

Analisis Faktor Keamanan Rangka Mesin Chopper Bertenaga Diesel Kapasitas Produksi 60 Kg/Menit

¹Yusuf Alfian Wildiy, ²Hesti Istiqlaliyah

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹yusufalfian789@gmail.com, ²hestiisti@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Yusuf Alfian Wildiy

Abstrak— Peningkatan efisiensi penyediaan pakan ternak menjadi kebutuhan utama di sektor peternakan, terutama dalam mengatasi keterbatasan waktu dan tenaga. Mesin chopper bertenaga diesel dirancang untuk mencacah pakan dengan kapasitas 60 kg/menit. Dalam mendukung kinerja mesin dibutuhkan rangka sebagai penopang seluruh bagian dari mesin. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain rangka serta mengevaluasi kekuatan strukturnya melalui simulasi numerik yang dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Analisis difokuskan pada tegangan *Von Mises*, deformasi, serta faktor keamanan terhadap material baja ST 37. Hasil simulasi menunjukkan nilai tegangan maksimum sebesar 19,6 MPa, deformasi maksimum 0,124 mm, dan *safety factor* minimum 27, yang jauh di atas batas minimum standar. Dari hasil yang didapat, diketahui bahwa desain rangka aman, stabil, dan layak digunakan dalam operasional peternakan skala menengah.

Kata Kunci— Chopper, Faktor Keamanan, Rangka Mesin, Baja ST 37

Abstract— *Improving the efficiency of animal feed provision has become a primary need in the livestock sector, especially in addressing time and labor constraints. A diesel-powered chopper machine is designed to chop feed at a capacity of 60 kg/minute. To support the machine's performance, a frame is required to hold all parts of the machine. This study aims to design the frame and evaluate its structural strength through numerical simulation using SolidWorks software. The analysis focuses on Von Mises stress, deformation, and the safety factor for ST 37 steel material. The simulation results show a maximum stress value of 19.6 MPa, a maximum deformation of 0.124 mm, and a minimum safety factor of 27, which is well above the minimum standard threshold. Based on these results, it is concluded that the frame design is safe, stable, and suitable for use in medium-scale livestock operations.*

Keywords— Chopper, Frame, Safety Factor, ST 37 Steel

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



I. PENDAHULUAN

Sejak diberlakukannya otonomi daerah pada tahun 2001, setiap pemerintah daerah terdorong untuk memaksimalkan potensi sumber daya lokal guna mewujudkan pembangunan ekonomi yang berkualitas dan berkelanjutan. Salah satu sektor strategis yang memiliki kontribusi besar terhadap perekonomian lokal adalah sektor peternakan, khususnya budidaya sapi potong. Di Desa Tempurejo, Kecamatan Wates, mayoritas penduduk berprofesi sebagai petani dan peternak, dengan komoditas utama berupa sapi pedaging. Jenis sapi yang banyak dibudidayakan meliputi Brahman Cross, Limosin, dan Friesian Holstein, yang dikenal dengan pertumbuhan cepat dan efisiensi pemeliharaan yang tinggi[1]. Namun, produktivitas peternakan di daerah tersebut masih

dihadapkan pada berbagai kendala, terutama dalam penyediaan pakan. Sekitar 60–70% biaya operasional peternakan dialokasikan untuk pengadaan pakan, khususnya hijauan seperti rumput[2]. Ironisnya, meskipun ketersediaan rumput di kawasan ini sangat melimpah karena banyaknya lahan pertanian dan hutan rakyat, proses pencacahan rumput sebagai bahan utama pakan masih dilakukan secara manual dengan sabit atau alat konvensional lainnya. Hal ini menyebabkan pemborosan tenaga kerja, waktu, serta tidak konsisten dalam ukuran potongan, yang dapat memengaruhi efisiensi konsumsi pakan oleh ternak[3][4]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan inovasi berupa mesin pencacah (*chopper*) rumput yang andal, ergonomis, dan hemat energi[5]. Salah satu aspek penting dalam perancangan mesin pencacah adalah rangka sebagai penopang utama seluruh sistem. Rangka yang tidak dirancang dengan perhitungan yang tepat dapat menimbulkan kegagalan struktural, menurunkan efisiensi kerja, bahkan membahayakan keselamatan operator. Oleh karena itu, analisis terhadap faktor keamanan (*safety factor*) dan beban statik yang bekerja pada rangka menjadi bagian krusial yang tidak dapat diabaikan[6]. Secara teoritis, analisis kekuatan statik dilakukan untuk mengetahui respons material dan struktur terhadap pembebanan tertentu[7].

Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan berbasis simulasi numerik melalui perangkat lunak *Solidworks*, yang memungkinkan visualisasi tegangan (*stress*), perpindahan (*displacement*), serta perhitungan faktor keamanan secara presisi[8]. Teori mekanika bahan dan analisis struktur digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menentukan jenis material rangka yang tepat, seperti baja ST 37 atau setara, dengan mempertimbangkan kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan kemampuan deformasi[9][10].

Penyelesaian dari permasalahan ini adalah merancang dan menganalisis rangka mesin chopper bertenaga diesel dengan kapasitas produksi 60 kg/menit melalui pendekatan teknis dan ilmiah. Diharapkan hasil dari analisis ini dapat menghasilkan desain rangka yang kuat, stabil, aman digunakan, serta dapat menunjang kinerja mesin secara optimal di lapangan[11]. Mesin ini diharapkan menjadi solusi tepat guna bagi para peternak di Tempurejo dan daerah sekitarnya dalam meningkatkan efisiensi dan skala produksi pakan ternak.

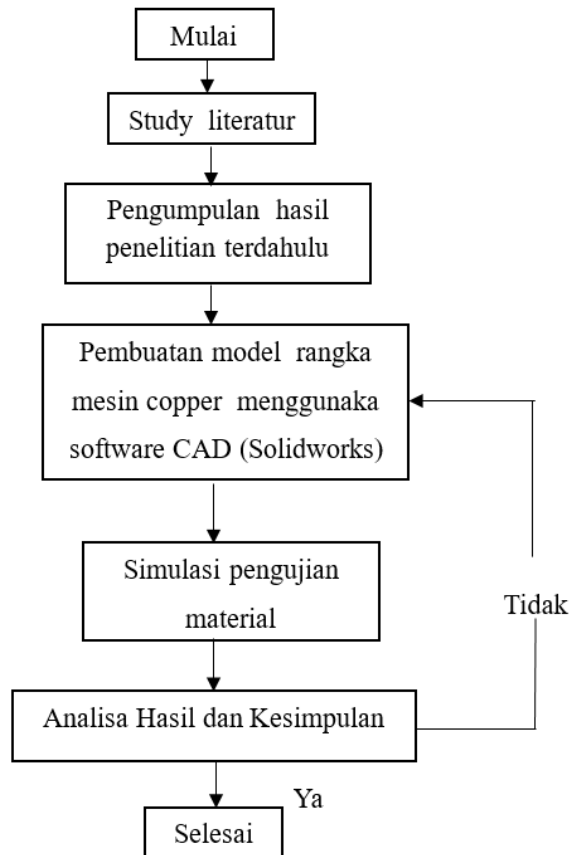
II. METODE

A. Prosedur Penelitian

Pada penelitian dengan judul “Analisis Faktor Keamanan Rangka Mesin Chopper Bertenaga Diesel Kapasitas Produksi 60 Kg/Menit” menggunakan metode sebagai berikut:

Tahap awal dalam penelitian ini adalah melakukan kajian pustaka untuk menelusuri dan mendalami literatur yang berkaitan dengan desain dan analisis kekuatan rangka, khususnya menggunakan perangkat lunak *Solidworks*. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data menggunakan pendekatan kuantitatif terhadap rangka mesin chopper berkapasitas 60 kg/menit, meliputi dimensi, material, dan parameter kekuatan. Pendekatan ini memberikan data objektif dan representatif untuk dianalisis secara deskriptif guna mengidentifikasi pola dan potensi kelemahan struktur. Tahap berikutnya adalah perancangan model rangka mesin chopper berbasis tenaga diesel menggunakan software CAD. Setelah model dirancang, dilakukan simulasi uji kekuatan material di SolidWorks dengan memasukkan parameter yang sesuai. Hasil simulasi dianalisis berdasarkan nilai tegangan *Von Mises*, deformasi, dan faktor keamanan. Data hasil simulasi disajikan dalam bentuk grafik dan dijadikan dasar penarikan kesimpulan mengenai performa dan kelayakan desain rangka mesin yang diteliti.

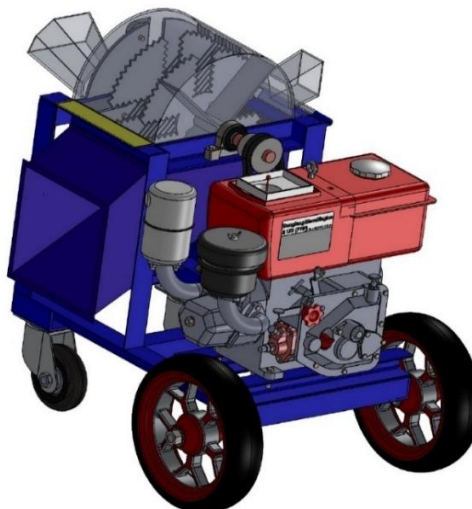
Dari penjelasan di atas mengenai prosedur penelitian dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

B. Desain Perancangan

Pada gambar 2 di bawah rangka yang berfungsi menopang dan mengikat semua komponen sebagai berikut : motor diesel, tabung, pisau dan lain-lain, sehingga peran penting dalam produk tersebut.

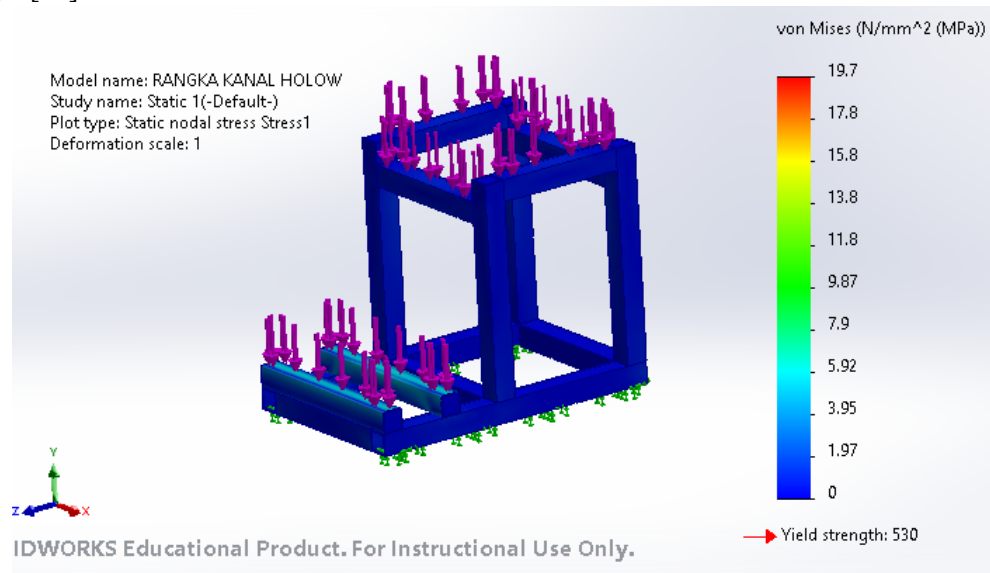


Gambar 2. Mesin Chopper

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Simulation Stress (*Von mises*)

Dalam analisis tegangan *Von Mises*, kegagalan material ditentukan saat tegangan mencapai batas luluh, sehingga hasil yang diperoleh berupa nilai tegangan tarik maksimum pada rangka[12].

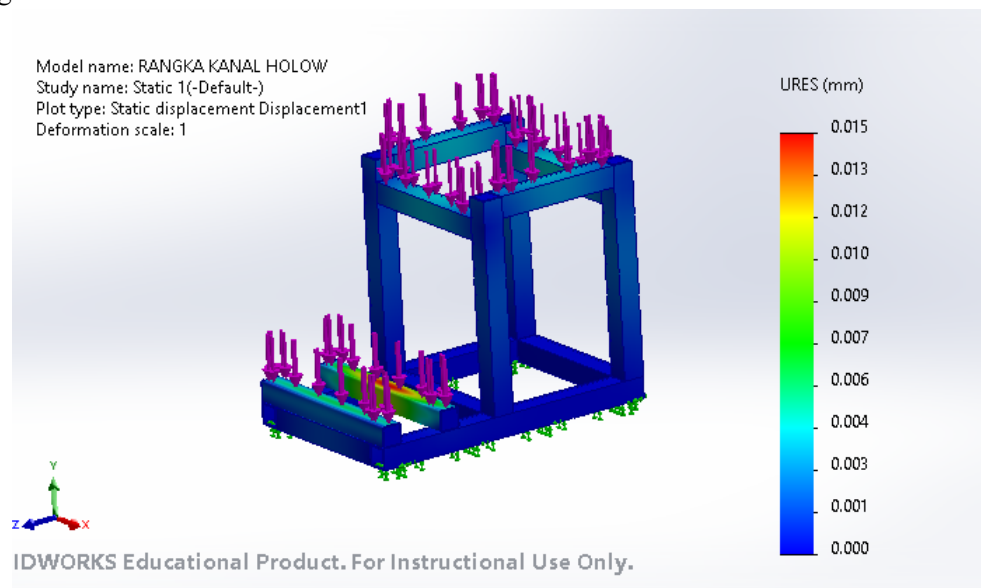


Gambar 3. Simulasi *Stress (Von Mises)*

Dari data simulasi kekuatan rangka diatas dengan besi kanal U dan material ST 37 nilai min 0 Mpa dan Max 19.7 MPa.

B. Hasil Data Simulation *Displacement*

Displacement menunjukkan perubahan bentuk benda akibat gaya yang diterima[13]. Hasil dari simulasi dibawah menunjukkan bahwa nilai *Displacement* pada rangka mesin *chopper* sebagai berikut:

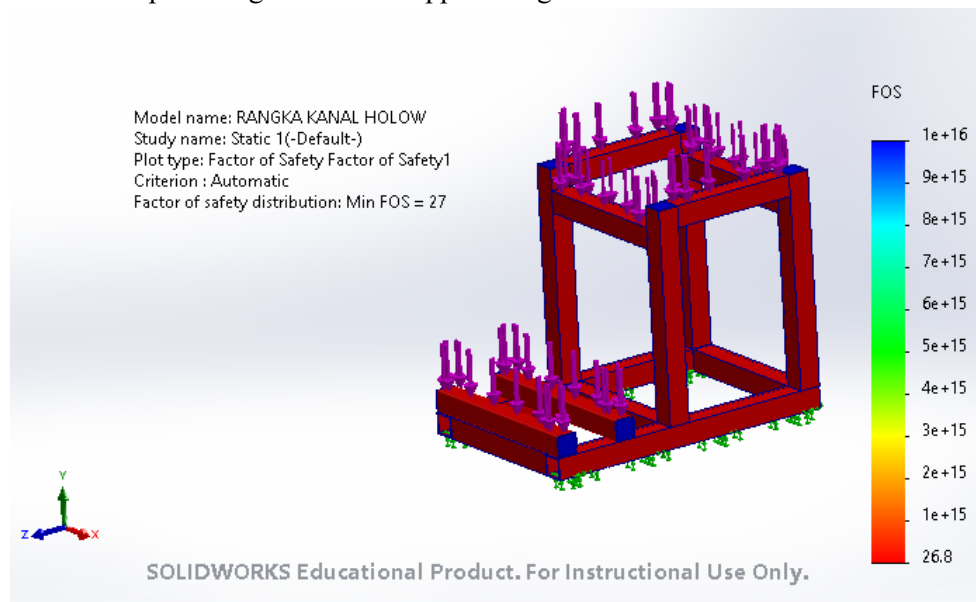


Gambar 4. Simulasi *Displacement*

Sedangkan dari hasil simulasi kekuatan rangka memakai bahan ST 37 menunjukkan nilai *displacement max* sebesar 0.015mm

C. Hasil Data Simulation *Safety of Factor*

Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) adalah nilai yang menunjukkan tingkat keamanan dalam sebuah desain, dihitung dengan membagi tegangan luluh material (*yield strength*) dengan tegangan yang sebenarnya terjadi. Nilai faktor keamanan yang diperoleh menunjukkan bahwa model blade atau mata pisau berada dalam kondisi aman terhadap tegangan yang diterima. Faktor keamanan dinyatakan aman apabila nilainya lebih dari 1[13][14]. Dalam penelitian ini, simulasi dilakukan menggunakan software. Hasil simulasi dengan memakai Solidworks 2022 pada rangka mesin chopper sebagai berikut:



Gambar 5. Simulasi *Factor of Safety*

Hasil simulasi memakai bahan *Hollow* dengan material ST 37 menunjukkan nilai *Safety of Factor* Min 27 max $1e+16/10^{15}$.

Rangka mesin chopper yang memiliki dimensi panjang lebar dan tinggi menggunakan besi hollow menggunakan material baja ST 37 memperlihatkan kinerja struktural yang unggul. Dengan nilai tegangan maksimum sebesar 19,6 MPa dan deformasi maksimum sebesar 0,124 mm menunjukkan bahwa rangka mampu menahan beban kerja tanpa mengalami deformasi yang berlebihan. Menurut penelitian, baja ST 37 memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya adalah sifat keuletan dan ketangguhan yang baik[9]. Hal ini berkaitan dengan karakteristik ST 37 sebagai baja karbon menengah yang setara dengan AISI 1045, dengan komposisi kimia berupa 0,5% karbon, 0,8% mangan, 0,3% silikon, serta unsur-unsur tambahan lainnya[11]. Namun demikian, beberapa sumber juga mengelompokkan ST 37 sebagai baja karbon rendah karena kadar karbonnya yang relatif rendah, yakni di bawah 0,3%. Oleh karena itu, baja ini sering disebut sebagai baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas[10].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, rangka mesin *chopper* dengan material baja ST 37 menunjukkan performa struktural yang sangat baik. Nilai tegangan maksimum sebesar 19,6 MPa dan deformasi maksimum sebesar 0,124 mm menunjukkan bahwa struktur rangka tidak mengalami deformasi berlebihan saat menerima beban kerja. Selain itu, nilai *safety factor* minimum sebesar 27 menandakan tingkat keamanan yang sangat tinggi, jauh di atas batas minimum yang disyaratkan berada di atas ambang batas minimum sebesar 2. Dengan demikian, rangka mesin *chopper* dinyatakan aman, kuat, dan layak untuk digunakan dalam operasional pencacahan pakan ternak berkapasitas 60 kg/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. H. Pengabdian, “Jurnal Pengabdian UNDIKMA:,” vol. 5, no. 4, pp. 654–661, 2024.
- [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] 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.
- [4] R. M. Kojo, D. Rustandi, Y. R. L. Tulung, and S. S. Malalantang, “PENGARUH PENAMBAHAN DEDAK PADI DAN TEPUNG JAGUNG TERHADAP KUALITAS FISIK SILASE RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum* cv. Hawaii),” *Zootec*, vol. 35, no. 1, p. 21, 2015, doi: 10.35792/zot.35.1.2015.6426.
- [5] A. B. Ardiansyah *et al.*, “ANALISA KEKUATAN RANGKA PADA MESIN CHOPPER MULTIFUNGSI KAPASITAS 2 , 5 KG PER MENIT,” 2024.
- [6] 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.
- [7] E. A. . Sandy S, “Simulasi Faktor Keamanan dan Pembebanan Statik Rangka Pada Turbin Angin Savonius,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–48, 2022, doi: 10.56127/jukim.v1i2.94.
- [8] F. E. Analysis, “ANALISA DESAIN RANGKA SEPEDA MOTOR LISTRIK GRACIA TMK19 TIPE DOUBLE CRADLE MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA),” vol. 6, no. 1, 2024.
- [9] I. Wijayanti, R. Hakim, and W. Widodo, “Studi Experimen Mula: Analisa Kekasaran Permukaan Baja ST 37 Terhadap Variasi Kuat Arus Listrik,” *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–65, 2019, doi: 10.30871/jatra.v1i2.1781.
- [10] M. S. Ummah, “ANALISIS STRUKTUR MICRO MATERIAL BAJA KARBON RENDAH (ST 37) SNI AKIBAT PROSES BENDING,” *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBE_TUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

- [11] S. Wunda, A. Z. Johannes, R. K. Pingak, and A. S. Ahab, “Analisis Tegangan , Regangan Dan Deformasi Crane Hook Dari Material Baja Aisi 1045 Dan Baja St 37 Menggunakan Software Elmer,” *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 4, no. 2, pp. 131–137, 2019, [Online]. Available: <https://shorturl.at/iGabf>
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] J. P. Vidosic, “Machine design projects.,” 1957, *Ronald Press Co., New York*. [Online]. Available: <https://catalog.hathitrust.org/Record/002020945>