



Optimasi Kinerja dan Kekuatan Poros Mesin Pencacah Ban Multifungsi Berbasis Metode FEA

Hery Irawan^{1*}, Raka Noerman Khatami²

¹⁻²Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia

*Penulis Korespondensi: heryirawan494@gmail.com

Abstract. *The shaft is a crucial component in mechanical systems because it serves to transfer power and rotational motion throughout the machine. This research aims to assess the structural strength and operational performance of shafts used in a tire shredding machine through numerical simulation methods in order to achieve a safe and efficient design. The study involved several stages, including the development of shaft geometry models, the determination of boundary conditions, load application, mesh generation, and stress analysis using the finite element method. Two shaft configurations were examined: a 59 mm diameter shaft made from AISI 1045 steel and a 49 mm diameter shaft manufactured from ASTM A36 steel. The simulation results indicate that the 59 mm shaft experiences a Von Mises stress of 8.9×10^{-5} MPa, with a maximum displacement of 0 mm and a safety factor of 15. Similarly, the 49 mm shaft shows a Von Mises stress of 8.4×10^{-5} MPa, no measurable displacement, and a safety factor of 15. These findings confirm that both shaft designs are capable of safely withstanding the applied working loads. In addition, cutting system tests revealed that a 24-tooth blade achieved an efficiency of 26.9%, while a 40-tooth blade reached only 22.3%, indicating that the 24-tooth configuration provides better performance.*

Keywords: *Efficiency; Finite Element Method; Safety Factor; Shaft; Von Mises.*

Abstrak. Poros merupakan elemen utama dalam sistem mekanik yang berfungsi menyalurkan daya dan meneruskan putaran pada mesin. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan serta performa poros pada mesin pencacah ban dengan menggunakan pendekatan simulasi numerik agar diperoleh desain yang aman dan efisien. Tahapan penelitian meliputi pembuatan model geometri poros, penentuan kondisi batas, pemberian beban, proses meshing, dan analisis distribusi tegangan menggunakan metode elemen hingga. Analisis dilakukan pada dua jenis poros, yaitu poros berdiameter 59 mm berbahan AISI 1045 dan poros berdiameter 49 mm berbahan ASTM A36. Hasil simulasi menunjukkan bahwa poros 59 mm memiliki tegangan *Von Mises* sebesar $8,9 \times 10^{-5}$ MPa, perpindahan maksimum 0 mm, dan faktor keamanan 15. Sementara itu, poros 49 mm menghasilkan tegangan *Von Mises* $8,4 \times 10^{-5}$ MPa, perpindahan maksimum 0 mm, dan faktor keamanan 15. Kedua poros dinyatakan aman untuk digunakan karena masih berada dalam batas aman terhadap beban kerja. Pengujian sistem pemotongan memperlihatkan bahwa pisau 24 *teeth* menghasilkan efisiensi 26,9%, sedangkan pisau 40 *teeth* hanya mencapai 22,3%, sehingga konfigurasi 24 *teeth* dinilai lebih optimal.

Kata kunci: Efisiensi; Faktor Keamanan; Metode Elemen Hingga; Poros; *Von Mises*.

1. LATAR BELAKANG

Poros merupakan komponen penting dalam sistem mekanik yang berfungsi menyalurkan daya dan putaran dari motor penggerak ke bagian mesin lainnya (Sularso & Suga, 1997). Pada mesin pencacah ban multifungsi, poros tidak hanya berfungsi sebagai penopang, tetapi juga sebagai penerus putaran menuju pisau pencacah yang bekerja pada material keras seperti ban bekas. Oleh sebab itu, desain poros harus memperhatikan sifat material, tingkat kekakuan, faktor keamanan, serta kemampuan dalam menahan gaya puntir dan lentur.

Beban yang diterima poros pada mesin pencacah ban bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh gaya potong, momen puntir, gaya radial, dan beban kejut selama proses kerja berlangsung. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada bagian tertentu, seperti alur pasak dan perubahan diameter poros. Untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kegagalan struktur, diperlukan analisis distribusi tegangan menggunakan metode *finite element analysis* (Aditya & Setyo, n.d.; Tri & Dwi, 2017) sehingga dapat diperoleh rancangan poros yang lebih aman dan efisien.

Penelitian ini menggunakan dua jenis material poros yaitu AISI 1045 dan ASTM A36 (Agus & others, 2020; Amelia, 2020), untuk membandingkan pengaruh material serta ukuran diameter terhadap kekuatan poros. Selain itu, penelitian juga meninjau pengaruh variasi jumlah gigi pisau terhadap tingkat efisiensi sistem pemotongan.

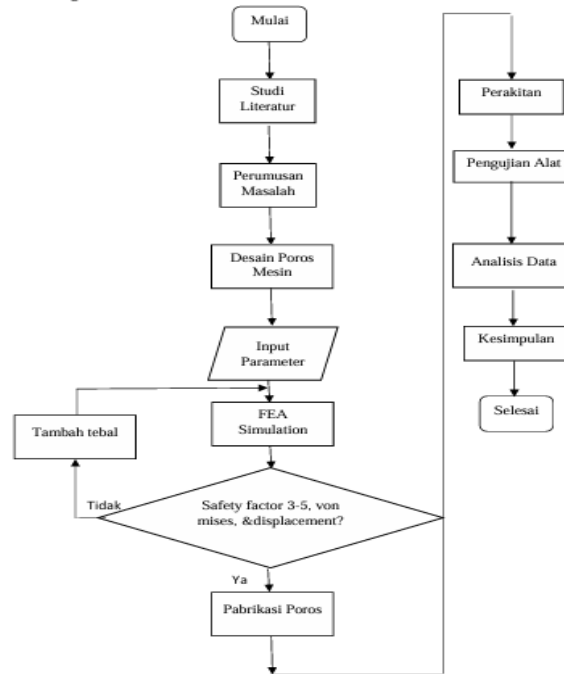
2. KAJIAN TEORITIS

Poros adalah komponen mekanis yang digunakan untuk meneruskan daya dan putaran dari motor ke elemen kerja. Dalam perancangannya, poros harus mampu menahan beban puntir, momen lentur, serta beban kombinasi yang terjadi selama operasi. Salah satu parameter penting dalam analisis kekuatan poros adalah tegangan *Von Mises*, yang digunakan untuk menentukan apakah suatu material masih berada dalam batas aman (Naufal et al., 2023; Nicholasta et al., 2023; Sularso & Suga, 1997).

Metode elemen atau *finite element analysis* merupakan metode numerik yang banyak digunakan untuk menganalisis distribusi tegangan, perpindahan, dan faktor keamanan pada komponen mekanis (Djiwo, 2026; Sasongko et al., 2022). Melalui metode ini, model geometris dibagi menjadi elemen-elemen kecil sehingga perilaku struktur dapat diprediksi secara lebih akurat. Efisiensi sistem pemotongan dipengaruhi oleh kemampuan motor dalam menghasilkan daya keluaran dibandingkan daya masukan (Winarso, 2018). Variasi jumlah gigi pada pisau dapat mempengaruhi besar kecilnya gaya potong dan beban motor, sehingga berdampak terhadap efisiensi kerja mesin.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi numerik berbasis *finite element analysis*. Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, pembuatan model poros menggunakan *Autodesk Inventor Professional 2017*, penentuan material, pemberian kondisi batas, pembebanan, meshing, dan simulasi *static structural* (Triadi et al., 2020).



Gambar 1. Diagram Alir.

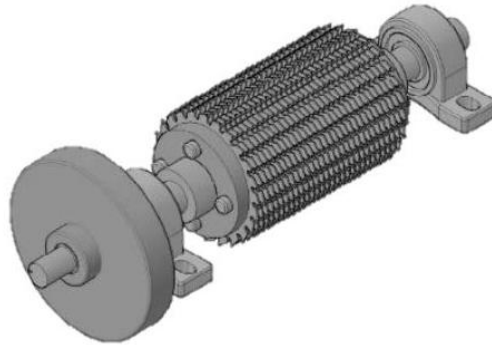
Objek penelitian terdiri dari dua jenis poros, yaitu poros berdiameter 59 mm berbahan AISI 1045 dan poros berdiameter 49 mm berbahan ASTM A36. Pembebanan yang digunakan meliputi gaya gravitasi sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$, gaya pada pisau sebesar 150 N, gaya pada sprocket dan bandul sebesar 50 N, serta torsi sebesar 24,379 Nm. Pengujian efisiensi dilakukan dengan membandingkan penggunaan pisau tipe *claw 24 teeth* dan *40 teeth* pada mesin pencacah ban (Pranoto & others, 2020; Wong et al., 2022).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa poros berbahan AISI 1045 dengan diameter 59 mm menghasilkan tegangan *Von Mises* sebesar $8,9 \times 10^{-5}$ MPa, perpindahan maksimum sebesar 0 mm, dan faktor keamanan sebesar 15 (Walidina et al., 2022). Nilai ini menunjukkan bahwa poros masih berada pada kondisi aman terhadap beban kerja. Sementara itu, poros berbahan ASTM A36 dengan diameter 49 mm menghasilkan tegangan *Von Mises* sebesar $8,4 \times 10^{-5}$ MPa, perpindahan maksimum sebesar 0 mm, dan faktor keamanan sebesar 15. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua jenis poros memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menahan beban.

Pada pengujian sistem pemotongan, penggunaan pisau *24 teeth* menghasilkan efisiensi sebesar 26,9% (Maulana, 2025; Winarso, 2018), sedangkan pisau *40 teeth* menghasilkan efisiensi sebesar 22,3%. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah gigi pisau mempengaruhi performa sistem, dimana pisau *24 teeth* lebih efektif dibandingkan pisau *40 teeth*.

Poros Mesin Pencacah Ban Multifungsi



Gambar 2. Poros Mesin Pencacah Ban Multifungsi.

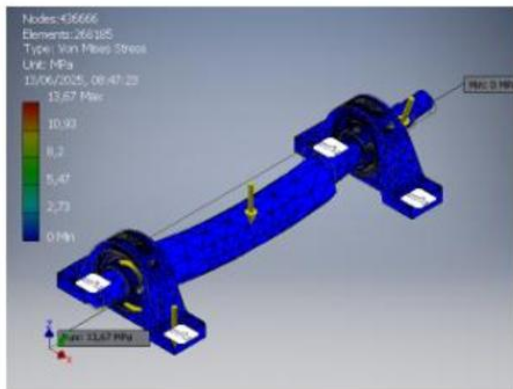
Tabel 1. Data Material Poros AS Ø 59mm Jenis AISI 1045.

<i>Name</i>	<i>Iron, Cast</i>	
<i>General</i>	<i>Mass Density</i>	7,15 g/cm ³
	<i>Yield Strength</i>	758 MPa
	<i>Ultimate Tensile Strength</i>	884 MPa
	<i>Young's Modulus</i>	120,5 GPa
<i>Stress</i>	<i>Poisson's Ratio</i>	0,3 ul
	<i>Shear Modulus</i>	46,3462 GPa
<i>Name</i>	Steel AISI 1045 225 ANLD	
<i>General</i>	<i>Mass Density</i>	7,85 g/cm ³
	<i>Yield Strength</i>	516 MPa
	<i>Ultimate Tensile Strength</i>	751 MPa
	<i>Young's Modulus</i>	207 GPa
<i>Stress</i>	<i>Poisson's Ratio</i>	0,33 ul
	<i>Shear Modulus</i>	77,8195 GPa
<i>Part Name(s)</i>	<i>Part3</i>	

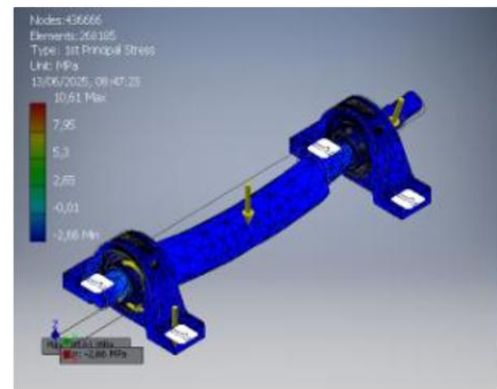
Tabel 2. Data Material Poros AS Ø 59mm Jenis ASTM A36.

<i>Name</i>	<i>Iron, Cast</i>	
<i>General</i>	<i>Mass Density</i>	7,15 g/cm ³
	<i>Yield Strength</i>	758 MPa
	<i>Ultimate Tensile Strength</i>	884 MPa
	<i>Young's Modulus</i>	120,5 GPa
<i>Stress</i>	<i>Poisson's Ratio</i>	0,3 ul
	<i>Shear Modulus</i>	46,3462 GPa

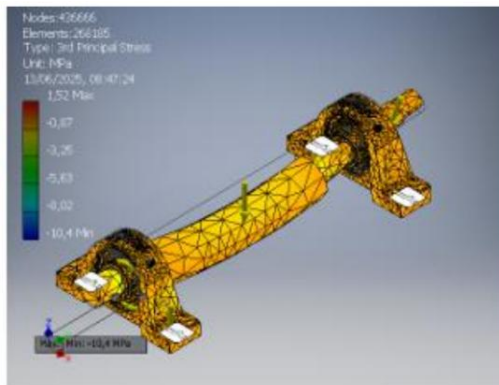
Name	Steel ASTM A36	
General	Mass Density	7,85 g/cm ³
	Yield Strength	248,225 MPa
	Ultimate Tensile Strength	399,9 MPa
	Young's Modulus	199,959 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	76,9073 GPa
Part Name(s)	Part2	



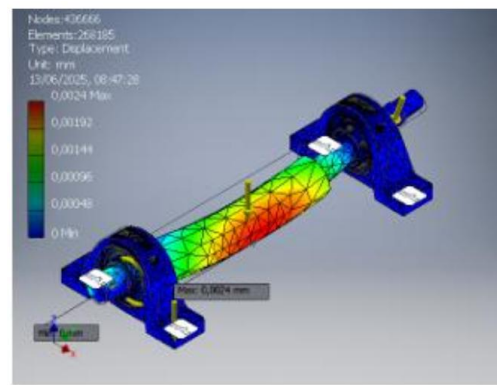
Gambar 3 .Von Mises Stress.



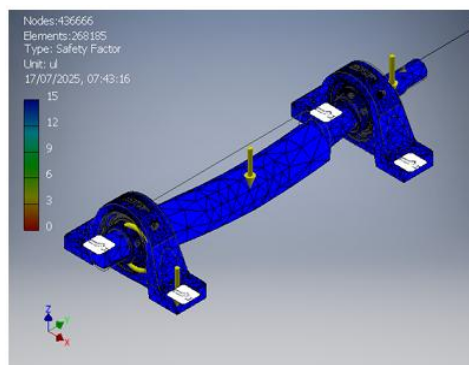
Gambar 4 . 1st Principal Stress.



Gambar 5 . 3rd Principal Stress.



Gambar 6 . Displacement.



Gambar 7. Safety Factor.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa poros berbahan AISI 1045 berdiameter 59 mm dan poros berbahan ASTM A36 berdiameter 49 mm sama-sama memenuhi persyaratan keamanan berdasarkan nilai tegangan *Von Mises*, perpindahan maksimum, dan faktor keamanan. Kedua poros memiliki faktor keamanan sebesar 15 sehingga layak digunakan pada mesin pencacah ban multifungsi.

Pengujian efisiensi menunjukkan bahwa penggunaan pisau 24 *teeth* memberikan performa yang lebih baik dibandingkan pisau 40 *teeth*. Oleh karena itu, konfigurasi pisau 24 *teeth* direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi kerja mesin. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan analisis beban dinamis dan kelelahan material (Mekarona et al., 2023; Sasongko et al., 2022) agar diperoleh hasil yang lebih mendalam mengenai umur pakai poros.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, Z. (n.d.). Analisa distribusi tegangan dan defleksi connecting rod sepeda motor 100 CC menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Rekayasa Mesin*, Universitas Sriwijaya.
- Aditya & Setyo, A. (n.d.). Analisis tegangan komponen poros, roda gigi lurus, dan roda gigi muka mesin molen semen dengan metode elemen hingga. Universitas Muhammadiyah, Surakarta, Indonesia.
- Agus, M., et al. (2020). Analisis desain excavator bucket menggunakan metode elemen hingga dengan material baja. Universitas Islam Raden Rahmat, Malang, Indonesia.
- Amelia, C. (2020). Analisa tegangan von mises dan safety factor pin bucket excavator dengan pendekatan metode elemen hingga (Tugas Akhir). Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.
- Djiwo, S. (2026). Analisis tegangan von mises stress, deformation, dan safety factor perancangan rangka auto transfer tipe lifter dengan pendekatan metode elemen hingga. *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Mahmudi, H., & Prasetyo, R. A. (2021). Analisa perhitungan pulley dan v-belt pada sistem transmisi mesin pencacah. *Jurnal Mesin Nusantara*.
- Maulana, I. (2025). Analisa torsi dan efisiensi motor listrik pada mesin pencacah serai di PT. Perkebunan Nusantara 1 Regional 3 Kebun Jollong. Universitas Semarang, Semarang, Indonesia.
- Mekarona, D., Poesoko, A. S. S., & Irawan, H. (2023). Analisis penerapan metode rapid prototyping dalam pembuatan prototipe dan optimization perubahan diameter pulley pada mesin maker di PT. XYZ. *Prosiding SENASTITAN*, 03.
- Naufal, M., Jamari, J., & Winarni, T. I. (2023). Analisis von mises stress hip joint pada individu usia lanjut menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(1), 156–159.

- Nicholasta, K. L., Kurdi, O., & Satrijo, D. (2023). Analisa tegangan pada bejana tekan berskala industri menggunakan metode elemen hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 123–124.
- Pranoto, S. H., et al. (2020). Desain dan analisis mata pisau pencacah untuk pengolahan sampah plastik menggunakan finite element analysis. *Infotekmesin*, 11(2), 147–152. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v11i2.260>
- Sasongko, S., Irawan, H., & Zany, H. F. (2022). Simulasi pembebanan pada rangka mesin fungsi hybrid pengupas bijih jagung berbasis elemen hingga. *Otopro*, 17(2), 57–61.
- Sularso & Suga, K. (1997). *Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin*. Pradnya Paramitha.
- Tri & Dwi, A. (2017). Analisis tegangan von mises poros mesin pemotong umbi-umbian dengan software solidworks. Universitas Gunadarma, Depok, Indonesia.
- Triadi, N. Y., Martana, B., & Pradana, S. (2020). Perancangan mesin pencacah plastik tipe shredder dan alat pemotong tipe reel. *Jurnal Rekayasa Mesin*.
- Walidina, M. F., Kardiman, & Nugraha Gusniar, I. (2022). Analisis tegangan von mises pada poros mesin penggiling sekam padi menggunakan software ansys. *Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin*.
- Winarso, D. N. K. H. (2018). Analisis torsi dan efisiensi pada motor induksi tiga fasa rotor sangkar. *Techno*, 19(2), 79–86.
- Wong, J. H., Gan, M. J. H., Chua, B. L., Gakim, M., & Siambun, N. J. (2022). Shredder machine for plastic recycling: A review paper. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1217(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1217/1/012007>