

## Analisis Kekuatan Rangka Meja Mesin Ampelas Sabuk Berbasis SolidWorks untuk Pengrajin Batu Cincin

Ekaterina Setyawati<sup>1\*</sup>, Soecahyadi<sup>2</sup>, Farhat Umar<sup>3</sup>

<sup>1\*,2,3</sup>Teknik Industri, Universitas Sahid, Indonesia

Jl. Prof.Dr.Supomo,SH No.84 Tebet Jakarta Selatan 12870

Korespondensi penulis: [ekaterina\\_setyawati@usahid.ac.id](mailto:ekaterina_setyawati@usahid.ac.id)

**Abstract.** *This study aims to analyze the structural strength and rigidity of the belt sander table frame used by gemstone craftsmen using SolidWorks simulation software. The research methodology includes 3D modeling, material selection, numerical simulation based on the Finite Element Method (FEM), and evaluation of stress, deformation, and safety factor results. The simulation results show that the designed frame has a maximum Von Mises stress of 5.480 N/mm<sup>2</sup>, a maximum deformation of 2.698 mm, and a minimum safety factor of 1.58. These values indicate that the structure is safe and suitable for operational use. This study is expected to serve as a reference for small-scale craftsmen in designing efficient, ergonomic, and safe work equipment.*

**Keywords:** *belt sander, SolidWorks, structural analysis, safety factor, gemstone craftsman*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dan kekuatan rangka meja mesin ampelas sabuk yang digunakan oleh pengrajin batu cincin menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Metode penelitian meliputi perancangan model tiga dimensi, pemilihan material, simulasi numerik berbasis metode elemen hingga, serta evaluasi hasil tegangan, deformasi, dan faktor keamanan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain rangka memiliki nilai tegangan maksimum 5,480 N/mm<sup>2</sup>, deformasi maksimum 2,698 mm, dan faktor keamanan minimum 1,58. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa struktur aman dan layak digunakan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengrajin dalam merancang peralatan yang efisien, ergonomis, dan aman.

**Kata kunci:** mesin ampelas sabuk, SolidWorks, analisis struktur, faktor keamanan, pengrajin batu cincin.

### LATAR BELAKANG

Perkembangan industri kerajinan batu cincin di Indonesia masih didominasi oleh proses produksi manual, terutama pada tahap *finishing* yang membutuhkan ketelitian dan kualitas permukaan tinggi. Salah satu alat utama yang digunakan adalah mesin ampelas sabuk (*belt sander*), yang berfungsi untuk menghaluskan permukaan batu hingga mencapai kilau optimal. Namun, banyak peralatan yang digunakan pengrajin belum memperhatikan aspek kekuatan struktur rangka meja mesin, sehingga sering mengalami getaran berlebih, deformasi, atau bahkan kerusakan akibat beban berulang dari motor dan tekanan operator. Kondisi ini tidak hanya menurunkan kualitas hasil amplasan, tetapi juga memengaruhi keselamatan kerja dan efisiensi produksi..

Analisis kekuatan dan kekakuan struktur rangka merupakan faktor penting dalam memastikan kinerja dan umur pakai mesin. Desain struktur yang dioptimasi menggunakan pendekatan topologi terbukti dapat meningkatkan ketahanan terhadap beban kerja serta mengurangi getaran dinamis tanpa menambah massa berlebih (Lin & Chang, 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan *SolidWorks Simulation* efektif dalam menilai kekuatan struktur ringan, dengan nilai tegangan maksimum yang tetap berada di bawah batas leleh material (Bisono et al., 2023).

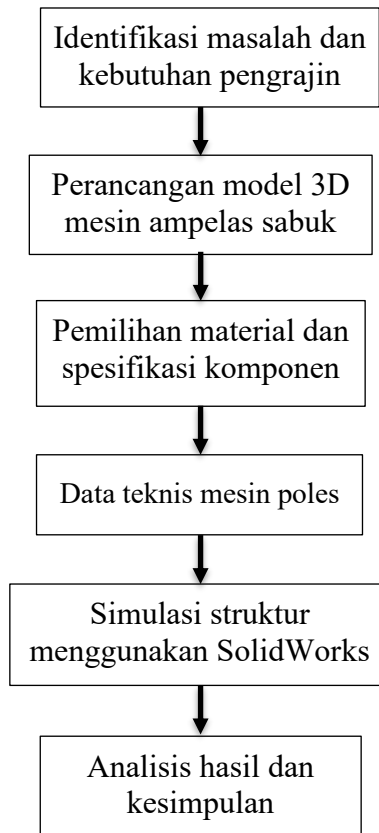
Simulasi kekuatan berbasis *SolidWorks Static Analysis* juga dapat memberikan informasi penting mengenai deformasi dan faktor keamanan (FoS) sebagai dasar evaluasi desain mesin industri ringan (Fardana & Rhohman, 2024). Selain itu, kondisi mekanis mesin ampelas sabuk berpengaruh terhadap kualitas hasil pengamplasan, di mana keausan sabuk dan getaran mesin memiliki efek signifikan terhadap hasil akhir (Du et al., 2022).

Walaupun banyak studi yang telah dilakukan pada mesin industri, masih jarang penelitian yang secara khusus mengkaji struktur rangka meja mesin ampelas sabuk untuk pengrajin batu cincin dengan skala kecil. Kondisi kerja pengrajin yang berbeda, seperti variasi gaya tekan manual, tinggi meja kerja, dan distribusi beban motor yang menjadikan aspek desain rangka perlu dianalisis lebih dalam agar memenuhi kriteria kekuatan, stabilitas, dan ergonomi. Penggunaan perangkat lunak *SolidWorks* sebagai alat bantu simulasi struktur memberikan peluang besar dalam melakukan analisis tegangan (*Von Mises Stress*), deformasi, dan faktor keamanan (FoS) secara cepat dan akurat, tanpa memerlukan pengujian fisik yang mahal.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa eksperimental (*engineering design research*) yang berfokus pada analisis struktur dan kekuatan rangka meja mesin ampelas sabuk menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2023*. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis, dimulai dari identifikasi kebutuhan pengrajin hingga analisis kekuatan struktur melalui simulasi numerik. Setiap tahapan saling berhubungan dan bersifat iteratif, sehingga hasil yang diperoleh dapat menggambarkan kelayakan desain baik dari aspek teknis maupun aplikatif.

Proses penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram alir pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan studi pendahuluan melalui observasi terhadap proses pengamplasan batu cincin di bengkel pengrajin. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar rangka meja mesin masih menggunakan bahan berprofil tipis yang tidak tahan terhadap getaran dan beban motor, sehingga diperlukan desain yang lebih kuat dan stabil.

Tahap berikutnya adalah perancangan model tiga dimensi rangka meja mesin menggunakan *SolidWorks 2023*. Model dibuat berdasarkan kebutuhan ergonomi kerja pengrajin serta memperhatikan posisi motor, sabuk, dan meja kerja. Komponen utama yang dirancang meliputi rangka utama, *idler wheel*, *main plate*, *support plate*, *work rest*, dan *shaft*. Prinsip desain mengikuti pendekatan fungsional sebagaimana dijelaskan dalam penelitian mesin *belt sander*, yaitu memastikan keseimbangan antara kekuatan dan efisiensi biaya (Setiawan et al., 2023).

Sebagai acuan perancangan digunakan mesin ampelas sabuk yang sudah ada di pasaran, Gambar 2 memperlihatkan contoh yang dijadikan salah satu referensi dalam pengembangan rangka meja pada penelitian ini.



**Gambar 2.** Mesin ampelas sabuk

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis struktur dan kekuatan rangka meja mesin ampelas sabuk yang dirancang bagi pengrajin batu cincin menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain yang kuat, aman, dan efisien, sekaligus mendukung peningkatan produktivitas dan kualitas kerja di sektor kerajinan batu cincin.

Setelah model rancangan selesai, dilakukan pemilihan material dan perhitungan teknis. Material yang digunakan untuk rangka adalah baja karbon S45C (*cast carbon steel*) berprofil kotak  $40 \times 40$  mm, dengan *yield strength* antara 345–1345 MPa. Pemilihan material ini mempertimbangkan ketersediaan, kemampuan las, dan kekuatan mekanis yang baik. Selanjutnya dilakukan perhitungan torsi, beban motor, dan gaya tekan operator untuk menentukan pembebanan pada simulasi.

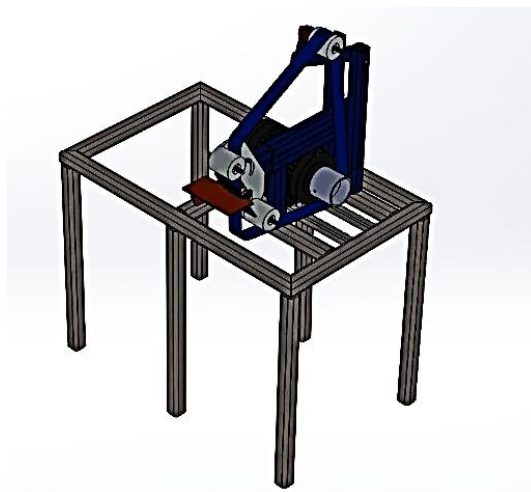
Analisis struktur dilakukan menggunakan modul *SolidWorks Static Simulation* dengan kondisi pembebanan yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan. Beberapa penelitian membuktikan bahwa analisis statik berbasis *SolidWorks* mampu mengidentifikasi distribusi tegangan dan deformasi pada berbagai jenis struktur mesin secara akurat (Dong, 2022; Muchlis & Harfit, 2024). Apabila hasil simulasi menunjukkan nilai tegangan yang melebihi batas kekuatan material atau faktor keamanan ( $FoS$ )  $< 1,5$ , maka desain dimodifikasi dengan menambahkan penopang atau memperbesar dimensi

profil rangka. Proses iteratif dilakukan hingga diperoleh konfigurasi yang memenuhi kriteria keamanan dan kekakuan struktur.

Pendekatan bertahap dan iteratif ini memastikan bahwa rancangan akhir tidak hanya kuat dan aman, tetapi juga efisien dari segi biaya serta sesuai dengan kebutuhan pengguna akhir. Prinsip perbaikan desain melalui optimasi struktur terbukti mampu meningkatkan kekakuan dan stabilitas rangka tanpa menambah berat berlebih (Lin & Chang, 2024; Prabowo et al., 2023).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi struktur rangka meja mesin ampelas sabuk dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2023* pada kondisi pembebanan statik. Material rangka yang digunakan adalah baja karbon S45C (*cast carbon steel*) dengan nilai *yield strength* sebesar 345 MPa.

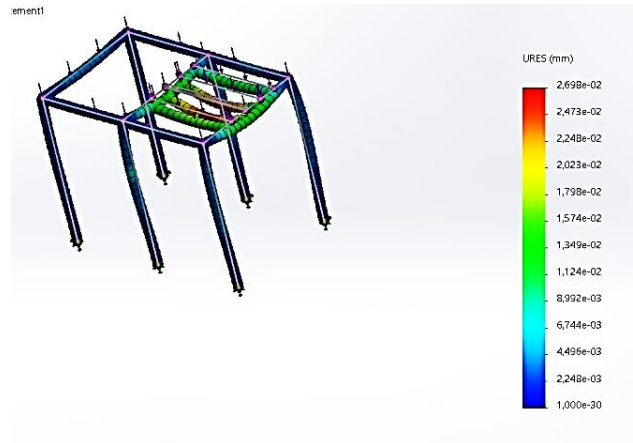


**Gambar 3.** Gambar Model Rangka 3D.

Pembebanan diberikan pada bagian dudukan motor, sedangkan pengekangan (*fixed geometry*) ditempatkan pada kaki-kaki rangka. Hasil simulasi menghasilkan tiga parameter utama, yaitu displacement, tegangan Von Mises, dan faktor keamanan (FoS).

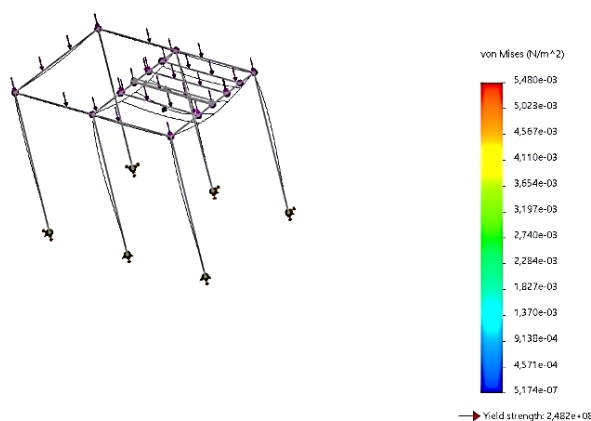
Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai displacement maksimum terjadi pada bagian dudukan motor dengan besar 2,698 mm, sedangkan displacement minimum sebesar 1,000 mm. Nilai perpindahan ini digambarkan dengan gradasi warna biru hingga

merah pada hasil simulasi (Gambar 4). Nilai displacement tersebut masih berada dalam batas wajar untuk struktur baja karbon berprofil  $40 \times 40$  mm dan tidak menunjukkan indikasi deformasi permanen. Hal ini menunjukkan bahwa kekakuan struktur cukup baik, di mana gaya dari motor dan sabuk terdistribusi merata ke seluruh elemen rangka.



**Gambar 4.** Hasil Simulasi Displacement Rangka Mesin Ampelas Sabuk

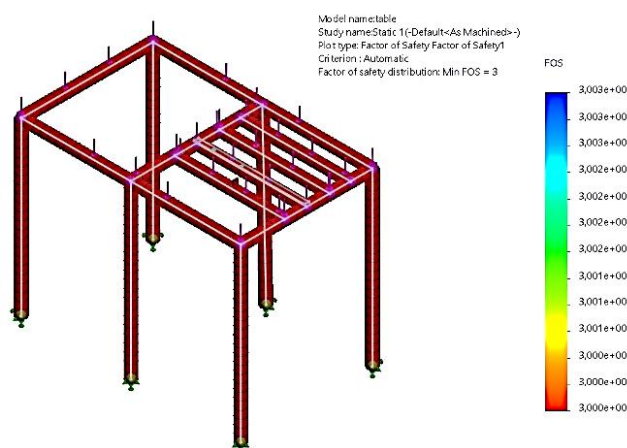
Distribusi tegangan diperoleh melalui analisis *Von Mises Stress*, dengan nilai maksimum sebesar  $5,480 \text{ N/mm}^2$  dan minimum sebesar  $1,370 \text{ N/mm}^2$ . Nilai ini jauh di bawah batas luluh material ( $345 \text{ MPa}$ ), sehingga struktur dapat dikategorikan aman terhadap pembebanan statik. Konsentrasi tegangan terbesar terjadi pada sambungan antaraudukan motor dan penopang utama, yang juga diidentifikasi sebagai titik kritis pada studi serupa menggunakan *SolidWorks Simulation* (Fardana & Rhohman, 2024).



**Gambar 5.** Distribusi Tegangan Von Mises pada Rangka Mesin Ampelas Sabuk.

Analisis faktor keamanan memperlihatkan nilai tertinggi sebesar 3,00 dan terendah sebesar 1,58 pada kedudukan motor. Nilai ini menunjukkan bahwa desain rangka memiliki

tingkat keamanan memadai terhadap beban statik sebesar 147,15 N, sesuai dengan rekomendasi hasil penelitian sebelumnya (Bisono et al., 2023). Hasil simulasi ini memperlihatkan efisiensi metode *Finite Element Method* (FEM) dalam mengidentifikasi area kritis sebelum fabrikasi, di mana pendekatan numerik berbasis FEM dapat mempercepat proses evaluasi desain dan meningkatkan kekakuan struktur tanpa menambah massa total rangka (Lin & Chang, 2024).



**Gambar 6.** Distribusi Faktor keamanan (FoS) pada Rangka Mesin Ampelas Sabu

Dari ketiga hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa struktur rangka meja mesin ampelas sabuk dinilai aman dan stabil untuk digunakan dalam operasi pengamplasan batu cincin. Nilai tegangan maksimum jauh di bawah batas luluh material, deformasi kecil menunjukkan kekakuan yang memadai, dan faktor keamanan (FoS) berada di atas standar minimum. Hal ini mengindikasikan bahwa rancangan sudah sesuai dengan prinsip desain mekanis untuk beban ringan hingga menengah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil simulasi menggunakan *SolidWorks Static Simulation* menunjukkan bahwa rangka meja mesin ampelas sabuk yang dirancang memiliki nilai tegangan maksimum sebesar 5,480 N/mm<sup>2</sup>, deformasi maksimum 2,698 mm, dan faktor keamanan (FoS) minimum 1,58. Nilai-nilai tersebut masih berada dalam batas aman terhadap kekuatan material baja karbon S45C, sehingga struktur dinyatakan kuat, stabil, dan layak digunakan. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk menganalisis dan memverifikasi kekuatan serta kekakuan rangka telah tercapai, dan desain yang dihasilkan dinilai sesuai untuk kebutuhan pengrajin batu cincin skala kecil.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan dilakukan analisis dinamis terhadap getaran dan beban berulang (*cyclic loading*) guna mengevaluasi ketahanan rangka terhadap kondisi operasi jangka panjang. Selain itu, pengujian eksperimental pada prototipe nyata diperlukan untuk memvalidasi hasil simulasi numerik serta menyempurnakan desain dari aspek ergonomi dan efisiensi material.

## DAFTAR REFERENSI

- Bisono, R., Hafidhoh, N., & Salim, A. T. A. (2021). Strength analysis of frame structure loading in planning using SolidWorks static simulation study. *BIOMEJ*, 1(2), 26–32. <https://biomej.upnjatim.ac.id/index.php/biomej/article/view/31/45>
- Dong, Y. (2022). *Optimization Design of Tension Machine Frame Based on Solidworks and ANSYS Workbench*. Journal of Engineering Research and Reports, 23(8), 11–17. <https://doi.org/10.9734/jerr/2022/v23i8737>
- Du, Y., Sun, X., Luo, B., Li, L., & Liu, H. (2022). Research on failure mechanism of abrasive belt and effect on sanding of medium-density fiberboard (MDF). *Coatings*, 12(5), 621. <https://doi.org/10.3390/coatings12050621>
- Fardana, F., & Rhohman, F. (2024). Analisa simulasi kekuatan rangka pada mesin brush sander menggunakan aplikasi SolidWorks. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 24(1), 1–5. <https://jrm.ejournal.unsri.ac.id/index.php/jrm/article/view/450/47>
- Lin, S.-Y., & Chang, C.-H. (2024). Structure design improvement and stiffness reinforcement of a machine tool through topology optimization based on machining characteristics. *Applied Sciences*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.3390/app14010061>
- Muchlis, A., & Harfit, A. R. (2024). *Kekuatan Statik Rangka Mesin Alat Penyortir Barang Menggunakan Software Solidworks*. Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik, 2(4). <https://doi.org/10.61132/venus.v2i4.413>
- Prabowo, D., Satria Jati, U., Ulikaryani, & Hardini, P. (2023). *Simulasi Tegangan (Stress) Pada Komponen Rangka Mesin Uji Tarik Sealant Menggunakan Solidworks*. Infotekmesin, 14(2). <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1947>
- Setiawan, I. H., Pramono, G. E., & Waluyo, R. (2023). Rancang bangun mesin belt sander. *Jurnal ALMIKANIK* 5(2), 46–55. <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ALMIKANIK/article/view/13890/4349>