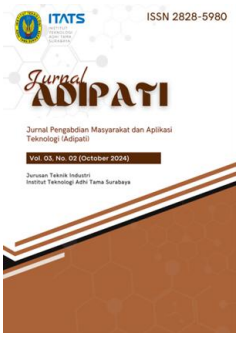
Muttaqin, dkk., Jurnal ADIPATI, Vol. 05, No. 01, Tahun 2026
Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374



Halaman:
109 – 115

Tanggal penyerahan:
17 November 2025

Tanggal revisi:
30 Desember 2025

Tanggal diterima:
30 Desember 2025

Tanggal terbit:
31 Desember 2025

*penulis korespondensi
Email:
*[1]imambenazir@telkomuniversity.ac.id
[2]andreangregory@student.telkomuniversity.ac.id
[3]aryabraling@student.telkomuniversity.ac.id
[4]rismadwicahyanirum@telkomuniversity.ac.id
[5]mochhafiddwif@student.telkomuniversity.ac.id
[6]angelinamaisy@student.telkomuniversity.ac.id
[7]agoeswindarto@telkomuniversity.ac.id
[8]pratya@telkomuniversity.ac.id
[9]adi_candra1@yahoo.com

Jurnal Pengabdian Masyarakat dan aplikasi Teknologi (Adipati)

Perancangan Teknologi Tepat Guna: Mesin Pencacah Botol Plastik untuk Pemberdayaan Masyarakat Desa Gading Watu

Benazir Imam Arif Muttaqin[1*], Andrean Gregory Valentino Sinaga[2], Joey Azarya Brailing[3], Risma Dwi Cahyaningrum[4], Moch Hafid Dwi Febrianto[5], AA Angelina Maisy Antonita[6], Agoes Windarto[7], Pratya Poeri Suryadhini[8], dan Adi Candra[9]

[1,2,3,4,5,6]Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom, Kampus Surabaya
[7]Program Studi Bisnis Digital, Universitas Telkom, Kampus Surabaya, Jl. Ketintang No. 156, Surabaya 60231, Jawa Timur, Indonesia
[8]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1, Bandung 40257, Jawa Barat, Indonesia
[9]Yayasan Lestari Bumi Abadi Kota Surabaya, Perum Prambon Asri Blok K No. 9, Surabaya 61174, Jawa Timur, Indonesia

Abstract

PET plastic waste is one of the dominant waste streams in Gading Watu Village and has low economic value when sold in its intact form. To address this issue, a community-scale plastic chopping machine was designed as an appropriate technology to increase material value and support circular economy practices. The design process included community needs assessment, capacity and design parameter calculations, and technical drawing development. The analysis indicated the need for a safe and energy-efficient machine suitable for sustainable community use. Technical calculations resulted in a design capacity of 14-18 kg/h, a shaft diameter of 22-25 mm, a rotational speed of 50-70 rpm, and a cutter configuration of 6-8 blades with 6-10 mm spacers. The 3D design comprises a main frame, single-shaft assembly, enclosed hopper, and transmission system, with a variable-speed single-shaft chopping mechanism selected for its safety and suitability in processing PET bottle waste.

Keywords: *appropriate technology, circular economy, PET bottle plastic waste, plastic chopper*

Abstrak

Limbah plastik PET sebagai salah satu jenis sampah dominan masyarakat Desa Gading Watu memiliki nilai ekonomi rendah ketika dijual dalam bentuk utuh. Untuk menangani permasalahan tersebut, perlu dilakukan perancangan mesin pencacah plastik skala komunitas sebagai teknologi tepat guna untuk meningkatkan nilai guna material dan mendukung penerapan ekonomi sirkular. Metode yang digunakan meliputi identifikasi kebutuhan masyarakat, perhitungan kapasitas dan parameter desain, serta penyusunan gambar teknik. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan alat yang aman, dan hemat energi, sehingga dapat digunakan berkelanjutan pada skala komunitas. Perhitungan teknis menghasilkan kapasitas rancangan 14-18 kg/jam, diameter poros 22-25 mm, kecepatan putar 50-70 rpm, serta konfigurasi *cutter* 6-8 pisau dengan *spacer* 6-10 mm. Desain 3D mencakup rangka utama, *single-shaft assembly*, *hopper* tertutup, dan sistem transmisi. Mekanisme pencacahan menggunakan *single-shaft variable speed*, yang dipilih karena keamanan dan kesesuaiannya untuk pengolahan limbah botol plastik. Hasil perancangan ini menjadi dasar teknis bagi pengembangan prototipe selanjutnya.

Kata kunci: botol plastik PET, ekonomi sirkular, pencacah plastik, teknologi tepat guna

Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

1. PENDAHULUAN

Permasalahan limbah plastik merupakan tantangan lingkungan yang semakin meningkat dalam satu dekade terakhir. Produksi plastik global terus bertambah dari tahun ke tahun, dan sebagian besar berakhir sebagai limbah yang tidak terkelola dengan baik (Geyer, dkk., 2017). Kondisi tersebut juga tercermin pada masyarakat Desa Gading Watu, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, yang menghasilkan timbulan limbah plastik cukup tinggi, terutama dari botol plastik sekali pakai berbahan PET. Data Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa sampah plastik rumah tangga mendominasi komposisi sampah nasional, dan pemilahannya masih terbatas (KLHK, 2022).

Sampah botol plastik memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan lama, namun nilai ekonominya rendah ketika dijual dalam bentuk utuh (Hopewell, dkk., 2009). Padahal, jika diolah lebih lanjut menjadi cacahan (*flakes*), plastik PET dapat memperoleh nilai tambah yang lebih besar, serta menjadi bahan baku industri daur ulang yang stabil (Ragaert, dkk., 2017). Dengan demikian, upaya peningkatan kapasitas masyarakat dalam mengolah limbah plastik menjadi penting dan relevan secara ekonomi maupun lingkungan.

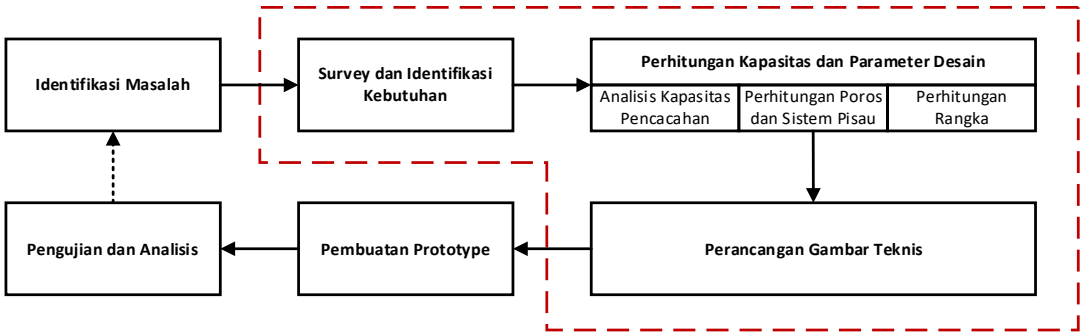
Dalam konteks pengabdian masyarakat, teknologi tepat guna berupa mesin pencacah plastik berperan sebagai solusi yang mampu mengurangi volume limbah, mempermudah proses transportasi, dan menghubungkan masyarakat dengan rantai pasok daur ulang (Al-Salem, dkk., 2009). Implementasi teknologi semacam ini sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, yaitu model pengelolaan yang menekankan pengurangan limbah, pemanfaatan kembali material, dan optimalisasi siklus hidup produk (Geissdoerfer, dkk., 2017). Melalui pendekatan sirkular, limbah plastik tidak hanya dipandang sebagai residu, tetapi juga sebagai sumber daya bernilai ekonomi yang dapat dimanfaatkan untuk keberlanjutan (*sustainability*).

Lebih jauh, kegiatan ini juga mendukung tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) dan SDG 13 (*Climate Action*) (United Nations, 2015). Partisipasi masyarakat, terutama kelompok informal seperti pengepul dan pengumpul sampah, merupakan faktor kunci dalam keberhasilan pengelolaan limbah (Wilson, dkk., 2006). Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang sesuai dengan skala komunitas dan mudah dioperasikan oleh masyarakat.

Artikel ini memaparkan proses perancangan mesin pencacah plastik skala komunitas sebagai bagian dari program pengabdian kepada masyarakat di Desa Gading Watu. Fokusnya adalah tahap perancangan desain, mulai dari identifikasi kebutuhan, perhitungan kapasitas, penentuan spesifikasi teknis, hingga penyusunan gambar teknis. Tahap ini menjadi fondasi penting sebelum alat difabrikasi dan dimanfaatkan lebih lanjut dalam pembangunan ekosistem daur ulang yang berkelanjutan di masyarakat.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan dirancang menjadi enam tahapan utama: identifikasi masalah, *survey* dan identifikasi kebutuhan, perhitungan kapasitas dan parameter desain, perancangan gambar teknis, pembuatan *prototype*, serta pengujian dan analisis. Perancangan alat pencacah alat limbah botol plastik melibatkan 3 tahap utama, yaitu *survey* dan identifikasi kebutuhan, perhitungan kapasitas dan parameter desain, dan perancangan gambar teknis. Tahapan ini mengikuti pendekatan rekayasa desain berbasis kebutuhan komunitas dan prinsip ekonomi sirkular. Adapun *flowchart* metode pelaksanaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* pelaksanaan kegiatan pengabdian.

2.1. Identifikasi Kebutuhan Masyarakat

Masyarakat sasaran dilibatkan secara aktif dalam seluruh tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Tahap ini dilakukan melalui diskusi oleh tim pelaksana dengan warga RT 02 RW 04 Desa Gading Watu,

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, bersama mitra Yayasan Lestari Bumi. Perolehan hasil diskusi sebagai informasi yang dikumpulkan meliputi: 1.) jenis dan volume limbah plastik harian, khususnya botol PET, 2.) pola pengumpulan dan pemilahan sampah, 3.) kapasitas listrik rumah tangga, 4.) preferensi keamanan dan kemudahan operasional, dan 5.) dimensi ruang penyimpanan alat.

2.2. Perhitungan Kapasitas dan Parameter Desain

Analisis teknis dilakukan untuk merumuskan parameter rancangan mesin, meliputi analisis kapasitas pencacahan, perhitungan poros, dan perhitungan rangka.

a. Analisis Kapasitas Pencacahan

Menghitung kapasitas yang diperlukan berdasarkan:

- volume limbah plastik bulanan,
- karakteristik material PET (densitas, kekakuan),
- rasio pemotongan, dan
- estimasi waktu operasi yang realistis bagi masyarakat.

b. Perhitungan Poros dan Sistem Pisau

Parameter yang dianalisis meliputi:

- perhitungan torsi akibat gaya pemotongan,
- analisis puntir,
- penentuan diameter minimum poros,
- pemilihan material poros yang sesuai,
- jumlah *cutter* per poros,
- ketebalan *cutter* dan jarak antar *spacer,*
- pola putaran searah (*clockwise*) atau berlawanan arah (*clockwise*) *rotating,*
- kecepatan putar bervariasi untuk keselamatan,
- mekanisme penarikan material ke tengah, dan
- kemungkinan perawatan dan penggantian pisau.

c. Perhitungan Rangka

Parameter yang digunakan untuk menentukan perhitungan rangka meliputi:

- beban statis dan dinamis,
- analisis vibrasi, dan
- pemilihan material rangka yang kokoh namun tetap ekonomis.

2.3. Perancangan Gambar Teknis

Tahap terakhir dari metode pelaksanaan adalah pembuatan model 3D dan gambar teknik menggunakan *Computer Aided Design* (CAD). Tahap desain ini menghasilkan *blue-print* yang siap difabrikasi. Komponen yang dirancang meliputi:

- rangka,
- *shaft* lengkap dengan *cutter* dan *spacer,*
- *hopper input* dan saluran *output*,
- dudukan motor dan transmisi *pulley-belt*, dan
- *assembly drawing* dan tampak 2D (*front*, *side*, *top*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Identifikasi Kebutuhan

Hasil survei menunjukkan bahwa masyarakat Desa Gading Watu menghasilkan limbah botol plastik jenis PET dengan volume sekitar 18-45 kg per bulan. Pola pengumpulan limbah masih mengandalkan pemilahan sederhana, dan botol plastik umumnya dijual dalam bentuk utuh sehingga memiliki nilai ekonomi yang relatif rendah. Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan teknologi pencacahan untuk meningkatkan nilai tambah limbah plastik di tingkat masyarakat.

Pada tahap perencanaan, warga menginginkan alat pencacah yang aman, mudah dioperasikan oleh masyarakat umum, serta mampu bekerja secara andal dengan kebutuhan perawatan yang sederhana. Berdasarkan

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

pertimbangan tersebut, sistem pencacahan yang dipilih adalah *single-shaft chopper* yang dilengkapi dengan sistem *pulley* ganda kiri dan kanan untuk menyalurkan dan menyeimbangkan daya putar. Konfigurasi ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas poros pencacah, mengurangi beban puntir tidak merata, serta memperpanjang umur komponen mekanis.

Mengingat keterbatasan daya listrik rumah tangga di Desa Gading Watu yang berada pada kisaran 450–900 VA serta kebutuhan torsi yang cukup besar pada proses pencacahan botol plastik PET, maka alat yang direalisasikan menggunakan mesin bensin berdaya 7 HP sebagai sumber penggerak. Penggunaan mesin bensin ini memungkinkan alat beroperasi secara mandiri tanpa ketergantungan pada jaringan listrik, menghasilkan torsi yang memadai pada putaran rendah, lebih aman dan dapat diandalkan pada kondisi hujan, serta tetap mendukung pengelolaan limbah plastik yang berkelanjutan dan penguatan ekonomi sirkular di tingkat desa.



Gambar 2. Diskusi identifikasi kebutuhan pengguna oleh tim.

3.2. Hasil Perhitungan Kapasitas dan Desain

Parameter teknis utama yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan perhitungan dirangkum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ringkasan Parameter Teknis Hasil Perhitungan

Komponen	Hasil Perhitungan	Keterangan
Kapasitas pencacahan	14-18 kg/jam	Memenuhi kebutuhan pemrosesan bulanan warga
Diameter poros	22-25 mm	Aman terhadap torsi pemotongan PET
Kecepatan putar poros	50-70 rpm	Bervariasi, aman dan stabil
Jumlah *cutter* per poros	6-8 *cutter*	Tergantung ukuran final cacahan
Ketebalan *cutter*	8-12 mm	Disesuaikan dengan gaya pemotongan
Jarak antar *spacer*	6-10 mm	Menghasilkan cacahan tipe *coarse*
Motor penggerak	7 HP	Cocok untuk kebutuhan komunitas warga lokal
Material rangka	*Hollow* 40x40, tebal 1.5-2 mm	Stabil dan ekonomis

Hasil perhitungan desain menunjukkan bahwa kapasitas pencacahan berada pada rentang 14-18 kg/jam, sehingga mampu mengolah timbulan limbah plastik warga secara efisien tanpa memerlukan waktu operasi yang panjang. Diameter poros yang dibutuhkan adalah 22-25 mm, cukup kuat untuk menahan torsi pemotongan botol PET, dengan kecepatan putar poros 50–70 rpm yang termasuk kategori *slow-high speed* sehingga terdapat variasi, aman dan stabil untuk dioperasikan oleh masyarakat. Sistem pemotongan menggunakan 6-8 *cutter* per poros dengan ketebalan 8-12 mm dan jarak antar spacer 6-10 mm, menghasilkan cacahan tipe *coarse* yang sesuai untuk proses daur ulang tahap awal. Motor penggerak yang direkomendasikan berada pada kisaran 7 HP agar tetap kompatibel dengan kebutuhan warga, sementara rangka dirancang menggunakan hollow 40×40 mm dengan ketebalan 1.5-2 mm, memberikan keseimbangan antara kekuatan struktural dan efisiensi biaya pada rancangan mesin pencacah plastik berbasis *single-shaft chopper* ini.

3.3. Hasil Perancangan Sistem *Single-Shaft Double Pulley Chopper*

Berdasarkan hasil analisis teknis, dipilih sistem pencacahan *single-shaft* dengan pisau *chopper* berputar (*rotary cutter*) karena memiliki konstruksi yang sederhana, mudah dioperasikan, serta sesuai untuk kapasitas pencacahan botol plastik PET skala masyarakat. Pada sistem ini, seluruh pisau *cutter* dipasang menyatu pada satu poros dan berputar searah, sehingga proses pencacahan terjadi melalui mekanisme potong dan cabik akibat kontak langsung antara pisau berputar dan material.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

Tabel 2. Konfigurasi Sistem Pisau Twin-Shaft

Elemen	Spesifikasi
Tipe pisau	Pisau baja
Jumlah pisau per poros	6-8
Sistem putaran	*Single shaft*
Ketebalan pisau	8-12 mm
Spacer	6-10 mm
Mekanisme kerja	Pisau berputar memotong dan mencabik botol secara bertahap

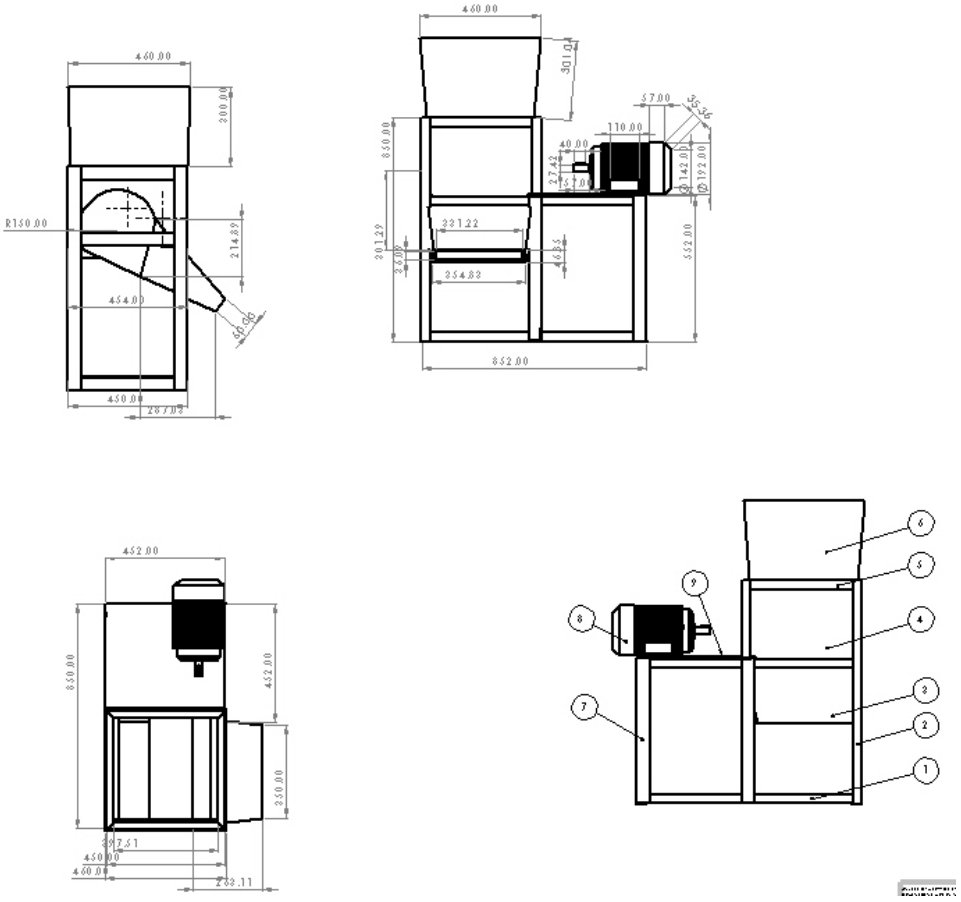
Untuk menjaga kestabilan mekanis poros dan distribusi daya, digunakan sistem *pulley* ganda pada kiri dan kanan poros pencacah. Sistem ini memungkinkan penyaluran daya dari mesin bensin 7 HP secara seimbang, mengurangi beban lentur dan puntir pada poros, serta meningkatkan umur pakai bantalan dan komponen transmisi.

Secara keseluruhan, rancangan mesin pencacah botol plastik PET dengan pisau *cutter* berputar *single-shaft* ini memenuhi prinsip teknologi tepat guna, aman dioperasikan oleh masyarakat umum, mudah dirawat, serta efektif meningkatkan nilai tambah limbah plastik dalam mendukung pengelolaan limbah berkelanjutan dan ekonomi sirkular di Desa Gading Watu.

3.4. Hasil Gambar Teknis

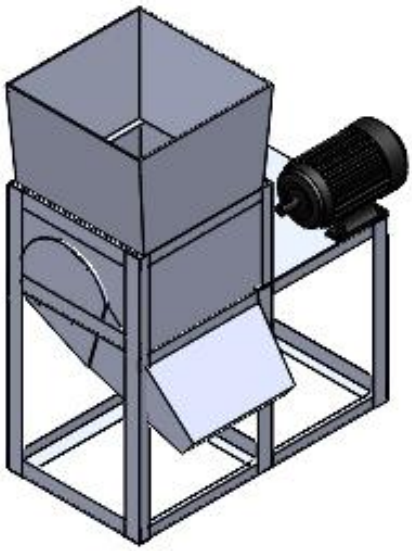
Tahap akhir adalah pembuatan model 3D dan gambar teknik menggunakan CAD. Tampilan gambar desain 2D dan 3D disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Hasil desain terdiri dari:

a. Rangka utama, dengan dimensi ringkas ±450 × 600 × 1000 mm agar mudah ditempatkan di lingkungan RT.
b. *Single-shaft assembly*, lengkap dengan *cutter*, *spacer*, dan dudukan *bearing*.
c. *Hopper input*, dirancang tertutup untuk menjaga keselamatan pengguna dan mencegah kontak langsung dengan *cutter*.
d. Sistem transmisi, menggunakan *double pulley-belt* untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan motor.
e. Saluran output, dengan sudut kemiringan cukup agar cacahan mudah keluar.



Gambar 3. Tampilan gambar 2D alat pencacah botol plastik.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)



Gambar 4. Tampilan gambar 3D alat pencacah botol plastik.

Gambar 5 menunjukkan dokumentasi penyerahan alat pencacah botol plastik oleh tim pelaksana kepada mitra Desa Gading Watu, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik.



Gambar 5. Dokumentasi penyerahan alat pencacah botol plastik.

3.5. Keterkaitan dengan *Circular Economy* dan *Sustainability*

Hasil perancangan ini mendukung pembangunan ekosistem daur ulang berbasis masyarakat dengan cara:

- Mengubah botol plastik bernilai rendah menjadi cacahan yang memiliki nilai jual lebih tinggi dalam rantai pasok daur ulang.
- Mengurangi volume sampah plastik, sehingga menurunkan risiko kebocoran sampah ke lingkungan sebagaimana diidentifikasi oleh Jambeck, dkk. (2015).
- Mendorong pemanfaatan ulang material sesuai konsep *economy circular* (Geissdoerfer, dkk., 2017) dan rekomendasi pengelolaan limbah plastik (Ragaert, dkk., 2017).
- Mendukung pencapaian SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) dan SDG 13 (*Climate Action*).
- Dengan desain yang aman dan dapat dioperasikan oleh masyarakat desa, mesin ini berpotensi menjadi solusi teknologi tepat guna untuk meningkatkan nilai ekonomis limbah plastik sekaligus memperkuat keberlanjutan lingkungan.

Homepage: https://ejurnal.itats.ac.id/adipati/
DOI: 10.31284/j.adipati.2026.v5i1.8374
Jurnal ADIPATI
ISSN: 2828-5980 (Online)

4. KESIMPULAN

Perancangan mesin pencacah plastik tipe *single-shaft variable-speed chopper* untuk masyarakat Desa Gading Watu telah berhasil disusun melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perhitungan teknis, penentuan spesifikasi, dan pembuatan gambar teknik menggunakan CAD. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa masyarakat membutuhkan alat yang aman, hemat energi, dan mampu mengolah limbah botol PET dalam skala komunitas. Perhitungan kapasitas dan analisis mekanis menghasilkan parameter desain yang optimal, meliputi kapasitas pencacahan 14–18 kg/jam, diameter poros 22–25 mm, kecepatan putar 50–70 rpm, dan konfigurasi *cutter* 6–8 buah per poros dengan *spacer* 6-10 mm. Sistem *single-shaft* dipilih karena mampu mencabik material ke tengah dengan berbagai macam kecepatan, sehingga meningkatkan keselamatan operasional dan mengurangi risiko lontaran material. Desain 3D yang dihasilkan telah memenuhi aspek fungsi, keamanan, efisiensi energi, dan kemudahan fabrikasi, serta mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular dengan meningkatkan nilai guna limbah plastik melalui proses pencacahan. Secara keseluruhan, rancangan mesin ini siap digunakan sebagai dasar untuk tahap pembuatan prototipe dan implementasi pada komunitas sebagai solusi teknologi tepat guna dalam pengelolaan limbah plastik berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. In *Waste Management* (Vol. 29, Issue 10, pp. 2625–2643). https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 143, pp. 757–768). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*. http://advances.sciencemag.org/

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: Challenges and opportunities. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 364, Issue 1526, pp. 2115–2126). Royal Society. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, *347*(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352

KLHK. (2022). *Laporan Kinerja Pengelolaan Sampah Nasional 2022*. Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. https://sipsn.menlhk.go.id

Ragaert, K., Delva, L., & Van Geem, K. (2017). Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. In *Waste Management* (Vol. 69, pp. 24–58). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044

United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/2030agenda

Wilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, *30*(4), 797–808. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2005.09.005