

PERANCANGAN MESIN PENCACAH PLASTIK TIPE SHREDDER KAPASITAS 10 KG/JAM UNTUK MATERIAL PET

DESIGN OF A SHREDDER TYPE PLASTIC CRUSHER WITH A CAPACITY OF 10 KG/HOUR FOR PET MATERIAL

¹Lukni Arif Budiono, ²Adam Yusrian Taftanzany, ³Afrijal Riyanto, ⁴Apriansyah, ⁵El

Halaby Maulana

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

email : lukniarif18@gmail.com

ABSTRAK

Limbah plastik *Polyethylene Terephthalate (PET)* sulit terurai secara alami dan menjadi salah satu penyumbang pencemaran lingkungan terbesar. Di lingkungan kampus, limbah ini terutama berasal dari kemasan minuman sekali pakai, dengan volume mencapai 322,4 kg per bulan. Penanganan yang tepat diperlukan untuk mengurangi dampak lingkungan, salah satunya melalui proses pencacahan menggunakan mesin shredder. Penelitian ini bertujuan merancang mesin pencacah plastik tipe shredder berkapasitas 10 kg/jam yang sesuai untuk karakteristik PET serta menghitung kebutuhan daya pengoperasiannya. Metode yang digunakan meliputi perancangan teknis mesin, pemilihan material dan komponen, serta perhitungan kebutuhan daya berdasarkan tegangan geser PET. Perancangan difokuskan pada efisiensi energi, kemudahan perawatan, dan ketahanan terhadap beban kerja berulang. Hasil penelitian menunjukkan mesin memiliki kapasitas 10 kg/jam dengan torsi pisau 102 Nm, putaran minimum 218 rpm, dan kebutuhan daya 4 HP. Mesin menggunakan motor listrik Modern PR007 berputaran 1.420 rpm, gearbox WPA 40, transmisi sabuk-puli, serta pisau dan poros berbahan baja karbon S45C. Bantalan yang digunakan adalah FYTB 25 TF-SKF, sedangkan rangka terbuat dari profil ASTM A 500. Uji kinerja membuktikan mesin mampu mencacah PET menjadi potongan seragam dengan operasi stabil.

Kata Kunci : Mesin pencacah plastik, daya mesin, kapasitas 10 kg/jam, perhitungan teknis, lingkungan kampus.

ABSTRACT

Polyethylene Terephthalate (PET) waste is highly resistant to natural degradation and is a major contributor to environmental pollution. On campus, this waste mainly comes from single-use beverage packaging, with volumes reaching 322.4 kg per month. Effective handling is required to reduce its impact, one method being shredding with a shredder-type plastic crusher. This study aims to design a shredder machine with a capacity of 10 kg/hour for PET plastics and to calculate its required operating power. The methods include technical design, material and component selection, and power requirement calculation based on PET shear strength. The design focuses on energy efficiency, ease of maintenance, and durability under repetitive loads. The results show a machine with a 10 kg/hour capacity, cutter torque of 102 Nm, minimum speed of 218 rpm, and a power requirement of 4 HP. The machine uses a Modern PR007 electric motor at 1,420 rpm, WPA 40 gearbox, belt-pulley transmission, and cutter and shaft made from S45C carbon steel. The bearing is FYTB 25 TF-SKF, and the frame is constructed from ASTM A 500 profile. Performance tests confirmed stable operation and uniform PET flake production

Keywords : Plastic shredding machine, machine power, 10 kg/hour capacity, technical calculation, campus environment.

I. PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang sangat umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, bahkan telah menjadi bagian tak terpisahkan dari berbagai aktivitas manusia modern. Karena sifatnya yang tahan terhadap korosi, ringan, serta memiliki daya isolasi yang baik, plastik telah banyak menggantikan peran logam dan kayu dalam berbagai

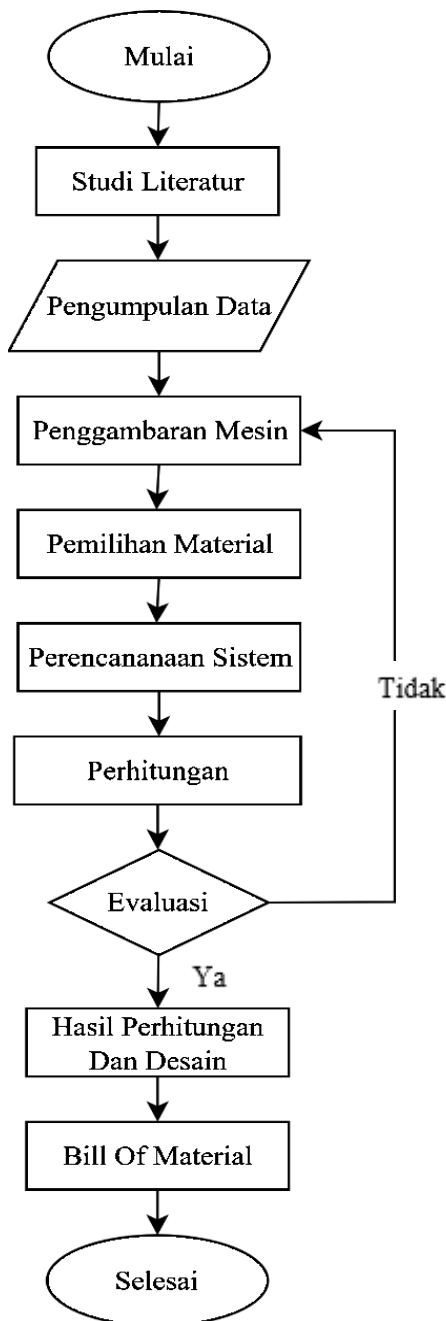
produk. Namun, seiring dengan peningkatan konsumsi produk berbahan dasar plastik, jumlah limbah plastik yang dihasilkan juga terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Kondisi ini memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan, terutama karena sifat plastik yang sulit terurai secara alami dalam jangka waktu yang panjang (M. Nurdiansyah & Yudi Setiawan, 2023)

Salah satu jenis limbah plastik yang paling banyak ditemukan adalah plastik dengan bahan dasar *Polyethylene Terephthalate* (PET), yang umumnya digunakan dalam kemasan minuman dan makanan. Jenis plastik ini membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, termasuk menurunnya kualitas tanah akibat berkurangnya kandungan mineral organik maupun anorganik (Silitonga, 2021). Meski demikian, limbah plastik jenis PET memiliki nilai guna yang cukup tinggi jika diolah kembali melalui proses daur ulang (*recycle*). Salah satu metode yang umum digunakan dalam mendukung proses daur ulang tersebut adalah dengan mencacah plastik menjadi serpihan-serpihan kecil menggunakan mesin pencacah plastik (Triadi et al., 2020), Mesin pencacah plastik tipe *shredder* merupakan salah satu jenis mesin yang dirancang khusus untuk memotong atau mencacah material plastik menjadi bagian-bagian kecil dengan sistem kerja pisau putar dan pisau tetap. Keunggulan dari mesin tipe shredder terletak pada kemampuannya mencacah material keras seperti PET secara stabil dan berkelanjutan. Untuk dapat menghasilkan mesin pencacah yang optimal, maka dibutuhkan perencanaan teknis yang mencakup aspek desain, pemilihan material, sistem transmisi, dimensi komponen, hingga estimasi performa kerja mesin secara keseluruhan. Hal ini penting agar mesin tidak hanya sekedar berfungsi, tetapi juga efisien, ekonomis, dan sesuai dengan karakteristik material yang ditangani. (Riyadi et al., 2020)

Penelitian ini difokuskan pada perancangan mesin pencacah plastik tipe shredder dengan kapasitas 10 kg/jam, yang ditujukan untuk menangani limbah plastik jenis PET. Penentuan kapasitas ini didasarkan pada kondisi nyata di lingkungan kampus, di mana dalam satu bulan, diperkirakan terdapat akumulasi limbah plastik mencapai 322,4 kg. Limbah tersebut sebagian besar berasal dari aktivitas 10 kantin kampus yang setiap harinya menghasilkan rata-rata 100 gelas dan 20 botol plastik per kantin. Dengan berat sekitar 5–6 gram per gelas dan 32 gram per botol, akumulasi timbulan sampah menjadi persoalan yang perlu dicarikan solusinya, salah satunya melalui perancangan alat pencacah berbasis mekanik yang sederhana namun efisien.

II. METODE PELAKSANAAN

Diagram alur penelitian disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai langkah-langkah yang dilakukan selama proses penelitian, berikut adalah diagram alir dari penelitian ini yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alur penelitian disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses penelitian dalam perancangan mesin pencacah plastik tipe shredder kapasitas 10 kg/jam untuk material PET. Dengan diagram alur, pembaca dapat memahami urutan kegiatan dari tahap perencanaan hingga evaluasi

kinerja mesin secara jelas dan runtut. Pada penelitian ini, diagram alur menunjukkan langkah-langkah mulai dari identifikasi kebutuhan dan spesifikasi mesin, perancangan komponen utama (rotor, pisau, rangka, dan motor penggerak), pemilihan material dan metode manufaktur, perakitan mesin, pengujian kapasitas dan efisiensi pencacahan, hingga analisis hasil dan penyusunan kesimpulan. Setiap tahapan dihubungkan secara logis sehingga proses penelitian dapat diikuti dengan mudah. Diagram alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah, yang menggambarkan hubungan antar-tahapan dan urutan kegiatan penelitian secara visual. Diagram ini berfungsi sebagai panduan bagi peneliti maupun pembaca untuk memahami keseluruhan proses perancangan dan pengujian mesin pencacah plastik, serta memastikan bahwa setiap langkah dilakukan secara sistematis sesuai tujuan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada suatu lingkungan kampus terdapat 10 kantin yang beroperasi setiap harinya, setiap 1 kantinnya bisa menghasilkan sekitar 100 pcs sampah gelas plastik dan 20 botol plastik per hari dengan berat rata-rata 5-6 gram/gelas plastik dan 32 gram untuk botol plastik. Jika diasumsikan kampus beroperasi aktif selama 26 hari kerja dalam satu bulan, maka total sampah plastik untuk setiap bulannya adalah sebagai berikut: Perhitungan Kapasitas Sampah

$$m_{sampah/bulan} = m_{sampah/hari} \times 26 \times 10$$

$$m_{sampah/bulan} = ((100 \times 6) + (20 \times 32)) \times 26 \times 10$$

$$m_{sampah/bulan} = 322400 \text{ gr} = 322,4 \text{ kg}$$

Perhitungan Kapasitas Mesin

Jika diasumsikan mesin pencacah plastik akan beroperasi sekitar 2.5 jam dalam satu hari sekali, maka:

$$t_{mesin/bulan} = 2.5 \times 26 = 65 \text{ jam}$$

Kapasitas Mesin yang dibutuhkan:

$$\text{Kapasitas Mesin} = \frac{m_{sampah/bulan}}{t_{mesin/bulan}}$$

$$\text{Kapasitas Mesin} = \frac{322,4}{65} = 4,95 \approx 5 \text{ kg/jam}$$

Kapasitas Mesin pencacah plastik yang direncanakan 2 kalinya untuk mengantisipasi lonjakan sampah, maka :

$$\text{Kapasitas Mesin} = 2 \times 5 \text{ kg/jam} = 10 \text{ kg/jam} = 0,166 \text{ kg/menit}$$

Perancangan Pisau Pencacah

Data Pisau Pencacah:

Tabel 2. Tabel Data Pisau Pencacah

Diameter pisau	Ø120 mm
Tebal pisau	5 mm
Material pisau	S45C
Jumlah pisau	25
Total luas penampang pisau	$25 \times 40 \text{ mm}^2 = 1000 \text{ mm}^2$
Tegangan geser (PET) yang diizinkan	$1,8 \text{ N/mm}^2$
Mata pisau	2

Gaya Potong Pisau (F_{Pisau})

$$F_{Pisau} = A \times F_s$$

$$F_{Pisau} = 1000 \text{ mm}^2 \times 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{Pisau} = 1800 \text{ N}$$

Torsi Pisau (T_{Pisau})

$$T_{Pisau} = F \times r$$

$$T_{Pisau} = 1800 \text{ N} \times 0,06 \text{ m} = 108 \text{ Nm}$$

Perencanaan Putaran Minimum Mesin (n_1)

$$n_1 = S_{fp} \times \frac{\text{Kapabilitas}}{\frac{\text{massa botol}}{\text{estimasi putaran}}}$$

$$n_1 = 1,2 \times \frac{0,166}{\frac{0,0032}{3,5}} = 217,87 \text{ rpm} \approx 218 \text{ rpm}$$

Perancangan Kebutuhan Daya (P_d)

$$P_d = F_c \times \left[T \times \left(\frac{2\pi n}{60} \right) \right]$$

$$P_d = 1,2 \times \left[108 \text{ Nm} \times \left(\frac{2\pi \times 218}{60} \right) \right]$$

$$P_d = 1,2 \times 2466 \text{ W}$$

$$P_d = 2959 \text{ W} = 2,959 \text{ kW}$$

$$P_d = \frac{2959}{746} = 3,96 \text{ Hp} \approx 4 \text{ Hp}$$

Perencanaan Poros dan Pasak

Momen Puntir Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{2,959 \text{ kW}}{218 \text{ rpm}} = 13220 \text{ Kg.mm}$$

Pemilihan Bahan Poros

Bahan poros yang digunakan dalam konstruksi mesin mengacu pada standar JIS G 4501, dengan spesifikasi baja karbon (kode S30C), dengan $\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2$, $Sf_1 = 6$, $Sf_2 = 1,3$

Tegangan Geser Diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$
$$\tau_a = \frac{48 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 1,3} = 6,15 \text{ kg/mm}^2$$

Faktor Koreksi untuk Momen Puntir (K_t)

$K_t = 1,0$ s/d $1,5$ dikarenakan pada saat beroperasi poros dikenakan sedikit beban kejut atau tumbukan.

Faktor lenturan (C_b)

$C_b = 1,2$ s/d 2 , dikarenakan akan terjadi beban lentur saat poros beroperasi atau berputar.

Diameter Poros (d_s)

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3}$$
$$d_s = \left[\frac{5,1}{6,15} 1,0 \times 1,3 \times 13220 \right]^{1/3}$$
$$d_s = 24,25 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm}$$

Poros disesuaikan dengan mesin $l = 508 \text{ mm}$

Tegangan Geser (τ)

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{d_s^3}$$
$$\tau = \frac{5,1 \times 13220 \text{ kg.mm}}{(25 \text{ mm})^3}$$
$$\tau = 4,32 \text{ kg/mm}^2$$

Koreksi Konstruksi Aman

$$\tau_a > \tau$$
$$6,15 \frac{kg}{mm^2} > 4,32 \frac{kg}{mm^2} \rightarrow \text{Konstruksi aman}$$

Gaya Tangensial pada Pasak

$$F = \frac{T}{d_s/2}$$
$$F = \frac{13220 \text{ kg.mm}}{25/2}$$
$$F = 1057,6 \text{ kg} \approx 1058 \text{ kg}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa torsi pisau sebesar 102 Nm pada putaran minimum 218 rpm mampu memenuhi kebutuhan gaya potong plastik PET dengan kapasitas 10 kg/jam. Torsi ini diperoleh melalui analisis gaya potong material PET, mempertimbangkan sifat mekanis seperti kekuatan tarik, regangan putus, dan kekerasan, sehingga proses penghancuran dapat berlangsung secara efektif tanpa menimbulkan keausan berlebih pada pisau atau poros. Besarnya torsi ini memastikan bahwa pisau dapat menembus material PET yang cenderung elastis dan memiliki ketangguhan tertentu, sehingga kapasitas mesin tetap sesuai target. Kebutuhan daya yang dihitung sebesar 4 HP sesuai dengan spesifikasi motor listrik Modern PR007 yang digunakan. Motor ini dipilih karena mampu menyediakan tenaga yang stabil dan efisien untuk operasional berkelanjutan, serta memiliki daya lebih dari cukup untuk mengatasi beban awal dan variasi gaya potong selama proses pencacahan. Reduksi putaran melalui gearbox WPA 40 menghasilkan kecepatan putar optimal pada pisau, menyeimbangkan antara kecepatan potong dan kemampuan torsi sehingga proses penghancuran berjalan lancar.

Reduksi putaran ini juga membantu mengurangi keausan pada pisau dan mengoptimalkan konsumsi daya motor. Poros utama yang digunakan memiliki diameter 25 mm dan terbuat dari baja karbon S45C, material yang dipilih karena kombinasi kekuatan tarik dan kekerasannya yang memadai. Analisis momen puntir menunjukkan bahwa poros ini aman terhadap beban torsi yang dihasilkan, sehingga risiko kegagalan struktural dapat diminimalkan. Selain itu, penggunaan poros berbahan S45C memberikan kemampuan untuk menahan deformasi plastis dan mengurangi getaran berlebih yang mungkin timbul saat mesin beroperasi. Sistem transmisi mesin dirancang untuk meredam getaran serta melindungi komponen dari beban kejutan yang muncul saat pisau berinteraksi dengan potongan plastik keras atau benda asing yang mungkin terbawa. Hal ini dicapai

melalui kombinasi gear, poros, dan bantalan yang sesuai. Bantalan FYTB 25 TF–SKF dipilih karena mampu menahan beban radial dan aksial, memiliki umur pakai yang panjang, serta mendukung rotasi yang halus sehingga efisiensi mesin tetap tinggi. Rangka mesin menggunakan material ASTM A 500, yang dikenal memiliki ketahanan tarik dan kekakuan yang cukup untuk menahan beban dinamis dari operasi pencacahan.

Desain rangka mempertimbangkan distribusi beban, titik tumpu, dan aksesibilitas komponen, sehingga selain aman, perawatan dan penggantian komponen menjadi lebih mudah. Penggunaan material yang tepat pada rangka dan poros juga berperan dalam meningkatkan keselamatan operator dan mengurangi risiko kegagalan struktural pada kondisi beban ekstrem. Secara keseluruhan, spesifikasi perhitungan dan pemilihan komponen ini selaras dengan prinsip perancangan mesin pencacah plastik tipe shredder yang efisien, andal, dan sesuai kapasitas yang direncanakan. Kombinasi torsi, daya motor, kecepatan putar, material poros, sistem transmisi, bantalan, dan rangka memberikan keseimbangan optimal antara performa, keandalan, dan umur pakai mesin. Pendekatan perancangan ini memastikan bahwa mesin dapat beroperasi secara konsisten dalam jangka panjang dengan pemeliharaan minimal, sekaligus memaksimalkan proses daur ulang plastik PET melalui penghancuran yang efektif dan aman.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian, dapat menyimpulkan hal-hal sebagai berikut

- a. Rancangan mesin pencacah plastik tipe shredder dengan kapasitas 10 kg/jam yang sesuai untuk mencacah limbah plastik PET, menggunakan pisau S45C, poros berdiameter 25 mm, transmisi gearbox WPA 40, dan rangka ASTM A 500, sehingga mampu bekerja pada putaran minimum 218 rpm.
- b. Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan daya untuk mengoperasikan mesin adalah 4 HP, yang dapat dipenuhi oleh motor listrik Modern PR007 dengan putaran 1420 rpm dan sistem transmisi yang telah ditentukan.

B. SARAN

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Berikut penulis menyarankan beberapa hal untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

- a. Analisis luas penampang perlu diperhatikan secara lebih mendalam, karena menjadi aspek krusial dalam menentukan akurasi keseluruhan perhitungan.
- b. Optimalkan material pisau dan sudut pisau dari seluruh aspek, aspek kekuatan, keuletan, daya afinitas, umur pisau, perawatan dan korositas.
- c. Perlu pembahasan lebih lanjut untuk penelitian kekeuatan rangka yang belum terbahas pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang Kampus Serang, rekan-rekan dosen dan mahasiswa, serta Tim Peneliti Teknik Mesin atas dukungan dan partisipasinya dalam kegiatan ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara moral maupun material. Semoga kerja sama ini terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ady Saputra, A., & Sakinah Muchtar, L. (2021). Perancangan Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Skala Rumah Tangga. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November 2021*, 1–10.
- Alhafidz, M. Z., Rohmat, N., & Arif, S. (2022). Perancangan Mesin Pencacah Sampah Kapasitas 100 Kg/Jam. *Jurnal Inovasi Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.32493/jiptek.v3i1.24706>
- Dian Anisa Rokhmah Wati, & Agung Samudra. (2022). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Steam Engineering*, 4(1), 9–13. <https://doi.org/10.37304/jptm.v4i1.5180>
- Hendra, H., Qirom, S. Al, Susilo, S., Nugraha, K., Hernadewita, H., & Hardian, F. (2023). Analisa Tegangan Pada Desain Empat Mata Potong Untuk Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 16(2), 118–126. <https://doi.org/10.30630/jtm.16.2.1245>
- Herdiarti, E., Widyarini, G., & Pratiwi, Y. I. (2023). Pengaruh Limbah Plastik Jenis Pet/Pete (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Kuat Tekan Beton Fc 10 Mpa. *Jurnal Teslink : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 196–202.
- Hidayat, A., Chandra, M. A., & Kido, M. I. (2021). Pengembangan Mesin Pencacah Botol Plastik. *Jurnal Tematis (Teknologi , Manufaktur Dan Industri)*, 2527–6042. <https://politeknikbosowa.ac.id/journal/>

- Ilhamsyah, M. F. (2020). Perancangan Sistem Transmisi Pada Mesin Pencacah Limbah Plastik Tipe Shredder. *Gorontalo Journal Of Infrastructure And Science Engineering*, 3(2), 14. <https://doi.org/10.32662/Gojise.V3i2.1212>
- Ismail, R., Thohirin, M., Yunus, M., & Dalimunthe, R. (2022). Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 45–50. <https://doi.org/10.24967/Psn.V2i1.1472>
- Ismail, S., Eddy, D., & Maulana, E. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg / Jam. *Seminar Nasional Penelitian Lppm Umj*, 1–6.
- Kaharudin, K., & Dwi Hariprihadi, B. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Pakan Ternak Kapasitas 50 Kg/ Jam. *Jurnal Sigmat Teknik Mesin Unsika*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.35261/Sigmat.V1i2.5555>
- Khomsaha Shofwan, U., Waluyo*, J., & Hidayat, T. (2023). Analisis Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Menggunakan Pisau Crusher Dan Shredder. *Jurnal Teknologi*, 16(1), 28–36. <https://doi.org/10.34151/Jurtek.V16i1.3895>
- M. Nurdiansyah, S., & Yudi Setiawan, E. S. W. (2023). Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik. *Machinery Jurnal Teknologi Terapan*, 4(2723–3359), 60.