

MODIFIKASI PISAU MESIN PENCACAH DAHAN BASAH**Lucky Muallim, Marsono**

Teknik Mesin – Institut Teknologi Nasional Bandung

luckymuallim@gmail.com**Abstract (English)**

Organic waste in the form of tree branches generated from pruning and logging activities poses environmental problems due to its large size and poor manageability. A wet branch shredding machine offers a practical solution by converting branches into wood chips that are easier to store and reuse. This study aims to modify the cutting blade of a wet branch shredding machine to improve its cutting performance. The research method includes design, fabrication, and performance testing of the machine, focusing on blade holder design and blade configuration. Performance tests were conducted using petai and cassava branches. The results indicate that the machine produces wood chips with an average size of 1 cm, achieving a capacity of 4.2 kg/h for harder branches and 7.36 kg/h for softer branches. However, limitations were observed in cutting harder branches due to blade angle design and non-continuous power output from the gasoline engine.

Abstrak (Indonesia)

Sampah organik berupa dahan dan ranting pohon hasil penebangan masih menjadi permasalahan lingkungan karena ukurannya yang besar dan sulit dikelola. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan mesin pencacah dahan basah untuk mengubah dahan menjadi serpihan kayu yang lebih ringkas dan mudah dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi pisau pada mesin pencacah dahan basah guna meningkatkan efektivitas proses pencacahan. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan, pembuatan, dan pengujian mesin pencacah dengan fokus pada desain holder pisau dan konfigurasi pisau potong. Pengujian dilakukan menggunakan dua jenis dahan, yaitu dahan pohon petai dan singkong. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan cacahan dengan ukuran ± 1 cm, dengan kapasitas sebesar 4,2 kg/jam untuk dahan keras dan 7,36 kg/jam untuk dahan yang lebih lunak. Meskipun demikian, masih ditemukan keterbatasan pada pencacahan dahan keras akibat sudut pisau dan karakteristik daya motor bensin.

Article History*Submitted: 1 Februari 2026**Accepted: 4 Februari 2026**Published: 6 Februari 2026***Key Words**

shredding machine, wet branch, blade modification, organic waste

Sejarah Artikel*Submitted: 1 Februari 2026**Accepted: 4 Februari 2026**Published: 6 Februari 2026***Kata Kunci**

mesin pencacah, dahan basah, modifikasi pisau, sampah organik

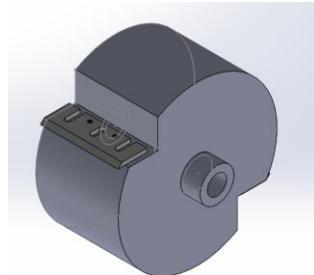
Pendahuluan

Sampah organik berukuran besar seperti dahan dan ranting pohon sering kali dihasilkan dari aktivitas penebangan dan pemangkasan pohon. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan dan estetika. Salah satu alternatif pengolahan limbah dahan adalah dengan mengubahnya menjadi serpihan kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos, media tanam, atau bahan bakar biomassa.

Mesin pencacah dahan basah dirancang untuk mempercepat proses pengolahan limbah kayu dibandingkan metode manual. Namun, kinerja mesin sangat dipengaruhi oleh desain dan konfigurasi pisau potong. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada modifikasi pisau mesin pencacah dahan basah untuk meningkatkan efektivitas pencacahan.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian meliputi studi literatur, perancangan alat, pembuatan komponen, perakitan, serta pengujian kinerja mesin. Mesin pencacah menggunakan motor bensin 6 HP sebagai sumber tenaga dengan sistem transmisi pulley dan v-belt. Modifikasi dilakukan pada bagian pisau dan holder pisau dengan menggunakan pisau mesin ketam elektrik yang dipasang pada holder berbentuk silinder.



Gambar 1 Holder Pisau dan Pisau

2.1 Perhitungan Pisau dan Poros

1. Perhitungan Daya Motor

a) Gaya Potong (F)

$$F = 100 \frac{kg}{cm^2} \times (8 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}) \times 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 100 \frac{kg}{cm^2} \times 8 cm^2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 800 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 7848 \text{ N}$$

Keterangan :

F = Gaya potong pisau (N)

$\tau = \text{Tegangan geser } \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$

A = Area pemotongan maksimal (cm^2)

g = Percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

b) Torsi pada pisau

$$T = 7848 \text{ N} \times 0,05 \text{ m}$$

$$T = 392,4 \text{ N.m}$$

Keterangan :

T = Torsi pada pisau (N.m)

F = Gaya potong pisau (N)

r = Jari-jari pisau (m)

c) Rpm

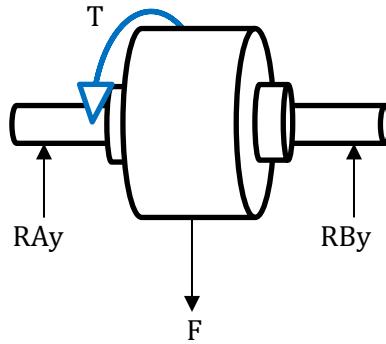
Rpm yang digunakan untuk mesin pencacah dahan basah adalah 100 rpm dengan maksud untuk mendapatkan hasil cacahan yang kasar.

d) Daya motor yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 N &= 392,4 \text{ N.m} \times \left(\frac{2 \times \pi \times n}{60} \right) \\
 N &= 392,4 \text{ N.m} \times \left(\frac{2 \times \pi \times 100 \text{ rpm}}{60} \right) \\
 N &= 392,4 \text{ N.m} \times 10,47 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\
 N &= 4108,428 \text{ W} = 5,51 \text{ HP} \\
 \text{Keterangan :} \\
 N &= \text{Daya motor yang dibutuhkan (HP)} \\
 T &= \text{Torsi pada pisau (N.m)} \\
 \omega &= \text{Kecepatan sudut} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)
 \end{aligned}$$

2. Perencanaan Poros

Dalam perancangan, bahan poros yang akan digunakan adalah JIS S45C yang memiliki kekuatan tarik sebesar $58 \frac{kg}{mm^2} = 568 \text{ MPa}$.



Gambar 2 Skema Tegangan Lentur dan Puntir Poros

- a) Tegangan puntir poros yang diizinkan

$$\tau_{pijin} = \frac{568 \text{ MPa}}{(6 \times 2)}$$

$$\tau_{pijin} = 47,3 \text{ MPa}$$

Keterangan :

τ_{pjin} = Tegangan puntir poros yang diizinkan (MPa)

σ_t = Kekuatan tarik bahan ($\frac{kg}{mm^2}$)

Sf1 = Faktor keamanan bahan

$Sf2$ = Faktor keamanan poros yang melalui proses *machining*

- b) Diameter Poros

$$Ds = \left[\frac{5,1}{4,83 \frac{kg}{mm^2}} \times 1,5 \times 2,3 \times 52245,36 \text{ kg.mm} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$Ds = 57,52 \text{ mm}$$

Keterangan :

Ds = Diameter aman poros (mm)

τ_{po} = Tegangan geser poros yang diizinkan ($\frac{kg}{mm^2}$)

T = Momen puntir rencana ($kg \cdot mm$)

Kt = Faktor koreksi keadaan momen puntir

Cb = Faktor koreksi beban lentur

c) Tegangan Puntir Poros yang Terjadi

$$\tau_p = \frac{5,1 \times T}{Ds^3}$$

$$\tau_p = \frac{5,1 \times 392,4 \text{ N.m}}{(0,057 \text{ m})^3}$$

$$\tau_p = 10806200 \text{ Pa}$$

$$\tau_p = 10,81 \text{ MPa}$$

$$\tau_{pijin} \geq \tau_p$$

$$47,3 \text{ MPa} \geq 10,81 \text{ MPa} \text{ (OK)}$$

Keterangan :

T_p = Tegangan puntir poros yang terjadi (MPa)

T = Torsi pada poros (N.m)

Ds = Diameter Poros (m)

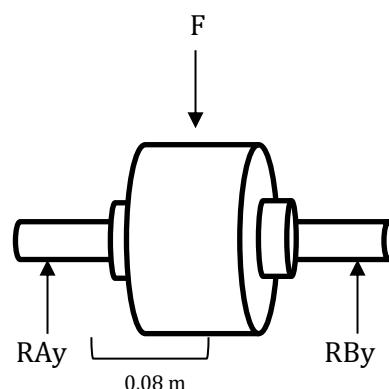
d) Tegangan Lentur Poros yang diizinkan

$$\sigma_{Lijin} = \frac{\sigma t}{Sf1 \times Sf2}$$

$$\sigma_{Lijin} = \frac{568 \text{ MPa}}{6 \times 2}$$

$$\sigma_{Lijin} = 47,3 \text{ MPa}$$

e) Skema Poros



Gambar 3 Skema Tegangan Lentur Poros

f) Gaya Vertikal

$$\Sigma = F = 0$$

$$RAY + RBY - F = 0$$

$$RAY + RBY = F$$

$$RAY + RBY = 7848 \text{ N}$$

g) Momen

$$\Sigma M = 0$$

$$-F \times \frac{L}{2} + RBy \times L = 0$$

$$-(7848 \text{ N} \times 0,04 \text{ m}) + RBy \times 0,08 \text{ m} = 0$$

$$-313,92 \text{ N.m} + RBy \times 0,08 \text{ m} = 0$$

$$RBy = \frac{313,92 \text{ N.m}}{0,08 \text{ m}}$$

$$RBy = 3924 \text{ N}$$

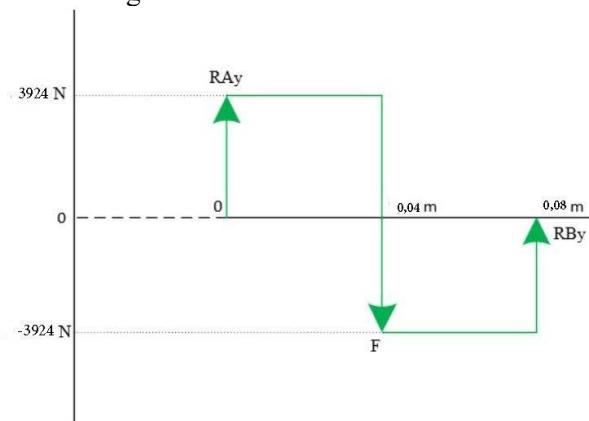
h) Kesetimbangan Gaya

$$RAy + RBy = 7848 \text{ N}$$

$$RAy + 3924 \text{ N} = 7848 \text{ N}$$

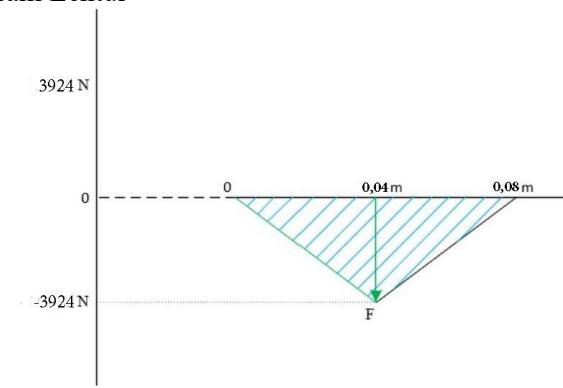
$$RAy = 3924 \text{ N}$$

i) Diagram Lintang Poros



Gambar 4 Diagram Lintang Poros

j) Diagram Lentur



Gambar 5 Diagram Lentur Poros

k) Momen Maksimal

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times F \times \frac{1}{2} \times L$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times 7848 \text{ N} \times \frac{1}{2} \times 0,08 \text{ m}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times 7848 \text{ N} \times \frac{1}{2} \times 0,08 \text{ m}$$

$$M_{max} = 156,96 \text{ N.m}$$

- l) Tegangan lentur Poros yang terjadi

$$\sigma_L = \frac{M_{max} \cdot c}{I}$$

$$M_{max} = 156,96 \text{ N.m}$$

$$c = \frac{d}{2}$$

$$c = \frac{0,1 \text{ m}}{2}$$

$$c = 0,05 \text{ m}$$

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi \times (0,1 \text{ m})^4}{64}$$

$$I = 4,9 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$\sigma_L = \frac{M_{max} \cdot c}{I}$$

$$\sigma_L = \frac{156,96 \text{ N.m} \times 0,05 \text{ m}}{4,9 \times 10^{-6} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_L = 1601632,65 \text{ Pa}$$

$$\sigma_L = 1,60 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Lijin} \geq \sigma_L$$

$$47,3 \text{ MPa} \geq 1,60 \text{ MPa} \text{ (OK)}$$

Keterangan :

σ_{Lijin} = Tegangan lentur yang diijinkan (MPa)

σ_L = Tegangan lentur yang terjadi (MPa)

M = Momen Lentur (N.m)

c = Jarak dari sumbu netral ke serat terluar dari penampang balok (m)

I = Momen Inersia

- m) Poros dengan beban puntir dan lentur

Tegangan puntir dan lentur sudah didapatkan pada perhitungan diatas yaitu 10,81 MPa untuk tegangan puntir dan 1,60 MPa untuk tegangan lentur.

$$\tau_{max} = \sqrt{\frac{\sigma_L^2 + 4 \times \tau_p^2}{2}}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{\frac{(1,60 \text{ MPa})^2 + 4 \times (10,81 \text{ MPa})^2}{2}}$$

$$\tau_{max} = 15,33 \text{ MPa}$$

Hasil Perancangan

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil perancangan. Kesimpulan dari hasil perancangan adalah sebagai berikut:

- Mesin pencacah dahan basah menggunakan pisau dari mesin ketam elektrik berukuran 82 mm x 30 mm.
- Holder pisau dibuat menggunakan silinder yang dimanufaktur lebih lanjut menggunakan mesin bubut dan mesin freis.
- Mesin ini menggunakan motor bensin dengan daya 6 HP
- Rangka mesin memiliki dimensi 600 mm x 420 mm x 600 mm yang dibuat menggunakan besi *hollow* 3 cm x 3 cm dan besi siku 3 cm x 3 cm

Pengujian kinerja dilakukan dengan mencacah dahan basah dari dua jenis tanaman, yaitu pohon petai dan singkong, masing-masing dengan panjang 30 cm dan diameter sekitar 4 cm. Parameter yang diamati meliputi waktu pencacahan, ukuran hasil cacahan, dan massa cacahan yang dihasilkan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah dahan basah dengan ukuran hasil cacahan sekitar 1 cm sesuai dengan rancangan. Untuk dahan pohon petai yang memiliki kekerasan lebih tinggi, kapasitas pencacahan rata-rata mencapai 4,2 kg/jam. Sementara itu, untuk dahan pohon singkong yang lebih lunak, kapasitas meningkat hingga 7,36 kg/jam.

3.1 Hasil Pengujian

- Pengujian dengan menggunakan dahan pohon petai
 - Siapkan bahan uji dahan pohon petai dengan diameter dahan berkisar 4 cm dan panjang 30 cm.
 - Operasikan mesin, lalu cacah dahan pohon petai yang sudah disiapkan hingga tercacah habis.
 - Hasil cacahan dahan pohon petai. Hasil cacahan dahan pohon petai dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah



Gambar 6 Hasil Cacahan Dahan Pohon Petai

- Pengujian dengan menggunakan dahan pohon singkong
 - Siapkan bahan uji dahan pohon singkong dengan panjang sekitar 30 cm.

- b. Operasikan mesin, lalu cacah dahan pohon singkong yang sudah disiapkan hingga tercacah habis.
- c. Hasil cacahan dahan pohon singkong. Hasil cacahan dahan pohon singkong dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah



Gambar 7 Hasil Cacahan Dahan Pohon Singkong

3.2 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian mesin pencacah dahan basah dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Tabel Data Hasil Pengujian

No	Jenis Dahan	Waktu Pencacahan (detik)	Dimensi Cacahan	Kualitas Cacahan	Massa Cacahan Keluar (gram)
1	Petai	37	Banyak Serbuk dan Serpihan berukuran 1 cm	Tercacah	43
2	Petai	35	Banyak Serbuk dan serpihan berukuran 1 cm	Tercacah	41
3	Singkong	23	Sedikit serbuk dan Serpihan berukuran 1 cm	Tercacah	44
4	Singkong	21	Sedikit serbuk dan Serpihan berukuran 1 cm	Tercacah	46

Namun, hasil cacahan pada dahan keras menunjukkan kecenderungan terbentuknya serbuk akibat sudut pisau yang kurang optimal dan dominasi mekanisme gesekan. Selain itu, karakteristik motor bensin yang tidak menghasilkan daya secara kontinyu menyebabkan performa mesin kurang maksimal saat beban tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa modifikasi pisau pada mesin pencacah dahan basah memungkinkan mesin menghasilkan cacahan berukuran ± 1 cm dengan kapasitas yang bervariasi tergantung jenis dahan. Mesin bekerja lebih optimal pada dahan dengan tingkat kekerasan rendah hingga sedang. Untuk meningkatkan performa, diperlukan pengembangan lebih lanjut pada desain sudut pisau, mekanisme penekan dahan, serta sistem transmisi daya.

Daftar Pustaka

- Anggraeni, N. D., & Latief, A. E. (2017). Modifikasi Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Tipe Polyethylene. Seminar Nasional Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri.
- Sularso, & Suga, K. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sunge, R., Djafar, R., & Antu, E. S. (2019). Rancang Bangun dan Pengujian Alat Pencacah Kompos. Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo.