

# Optimalisasi Produktivitas Mesin Pencacah Sampah Plastik Dengan Penerapan Fitur *Soft Start*

<sup>1\*</sup>Agung Prasetyo, <sup>2</sup>Ary Permatadeny Nevita, <sup>3</sup>Hermin Istiasih

<sup>12</sup> Teknik Industri, Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>3</sup> Manajemen, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: [agungprasetyo130804@gmail.com](mailto:agungprasetyo130804@gmail.com), [arypermata@unpkediri.ac.id](mailto:arypermata@unpkediri.ac.id),

[hermin.istiasih@gmail.com](mailto:hermin.istiasih@gmail.com)

*Penulis Korespondens : Agung Prasetyo*

**Abstrak**—Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pencemaran lingkungan akibat sampah plastik yang menjadi isu global dan memerlukan penanganan berkelanjutan. Salah satu solusi adalah mendaur ulang sampah plastik menjadi bahan baku baru. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan produktivitas mesin pencacah plastik dengan menerapkan teknologi *soft start* pada motor induksi, serta membandingkan kinerja pencacahan plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan HDPE (*High-Density Polyethylene*). Sebagai upaya peningkatan kinerja, digunakan fitur *soft start* pada motor induksi untuk mendukung kestabilan operasi mesin. Metode penelitian ini meliputi pengujian eksperimental terhadap kapasitas pencacahan, waktu proses, serta stabilitas operasional. Hasil menunjukkan bahwa plastik PET menunjukkan efisiensi pencacahan lebih tinggi dibanding HDPE dan penggunaan *soft start* turut membantu mengurangi hentakan awal mesin sehingga mendukung kelangsungan operasi yang lebih stabil. Kesimpulannya, penerapan teknologi *soft start* dan pemilihan jenis plastik yang tepat dapat meningkatkan performa mesin pencacah dan mendukung pengelolaan sampah plastik berkelanjutan, khususnya di sektor industri kecil dan menengah.

**Kata Kunci**—Produktivitas, *Soft Start*, Sampah Plastik

**Abstract**— *This research is motivated by the problem of environmental pollution due to plastic waste which has become a global issue and requires sustainable handling. One solution is to recycle plastic waste into new raw materials. This research aims to optimize the productivity of plastic shredding machines by applying soft start technology to induction motors, as well as comparing the shredding performance of PET (Polyethylene Terephthalate) and HDPE (High-Density Polyethylene) plastics. As an effort to improve performance, the soft start feature is used on the induction motor to support the stability of machine operation. This research method includes experimental testing of shredding capacity, process time, and operational stability. The results showed that PET plastic showed higher shredding efficiency than HDPE and the use of soft start helped to reduce the initial pounding of the machine, supporting more stable operation. In conclusion, the application of soft start technology and the selection of the right type of plastic can improve the performance of the shredding machine and support sustainable plastic waste management, especially in the small and medium industrial sector.*

**Keywords**—Productivity, *Soft Start*, Plastic Waste

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## I. PENDAHULUAN

Botol bekas yang ada di sekitar kita sering kali menjadi sampah yang dapat merusak kebersihan lingkungan dan ternyata daur ulang tidak tertangani dengan baik, jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahun menyebabkan jumlah sampah plastik semakin banyak. Salah satu penyebabnya adalah meningkatnya penggunaan botol plastik yang tidak ramah lingkungan ini menimbulkan berbagai masalah serius bagi lingkungan. Sampah plastik adalah salah satu sumber masalah bagi semua makhluk hidup, terutama manusia dan lingkungan mereka. Diperlukan kesadaran akan dampak buruk ini, serta langkah-langkah seperti penggunaan alternatif ramah lingkungan, pendidikan pengurangan alternatif ramah lingkungan, pendidikan pengurangan plastik, dan kebijakan pemerintah untuk membatasi produksi dan distribusi plastik sekali pakai[1].

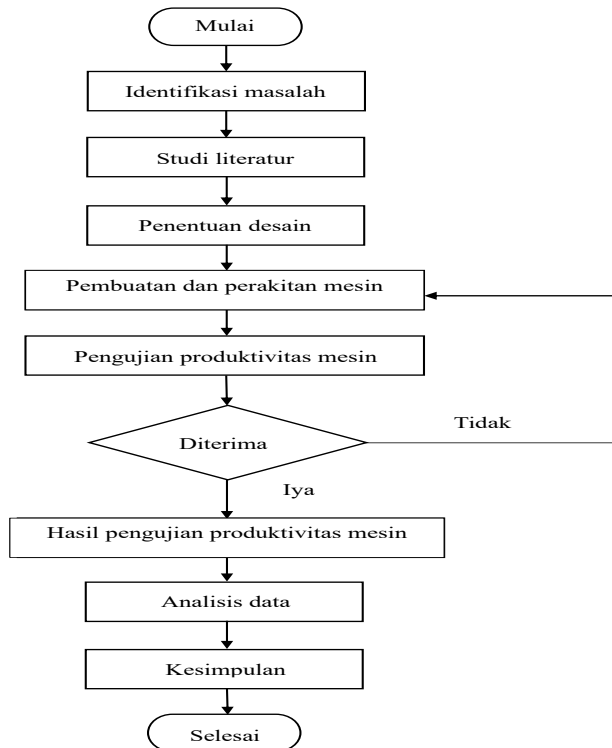
Menurut Data Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai statistik lingkungan hidup tahun 2018, sampah plastik di Indonesia mencapai 65,2 juta ton per tahun. Data Lingkungan Hidup dan Kementerian Kehutanan (KLHK) menunjukkan komposisi sampah plastik di Indonesia terus meningkat sebesar 5 hingga 6 persen setiap tahunnya sejak tahun 2000. Jumlah ini akan terus bertambah seiring bertambahnya penduduk[2]. Banyaknya sampah dari botol dan gelas air kemasan menyebabkan masalah serius ditempat kita. Sampah botol atau gelas plastik biasanya dibuang di tempat sampah biasa dan dicampur dengan sampah jenis lain yang berbeda sehingga menyebabkan proses daur ulang yang lebih lama[3].

Untuk mengatasi masalah ini secara efektif, mengubah sampah plastik menjadi bahan daur ulang merupakan solusi penting. Salah satu teknologi penting dalam proses daur ulang adalah mesin pencacah sampah plastik dengan penambahan fitur *soft start* sebagai komponen pengaman motor listrik. Fungsi mesin pencacah ini adalah untuk memperkecil ukuran sampah plastik menjadi potongan-potongan kecil sehingga memudahkan proses daur ulang selanjutnya. Semakin efisien dan produktif mesin pencacah sampah plastik ini, semakin banyak pula sampah plastik yang dapat diolah, demi mendukung tujuan keberlanjutan dan pengurangan limbah.

Oleh karena itu, optimalisasi produktivitas teknologi mesin pencacah sampah plastik yang efisien dan produktif menjadi hal yang sangat penting dalam upaya mengatasi permasalahan sampah plastik secara efektif. Terdapat penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini seperti kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh Asep Suprianto, Dkk dengan judul “Optimalisasi Pengelolaan Sampah Sebagai Upaya Pemberdayaan Masyarakat Desa Kuwarisan Kecamatan Kutowinangun (2024)” membahas tentang pengelolaan sampah dan pengadaan mesin pencacah sampah plastik dan memberitahu bagaimana cara yang bisa dilakukan agar proses pengelolaan sampah lebih efektif dan efisien[4]. Penelitian yang dilakukan oleh Gunawan, Gita Suryani Lubis, Febri Prima dengan judul “Analisa Pengaruh Jumlah Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Botol Plastik Tipe PET (*Polyethylene Terephthalate*) (2022)” membahas tentang metode penelitian dalam analisa pengaruh mata pisau terhadap hasil cacahan dilakukan dengan cara eksperimen dengan memvariasikan mata pisau agar memperoleh hasil yang maksimal. Botol plastik ini nanti dicacah dengan jumlah mata pisau dan variasi mata pisau yang telah ditentukan seperti 3:3, 3:4, 3:5, 4:4, 4:5, dan 5:5 [5].

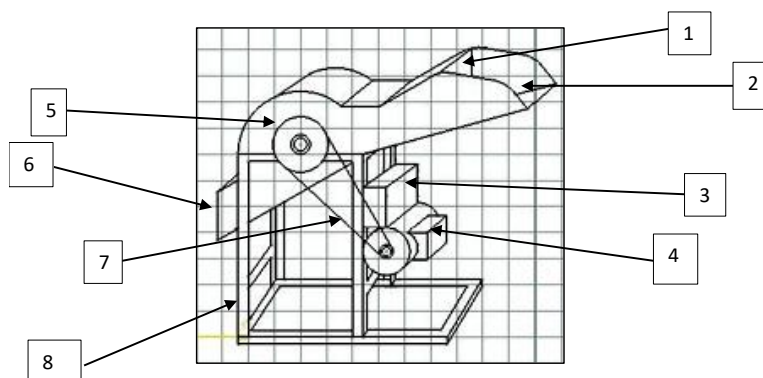
## II. METODE

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif yaitu dengan menganalisis data kuantitatif yang telah diperoleh dari angket uji coba lapangan. [6] Penelitian kuantitatif merupakan salah satu pendekatan penelitian yang menggunakan data dalam bentuk angka untuk menjawab pertanyaan penelitian. Pendekatan ini menekankan pengukuran yang obyektif, pengumpulan data terstandar, dan penggunaan analisis statistik untuk menguji hipotesis atau menjelaskan suatu fenomena.



Gambar 1. Gambar Diagram Alur Penelitian

### A. Desain mesin pencacah sampah plastik



Gambar 2. Desain Mesin Pencacah Sampah Plastik

Komponen utama dari mesin ini terdiri dari:

1. Pintu Penekan
2. *Hopper In*

3. Panel *Soft Start*
4. Motol Listrik
5. *Pulley*
6. *Hopper Out*
7. *V-Belt*
8. Rangka

#### B. Data Produk Mesin Pencacah Sampah Plastik

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Mesin

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe motor	Motor listrik AC 1 fasa
2	Daya motor	1 HP ( <i>horsepower</i> ) dengan daya 746 watt
3	Kecepatan putaran motor	2800 rpm
4	Tegangan rotasi	220 V
5	Kapasitas cacahan	Di bawah 12 kg/jam
6	Material pisau	Baja karbon (SKD-11)
7	Jumlah pisau	3 pisau putar dan 2 pisau tetap
8	Rangka mesin	Besi siku 40 x 40 mm
9	Dimensi mesin	70 x 42 x 70 cm (p x l x t)

Berikut adalah gambar produk mesin pencacah sampah plastik dengan fitur *soft start*



Gambar 3. Produk Jadi Mesin Pencacah Sampah Plastik

#### C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bank Sampah Sri Wilis yang berada di Desa Pojok, Kecamatan Mojojoto, Kota Kediri. Tempat ini akan menjadi uji coba mesin pencacah sampah plastik untuk daur ulang.



Gambar 4. Tempat Penelitian Bank Sampah

Pembuatan mesin ini dilakukan di Bengkel Teknik Mesin Industri (TMI) yang berada di Desa Sumberejo, Kecamatan Ngasem, Kabupaten Kediri selama 1 bulan. Diharapkan atas penelitian ini mampu mempermudah daur ulang yang berkelanjutan.

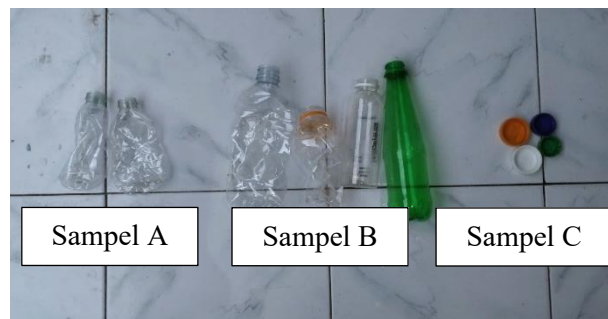
#### D. Data sampel sampah plastik

Berikut adalah data dari sampel sampah plastik yang akan diuji coba:

Tabel 2. Tabel Hasil Pengujian 3 Sampel

No	Jenis sampel	Jenis sampah	Jumlah sampah plastik (kg)		Waktu (menit/kg)	Rata-rata ukuran hasil cacahan (cm)
			Sebelum dicacah	Sesudah dicacah		
1	Sampel A	PET	2 kg	1,4 kg	10 menit/kg	9 mm
2	Sampel B	PET	2 kg	1 kg	10 menit/kg	10 mm
3	Sampel C	HDPE	2 kg	1,2 kg	10 menit/kg	6 mm

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis, yaitu Sampel A, Sampel B, dan Sampel C. Sampel A merupakan sampah plastik berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) yang berasal dari botol air minum dengan volume kurang dari atau sama dengan 220 ml. Sampel B juga merupakan sampah plastik berjenis PET, namun berasal dari botol air minum dengan volume lebih dari 220 ml hingga 600 ml. Sementara itu, Sampel C merupakan sampah plastik berjenis HDPE (*High-Density Polyethylene*) yang berasal dari tutup botol air minum dengan volume lebih dari 220 ml hingga 600 ml.



Gambar 5. Gambar Beberapa Sampel Sampah Plastik

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan tiga kali pengujian terhadap sampah plastik dengan jenis PET dan HDPE. Setiap pengujian dilakukan pencatatan terhadap waktu, berat input, berat output, dan ukuran hasil cacahan. Variabel yang diukur antara lain: produktivitas total/keseluruhan (rasio output/input), produktivitas kapasitas (throughput, kg/jam), produktivitas bahan baku (efisiensi pemanfaatan input), kualitas hasil cacahan (ukuran cacahan mm)

Berikut adalah hasil perhitungan yang diperoleh dari hasil uji coba:

#### 1. Perhitungan produktivitas

Produktivitas dihitung berdasarkan rumus yang telah ditentukan:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{3,6 \text{ kg}}{6 \text{ kg}} = 0,6$$

Nilai 0,6 disini adalah rasio atau perbandingan, bukan satuan berat. Artinya dari setiap 1 kg input, hanya 0,6 yang menjadi output yang diinginkan. Jadi bukan berarti 0,6 kg output, tetapi 60 % dari input berhasil jadi output.

[7]Rumus produktivitas untuk menghitung produktivitas kapasitas adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas kapasitas (Thoughtput)} = \frac{\text{Jumlah output}}{\text{Waktu yang dibutuhkan}} \quad (2)$$

Keterangan:

Jumlah plastik tercacah (kg): Total berat plastik yang berhasil dicacah oleh mesin.

Waktu operasi (jam): Lama waktu mesin beroperasi.

Hasil perhitungan:

Konvensi waktu 10 menit menjadi jam =  $10/60 = 0,16$

Sampel A

$$\text{Produktivitas kapasitas (Thoughtput)} = \frac{1,4 \text{ kg}}{0,16} = 8,75 \text{ kg/jam}$$

Sampel B

$$\text{Produktivitas kapasitas (Thoughtput)} = \frac{1 \text{ kg}}{0,16} = 6,25 \text{ kg/jam}$$

Sampel C

$$\text{Produktivitas kapasitas (Thoughtput)} = \frac{1,2 \text{ kg}}{0,16} = 7,5 \text{ kg/jam}$$

Rumus ini digunakan untuk mengukur seberapa cepat mesin dapat memproses material. Semakin besar hasilnya, maka semakin tinggi kapasitas kerja mesin per jamnya.

[8]Rumus produktivitas untuk menghitung produktivitas bahan baku adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas bahan baku} = \frac{\text{Keluaran}}{\text{Jumlah input}} \quad (3)$$

Keterangan:

Keluaran: Output dari proses pencacahan (kg).

Jumlah input bahan baku (kg): Berat total plastik mentah yang dimasukkan ke mesin.

Hasil perhitungan:

Sampel A

$$\text{Produktivitas bahan baku} = \frac{1,4 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = 0,7$$

Sampel B

$$\text{Produktivitas bahan baku} = \frac{1 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = 0,5$$

Sampel C

$$\text{Produktivitas bahan baku} = \frac{1,2 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = 0,6$$

Nilai 0,7 untuk sampel A, nilai 0,5 untuk sampel B, dan nilai 0,6 untuk sampel C disini adalah rasio atau perbandingan, bukan satuan berat. Artinya dari setiap 1 kg input, hanya 0,7 atau 70 % yang menjadi output untuk sampel A, 0,5 atau 50 % yang menjadi output untuk sampel B, 0,6 atau 60% yang menjadi output untuk sampel C.

Tabel 3. Tabel Pengujian Produk

No	Jenis sampel	Jenis sampah	Input (kg)	Output (kg)	Waktu (menit/kg)	Produktivitas bahan baku	Produktivitas kapasitas
1	Sampel A	PET	2 kg	1,4 kg	10 menit/kg	0,7 atau 70%	8,75 kg
2	Sampel B	PET	2 kg	1 kg	10 menit/kg	0,5 atau 50%	6,25 kg
3	Sampel C	HDPE	2 kg	1,2 kg	10 menit/kg	0,6 atau 60%	7,5 kg



Gambar 5. Sampel A



Gambar 6. Sampel B



Gambar 7. Sampel C

## 2. Analisis produktivitas keseluruhan

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai produktivitas keseluruhan tertinggi terdapat pada sampel A sebesar 0,7 (70%), yang merupakan botol plastik bening ukuran kecil ( $\leq 220$  ml). Sedangkan produktivitas terendah terjadi pada sampel B, yaitu 0,5 (50%), yang terdiri dari berbagai campuran botol plastik PET berwarna. Perbedaan ini terjadi karena plastik bening cenderung lebih tipis, bersih, dan seragam, sehingga lebih mudah diproses oleh pisau pencacah.

## 3. Produktivitas kapasitas mesin

Sampel A juga memiliki produktivitas kapasitas tertinggi (8,75 kg/jam). Ini sejalan dengan karakteristik botol plastik yang ringan dan mudah terpotong. Sedangkan sampel B memiliki kapasitas terendah (6,25 kg/jam) karena campuran botol yang lebih keras, tebal, dan tidak seragam.

4. Efisiensi bahan baku

Efisiensi bahan baku tertinggi juga terjadi pada sampel A (0,7), di mana hampir seluruh sampel berhasil dicacah dengan baik. Sementara pada sampel B, kemungkinan banyak potongan tidak sempurna atau tersangkut di dalam mesin akibat ketidakaturan bentuk dan sifat material, sehingga hasil cacahan menurun menjadi hanya 50%.

5. Catatan untuk HDPE sampel C tutup botol

Meskipun HDPE (Sampel C) merupakan material yang lebih keras dan padat dibanding PET, mesin masih mampu mencacahnya dengan efisiensi cukup baik (0,6) dan throughput 7,5 kg/jam. Ini menunjukkan bahwa mesin memiliki performa cukup untuk memproses plastik berdensitas tinggi, selama ukurannya kecil (seperti tutup botol).

6. Perbandingan produktivitas mesin yang penulis kembangkan dengan mesin dari penelitian terdahulu adalah terletak pada inovasi penambahan fitur *soft start*. Fitur ini berfungsi untuk mengurangi lojakan arus yang berlebih saat mesin mulai beroperasi. Meskipun output pencacahan yang dihasilkan tidak berbeda signifikan, penggunaan *soft start* terbukti mampu menurunkan konsumsi daya, sehingga meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan. Ini dapat dibuktikan melalui rumus berikut:

[9] Perhitungan arus normal ditunjukkan sebagai berikut:

$$I = \frac{p}{V \times \cos\phi} \quad (4)$$

Keterangan:

I = Arus normal (Ampere)

P = Daya motor (Watt)

V = Tegangan listrik (Volt)

$\cos\phi$  = Faktor daya (antara 0,8-0,9 untuk motor induksi)

$$I = \frac{746}{220 \times 0,85} = 4 \text{ A}$$

Untuk arus normal ketika sudah selesai *start* adalah di 4 ampere.

[10] Perhitungan lonjakan arus saat *start* ditunjukkan sebagai berikut:

$$I_{start} = K \times I_{nominal} \quad (5) \text{ —}$$

$I_{start}$  — = arus lonjakan saat start (Ampere)

$I_{nominal}$  — = arus nominal (Ampere)

K = faktor lonjakan (antara 5-7 untuk motor tanpa *soft start*)

$$I_{start} = 6 \times 4 = 24 \text{ A —}$$

Jadi lonjakan arus ketika *start* adalah 24 ampere lebih besar dari arus normalnya.

[10] Lonjakan arus ketika sudah dipasang *soft start* ditunjukkan sebagai berikut:



$$I_{start\ soft} = K \times I_{nominal} \quad (6) \text{ —}$$

Keterangan

K = Faktor lonjakan (antara 2-3 untuk motor dengan *soft start*)

$I_{start}$  — = Arus lonjakan saat start (Ampere)

$I_{nominal}$  — = Arus nominal (Ampere)

$$I_{start\ soft} = 2,5 \times 4 = 10\ A \text{ —}$$

Jadi ketika dipasang *soft start* lonjakan arus berkurang yang tadinya 24 ampere menjadi 10 ampere ini membuktikan bahwa mesin yang saya kembangkan lebih efisien dalam hal penggunaan energi listrik. Jadi meskipun perbedaan produktivitas dari penelitian sebelumnya tidak jauh berbeda tetapi dalam hal efisiensi energi mesin yang saya kembangkan lebih unggul. Penelitian ini membahas efisiensi kelistrikan pada mesin pencacah plastik dengan fitur *soft start*, yang belum dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Rima Nindia Selan Dkk membahas desain mesin pencacah plastik jenis PE dengan motor listrik 750 watt, transmisi sabuk V-belt, dan pisau berbahan plat hitam tahan korosi, dengan fokus pada kekuatan dan keawetan mesin serta beban rangka sebesar 49,73 kg/m<sup>2</sup> [9]. Berbeda dengan penelitian saya mengoptimalkan produktivitas mesin tersebut melalui penerapan fitur *soft start* yang meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian yang dilakukan oleh Hariyanto Upingho Dkk membahas tentang mesin pencacah plastik berkapasitas 30 kg/jam dengan motor 5,5 HP dan fokus pada desain rangka kokoh serta kerapatan mata pisau tanpa penggunaan air sebagai pendingin untuk mencegah korosi [11]. Berbeda dengan penelitian saya yang mengoptimalkan produktivitas melalui fitur *soft start* yang mengurangi beban awal motor, memperpanjang umur mesin, dan meningkatkan efisiensi operasional tanpa mengubah desain mekanis. Perbedaan utama terletak pada penerapan kontrol motor untuk efisiensi yang lebih baik pada penelitian saya.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin dapat bekerja secara optimal. Dibuktikan dari hasil uji coba bahwa sampel A inputnya adalah 2 kg dengan produktivitas kapasitasnya adalah 8,75 kg/jam dan produktivitas bahan bakunya adalah 0,7. hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sampel A menghasilkan produktivitas kapasitas dan produktivitas bahan baku lebih tinggi dibanding 2 sampel lainnya. Selain itu penerapan fitur *soft start* pada mesin pencacah sampah plastik terbukti mampu mengoptimalkan produktivitas proses pencacahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad nizar arvila putra *et al.*, “sampah plastik sebagai ancaman terhadap lingkungan,” *Mktivisme: jurnal ilmu pendidikan, politik dan sosial indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 154–165, dec. 2024, doi: 10.62383/aktivisme.v2i1.725.
- [2] S. d. meyrena and r. amelia, “analisis pendayagunaan limbah plastik menjadi ecopaving sebagai upaya pengurangan sampah,” *indonesian journal of conservation*, vol. 9, no. 2, pp. 96–100, dec. 2020, doi: 10.15294/ijc.v9i2.27549.
- [3] M. ribka, a. fahresi, h. alrazid, a. arjun, and f. astuti assana, “upaya mengurangi limbah botol plastik dengan cara mengolahnya menjadi kerajinan bunga,” *communnity development journal*, vol. 4, pp. 8223–8227, 2023.
- [4] Asep supriyanto *et al.*, “optimalisasi pengelolaan sampah sebagai upaya pemberdayaan masyarakat desa kuwarisan kecamatan kutowinangun,” *jurpikat (jurnal pengabdian kepada masyarakat)*, vol. 5, no. 3, pp. 863–869, aug. 2024, doi: 10.37339/jurpikat.v5i3.1886.
- [5] Gunawan, g. s. lubis, and febri prima, “analisa pengaruh jumlah mata pisau pada mesin pencacah botol plastik tipe pet (polyethylene terephalate),” *jtrain: jurnal teknologi rekayasa teknik mesin*, pp. 38–43, 2022.
- [6] M. waruwu, s. n. pu`at, p. r. utami, e. yanti, and m. rusydiana, “metode penelitian kuantitatif: konsep, jenis, tahapan dan kelebihan,” *jurnal ilmiah profesi pendidikan*, vol. 10, no. 1, pp. 917–932, feb. 2025, doi: 10.29303/jipp.v10i1.3057.
- [7] M. l. singgih and i. k. singgih, *rekayasa produktivitas manufaktur*. pt. its tekno sains, surabaya, 2024. [online]. available: [www.itsteknosains.co.id](http://www.itsteknosains.co.id)
- [8] H. sarjono, “model pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan rasio output per input,” *journal the winners*, vol. 2, sep. 2001.
- [9] M. z. r. nurhadi and o. a. rozak, “penerapan metode inverator softstarting pada motor 1 phasa untuk mengurangi lonjakan arus,” *jurnal informatika dan teknik elektro terapan*, vol. 11, no. 3, pp. 2830–7062, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3167.
- [10] B. dwi nugraha, safaruddin, and a. d. andre, “analisis sistem starting soft starter motor listrik pt.semen baturaja,” 2022.
- [11] H. upingo, y. djamalu, and s. botutihe, “optimalisasi mesin pencacah plastik otomatis,” oct. 2016.