

Pembuatan Prototipe Mesin Pencacah Sampah Organik Kapasitas 20 Kg Menggunakan Mata Pisau Tipe X

Syahrul Adit Maulana ^{1,*}, Soeparno Djiwo ¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Mesin pencacah
Daun
Pisau tipe X
Solidworks
ANSYS

ABSTRAK

Sampah organik merupakan jenis limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup, seperti daun, yang jumlahnya melimpah di lingkungan sekitar. Meskipun mudah terurai, pengelolaan sampah organik di tingkat rumah tangga masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat prototipe mesin pencacah sampah organik berkapasitas 20 kg/jam, yang menggunakan sistem transmisi sabuk dan mata pisau tipe silang (X). Proses perancangan rangka dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks, sedangkan analisis kekuatan struktur menggunakan ANSYS menghasilkan tegangan Von Mises sebesar 129,06 MPa, deformasi 0,064 mm, dan faktor keamanan sebesar 1,9371. Hal ini menunjukkan bahwa rangka mesin berada dalam batas aman. Mesin ini menggunakan motor listrik berdaya 125 watt, dilengkapi dengan drum pencacah berdiameter 28 cm dan volume 22.155,84 cm³, serta rangka dari baja siku berukuran 20×20 mm. Perhitungan menunjukkan gaya potong yang dibutuhkan sebesar 2820,55 N dan daya teoritis sebesar 2444,37 watt, namun mesin tetap dapat bekerja optimal dengan daya aktual 125 watt. Hasil uji kinerja memperlihatkan bahwa mesin mampu mencacah sampah organik kering dan basah secara stabil dengan sistem running feed, menghasilkan potongan yang seragam dan efisien. Mesin ini dinilai efektif, hemat energi, serta cocok digunakan untuk pengolahan sampah organik pada skala rumah tangga maupun usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM).

* Corresponding author:

Nama: Syahrul Adit Maulana (email: syahruladitmaulana@gmail.com)

Diterima: 12 Agustus 2025

Disetujui: 16 September 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Sampah organik mendominasi komposisi sampah di Indonesia, mencapai lebih dari 50% [1]. Sayangnya, pemanfaatan limbah ini masih rendah akibat kurangnya teknologi pengolahan yang praktis dan terjangkau di tingkat rumah tangga dan UMKM. Salah satu cara efektif untuk mengurangi dan memanfaatkan sampah organik adalah dengan mencacahnya agar mempercepat proses dekomposisi. Mesin pencacah dengan kapasitas kecil sangat dibutuhkan, terutama yang hemat energi dan mudah digunakan. Penelitian ini merancang mesin pencacah sampah organik berkapasitas 20 kg/jam dengan sistem transmisi sabuk dan mata pisau tipe silang (X), guna menunjang pengomposan skala kecil.

Prototipe merupakan bentuk awal, contoh utama, atau model asli dari suatu produk yang dijadikan acuan atau standar untuk objek-objek lain dalam kategori yang serupa. Dalam dunia desain, prototipe biasanya disusun terlebih dahulu sebagai langkah awal pengembangan, atau dirancang secara khusus sebelum diproduksi dalam skala besar atau sebelum memasuki tahap produksi massal [2].

Kompos merupakan hasil dari proses penguraian bahan organik yang berasal dari limbah rumah tangga, daun-daunan, sisa tanaman, kotoran hewan, maupun sampah kebun, yang berlangsung melalui aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan aktinomiset dalam kondisi aerobik (beroksigen). Proses dekomposisi ini menghasilkan pupuk alami yang memiliki kandungan unsur hara tinggi dan berfungsi untuk memperbaiki

Syahrul Adit Maulana, Soeparno Djiwo

kesuburan tanah serta mendukung aktivitas biologi tanah secara optimal. Berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia [3], ukuran partikel pupuk kompos yang memenuhi standar mutu berada pada rentang antara 0,55 mm hingga 25 mm.

Mesin ini dilengkapi dengan dua bilah pisau yang berasal dari mesin pemotong rumput, yang dirancang tajam agar material yang masuk dapat tercacah secara optimal. Mata pisau tipe flat ini berfungsi untuk mencacah sampah organik, seperti daun, menjadi potongan-potongan kecil guna mempermudah proses pengolahan selanjutnya [4].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen rekayasa yang bertujuan merancang dan membuat prototipe mesin pencacah sampah organik berkapasitas 20 kg/jam. Kegiatan dimulai dengan studi literatur, dilanjutkan perancangan komponen menggunakan SolidWorks meliputi rangka, sistem transmisi sabuk-pulley, mata pisau tipe silang (X), dan drum penampung. Kekuatan rangka dianalisis dengan simulasi ANSYS sebelum proses manufaktur dan perakitan. Pengujian dilakukan pada bahan uji daun basah dan kering, kemudian dievaluasi berdasarkan efektivitas pencacahan, keseragaman potongan, dan kinerja keseluruhan mesin.

Perancangan rangka mesin pencacah dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks sebagai media desain tiga dimensi. Rangka berfungsi sebagai penopang seluruh komponen utama mesin, seperti motor, sistem transmisi, drum pencacah, dan komponen pendukung lainnya. Dalam proses perancangan, dipertimbangkan ukuran dimensi total mesin, kekuatan struktur rangka terhadap beban kerja, dan efisiensi dalam proses perakitan.

Material rangka yang digunakan adalah baja siku 20×20 mm, yang dipilih karena mudah didapat, memiliki kekuatan cukup baik, dan sesuai untuk skala mesin kecil. Setelah desain selesai, model rangka dianalisis menggunakan ANSYS untuk mengetahui kekuatan dan tegangan maksimum yang terjadi saat mesin beroperasi. Nilai tegangan von Mises dari hasil simulasi menunjukkan besarnya tegangan yang diterima rangka, dan deformasi digunakan untuk menilai perubahan bentuk.

Mata pisau merupakan komponen utama pada mesin pencacah yang berfungsi memotong dan menghancurkan material organik. Pisau dirancang dengan dimensi 230 mm × 90 mm × 1 mm dan menggunakan baja karbon tinggi karena memiliki ketajaman, ketahanan aus, dan kekuatan tinggi. Desain bilah lurus dengan ujung tajam bertujuan meningkatkan efisiensi pemotongan dan mengurangi beban motor. Ketebalan 1 mm menjaga keseimbangan antara fleksibilitas dan kekuatan. Pisau dipasang menggunakan baut agar mudah dilepas untuk pengasahan atau penggantian. Penempatan dirancang seimbang untuk mengurangi getaran saat berputar. Sebagai dasar evaluasi performa, dilakukan perhitungan teknis seperti massa pisau, kecepatan potong, dan gaya potong. Menggunakan persamaan dibawah ini

$$m_{ps} = \rho \cdot V \quad (1)$$

Dimana:

V = volume pisau

ρ = massa jenis baja

m_{ps} = massa pisau

$$V = \omega \cdot r \quad (2)$$

Dimana :

V = kecepatan potong mata pisau

ω = kecepatan sudut

r = jari jari mata pisau

$$F_{ps} = m_{ps} \cdot \omega^2 \cdot r \quad (3)$$

Dimana :

F_{ps} = gaya potong mata pisau

m_{ps} = massa mata pisau

ω = kecepatan sudut

r = jari jari mata pisau

Sistem transmisi pada mesin pencacah sampah organik ini menggunakan mekanisme pulley dan sabuk untuk mentransmisikan daya dari motor ke poros pisau pencacah. Motor yang digunakan adalah motor listrik Shimizu PS 135 E dengan daya 125 watt, tegangan 220 volt, dan frekuensi 50 Hz. Dua pulley digunakan dalam sistem ini, masing-masing berdiameter 65 mm (pulley penggerak) dan 101,5 mm (pulley yang digerakkan), guna menghasilkan rasio kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan torsi dan putaran pada proses pencacahan. Pulley berbahan besi cor dipilih karena kekuatannya serta kemampuannya meredam getaran selama operasi. Dilakukan perhitungan teknis meliputi perencanaan daya, rasio transmisi, dan Panjang keliling sabuk, dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$P = Fc (T_{\text{pisau}} \times (\frac{2 \times \pi \times N_{\text{min}}}{60})) \quad (4)$$

Dimana :

P = daya

Fc = factor koreksi

T_{pisau} = torsi pisau

N_{min} = RPM minimum poros

$$i = \frac{d_2}{d_1} \quad (5)$$

Dimana :

d_1 = diameter luar pulley penggerak

d_2 = diameter luar pulley yang di gerakkan

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{1}{4C}(d_2 - d_1)^2 \quad (6)$$

Dimana:

L = Panjang keliling sabuk

d_1 = diameter luar pulley penggerak (65,2 mm)

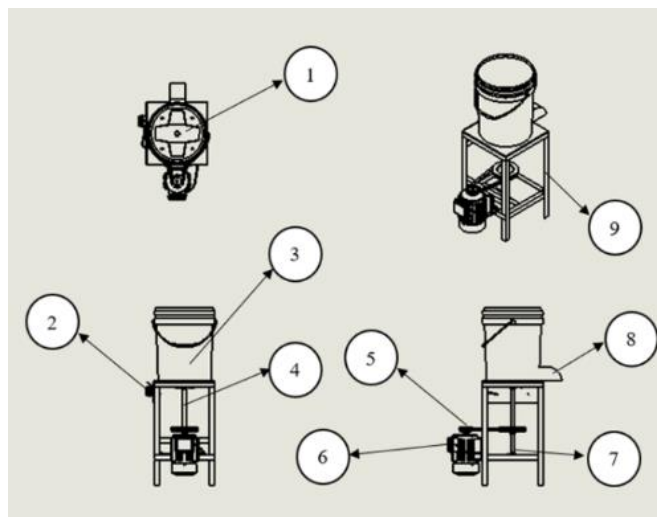
d_2 = diameter luar pulley yang di gerakkan (101,5 mm)

C = jarak sumbu poros(220 mm)

Perancangan drum pencacah dilakukan sebagai bagian integral dari sistem kerja mesin, dengan tujuan menampung dan menstabilkan proses pencacahan material organik oleh pisau. Drum dirancang berbentuk tabung vertikal dengan diameter 280 mm dan tinggi 350 mm, menyesuaikan kapasitas kerja mesin sebesar 20 kg per jam. Bahan drum menggunakan plat baja karena memiliki kekuatan yang baik terhadap getaran dan gaya putar.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Rancangan Mesin Pencacah Sampah Organik



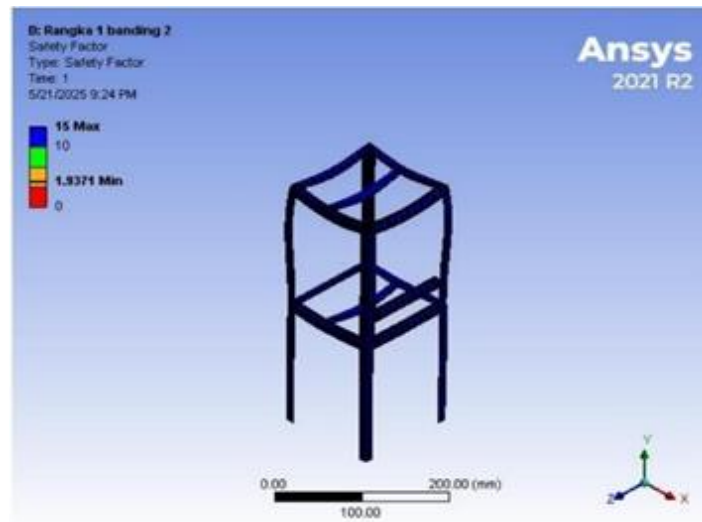
Gambar 1 Desain mesin pencacah sampah organik

Syahrul Adit Maulana, Soeparno Djiwo

Pada gambar 1 terdapat beberapa komponen dari mesin pencacah sampah organik. Sebagai berikut :

1. Mata pisau
2. Saklar listrik
3. Drum penampung
4. Poros pencacah
5. Sistem transmisi
6. Motor Listrik
7. Bearing
8. Lubang output
9. Rangka mesin

3.2 Hasil Perhitungan Perancangan



Gambar 2 Hasil simulasi

Gambar 2 memperlihatkan hasil simulasi menggunakan ANSYS terhadap struktur rangka mesin yang terbuat dari mild steel dan diberi beban sebesar 305,76 N. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum von Mises yang terjadi sebesar 129,06 MPa, dengan deformasi maksimum mencapai 0,064 mm. Nilai faktor keamanan yang diperoleh adalah 1,9371, yang berada di atas ambang batas minimum yang ditentukan. Hal ini mengindikasikan bahwa rangka memiliki kekuatan yang cukup dan mampu menahan beban kerja mesin dengan aman dan efisien.

Mata pisau yang digunakan terdiri dari dua bilah dengan dimensi masing-masing 230 mm × 90 mm × 1 mm, dan terbuat dari baja karbon tinggi yang memiliki massa jenis 7,85 g/cm³. Dari hasil perhitungan, total massa kedua mata pisau mencapai 649,98 gram. Kecepatan potong ditentukan berdasarkan putaran poros sebesar 1858 rpm dengan jari-jari lintasan pisau 91 mm, sehingga diperoleh kecepatan potong sekitar 22,356 m/s. Berdasarkan kecepatan tersebut, gaya potong yang dibutuhkan untuk proses pencacahan mencapai 2820,55 N.

Berdasarkan kebutuhan pencacahan, daya teoritis ditentukan sebesar 2444,37 watt. Sistem transmisi pada mesin ini dirancang menggunakan dua buah pulley dan satu sabuk untuk mentransmisikan daya dari motor listrik ke poros pisau pencacah. Pulley penggerak memiliki diameter 65 mm, sedangkan pulley yang digerakkan berdiameter 101,5 mm. Perbandingan diameter ini menghasilkan rasio transmisi sebesar 1,56. Dengan putaran motor sebesar 2900 rpm, maka putaran poros hasil transmisi adalah 1858 rpm. Panjang sabuk dihitung menggunakan rumus panjang sabuk dua pulley, dengan jarak antar sumbu sekitar 220 mm, menghasilkan panjang sabuk 703 mm.

Drum pencacah dirancang berbentuk tabung vertikal dengan diameter 280 mm dan tinggi 350 mm. Volume drum dihitung menggunakan rumus volume silinder sehingga diperoleh volume sebesar 21.556 cm³

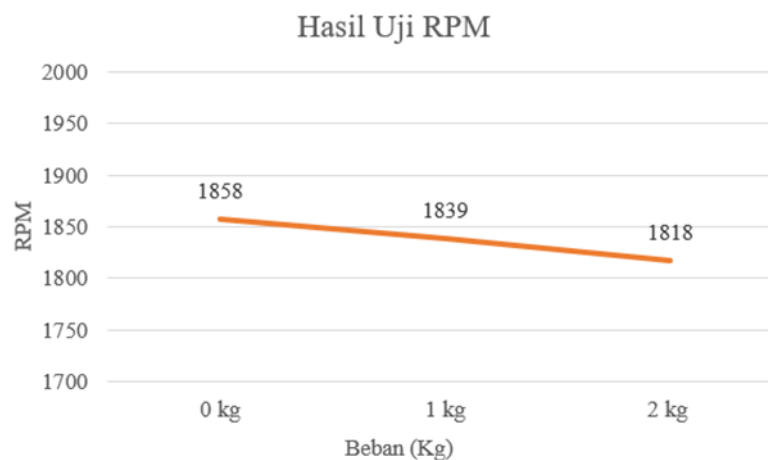
3.3 Hasil Cacahan Sampah Organik



Gambar 3 Hasil cacahan

Hasil cacahan yang terlihat pada gambar 4.17 menunjukkan potongan material organik yang sudah berada dalam kisaran ukuran sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Dengan demikian, hasil cacahan tersebut dapat dikatakan memenuhi standar sebagai bahan baku untuk pembuatan kompos, karena ukuran partikel telah sesuai untuk mendukung proses dekomposisi secara optimal

3.4 Hasil Uji RPM Mesin



Gambar 4 Grafik uji RPM

Berdasarkan gambar 3 grafik hasil pengujian, kecepatan putaran mesin (RPM) diuji pada tiga kondisi beban yang berbeda, yaitu 0 kg, 1 kg, dan 2 kg. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa beban (0 kg), mesin menghasilkan putaran tertinggi sebesar 1858 RPM. Ketika diberi beban 1 kg, nilai RPM menurun menjadi 1839 RPM, dan semakin menurun hingga 1818 RPM saat beban ditingkatkan menjadi 2 kg. Penurunan nilai RPM ini menunjukkan adanya pengaruh langsung dari variasi beban terhadap performa putaran mesin. Semakin besar beban yang dikenakan, semakin besar pula hambatan yang harus diatasi oleh mesin, sehingga kecepatan putaran poros cenderung menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor seperti torsi tambahan, gaya gesek yang meningkat, serta kapasitas daya motor yang memiliki batas optimal. Hasil ini mengindikasikan bahwa beban kerja mempengaruhi efisiensi dan stabilitas kinerja mesin pencacah.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa prototipe mesin pencacah sampah organik berkapasitas 20 kg/jam ini berhasil dirancang dengan struktur rangka yang aman dan kokoh,

Syahrul Adit Maulana, Soeparno Djiwo

dibuktikan melalui simulasi ANSYS dengan nilai tegangan von Mises 129,06 MPa, deformasi 0,064 mm, dan faktor keamanan 1,9371. Perhitungan komponen utama menunjukkan bahwa mata pisau memiliki massa total 649,98 gram, kecepatan potong 22,356 m/s, dan membutuhkan gaya potong sebesar 2820,55 N. Sistem transmisi dengan rasio 1,56 mampu menyalurkan putaran motor 2900 rpm menjadi 1858 rpm pada poros pencacah, dengan panjang sabuk 703 mm. Volume drum sebesar 21.556 cm³ cukup untuk mendukung kapasitas mesin. Hasil uji kinerja menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah sampah organik secara efektif dan stabil, menghasilkan potongan yang sesuai standar SNI.

5 Referensi

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Data Timbulan dan Komposisi Sampah Nasional 2022, Jakarta: KLHK, 2022..
- [2] M. Kristiyani, “Rancang bangun prototype berbasis web sebagai implementasi praktik wirausaha mahasiswa di kota Semarang,” Jurnal Ekonomi dan Bisnis, Semarang, 2014
- [3] Badan Standar Nasional, SNI 19-7030-2004: Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, Jakarta: Badan Standar Nasional, 2004.
- [4] 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
- [5] Gusti Eka, “Perancangan Sistem Transmisi dan Gaya Potong Pada Mesin Pencacah Rumput Pakan Ternak,” Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2020.
- [6] Sularso and K. Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta: Pradya Paramita, 2004.