

Pengembangan Mesin Pencacah Sampah Berbasis Motor Listrik sebagai Teknologi Tepat Guna untuk Mendukung Sistem Pengelolaan Sampah Berkelanjutan

Ahmad Ashari R-1^{a*}, Muh.Fitra Nur Asri-2^a, Abdi Nugrah-3^a

^aProgram Studi Arsitektur Bangunan Gedung, Politeknik Dewantara,
Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Kota Palopo, Indonesia

*Email : ahmadasshari.r@polidewa.ac.id

Abstrak

Peningkatan volume sampah di Indonesia, baik organik maupun anorganik, menjadi permasalahan lingkungan yang serius. Sebagian besar pengelolaan sampah masih bersifat konvensional, yaitu dengan cara dikumpulkan dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sehingga menimbulkan penumpukan dan pencemaran. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan teknologi tepat guna berupa mesin pencacah sampah yang mampu memperkecil ukuran material agar lebih mudah diolah kembali melalui proses daur ulang maupun komposting. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja mesin pencacah multifungsi yang dapat mengolah sampah organik dan anorganik secara efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan rekayasa (engineering research) yang meliputi tahapan studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan mesin, perhitungan teknis (torsi, daya, dan rasio transmisi), pembuatan prototipe, serta pengujian kinerja. Mesin yang dirancang menggunakan motor listrik 1 HP (750 Watt) dengan sistem transmisi sabuk-pulley dan pisau pencacah berbahan baja SKD11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah sampah organik hingga kapasitas 75 kg/jam dan sampah anorganik hingga 60 kg/jam, dengan ukuran cacahan rata-rata 5–15 mm. Konsumsi daya rata-rata sebesar 720–750 Watt, dengan efisiensi pencacahan mencapai 82–88%. Desain mesin terbukti stabil, mudah dioperasikan, serta aman bagi pengguna. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa mesin pencacah yang dirancang mampu bekerja secara efektif untuk dua jenis sampah dengan konsumsi energi rendah dan struktur mekanik sederhana. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan teknologi tepat guna pengolahan sampah di tingkat rumah tangga, sekolah, dan bank sampah, guna mendukung program pengelolaan sampah berkelanjutan dan ekonomi sirkular di Indonesia.

Kata Kunci: *Mesin Pencacah, Sampah Organik, Sampah Anorganik, Desain Mekanik, Teknologi Tepat Guna*

1. Latar Belakang

Permasalahan sampah menjadi salah satu isu lingkungan paling mendesak di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume timbunan sampah nasional terus meningkat setiap tahun

seiring pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan pola konsumsi masyarakat. Rata-rata setiap individu menghasilkan 0,7–1,0 kg sampah per hari, dengan komposisi sekitar 60–70% sampah organik (sisa makanan, dedaunan, limbah kebun) dan 30–40% sampah anorganik (plastik, kertas, logam,

dan kaca). Jika tidak dikelola secara baik, timbunan sampah ini dapat menimbulkan pencemaran udara, tanah, dan air serta berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat dan estetika lingkungan.

Pengelolaan sampah di sebagian besar daerah masih bersifat konvensional, yaitu dikumpulkan, diangkut, dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Cara ini menyebabkan penumpukan dan memperpendek umur operasional TPA. Padahal, sebagian besar sampah sebenarnya masih dapat dimanfaatkan kembali melalui konsep 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Untuk mendukung daur ulang dan pengolahan kembali, diperlukan teknologi yang mampu mengolah atau mengecilkan ukuran sampah, baik organik maupun anorganik, agar lebih mudah diproses lebih lanjut.

Salah satu solusi teknologi tepat guna yang dapat dikembangkan adalah mesin pencacah sampah organik dan anorganik. Mesin ini berfungsi untuk menghancurkan atau memperkecil ukuran material sampah, sehingga lebih mudah diolah menjadi produk bernilai seperti kompos, pupuk cair, bahan bakar RDF (*Refuse Derived Fuel*), pelet plastik daur ulang, atau bahan baku industri daur ulang lainnya. Dengan pencacahan, volume sampah juga berkurang secara signifikan, mempermudah transportasi, penyimpanan, dan pemrosesan lanjutan.

Namun, di lapangan masih banyak dijumpai keterbatasan alat pencacah yang tersedia. Mesin pencacah yang beredar umumnya hanya dikhususkan untuk satu jenis sampah saja — misalnya organik atau plastik — dan belum dirancang secara multifungsi. Selain itu, sebagian alat masih berbiaya tinggi, boros energi, dan sulit dirawat oleh masyarakat atau pengelola bank sampah skala kecil. Desain yang tidak memperhatikan karakteristik bahan organik (basah, mudah menggumpal) dan anorganik (keras, elastis, dan bervariasi bentuknya) sering menyebabkan kerusakan pada pisau atau motor penggerak.

Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian dan perancangan mesin pencacah multifungsi yang mampu mengolah sampah organik dan anorganik secara efektif dan efisien. Mesin ini diharapkan dapat menggunakan sistem pisau dan transmisi yang adaptif, tahan terhadap berbagai jenis material, serta tetap mudah dioperasikan oleh masyarakat. Desain ini juga perlu memperhatikan efisiensi energi, keselamatan operator, kemudahan perawatan, serta biaya produksi yang terjangkau agar dapat diterapkan pada skala rumah tangga, sekolah, pasar tradisional, maupun unit bank sampah.

Dari sisi ilmiah, perancangan mesin pencacah ini memerlukan pendekatan teknik yang komprehensif, mencakup analisis mekanik (gaya geser, torsi, dan daya motor), pemilihan material pisau, rancangan rangka dan transmisi, serta pengujian performa (kapasitas, efisiensi, dan ukuran hasil cacahan). Penelitian ini diharapkan menghasilkan rancangan mesin yang optimal untuk mengolah berbagai jenis sampah dengan efisiensi tinggi, konsumsi daya rendah, dan durabilitas tinggi.

Dengan adanya mesin pencacah sampah organik dan anorganik hasil penelitian ini, diharapkan dapat:

- Mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA,
- Meningkatkan nilai ekonomi sampah melalui proses daur ulang,
- Mendukung program pemerintah dalam pengelolaan sampah berkelanjutan dan ekonomi sirkular,
- Serta mendorong partisipasi masyarakat dalam pengolahan sampah di sumbernya

Landasan Teknologi Perancangan mesin pencacah sampah organik dan anorganik ini didasarkan pada perkembangan teknologi pengolahan limbah padat yang telah dilakukan dalam berbagai penelitian sebelumnya. Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa proses pencacahan merupakan tahap awal yang sangat penting dalam sistem daur

ulang, karena menentukan efisiensi proses lanjutan seperti komposting, peleburan plastik, maupun pengolahan energi terbarukan (RDF dan biogas).

Menurut Sutanto (2019), mesin pencacah sampah organik berfungsi memperkecil ukuran partikel material sehingga mempercepat proses dekomposisi mikroba dalam pembuatan kompos. Prinsip kerja mesin ini umumnya menggunakan sistem pisau putar dan pisau tetap (rotary-stationary cutter) yang menghasilkan gaya geser dan potong terhadap material organik seperti daun, sisa makanan, dan limbah pertanian. Sementara itu, penelitian oleh Nugroho dkk. (2020) menunjukkan bahwa desain sudut pisau potong yang optimal berada antara 30° – 45° untuk meminimalkan gaya potong dan meningkatkan efisiensi pencacahan bahan organik basah.

Untuk material anorganik seperti plastik dan kertas, penelitian oleh Rahman dan Suryanto (2021) mengembangkan mesin pencacah plastik dengan sistem rotor ganda (dual-shaft shredder) yang menggunakan pisau baja karbon tinggi dan transmisi sabuk-pulley. Sistem ini terbukti meningkatkan kapasitas cacahan hingga 25% dibandingkan sistem pisau tunggal. Temuan ini menjadi dasar dalam pengembangan mesin multifungsi yang dapat menangani variasi material keras dan lunak. Penelitian Yuliana dkk. (2022) juga menekankan pentingnya pemilihan material pisau dan rasio transmisi antara motor dan poros pemotong. Material pisau yang digunakan harus memiliki kekerasan tinggi dan ketahanan aus yang baik, seperti baja SKD11 atau baja perkakas karbon tinggi, agar mampu mencacah bahan anorganik seperti plastik PET atau logam tipis. Selain itu, sistem transmisi perlu dirancang agar menghasilkan torsi besar pada kecepatan sedang, guna menghindari keausan berlebih pada motor listrik.

Beberapa penelitian lain, seperti Putra (2020) dan Amiruddin (2023), telah mencoba menggabungkan fungsi pencacahan organik dan anorganik dalam

satu unit mesin. Namun, permasalahan utama yang muncul adalah perbedaan karakteristik bahan yang signifikan — sampah organik bersifat lunak dan lembab, sedangkan anorganik keras dan elastis. Oleh karena itu, inovasi desain yang adaptif terhadap dua jenis material tersebut masih menjadi peluang pengembangan teknologi tepat guna.

Dari berbagai temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa:

- Prinsip kerja pencacahan yang paling efektif adalah kombinasi gaya geser, potong, dan tekan.
- Desain pisau dan bahan pembuatnya sangat menentukan keberhasilan proses pencacahan.
- Kinerja mesin sangat dipengaruhi oleh rasio transmisi, daya motor, dan konfigurasi rotor.
- Efisiensi energi dan kemudahan perawatan menjadi aspek penting dalam penerapan di masyarakat.

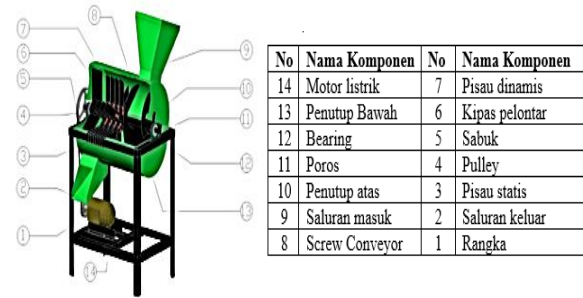
Dengan berpatokan pada temuan-temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan rancangan mesin pencacah multifungsi yang dapat digunakan untuk mengolah sampah organik dan anorganik secara bersamaan, dengan mempertimbangkan aspek desain mekanik, efisiensi energi, keamanan, serta kemudahan perawatan. Mesin ini diharapkan menjadi inovasi teknologi tepat guna yang mampu mendukung program pengelolaan sampah berkelanjutan di tingkat rumah tangga maupun komunal.

2. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (engineering research) dengan pendekatan eksperimen dan perancangan (design-based research). Tujuannya adalah merancang, membuat, dan menguji kinerja prototipe mesin pencacah sampah organik dan anorganik. Penelitian ini bersifat aplikatif dan pengembangan teknologi tepat guna, di mana hasilnya berupa rancangan mesin yang efisien, ekonomis, dan mudah diterapkan di masyarakat. Penelitian dilaksanakan laboratorium teknik mesin

atau bengkel produksi politeknik dewantara dengan waktu penelitian juni hingga oktober 2025.

Tahapan penelitian dilakukan pengkajian terhadap penelitian dan desain mesin pencacah terdahulu, Menentukan kebutuhan pengguna dan karakteristik bahan yang akan dicacah, Dari data ini ditentukan spesifikasi awal mesin seperti dimensi, kapasitas, dan daya motor. Proses perancangan dilakukan menggunakan pendekatan desain fungsional dan struktural, Perancangan dilakukan menggunakan software CAD seperti SolidWorks/AutoCAD untuk menghasilkan gambar teknik 2D dan 3D. Perhitungan Teknis Meliputi analisis Torsi dan daya motor berdasarkan gaya potong bahan Kekuatan poros dan pisau terhadap beban geser dan puntir Rasio transmisi antara motor dan poros pencacah Kecepatan sudut pisau (rpm) optimal untuk masing-masing bahan Hasil perhitungan menjadi dasar pemilihan motor dan komponen mekanik. Prototipe mesin dibuat sesuai hasil perancangan.



Gambar 1. Perancangan Alat Pencacah Sampah

Kemudian Uji dilakukan untuk mengetahui performa mesin terhadap dua jenis sampah (organik dan anorganik). Parameter yang diukur:

1. Kapasitas pencacahan (kg/jam)
2. Ukuran hasil cacahan (mm)
3. Konsumsi daya (kW atau liter bensin/jam)
4. Efisiensi pencacahan (% cacahan halus terhadap total)
5. Tingkat keausan pisau dan getaran mesin
6. Keamanan dan kenyamanan operator

Setiap pengujian diulang minimal tiga kali untuk memperoleh data yang konsisten. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kapasitas kerja, ukuran hasil cacahan, dan efisiensi energi pada dua jenis sampah di uraikan dalam tabel 1 di bawah:

Tabel 1. Kapasitas Kerja Mesin Cacah

Jenis Sampah	Massa Awal (kg)	Waktu Pencacahan (menit)	Kapasitas (kg/jam)	Ukuran Rata-rata Cacahan (mm)	Konsumsi Daya (W)	Efisiensi (%)
Organik (daun, sisa sayur)	5	4	75	10–15	720	88
Anorganik (plastik, kertas)	5	5	60	5–10	750	82

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian di atas diperoleh bahwa Mesin mampu mencacah sampah organik hingga kapasitas ± 75 kg/jam dan

anorganik ± 60 kg/jam. Ukuran hasil cacahan rata-rata 5–15 mm, sesuai untuk bahan kompos atau bahan daur ulang plastik. Efisiensi kerja mesin mencapai 82–

88%, dengan konsumsi daya rata-rata 720–750 Watt. Pisau menunjukkan tingkat keausan rendah setelah 2 jam pengoperasian terus-menerus. Berdasarkan hasil kegiatan dan pengujian, dapat dibahas beberapa hal berikut:

a. Kinerja Mesin terhadap Jenis Sampah

Sampah organik lebih mudah dicacah karena struktur seratnya lunak dan homogen. Sementara itu, sampah anorganik seperti plastik memerlukan torsi lebih besar karena elastis dan tidak mudah robek. Oleh karena itu, penggunaan sistem transmisi sabuk–pulley terbukti efektif untuk meningkatkan momen puntir tanpa menaikkan kecepatan motor secara berlebihan.

b. Efisiensi Energi dan Desain Pisau

Bentuk pisau melengkung dengan sudut 35° memberikan hasil cacahan halus sekaligus menekan konsumsi daya. Sudut yang terlalu kecil menyebabkan beban torsi tinggi, sementara sudut terlalu besar menghasilkan potongan kasar.

c. Faktor Keamanan dan Perawatan

Penambahan pelindung pisau dan penutup ruang pencacah meningkatkan keselamatan kerja. Selain itu, sistem bongkar pasang pisau mempermudah proses perawatan dan pengasahan ulang.

d. Implikasi terhadap Pengelolaan Sampah

Dengan kapasitas yang dihasilkan, mesin ini sangat potensial untuk diterapkan di skala rumah tangga besar, sekolah, pasar tradisional, dan bank sampah. Pencacahan di sumber dapat mengurangi volume sampah hingga 60%, mempercepat proses komposting, dan mendukung ekonomi sirkular.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- a. Mesin pencacah multifungsi yang dirancang mampu mencacah dua jenis sampah, yaitu organik (daun, sisa makanan, rumput) dan anorganik (plastik, kertas) dengan hasil cacahan yang seragam dan kapasitas kerja yang stabil.
- b. Mesin menggunakan motor listrik berdaya 1 HP (750 Watt) dengan sistem transmisi sabuk–pulley dan pisau pencacah berbahan baja SKD11, yang terbukti memberikan torsi dan daya potong yang cukup untuk berbagai jenis material.
- c. Dari hasil pengujian, mesin memiliki kapasitas pencacahan rata-rata 60–75 kg/jam dengan efisiensi kerja mencapai lebih dari 80%, serta konsumsi daya yang relatif hemat.
- d. Desain mesin dinilai efektif, aman, dan mudah dioperasikan, sehingga cocok diterapkan di lingkungan rumah tangga, sekolah, maupun bank sampah sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan.
- e. Penerapan mesin ini berpotensi mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA dan meningkatkan nilai ekonomi limbah melalui proses daur ulang dan pembuatan kompos.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Amiruddin, M., & Yusuf, A. (2023). *Perancangan Mesin Pencacah Multifungsi untuk Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di Lingkungan Sekolah*. *Jurnal Teknologi Tepat Guna*, 8(2), 45–53.
- [2]. Nugroho, D., Setiawan, R., & Prabowo, H. (2020). *Analisis Kinerja Mesin Pencacah Sampah Organik dengan Variasi Sudut Pisau Potong*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1), 27–34.

- [3]. Putra, F. R., & Handoko, B. (2020). *Desain dan Uji Kinerja Mesin Pencacah Plastik Berbasis Motor Listrik*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan, 6(1), 88–94.
- [4]. Rahman, T., & Suryanto, D. (2021). *Pengembangan Mesin Pencacah Plastik Sistem Dual Shaft untuk Meningkatkan Efisiensi Daur Ulang*. Jurnal Energi dan Manufaktur, 12(3), 114–122.
- [5]. Sutanto, A. (2019). *Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik untuk Produksi Kompos Rumah Tangga*. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 21(2), 103–109.
- [6]. Yuliana, R., & Santoso, W. (2022). *Pemilihan Material Pisau dan Rasio Transmisi pada Mesin Pencacah Sampah*. Jurnal Mekanika Terapan, 7(2), 67–75.
- [7]. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2022). *Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2022*. Jakarta: KLHK.
- [8]. Subekti, H., & Lestari, P. (2021). *Analisis Efisiensi Energi pada Mesin Pencacah Sampah Rumah Tangga Skala Kecil*. Jurnal Energi dan Lingkungan, 9(4), 201–210.
- [9]. Sari, N., & Fadli, M. (2020). *Teknologi Pengolahan Sampah Berbasis Komunitas Menuju Ekonomi Sirkular*. Jurnal Pengabdian dan Inovasi, 3(1), 56–62.
- [10]. Widodo, R., & Firmansyah, D. (2023). *Optimalisasi Desain Pisau Pencacah dengan Metode Elemen Hingga (FEM)*. Jurnal Desain dan Manufaktur, 9(1), 15–23.