

Rancang Bangun Rangka Mesin Chopper Dengan Aplikasi Pisau Bergerigi Kapasitas 60 Kg/Jam

Yusuf Alfian Wildiy¹⁾, Hesti Istiqlaliyah²⁾, Nuryo Suwito³⁾, Arif Sugianto⁴⁾,
Wibowo Harso Nugroho⁵⁾

^{1,2,3,4,5)} Teknik mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹⁾yusufalfian789@gmail.com, ²⁾ hestiisti@unpkediri.ac.id,
³⁾nuryosuwito@unpkdr.ac.id, ⁴⁾ arif.sugianto@unpkdr.ac.id,
⁵⁾wibowo.harso.nugroho@unpkdr.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang rangka mesin *chopper* dengan pisau bergerigi yang memiliki kapasitas 60 kg/jam untuk memenuhi kebutuhan peternak dalam mengolah pakan hijauan di Desa Tempurejo, Kecamatan Wates Kabupaten Kediri. Proses perancangan diawali dengan pembuatan desain rangka menggunakan software *Solidworks*, serta *ANSYS* untuk menganalisis struktur melalui metode *Finite Element Analysis* (FEA). Material yang dipilih adalah ASTM A36, yang dikenal memiliki kekuatan tinggi, kekakuan, dan daya tahan terhadap beban. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum (*Von Mises*) sebesar 109,6 N/m² masih berada di bawah batas kekuatan luluh (*Yield Strength*) material, sehingga struktur dinyatakan aman dari kegagalan. Deformasi (*Displacement*) maksimum sebesar 0,060244 mm menunjukkan bahwa rangka mampu menahan beban tanpa perubahan bentuk yang berarti. Dengan faktor keamanan minimum 2,281 ul, rangka ini dianggap aman untuk penggunaan harian karena nilai > 1. Penelitian ini juga menekankan pentingnya desain mesin yang ergonomis, ekonomis, dan multifungsi untuk mendukung produktivitas peternak.

Kata Kunci: ASTM A36, *Finite Element Analysis*, Mesin *Chopper*, Pakan Ternak, *Solidworks*.

Abstract

This research aims to design a chopper machine frame with serrated blades that has a capacity of 60 kg/hour to meet the needs of farmers in processing forage in Tempurejo Village, Wates District, Kediri Regency. The design process begins with creating a frame design using Solidworks software, as well as ANSYS to analyze the structure using the Finite Element Analysis (FEA) method. The selected material was ASTM A36, known for its high strength, stiffness, and load resistance. Simulation results showed that the maximum stress (Von Mises) of 109.6 N/m² remained below the material's Yield Strength, indicating the structure is safe from failure. The maximum deformation (Displacement) of 0.060244 mm demonstrated that the frame could withstand loads without significant shape changes. With a minimum safety factor of 2.281 ul, the frame is deemed safe for daily use as its value exceeds 1. This study also highlights the importance of designing ergonomic, economical, and multifunctional machines to support farmers' productivity. Future research could focus on dynamic load simulations and the use of alternative materials to further improve the machine's efficiency and reliability.

Keywords: ASTM A36, Finite Element Analysis, hopper machine, livestock feed, SolidWorks.

1. PENDAHULUAN

Di Sebagian besar penduduk Desa Tempurejo, Kecamatan Wates, berprofesi sebagai peternak dan petani. Salah satu ternak yang banyak dipelihara adalah sapi pedaging, terutama jenis seperti diamond limosin, Brahman, yang populer karena pertumbuhan cepat dan waktu pemeliharaan yang relatif singkat. Menurut data statistik Jawa Timur, populasi ternak sapi di Jawa Timur pada tahun 2021 mencapai 243.177 ekor, sementara kambing sebanyak 147.285 ekor. Dalam peternakan, pakan menjadi faktor utama, menyumbang 60-70% dari biaya operasional [1]. Oleh karena itu, pengelolaan pakan yang efektif dan efisien sangat diperlukan, terutama karena rumput menyumbang sekitar 70% dari makanan ternak ruminansia. Sumber pakan di desa ini sangat melimpah berkat keberadaan hutan dan persawahan, karena kondisi sekitarnya Sumber air yang bisa menyediakan pengairan sepanjang tahun. Sehingga warga bisa menanam rumput dan melakukan kegiatan pertanian[2]. Hasil pertanian warga masih belum dimanfaatkan, sehingga menjadi limbah pertanian. Namun saat musim kemarau ketersediaan pakan hijauan sangat terbatas. Bahan pakan hijauan yang berlimpah bisa diolah menjadi silase [3]. Silase adalah pakan ternak yang diawetkan melalui proses fermentasi dalam silo dengan kondisi anaerobik [1]. Silase dalam kondisi kadar air tinggi (40 sampai 70%), sehingga hasilnya bisa disimpan tanpa merusak zat gizi di dalamnya [4]. Untuk kebutuhan pakan ternak (silase) lebih tertakar untuk pemberian keternak tiap harinya.

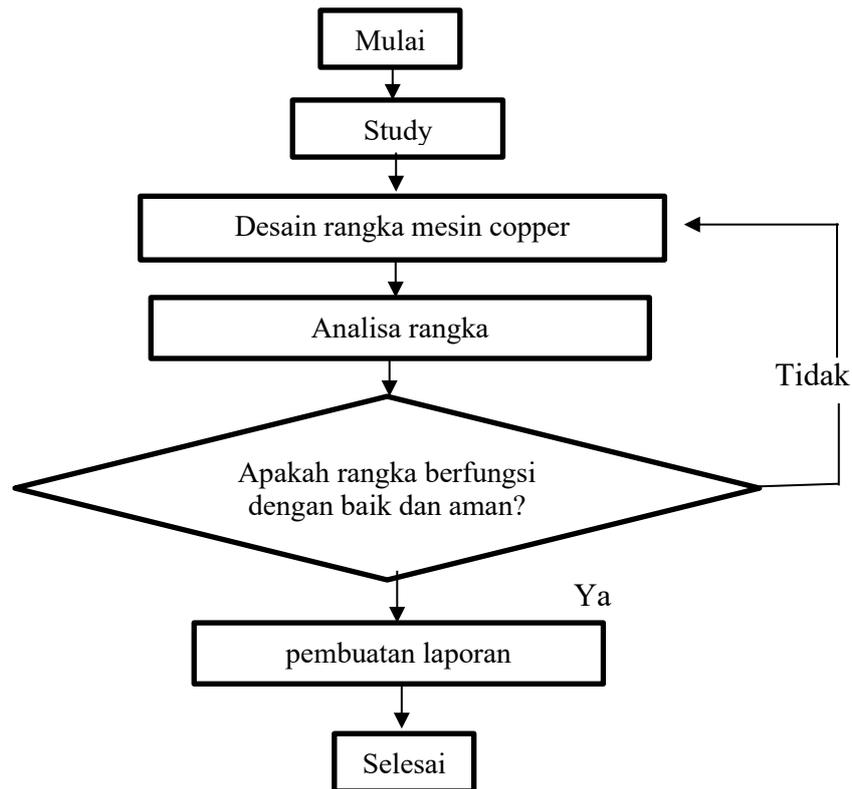
Berdasarkan permasalahan di desa Tempurrejo, Kabupaten Kediri, belum memiliki keterampilan dan teknologi dalam mengelola bahan pakan hijauan menjadi pakan fermentasi (silase). Oleh karena itu, peneliti membuat mesin *chopper* multifungsi dengan aplikasi pisau bergerigi. Pentingnya Mesin *Chopper* rumput agar memenuhi kebutuhan peternak sapi di Desa Tempurejo, sehingga mampu menghemat waktu dan tenaga dalam proses mencacah rumput. Mesin ini memerlukan rangka yang kokoh, pisau yang tajam untuk pemotongan berulang, desain ergonomis, dan harga yang terjangkau. Yang terpenting, rangka mesin harus berfungsi maksimal dalam menopang komponen lain [5].

Proses awal dalam pembuatan mesin adalah desain atau rancangan mesin [6]. Dalam Perancangan berfokus pada bagian rangka menjadi aspek krusial karena

rangka bertindak sebagai fondasi utama yang menopang semua komponen mesin. Pemanfaatan perangkat lunak desain seperti *solidworks* memudahkan dalam membuat desain dan simulasi analisis kekuatan beban [7]. Dalam mendesain diperlukan untuk memastikan kekuatan, kelayakan, dan keamanan rangka, dengan mempertimbangkan perhitungan terhadap beban yang ditopang [6]. Selain itu, pemilihan material yang tepat menjadi faktor penting yang memengaruhi kekuatan rangka ketahanan terhadap korosi dan hasil produksi. Hal ini dapat mengakibatkan dorong dan beban berlebihan yang mengakibatkan rangka tidak mampu menopang beban. Sehingga material yang dipilih harus mampu mendukung efisiensi kerja mesin sekaligus meningkatkan produktivitas. Berdasarkan uraian masalah di atas, Penelitian ini bertujuan untuk mendesain rangka mesin *chopper* dengan aplikasi pisau bergerigi kapasitas 60 Kg/Jam untuk pencahan rumput ketika proses pencacahan yang sebenarnya menggunakan software *solidworks*

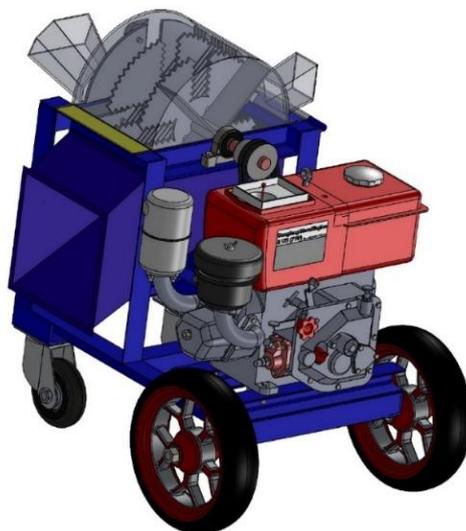
2. METODE PENELITIAN

Pendekatan perencanaan merupakan metode sistematis dan terstruktur yang digunakan untuk membantu peneliti dalam proses perancangan desain produk. Dalam konteks penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tahapan pengumpulan data terkait perancangan desain rangka mesin *chopper* dengan aplikasi pisau gerigi, melalui studi literatur. Selanjutnya menggunakan tahapan observasi di Desa Tempurejo, Kecamatan Wates pada kelompok tani dan peternak, dilanjutkan dengan perancangan desain rangka dan komponen lain yang menopang. Pendekatan ini diharapkan membantu dalam perancangan desain menangani dan memahami berbagai aspek perencanaan. Sehingga meminimalisir kegagalan malfungsi pada kinerja mesin *chopper*.

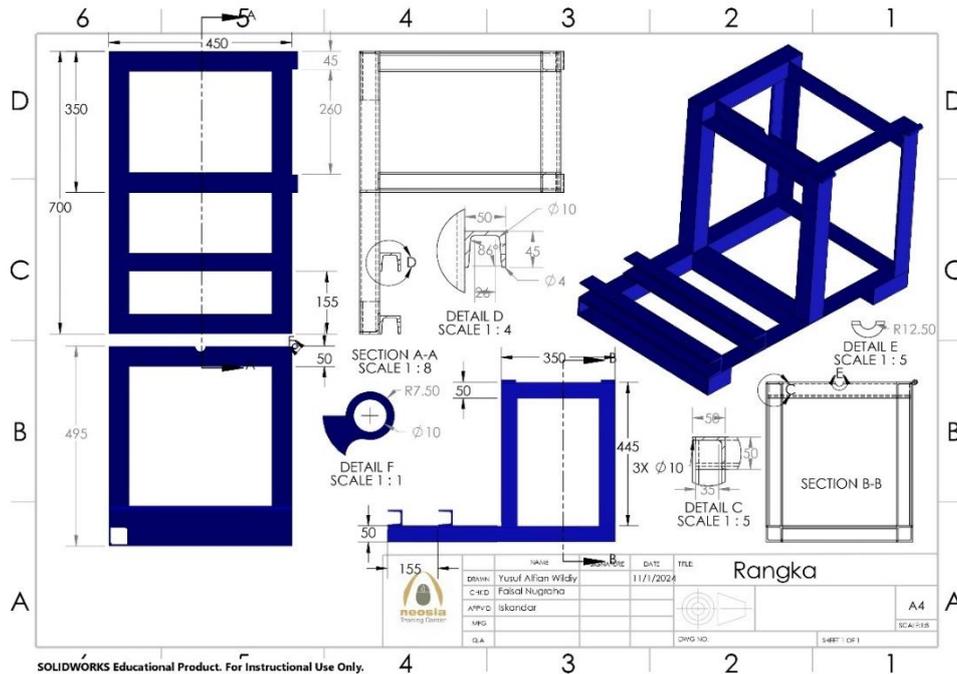


Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Setelah melakukan studi literatur dan observasi, maka dilakukan desain angka mesin, dalam proses desain menggunakan *software solidworks*. Berikut hasil desain sebagai berikut:



Gambar 2. Mesin chopper



Gambar 3. Draf Spesifikasi Rangka mesin

Desain yang digunakan pada simulasi ini memiliki panjang 700 mm, lebar 450 mm dan tinggi 495 mm dan menggunakan jenis besi siku. Untuk menganalisa rancangan struktur rangka mesin *chopper* menggunakan metode *Finite Element Analysis* dengan *software Ansys* [8]. Metode *Finite Element Analysis* (FEA) merupakan pendekatan numerik yang digunakan dengan membagi geometri menjadi elemen-elemen kecil [9]. Dengan metode FEA bisa menentukan nilai nilai tegangan (*von mises*), nilai perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*) ketika diberikan pembebanan [10]. Pada tahap penentuan parameter simulasi perlu ditentukan sifat material dan *boundary condition* [6]. Material yang digunakan dalam simulasi ini yaitu mild steel ASTM A36, Karena merupakan baja struktural, material ini memiliki sifat kekuatan tinggi, kekakuan, ketangguhan, serta keuletan[11]. Sifat dari baja tersebut ditunjukkan pada tabel

Tabel 1. *Property* sifat besi ASTM A36

<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus</i>	2e+11	N/m ²
<i>Poisson's Ratio</i>	0.26	N/A
<i>Shear Modulus</i>	7.93e+10	N/m ²
<i>Mass Density</i>	7850	kg/m ³
<i>Tensile Strength</i>	400000000	N/m ²
<i>Compressive Strength</i>	-	N/m ²
<i>Yield Strength</i>	250000000	N/m ²

<i>Thermal Expansion Coefficient</i>	-	/K
<i>Thermal Conductivity</i>	-	W/(m·K)
<i>Specific Heat</i>	-	J/(kg·K)
<i>Material Damping Ratio</i>	-	N/A

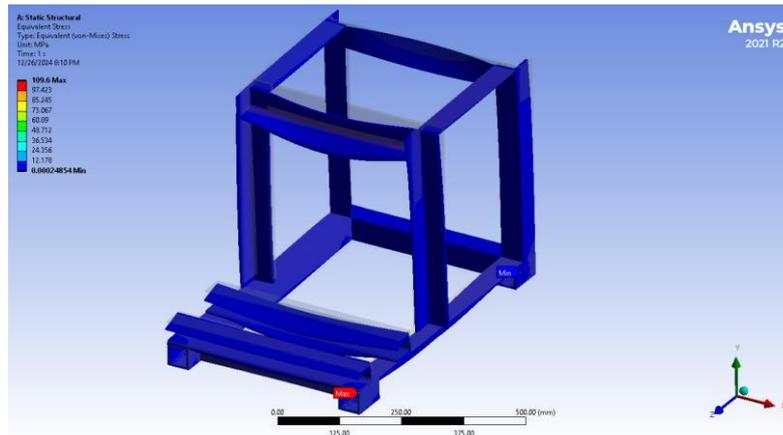
Pada tahapan *boundary condition* dilakukan untuk menentukan titik atau acuan posisi tumpuan pada desain. Setelah itu, pemberian beban pada bagian struktur rangka yang menopang komponen lain [12].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi *Static Struktural* Rangka mesin *Chopper* Dengan Aplikasi Pisau Bergerigi menggunakan Metode *Finite Element Analysis*. Pembebana dilakukan dengan tiga titik pembebanan yang berbeda antara lain : 900 N, 300 N dan 50 N yang menunjukkan pembebanan kemampuan rangka dapat bekerja dengan baik. Untuk memperoleh hasil analisis *Static Struktural* metode *finite element analysis* yang lebih akurat dari model yang dibuat, dilakukan proses *meshing* dengan parameter yang sesuai [13]. *Meshing* yang lebih halus pada Rangka maka hasil analisa lebih akurat, dalam proses *meshing* dengan ukuran *element size* sebesar 3 mm mendapatkan *Nodes* sebesar 806625 dan *element* 171018. Dari survei literatur menunjukkan bahwa ukuran *meshing* antara 1,5 mm dan 4 mm memberikan hasil yang konsisten [14]. Dari analisa menggunakan ansys mendapatkan hasil yaitu:

- a. Nilai teganagn/*Equivalent (Von-Mises)* ditunjukkan pada gamba

Tegangan *Von Mises* adalah tegangan efektif yang digunakan untuk menentukan kapan material duktile mencapai titik yield atau deformasi. Tegangan Von Mises mendefinisikan yield sebagai kegagalan [15]. Tegangan Von Mises mendefinisikan *yield* sebagai kegagalan berdasarkan tegangan tarik ekuivalen yang dirasakan material. hasilnya digunakan untuk memprediksi kegagalan berdasarkan kriteria energi distorsi. Nilai teganagn/*Equivalent (Von-Mises)* ditunjukkan pada gambar 4.

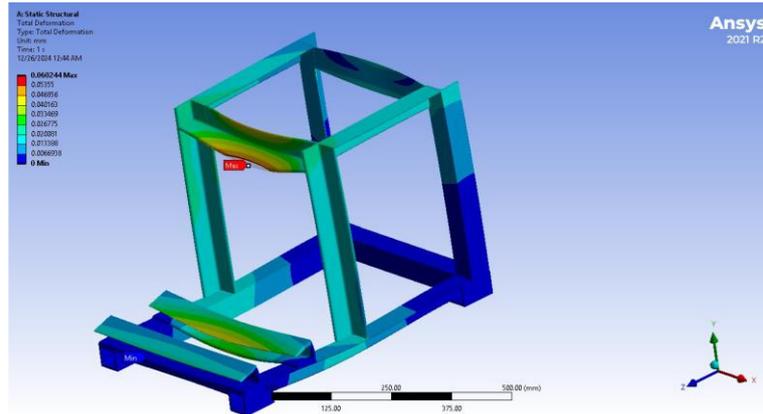


Gambar 4. Nilai tegangan/Equivalent (*Von-Mises*)

Berdasarkan warna gambar diagram dari hasil simulasi pada gambar. Dalam hal ini dapat mengetahui bahwa nilai tegangan maksimum (*Von Mises*) mendapatkan hasil sebesar 109.6 N/mm^2 . Hasil tersebut mampu menahan beban yang diberikan sebesar 900N, dengan nilai tegangan maksimum (*Von Mises*) masih dibawah kekuatan batas luluh *Yield Strength* dari material ASTM A36 sehingga aman digunakan dan minim kegagalan fungsi.

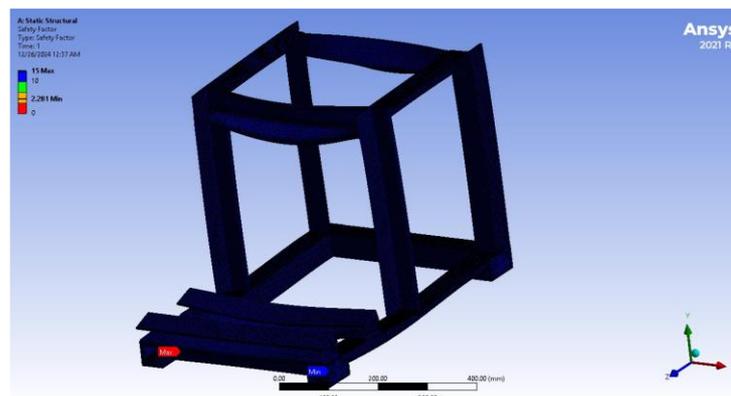
b. Nilai Deformasi (*Displacement*)

Deformasi (*Displacement*) Merupakan perubahan fisik yang terjadi akibat gaya (*Force*) atau beban yang diterima oleh sebuah bidang atau volume [16]. Deformasi adalah faktor penting untuk menentukan bahan yang digunakan rangka mesin chopper masih aman dalam menahan gaya. Nilai deformasi yang semakin kecil menunjukkan bahwa material pada rangka memiliki kemampuan yang baik untuk menahan beban dengan kuat tanpa mengalami perubahan bentuk yang signifikan [12]. Hasil dari simulasi ditunjukkan pada gambar 3.2 bahwa warna merah pada grafik adalah nilai maksimum yang didapatkan sebesar 0.060244 mm. *Displacement* yang terjadi sangatlah kecil, mampu menahan beban sebesar 300 N.

Gambar 5. Nilai Deformasi (*Displacement*)

c. Nilai Faktor Keamanan (*safety factor*)

Nilai faktor keamanan (*safety factor*) berfungsi Untuk menilai sebuah desain, perancangan elemen dilakukan dengan mengonversinya ke dalam bentuk bidang atau volume dalam desain teknik sehingga nilai keamana bisa menjaming dalam penggunaanya[9]. Faktor keamanan dianggap memenuhi standar keamanan apabila nilainya lebih dari 1 (satu)[16]. Nilai *safety factor* dapat ditentukan dengan Hasil tegangan ijin (yield strength) dibagi dengan besar tegangan yang terjadi[12]. Dari simulasi bahwa nilai faktor keamanan (*safety factor*) minimal sebesar 2,281 ul dan maksimum 15 ul ditunjukkan pada gambar 3.3. Daerah hasil simulasi model didapatkan keseluruhan warna biru, mendapatkan nilai > 1 sehingga rangka aman untuk digunakan.

Gambar 6. Nilai faktor keamanan (*safety factor*)

4. SIMPULAN

Dari hasil desain rangka mesin chopper dengan aplikasi pisau bergerigi kapasitas 60kg/jam menggunakan software *solidworks* untuk desain, serta *ANSYS* untuk analisis struktur, dengan hasil yang menunjukkan bahwa rangka mesin aman

digunakan. Berdasarkan simulasi metode *Finite Element Analysis* (FEA), nilai tegangan maksimum (*Von Mises*) sebesar 109,6 N/m² berada di bawah kekuatan luluh (*Yield Strength*) material ASTM A36, sehingga tidak terjadi kegagalan struktur. Nilai deformasi maksimum sebesar 0,060244 mm menunjukkan bahwa rangka memiliki deformasi sangat kecil, menandakan kemampuannya dalam menahan beban tanpa perubahan bentuk signifikan. Dengan faktor keamanan minimum sebesar 2,281 ul, rangka ini dinyatakan aman untuk digunakan dalam operasi sehari-hari, sementara penggunaan material ASTM A36 memberikan kekuatan, ketangguhan, dan daya tahan yang mendukung kinerja mesin secara optimal.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk menguji performa mesin secara langsung dalam kondisi operasional di lapangan guna memastikan keandalannya secara praktis. Selain itu, penggunaan material lain yang lebih ringan namun tetap kuat, seperti aluminium alloy, dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi dan portabilitas mesin. Simulasi dengan kondisi pembebanan dinamis juga diperlukan untuk memperkirakan umur pakai rangka secara lebih akurat. Di sisi lain, pelatihan kepada petani dan peternak di Desa Tempurejo mengenai penggunaan dan perawatan mesin chopper perlu dilakukan agar pemanfaatannya lebih optimal. Pengembangan desain mesin ke depan dapat difokuskan pada peningkatan multifungsi, sehingga mampu memproses berbagai jenis bahan pakan selain rumput.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Wiguna, C. W. Patty, and S. Fredriksz, "Kualitas Fisik Silase Jerami Padi Dengan Penambahan Dosis EM4 Yang Berbeda Sebagai Pakan Ternak Ruminansia," *J. Agrosilvopasture-Tech*, vol. 3, no. 1, pp. 127–133, 2024, doi: 10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2024.3.1.127.
- [2] Margono, N. T. Atmoko, B. H. Priyambodo, Suhartoyo, and S. A. Awan, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Peningkatan Efektivitas Konsumsi Pakan Ternak Di Sukoharjo," *Abdi Masya*, vol. 1, no. 2, pp. 72–76, 2021, doi: 10.52561/abma.v1i2.132.
- [3] J. H. Pengabdian, "Jurnal Pengabdian UNDIKMA:," vol. 5, no. 4, pp. 654–661, 2024.
- [4] N. Hasanah, E. A. Pradana, E. Kustiawan, N. Nurkholis, and N. Haryuni, "Pengaruh imbalan dedak padi dan polard sebagai aditif terhadap kualitas fisik silase rumput odot," *Conf. Appl. Anim. Sci. Proceeding Ser.*, vol. 3, no. 2012, pp. 157–161, 2022,

doi: 10.25047/animpro.2022.351.

- [5] 2)Suprpto Dibyosaputro Puncak Joyontono, 1)Subarno, 1)Reineta Puspitasari, 1)Tiara Handayani, 1)Asal Izmi, 1)Cut Ayu Tiara S, 1)M. Rifki Ghozali, 1)Ika Indah Karlina, 1)Muhammad Fitranata N, “Design and Analysis of Natural Frequency Weed Weeding Machine Frames Using the Finite Element Analysis Method Angger,” 1967.
- [6] S. H. Pranoto, S. Yatnikasari, M. N. Asnan, and R. I. Yaqin, “Desain dan Analisis Mata Pisau Pencacah Untuk Pengolahan Sampah Plastik Menggunakan Finite Element Analysis,” *Infotekmesin*, vol. 11, no. 2, pp. 147–152, 2020, doi: 10.35970/infotekmesin.v11i2.260.
- [7] Fahd Riyal Pris, Budhi M Suyitno, and Amin Suhadi, “Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (Fea),” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 33–39, 2019, doi: 10.35814/teknobiz.v9i2.558.
- [8] A. B. Pratama and I. Islahuddin, “Analisis Tegangan Alat Uji Bending Pipa Skala Laboratorium Menggunakan Finite Element Analysis,” *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 201–205, 2021, doi: 10.47233/jteksis.v3i1.214.
- [9] Y. A. Putra and M. N. A. Mukhtar, “Analisis Statik Bracket Roll Brush Mesin Tensor Menggunakan Metode Fea,” *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 57–63, 2023, doi: 10.34128/je.v10i1.246.
- [10] I. M. Ilyasa, I. A. Hendaryanto, and A. Winarno, “Analisis Kekuatan Struktur pada Desain Traction Rod Kereta Api Lokomotif dengan Metode Finite Element Analysis (FEA),” vol. 8, no. 2, pp. 190–199, 2024.
- [11] D. O. Stiawan, “Analisis Kekuatan Beban Rangka Mesin Pencacah Plastik Dengan Material Baja Astm 36 Menggunakan Software Solidworks,” *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 5, no. 1, p. 30, 2022, doi: 10.32662/gojise.v5i1.2023.
- [12] L. P. Afisna, I. D. Denara, E. Pujiyulianto, and V. F. Sanjaya, “Design and Simulation of Rotary Dryer Frame Strenght using Finite Element Analysis,” *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 245–252, 2022, doi: 10.46574/motivection.v4i3.144.
- [13] F. Marpaung, E. T. Wibowo, and R. Harmadi, “Desain dan Analisis Tanki ISO LNG Kapasitas 40 feet Menggunakan Teknik Finite Element Analysis,” *J. Asimetrik J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 4, pp. 163–170, 2022, doi: 10.35814/asiimetrik.v4i1.2989.
- [14] H. Fathi, Z. El-Sayegh, J. Ren, and M. El-Gindy, “Modeling and Validation of a Passenger Car Tire Using Finite Element Analysis,” *Vehicles*, vol. 6, no. 1, pp. 384–402, 2024, doi: 10.3390/vehicles6010016.
- [15] J. A. Putra and M. N. Misbah, “Studi Pengaruh Ukuran Bracket Pondasi Mesin terhadap Tegangan dengan Menggunakan Finite Element Method,” *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i1.82025.
- [16] R. K. N. Suprpto and L. A. N. Wibawa, “Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 5, no. 1, p. 19, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i1.559.