

## Pengembangan Mesin Pencacah Plastik Skala Rumah Tangga dari Desain *Precious Plastic Project*

Deny Bayu Saefudin<sup>1</sup>, Manty Aldilani Ikaningsih<sup>\*2</sup>, Besse Titing Karmiati<sup>3</sup>, Lulu Nurdini<sup>4</sup>, Eko Pujiyulianto<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani

<sup>5</sup>School of Engineering, Deakin University, Geelong, Victoria 3220, Australia

Email: <sup>2</sup>[manty.aldilani@lecture.unjani.ac.id](mailto:manty.aldilani@lecture.unjani.ac.id)

### Abstrak

Sampah plastik rumah tangga terus meningkat, namun sistem pengelolaan daur ulang masih terbatas dan belum efisien. Kondisi ini menyebabkan akumulasi sampah plastik yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin pencacah plastik skala rumah tangga yang terjangkau, dan mudah dioperasikan sebagai solusi teknologi tepat guna dalam pengelolaan sampah. Desain mesin ini dikembangkan berdasarkan rancangan acuan dari *Precious Plastic Project* yang digagas oleh One Army, dan dimodifikasi sesuai ketersediaan material lokal dan kebutuhan pengguna di Indonesia. Tahapan pengembangan rancangan dimulai dari studi literatur rancangan mesin pencacah plastik, modifikasi rancangan dengan bantuan perangkat lunak Autodesk Inventor, proses fabrikasi dan perakitan komponen, serta uji fungsi dan kinerja mesin. Mesin ini terdiri dari rangka baja ringan berbentuk *square tube* berukuran 30 x 30 x 1 mm, sistem penggerak *motor gear* 180 W dengan *speed controller*, *shredder box* bertipe *single shaft* dengan *cutter* bermaterial Hardox 450, serta *hopper* dari plat baja. Hasil pengujian menunjukkan mesin berfungsi optimal, mampu mereduksi plastik menjadi cacahan berukuran sekitar 1 cm dengan kapasitas 5-8 kg/jam. Pengembangan ini menunjukkan efisiensi energi yang baik dan struktur yang kuat, menjadikannya solusi praktis dan ramah lingkungan untuk mendukung pengelolaan sampah plastik di lingkup rumah tangga.

**Kata kunci:** daur ulang, mesin pencacah plastik, *Precious Plastic Project*, rumah tangga, *square tube*

### *Household Plastic Shredder*

#### Abstract

Household plastic waste continues to increase, while recycling management systems remain limited and inefficient. This condition leads to the accumulation of plastic waste, which negatively impacts the environment and public health. This research aims to develop an affordable and easy-to-operate household-scale plastic shredder machine as an appropriate technological solution for waste management. The machine design is developed based on the reference design from the *Precious Plastic Project* initiated by One Army, and modified according to local material availability and user needs in Indonesia. The development stages include a literature study on plastic shredder designs, design modification using Autodesk Inventor software, component fabrication and assembly, as well as functional and performance testing. The machine consists of a lightweight steel frame made of 30 × 30 × 1 mm square tubes, a 180 W geared motor drive system equipped with a speed controller, a single-shaft shredder box with Hardox 450 cutter blades, and a hopper made of steel plate. The test results show that the machine operates optimally, capable of reducing plastic waste into chips of approximately 1 cm in size, with a capacity of 5–8 kg/hour. This development demonstrates good energy efficiency and a strong structure, making it a practical and environmentally friendly solution to support household-level plastic waste management.

**Keywords:** recycle, plastic shredding machine, *Precious Plastic Project*, household, *square tube*

## 1. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan global yang semakin meningkat setiap tahunnya. Pertumbuhan produksi plastik yang cepat dan kurangnya sistem pengelolaan sampah plastik yang efektif menyebabkan akumulasi sampah plastik yang besar, mencemari lingkungan dan akhirnya berdampak buruk pada kesehatan manusia. Pada umumnya, dampak tersebut disebabkan oleh kandungan zat kimia dalam plastik [1]–[4]. Di Indonesia, peningkatan sampah plastik meningkat sebesar 96%, seiring dengan peningkatan transaksi belanja *online* sebesar 62%, yang didominasi oleh layanan antar makanan cepat saji sebesar 47% [5]. Indonesia menghasilkan 42 juta ton sampah setiap tahunnya, dengan 7,8 juta ton diantaranya berupa plastik dan 4,9 juta ton sisanya belum diolah [6]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan tersebut adalah mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan bernilai tambah.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan mesin pencacah plastik, namun sebagian besar difokuskan pada skala industri dengan kapasitas besar dan konsumsi energi yang tinggi [7]–[10]. Mesin-mesin tersebut umumnya menggunakan konstruksi berat dan membutuhkan daya motor di atas 500 W, sehingga kurang sesuai untuk skala rumah tangga. Sementara itu, kebutuhan akan teknologi pencacahan plastik skala kecil yang hemat energi, murah, dan mudah dioperasikan masih sangat terbatas.

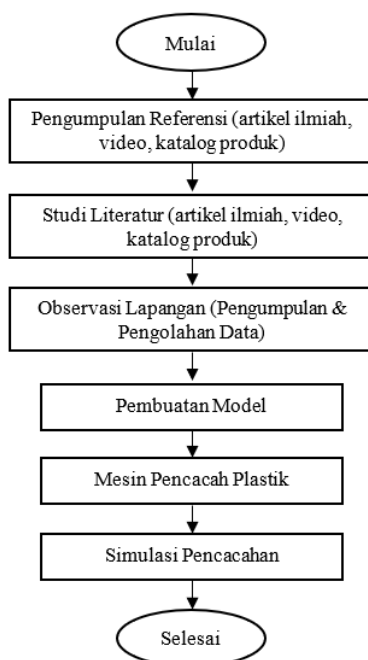
Beberapa penelitian terbaru telah menyoroti pentingnya desain mesin dengan efisiensi energi tinggi dan sederhana. Shahid, dkk. (2024) mengembangkan mesin pencacah plastik untuk mendaur ulang termoplastik jenis ABS dan PLA. Namun, penelitian ini masih terbatas pada jenis plastik tertentu dan belum menyesuaikan material serta komponen dengan ketersediaan material lokal [11]. Susilawati, dkk. (2024) merancang mesin pencacah plastik tipe *crusher* menggunakan pisau berbahan *High Speed Steel* (HSS) untuk mencacah plastik PET. Mesin ini menggunakan sistem penggerak motor listrik berdaya 1 HP dan struktur rangka baja, menghasilkan potongan plastik berukuran kecil dengan desain sederhana dan mudah diproduksi. Namun bobot mesin relatif besar, sekitar 200 kg, sehingga kurang sesuai untuk penggunaan skala rumah tangga [12]. Pradeep Kumar, dkk. (2025) mengembangkan *mini shredder* berdaya 0,25 HP untuk mendaur ulang botol plastik PET dengan biaya rendah. Mesin ini mampu mencacah botol plastik menjadi serpihan berukuran kecil dan memiliki desain sederhana, meskipun belum mengintegrasikan pemanfaatan material lokal dalam proses perancangannya. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Lubis & Iswandi (2025) yang menekankan proses manufaktur sederhana menggunakan material lokal [13]. Tren ini mengindikasikan kebutuhan terhadap teknologi pencacahan plastik hemat energi di lingkup rumah tangga semakin meningkat.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, terlihat bahwa tren pengembangan mesin pencacah plastik mengarah pada desain berukuran kecil dan efisien, namun sebagian besar masih ditujukan untuk kebutuhan industri kecil atau penelitian laboratorium. Oleh karena itu, masih terdapat celah penelitian (*research gap*) dalam pengembangan mesin pencacah plastik skala rumah tangga yang efisien dan berbasis material lokal, sesuai dengan kebutuhan masyarakat di Indonesia.

Penelitian ini mengembangkan mesin pencacah plastik dengan rancangan desain yang mengacu pada cetak biru *Starterkit Plastic Shredder* dari *Precious Plastic Projects* yang dikembangkan oleh *One Army* [14], [15]. Desain dimodifikasi agar sesuai dengan ketersediaan material di Indonesia. Bagian rangka dibuat menggunakan baja ringan berbentuk *square tube* berukuran 30 mm x 30 mm x 1 mm [16]. Mesin ini diharapkan menjadi solusi praktis, terjangkau, dan ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah plastik untuk skala rumah tangga.

## 2. METODE PENELITIAN

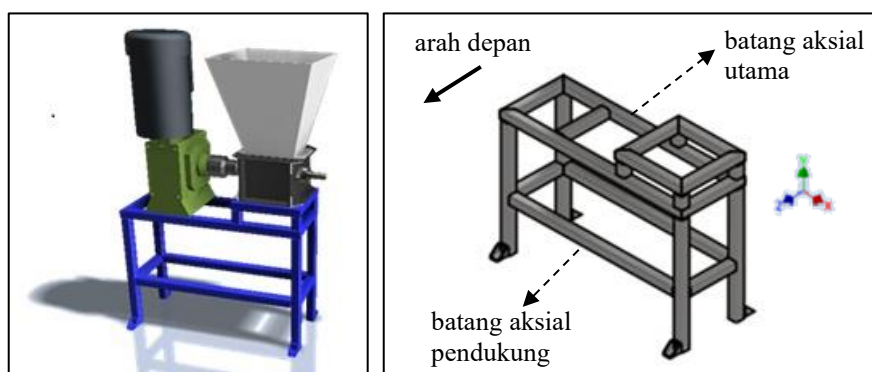
Mesin pencacah plastik ini dikembangkan melalui beberapa tahapan utama, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**. Tahap awal dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur terkait mesin pencacah plastik skala kecil, termasuk desain *starterkit Plastic Shredder* yang dikembangkan oleh *Precious Plastic Project* (*One Army*). Perancangan mesin dilakukan menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor Profesional 2020, dengan modifikasi desain agar sesuai dengan ketersediaan material lokal di Indonesia. Analisis kekuatan rangka dilakukan menggunakan fitur *Frame Analysis* pada Autodesk Inventor Profesional 2020 untuk memperoleh nilai defleksi maksimum dan tegangan yang terjadi. Selanjutnya hasil perhitungan dibandingkan dengan batas *yield strength* baja sebesar 250 MPa.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pencacah plastik yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari empat komponen utama, yaitu rangka, sistem penggerak, *shredder box*, dan *hopper*. Mesin ini dirancang berdasarkan cetak biru *Plastic Shredder* dari *Precious Plastic Project* yang dikembangkan oleh *One Army*. Desain acuan digambar ulang dengan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2020, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**, kemudian dimodifikasi sesuai dengan ketersediaan bahan baku yang ada di Indonesia, terutama pada bagian rangka.



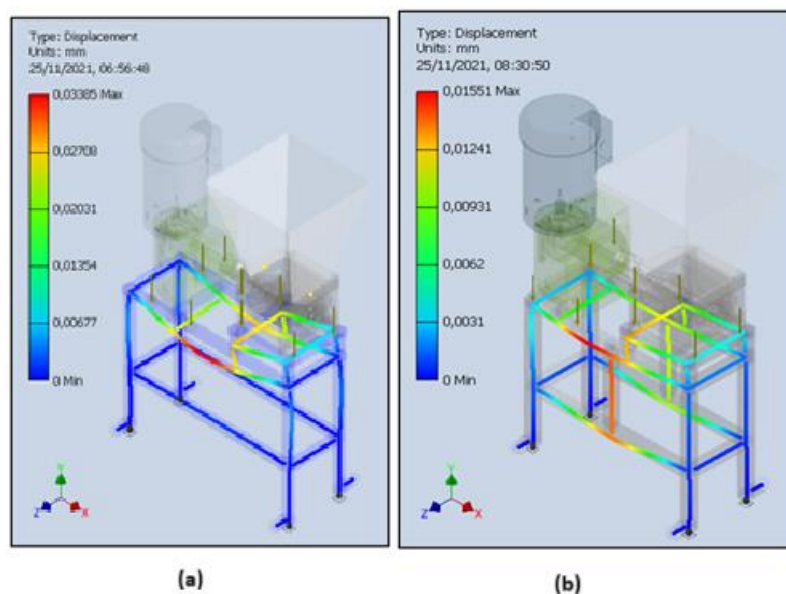
Gambar 2. Desain Acuan Mesin Pencacah Plastik

#### 3.1. Bagian Rangka

Desain rangka asli dari *Precious Plastic Project* menggunakan *square tube* berukuran 30 x 30 x 3 mm. Namun di Indonesia, *square tube* yang umum dijual berukuran tebal maksimum 2 mm. Penyesuaian desain dilakukan untuk mengikuti ketersediaan bahan baku rangka di Indonesia, sehingga dilakukan beberapa modifikasi desain rangka dengan tetap mempertahankan faktor keamanan dan defleksi maksimum berdasarkan desain acuan. Pengurangan ketebalan rangka dari semula 3 mm pada desain acuan menjadi 1 mm pada desain modifikasi akan berimbas kepada faktor keamanan dan defleksi maksimum yang terjadi pada rangka. Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan nilai faktor keamanan dan defleksi maksimum sesuai dengan, atau bahkan lebih baik dari desain acuan dilakukan melalui beberapa cara, yaitu pengurangan panjang maksimum batang dan penambahan batang dalam desain rangka. Pembebanan dalam proses modifikasi desain ini diasumsikan hanya berdasarkan beban statis yang berasal dari berat komponen lain dan berat rangka itu sendiri.

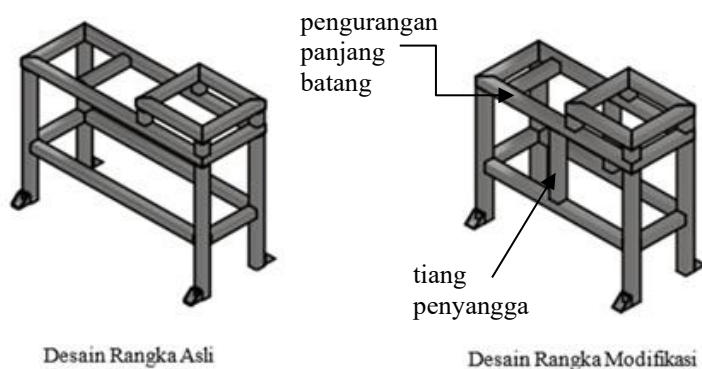
Desain rangka yang ditunjukkan pada Gambar 2 memiliki pembebanan berupa beban statis berupa berat komponen yang ditunjukkan dalam arah Y negatif. Berdasarkan arah pembebanan, nilai momen lendut lebih dipengaruhi oleh dimensi batang dalam arah aksial (sumbu X) dan arah sagital (sumbu Z) dibandingkan dengan arah longitudinal (sumbu Y). Perubahan dimensi yang dilakukan untuk mengurangi nilai momen lendut adalah mengurangi dimensi panjang batang dalam arah sumbu X dan sumbu Z. Berdasarkan penempatan komponen yang ditumpu oleh rangka, batang dalam arah sumbu Z sudah tidak dapat dikurangi lagi panjangnya karena berkaitan dengan tumpuan *casing* dari *shredder*. Sehingga pengurangan panjang batang dilakukan hanya untuk batang dalam arah sumbu X, yakni batang aksial utama dan batang aksial pendukung (Gambar 2), dengan memperhatikan penempatan komponen lainnya. Adapun pengurangan dimensi panjang rangka keseluruhan akibat pengurangan panjang batang aksial utama dan batang aksial pendukung yaitu sebesar 80 mm, dimana panjang rangka dalam arah sumbu X semula sebesar 600 mm dikurangi menjadi 520 mm.

Di sisi lain, penambahan tiang penyangga yang menghubungkan batang aksial utama dengan batang aksial pendukung dilakukan untuk meningkatkan kekakuan struktur. Tiang penyangga tersebut ditempatkan di tengah-tengah dari batang aksial utama dan batang aksial pendukung (Gambar 4). Berdasarkan hasil simulasi tegangan menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor, didapatkan bahwa variasi ketebalan *square tube* berpengaruh signifikan terhadap kekuatan rangka mesin pencacah plastik. Rangka dengan ketebalan 3 mm menghasilkan defleksi maksimum sebesar 33,85  $\mu\text{m}$ , ketebalan 2 mm menghasilkan 41,21  $\mu\text{m}$ , sedangkan ketebalan 1 mm menghasilkan 71,12  $\mu\text{m}$ . Setelah dilakukan modifikasi desain berupa pengurangan panjang rangka menjadi 520 mm dan penambahan tiang penyangga, defleksi maksimum menurun drastis menjadi 15,51  $\mu\text{m}$ , menunjukkan peningkatan kekakuan struktur yang signifikan [16], seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai defleksi maksimum (a) Rangka Desain Asli dan (b) Rangka Desain Modifikasi [16]

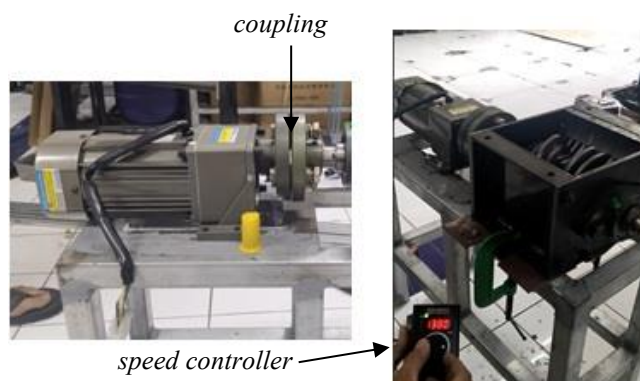
Hasil tersebut menjadi dasar pertimbangan dalam desain mesin ini, dimana penggunaan *square tube* dengan tebal 1 mm dianggap masih aman secara struktur. Dengan acuan tersebut, rangka mesin ini dipastikan mampu menahan beban statis dari motor, *shredder*, dan *hopper* tanpa deformasi signifikan serta tetap ringan dan ekonomis untuk skala rumah tangga.



Gambar 4. Desain Rangka

### 3.2. Bagian Penggerak

Sistem penggerak mesin pencacah plastik ini menggunakan *motor gear* dengan daya 180 W dengan rasio 1:36 dan *speed controller* untuk mengatur kecepatan putar antara 90 – 150 rpm. Motor dihubungkan ke poros *shredder* menggunakan *coupling* yang berfungsi meredam getaran, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Motor Penggerak

Perhitungan torsi ( $T$ ) dalam satuan Nm yang dihasilkan oleh motor listrik dilakukan untuk mengetahui kemampuan motor dalam menghasilkan torsi untuk kebutuhan gaya pemotongan pada *shredder*. Torsi yang dihasilkan oleh motor dihitung berdasarkan nilai daya motor ( $P$ ) dalam satuan kW dan kecepatan putar motor ( $n$ ) dalam satuan rpm. Perhitungan ini dilakukan menggunakan persamaan dasar transmisi daya [17]:

$$T = \frac{P \times 9550}{n} \quad (1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan, torsi yang dihasilkan oleh motor berkisar 11,46 – 19,1 Nm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa motor memiliki torsi yang cukup besar untuk menggerakkan *single shaft shredder* pada mesin pencacah plastik skala rumah tangga. Nilai torsi ini memungkinkan mesin beroperasi secara stabil untuk berbagai jenis plastik, baik yang bersifat lunak seperti LDPE, maupun plastik agak keras seperti PET. Semakin rendah putaran motor, semakin besar torsi yang dihasilkan, sehingga gaya pemotongan *shredder* menjadi lebih besar. Dengan demikian, pemilihan motor berdaya 180 W dinilai optimal untuk pencacahan plastik.

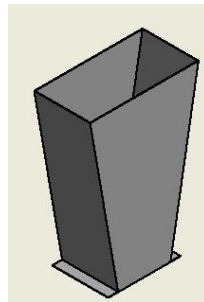
### 3.3. Shredder

*Shredder* yang digunakan pada mesin pencacah plastik ini adalah jenis *single shaft shredder* dengan panjang 150 mm, diameter 120 mm, dan *cutter bermaterial* Hardox 450. Material ini dipilih karena memiliki ketahanan aus tinggi dan kekerasan sekitar 450 HB. Adapun dimensi *shredder box* sebesar 161 x 202 x 135 mm. **Gambar 6** menunjukkan *shredder* pada mesin pencacah plastik ini.

Gambar 6. *Shredder*

### 3.4. *Hopper*

*Hopper* merupakan komponen tambahan yang berfungsi sebagai tempat masuknya sampah plastik menuju *shredder*. Komponen ini dibuat dari plat baja karbon dan dirancang berbentuk piramida terbalik agar material dapat turun secara gravitasi, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Selain itu, *hopper* berfungsi sebagai pelindung untuk mencegah plastik keluar dari area pemotongan.

Gambar 7. *Hopper*

Mesin ini pun dilengkapi *panic button* yang berfungsi memutuskan arus listrik secara cepat bila terjadi kondisi darurat. Saat ditekan, *panic button* ini akan memutuskan arus listrik ke seluruh komponen kelistrikan dan mengembalikan kondisi *relay* ke *normally open*, sehingga mesin tidak langsung berputar saat *panic button* dikembalikan ke kondisi *off*. Rakitan mesin pencacah plastik secara utuh terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Mesin Pencacah Plastik



### 3.5. Simulasi

Simulasi pencacahan dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin dalam mereduksi ukuran sampah plastik. Pengujian dilakukan pada variasi kecepatan dari mesin pencacah plastik ini. Hasil simulasi menunjukkan bahwa mesin ini dapat mereduksi sampah plastik menjadi cacahan-cacahan kecil, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pencacahan Plastik

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membuat mesin pencacah plastik skala rumah tangga dengan mengacu pada desain starter kit Plastic Shredder dari *Precious Plastic Project*, yang kemudian dimodifikasi agar sesuai dengan ketersediaan material lokal di Indonesia. Analisis struktur rangka menggunakan *frame analysis* menunjukkan bahwa nilai defleksi maksimum dan tegangan yang terjadi masih jauh di bawah *batas yield strength* baja ringan, sehingga konstruksi rangka dinyatakan aman dan layak digunakan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan ukuran dan konfigurasi pada rangka masih dalam kondisi yang sesuai dengan harapan dimana nilai defleksi maksimum rangka setelah dimodifikasi sebesar 45,82% lebih kecil dari rancangan acuan. Defleksi pada rangka modifikasi sebesar 15,51  $\mu\text{m}$  dan defleksi rangka acuan sebesar 33,85  $\mu\text{m}$ . Proses uji coba menunjukkan mesin pencacah mampu beroperasi dengan baik untuk menghasilkan cacahan plastik berukuran 5 – 10 mm dengan daya motor listrik maksimum sebesar 180 W. Berdasarkan hasil tersebut, mesin ini dinilai potensial sebagai teknologi tepat guna yang praktis, hemat energi, dan dapat diterapkan di lingkup rumah tangga untuk mendukung pengelolaan sampah plastik.

Dalam rangka pengembangan kedepannya, perlu dilakukan analisis biaya produksi dan efisiensi ekonomi agar mesin ini dapat dikembangkan secara massal dengan harga terjangkau.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Jenderal Achmad Yani dan seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Geyer, J. R. Jambeck, and K. L. Law, "Production , use , and fate of all plastics ever made," no. July, pp. 25–29, 2017.
- [2] R. C. Thompson, C. J. Moore, F. S. Saal, and S. H. Swan, "Plastics, the environment and human health : current consensus and future trends," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, no. 2009, pp. 2153–2166, 2010, doi: 10.1098/rstb.2009.0053.
- [3] W. D. Callister and D. G. Rethwisch, *Materials science and engineering*, 8th ed. John Wiley and Sons Inc., 2009.
- [4] A. Gautam, S. Kadu, D. Dalavi, and H. Momin, "Design and Fabrication of Plastic Shredder Machine," 2019. Accessed: Apr. 15, 2021. [Online]. Available: <http://www.ijser.org>
- [5] E. S. Arbintarso and E. K. Nurnawati, "Peranan Keluarga dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan melalui Daur Ulang Limbah Plastik Rumah Tangga," *J. Berdaya Mandiri*, vol. 4, no. 3, pp. 300–318, 2022, [Online]. Available: <https://journal.upy.ac.id/index.php/lppm/article/view/2022>

- 
- [6] "Plastic Waste Discharges from Rivers and Coastlines in Indonesia." International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington.
- [7] S. O. Adepo and N. O. Obanoyen, "Design And Construction Of A Plastic Shredding Machine," 2017. Accessed: Apr. 17, 2021. [Online]. Available: [www.jmest.org](http://www.jmest.org)
- [8] S. Reddy and T. Raju, "Design and Development of mini plastic shredder machine," *IOP Publ. ICAAMM*, vol. 455, no. 012119, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/455/1/012119.
- [9] B. M. Ogunedo and B. C. Chukwudi, "Design and Construction of a Low Cost Plastic Shredding Machine," *Int. J. Res. Rev.*, vol. 7, no. 9, p. 374, 2020.
- [10] Y. F. Silitonga, R. Hanifi, T. Mesin, F. Teknik, and U. S. Karawang, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry)," *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 7–13, 2020.
- [11] M. U. Shahid, M. N. Shahid, and S. Rasheed, *Design and Development of a Compact Plastic Shredder for Recycling of ABS and PLA Thermoplastics*, no. Keytech. Atlantis Press International BV, 2024. doi: 10.2991/978-94-6463-602-4\_39.
- [12] S. Susilawati, A. Nugraha, A. S. Buchori, F. C. Rachelia, and M. R. Pramudia, "Design of Plastic Shredding Machine With Hss Crusher Type," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 179–187, 2024, doi: 10.21831/dinamika.v9i2.78306.
- [13] I. R. A. Jurnal, T. Mesin, R. Pande, and R. Lubis, "Proses Pembuatan Mesin Pencacah Polimer Komposit Kapasitas 10 kg / Jam Process of Manufacturing Composite Polymer Crushing Machine With A Capacity of 10 kg / Hour," vol. 4, no. 2, pp. 33–36, 2025.
- [14] O. Army, "Precious Plastic." <https://www.onearmy.earth/project/precious-plastic> (accessed Apr. 15, 2021).
- [15] D. Hakkens, "A Big Bang for Plastic Recycling." <https://preciousplastic.com/> (accessed Apr. 15, 2021).
- [16] B. T. Karmiati *et al.*, "Pengaruh Variasi Ketebalan Square Tube DIN 10305-5 Terhadap Defleksi Rangka Plastic Shredder," *J. Sains Terap.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–18, 2024.
- [17] Sularso and K. Suga, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin," p. 5, 2004.