

Analisis kekuatan Rangka Mesin Pengaduk Pupuk Kompos Kapasitas 200 Kg Menggunakan Autodesk Inventor

^{1*}Aa' Imam Majid, ²Hesti Istiqlaliyah

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹aaaimammajid@gmail.com, ²hestiisti@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Aa' Imam Majid

Abstrak— Pupuk kompos merupakan sumber bahan organik yang berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertanian berkelanjutan. Namun, proses pengadukan kompos pada kelompok tani masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan menghasilkan campuran yang tidak homogen. Penelitian ini bertujuan merancang rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg serta menganalisis kekuatannya menggunakan simulasi numerik Autodesk Inventor. Material yang dibandingkan adalah baja ST37 dan ASTM A36 dengan parameter analisis berupa tegangan maksimum, *displacement*, dan *safety factor*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material ST37 menghasilkan tegangan maksimum 11,08 MPa, *displacement* 0,03212 mm, dan *safety factor* 15. Sementara itu, ASTM A36 menghasilkan tegangan maksimum 11,19 MPa, *displacement* 0,03197 mm, dan *safety factor* 15. Nilai tegangan kedua material masih jauh di bawah *yield strength* masing-masing, yaitu 235 MPa dan 250 MPa. Berdasarkan hasil analisis, kedua material aman digunakan sebagai rangka, namun ASTM A36 lebih direkomendasikan karena memiliki kekakuan struktur yang lebih baik.

Kata Kunci— rangka mesin, pupuk kompos, Autodesk Inventor, tegangan, *displacement*, *safety factor*

Abstract— *Compost fertilizer is an important source of organic matter that improves soil fertility and supports sustainable agriculture. However, compost mixing in farmer groups is still commonly performed manually, resulting in low efficiency and non-uniform mixtures. This study aims to design a 200 kg capacity compost mixing machine frame and analyze its structural strength using Autodesk Inventor numerical simulation. The materials evaluated were ST37 steel and ASTM A36 steel, with analysis parameters including maximum stress, displacement, and safety factor. Simulation results showed that ST37 produced a maximum stress of 11.08 MPa, a displacement of 0.03212 mm, and a safety factor of 15. ASTM A36 produced a maximum stress of 11.19 MPa, a displacement of 0.03197 mm, and a safety factor of 15. The stress values were far below the yield strengths of both materials. Therefore, both materials are safe for use as machine frames, although ASTM A36 is more recommended due to its higher strength and better stiffness.*

Keywords— *machine frame, compost, Autodesk Inventor, stress, displacement, safety factor.*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Pupuk kompos merupakan pupuk organik yang dihasilkan melalui proses dekomposisi bahan-bahan organik seperti sisa tanaman, daun, dan kotoran ternak yang memiliki peran penting dalam meningkatkan kandungan bahan organik tanah serta menjaga kesehatan tanah pada sistem

pertanian berkelanjutan[1]. Penggunaan pupuk kompos memiliki peran penting dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, serta menjaga keberlanjutan produktivitas lahan pertanian[2]. Seiring meningkatnya kebutuhan pupuk organik, proses produksi kompos dituntut menjadi lebih efektif dan efisien agar mampu memenuhi kebutuhan petani.

Pada proses pembuatan kompos, tahapan pengadukan merupakan salah satu proses penting karena berpengaruh terhadap homogenitas campuran bahan dan keberhasilan proses fermentasi[3]. Namun, proses pengadukan pada sebagian besar kelompok tani masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan tenaga kerja yang besar, waktu yang lama, dan menghasilkan pencampuran yang kurang merata[4]. Kondisi tersebut juga ditemukan pada KUB Surya Agrotani di Desa Tempurejo, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri yang telah memiliki mesin pencacah bahan organik tetapi belum dilengkapi dengan mesin pengaduk pupuk kompos berkapasitas besar[5].

Salah satu komponen utama yang menentukan kinerja dan keamanan mesin pengaduk adalah rangka. Rangka berfungsi sebagai penopang seluruh komponen mesin seperti tabung pengaduk, motor penggerak, *gearbox*, poros, dan material kompos yang diproses[6]. Kegagalan pada rangka dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin, kerusakan komponen, serta membahayakan operator. Oleh karena itu, perancangan rangka harus memperhatikan aspek kekuatan, kekakuan, dan faktor keamanan agar mampu menahan beban kerja selama proses pengoperasian[7].

Perkembangan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE) memungkinkan analisis kekuatan rangka dilakukan sebelum proses fabrikasi melalui metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*)[8]. *Autodesk Inventor* merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menganalisis distribusi tegangan, *displacement*, dan *safety factor* pada struktur rangka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg serta menganalisis kekuatan rangka menggunakan simulasi numerik *Autodesk Inventor* dengan membandingkan material ST37 dan ASTM A36[9].

II. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode perancangan (*design research*) yang mengacu pada tahapan perancangan, fabrikasi, dan pengujian rangka mesin sebagaimana diterapkan pada penelitian sebelumnya[8][10]. Untuk merancang rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg dan menganalisis kekuatannya menggunakan *Autodesk Inventor*. Tahapan penelitian meliputi observasi, studi literatur, perancangan, fabrikasi, pengujian, dan analisis kekuatan rangka. Analisis dilakukan dengan membandingkan material ST37 dan ASTM A36 berdasarkan parameter tegangan maksimum (*Von Mises Stress*), *displacement*, dan *safety factor*. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang digunakan sebagai pedoman dalam proses perancangan hingga analisis kekuatan rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg.



Gambar 1. Diagram alir

Keterangan:

1. Observasi

Yaitu pengamatan langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi nyata proses pengolahan pupuk kompos, permasalahan yang dihadapi, serta kebutuhan mesin pengaduk kompos berkapasitas 200 kg.

2. Studi Literatur

Yang dilakukan dengan mengkaji buku teknik mesin dan jurnal ilmiah sebagai dasar teori dan referensi dalam perancangan rangka mesin.

3. Perumusan Masalah

Hasil observasi dan studi literatur kemudian digunakan pada tahap Perumusan Masalah, yaitu merumuskan permasalahan penelitian yang menjadi fokus utama dalam perancangan rangka mesin pengaduk pupuk kompos.

4. Perhitungan Spesifikasi Produk

Tahap ini meliputi perhitungan kebutuhan teknis mesin, seperti kapasitas, dimensi utama, beban kerja, dan spesifikasi material rangka sebagai dasar perancangan.

5. Desain

Yaitu perancangan rangka mesin meliputi penentuan bentuk, dimensi, dan material rangka berdasarkan kebutuhan kapasitas dan hasil perhitungan teknis.

6. Persetujuan Alat dan Bahan

Desain yang telah dibuat kemudian dikonsultasikan untuk memperoleh persetujuan terhadap pemilihan alat dan bahan sebelum proses perakitan dilakukan.

7. Perakitan Alat

Desain yang telah dibuat kemudian direalisasikan pada tahap Perakitan Alat, yaitu proses pembuatan dan perakitan rangka mesin sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

8. Pengujian Alat

Yang bertujuan untuk mengetahui apakah rangka mesin mampu bekerja dengan baik dan aman saat menerima beban kerja. Apabila hasil pengujian tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka proses kembali ke tahap desain untuk dilakukan perbaikan. Namun, apabila hasil pengujian ya atau sesuai dengan kriteria, maka proses dilanjutkan ke tahap Analisa Kekuatan

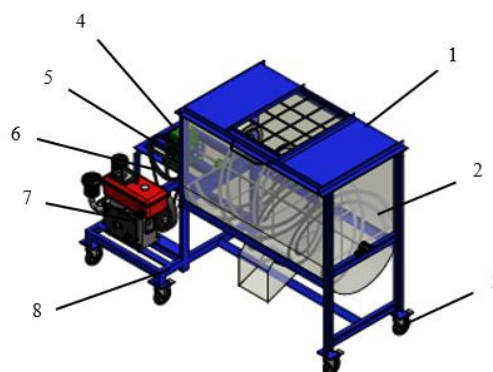
9. Analisa Kekuatan

Analisa kekuatan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan rangka mesin dalam menahan beban kerja berdasarkan perhitungan teknis dan data pendukung.

10. Penyusunan Laporan.

Tahap ini merupakan proses penyusunan laporan penelitian yang mencakup seluruh tahapan, mulai dari observasi hingga analisa kekuatan, untuk kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing.

B. Desain Perancangan

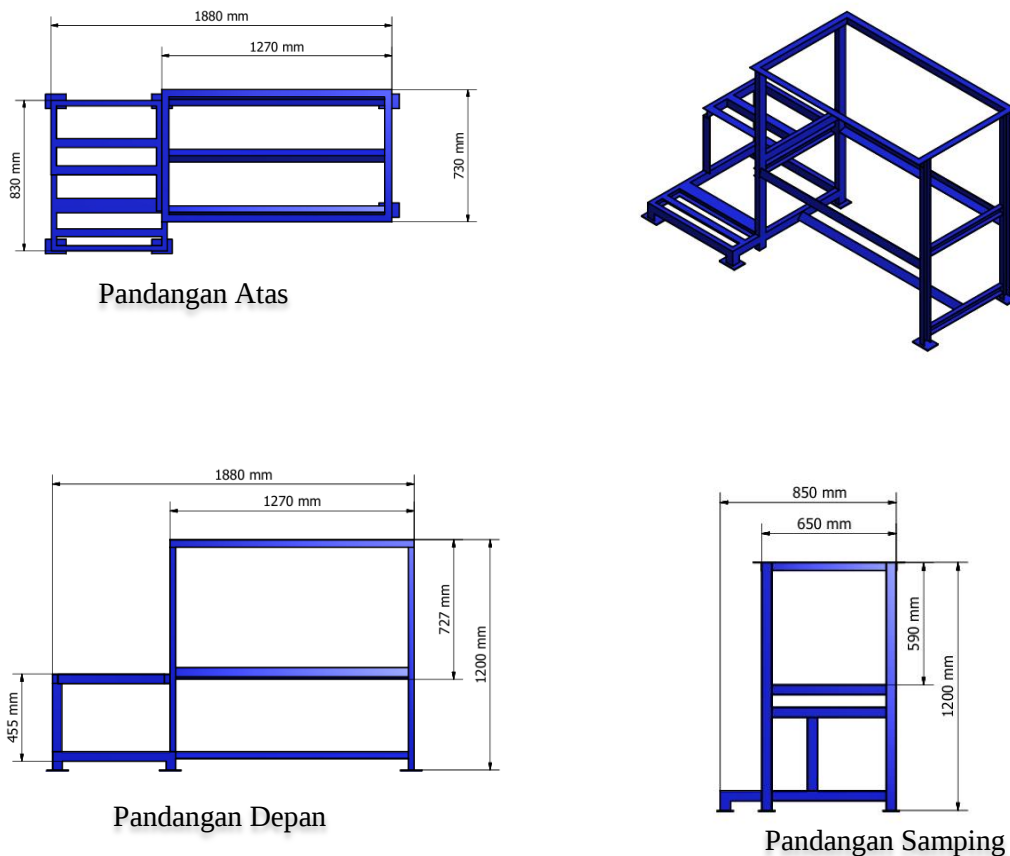


Gambar 2. Desain Mesin Pengaduk Pupuk Kompos

Gambar 2, menunjukkan desain mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg yang dibuat menggunakan Autodesk Inventor. Mesin terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu :

1. tabung pengaduk
2. Bilah Pengaduk
3. Roda Mesin
4. Gearbox
5. Pulley
6. V-belt
7. Motor
8. rangka.

Rangka mesin dirancang menggunakan profil UNP $50 \times 30 \times 2$ mm sebagai struktur utama dan besi siku $40 \times 40 \times 3$ mm sebagai pengaku dengan sambungan las[11]. Dimensi rangka yang dirancang adalah panjang 1880 mm, lebar 830 mm, dan tinggi 1200 mm. Analisis kekuatan rangka dilakukan dengan membandingkan material ST37 dan ASTM A36 untuk mengetahui material yang paling sesuai berdasarkan nilai tegangan (*stress*), *displacement*, dan *safety factor* akibat pembebanan yang bekerja pada rangka mesin.



Gambar 3. Dimensi Rangka Mesin Pengaduk Pupuk Kompos

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi

Hasil simulasi numerik menggunakan Autodesk Inventor dilakukan untuk mengetahui kekuatan rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg. Simulasi dilakukan dengan membandingkan material ST37 dan ASTM A36 berdasarkan parameter Tegangan (*Von Mises Stress*), *displacement*, dan *safety factor*. Hasil simulasi ditunjukkan pada Tabel 1.

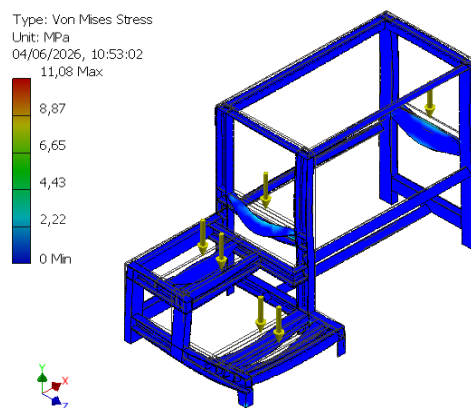
Tabel 1. Hasil Simulasi Kekuatan Rangka

No	Material	Tebal	Data Hasil Pengujian Rangka					
			Von Misses Stress (Mpa)		Displesment (mm)		Safety Factor	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	ST 37	4 mm	0,00	11,08	0,00	0,03212	0,02	15
2	ASTM A36	4 mm	0,00	11,19	0,00	0,03197	0,02	15

B. Pembahasan

1. Hasil Analisis Material ST 37

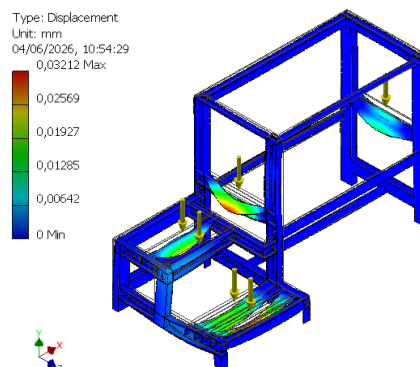
a. Tegangan (Von Mises Stress)



Gambar 4. Hasil Simulasi Tegangan Material ST37

Gambar 4, menunjukkan hasil simulasi tegangan pada material ST37. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 11,08 MPa dan terdistribusi pada bagian bentang utama rangka serta area dudukan komponen yang menerima pembebanan terbesar. Nilai tersebut masih jauh di bawah *yield strength* material ST37 sebesar 235 MPa sehingga rangka dinyatakan aman terhadap pembebanan yang diberikan. Nilai tegangan yang diperoleh masih berada di bawah batas luluh material sehingga struktur rangka dinyatakan aman, sejalan dengan hasil penelitian Mahardika dan Mahmudi[12].

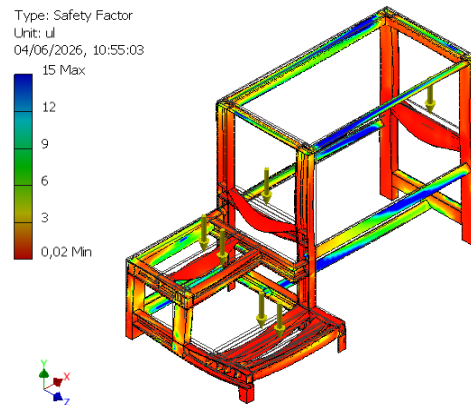
b. Displacement



Gambar 5. Hasil Simulasi *Displacement* Material ST37

Gambar 5, menunjukkan hasil simulasi displacement pada material ST37. Nilai *displacement* maksimum yang terjadi sebesar 0,03212 mm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi sangat kecil sehingga tidak mempengaruhi kestabilan struktur rangka selama proses pengoperasian mesin.

c. *Safety Factor*

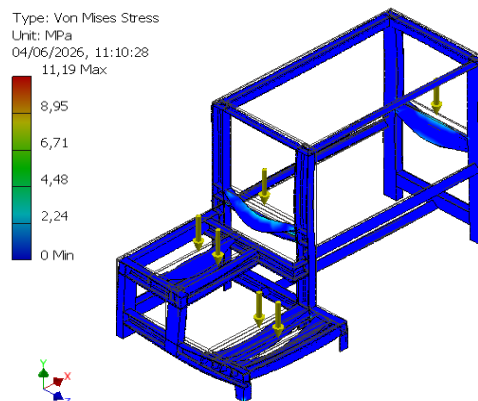


Gambar 6. Hasil Simulasi *Safety Factor* Material ST37

Gambar 6, menunjukkan hasil simulasi *safety factor* pada material ST37. Nilai *safety factor* maksimum yang diperoleh sebesar 15. Hasil ini menunjukkan bahwa rangka memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan mampu menahan pembebanan kerja dengan aman

2. Hasil Analisis Material ASTM A36

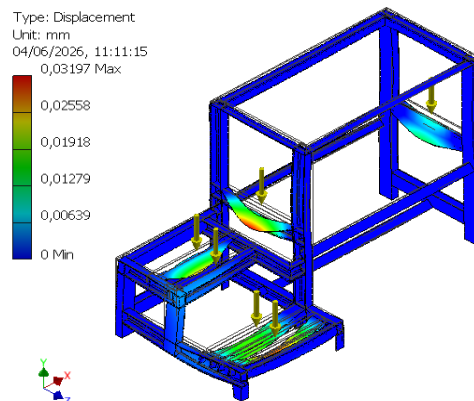
a. Tegangan (*Von Mises Stress*)



Gambar 7. Hasil Simulasi Tegangan Material ASTM A36

Gambar 7, menunjukkan hasil simulasi tegangan pada material ASTM A36. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 11,19 MPa dan masih jauh di bawah *yield strength* ASTM A36 sebesar 250 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa rangka berada pada kondisi aman dan tidak mengalami risiko kegagalan struktur.

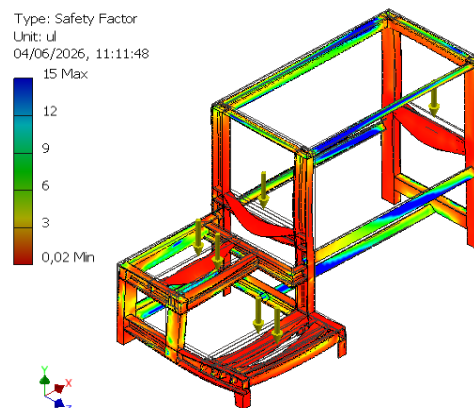
b. Displacement



Gambar 8. Hasil Simulasi *Displacement* Material ASTM A36

Gambar 8, menunjukkan hasil simulasi displacement pada material ASTM A36. Nilai displacement maksimum sebesar 0,03197 mm. Nilai ini sedikit lebih rendah dibandingkan material ST37 sehingga menunjukkan kekakuan struktur yang lebih baik. Nilai displacement yang rendah menunjukkan kekakuan struktur yang baik sebagaimana dilaporkan pada analisis rangka mesin menggunakan metode FEA[7].

c. Safety Factor



Gambar 9. Hasil Simulasi *Safety Factor* Material ASTM A36

Gambar 9, menunjukkan hasil simulasi safety factor pada material ASTM A36. Nilai safety factor maksimum yang diperoleh sebesar 15. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rangka memiliki tingkat keamanan yang sangat baik terhadap pembebanan yang bekerja

3. Perbandingan Hasil Simulasi

Berdasarkan Tabel 1, kedua material menunjukkan performa yang relatif sama dalam menahan pembebanan pada rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg. Tegangan maksimum yang terjadi masih jauh di bawah *yield strength* masing-masing material dan nilai displacement yang dihasilkan sangat kecil. Selain itu, kedua material memiliki safety factor sebesar 15 yang menunjukkan tingkat keamanan struktur yang tinggi. Meskipun demikian, ASTM A36 lebih direkomendasikan karena memiliki *yield strength* yang lebih tinggi sebesar 250 MPa dan displacement yang sedikit lebih rendah dibandingkan ST37 sehingga memberikan

kekakuan struktur yang lebih baik. Perbedaan sifat mekanik material mempengaruhi nilai tegangan, displacement, dan faktor keamanan struktur rangka[9].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang rangka mesin pengaduk pupuk kompos kapasitas 200 kg dan menganalisis kekuatan strukturnya menggunakan simulasi numerik Autodesk Inventor. Hasil analisis menunjukkan bahwa material ST37 dan ASTM A36 memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan rangka untuk menahan pembebanan selama proses pengoperasian mesin. Berdasarkan perbandingan hasil simulasi, ASTM A36 direkomendasikan sebagai material rangka karena memiliki *yield strength* yang lebih tinggi serta menghasilkan *displacement* yang lebih rendah dibandingkan ST37, sehingga memberikan kekakuan dan keandalan struktur yang lebih baik. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan perancangan rangka mesin pengaduk pupuk kompos yang aman, kuat, dan sesuai untuk mendukung proses produksi pupuk organik secara mekanis..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. M. Sianipar, S. P. Aritonang, and P. Sihombing, "PERANAN BAHAN ORGANIK UNTUK MITIGASI KESEHATAN TANAH DALAM PERTANIAN MODERN," *J. Penelit. ilmu Pertan. methodagro*, vol. 10, pp. 43–54, 2024, doi: <https://doi.org/10.46880/mtg.v10i1.3182>.
- [2] S. Maula, Siswanto, H. F. Aditya, S. Yusnaini, and W. S. Ramadhan, "PEMANFAATAN KOMPOS DALAM PENINGKATAN BAHAN ORGANIK TANAH PADA PERKEBUNAN NANAS PT. GREAT GIANT FOOD," *J. Agrotek Trop.*, vol. 12, no. 1, pp. 154–161, 2024, doi: <https://doi.org/10.23960/jat.v12i1.7948>.
- [3] D. V. Y. D. Prakasa and H. P. Buwono, "Analisis Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan terhadap Homogenitas Sampah Organik dalam Proses Pengomposan Politeknik Negeri Malang , Indonesia pengomposan sampah organik digunakan masyarakat sebagai pengganti tempat sampah," *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 30–40, 2025, doi: <https://doi.org/10.61132/venus.v3i1.707>.
- [4] I. Aris Hendaryanto, G. Bahari, and R. Krisnaputra, "Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengaduk Sampah Organik," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 9, no. 1, pp. 001–008, 2025, doi: [10.30588/jeemm.v9i1.2023](https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i1.2023).
- [5] A. M. Santoso *et al.*, "Peningkatan Kapasitas Masyarakat dalam Menggunakan Teknologi Tepat Guna Mesin Pencacah untuk Mendukung Ekowisata Desa Tempurejo Kabupaten Kediri," *J. Pengabd. UNDIKMA*, vol. 5, no. 4, pp. 654–661, 2024, doi: <https://doi.org/10.33394/jpu.v5i4.12975>.
- [6] D. Intifada, R. Setiawan, and I. Dirja, "Analisis Kekuatan Rangka Mesin Padi Menggunakan Software Solidwork 2022," *J. serambi Eng.*, vol. IX, no. 3, pp. 9810–9818, 2024, doi: <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/317>.
- [7] S. Suryady and A. D. Sapto, "Analisis Pembebanan Statis terhadap Rangka Mesin Alat Pengaduk untuk Adonan Donat menggunakan Software FEA Jurnal Teknik Mesin : Vol . 13 , No . 1 , Februari 2024 ISSN 2549-2888," *J. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 22–29, 2024, doi: <https://dx.doi.org/10.22441/jtm.v13i1.17689>.
- [8] F. Y. Widyaswara and A. S. Fauzi, "Rancang Bangun Rangka Mesin Pencacah dan

- Pengaduk Sampah Organik Kapasitas 25 Kg dan 50 Kg,” *Pros. SEMNAS INOTEK*, vol. 7, pp. 678–685, 2023, doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v7i2.3484>.
- [9] Z. Fikar and H. Istiqlaliyah, “Perhitungan Kekuatan Rangka Mesin Pengaduk Petis Kapasitas 15 Kg / Jam Dengan Aplikasi Solidworks,” *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, vol. 9, pp. 875–884, 2025, doi: <https://doi.org/10.29407/yb950a17>.
- [10] O. Y. Pratama and H. Istiqalliyah, “Desain dan Perhitungan Statik Rangka Mesin chopper Two In One (pencacah dan pengaduk),” *Pros. SEMNAS INOTEK (Seminar Nas. Inov. Teknol.*, vol. 8, pp. 1423–1430, 2024, doi: <https://doi.org/10.29407/pb5a4141>.
- [11] R. M. Bisono and A. C. Arifin, “Distribusi Pembebanan pada Rangka Generator Hidrogen Sebagai Alternatif Bahan Bakar Kompiler,” *Nusant. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 66–73, 2023, doi: [10.29407/noe.v6i1.19884](https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19884).
- [12] M. D. Mahardika and H. Mahmudi, “Analisa Kekuatan Rangka Mesin Pengaduk Pakan Ayam Kapasitas 50 Kg / 2 Menit Menggunakan Solidworks,” *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 1389–1397, 2024, doi: <https://doi.org/10.29407/wafs0z51>.