

# ANALISA SIMULASI KEKUATAN RANGKA PADA MESIN BRUSH SANDER MENGGUNAKAN APLIKASI *SOLIDWORK*

Fendi fardana<sup>(1)</sup> dan Fatkur Rhozman<sup>(1\*)</sup>

<sup>(1)</sup>Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>(\*)</sup>E-mail *Corresponding Author* : [fatkurrozman@unpkediri.ac.id](mailto:fatkurrozman@unpkediri.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dan respons rangka mesin *brush sander* terhadap gaya dan beban. Metode penelitian menggunakan aplikasi *SolidWorks* dengan rangka berbentuk besi siku dan bahan ASTM 36. Hasil penelitian mencakup data kritis seperti *stress*, perpindahan, dan faktor keamanan. Penerapan gaya dan beban pada rangka melalui model *SolidWorks* memungkinkan evaluasi mendalam terhadap kekuatan struktur dan responsnya. Data *stress* memberikan gambaran beban maksimum, perpindahan mengidentifikasi deformasi, dan faktor keamanan menunjukkan tingkat keandalan struktur. Hasil nilai dari deformaasi 1.09 mm , *stress* 4.8 N/m, *Strain* 4.2 dan FOS sebesar 1.87 Nilai ini masih dalam batas aman. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada pemahaman lebih lanjut tentang kinerja dan keamanan rangka mesin *brush sander* dalam berbagai kondisi operasional.

**Kata Kunci:** Solidworks, Regangan, Tegangan, Deformasi

## Abstract

*This research aims to analyze the strength and response of the brush sander machine frame to forces and loads. The research method utilizes the SolidWorks application with a frame made of angle iron and ASTM 36 material. The research results encompass critical data such as stress, displacement, and safety factors. The application of forces and loads on the frame through the SolidWorks model enables a thorough evaluation of the structural strength and its response. Stress data provides an overview of maximum loads, displacement identifies deformations, and safety factors indicate the level of structural reliability. The results show values of deformation at 1.09 mm, stress at 4.8 N/m, Strain at 4.2, and FOS at 1.87. These values are within safe limits. This research is expected to contribute to a better understanding of the performance and safety of the brush sander machine frame under various operational conditions.*

**Keywords:** Solidworks, Strain, Stress, Deformation

## 1. PENDAHULUAN

Mesin *Brush Sander* adalah peralatan yang digunakan di PT Wonojati yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi mebel dan aneka olahan kayu baik dijadikan sebagai *furniture* maupun dijadikan sebagai bahan setengah jadi untuk kemudian di proses di pabrik yang berbeda[1]. Mesin ini dirancang untuk melakukan proses pengampelasan kayu. Mesin ini beroperasi dengan menggunakan putaran motor yang berasal dari motor DC (*Direct Current*). Tujuan utama pembuatan mesin ini adalah untuk mendukung proses pengampelasan kayu agar menjadi lebih efisien baik dari segi waktu maupun tenaga[2]. Dengan menggunakan teknologi motor DC, mesin ini mampu memberikan kinerja yang stabil dan dapat diatur sesuai kebutuhan. Penggunaan mesin *Brush Sander* di PT Wonojati dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pengampelasan kayu, memberikan hasil yang berkualitas, dan meminimalkan pemakaian tenaga kerja serta waktu produksi[3].

Keamanan penggunaan mesin sangat ditentukan oleh ketelitian dalam perhitungan rangka, di mana pemilihan material yang tepat menjadi kunci utama. Kesalahan dalam memilih material untuk rangka dapat berpotensi membuatnya tidak mampu menahan beban yang diterimanya. Rangka, yang terdiri dari batang-batang saling terhubung di ujungnya, memegang peran krusial dalam mendukung serta menahan beban dari berbagai komponen mesin. Keakuratan perhitungan rangka melibatkan pemahaman yang mendalam tentang beban kerja mesin, karakteristik material, dan struktur rangka yang dibutuhkan. Oleh karena itu, pemilihan material dan perhitungan rangka yang tepat sangat krusial untuk memastikan keamanan dan kinerja optimal dalam penggunaan mesin tersebut[4].

Salah satu metode yang digunakan untuk memastikan keamanan dan kemampuan rangka mesin dalam menopang beban yang akan diterimanya adalah melalui proses simulasi numerik dengan menggunakan aplikasi CAD/CAM. Aplikasi CAD/CAM, singkatan dari *computer-aided design*

dan manufaktur dibantu komputer, merujuk pada perangkat lunak komputer yang digunakan untuk merancang dan memproduksi produk[5]. Dengan memanfaatkan aplikasi ini, para insinyur dapat melakukan simulasi numerik yang cermat terhadap rangka mesin yang dirancang. Proses ini melibatkan analisis terperinci terhadap beban yang diharapkan, pemilihan material, dan struktur rangka secara keseluruhan[6]. Simulasi numerik ini memberikan *insight* yang penting untuk memastikan bahwa rangka mesin tidak hanya aman, tetapi juga mampu menanggung beban dengan efektif, mengoptimalkan desain, dan meminimalkan risiko kegagalan struktural pada tahap produk[7].

Salah satu aplikasi yang umum digunakan dalam konteks simulasi numerik untuk memastikan keamanan dan kinerja rangka mesin adalah SolidWorks. SolidWorks menggunakan proses simulasi FEA atau Analisis Elemen Hingga (FEA) untuk mengevaluasi dan memahami perilaku struktural suatu desain. Analisis Elemen Hingga merupakan teknik diskritisasi dominan dalam analisis mekanika struktural[8][9]. Dalam konsep dasarnya, FEA membagi model matematis menjadi elemen hingga, yaitu komponen geometri sederhana yang tidak tumpang tindih satu sama lain. SolidWorks memungkinkan insinyur dan desainer untuk melakukan simulasi yang mendalam terhadap rangka mesin, memperhitungkan faktor-faktor seperti beban bekerja, distribusi tegangan, dan deformasi. Dengan demikian, penggunaan aplikasi seperti SolidWorks dengan teknik FEA menjadi kunci untuk memastikan keakuratan dan keandalan desain rangka mesin sebelum produksi massal[10].

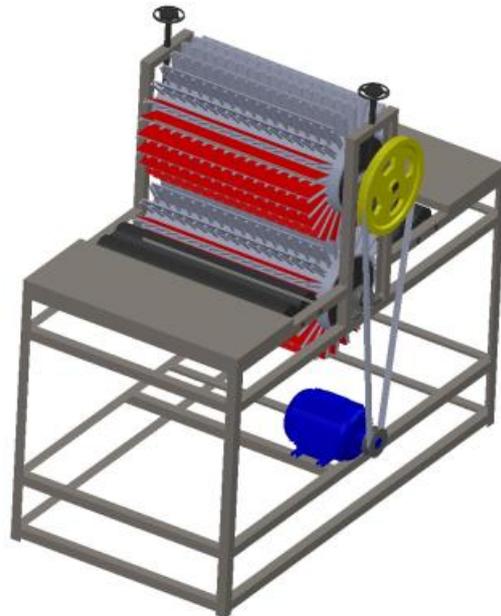
Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi struktural pada rangka mesin *Brush Sander* dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Dengan mengadopsi proses simulasi FEA yang terintegrasi dalam SolidWorks[11], penelitian ini akan memfokuskan pada evaluasi keamanan dan kemampuan rangka mesin dalam menopang beban yang diterimanya. Melalui pembagian model matematis rangka menjadi elemen hingga, penelitian ini akan menyelidiki distribusi tegangan, deformasi, dan respons struktural keseluruhan. Hasil simulasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam terhadap kinerja rangka mesin *Brush Sander*, memungkinkan penyempurnaan desain jika diperlukan, serta memastikan bahwa mesin tersebut memenuhi standar keamanan dan kehandalan sebelum diproduksi secara massal. Dengan demikian, penggunaan SolidWorks dalam penelitian ini menjadi alat yang esensial untuk mendukung pengembangan dan optimalisasi desain rangka mesin tersebut.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengevaluasi respon dan kekuatan struktur rangka

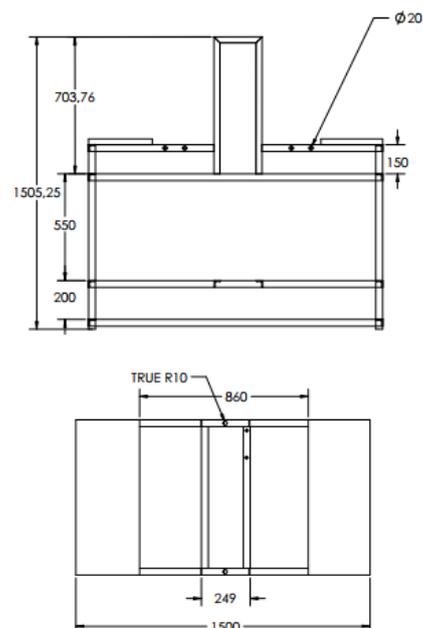
mesin *Brush Sander* dengan mengacu pada kriteria tertentu. Fokus penelitian melibatkan analisis terperinci terhadap respons struktural rangka mesin terhadap beban-beban tertentu, dengan mempertimbangkan distribusi tegangan dan deformasi yang terjadi selama penggunaan. Selain itu, kriteria tertentu seperti keamanan, kekuatan, dan stabilitas akan diidentifikasi dan dianalisis secara mendalam untuk memastikan bahwa rangka mesin dapat menanggung beban yang diinginkan dengan efektif.

### 1. Gambar Desain Mesin



**Gambar 1 Desain Mesin Keseluruhan**

### 2. Desain Rangka Mesin

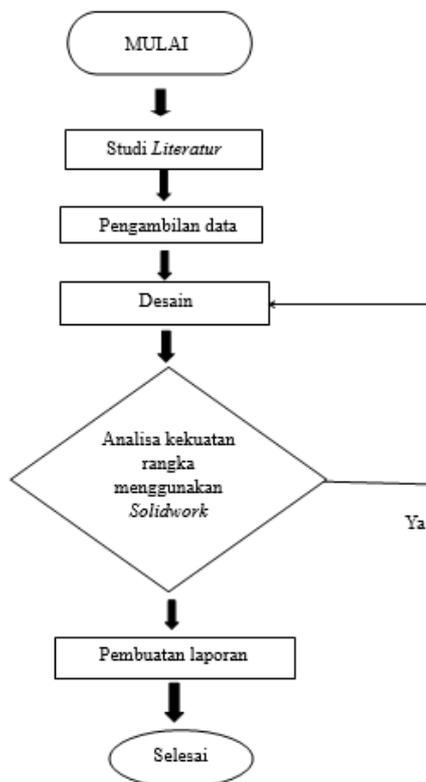


**Gambar 2 Desain dan Ukuran Rangka**

- Mechanical Material Properties ASTM 36  
 Nama : ASTM A36 Steel  
 Model type : Linear Elastic Isotropic  
 Default failure Criterion : Unknown  
 Yield strength :  $2.5e+008 \text{ N/m}^2$   
 Tensile strength :  $4e+008 \text{ N/m}^2$   
 Elastic modulus :  $2e+011 \text{ N/m}^2$   
 Poisson's ratio : 0.26  
 Mass density :  $7850 \text{ kg/m}^3$   
 Shear modulus :  $7.93e+010 \text{ N/m}^2$

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah besi siku dengan dimensi 35mm x 35mm x 4mm sebagai bahan dasar. Proses simulasi dalam penelitian dilakukan dengan menggunakan material yang memiliki spesifikasi ASTM 36. Pemilihan besi siku kuruan dengan dimensi tertentu bertujuan untuk memahami perilaku dan karakteristik material tersebut dalam suatu lingkungan tertentu. Sementara itu, penggunaan material jenis ASTM 36 dalam simulasi menunjukkan fokus pada analisis material yang umum digunakan dalam konstruksi dan rekayasa struktural. Melalui penggabungan bahan dan simulasi, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang respons dan kinerja struktural dari besi siku dalam situasi tertentu, berpotensi memberikan kontribusi penting dalam pengembangan desain dan keamanan struktur.

#### 4. Diagram Alir Proses Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

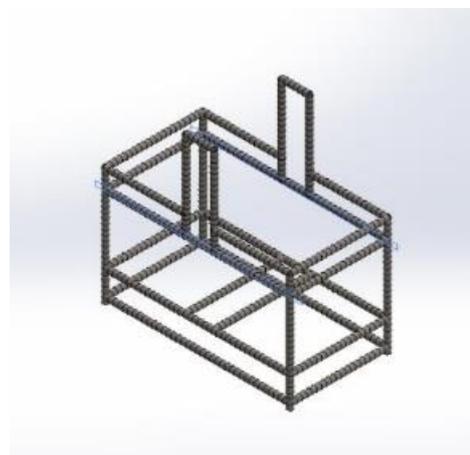
Langkah pertama didalam simulasi yang dilakukan adalah dengan memberikan distribusi beban kepada rangka dengan distribusi sebagai berikut :

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 2 Beam (s) Reference: Edge< 1 > Type: Apply force Values: ..., ..., -200 N Moments: ..., ..., ... N.m
Force-2		Entities: 2 Beam (s) Reference: Edge< 1 > Type: Apply force Values: ..., ..., -50 N Moments: ..., ..., ... N.m
Force-3		Entities: 4 Beam (s) Reference: Edge< 1 > Type: Apply force Values: ..., ..., -100 N Moments: ..., ..., ... N.m
Force-4		Entities: 2 Beam (s) Reference: Edge< 1 > Type: Apply force Values: ..., ..., -100 N Moments: ..., ..., ... N.m

Gambar 4 Distribusi beban pada rangka

Gambar 4 merupakan gambar mengenai distribusi beban yang di tempatkan pada rangka dengan memperhatikan poin-poin pembebanan yang sudah ditentukan sejak awal.

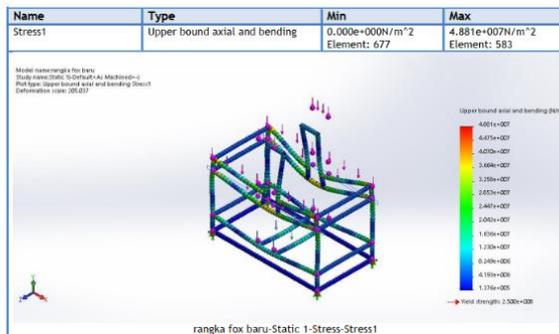
Langkah selanjutnya setelah menentukan distribusi beban dalam simulasi adalah proses *meshing*, yang merupakan tahapan penting dalam analisis struktural atau simulasi fisika lainnya. *Meshing* atau *gridding* melibatkan pembagian komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit, ini menciptakan jaringan elemen-elemen yang merepresentasikan struktur fisik dengan lebih baik. Pilihan jenis elemen, ukuran elemen, dan kepadatan *mesh* sangat mempengaruhi akurasi dan efisiensi analisis. Berbagai algoritma dan metode, seperti metode *Delaunay* atau *advancing front*, dapat digunakan untuk menciptakan *meshing* yang optimal. Keberhasilan simulasi seringkali tergantung pada kemampuan *meshing* untuk secara tepat menggambarkan perubahan dan deformasi dalam struktur saat dipengaruhi oleh beban yang diterapkan. Dengan *meshing* yang baik, analisis simulasi dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan relevan terhadap kondisi *real* yang dihadapi oleh komponen atau struktur yang dianalisis.



Gambar 5 Proses Meshing

*Meshing* yang dihasilkan memiliki jumlah node sebanyak 700 dan jumlah elemen yang dihasilkan adalah 684 dalam proses *meshing* semakin banyak jumlah elemen dan node yang dihasilkan akan semakin baik hasil yang didapat pada waktu simulasi. Setelah proses *meshing* maka akan didapatkan hasil dari simulasi, didalam penelitian ini hasil simulasi yang didapat adalah sebagai berikut.

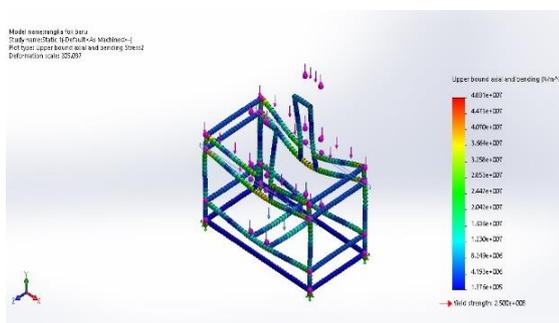
### 1. Stress



**Gambar 6** Hasil *stress* pada rangka

Dari hasil simulasi *stress* pada gambar di atas, menggunakan metode *Upper Bound Axial and Bending*, ditemukan bahwa nilai *stress* maksimum mencapai 4.8 N/M. Metode ini memberikan gambaran tentang sejauh mana beban aksial dan lentur dapat memengaruhi struktur atau komponen yang dianalisis. Selain itu, simulasi ini juga mengungkapkan nilai *stress* minimum sebesar 1.37, yang mencerminkan titik terendah dari distribusi *stress* dalam struktur tersebut. Informasi ini penting dalam mengevaluasi kinerja struktur dan dapat digunakan untuk menilai tingkat keamanan dan integritasnya terhadap beban yang bekerja. Analisis *stress* seperti ini memberikan wawasan yang mendalam tentang bagaimana komponen atau struktur merespons beban, dan hasilnya dapat menjadi dasar untuk pengoptimalan desain atau peningkatan kekuatan material yang digunakan.

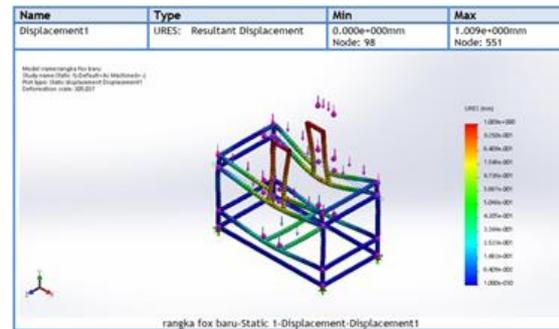
### 2. Strain



**Gambar 7** Hasil *Strain*

Dari hasil simulasi diapati *strain* pada rangka yaitu pada angka maksimum 4.2 N/M dan hasil minimum pada angka 0.0 N/M.

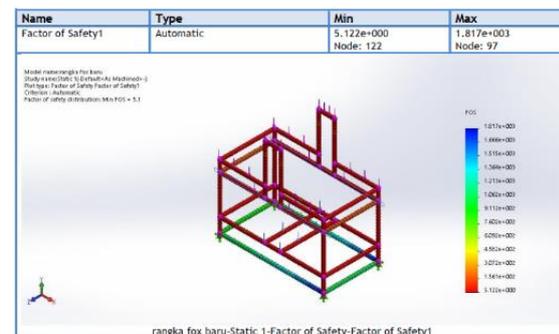
### 3. Displacement



**Gambar 8** Hasil *Displacement*

Hasil dari simulasi tersebut menunjukkan bahwa nilai *displacement* terbesar diperoleh dengan menggunakan metode *Resultant Displacement*, yaitu sebesar 1.09 mm. *Displacement* atau perpindahan ini menggambarkan sejauh mana suatu struktur atau komponen bergerak atau bengkok sebagai respons terhadap beban yang bekerja padanya. Dalam konteks ini, nilai *displacement* maksimum 1.09 mm mencerminkan *deformasi* terbesar yang dialami oleh struktur tersebut. Di sisi lain, nilai *displacement* minimum sebesar 0.0 mm menunjukkan bagian yang mungkin tetap atau tidak mengalami perpindahan signifikan selama simulasi. Informasi mengenai *displacement* ini penting dalam evaluasi kinerja struktur dan dapat membantu insinyur atau desainer untuk memahami bagaimana komponen tersebut berperilaku di bawah beban tertentu, yang pada gilirannya dapat membimbing proses desain atau perbaikan struktur.

### Factor of Safety



**Gambar 9** Hasil *Factor of Safety*

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, ditemukan bahwa *factor of safety* dari simulasi mencapai nilai maksimum sebesar 1.87, sementara nilai minimumnya adalah 5.12. *Factor of safety* merupakan suatu indikator penting dalam mengevaluasi tingkat keamanan suatu struktur atau komponen. Nilai *factor of safety* yang tinggi menunjukkan bahwa struktur tersebut memiliki *margin* keamanan yang memadai terhadap beban yang diberikan, sedangkan nilai minimum yang lebih rendah

#### 4. KESIMPULAN

Dalam kesimpulan ini menghasilkan informasi penting terkait *stress*, *strain*, *displacement*, dan *factor of safety* pada struktur. *Stress* maksimum dan minimum yang tercatat, yaitu 4.8 N/M dan 1.37 N/M secara bergantung pada beban aksial dan lentur, memberikan gambaran tentang tegangan maksimum dan minimum yang dialami oleh material struktur. Begitu pula dengan nilai *strain* yang menunjukkan deformasi maksimum dan minimum pada 4.2 N/M dan 0.0 N/M, yang mencerminkan perubahan bentuk struktur akibat beban. *Displacement* dengan nilai maksimum 1.09 mm dan minimum 0.0 mm, memberikan informasi tentang perpindahan struktur sebagai *respons* terhadap beban yang diberikan. *Factor of safety*, dengan rentang nilai maksimum 1.87 dan minimum 5.12 menggambarkan tingkat keamanan struktur terhadap beban, di mana nilai minimum 5.12 menunjukkan keamanan yang memadai, namun perlu diperhatikan bahwa nilai 1.87 perlu ditinjau lebih lanjut untuk memastikan keamanan struktur yang memadai. Informasi ini sangat penting untuk mengevaluasi kinerja struktur dan memastikan tingkat keamanannya dalam proses desain.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tuhan YME, teman-teman dan bapak/ibu dosen yang sudah mendukung dalam pembuatan artikel ini serta kepada Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Suryady and E. Aprianto Nugroho, 'Simulasi Faktor Keamanan dan Pembebanan Statik Rangka Pada Turbin Angin Savonius', *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–48, Mar. 2022, Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://journal.admi.or.id/index.php/JUKIM/article/view/94>
- [2] J. Yanda Zaira and M. T. Isnaini Pradana, 'Rancang Bangun dan Analisa Kekuatan Rangka Mesin Pencuci Singkong Metode Rotary dengan Solidworks Simulation', *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, vol. 8, no. 2, pp. 205–213, Nov. 2022, Accessed: May 07, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35143/elementer.v8i2.5579>
- [3] P. Yosua, D. Budhi Santoso, and A. Stefanie, 'Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor', *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 4, pp. 430–444, 2021, doi: 10.5281/zenodo.5167080.
- [4] P. D. A. N. Pengabdian, P. Rahmawaty, M. Si, D. Respati, S. Sumunar, and M. Si, 'Prosiding Seminar Nasional', in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL*, Jan. 2012, pp. 978–979.
- [5] A. Aziz Salimi, 'Simulasi Finite Element Analysis (Fea) dan Fabrikasi Implan untuk Perbandingan Kinerja Implan Kovensional dan Custom Cruciate Retaining (Cr) untuk Penderita Osteoarthritis Berdasarkan Rekonstruksi Data Mri/Ct Scan Tulang Lutut', Yogyakarta, 2023. Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/727939261/18525129>
- [6] L. T. Kusuma and H. Mahmudi, 'Analisa Kekuatan Rangka Mesin Pengupas Kacang Tanah Menggunakan Software Solidworks', in *INOTEK*, Online, 2023, pp. 384–392. Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/>
- [7] R. Novitaningrum, F. Wisnu Saputro, and W. Adhi Saputro, 'Efisiensi Teknis Usahatani Ubi Kayu di Lahan Kering Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah', *MEDIAGRO*, vol. 18, no. 2, pp. 208–217, 2022, Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/Mediagro/article/view/6962>
- [8] A. Reynaldo Louis and G. Mulyono, 'Perancangan Fasilitas Duduk Sebagai Sarana Penggunaan Smart Phone dan Game Mobile', *JURNAL INTRA*, vol. 7, no. 2, pp. 545–550, 2019, Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/desain-interior/article/view/8990>
- [9] A. Taqiyyan, A. Slamet, and Giyanto, 'Analisa Buckling Terhadap Rangka Rotary Table Menggunakan Metode Finite Element Methode', in *National Conference of Industry Engineering and Technology*, 2022, pp. 85–94. Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.conf.nciet.id/index.php/nciet/article/view/260>
- [10] R. Ardan Pradana, 'Perancangan dan Pembuatan Mesin Belt Sander untuk Ukm Rosse Bambu di Margoagung Sayegan Sleman', Yogyakarta, 2022. Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/41779>
- [11] S. Noventya Cahyani, M. T. Safirin, D. S. Donoriyanto, and N. Rahmawati, 'Human Error Analysis to Minimize Work Accidents using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijoyo', *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 6, no. 1, pp. 48–59, Jun. 2022, doi: 10.21070/prozima.v6i1.1569.