

Rancang Bangun Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik *HDPE* Menjadi Gagang Pintu Kapasitas 1 kg/jam

Windarta^{1*}, Gunawan Hidayat¹, dan Alvin Chaeruddin¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

*Corresponding Author : windarta@ftumj.ac.id.

Abstrak

Sampah plastik telah menjadi masalah bagi manusia karena plastik merupakan material non-biodegradable. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan mesin daur ulang limbah botol plastik HDPE, dan untuk membandingkan dengan mesin daur ulang limbah botol plastik yang sudah ada. Perancangan dilakukan dengan melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur dan hasil survei, maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan mesin pencacah botol plastik. Berdasarkan hasil pengujian didapat mesin daur ulang limbah botol plastik HDPE telah dilaksanakan dengan menggunakan motor penggerak 2 HP dan output putaran poros 80 rpm. Berdasarkan pengujian getaran rangka didapat puncak getaran pada pengujian getaran mesin tanpa beban maupun dengan beban termasuk kategori aman berdasarkan standar ISO 10816-1. Berdasarkan pengujian pemakaian untuk mencacah botol limbah plastik didapat bahwa untuk 1 kg sampah plastik menghasilkan 20 unit gagang pintu, dengan total waktu proses 17 menit 45 detik.

Kata kunci : mesin daur ulang plastik, pencacah plastik, botol plastik, gagang pintu

Abstract

Plastic waste has become a problem for humans because plastic is a non-biodegradable material. The purpose of this research are to design a HDPE plastic bottle waste recycling machine, and to compare it with an existing plastic bottle waste recycling machine. The design was done by searching data and making concepts obtained from literature studies and survey results, then it can be planned materials needed in the design and manufacture of plastic bottle counting machines. Based on the test results obtained by HDPE plastic bottle waste recycling machine has been carried out using a 2 HP motor drive and shaft rotation output of 80 rpm. Based on body vibration testing, it is obtained the peak of vibration on the machine both without load and using load, including the safe category based on ISO 10816-1 standard. Based on usage testing to chop up a plastic waste bottle, it was found that for 1 kg of plastic waste produced 20 units of door handles, with a total processing time of 17 minutes 45 seconds.

Keywords: plastic recycling machine, plastic chopper, plastic bottle, door handles

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan non-biodegradable artinya tidak dapat diurai oleh bakteri secara alamiah. Banyak produk barang plastik yang digunakan hanya sekali pakai kemudian dibuang, sebagai akibatnya jumlah sampah bahan plastik terus meningkat dengan cepat, sehingga berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan (Junaidi et al. 2015).

Untuk mengatasi limbah plastik yang paling ekonomis dan paling ramah terhadap lingkungan adalah dengan metode daur ulang. Namun secara umum, hasil yang didapat tidak sebanding dengan pertumbuhan penggunaan plastik yang terus meningkat dari hari ke hari (Asroni et al. 2018). Yang harus dilakukan saat ini bukan memusuhi plastik, akan tetapi menemukan formula yang tepat untuk

penerapan 3R dengan lebih mudah dan efisien. Oleh karena itu untuk membantu konsep 3R ini, maka dibuatlah perancangan mesin pencacah plastik untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat. dalam hal ini plastik yang akan diolah adalah botol plastik kemasan jenis *HDPE*.

Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Rajagukguk (2013) melakukan perancangan mesin pencacah plastik untuk penghancur benda-benda yang rusak atau tempat air minum yang terbuat dari plastik atau botol plastik. Mesin pencacah menggunakan roda dibawah rangka mesin agar mudah dipindahkan. Hasil yang didapat dalam perancangan tersebut mesin pencacah plastik menggunakan 1 buah motor listrik 3 fasa dengan daya 3 HP putaran pada poros 750 rpm, menggunakan pisau T.lurus dengan poros dari bahan St 37, puli berdiameter 251 mm dan sabuk tipe V(Rajagukguk 2013).

Mochamad Syamsiro, dkk. (2016) melakukan perancangan mesin pencacah plastik dengan hasil cacahan plastik dari mesin pencacah plastik ini di dimanfaatkan untuk menjadi bahan baku mesin pirolisis. Mesin pencacah plastik ini berkapasitas 14 kg/jam dengan menggunakan pisau pencacah berjumlah 5 buah terdiri dari 3 pisau putar dan 2 bauh pisau tetap dan menggunakan motor bensin dengan kapasitas 5,5 HP putaran pada poros 450 rpm serta sabuk tipe V dan puli. Pada mesin ini digunakan saringan cacahan plastik yan berfungsi untuk memfilter plastik yang akan keluar dari mesin, ini berguna agar hasil cacahan plastk yang belum sempurna tercacah dapat di filter dan dicacah kembali (Syamsiro et al. 2016).

Napitupulu, dkk. (2013) melakukan rancang bangun mesin pencacah plastik dengan kapasitas 15 kg/jam, mesin tersebut menggunakan 6 buah pisau cacah dengan ukuran 170 mm x 70 mm x 8 mm dipasang menyatu dengan poros penggerak. Dengan putaran motor 1450 rpm dan putaran poros pencacah 363 rpm diperoleh hasil cacahan yang cukup baik yaitu 10-15 mm. Rancangan mesin ini, efektifitas kegiatan daur ulang sampah dapat terbantu dan berdampak positif serta efisien (Napitupulu et al. 2011).

Pada penelitian kali ini mempunyai kesamaan dengan mesin daur ulang yang sudah ada yaitu menghancurkan limbah botol plastik menjadi

serpihan cacahan plastik yang dapat di manfaatkan untuk daur ulang dengan menggunakan mesin *crusher*. Sedangkan perbedaan pada penelitian kali ini membuat mesin daur ulang limbah botol plastik menggunakan tambahan komponen *heater band* yang di tempatkan pada pipa besi tempat hasil cacahan plastik yang sudah di hancurkan dan *moulding* yang digunakan untuk mencetak hasil lelehan plastik dari pipa *heater* menjadi produk, dengan spesifikasi motor AC 220 Volt dengan daya 2 Hp putaran 2400 rpm.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan mesin daur ulang limbah botol plastik *HDPE*, dan untuk membandingkan dengan mesin daur ulang limbah botol plastik yang sudah ada.

Metode Penelitian

Alat

Alat yang digunakan pada perancangan ini adalah alat potong, mesin las, mesin bubut, mesin bor , mesin milling CNC dan perlengkapannya.

Bahan

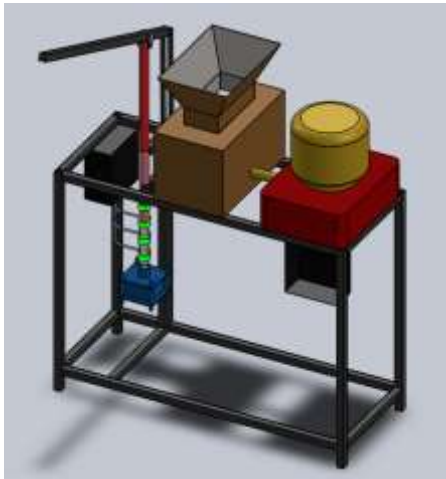
Bahan utama yang digunakan dalam perancangan mesin pencacah plastic antara lain, baja hollow, poros, roda gigi, plat, heater band, bantalan, system transmisi, dan papan kayu.

Perancangan dan Perencanaan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari studi literatur dan hasil survei, maka dapat direncanakan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan mesin pencacah botol plastik. Dalam penelitian ini proses yang akan dirancang adalah : a) Perancangan elemen mesin pada mesin pencacah botol plastic, b) Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan, c) Proses perakitan

Pengujian Alat dan Mesin

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji dan secara visual, yaitu : a) Melihat apakah elemen mesin bisa bekerja dengan baik, b) Melihat apakah poros gear box pada pisau potong dan motor listrik bekerja dengan baik, c) Melihat apakah heater dan piston pipa heater serta moulding bekerja dengan baik.



Gambar 1. Design mesin pencacah botol plastik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Daya

Data perencanaan

Diameter dan panjang poros :

- Diameter luar Poros (D_L) = 30 mm
- Diameter dalam Poros, (D_d) = 20 mm
- Panjang Poros, (L) = 360 mm
- Massa Poros, (m) = 3.5 kg

Perencanaan Motor Listrik

Perencanaan untuk menentukan motor listrik yaitu dari hasil perhitungan yang menjadi acuan pemilihan motor listrik adalah daya yang dibutuhkan mesin penghancur plastik. Dari perhitungan diperoleh daya untuk memutar poros, dengan perhitungan torsi dan gaya inersia massa komponen, masing-masing sebesar, torsi 71.0111 N.m, dan daya mesin penghancur plastik sebesar 1449.33 Watt. Daya poros dan pisau untuk mesin penghancur botol plastik (pencacah), dengan perhitungan Torsi adalah 1449.33 Watt.

Sedangkan untuk mencari daya yang akan digunakan, dapat kita gunakan rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned} P_d &= P \cdot f_c \\ P_d &= 1449.33 \text{ W} \times 1 \\ &= 1449.33 \text{ W} \\ &= 1.9 \text{ Hp} \approx 2 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P_d &= \text{daya rencana (W)} \\ P &= \text{daya yang dibutuhkan (W)} \\ f_c &= \text{factor koreksi} \end{aligned}$$

Jadi, dari hasil perencanaan diatas motor listrik yang digunakan untuk mesin daur ulang limbah botol plastik adalah sebesar 2 Hp.

Perencanaan Gearbox

Dalam perencanaan gearbox ini data yang direncanakan adalah gearbox yang dipilih yaitu dengan ratio 1 : 30.

Perhitungan

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{2400 \text{ rpm}}{30} = 80 \text{ rpm}$$

Dimana : n_2 = Putaran output (rpm)

n_1 = Putaran input (rpm)

i = Ratio

Maka, dari hasil perencanaan diatas gearbox yang digunakan untuk mesin daur ulang limbah botol plastik dengan spesifikasi ratio 1 : 30 dan nilai output putaran 80 rpm.

Analisa Getaran Mesin

Pengukuran Getaran Mesin

Proses pengukuran getaran mesin dilakukan untuk mengetahui batas maksimum dari getaran mesin yang disebabkan oleh kerja motor listrik, gearbox dan crusher masih masuk dalam toleransi getaran yang di ijinakan yaitu 0.71 RMS sesuai dengan standar ISO 10816-1 untuk class 1 small machine. Pengukuran getaran mesin di lakukan dengan menggunakan aplikasi *vibration sensor*. Pengukuran pada mesin di lakukan pada titik yang terdekat dengan bearing dan kopling mesin karena melalui kopling dan bearing tersebut gaya getaran dari mesin di transmisikan. Gerakan kopling dan bearing merupakan hasil reaksi gaya dari mesin tersebut.

Nilai maksimum getaran yang di ijinakan dan masuk dalam kondisi mesin yang baik dapat dilihat pada Gambar 3. untuk klasifikasi mesin yang di uji di golongan pada class small machine.

Title: getaran mesin tanpa beban
Start: 6 Jun 2018 (12:03:15.773 pm)
Length: 0 min 14 sec
Points: 1,495 Gaps: none
Data rate: 100.6 Hz Units: m/s²

Peak raw: X (2.13) Y (2.03) Z (12.13)
ISD: X (0.3) Y (0.62) Z (0.94)

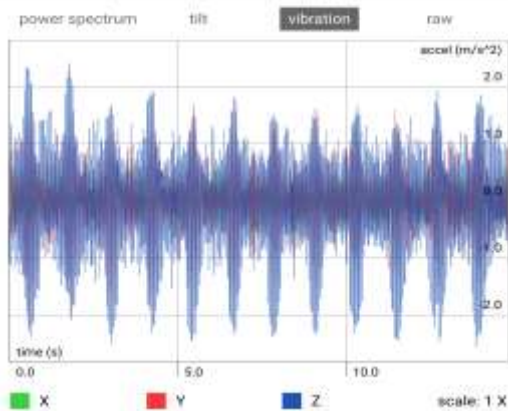
Resonances:

X: 25 Hz (0.055), 0.79 Hz (0.023)

Y: 25 Hz (0.33), 50 Hz (0.045)

Z: 25 Hz (1.1)

rms vibration: X (0.28) Y (0.62) Z (0.95)



Gambar 3. Pengukuran getaran mesin tanpa beban

Dari hasil pengukuran getaran mesin menggunakan *vibration sensor*, seperti pada Gambar 3 diperoleh nilai getaran pada saat mesin bekerja tanpa beban = X (0.28), Y (0.62), Z (0.95). Dimana X adalah gerakan getaran arah samping kanan dan kiri, Y adalah gerakan getaran arah maju dan mundur, dan Z adalah gerakan getaran arah atas dan bawah.

Title: getaran mesin dengan beban
Start: 6 Jun 2018 (12:21:35.765 pm)
Length: 0 min 15 sec
Points: 1,512 Gaps: none
Data rate: 100.6 Hz Units: m/s²

Peak raw: X (2.80) Y (2.65) Z (16.92)
ISD: X (0.75) Y (0.6) Z (1.7)

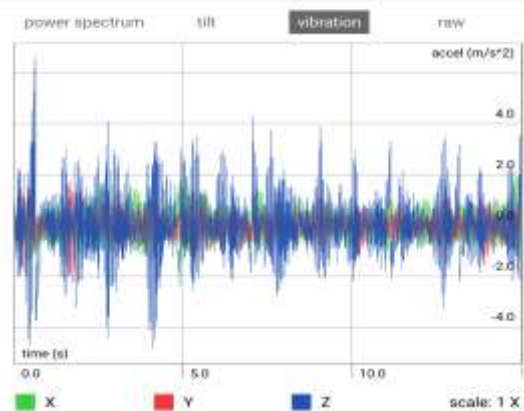
Resonances:

X: 25 Hz (0.52), 0.79 Hz (0.25)

Y: 25 Hz (0.39), 0.79 Hz (0.026)

Z: 0.79 Hz (2), 25 Hz (0.34)

rms vibration: X (0.64) Y (0.59) Z (1.3)

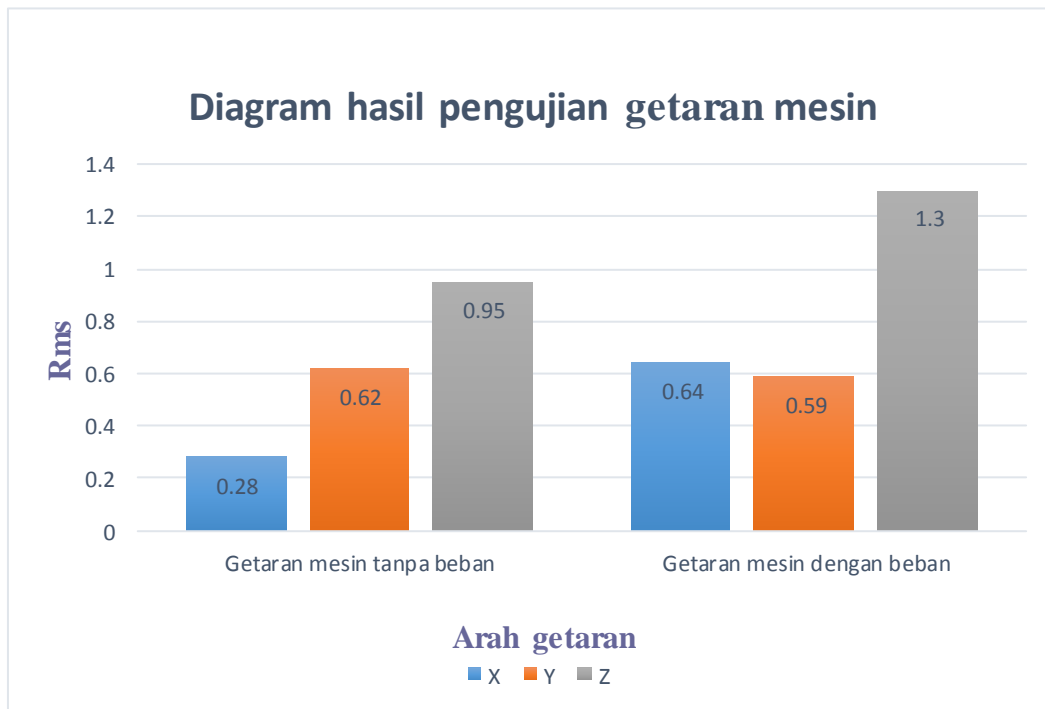


Gambar 4. Hasil pengujian getaran mesin dengan beban

Getaran mesin pada saat mesin bekerja dengan beban dapat kita lihat pada gambar 4. yang menghasilkan nilai getaran yaitu rms *vibration* : X (0.64) Y (0.59) Z (1.3).

Dari pengujian getaran mesin yang telah dilakukan didapat hasil yang terdapat pada Gambar 5.

Dari pengujian getaran mesin dan getaran mesin dapat dilihat pada Gambar 5. Dapat disimpulkan bahwa kondisi getaran mesin masih masuk dalam standar ISO 10816-1 yaitu 1.12 mm/s rms. Dengan puncak getaran pada pengujian getaran mesin tanpa beban 0.95 rms pada sumbu Z. pengujian getaran mesin dengan beban menghasilkan getaran mesin yang lebih besar di bandingkan getaran mesin tanpa beban yaitu dengan nilai puncak 1.3 rms pada sumbu Z. Dengan begitu pengujian getaran mesin yang telah dilakukan masih dalam kategori aman dan sesuai standar.



Gambar 5. Diagram hasil pengujian getaran mesin tanpa beban dan dengan beban.

Pengujian Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik

Pengujian dilakukan setelah semua proses pembuatan dan perakitan komponen mesin daur ulang limbah botol plastik seperti motor listrik, gearbox, crusher, pipa heater,

tuas piston pipa heater, moulding telah selesai, dengan melihat apakah elemen-elemen mesin tersebut bekerja dengan baik.

Berikut adalah proses pencacahan limbah botol plastik pada saat di lakukan pengujian pada mesin *crusher* di tunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. proses pencacahan limbah botol plastik

Selanjutnya hasil cacahan masuk ke dalam pipa *heater* (Gambar 7.a) yang kemudian dipanaskan, setelah cacahan plastik meleleh tekan tuas piston pipa *heater* untuk di cetak pada *moulding*, seperti pada Gambar 7.b.



a

b

Gambar 7. Rangkaian Pipa *heater*(a) dan Tuas piston *heater* (b)

Cacahan botol plastik yang sudah meleleh masuk ke dalam *moulding* (Gambar 8.a) yang kemudian dilakukan pendinginan dengan cara *moulding* didiamkan agar lelehan botol plastik terbentuk dengan baik, hasil produk dapat dilihat pada Gambar 8.b.



a

b

Gambar 8. Penampang *Moulding* (a) dan Produk gagang pintu (b)

Di dapat dari pengujian mesin daur ulang limbah botol plastik diperoleh hasil data pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian mesin daur ulang limbah botol plastik

Percobaan botol plastik	Waktu					Hasil produk
	Pencacahan botol plastik	Pemanasan pipa <i>heater</i>	Pelelehan cacahan plastik	Injeksi & Pendinginan <i>moulding</i>	Total waktu	
1 kg	5':22"	15':17"	12':45"	5':33"	28':57"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit
			12':45"	5':00"	17':45"	1 unit

			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
			12':45''	5':00''	17':45''	1 unit
Total					366':05''	20 unit

Berdasarkan pengujian pemakaian untuk mencacah botol limbah plastik didapat bahwa untuk 1 kg sampah plastik menghasilkan 20 unit gagang pintu, dengan total waktu proses 17 menit 45 detik.

Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian mesin daur ulang limbah botol plastik ini mesin *crusher* dapat menghasilkan cacahan botol plastik dengan hasil yang cukup baik. Transmisi daya menggunakan gearbox membuat torsi yang dihasilkan cukup baik untuk memotong botol plastik, dan getaran tidak terlalu besar.

Hasil cacahan limbah botol plastik yang didapat cukup baik dan bisa digunakan untuk proses pelelehan, hasil dari pelelehan cacahan plastik dapat meleleh dengan baik dan dapat di lakukan proses pencetakan produk dengan moulding.

Kelebihan dari rancang bangun mesin daur ulang ini mengoptimasi mesin daur ulang dengan ditambahkan nya modifikasi pipa heater dan moulding, hasil cacahan botol plastik terpotong dengan baik (kecil-kecil), hasil pencacahan selanjutnya dapat dilakukan proses pendaur ulangan limbah botol plastik menjadi sebuah produk gagang pintu yang dapat digunakan. Sedangkan kelemahan dari mesin pencacah ini adalah, pada saat pemotongan/pencacahan limbah botol plastik terjadi selip pada pisau potong yang

mengakibatkan putaran pisau berhenti/macet. Serta proses pelelehan hingga menghasilkan produk memakan waktu yang cukup lama.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan dari perancangan mesin pencacah plastik dapat disimpulkan, satu, Mesin daur ulang limbah botol plastik HDPE telah dilaksanakan dengan menggunakan motor penggerak 2 HP dan output putaran poros 80 rpm. Berdasarkan pengujian getaran rangka didapat puncak getaran pada pengujian getaran mesin tanpa beban 0.95 rms pada sumbu Z. Pengujian getaran mesin dengan beban menghasilkan getaran mesin yang lebih besar di banding kan getaran mesin tanpa beban yaitu dengan nilai puncak 1.3 rms pada sumbu Z. Hasil pengujian getaran mesin yang telah dilakukan masih dalam kategori aman dan sesuai standar ISO 10816-1. Berdasarkan pengujian pemakaian untuk mencacah botol limbah plastik didapat bahwa untuk 1 kg sampah plastik menghasilkan 20 unit gagang pintu, dengan total waktu proses 17 menit 45 detik.

Hasil perbandingan dengan mesin pencacah plastik yang telah ada maka mesin pencacah plastik ini memiliki kelebihan dari rancang bangun mesin daur ulang ini mengoptimasi mesin daur ulang dengan ditambahkan nya modifikasi pipa heater dan moulding, hasil cacahan botol plastik

terpotong dengan baik (kecil-kecil), hasil pencacahan selanjutnya dapat dilakukan proses pendaur ulangan limbah botol plastik menjadi sebuah produk gagang pintu yang dapat digunakan. Sedang kelemahan mesin pencacah ini adalah pada saat pemotongan/pencacahan limbah botol plastik terjadi selip pada pisau potong yang mengakibatkan putaran pisau berhenti/macet. Serta proses pelelehan hingga menghasilkan produk memakan waktu yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, M. et al. 2018. Pengaruh Model Pisau Pada Mesin Sampah Botol Plastik. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks 'Soliditas' (J-Solid)* 1(1), pp. 29–33. doi: 10.31328/js.v1i1.569.
- Junaidi et al. 2015. Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemotong Tipe Reel. *Poli Rekayasa* 10(April), pp. 66–73.
- Napitupulu, R. et al. 2011. Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. *Jurnal Manutech* 3(1), pp. 1–5.
- Rajagukguk, J. 2013. Analisis perancangan mesin penghancur plastik. *Jurnal Dinamis* 2(12), pp. 60–69.
- Syamsiro, M. et al. 2016. Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal* 1(2), pp. 43–48.