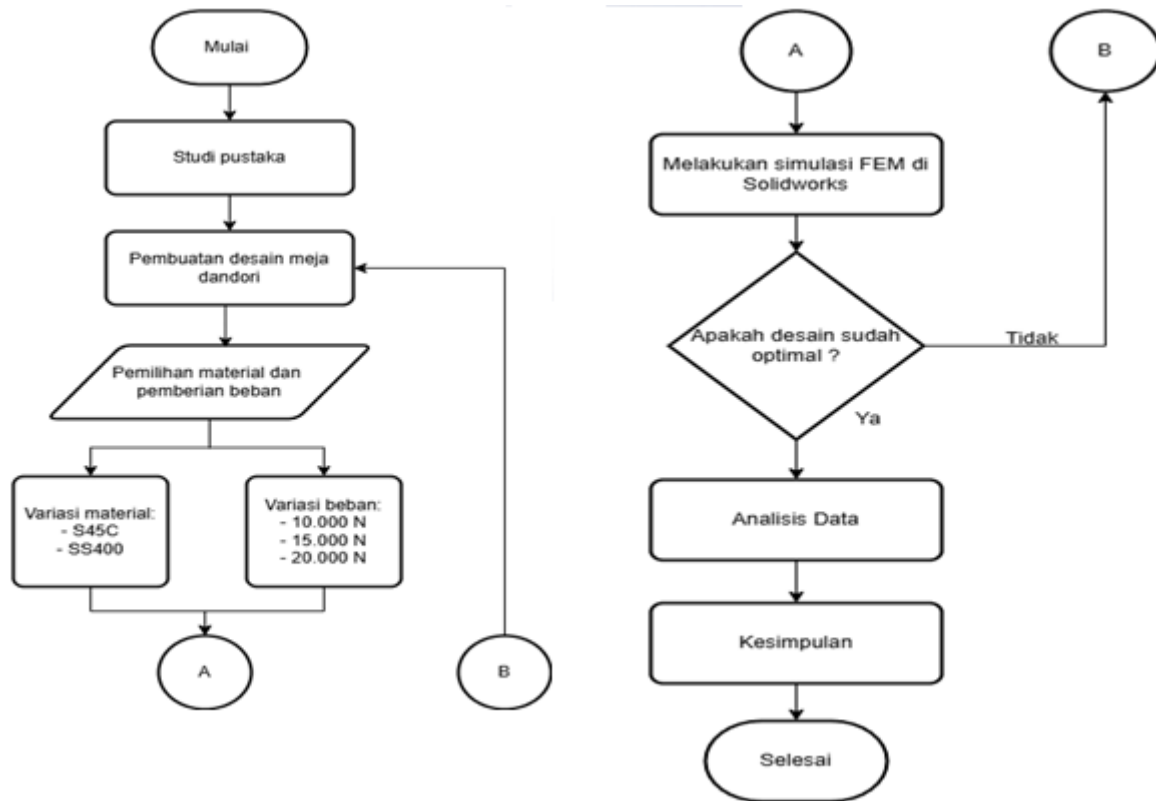
Parameter	Nilai
Density	7.85 g/cm ³
Modulus of Elasticity	200-210 Gpa
Poisson Ratio	0.26 N/A
Yield Strength	245 N/mm ² (MPa)
Tensile Strength	400-510 N/mm ² (MPa)

[13]

Melalui kombinasi variasi material dan beban tersebut, diharapkan dapat diperoleh pemahaman mengenai material mana yang lebih unggul dari segi kekuatan dan keamanan untuk aplikasi pada *frame* meja *dandori*. Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang terstruktur, dimulai dari proses pembuatan model geometri tiga dimensi menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD), pemberian kondisi pembebanan dan batasan yang sesuai dengan kondisi aktual, hingga tahap analisis hasil simulasi menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) [14].

Setiap langkah dalam proses ini dilakukan dengan cermat untuk memastikan bahwa hasil simulasi mencerminkan kondisi nyata seakurat mungkin. Hasil dari setiap tahap akan memberikan gambaran menyeluruh terhadap performa struktural rangka, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan material dan desain akhir. Secara keseluruhan, alur pelaksanaan peneli-

tion yang terdiri dari beberapa tahap utama tersebut dapat dilihat secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram analisis *frame* meja *dandori*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) pada rangka meja *dandori* dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis respons struktur terhadap pembebanan statik yang dihadapkan pada berbagai kondisi operasional. Analisis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai perilaku mekanis rangka meja, khususnya dalam hal distribusi tegangan, deformasi yang terjadi, serta tingkat keamanan struktur berdasarkan parameter numerik yang dihasilkan.

Model geometri rangka meja yang telah dirancang dianalisis menggunakan dua jenis material berbeda, yakni baja karbon menengah S45C dan baja struktural SS400. Pemilihan kedua material ini didasarkan pada karakteristik mekanik yang dimilikinya, di mana masing-masing memiliki kelebihan tersendiri dalam aspek kekuatan dan keuletan. Selain variasi material, dilakukan juga variasi pembebanan statik sebesar 10.000 N, 15.000

N, dan 20.000 N. Beban tersebut dipilih untuk merepresentasikan kondisi beban ringan hingga berat yang kemungkinan besar akan dialami oleh meja *dandori* saat digunakan dalam kegiatan industri, terutama dalam proses *loading dies* pada mesin *press*.

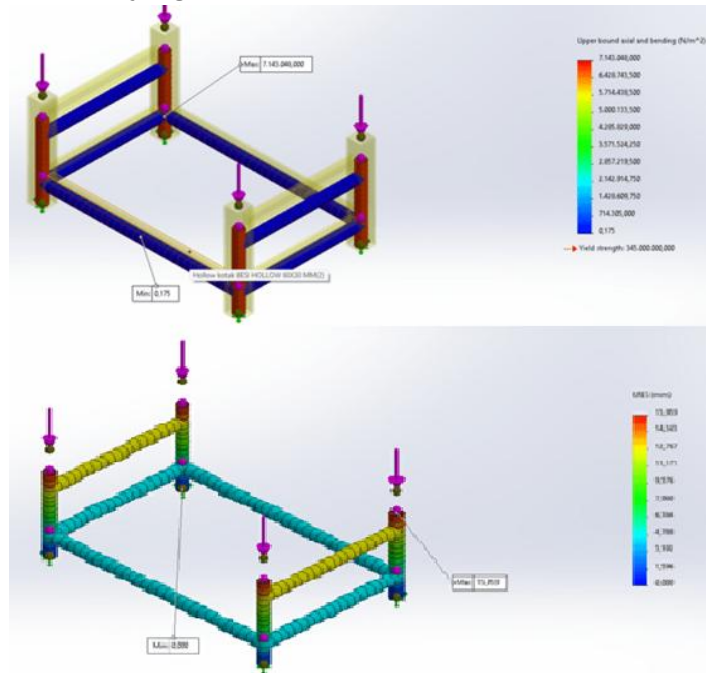
Parameter utama yang dianalisis dalam simulasi ini mencakup tegangan maksimum (*maximum stress*) yang dihitung menggunakan kriteria von Mises, deformasi total (*total deformation*) yang menunjukkan perubahan bentuk akibat pembebanan, dan faktor keamanan (*safety factor*) yang digunakan untuk menilai seberapa aman struktur terhadap potensi kegagalan. Ketiga parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menilai kelayakan struktural dan efisiensi desain meja *dandori* yang diuji.

A. Meja *Dandori* dengan Material Baja S45C

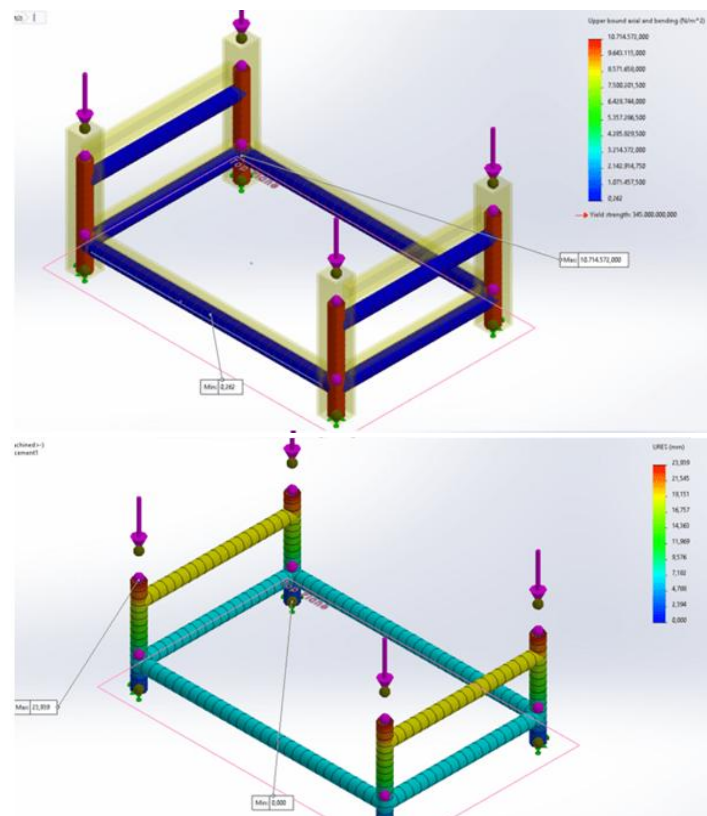
Analisis statik dilakukan pada rangka meja *dandori* yang menggunakan material baja S45C.

Tujuannya adalah untuk mengetahui respon struktur terhadap pembebanan statik sebesar 10.000 N, 15.000 N, dan 20.000 N. Parameter yang dianalisis

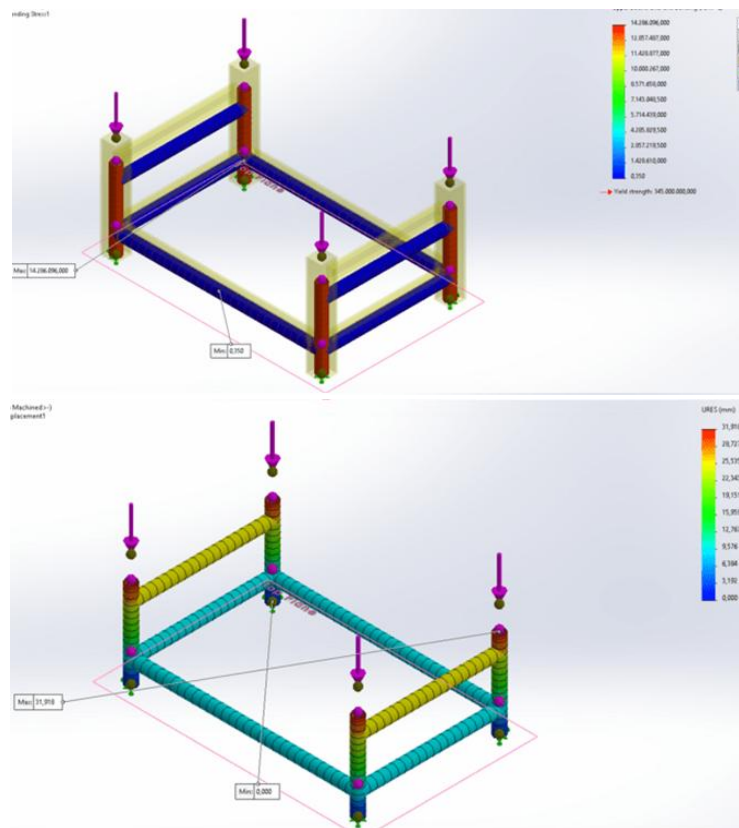
meliputi tegangan maksimum (*von Mises*), deformasi total, dan faktor keamanan.



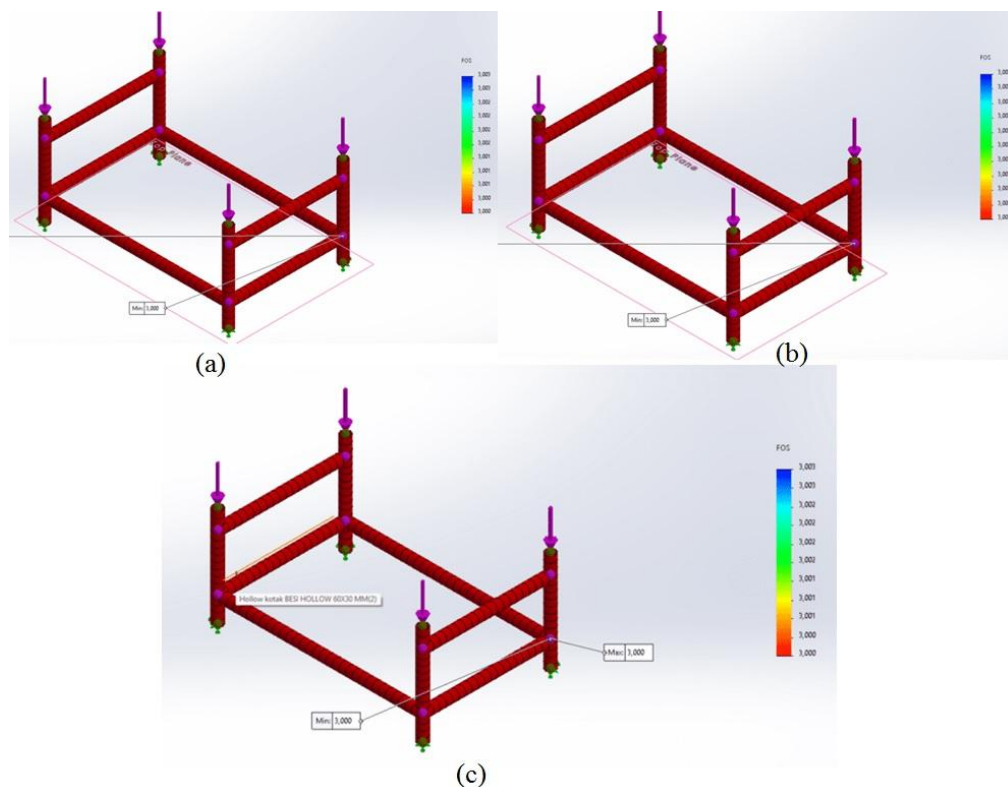
Gambar 3. Analisis tegangan *von mises* dan *displacement* dengan *force* 10.000



Gambar 4. Analisis tegangan *von mises* dan *displacement* dengan *force* 15.000



Gambar 5. Analisis tegangan von mises dan *displacement* dengan *force* 20.000

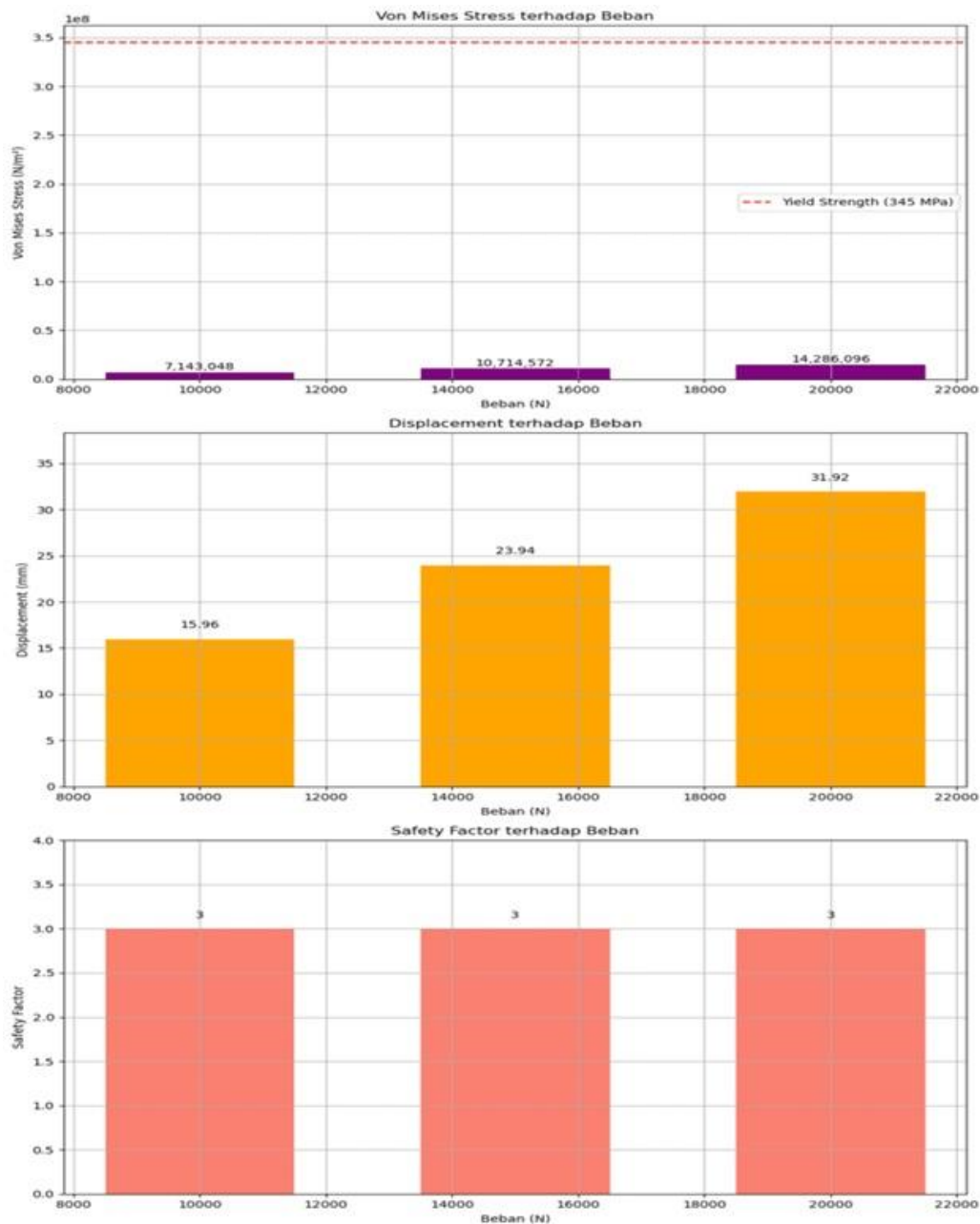


Gambar 6. Analisis *safety factor* meja *dandori* dengan material baja S45C dari ketiga variasi tekanan (a) 10.000, (b) 15.000, (c) 20.000

Berdasarkan hasil simulasi pada rangka meja *dandori* dengan material baja S45C pada Tabel 1, diperoleh distribusi tegangan *von mises*, deformasi total (*displacement*), serta faktor keamanan (*safety factor*) pada model yang dianalisis. Nilai maksimum untuk tegangan *von mises* dan deformasi total, serta nilai minimum untuk faktor keamanan, disajikan Tabel 3 dan Grafik 1 guna mempermudah analisis terhadap kinerja struktur.

Tabel 3. Hasil analisis statik meja *dandori* dengan material baja S45C

Beban (N)	Von Mises Stress (N/m ²)	Displacement (mm)	Safety factor
10.000	7.143.048	15,959	3
15.000	10.714.572	23,939	3
20.000	14.286.096	31,918	3



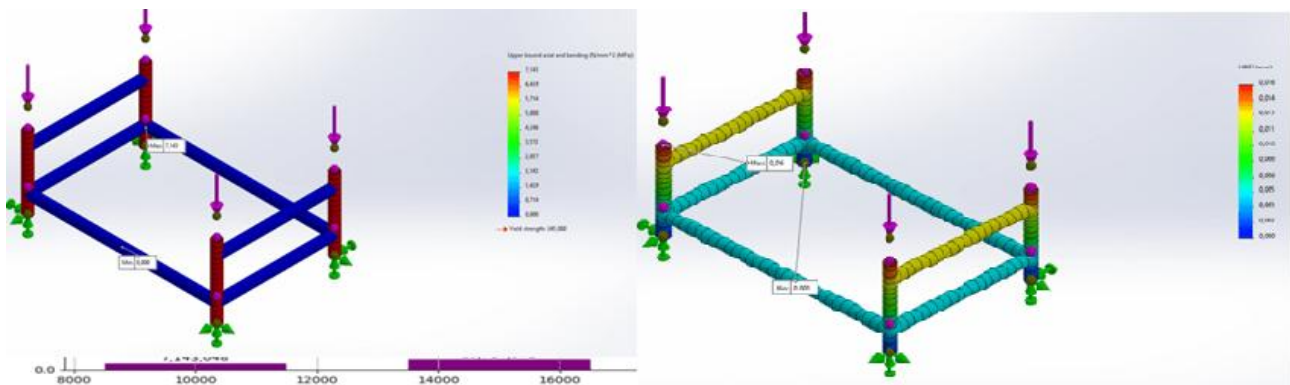
Grafik 1. Hasil analisis statik meja *dandori* dengan material baja S45C

Grafik 1 hubungan antara beban dengan *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* pada analisis statik rangka meja dandori berbahan S45C. Pada grafik *von mises stress*, nilai tegangan tertinggi tercatat pada beban 20.000 N sebesar 14.286.096 N/m², yang masih jauh di bawah batas *yield strength* material S45C yaitu 345.000.000 N/m², yang ditandai dengan garis putus-putus merah. *Displacement* menunjukkan peningkatan deformasi yang sebanding dengan beban, dengan nilai terbesar tercatat pada beban 20.000 N yaitu 31.918 mm. Sementara itu, nilai *safety factor* untuk seluruh

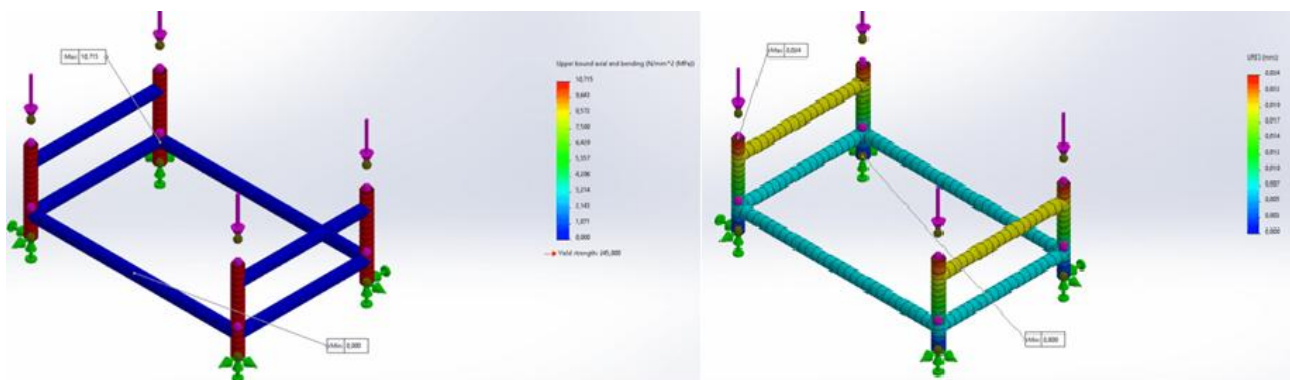
variasi beban (10.000 N, 15.000 N, 20.000 N) tetap konstan pada angka 3, menunjukkan bahwa struktur tetap aman pada kondisi pembebanan yang diuji.

B. Meja Dandori dengan Material Baja SS400

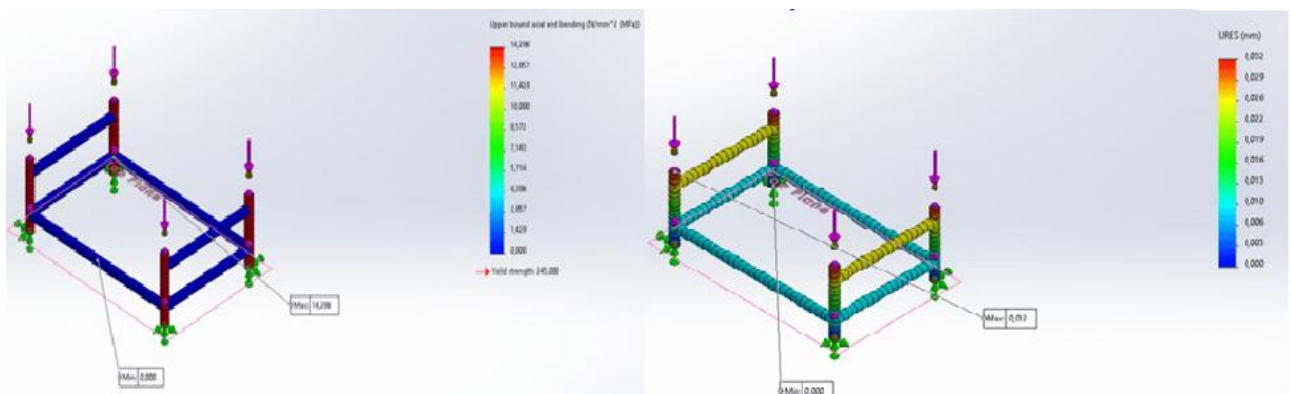
Analisis statik dilakukan pada rangka meja dandori yang menggunakan material baja SS400. Tujuannya adalah untuk mengetahui respon struktur terhadap pembebanan statik sebesar 10.000 N, 15.000 N, dan 20.000 N. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan maksimum (*von Mises*), deformasi total, dan faktor keamanan.



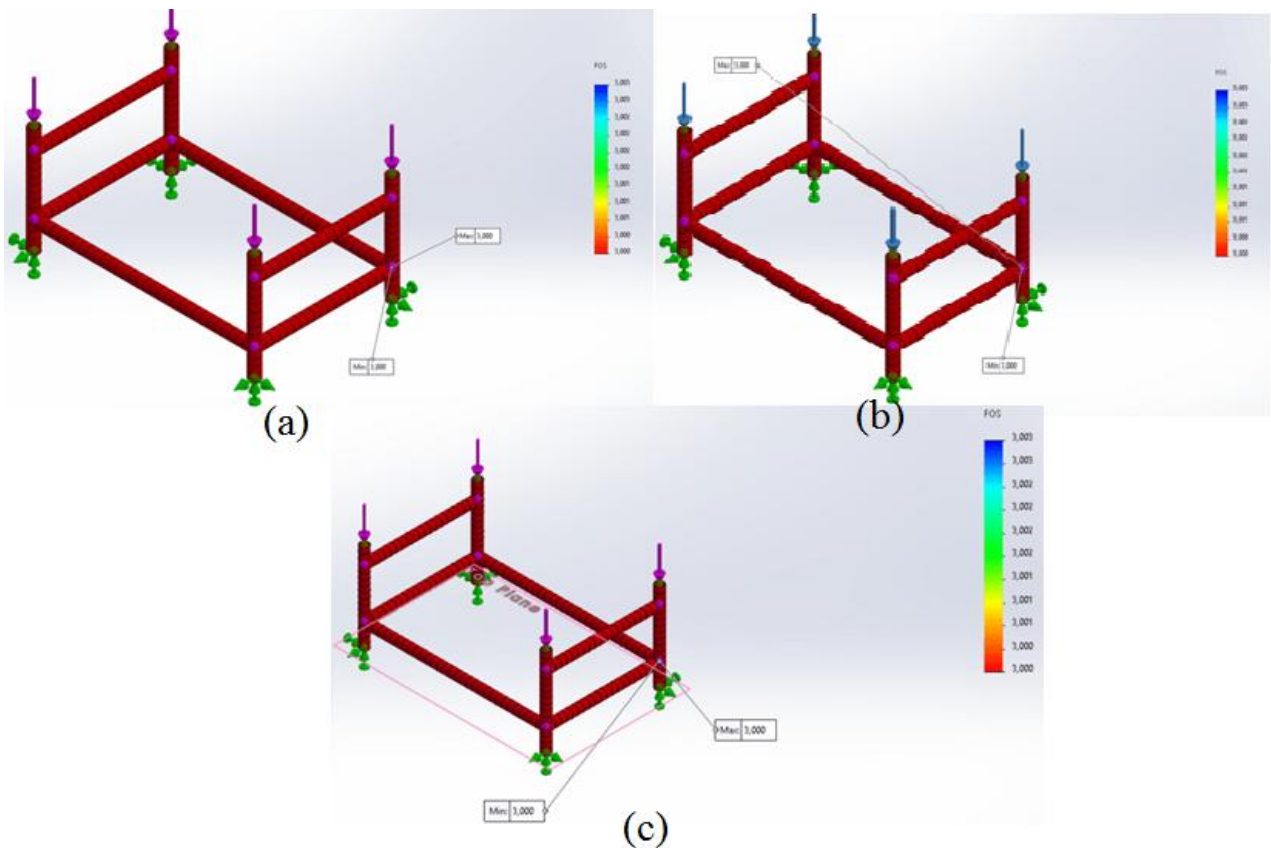
Gambar 7. Analisis tegangan *von mises* dan *displacement* dengan *force* 10.000



Gambar 8. Analisis tegangan *von mises* dan *displacement* dengan *force* 15.000



Gambar 9. Analisis tegangan *von mises* dan *displacement* dengan *force* 20.000

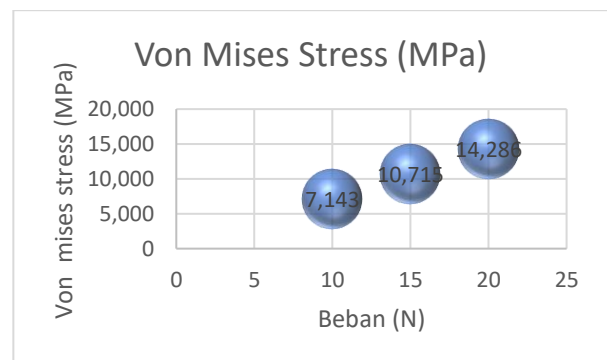


Gambar 10. Analisis *safety factor* meja *dandori* dengan material baja SS400 dari ketiga variasi tekanan (a) 10.000, (b) 15.000, (c) 20.000

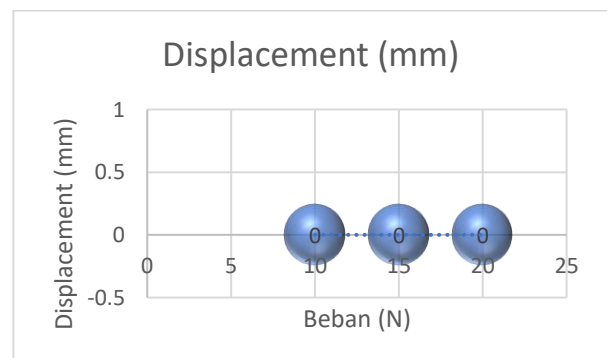
Berdasarkan hasil simulasi pada rangka meja *dandori* dengan material baja SS400 pada Tabel 2, diperoleh distribusi tegangan *von Mises*, deformasi total (*displacement*), serta faktor keamanan (*safety factor*) pada model yang dianalisis. Nilai maksimum untuk tegangan *von Mises* dan deformasi total, serta nilai minimum untuk faktor keamanan, disajikan dalam Tabel 4 dan Grafik 2 guna mempermudah analisis terhadap kinerja struktur.

Tabel 4. Hasil analisis statik meja *dandori* dengan material baja SS400

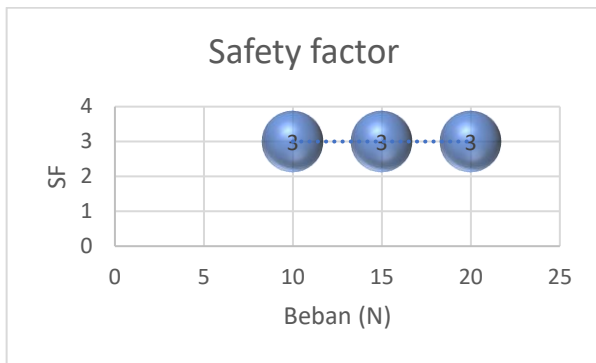
Beban (N)	Von Mises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Safety factor
10.000	7,143	0,016	3
15.000	10,715	0,024	3
20.000	14,286	0,032	3



Grafik 2. Hasil analisis statik *Von mises stress*



Grafik 3. Hasil analisis statik *Displacement*



Grafik 4. Hasil analisis statik *Safety factor*

Grafik di atas memperlihatkan hubungan antara variasi beban terhadap *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* pada material baja SS400. Pada pengujian dengan beban 10.000 N, diperoleh *von mises stress* sebesar 7,143 MPa, *displacement* sebesar 0,016 mm, dan *safety factor* sebesar 3. Dengan peningkatan beban menjadi 15.000 N, Von Mises stress meningkat menjadi 10,715 MPa, *displacement* menjadi 0,024 mm, dan *safety factor* tetap sebesar 3. Pada beban tertinggi, yaitu 20.000 N, *von mises stress* tercatat sebesar 14,286 MPa, *displacement* sebesar 0,032 mm, dan *safety factor* masih berada pada angka 3. Garis batas putus-putus merah menunjukkan yield strength material SS400 sebesar 245 MPa, yang seluruh nilai *von mises stress* hasil simulasi masih berada jauh di bawah batas tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa struktur berada dalam kondisi aman terhadap beban yang diberikan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis statik terhadap rangka meja dandori menggunakan material S45C dan SS400, diketahui bahwa kedua material mampu menahan beban hingga 20.000 N tanpa mengalami kegagalan struktural. Tegangan von Mises yang dihasilkan berada jauh di bawah batas yield strength masing-masing material, sehingga struktur tetap berada dalam kondisi elastis dan aman dari deformasi permanen. Displacement maksimum hanya sebesar 0,032 mm, menunjukkan deformasi yang sangat kecil dan tidak mempengaruhi fungsi struktural secara signifikan. Safety factor yang diperoleh sebesar 3 pada seluruh variasi beban menunjukkan tingkat keamanan yang tinggi. Material S45C memiliki keunggulan dalam hal kekuatan dan ketahanan deformasi, sehingga lebih direkomendasikan untuk aplikasi dengan beban berat atau kondisi dinamis.

Sebaliknya, material SS400 masih layak digunakan untuk aplikasi dengan beban statis ringan hingga sedang, terutama dengan pertimbangan efisiensi biaya. Untuk mendapatkan gambaran performa struktur yang lebih menyeluruh, disarankan dilakukan pengujian tambahan seperti fatigue testing dan analisis tegangan dinamis, guna memastikan daya tahan struktur terhadap beban berulang dan kondisi operasional jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Kardiman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, atas segala bimbingan, arahan, dan motivasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Ujiburrahman, S.T., M.T., atas dukungan, nasihat, dan ilmu yang sangat berharga yang turut memperkaya pemahaman penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Segala bentuk bantuan dan perhatian yang diberikan telah memberikan dampak besar dalam peningkatan kualitas karya ini. Semoga segala kebaikan dan ilmu yang telah Bapak berikan menjadi amal jariyah dan senantiasa mendapatkan keberkahan dari Allah Subhanahu wa Ta'ala.

REFERENSI

- [1] A. Junaedi Gani and L. Yenny Bendatu, "Perbaikan Proses Dandori di PT," 2015.
- [2] S. A. Lesmana, "Analysis of Productivity Improvement in Production Process Using the Single Minutes Exchange of Dies (SMED) Method," *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, vol. 08, no. 01, pp. 06–12, 2022, doi: 10.31695/ijerat.2022.8.1.2.
- [3] G. A. Saputra, "Perancangan Desain 3D dan Analisis Struktur Meja Industri Menggunakan Metode Finite Element Analysis," vol. 05, no. 02, pp. 94–108, 2024, doi: 10.35261/gijtsi.v5i02.12202.
- [4] M. R. Anggara *et al.*, "PERANCANGAN DAN ANALISIS STRUKTUR STATIS PADA MEJA CNC PLASMA CUTTING MENGGUNAKAN SOLIDWORKS INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK," *Jurnal*

- polsri*, vol. 4, no. 1, p. 2023, 2023, doi: 10.5281/zenodo.7684151.
- [5] Wahyu Triharto Prabowo, Fatahul Arifin, Yusuf Dewantoro Herlambang, Ramadoni, and Willy Ravindo H Damanik, "Analisis Kekuatan Pembebanan Frame Pada Meja Las," *Jurnal Inovator*, vol. 6, no. 1, pp. 21–25, May 2023, doi: 10.37338/inovator.v6i1.4.
- [6] E. Sieveka, "Concepts and applications of finite element analysis: by Robert D. Cook, Wiley, New York, ISBN 0-471-03050-3, 1981, 537 pages," *Finite Elements in Analysis and Design*, vol. 1, no. 3, pp. 287–288, Nov. 1985, doi: 10.1016/0168-874X(85)90020-4.
- [7] M. Riaz and N. Atiqah, "A STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF S45C MEDIUM TYPE CARBON STEEL SPECIMENS UNDER LATHE MACHINING AND QUENCHING CONDITIONS," 2014. [Online]. Available: <http://www.ijret.org>
- [8] M. Muslimin, A. M. Muhamad, F. Triawan, and A. B. D. Nandiyanto, "Surface characteristics of low carbon steel JISG3101SS400 after sandblasting process by steel grit G25," *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, vol. 10, no. 2 B, pp. 193–204, Jun. 2022, doi: 10.36909/jer.10091.
- [9] M. S. M. Izzuddin and A. D. N. I. Musyono, "ANALISIS TEGANGAN VON MISES, DISPLACEMENT, DAN SAFETY FACTOR PADA RANGKA SHEEP HANDLER," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 29, no. 1, pp. 86–98, 2024, doi: 10.35760/tr.2024.v29i1.9099.
- [10] M. Nguyen and D. Castillo, "Finite Element Analysis (FEA): Using FEA for simulating stresses in HDD equipment," Sep. 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/384355464>
- [11] Richard Budynas and Keith Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 11th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019.
- [12] "JIS S45C - Carbon Steel - Steel Grades," <https://www.steel-grades.com/metals/85/213392/JIS-S45C.htm>. Accessed: Apr. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.steel-grades.com/metals/85/213392/JIS-S45C.htm>
- [13] Haihao Piping, "JIS G3101 SS400 Hot Rolled Steel for General Structure." Accessed: Apr. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.haihaopiping.com/jis-g3101-general-structure-hot-rolled-ss400-steel.html>
- [14] Angger Bagus Prasetyo and Kartinasari Ayuhikmatin Sekarjati, "Finite Element Simulation Of Power Weeder Machine Frame," *Indonesian Journal of Computing, Engineering, and Design*, vol. 4, no. 2, pp. 25–34, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.35806/ijoced.v4i2.291>.