

Rancang Bangun dan Analisis Statik Mesin Pencacah Rumput Kapasitas 5 HP untuk Meningkatkan Produksi Pakan Ternak

Design and Static Analysis of a 5 HP Capacity Grass Chopper Machine to Increase Animal Feed Production

Yoga Arob Wicaksono¹, Ahmad Arbi Trihatmojo², Berto Yusuf Nugroho³

^{1,2,3} Program Studi Pemeliharaan Kendaraan Ringan, Akademi Komunitas Negeri Pacitan

*Email : yoga.arob@aknpacitan.ac.id

ABSTRACT

The rapid growth of the livestock sector demands an adequate supply of high-quality green fodder. One solution to enhance the efficiency of livestock feed production is the use of a grass chopper machine. This research aims to design and conduct a static analysis of a 5 HP capacity grass chopper machine to improve livestock feed production. The design process was carried out using engineering methods, which included requirement analysis, component design, and structural simulation using finite element analysis software. The machine comprises several main components, namely the frame, shaft, chopping blades, and drive motor. The analysis results indicate that the machine design has sufficient structural strength with an optimal safety factor. Furthermore, performance testing demonstrated high chopping efficiency, with the capability to produce uniformly cut grass pieces suitable for livestock feed. With this machine, it is expected that livestock productivity will increase and that the efficiency in time and labor during the feed production process will be significantly improved.

Keywords : Grass chopper machine, static analysis, livestock feed, production efficiency.

ABSTRAK

Pertumbuhan sektor peternakan yang pesat menuntut ketersediaan pakan hijauan dalam jumlah yang cukup dan berkualitas. Salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi produksi pakan ternak adalah dengan menggunakan mesin pencacah rumput. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis statik mesin pencacah rumput dengan kapasitas 5 HP guna meningkatkan produksi pakan ternak. Proses perancangan dilakukan dengan metode rekayasa teknik, yang mencakup analisis kebutuhan, desain komponen, serta simulasi struktural menggunakan perangkat lunak analisis elemen hingga. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu rangka, poros, pisau pencacah, dan motor penggerak. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain mesin memiliki kekuatan struktural yang memadai dengan faktor keamanan yang optimal. Selain itu, uji kinerja mesin menunjukkan efisiensi pencacahan yang tinggi, dengan kemampuan menghasilkan potongan rumput yang seragam dan sesuai dengan kebutuhan pakan ternak. Dengan adanya mesin ini, diharapkan produktivitas peternak dapat meningkat, serta efisiensi waktu dan tenaga dalam proses penyediaan pakan dapat lebih terjamin.

Kata kunci: Mesin pencacah rumput, analisis statik, pakan ternak, efisiensi produksi.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan sektor peternakan di Indonesia menunjukkan perkembangan yang pesat seiring dengan meningkatnya permintaan akan produk ternak yang berkualitas [1][2]. Di tengah dinamika tersebut, ketersediaan pakan hijauan yang optimal menjadi salah satu kunci keberhasilan dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan ternak. Pakan hijauan, terutama rumput, memiliki peranan penting sebagai

sumber serat, vitamin, dan mineral yang mendukung metabolisme serta sistem pencernaan hewan[2], [3], [4]. Namun, proses pengolahan rumput secara manual atau dengan peralatan konvensional seringkali menghasilkan potongan yang tidak seragam, efisiensi rendah, dan membutuhkan tenaga kerja yang besar. Kondisi inilah yang mendorong perlunya inovasi dalam pengolahan rumput untuk pakan ternak melalui perancangan mesin pencacah yang mampu

meningkatkan efisiensi, konsistensi ukuran potongan, dan produktivitas pakan [7], [8] [9].

Dalam menghadapi tantangan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan analisis statik mesin pencacah rumput dengan kapasitas 5 HP. Desain mesin yang dikembangkan diharapkan dapat mengatasi permasalahan efisiensi proses pencacahan yang selama ini menghambat peningkatan produktivitas pakan ternak. Analisis statik menjadi aspek penting dalam penelitian ini karena bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen mesin, mulai dari rangka, poros, pisau pencacah, hingga motor penggerak, memiliki kekuatan struktural yang memadai untuk menahan beban operasional. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diidentifikasi potensi kelemahan dalam desain yang berisiko menyebabkan kegagalan struktural atau kerusakan pada mesin selama penggunaan jangka panjang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek performa pencacahan, tetapi juga pada aspek keselamatan dan daya tahan mesin.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan. Tahap awal dilakukan dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait desain mesin pencacah, penggunaan teknologi terkini dalam pengolahan pakan ternak, dan prinsip-prinsip analisis statik yang relevan. Selanjutnya, proses perancangan dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak desain berbantuan komputer (CAD) untuk menghasilkan model 3D mesin yang detail. Model tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode elemen hingga (finite element analysis) untuk mengevaluasi distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan pada masing-masing komponen. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menentukan apakah desain yang diusulkan sudah memenuhi standar kekuatan dan keandalan yang diperlukan. Setelah itu, pembuatan prototipe dilakukan untuk menguji performa mesin dalam kondisi nyata, sehingga hasil pengujian dapat dibandingkan dengan simulasi yang telah dilakukan sebelumnya dan memberikan umpan balik untuk perbaikan desain.

Penelitian ini memiliki signifikansi yang cukup besar baik bagi peternak maupun pengembangan teknologi pertanian. Bagi peternak, kehadiran mesin pencacah rumput yang efisien dan handal diharapkan dapat

mengurangi beban kerja manual, mempercepat proses pengolahan pakan, dan menghasilkan potongan rumput yang seragam sehingga kualitas pakan ternak dapat terjaga dengan baik. Selain itu, peningkatan produktivitas pakan akan berdampak langsung pada peningkatan produktivitas ternak, yang pada akhirnya mendukung pertumbuhan ekonomi sektor peternakan.

Dari sisi pengembangan teknologi, penelitian ini dapat menjadi referensi penting dalam pengembangan mesin-mesin pertanian dan peternakan modern, serta mendorong inovasi dalam penerapan analisis statik untuk memastikan keamanan dan keandalan peralatan industri. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membuka peluang bagi industri manufaktur dalam mengembangkan produk-produk mesin pertanian yang memiliki potensi pasar yang luas, baik di dalam negeri maupun di tingkat internasional.

Pendekatan analisis statik melalui simulasi elemen hingga tidak hanya memberikan pemahaman mendalam mengenai distribusi beban dan tegangan pada mesin, tetapi juga menjadi dasar untuk perbaikan desain yang lebih efisien dan ekonomis. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi praktis untuk permasalahan pengolahan pakan ternak, tetapi juga menambah khazanah pengetahuan mengenai penerapan metode analisis struktural dalam pengembangan mesin industri. Secara keseluruhan, penelitian ini menyatukan berbagai disiplin ilmu, mulai dari mekanika struktur, material, hingga teknologi manufaktur, untuk menghasilkan sebuah inovasi yang dapat diimplementasikan secara luas dalam dunia pertanian dan peternakan.

II. LANDASAN TEORI

A. Teori Finite Element Analysis (FEA)

Finite Element Analysis (FEA) adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah teknik kompleks dengan membagi struktur menjadi elemen-elemen kecil yang saling terhubung. Pada setiap elemen, persamaan keseimbangan gaya dan momen diterapkan untuk menghitung respons struktural terhadap beban. Dalam konteks mesin pencacah rumput, FEA digunakan untuk mensimulasikan beban statis yang bekerja pada

rangka, poros, dan pisau pencacah. Proses ini melibatkan pembuatan mesh (jaringan elemen), penerapan kondisi batas, serta interpretasi hasil berupa distribusi tegangan dan deformasi. Dengan demikian, FEA membantu dalam mengidentifikasi titik-titik kritis yang mungkin mengalami kegagalan, sehingga perbaikan desain dapat dilakukan sebelum implementasi fisik mesin [8].

B. Prinsip Kerja Mesin Pencacah Rumput

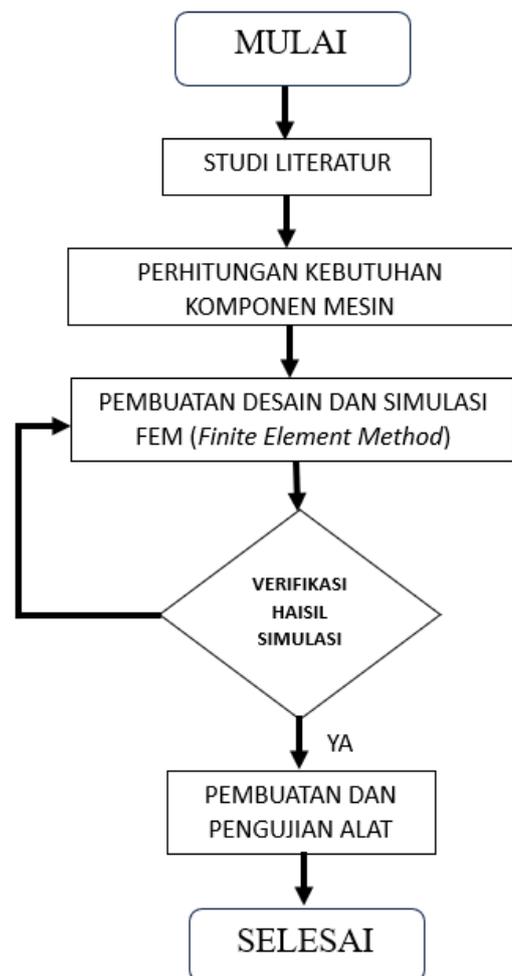
Mesin pencacah rumput berfungsi untuk memotong dan mencacah bahan baku rumput menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam sehingga memudahkan proses pengolahan pakan ternak. Komponen utama mesin ini meliputi motor penggerak, poros, pisau pencacah, dan rangka penopang. Motor penggerak dengan kapasitas 5 HP memberikan tenaga yang cukup untuk menggerakkan poros dan pisau pencacah secara kontinu. Pisau pencacah didesain sedemikian rupa untuk menghasilkan potongan yang optimal, sementara rangka berfungsi sebagai struktur pendukung yang harus mampu menahan beban dinamis dan statis selama proses pencacahan. Penerapan prinsip mekanika pemotongan dan dinamika rotasi sangat penting dalam mendesain sistem ini agar proses pencacahan berjalan efisien dan menghasilkan produk pakan dengan kualitas yang konsisten [10][11][12].

III. METODE PENELITIAN

Proses rancang bangun mesin pencacah rumput diawali dengan studi literatur untuk mengamati langsung kondisi pengolahan rumput di peternakan. Kegiatan ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi peternak, mengevaluasi metode pencacahan yang digunakan, serta mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan kapasitas mesin yang dibutuhkan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan kebutuhan komponen mesin yang disesuaikan dengan pakan ternak yang akan dicacah per hari.

Tahap selanjutnya adalah pembuatan desain dan simulasi statik menggunakan metode FEM (*Finite Element Method*). Pembuatan desain dimulai dengan pembuatan model 3D menggunakan perangkat lunak CAD, yang mencakup seluruh komponen utama mesin. Model tersebut kemudian dianalisis secara statik menggunakan metode elemen hingga (FEA) untuk memastikan kekuatan dan keamanan struktur saat

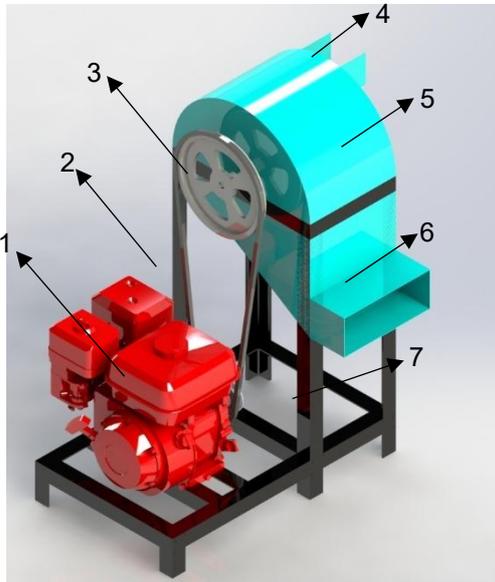
beroperasi. Setelah desain dinyatakan layak, proses pembuatan alat dilakukan dengan pembuatan dan perakitan komponen sesuai spesifikasi desain, dengan memperhatikan kualitas material dan teknik manufaktur yang tepat. Tahap akhir adalah pengujian mesin dalam kondisi operasional nyata untuk menilai produk hasil pencacahan rumput.



Gambar 1. Diagram alir proses rancang bangun mesin pencacah rumput

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Desain Mesin Pencacah Rumput



Gambar 1. Desain CAD alat mesin pencacah rumput

Keterangan:

1. Mesin penggerak 5 HP
2. V-belt
3. Pulley
4. Hopper
5. Housing blade
6. Outlet
7. Frame

B. Perhitungan Elemen Mesin

Mesin pencacah rumput adalah alat mekanis yang dirancang untuk memotong dan mencacah rumput menjadi potongan-potongan kecil yang seragam. Mesin ini berfungsi untuk mengolah rumput, sehingga dapat digunakan sebagai pakan ternak atau bahan baku dalam proses pengolahan lainnya. Mesin pencacah rumput dilengkapi dengan motor penggerak, poros, dan pisau cacah yang bekerja secara simultan untuk menghasilkan potongan rumput dengan ukuran yang konsisten. Dengan penggunaan mesin pencacah rumput, proses pengolahan rumput menjadi lebih efisien,

mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta meningkatkan produktivitas dalam produksi pakan ternak. Sebelum dilakukan perancangan perlu menghitung beberapa elemen mesin antara lain: rasio kecepatan *pulley*, daya transmisi, daya rencana, momen rencana, kecepatan sabuk, dan torsi poros.

1. Perhitungan rasio kecepatan pulley

Diketahui:

Diameter pulley kecil (D_1) = 50 mm

Diameter pulley besar (D_2) = 100 mm

Kecepatan putar mesin (n_1) = 3000 rpm

Maka kecepatan putar pulley (n_2) :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$n_2 = \frac{3000 \cdot 50}{100} = 1500 \text{ rpm}$$

2. Daya rencana (kW)

Nilai daya yang ditransmisikan (i):

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3000}{1500} = 2 \text{ kW}$$

Faktor koreksi (f_c) = 0,8

Maka daya rencana (kW) adalah:

$$P_d = f_c \cdot P = 0,8 \cdot 3000 = 2,4 \text{ kW}$$

3. Kecepatan sabuk (m/s)

$$V_p = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot D_2}{60.000}$$

$$V_p = \frac{3.14 \cdot 50 \cdot 3000}{60.000} = 7,85 \text{ m/s}$$

4. Perhitungan torsi (N.m)

$$T = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n_2} = \frac{60 \cdot 3728}{2 \cdot 3,14 \cdot 1500} = 23,74 \text{ N.m}$$

Setelah didapatkan hasil perhitungan diatas maka tahapan selanjutnya adalah membuat analisis statik. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pembuatan alat dan melakukan

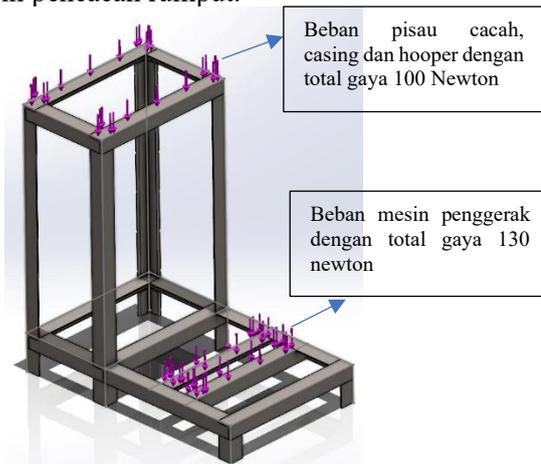
pengujian. Berikut ini adalah hasil pembuatan alat mesin pencacah rumput.



Gambar 2. Hasil rancang bangun alat mesin pencacah rumput

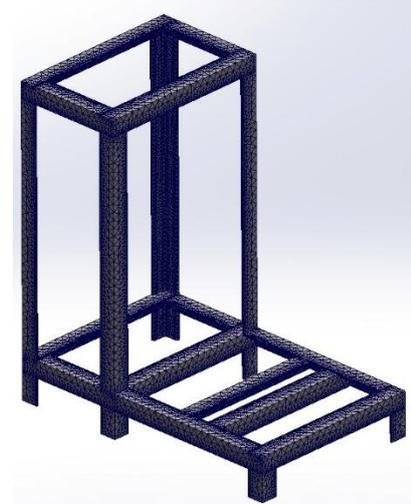
C. Analisis Statik

Tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi analisis statik pada desain rangka mesin pencacah rumput. Beban eksternal rangka dibagi menjadi dua, yaitu: mesin penggerak dengan beban 13 kg dan komponen unit pisau pencacah dan rumahnya sebesar 10 kg. Berikut ini adalah titik pembebanan pada rangka mesin pencacah rumput.



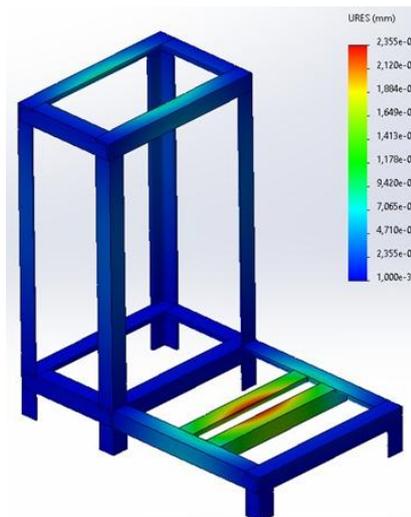
Gambar 2. Titik pembebanan statik pada rangka mesin pencacah rumput

Langkah selanjutnya adalah proses meshing. Proses meshing bertujuan untuk membagi model menjadi bagian kecil agar persamaan matematis dapat diselesaikan secara numerik. Berikut ini adalah hasil meshing pada rangka mesin pencacah rumput.



Gambar 3. Hasil *meshing* pada rangka mesin pencacah rumput

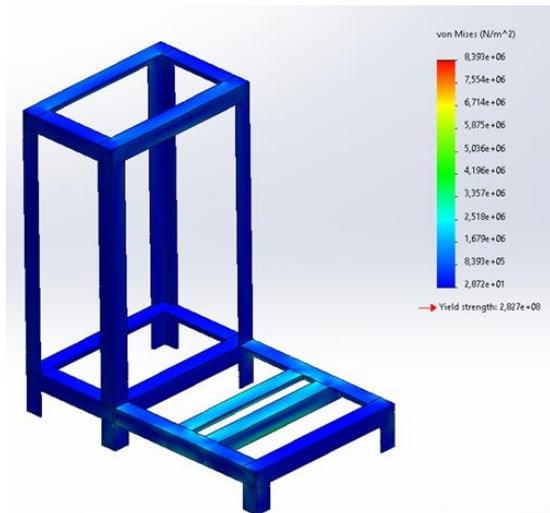
Langkah selanjutnya melakukan proses running simulasi. Setelah running selesai maka bisa ditampilkan visualisasi gaya-gaya yang bekerja pada rangka seperti: *displacement*, von Mises, dan *factor of safety*. Berikut ini adalah analisisnya.



Gambar 4. Visualisasi *displacement*

Gambar 4 diatas menampilkan distribusi perpindahan (*displacement*) akibat beban yang diberikan pada struktur rangka. Perpindahan tertinggi terjadi di bagian lantai dasar rangka, yang merupakan daerah penopang beban motor penggerak dari mesin pencacah. Nilai perpindahan maksimum adalah 0,0235 mm, yang tergolong sangat kecil untuk struktur

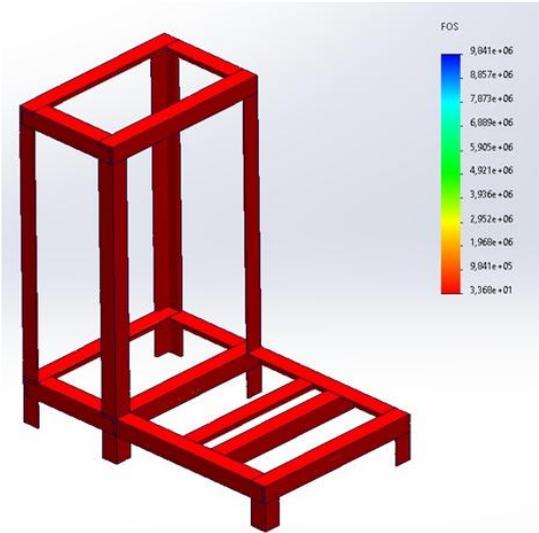
dengan beban mekanik. Sebaran warna dari biru ke hijau muda menunjukkan adanya sedikit lenturan lokal di beberapa titik, tetapi keseluruhan rangka tetap berada dalam kondisi rigid dan stabil. Dengan kata lain, struktur mampu menjaga bentuk dan posisi komponennya dengan sangat baik selama beroperasi, yang sangat penting untuk menjaga keakuratan mekanisme pencacahan, serta menjaga keseimbangan sistem transmisi dan putaran.



Gambar 5. Visualisasi von Mises

Gambar 5 diatas menunjukkan tegangan Von Mises yang terjadi pada rangka mesin saat diberi beban kerja. Tegangan Von Mises digunakan sebagai kriteria utama dalam analisis kegagalan material ductile (seperti baja), dan membandingkan tegangan gabungan terhadap nilai batas leleh material. Nilai maksimum tegangan tercatat sebesar $8,39 \times 10^6$ N/m² (atau 8,39 MPa), yang jauh di bawah nilai batas leleh material sebesar $2,827 \times 10^8$ N/m² (282,7 MPa). Distribusi warna pada struktur sebagian besar berwarna biru tua, yang berarti tegangan yang dialami berada dalam batas aman dan relatif rendah. Hanya beberapa bagian yang menunjukkan warna hijau-kehijauan, yaitu pada daerah tumpuan komponen pisau, casing dan dudukan motor, yang menunjukkan konsentrasi tegangan sedikit lebih tinggi tetapi masih sangat jauh dari batas kritis. Artinya, tidak ada indikasi bahwa material akan mengalami deformasi plastis atau retak akibat beban kerja. Desain yang ditampilkan sangat aman dari kegagalan struktural. Ini juga menunjukkan pemilihan material dan geometri

struktur sudah sangat tepat, serta proses analisis mendeteksi bahwa gaya-gaya yang bekerja telah tersebar secara merata di seluruh komponen.



Gambar 6. Visualisasi FOS (*Factor of Safety*)

Gambar 6 diatas menampilkan distribusi *Factor of Safety* (FOS) dari struktur rangka. FOS merupakan indikator utama dalam menilai seberapa aman suatu struktur dalam menahan beban kerja dibandingkan dengan kekuatan materialnya. Dalam hasil simulasi ini, nilai minimum FOS tercatat sebesar 34, yang berarti kekuatan struktur 34 kali lebih besar dari beban maksimum yang diterimanya pada saat simulasi. Nilai ini sangat tinggi dan menandakan bahwa rangka dirancang dengan tingkat keamanan yang sangat tinggi. Sebaran warna merah yang mendominasi pada grafik FOS menunjukkan bahwa hampir seluruh bagian struktur berada dalam kondisi aman. Tidak ada bagian yang menunjukkan zona kritis (warna hijau-kuning-merah muda), yang biasanya mengindikasikan nilai FOS mendekati 1 (batas aman minimum). Hal ini menunjukkan bahwa struktur tidak hanya mampu menahan beban statik, tetapi juga memiliki toleransi tinggi terhadap beban dinamis, getaran, atau perubahan mendadak saat pengoperasian.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian dilakukan dengan melakukan pencacahan rumput seberat 50 Kg kemudian mencatat waktu saat proses pemotongan hingga selesai. Pengujian dilakukan sejumlah 5 kali pada putaran

mesin 1000, 1500, 2000, 2500 dan 3000 rpm. Putaran mesin diatur lewat tuas *throttle* mesin dan dicocokkan dengan putaran mesin yang diukur menggunakan tachometer pada poros. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil pengujian pencacahan rumput

Putaran Mesin (RPM)	Berat rumput (Kg)	Waktu (menit)
1000	50	55
1500	50	45
2000	50	40
2500	50	37
3000	50	25

Berikut ini adalah hasil pencacahan dari mesin pencacah rumput.



Gambar 7. Hasil rumput yang sudah dicacah

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis statik mesin pencacah rumput dengan kapasitas 5 HP, dapat disimpulkan bahwa mesin ini telah dirancang dengan memperhatikan aspek efisiensi, keandalan, dan keamanan operasional. Studi lapangan dan literatur memberikan gambaran kebutuhan nyata serta standar teknis yang harus dipenuhi. Proses perancangan yang didukung oleh perangkat lunak CAD dan analisis statik menggunakan metode elemen hingga (FEA) menunjukkan bahwa desain mesin mampu menahan

beban operasional dengan distribusi tegangan yang optimal dan faktor keamanan yang memadai. Pembuatan prototipe dan pengujian di lapangan mengonfirmasi bahwa mesin pencacah rumput dapat menghasilkan potongan rumput yang seragam dengan efisiensi tinggi, sehingga berpotensi meningkatkan produktivitas pakan ternak. Secara keseluruhan, inovasi ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, tetapi juga membuka peluang pengembangan teknologi mesin pertanian yang lebih modern dan andal untuk mendukung kemajuan sektor peternakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terima Kasih kepada Unit Pengelola Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat-Penjaminan Mutu (UPPM-PM) Akademi Komunitas Negeri Pacitan yang telah memberi pendanaan pada program Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2024 nomor SK: 128/AK1/DT.06.01/2024 dan mitra pengabdian Peternak Kambing Desa Baraan Kelurahan Ploso Kecamatan Pacitan Kabupaten Pacitan

REFERENSI

- [1] G. Naufan Febrianto and M. Yasin, "PENDAMPINGAN MANAJEMEN USAHA DAN PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PAKAN TERNAK ALTERNATIF MENGGUNAKAN MESIN PENCACAH RUMPUT DENGAN PROSES SILASE PADA KELOMPOK TERNAK MAKMUR DESA KEBONDALEM JOMBANG," *Community Dev J*, vol. 4, no. 2, pp. 2881–2890, 2023.
- [2] Z. Anisah, S. Fatimah, R. A. Aziz, M. Anam, and K. Fata, "Pendampingan Pengolahan Pakan Ternak Melalui Fermentasi di Desa Sidorejo Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban: Pengabdian Berbasis Participatory Action Research," 2021.
- [4] J. Yudianto Prihatin, P. Teknik Mesin, and S. Tinggi Teknologi Warga Surakarta, "PENERAPAN MESIN POTONG RUMPUT PAKAN SAPI SISTEM INDEPENDENT 4 BLADE DI UKM JUMANTONO APPLICATED COW FOOD GRADE CUTTING MACHINE SYSTEM INDEPENDENT 4 BLADE IN JUMANTONO UKM," 2020.
- [5] S. Sujito, F. I. Kusuma, S. Sumarli, A. Witjoro, and Thoriq Bachtiar Y. E., "Peningkatan Kualitas Pakan Ternak Berbasis Teknologi Tepat Guna Mesin Pencacah Rumput di Desa Sambigede," *ABDIKAN: Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi*,

- vol. 2, no. 4, pp. 617–623, Nov. 2023, doi: 10.55123/abdikan.v2i4.2393.
- [6] W. K. Sugandi, A. Yusuf, and M. Saukat, “Construction Design and Test Performance of Elephant Grass Cutting Machine for Cattle Feed using Reel Type Knife,” 2016.
- [7] U. Lesmanah, C. Yazirin, and N. Humaidah, “MESIN PENCACAH RUMPUT PAKAN TERNAK UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KELOMPOK TERNAK,” vol. 8, no. 5, 2024, doi: 10.31764/jmm.v8i5.26588.
- [8] R. Li, “Research on Application of Finite Element Method in Static Analysis,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Mar. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1802/4/042008.
- [9] “72-Article Text-523-2-10-20230616”.
- [10] R. Ismail, M. Thohirin, M. Yunus, R. Dalimunthe, and U. Sang Bumi Ruwa Jurai, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak.”
- [11] M. Setiawan Sukardin, M. Nurul, H. Amaluddin, M. Jufri, and R. Mangnga’ Domi’, “Bidang: Teknik Manufaktur Industri Agro Topik: Rekayasa dan Perancangan Mesin Industri Agro RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH PAKAN TERNAK DENGAN KAPASITAS 500 KG/JAM.”
- [12] G. Gde Badrawada and V. Yudha, “Penerapan Teknologi Mesin Pencacah Rumput Untuk Kemandirian Pakan Di Kelompok Ternak Ngudi Makmur,” Juli, 2023. [Online]. Available: <https://edumediadialution.com/index.php/society>