

Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pencacah Botol Plastik PET

Mazwan^{1*}, Hilda Porawati², Sandi Yudha Barri Zaqy³, Satrio Darma Utama⁴,
Charles Ade Romario⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Jambi

Jl. Lkr. Barat 3 No.1, Pinang Merah, Kec. Kota Baru, Kota Jambi, Jambi, Indonesia

³Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Politeknik Jambi

Jl. Lkr. Barat 3 No.1, Pinang Merah, Kec. Kota Baru, Kota Jambi, Jambi, Indonesia

*Corresponding author: mazwan@politeknikjambi.ac.id

Abstract

Plastic bottle waste, particularly polyethylene terephthalate (PET), requires proper handling to support recycling and reduce environmental impact. This study aims to design, manufacture, and evaluate a plastic bottle shredding machine as an appropriate technology for reducing PET bottle waste size. The research used an engineering design method consisting of need identification, design, fabrication, assembly, testing, and performance analysis. The machine was designed using Autodesk Fusion, while fabrication and testing were conducted at the Mechanical Engineering Workshop of Politeknik Jambi from January to July 2026. Optimization was carried out on the cutting blade and inlet hopper to improve shredding performance. The test results showed that before optimization, the machine processed 700 g of plastic bottles and produced 326.67 g of shredded plastic, with an efficiency of 46.67% and an operating time of 20 minutes. After optimization, the machine processed 400 g of plastic bottles and produced 371.67 g of shredded plastic, with an efficiency of 92.92% and an operating time of 5 minutes. The shredding capacity increased from 0.98 kg/hour to 4.46 kg/hour. These results indicate that blade and hopper optimization significantly improved machine performance.

Keywords: PET Plastic Bottles, Shredding Machine, Appropriate Technology, Shredding Efficiency.

Abstrak

Sampah botol plastik, khususnya jenis polyethylene terephthalate (PET), memerlukan penanganan yang tepat untuk mendukung proses daur ulang dan mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan mengevaluasi kinerja mesin pencacah sampah botol plastik sebagai teknologi tepat guna untuk memperkecil ukuran limbah botol PET. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa rancang bangun yang meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan, perakitan, pengujian, dan analisis kinerja mesin. Desain mesin dibuat menggunakan Autodesk Fusion, sedangkan proses pembuatan dan pengujian dilaksanakan di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Jambi pada bulan Januari sampai Juli 2026. Optimalisasi dilakukan pada bagian mata pisau pencacah dan corong masuk untuk meningkatkan kinerja pencacahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebelum optimasi, mesin memproses 700 g botol plastik dan menghasilkan 326,67 g cacahan, dengan efisiensi 46,67% dan waktu operasional 20 menit. Setelah optimasi, mesin memproses 400 g botol plastik dan menghasilkan 371,67 g cacahan, dengan efisiensi 92,92% dan waktu operasional 5 menit. Kapasitas pencacahan meningkat dari 0,98 kg/jam menjadi 4,46 kg/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa optimalisasi mata pisau dan corong masuk mampu meningkatkan kinerja mesin secara signifikan.

Kata kunci: Botol Plastik PET, Mesin Pencacah, Teknologi Tepat Guna, Efisiensi Pencacahan.

1. Pendahuluan

Permasalahan sampah plastik masih Permasalahan sampah plastik masih menjadi isu penting dalam pengelolaan lingkungan karena jumlahnya sangat besar dan belum seluruhnya tertangani dengan baik. Data SIPSN tahun 2024 menunjukkan bahwa dari 321 kabupaten/kota di Indonesia, sekitar 61,22% sampah atau setara lebih dari 21,43 juta ton per tahun

masih belum terkelola secara optimal. Selain itu, KLHK menyebutkan bahwa timbulan sampah plastik di Indonesia mencapai sekitar 12,87 juta ton per tahun, dengan jenis kemasan berbahan plastik seperti PET menjadi salah satu komponen penting dalam aliran sampah daur ulang. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah plastik, khususnya botol plastik PET, perlu didukung melalui teknologi pencacahan yang mampu

DOI: <https://doi.org/10.24127/trb.v15i2.5419>

Received 25 July 2026; Received in revised form 3 August 2026; Accepted 12 August 2026

Available online 15 August 2026



memperkecil volume material dan meningkatkan kesiapan bahan untuk proses daur ulang [1]. Oleh karena itu, pengelolaan sampah plastik perlu diarahkan pada prinsip pengurangan, pemilahan, pencacahan, dan pemanfaatan kembali agar memiliki nilai ekonomi serta mendukung konsep ekonomi sirkular [2].

Salah satu tahapan penting dalam proses daur ulang plastik adalah pengecilan ukuran material. Botol plastik yang masih berbentuk utuh memiliki volume besar, sulit ditampung, sulit diangkut, dan kurang efisien untuk masuk ke proses lanjutan seperti pencucian, pengeringan, pelelehan, ekstrusi, maupun pencetakan ulang. Proses pencacahan diperlukan untuk mengubah botol plastik menjadi serpihan berukuran lebih kecil dan seragam [3]. Ukuran cacahan plastik berpengaruh terhadap efisiensi tahapan awal daur ulang karena material yang telah dicacah memiliki volume lebih kecil, lebih mudah dikemas, dan lebih siap memasuki proses lanjutan. Penelitian tentang pengembangan mesin pencacah botol plastik menunjukkan bahwa pencacahan hingga ukuran sekitar 10 mm dapat membantu mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan, memaksimalkan proses pengepakan saat pengiriman, serta meningkatkan nilai ekonomis sampah botol plastik [4].

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas pengembangan mesin pencacah plastik dengan berbagai pendekatan desain. Rihi dkk., [5] merancang mesin pencacah sampah plastik rumah tangga dengan fokus pada kebutuhan pengolahan plastik skala kecil. Arifin dkk., [6] mengembangkan mesin pencacah plastik PET dengan kapasitas 20 kg/jam. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa mesin pencacah PET dapat dirancang dengan kapasitas kerja tertentu sesuai kebutuhan pengolahan, sehingga relevan sebagai acuan dalam perancangan mesin pencacah botol plastik pada penelitian ini. Muhfidin dkk., [7] menganalisis kapasitas mesin pencacah limbah plastik dan tekstil menggunakan unit penghancur tipe shredder, yang

menunjukkan bahwa kapasitas pencacahan dipengaruhi oleh jenis material, bentuk limbah, serta karakteristik unit pemotong. Sementara itu, Muttaqin dkk., [8] menekankan pentingnya modifikasi mesin pencacah plastik untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas hasil cacahan dalam proses daur ulang.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa mesin pencacah plastik memiliki potensi besar dalam mendukung sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Ikaningsih dkk., [9] menerapkan mesin pencacah plastik untuk meningkatkan kapasitas bank sampah berbasis sekolah. Penerapan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi tepat guna dapat membantu meningkatkan frekuensi pengolahan, mengurangi volume sampah, dan meningkatkan nilai guna plastik yang sebelumnya hanya dikumpulkan dalam bentuk utuh. Sari dkk., [10] membahas pengelolaan sampah plastik melalui teknologi pirolisis, yang menunjukkan bahwa cacahan plastik dapat menjadi bahan baku penting untuk proses konversi termal. Dengan demikian, mesin pencacah botol plastik dapat diposisikan sebagai teknologi antara yang menghubungkan tahap pengumpulan sampah dengan proses pengolahan lanjutan, baik untuk daur ulang mekanis maupun konversi energi [10], [9].

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah memberikan kontribusi terhadap pengembangan mesin pencacah plastik, sebagian besar rancangan masih berfokus pada pencacahan plastik secara umum dan belum secara spesifik mengatasi permasalahan teknis pada botol plastik PET yang berongga, ringan, elastis, dan cenderung tidak stabil saat masuk ke ruang pencacah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rancangan mesin pencacah botol plastik PET perlu disesuaikan dengan karakteristik material yang dicacah, terutama pada aspek mekanisme pemotongan dan sistem pemasukan bahan. Oleh karena itu, evaluasi kinerja pada penelitian ini difokuskan pada parameter yang dapat diukur secara kuantitatif, yaitu

kapasitas pencacahan, efisiensi pencacahan, massa hasil cacahan yang keluar dari mesin, dan durasi operasional [11].

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini melakukan pengembangan dan optimalisasi mesin pencacah botol plastik PET melalui perubahan desain mata pisau pencacah dan corong masuk yang disesuaikan dengan karakteristik botol plastik PET. Modifikasi mata pisau diarahkan untuk meningkatkan kemampuan pemotongan, sedangkan perubahan corong masuk bertujuan untuk memperbaiki aliran material agar botol plastik lebih mudah masuk ke ruang pencacah. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada pembuatan mesin, tetapi juga pada perbandingan kinerja sebelum dan sesudah optimasi berdasarkan kapasitas pencacahan, efisiensi pencacahan, dan durasi operasional mesin. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan mesin pencacah yang lebih efektif, mudah dioperasikan, ekonomis, dan sesuai untuk skala bank sampah, UMKM, lingkungan pendidikan, serta unit pengelolaan sampah lokal [12].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pencacah sampah botol plastik yang mampu memperkecil ukuran botol plastik menjadi cacahan yang lebih mudah ditampung dan diolah. Perancangan difokuskan pada penentuan sistem pemotong, pemilihan motor penggerak, sistem transmisi, rangka, hopper, saluran keluar, serta pengujian kinerja mesin. Parameter utama yang dapat diamati meliputi kapasitas pencacahan, ukuran hasil cacahan, stabilitas putaran, kemudahan pengoperasian, dan keamanan kerja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi tepat guna pengolahan sampah plastik, khususnya pada skala rumah tangga, bank sampah, UMKM, dan lingkungan pendidikan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa rancang bangun (*engineering design method*) yang terdiri atas tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan, pembuatan, perakitan, pengujian, dan analisis kinerja mesin. Metode ini digunakan karena penelitian berorientasi pada pengembangan produk teknologi tepat guna berupa mesin pencacah sampah botol plastik yang mampu memperkecil ukuran botol plastik menjadi cacahan yang lebih mudah ditampung, diangkut, dan diolah kembali [13]. Alur penelitian dilakukan secara sistematis agar rancangan mesin yang dihasilkan memiliki fungsi kerja yang sesuai, konstruksi yang aman, dan kinerja pencacahan yang dapat diukur secara kuantitatif.

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Juli 2026. Lokasi pelaksanaan penelitian berada di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Jambi. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki fasilitas pendukung untuk kegiatan perancangan, pemotongan bahan, pengelasan, perakitan, dan pengujian awal mesin.

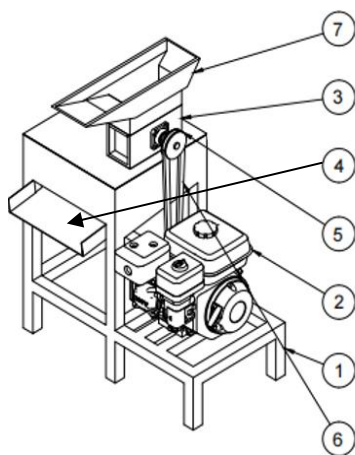
2.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan utama penelitian terdiri atas bahan untuk pembuatan mesin dan bahan uji pencacahan. Bahan pembuatan mesin digunakan untuk membangun struktur dan komponen kerja, sedangkan bahan uji digunakan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam mencacah sampah botol plastik.

Peralatan yang digunakan meliputi mesin las, gerinda potong, gerinda tangan, mesin bor, alat ukur panjang, jangka sorong, timbangan digital, tachometer, stopwatch, kunci pas, kunci ring, dan alat pelindung diri. Peralatan tersebut digunakan untuk mendukung proses fabrikasi, perakitan, pengukuran, dan pengujian mesin.

2.3 Desain Alat

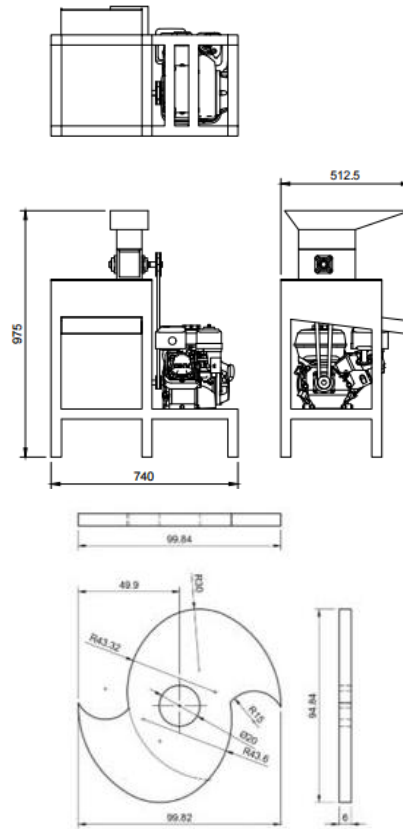
Desain alat dibuat menggunakan aplikasi Autodesk Fusion (*Subscription ID: 72913510598538*) sebagai media pemodelan tiga dimensi untuk memvisualisasikan bentuk, susunan komponen, dan konstruksi mesin sebelum proses fabrikasi. Penggunaan aplikasi Fusion bertujuan untuk mempermudah proses evaluasi rancangan, menyesuaikan posisi antar komponen, serta meminimalkan kesalahan pada tahap pembuatan dan perakitan. Gambar desain alat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Mesin Pencacah Botol Plastik

Keterangan gambar:

- (1) Rangka
- (2) Motor penggerak
- (3) Box pencacah
- (4) Corong keluaran hasil cacahan
- (5) Puli
- (6) Sabuk
- (7) Hopper



Gambar 2. Spesifikasi Mesin dan Mata Pisau

2.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian digunakan untuk menentukan parameter yang diamati selama proses pengujian mesin pencacah botol plastik. Variabel tersebut dipilih untuk mengetahui kinerja mesin sebelum dan setelah dilakukan optimasi, khususnya pada bagian mata pisau pencacah dan corong masuk. Variabel penelitian yang diamati meliputi input botol plastik, rata-rata sampah botol plastik yang tercacah dan keluar dari mesin, persentase hasil pencacahan, serta durasi operasional mesin.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Variabel Penelitian	Satuan	Keterangan
1	Input botol plastik	gram	Massa awal botol plastik PET yang dimasukkan ke dalam mesin sebelum proses pencacahan
2	Rata-rata sampah botol plastik	gram	Massa rata-rata hasil cacahan botol

	tercacad dan keluar dari mesin		plastik yang berhasil keluar dari mesin setelah proses pencacahan Perbandingan antara massa hasil cacahan yang keluar dari mesin dengan massa awal botol plastik yang dimasukkan Waktu yang dibutuhkan mesin untuk memproses botol plastik sejak bahan mulai dimasukkan sampai hasil cacahan keluar
3	Persentase hasil pencacahan	%	
4	Durasi operasional mesin	menit	

2.5 Rumus dan Perhitungan Rancangan

Perhitungan rancangan dilakukan untuk menentukan kebutuhan teknis mesin, terutama daya motor, putaran poros, torsi, rasio transmisi, panjang sabuk, kapasitas pencacahan, dan efisiensi. Rumus yang digunakan dalam perancangan dijelaskan sebagai berikut [14], [15].

a. Daya rencana

$$P_d = f_c \times P \quad (1)$$

Dimana P_d = daya rencana (kW), f_c = faktor koreksi, P = daya motor yang direncanakan (kW).

b. Kecepatan putar poros

$$n_2 = n_1 \times \left(\frac{D_1}{D_2} \right) \quad (2)$$

Dimana n_1 = putaran motor (rpm), n_2 = putaran poros pencacah (rpm), D_1 = diameter pulley motor (mm), D_2 = diameter pulley poros (mm).

c. Torsi poros

$$T = 9550 \times \left(\frac{P}{n} \right) \quad (3)$$

Dimana T = torsi poros (N.m), P = daya motor (kW), n = putaran poros (rpm).

d. Kapasitas pencacahan

$$Q = \frac{m}{t} \quad (4)$$

Dimana Q = kapasitas pencacahan (kg/jam), m = massa botol plastik yang dicacah (kg), t = waktu pencacahan (jam).

e. Efisiensi pencacahan

$$\eta = \left(\frac{m_c}{m_i} \right) \times 100\% \quad (5)$$

Dimana η = efisiensi pencacahan (%), m_c = massa hasil cacahan yang keluar dari mesin (kg), m_i = massa awal botol plastik yang dimasukkan (kg).

2.6 Prosedur Pengujian Mesin

Pengujian mesin dilakukan setelah seluruh komponen selesai dirakit dan diperiksa. Bahan uji berupa botol plastik PET bekas dibersihkan terlebih dahulu dari sisa cairan dan kotoran. Botol plastik kemudian ditimbang untuk mengetahui massa awal sebelum proses pencacahan. Mesin dihidupkan sampai putaran stabil, kemudian botol plastik dimasukkan secara bertahap melalui hopper. Waktu pencacahan diukur menggunakan stopwatch sejak bahan mulai masuk ke ruang pencacah sampai hasil cacahan keluar melalui saluran keluaran.

Pengujian dilakukan dalam 5 kali pengulangan untuk memperoleh data yang lebih representatif. Setelah proses pencacahan selesai, hasil cacahan ditimbang untuk mengetahui massa bahan yang berhasil keluar dari mesin. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap ukuran

hasil cacahan, kestabilan putaran, getaran mesin, kelancaran aliran material, serta keamanan kerja selama proses pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Rancang Bangun Mesin Pencacah Botol Plastik

Penelitian ini menghasilkan satu unit mesin pencacah sampah botol plastik yang dirancang untuk memperkecil ukuran botol plastik jenis PET menjadi cacahan berukuran lebih kecil. Mesin ini dikembangkan melalui tahapan perancangan, pembuatan komponen, perakitan, dan pengujian kinerja. Optimalisasi dilakukan pada bagian mata pisau pencacah dan corong masuk botol plastik. Perubahan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mesin dalam menarik, menekan, dan mencacah botol plastik agar proses pencacahan berlangsung lebih efektif.

Sebelum dilakukan optimalisasi, mesin mengalami kendala pada proses pemasukan material karena botol plastik cenderung ringan, berongga, elastis, dan mudah terpental saat masuk ke ruang pencacah [6]. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian botol tidak tercacah secara optimal dan waktu pencacahan menjadi lebih lama.

3.2. Proses Pembuatan dan Perakitan Mesin

Proses pembuatan mesin pencacah botol plastik dilakukan di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Jambi. Tahapan pembuatan diawali dengan pemotongan dan pembentukan mata pisau menggunakan mesin milling sesuai ukuran dan bentuk yang telah dirancang. Setelah proses pemotongan, mata pisau dipoles menggunakan mesin gerinda untuk memperoleh bentuk sisi potong yang lebih rapi dan sesuai dengan kebutuhan pencacahan.

Tahap berikutnya adalah pembuatan poros pencacah melalui proses pembubutan. Poros berfungsi sebagaiudukan utama mata pisau putar sehingga harus dibuat

presisi agar putaran pisau stabil selama mesin beroperasi. Setelah poros selesai dibuat, dilakukan penyesuaian antara poros dan mata pisau agar posisi pisau sesuai dengan ruang pencacah. Selanjutnya, mata pisau putar dan mata pisau tetap dirakit serta disetel agar jarak antar pisau tidak terlalu renggang dan tidak saling bergesekan secara berlebihan.

Selain bagian pemotong, dilakukan pula pembuatan corong masuk botol plastik. Corong ini berfungsi mengarahkan botol menuju ruang pencacah serta membantu menjaga posisi botol agar tidak mudah terpental saat proses pencacahan berlangsung. Tahap akhir adalah perakitan seluruh komponen, meliputi rangka, motor penggerak, sistem transmisi, poros, mata pisau, box pencacah, hopper, dan saluran keluar hasil cacahan.

Secara umum, proses pembuatan mesin meliputi pemotongan dan pembentukan mata pisau, pemolesan mata pisau, pembubutan poros, pemasangan mata pisau pada poros, penyetelan mata pisau putar dan mata pisau tetap, pembuatan corong masuk, pengecatan rangka, serta perakitan seluruh komponen menjadi satu unit mesin pencacah botol plastik.

3.3. Hasil Pengujian Mesin

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin sebelum dan sesudah optimalisasi. Parameter yang diamati meliputi massa botol plastik yang dimasukkan, rata-rata massa hasil cacahan yang keluar dari mesin, persentase hasil pencacahan, serta durasi operasional mesin [16]. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

No.	Deskripsi	Mesin Sebelum Optimasi	Mesin Setelah Optimasi
1	Input botol plastik Rata-rata sampah	700 g	400 g
2	botol plastik tercacah dan keluar dari mesin	326,67 g	371,67 g

3	Persentase hasil pencacahan	46,67%	92,92%
4	Durasi operasional mesin	20 menit	5 menit

Berdasarkan Tabel 1, mesin sebelum optimasi mampu mencacah dan mengeluarkan hasil cacahan sebesar 326,67 g dari total input 700 g. Nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase hasil pencacahan mesin sebelum optimasi adalah 46,67%. Durasi operasional yang dibutuhkan untuk memproses bahan tersebut adalah 20 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja mesin sebelum optimasi belum optimal karena masih terdapat material yang tidak tercacah atau tertahan di dalam ruang pencacah.

Setelah dilakukan optimalisasi, mesin mampu menghasilkan cacahan sebesar 371,67 g dari total input 400 g. Persentase hasil pencacahan meningkat menjadi 92,92% dengan durasi operasional hanya 5 menit. Peningkatan ini menunjukkan bahwa perubahan pada mata pisau dan corong masuk memberikan pengaruh positif terhadap kinerja mesin. Botol plastik dapat masuk ke ruang pencacah dengan lebih baik, proses pemotongan berlangsung lebih cepat, dan jumlah material yang berhasil keluar dari mesin menjadi lebih tinggi.

Kapasitas pencacahan dihitung berdasarkan massa hasil cacahan yang keluar dari mesin per satuan waktu. Pada mesin sebelum optimasi, massa hasil cacahan sebesar 326,67 g atau 0,32667 kg dengan waktu pencacahan 20 menit atau 0,333 jam. Dengan demikian, kapasitas pencacahan sebelum optimasi adalah:

$$Q = \frac{m}{t} = \frac{0,32667}{0,333} = 0,98 \text{ Kg/jam}$$

Pada mesin setelah optimasi, massa hasil cacahan sebesar 371,67 g atau 0,37167 kg dengan waktu pencacahan 5 menit atau 0,083 jam. Maka kapasitas pencacahan setelah optimasi adalah:

$$Q = \frac{m}{t} = \frac{0,37167}{0,083} = 4,46 \text{ Kg/jam}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas pencacahan meningkat dari 0,98 kg/jam menjadi 4,46 kg/jam. Peningkatan kapasitas ini menunjukkan bahwa mesin setelah optimasi mampu bekerja lebih cepat dibandingkan kondisi sebelum optimasi.

Efisiensi pencacahan dihitung berdasarkan perbandingan antara massa hasil cacahan yang keluar dari mesin dengan massa awal botol plastik yang dimasukkan. Efisiensi pencacahan sebelum optimasi adalah:

$$\eta = \left(\frac{m_c}{m_i} \right) \times 100\%$$

$$\eta = \left(\frac{326,67}{700} \right) \times 100\% = 46,67\%$$

Efisiensi pencacahan setelah optimasi adalah:

$$\eta = \left(\frac{371,67}{400} \right) \times 100\% = 92,92\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, efisiensi pencacahan meningkat sebesar 46,25 poin persentase, dari 46,67% menjadi 92,92%. Selain itu, waktu pencacahan menurun dari 20 menit menjadi 5 menit, atau terjadi pengurangan waktu operasional sebesar 75%. Hal ini menunjukkan bahwa optimalisasi desain pisau dan corong masuk mampu meningkatkan efektivitas kerja mesin menunjukkan peningkatan.

3.4. Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa optimalisasi mata pisau pencacah dan corong masuk memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kinerja mesin pencacah botol plastik PET. Peningkatan efisiensi dari 46,67% menjadi 92,92% tidak hanya menunjukkan bertambahnya jumlah material yang berhasil tercacah dan keluar dari mesin, tetapi juga mengindikasikan bahwa mekanisme pemotongan dan aliran material di dalam ruang pencacah menjadi lebih efektif. Hal ini sejalan dengan

penelitian Muhfidin dkk. [7] yang menyatakan bahwa kapasitas pencacahan dipengaruhi oleh jenis material, bentuk limbah, dan karakteristik unit pemotong. Pada penelitian ini, botol plastik PET memiliki karakteristik ringan, berongga, elastis, dan mudah berubah bentuk, sehingga membutuhkan desain pisau dan corong masuk yang mampu mengarahkan material secara stabil menuju ruang pencacah.

Rendahnya efisiensi sebelum optimalisasi disebabkan oleh beberapa faktor teknis. Pertama, geometri mata pisau belum mampu memberikan gaya potong dan gaya tarik yang cukup terhadap botol plastik, sehingga sebagian material tidak langsung masuk ke daerah pemotongan. Kedua, bentuk corong masuk belum optimal dalam mengarahkan botol plastik ke ruang pencacah, sehingga botol cenderung tertahan, terpental, atau berputar tidak stabil sebelum terkena pisau. Ketiga, karakteristik PET yang elastis menyebabkan botol cenderung tertekan dan kembali ke bentuk semula ketika gaya potong belum cukup besar. Kondisi ini menyebabkan proses pencacahan berlangsung lebih lama dan sebagian material tidak keluar secara sempurna dari mesin.

Setelah dilakukan optimalisasi, perubahan pada mata pisau menghasilkan proses pemotongan yang lebih efektif karena pisau mampu memberikan gaya geser dan gaya tekan yang lebih baik terhadap botol plastik. Perubahan ini berpengaruh terhadap kemampuan mesin dalam menarik material ke ruang pencacah dan memperkecil kemungkinan botol terpental. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Muttaqin dkk. [8] yang menekankan bahwa modifikasi mesin pencacah plastik dapat meningkatkan kapasitas dan kualitas hasil cacahan dalam proses daur ulang. Dengan demikian, peningkatan kinerja pada penelitian ini tidak hanya dipengaruhi oleh daya motor, tetapi juga oleh kesesuaian desain komponen pemotong terhadap karakteristik material yang dicacah.

Perubahan pada corong masuk juga berperan penting dalam meningkatkan

efisiensi pencacahan. Corong masuk yang lebih sesuai membantu mengarahkan posisi botol plastik agar lebih stabil sebelum mencapai mata pisau. Aliran material yang lebih terarah mengurangi kehilangan waktu akibat botol yang tersangkut atau tidak langsung masuk ke ruang pencacah. Hal ini mendukung fungsi mesin pencacah sebagai teknologi antara dalam proses daur ulang, sebagaimana dijelaskan oleh Ikaningsih dkk. [9] bahwa penerapan mesin pencacah dapat meningkatkan kapasitas pengelolaan sampah plastik pada unit berbasis masyarakat. Dengan aliran material yang lebih baik, mesin menjadi lebih mudah dioperasikan dan lebih sesuai untuk kebutuhan skala kecil seperti bank sampah, UMKM, dan lingkungan pendidikan.

Peningkatan kapasitas pencacahan dari 0,98 kg/jam menjadi 4,46 kg/jam menunjukkan bahwa optimalisasi desain mampu mempercepat proses kerja mesin. Kenaikan kapasitas ini berkaitan langsung dengan berkurangnya durasi operasional dari 20 menit menjadi 5 menit. Secara teknis, waktu pencacahan yang lebih singkat menunjukkan bahwa interaksi antara botol plastik, mata pisau, dan ruang pencacah berlangsung lebih efektif. Botol plastik lebih cepat tertarik ke daerah pemotongan, proses pemotongan terjadi lebih stabil, dan hasil cacahan lebih mudah keluar melalui saluran keluaran. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Arifin dkk. [6] yang menunjukkan bahwa kinerja mesin pencacah PET sangat ditentukan oleh kesesuaian desain terhadap karakteristik botol plastik sebagai bahan uji.

Efisiensi pencacahan yang meningkat menjadi 92,92% juga menunjukkan bahwa jumlah material yang tertahan di dalam ruang pencacah semakin kecil. Dalam konteks pengolahan sampah plastik, hal ini penting karena material yang tidak tercacah atau tertinggal di dalam mesin dapat menyebabkan penurunan produktivitas, penyumbatan ruang pencacah, dan peningkatan waktu pembersihan. Dengan demikian, efisiensi pencacahan dipengaruhi oleh beberapa

faktor utama, yaitu geometri mata pisau, ketajaman sisi potong, jarak antara pisau putar dan pisau tetap, bentuk corong masuk, kestabilan aliran material, serta karakteristik fisik botol plastik PET. Faktor-faktor tersebut saling berkaitan dalam menentukan keberhasilan proses pencacahan.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, kontribusi penelitian ini terletak pada optimalisasi mesin pencacah botol plastik PET melalui modifikasi mata pisau dan corong masuk, bukan hanya pada pembuatan mesin secara umum. Rihi dkk. [5] telah mengembangkan mesin pencacah plastik untuk kebutuhan rumah tangga, sedangkan Arifin dkk. [6] mengembangkan mesin pencacah PET dengan kapasitas tertentu. Namun, penelitian ini secara khusus menunjukkan adanya perbandingan kinerja sebelum dan sesudah optimalisasi, sehingga pengaruh perubahan desain terhadap efisiensi, kapasitas, dan waktu operasional dapat diamati secara kuantitatif. Hal ini menjadi nilai tambah karena evaluasi dilakukan berdasarkan perubahan performa mesin, bukan hanya berdasarkan keberhasilan fabrikasi alat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan mesin pencacah botol plastik PET tidak hanya ditentukan oleh keberadaan motor penggerak dan sistem transmisi, tetapi juga oleh kesesuaian rancangan mata pisau dan corong masuk terhadap karakteristik material. Optimalisasi pada kedua komponen tersebut mampu meningkatkan efisiensi pencacahan, memperbesar kapasitas kerja, dan memperpendek waktu operasional. Dengan demikian, mesin pencacah botol plastik hasil optimasi dapat dikategorikan sebagai teknologi tepat guna yang berpotensi mendukung proses pengelolaan sampah plastik pada skala kecil, terutama pada bank sampah, UMKM, lingkungan kampus, dan unit pengelolaan sampah lokal. Meskipun demikian, pengujian lanjutan masih diperlukan untuk menilai keseragaman ukuran cacahan, ketahanan mata pisau, konsumsi energi,

serta kemampuan mesin dalam mencacah variasi jenis plastik lainnya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan mesin pencacah sampah botol plastik PET yang telah dioptimalkan melalui perubahan desain pada bagian mata pisau pencacah dan corong masuk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rancangan setelah optimasi memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan kondisi sebelum optimasi, ditinjau dari meningkatnya efisiensi pencacahan, meningkatnya kapasitas kerja, dan berkurangnya durasi operasional mesin. Secara ilmiah, hasil tersebut menunjukkan bahwa kesesuaian desain komponen pemotong dan sistem pemasukan material terhadap karakteristik botol plastik PET yang ringan, berongga, dan elastis merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan proses pencacahan.

Peningkatan efisiensi dari 46,67% menjadi 92,92%, peningkatan kapasitas dari 0,98 kg/jam menjadi 4,46 kg/jam, serta penurunan waktu operasional dari 20 menit menjadi 5 menit menunjukkan bahwa optimasi desain secara keseluruhan mampu memperbaiki aliran material dan efektivitas proses pemotongan. Namun, penelitian ini belum melakukan analisis statistik maupun pengujian terpisah terhadap pengaruh masing-masing komponen, sehingga peningkatan kinerja belum dapat dikaitkan secara individual hanya pada mata pisau atau corong masuk. Dengan demikian, mesin pencacah botol plastik PET hasil optimasi berpotensi digunakan sebagai teknologi tepat guna untuk mendukung pengelolaan sampah plastik skala kecil. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan pengujian statistik dengan variasi desain pisau, bentuk corong masuk, putaran poros, konsumsi energi, keseragaman ukuran cacahan, serta ketahanan komponen selama penggunaan berulang.

Ucapan terimakasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Tahun Anggaran 2026 atas dukungan dana yang diberikan untuk penelitian ini, serta Politeknik Jambi atas dukungan fasilitas yang mendukung pelaksanaan Penelitian ini.

Referensi

- [1] H. Porawati, M. Mazwan, dan S. Sukadi, "Optimizing Zeolite Catalysts for Efficient LDPE Plastic Waste Pyrolysis," *J. Mech. Eng. Sci. Technol. (JMEST)*, vol. 9, no. 2, hal. 344–355, 2025, doi: 10.17977/um016v9i22025p344.
- [2] Hendraa *et al.*, "Analisis tegangan pada strukturmesin pencacah plastikmenggunakan metode elemen hingga (MEH) dan uji kerjamesin pencacah plastik," *Met. J. Sist. dan Termal*, vol. 1, hal. 9–16, 2021.
- [3] R. Huzein dan T. Hasballah, "RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH PLASTIK JENIS PET (POLYETHLENE TEREPHTALATE) KAPASITAS 50 KG/JAM," *J. Teknol. Mesin*, vol. 1, no. 1, hal. 1–8, 2020.
- [4] L. Van Gunawan, M. Ghozali, F. Sugara, R. F. Rohman, E. P. Pangestu, dan S. Rohidayat, "Rancang Bangun Mesin Injection Molding Tipe Vertikal Untuk Pembuatan Produk Tatakan Gelas Dari Limbah Plastik PET," *TURBO*, vol. 14, no. 02, hal. 873–882, 2025.
- [5] A. Rihi, Gusnawati, dan A. Sanusi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik Rumah Tangga," *J. Mesin Nusantara*, vol. 8, no. 1, hal. 77–86, 2025.
- [6] D. E. S. Arifin, R. Y. Widiatmoko, dan M. I. Alwan, "Perancangan Desain Mesin Pengolah Sampah Plastik Polyehthylene Terephthalate (PET) Menjadi Biji Plastik Dengan Metode Ekstrusi," *J. Appl. Mech. Eng. Renew. ENERGY*, vol. 5, no. 2, 2025.
- [7] R. Muhfidin, S. N. Sari, dan R. Prastowo, "Analisis Kapasitas Mesin Pencacah Limbah Plastik dan Tekstil Menggunakan Unit Penghancur (Shredder)," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 3, hal. 1474–1483, 2024, doi: <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4400>.
- [8] A. N. Muttaqin *et al.*, "Modifikasi Mesin Pencacah Plastik untuk Meningkatkan Kapasitas dan Kualitas Hasil Cacahan dalam Proses Daur Ulang," *J. PERANCANGAN, MANUFAKTUR, Mater. DAN ENERGI (JURNAL PERMADI)*, vol. 7, no. 1, hal. 23–33, 2025.
- [9] M. A. Ikaningsih *et al.*, "Implementasi Mesin Pencacah Plastik untuk Meningkatkan Kapasitas Bank Sampah Berbasis Sekolah di TK Gaya Trie," *E-DIMAS J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 57, no. 1, hal. 57–63, 2026.
- [10] M. M. Sari, A. S. Afifah, dan I. W. K. Suryawan, "Pengelolaan Sampah Plastik Melalui Teknologi Pirolisis di TPST Manding, Kabupaten Sragen: Analisis Efektivitas dan Potensi Keberlanjutan," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 3, hal. 246–256, 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.20092.
- [11] M. Nadhir, W. Lestariningsih, dan M. N. Rohman, "ANALISA PENGARUH KECEPATAN MOTOR INDUKSI TERHADAP KINERJA PUTARAN MESIN PENCACAH SAMPAH PLASTIK MENGGUNAKAN TIMER H3BA," *TURBO*, vol. 15, no. 1, hal. 63–69, 2026.
- [12] D. A. R. Wati dan A. Samudra, "Rancang Bangun Mesin Pencacah

- Sampah Plastik,” *Steam Eng.*, vol. 4, no. 1, hal. 9–13, 2022, doi: <https://doi.org/10.37304/jptm.v4i1.5180>.
- [13] D. Sopyan dan D. Suryadi, “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg,” *Media Teknol.*, vol. 06, no. 02, hal. 213–222, 2020, doi: <https://doi.org/10.25157/jmt.v6i2.2796>.
- [14] H. Mahmudi, “Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah,” *J. Mesin Nusantara.*, vol. 4, no. 1, hal. 40–46, 2021.
- [15] N. Y. Triadi, B. Martana, dan S. Pradana, “Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, hal. 144–153, 2020.
- [16] A. D. Soewono, J. Liutomo, dan M. Darmawan, “Rancang Bangun Plastic Waste Shredder untuk Mengolah Sisa Limbah Plastik Proses Injection Mould,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, hal. 1–8, 2021.