

Perancangan Rangka Mesin *Grain Dryer* Kapasitas 50 Kg Menggunakan Material *ASTM A36*

^{1*} **Muhammad Nafan Kusuma**, ²**Hesty Istiqlaliyah**

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

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

Penulis Korespondens : Muhammad Nafan Kusuma

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan rangka mesin *grain dryer* kapasitas 50 kg menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Analisis dilakukan untuk mengetahui distribusi tegangan, *displacement*, dan *factor of safety* akibat pembebanan kerja pada rangka mesin. Tahapan penelitian meliputi perancangan model rangka, pemberian pembebanan statis, penentuan titik tumpuan (*constraint*), serta proses simulasi menggunakan *software solidworks*. Material yang digunakan adalah ASTM A36 dengan ukuran 50 mm×5 mm tebal 3 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum (*von Mises stress*) yang terjadi sebesar 36,05 Mpa, sehingga masih berada di bawah batas luluh material. Nilai *displacement* maksimum yang diperoleh sebesar 1,04, yang menunjukkan deformasi struktur relatif kecil. Selain itu, nilai minimum *factor of safety* sebesar 6,93 menandakan bahwa konstruksi rangka masih berada dalam kondisi aman. Berdasarkan hasil simulasi tersebut, desain rangka mesin *grain dryer* kapasitas 50 kg dinyatakan layak digunakan karena memiliki kekuatan dan kekakuan struktur yang baik.

Kata Kunci—Grain Dryer, rangka mesin, simulasi, tegangan *von Mises*, *displacement*, *factor of safety*.

Abstract—This study aims to analyze the strength of the frame of a 50 kg capacity grain dryer machine using the *Finite Element Analysis* (FEA) method. The analysis was conducted to determine the distribution of stress, displacement, and factor of safety due to work loading on the machine frame. The research stages include designing the frame model, providing static loading, determining the support point (*constraint*), and the simulation process using *SolidWorks* software. The material used is ASTM A36 with a size of 50 mm × 5 mm and a thickness of 3 mm. The simulation results show that the maximum stress (*von Mises stress*) that occurs is 36.05 MPa, so it is still below the yield limit of the material. The maximum displacement value obtained is 1.04 mm, which indicates a relatively small structural deformation. In addition, the minimum value of the factor of safety of 6.93 indicates that the frame construction is still in a safe condition. Based on the simulation results, the frame design of a 50 kg capacity grain dryer machine is declared feasible for use because it has good structural strength and stiffness..

Keywords—Grain Dryer, machine frame, simulation, *von Mises stress*, *displacement*, *factor of safety*.

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



I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada sektor pertanian saat ini terus mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan masyarakat terhadap proses pengolahan hasil panen yang lebih efektif dan efisien [1]. Salah satu tahapan penting dalam pengolahan hasil pertanian adalah proses pengeringan. Proses pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air pada bahan sehingga kualitas hasil panen dapat terjaga, memperpanjang masa simpan, serta mengurangi risiko kerusakan akibat pertumbuhan jamur dan bakteri [2]. Pada praktiknya, proses pengeringan

tradisional yang masih mengandalkan sinar matahari memiliki berbagai kelemahan, seperti ketergantungan terhadap kondisi cuaca, waktu pengeringan yang relatif lama, serta kualitas hasil pengeringan yang kurang merata [3]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi berupa mesin *grain dryer* yang mampu meningkatkan efektivitas proses pengeringan hasil pertanian.

Penerapan dan pengembangan teknologi tepat guna untuk menangani pascapanen perlu adanya tindak lanjut khususnya pada proses pengeringan, sehingga dapat membantu petani dan mempercepat pengeringan, menjaga mutu dan kualitas [4]. Mesin *grain dryer* merupakan alat yang digunakan untuk mengeringkan gabah atau biji-bijian dengan memanfaatkan sumber panas tertentu sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat dan stabil [5]. Berbagai jenis mesin pengering digunakan baik pada tingkat petani maupun industri, di antaranya *batch dryer*, *flat bed dryer*, *continuous flow dryer*, serta *recirculation dryer* [6]. Dalam perancangan mesin *grain dryer*, salah satu komponen utama yang sangat berpengaruh terhadap kinerja dan keamanan mesin adalah rangka. Rangka berfungsi sebagai penopang seluruh komponen mesin, seperti tabung *rotary*, motor penggerak, sistem transmisi, serta beban material yang diproses. Oleh sebab itu, rangka harus memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik agar mampu menahan beban kerja selama mesin beroperasi [7][8].

Seiring berkembangnya teknologi perancangan dan analisa struktur rangka juga didukung dengan menggunakan perangkat lunak. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan adalah *solidworks*, yang dilengkapi dengan fitur untuk menganalisis kekuatan struktur [9]. Melalui simulasi ini, distribusi tegangan, regangan, perpindahan (*displacement*), serta faktor keamanan pada rangka mesin dapat dianalisis sebelum tahap proses pembuatan mesin [10]. Kegagalan pada rangka dapat menyebabkan kerusakan komponen, menurunkan performa mesin, bahkan membahayakan keselamatan operator. Permasalahan yang sering terjadi pada rangka mesin antara lain deformasi, tegangan berlebih, serta terjadinya konsentrasi tegangan pada titik tertentu akibat pembebanan statis maupun dinamis [11]. Untuk menghindari terjadinya kegagalan struktur, diperlukan analisis kekuatan rangka secara menyeluruh sebelum proses manufaktur dilakukan. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan, deformasi, serta tingkat keamanan struktur rangka terhadap beban kerja yang diberikan [12].

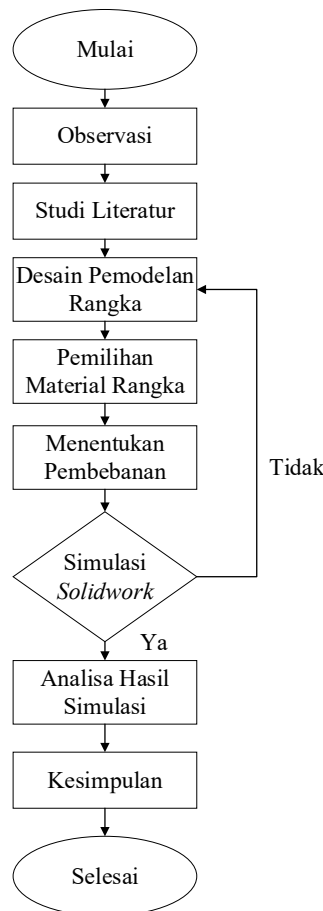
Berdasarkan uraian tersebut, maka munculah ide untuk melakukan penelitian mengenai analisis kekuatan rangka mesin *grain dryer* kapasitas 50 kg menggunakan *software solidworks*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan rangka dalam menahan beban kerja yang diberikan sehingga diperoleh desain rangka yang aman, kuat, dan sesuai dengan kebutuhan operasional mesin *grain dryer*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan desain mesin pengering hasil pertanian yang lebih optimal, efisien, dan memiliki tingkat keamanan struktur yang baik.

II. METODE

A. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan tahapan yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi yang berkaitan dengan analisis kekuatan rangka mesin *grain dryer* kapasitas 50 kg. Penelitian ini dilakukan secara sistematis mulai dari proses perancangan rangka, penentuan material, pembebanan, hingga analisis struktur menggunakan simulasi. Tujuan dari metode

penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan rangka dalam menahan beban kerja yang diterima selama proses operasi berlangsung sehingga dapat diperoleh desain rangka yang aman dan sesuai dengan kebutuhan mesin.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Keterangan:

1. Observasi

Observasi adalah pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap proses kerja, kinerja komponen, kondisi operasional, serta perubahan karakteristik gabah selama pengeringan pada mesin pengering padi berkapasitas 50 kg/jam. Pengamatan dilakukan secara langsung untuk memperoleh informasi nyata mengenai efisiensi pengeringan.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap untuk mempelajari dan mengkaji secara mendalam berbagai konsep yang berhubungan dengan perancangan alat, sehingga dapat menunjang keberhasilan proses pengembangan alat tersebut. Data dan informasi dikumpulkan melalui berbagai sumber, antara lain buku, jurnal ilmiah, situs internet, serta referensi lain yang memiliki relevansi dengan perancangan mesin.

3. Desain Pemodelan Rangka

Pada tahap ini mulai menyusun rancangan geometri rangka menggunakan perangkat lunak CAD. Proses pemodelan memperhatikan dimensi, estetika, kekuatan struktur, serta kebutuhan dan fungsi dalam menopang komponen mesin *grain dryer* kapasitas 50 kg.

4. Pemilihan Material Rangka

Pemilihan material dilakukan berdasarkan karakteristik mekanik seperti modulus elastisitas, kekuatan tarik, kekuatan luluh. Penentuan material yang tepat sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap performa struktur rangka, termasuk ketahanan terhadap beban dengan ukuran 50 mm × 50 mm tebal 3 mm.

5. Menentukan Pembebanan

Langkah ini merupakan analisis dan penetapan gaya-gaya yang bekerja pada rangka selama kondisi operasi. Beban yang diperhitungkan meliputi beban statis, beban maksimum, serta distribusi beban pada titik-titik pada model rangka. Data pembebanan ini berfungsi sebagai input utama dalam proses simulasi sehingga akurasi mempengaruhi keandalan hasil analisis. Pembebanan dilakukan berdasarkan pada berat setiap komponen pada mesin Grain Dryer meliputi Motor Listrik dengan beban sebesar 15 kg, Gear Box dengan beban sebesar 15 kg, dan Drum Pengering dengan beban sebesar 50 Kg. Distribusi beban dilakukan secara merata dengan letak komponen pada rangka mesin Grain Dryer.

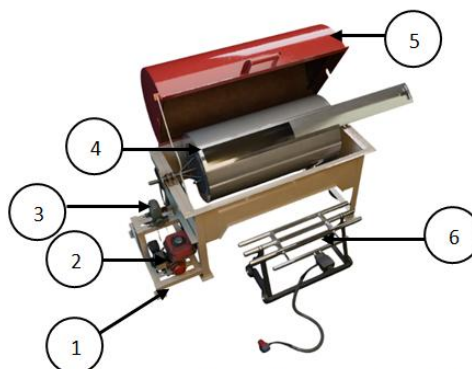
6. Simulasi *Solidwork*

Tahap simulasi solidworks yaitu proses analisis numerik menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Analysis/FEA). Elemen yang digunakan sebesar 36,4419 mm dengan jumlah 10.179 elemen dan jumlah node sebesar 22.964 nodes. Ukuran *mesh independence* yang digunakan adalah 36,44 mm dan dilakukan uji banding dengan memperkecil ukuran menjadi 20 mm untuk mengetahui dan membuktikan keakuratan hasilnya. Selain itu, dalam tahap ini model rangka diuji terhadap pembebanan yang telah ditentukan untuk mengetahui tegangan maksimum, distribusi tegangan, deformasi, displacement, serta nilai faktor keamanan (safety factor).

7. Analisa Hasil Simulasi

Pada tahap ini langkah yang dilakukan menganalisa secara keseluruhan output simulasi termasuk besar tegangan, posisi tegangan kritis, deformasi maksimum, serta kestabilan struktur. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi terhadap teori, standar teknis, dan batasan desain. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan rangka telah memiliki keamanan struktural dan performa yang optimal.

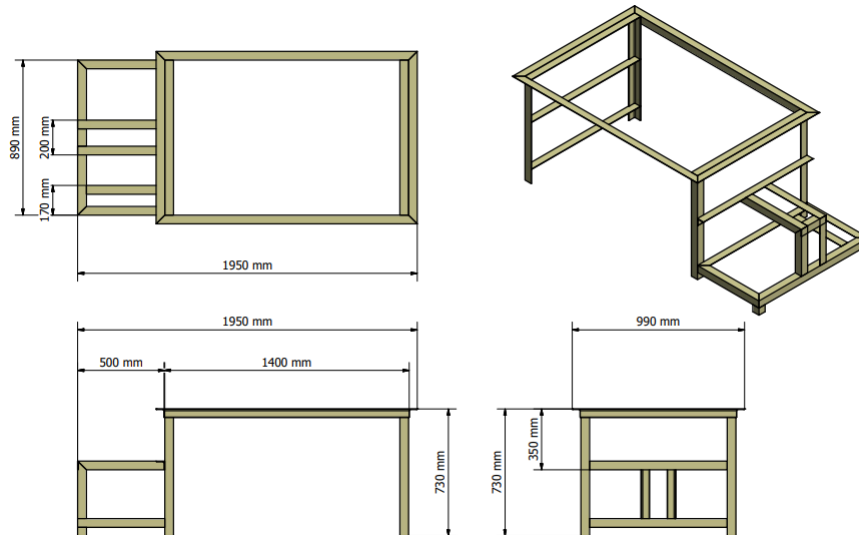
B. Desain Alat



Gambar 2. Desain Mesin *Grain Dryer* Kapasitas 50 Kg

Keterangan:

1. Rangka
2. Motor Bensin
3. Gearbox
4. Drum Pengering
5. Cover
6. Kompor Pemanas



Gambar 3. Dimensi Rangka Mesin *Grain Dryer* Kapasitas 50 Kg

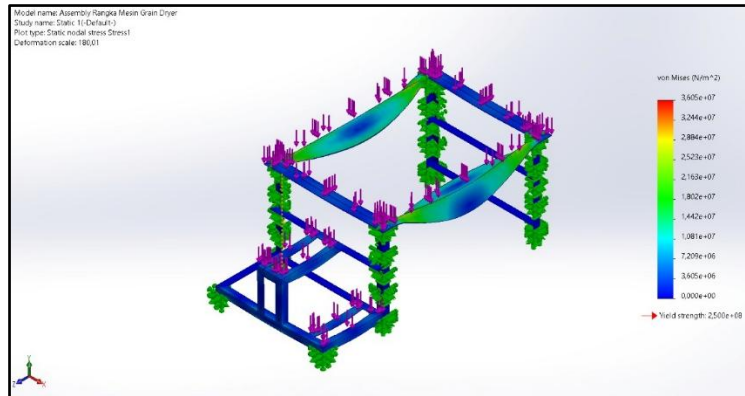
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh dapat diketahui apakah desain rangka telah memenuhi kriteria kekuatan dan keamanan yang diizinkan. Selain itu, hasil penelitian ini juga digunakan sebagai dasar evaluasi dalam menentukan kelayakan desain rangka sebelum proses manufaktur dilakukan. Dengan adanya analisis tersebut, diharapkan rangka mesin *grain dryer* yang dirancang mampu bekerja secara optimal,

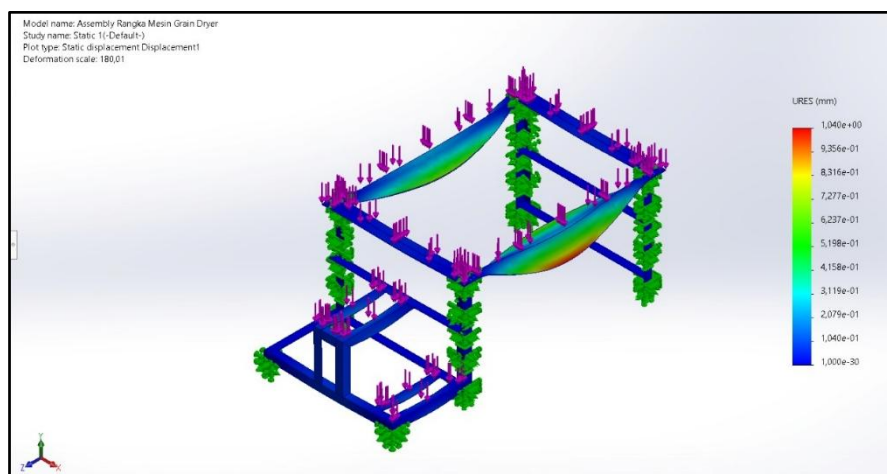
Tabel 1. Spesifikasi Material Rangka

ASTM A36 Steel		
No	Parameter	Keterangan
1	Yield strength	2,5e+08 N/m ²
2	Tensile strength	4e+08 N/m ²
3	Elastic modulus	2e+11 N/m ²
4	Poisson's ratio	0,26
5	Mass density	7.850 kg/m ³
6	Shear modulus	7,93e+10 N/m ²



Gambar 4. Hasil Simulasi *Von Mises*

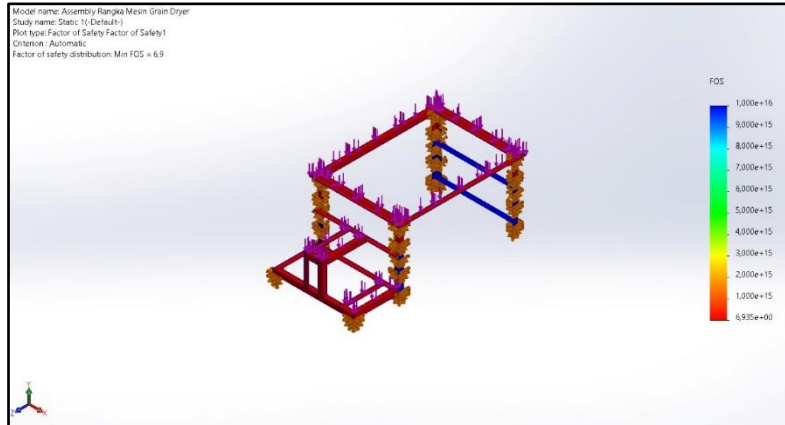
Berdasarkan hasil simulasi tegangan statis pada rangka mesin *grain dryer* menggunakan metode *Finite Element Analysis (FEA)* serta *fixed geometry* terletak pada kaki rangka mesin yang diasumsikan bahwa aki rangka akan dipasang mati menggunakan baut angkur (*anchor bolt*) ke pondasi lantai beton, sehingga mengunci seluruh derajat kebebasan translasi maupun rotasi struktur saat mesin beroperasi, diperoleh distribusi tegangan von Mises yang ditunjukkan melalui variasi warna pada struktur rangka. Warna biru menunjukkan daerah dengan tegangan rendah, sedangkan warna hijau hingga merah menunjukkan daerah yang mengalami tegangan lebih tinggi akibat pembebanan. Nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka sebesar $\pm 3,605 \times 10^7$ N/m² atau 36,05 MPa, sedangkan nilai *yield strength* material sebesar $2,500 \times 10^8$ N/m² atau 250 MPa. Nilai tersebut berada pada area sambungan sudut tajam (*sharp corner*) yang menghubungkan antara balok horizontal atas dan tiang vertikal rangka. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi masih berada di bawah batas luluh material, sehingga rangka dinyatakan aman terhadap pembebanan statis yang diberikan dengan rangka tidak akan mengalami deformasi plastis (gagal/patah). Selain itu untuk mengurangi nilai tegangan maksimum tersebut dan mendistribusikan beban secara lebih merata, dapat dilakukan optimasi desain dengan menambahkan plat penguat siku (*gusset*) pada bagian bawah sambungan atau menerapkan radius melengkung (*fillet*) pada sudut-sudut tajam rangka.



Gambar 5. Hasil Simulasi *Displacement*

Berdasarkan hasil simulasi *displacement*, nilai kelenturan maksimum yang terjadi pada rangka mesin *grain dryer* ini adalah sebesar 1,04 mm. Selain itu dibandingkan dengan hasil uji sebelumnya di mana tegangan maksimum masih jauh di bawah batas luluh

material, maka lendutan sebesar 1,04 mm ini masih berada dalam batas aman dan tidak akan mengganggu fungsi struktural maupun operasional dari mesin grain dryer tersebut. Dengan demikian, konstruksi rangka ini dinyatakan memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan (rigiditas) pada saat mesin beroperasi.



Gambar 6. Hasil *Factor of Safety (FoS)*

Berdasarkan plot Factor of Safety (FoS), nilai faktor keamanan minimum yang diperoleh pada rangka ini adalah sebesar 6,9. Dalam standar perancangan teknik, nilai ini menunjukkan bahwa rangka berada dalam kondisi sangat aman karena jauh melampaui batas kritis minimum ($FoS > 1$). Dengan hasil minimum FoS sebesar 6,9, kelenturan maksimal sebesar 1,04 mm, dan tegangan maksimum berada di bawah batas luluh material, maka konstruksi rangka mesin grain dryer ini secara keseluruhan dinyatakan valid, kokoh, dan aman untuk diproduksi serta tidak mengalami kegagalan material selama menerima pembebanan kerja.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan simulasi struktur rangka mesin *grain dryer* menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA), diperoleh hasil bahwa rangka mampu menahan pembebanan kerja dengan sangat baik dan berada dalam kondisi yang sangat aman. Hasil simulasi tegangan (*von Mises stress*) menunjukkan nilai tegangan maksimum sebesar $\pm 3,605 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ atau 36,05 MPa, di mana akumulasi tegangan tertinggi ini terlokalisir pada area sambungan sudut tajam (*sharp corner*). Nilai tersebut berada jauh di bawah batas luluh (*yield strength*) material sebesar $2,500 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ atau 250 MPa. Pada simulasi perpindahan (*displacement*), diperoleh nilai deformasi maksimum aktual yang sangat minimal, yaitu sebesar 1,04 mm, yang menunjukkan bahwa struktur rangka memiliki tingkat kekakuan (*rigiditas*) yang sangat baik terhadap defleksi. Selain itu, hasil simulasi faktor keamanan (*factor of safety*) memberikan nilai minimum sebesar 6,93, yang melampaui batas kritis minimum standar perancangan teknik ($FoS > 1$). Dengan demikian, desain konstruksi rangka mesin *grain dryer* ini dinyatakan valid, sangat layak, aman, dan kokoh untuk mendukung proses operasional mesin secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Jumiayati, "Tingkat Perubahan Penerapan Teknologi Pertanian Cerdas Iklim pada Sistem Agroforestry Lahan Kering," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 8, no. 10, pp. 6527–6537, 2025, doi: 10.56338/jks.v8i10.9025.
- [2] D. Hidayat and S. N. Istiqomah, "Perancangan Mesin Pengering Kopi Otomatis dengan Arduino

- Uno,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 9, no. 1, pp. 91–101, 2025, doi: 10.30588/jeemm.v9i1.2159.
- [3] M. F. Fauzul, K. Hidayat, M. Ulya, M. Yaskun, and M. Adhi, “Analisis Pemilihan Mesin Pengering Padi dengan Menggunakan Metode Binary Dominance Matrix,” *Pros. Semin. Nas. Pembang. dan Pendidik. Vokasi Pertan. Manokwari*, no. November, pp. 1436–1442, 2025, doi: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1884> Analisis.
- [4] M. Lucky, K. H. Hartanto, R. Julita, and P. S. Agroteknologi, “STRATEGI PENANGANAN PASCAPANEN PADI UNTUK MENEKAN KEHILANGAN HASIL DAN MENINGKATKAN PENDAPATAN KELOMPOK TANI DI KECAMATAN SEKADAU HULU,” *Abditani J. Pengabd. Masy.*, vol. 8, no. 1, pp. 20–23, 2025, doi: <https://doi.org/10.31970/abditani.v8i1.413>.
- [5] I. M. A. Putri, N. Elizah, and S. S. Putri, “Analisis Konsep Kalor Pada Proses Pengeringan Gabah Menjadi Beras,” *J. Agro Indragir*, vol. 10, no. 1, pp. 24–31, 2025, doi: <https://doi.org/10.32520/jai.v4i1>.
- [6] N. F. Suhelmi, R. D. Anjani, and N. Fauji, “Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat Bed Dryer di CV. XYZ,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 1, pp. 15–20, 2022, doi: <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i1.2848>.
- [7] H. Irawan, H. F. Zany, and S. B. Sasongko, “SIMULASI PEMBEBANAN PADA RANGKA MESIN FUNGSI HYBRID PENGUPAS BIJIH JAGUNG BERBASIS ELEMEN HINGGA,” *Otopro*, vol. 17, no. 2, pp. 57–61, 2022, doi: 10.26740/otopro.v17n2.p57-61.
- [8] Z. Fikar and H. Istiqbaliah, “Perhitungan Kekuatan Rangka Mesin Pengaduk Petis Kapasitas 15 Kg / Jam Dengan Aplikasi Solidworks,” *Pros. SEMNAS INOTEK (Seminar Nas. Inov. Teknol.*, vol. 9, pp. 875–884, 2025, doi: <https://doi.org/10.29407/yb950a17>.
- [9] F. F. Hartono and Suherman, “Analisa Beban Pada Rangka dan Poros Penggerak Mesin Pencuci Sampah Plastik Bekas dengan Software Solidworks 2016,” *IRA J. Tek. Mesin dan Apl.*, vol. 5, no. 1, pp. 86–100, 2026, doi: <https://doi.org/10.56862/irajtma.v5i1.415>.
- [10] N. Endriatno, L. Ode, and A. Barata, “Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pencacah Nilam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *Pist. J. Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 56–64, 2024, doi: <https://doi.org/10.55679/pistonjt.v9i2.74>.
- [11] A. R. Ardiansyah and E. Widodo, “Rancang bangun pembuatan mesin cetak pelet pakan ternak,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 21, no. 1, pp. 39–50, 2026, doi: <https://doi.org/10.71452/jtmi21i12026104>.
- [12] D. A. Permana, N. R. Nayyara, A. Anjasmara, and R. H. Gurning, “ANALISIS STABILITAS DAN KETAHANAN MEJA JIG WELDING RANGKA SEPEDA MENGGUNAKAN PENDEKATAN CAE,” *J. Automot. Eng. Technol.*, vol. 1, pp. 37–46, 2025, doi: <https://doi.org/10.52330/jaet.v1i1.608> 37.