

RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH SAMPAH PLASTIK DENGAN TRANSMISI GEARBOX PADA MOTOR 220V

Andika Ihwan Fauzi^{1*}, Togik Hidayat^{2*}, Agus Sulistiawan^{3*}
Andikaif354@gmail.com^{1*}, togikhidayat@gmail.com^{1*}, agus.dmc354@gmail.com^{2*}
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri

ABSTRACT

A plastic crusher is a machine or tool used to chop plastic waste so that the volume of plastic waste can be reduced and is useful as a recycled material, but the high cost of a plastic shredder and the amount of plastic waste is still a major problem. plastic at minimal cost, without having to analyze the quality of other crushers, using a 1:3 transmission ratio. The plastic chopper uses an AC electric motor to drive the machine. The rotational power of the electric motor is transmitted to the gearbox through the connecting shaft, the gearbox serves to drive and change the rotation produced by the rotation of the electric motor without slipping. The power transmitted by the gearbox is transmitted to the chopper blade, where the plastic chopper has 2 cutting blades. Based on the results of research on the design of a plastic crushing machine with an electric motor with a power of 3.1 HP, a speed of 2800 rpm and a gear ratio of 1: 3 with a gear ratio, after being transmitted to the gearbox it becomes 933.3 rpm. The design of the plastic waste chopper machine resulted in an experiment of machine capacity or performance and data analysis was carried out at 10,736 kg/hour which was determined based on the results of 3x testing of the chopper

Keywords: *Electric motor , Gearbox, Counter.*

ABSTRAK

Penghancur plastik merupakan mesin atau alat yang digunakan untuk mencacah sampah plastik sehingga volume sampah plastik dapat dikurangi dan bermanfaat sebagai bahan daur ulang, namun mahal biaya mesin pencacah plastik dan jumlah sampah plastik masih menjadi masalah utama. Menghadapi situasi tersebut, peneliti mencoba merancang dan membuat mesin penghancur plastik dengan biaya minimal, tanpa harus menganalisa kualitas mesin penghancur lainnya, dengan menggunakan rasio transmisi 1:3. Perajang plastik menggunakan motor listrik AC untuk menggerakkan mesin. Tenaga putaran motor listrik disalurkan ke gearbox melalui poros penghubung, gearbox berfungsi untuk menggerakkan dan mengubah putaran yang dihasilkan oleh putaran motor listrik tanpa slip. Daya yang ditransmisikan oleh gearbox ditransmisikan ke pisau perajang, di mana perajang plastik memiliki 2 pisau pemotong. Berdasarkan hasil penelitian pada rancang bangun mesin penghancur plastik dengan motor listrik dengan daya 3,1 HP, kecepatan 2800 rpm dan gear ratio 1 : 3 dengan gear ratio, setelah ditransmisikan ke gearbox menjadi 933,3 rpm. Perancangan mesin pencacah sampah plastik menghasilkan percobaan kapasitas mesin atau unjuk kerja dan dilakukan analisis data sebesar 10.736 kg/jam yang ditentukan berdasarkan hasil 3x pengujian alat pencacah

Kata kunci: Motor listrik, Gearbox, Pencacah.

I. PENDAHULUAN¹

Plastik adalah bahan *non-biodegradable* yang berarti bahwa bakteri tidak dapat mendegradasinya secara alami. Banyak produk plastik yang hanya digunakan sekali dan kemudian dibuang, meningkatkan jumlah sampah plastik yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan (Junaidi *et al.*, 2015). Plastik merupakan bahan pokok kemasan yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman, namun tidak semua produk plastik dapat didaur ulang dalam waktu yang cepat. Plastik yang digunakan oleh penduduk Indonesia ditemukan 5,4 juta ton per tahun pada tahun 2015, menjadikannya penghasil sampah rumah tangga terbesar kedua. Menurut data statistik, sampah plastik menyumbang 14% dari total produksi sampah Indonesia. Mesin pencacah plastik menghasilkan produk yang bermanfaat. Dalam hal ini plastik yang akan diolah adalah wadah botol plastik.

Kemasan plastik dalam kehidupan semakin meningkat. Konsumsi plastik penduduk Indonesia sebesar 1,5 juta ton atau tujuh kilogram per kapita, termasuk jenis sampah yang tidak dapat terurai di dalam tanah. Penggunaan plastik di masyarakat saat ini terjadi karena plastik bersifat praktis, ringan, murah, dan dapat menggantikan fungsi barang lain. Sifat praktis dan murah ini membuat plastik sering digunakan sebagai barang sekali pakai oleh masyarakat sehingga menghasilkan sampah plastik dalam jumlah besar. Akibatnya plastik terus meningkat dan menimbulkan masalah lingkungan yang sangat serius. Selain sampah plastik, ada juga kaleng minuman yang sudah tidak terpakai lagi setelah mengkonsumsi minuman tersebut dan kini hanya menjadi sampah yang menjadi persoalan bagi lingkungan. Pengolahan sampah harus menggunakan proses seperti pengurangan, penggunaan kembali (*reuse*), daur ulang (*recycle*). Salah satu cara untuk menangani limbah dari botol plastik dan kaleng minuman adalah dengan mendaur ulangnya sehingga dapat dibuat menjadi produk baru. Cara paling ekonomis dan ramah lingkungan untuk mengolah sampah plastik adalah melalui daur ulang. Namun secara umum, hasil yang diperoleh tidak dapat dibandingkan dengan pertumbuhan konsumsi plastik harian (Asroni *et al.*, 2018).

Yang perlu dilakukan saat ini bukanlah memerangi plastik, melainkan mencari formula yang tepat agar pengurangan sampah plastik menjadi lebih mudah, untuk mengurangi sampah plastik ini dikembangkan mesin penghancur untuk membuat produk yang bermanfaat. Dalam hal ini plastik yang akan diolah adalah wadah botol plastik.

Konstruksi mesin penghancur plastik untuk penghancuran benda rusak atau wadah air minum yang terbuat dari plastik atau botol plastik. mesin penghancur plastik dengan hasil penghancur plastik ini penghancur plastik digunakan sebagai bahan baku mesin pirolisis. Pemotong plastik ini memiliki kapasitas 14 kg/jam dengan 5 bilah yang terdiri dari 3 bilah berputar dan 2 bilah tetap dan mesin bensin dengan daya putar 5,5 HP pada poros 450 rpm, serta sabuk-V dan adonan pabrik. Mesin ini menggunakan filter untuk menyaring plastik yang keluar dari alat. Hal ini berguna agar hasil hancuran plastik yang belum hancur seluruhnya dapat disaring dan dihaluskan kembali (Syamsiro *et al.*, 2016). Mesin penghancur plastik adalah alat yang digunakan untuk memotong atau mencabik-cabik plastik. Mesin penghancur plastik yang ada memiliki berbagai bentuk dan kapasitas yang diciptakan oleh kecepatan putaran mesin. (Handrey Okta, dkk. 2018) membuat penghancur botol plastik dengan kapasitas 5 kg/jam.

Rancang bangun alat pemotong plastik kapasitas 15kg/jam ini menggunakan 6 buah mata pisau dengan ukuran 170mm x 70mm x 8mm yang dipasang menyatu dengan poros penggerak. Dengan putaran mesin 1450rpm dan putaran countershaft 363rpm, hasil yang didapat cukup baik yaitu 1015 mm. Dengan konsep mesin ini efektivitas kegiatan daur ulang sampah dapat didukung dan dipengaruhi secara positif dan efisien (Napitupulu *et al.*, 2011).

Mesin daur ulang yang ada saat ini pencacah botol plastik menjadi serpihan plastik, serpihan yang dapat digunakan untuk daur ulang dengan mesin pencacah Manfaat dari penelitian ini membuat mesin daur ulang sampah plastik dengan motor listrik dan komponen roda gigi tambahan diposisikan pada poros pisau penghancur sampah plastik dengan motor listrik.

Dikarenakan permasalahan sampah plastik yang semakin meningkat dari tahun ke tahun dan belum maksimalnya inovasi alat untuk mencacah sampah plastik dan penanganan sampah plastik masih belum terselesaikan. Berdasarkan hal

tersebut, sehubungan dengan penelitian tersebut, penulis telah mengembangkan mesin pencacah sampah plastik dengan motor roda gigi 220V peneliti dapat membantu untuk mengatasi permasalahan sampah plastik yang ada digunakan sebagai bahan baku daur ulang serpihan plastik. sampah yang mencemari lingkungan.

II. TINJAUAN PUSTAKA²

Konstruksi alat penghancur plastik untuk menghancurkan benda atau wadah air minum yang terbuat dari plastik atau botol plastik. Pemotong adalah alat untuk mencabik atau mencabik-cabik plastik. Mulai dari botol plastik minuman dan sampah plastik lainnya. Pengusaha dapat menggunakan perajang plastik sebagai bahan daur ulang plastik yang sangat dibutuhkan oleh pabrik daur ulang plastik. Hasilnya berupa biji plastik, umumnya dicacah, dengan ukuran $\pm 0,5\text{cm}$. Mesin penghancur sampah plastik ini menghancurkan jenis-jenis plastik minuman bekas yang sudah terkumpul dimana-mana. diadopsi oleh industri kecil untuk memproses wadah minuman plastik bekas untuk didaur ulang. Itu sebabnya penghancur plastik itu sendiri dirancang sebagai mesin daur ulang. Oleh karena itu, mesin penghancur plastik yang dibuat efisien untuk dikembangkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN³

Penelitian adalah rencana untuk memilih sumber dan jenis informasi yang akan digunakan. Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental dengan tujuan penelitian untuk menghitung daya motor 220V, membandingkan rasio transmisi dan kapasitas mesin penghancur sampah plastik sambil mempelajari desain mesin penghancur sampah plastik menggunakan komponen tambahan dari gearbox terkait. Dengan motor listrik 220 volt diletakkan pada poros mata pisau pemotong. Siapa yang inovatif dalam membuat alat daur ulang sampah plastik untuk mencabik-cabik sampah plastik, Desain metodologi penelitian yang sistematis sangat diperlukan karena setiap fase penelitian terkait erat dengan fase berikutnya. Penyelidikan diharapkan lebih terarah untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Desain metodologi penelitian dijelaskan di bawah ini:

1) Study Literatur

Study Literatur digunakan untuk menentukan kerangka dalam penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu menghitung daya motor 220v, Perbandingan rasio transmisi gearbox dan Kapasitas mesin penghancur sampah plastik dalam studi desain menghitung sampah plastik inovatif untuk membuat alat daur ulang sampah plastik untuk mencacah sampah plastik. Studi literatur meliputi tenaga motor penghancur sampah plastik, perbandingan transmisi gearbox, kapasitas mesin pencacah sampah plastik yang diperoleh dari buku referensi dan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

2) Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian ini meliputi beberapa kegiatan antara lain Persiapan bahan, meliputi proses pemotongan bahan, Pencarian daya motor, pencarian perbandingan *gearbox* dan kapasitas mesin pencacah sampah plastik.

3) Uji kapasitas

Pengambilan data pencacahan ini untuk mengetahui kapasitas mesin pencacah sampah plastik dengan motor listrik 220v menggunakan transmisi gearbox sebagai berikut :

a. Uji coba I

Pengambilan data I pada proses pencacahan plastik dengan limbah botol plastik 300 gram memerlukan berapa menit pencacahan

b. Uji coba II

Pengambilan data II pada proses pencacahan plastik dengan limbah botol plastik 400 gram memerlukan berapa menit pencacahan

c. Uji coba III

Pengambilan data III pada proses pencacahan plastik dengan limbah botol plastik 500 gram memerlukan berapa menit pencacahan

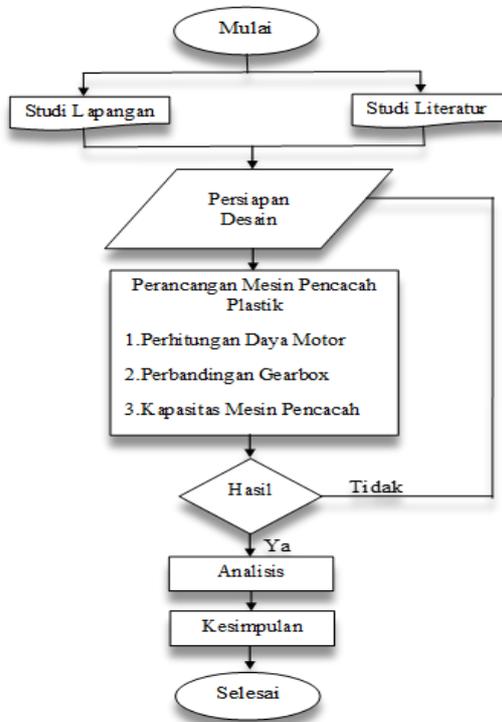
Setelah itu di cari kapasitas mesin pencacah sampah plastik dalam satuan (Kg/jam) dan menghitung waktu rata-rata pencacahan (Kg/jam).

d. Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan data hasil perancangan mesin pencacah sampah plastik. Analisis data dari penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan gambar layout. untuk mempermudah analisis data dan disesuaikan

dengan kajian pustaka yang telah dikaji untuk dapat menyimpulkan hasil penelitian.

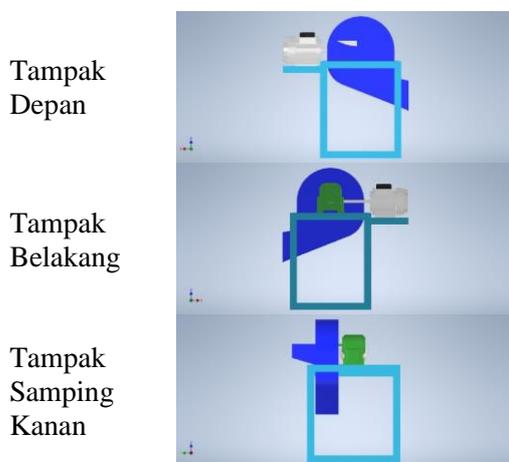
Desain penelitian sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Proses awal sampai selesai terlaksananya penelitian/memperoleh kesimpulan yang sesuai disajikan dalam bentuk gambar *flowchart* sebagai berikut:



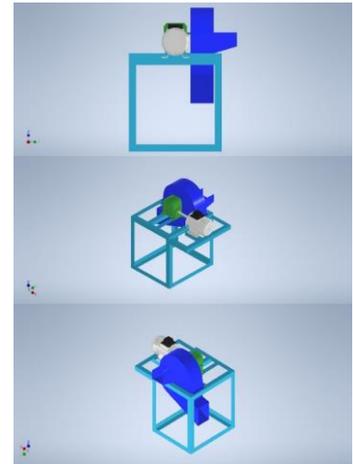
Gambar 1. *Flowchat* Pelaksanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN⁴

Adapun hasil Perancangan Mesin Pencacah sampah plastik dengan transmisi gearbox motor listrik 220V. Menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor 2015* Seperti berikut.



Tampak Samping Kiri



Tampak Atas

Perancangan ini dipilih karena mesin pencacah sampah plastik ini memiliki bentuk yang sederhana dan tidak sulit dalam pembuatan, selain itu mesin pencacah ini memiliki bahan-bahan yang mudah didapat di toko material sehingga proses pembuatannya tidak terlalu memakan biaya besar.

1. Gaya potong sudu

Untuk menentukan gaya potong sudut, terlebih dahulu harus diketahui tegangan geser bahan yang akan dipotong, yaitu tegangan geser plastik

Diameter pisau	120mm
Luas penampang masukan	5mm x 210 mm = 1050 mm ²
Tegangan Geser Plastik	10,368 N/cm ² = 0,10368 N/mm ²
Motor	2800 rpm

untuk menghitung gaya pangkas dalam pisau, perhitungannya merupakan misalnya berikut:

$$F = A \times fs$$

$$F = 1050 \text{ mm}^2 \times 0,10368 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 108,864 \text{ N}$$

Keterangan :

A = Luas Penampang Plastik (mm²)

fs = Tegangan Geser Plastik N/mm²

F = Gaya Potong Pisau (N)

Setelah menerima nilai menurut gaya pangkas pisau maka dihasilkan perhitungan torsi menjadi berikut:

$$T = F \times L$$

$$T = 108,864 \text{ N} \times 0.060 \text{ m}$$

$$T = 181 \text{ Nm}$$

Keterangan :

T = Torsi (N)

L = ½ Diameter Pisau (m)

Daya dalam motor menggunakan rpm yg direncanakan merupakan:

$$P = \frac{T \times 2\pi \times n}{60}$$

$$P = \frac{181 \text{ Nm} \times 2\pi \times 2800 \text{ rpm}}{60}$$

$$P = 2365,06 \text{ W} \approx 2.365 \text{ kW}$$

Setelah memilih daya mesin, selanjutnya memilih motor listrik menjadi penggerak mesin. Diketahui daya mesin = 2.365 Kw, buat memilih motor listrik maka dicari daya motor yg dayanya diatas daya mesin 1 HP = 0,746 kw.

$$\text{HP} = \frac{2.365 \text{ kw.}}{0,746 \text{ kw.}} = 3,1 \text{ HP.}$$

$$\text{Daya motor} = 3,1 \text{ HP.}$$

1. Gearbox

Menentukan kecepatan putaran output shaft gearbox

$$I = \frac{n_1}{n_2}$$

$$I = \frac{30}{10}$$

$$I = 3$$

Dimana :

n_1 = Gear input

n_2 = Gear output

I = Ratio

Dari hasil perhitungan Rasionya Adalah 3 yang berarti gigi n_1 berputar 3 kali maka gigi n_2 berputar 1 kali jadi perbandingan gearbox untuk perencanaan mesin pencacah sampah plastik ini adalah 1:3

2. Kapasitas mesin pencacah

Untuk menentukan kapasitas mesin pencacah sampah plastik dilakukan 3x percobaan dengan berat

a. 300gram

b. 400gram

c. 500gram

Dimana :

Berat sampah = $\frac{\text{Kecepatan motor (rpm)}}{\text{Perbandingan gear (rasio)}}$

a. $300 \text{ gram} = \frac{2800}{1:3}$

$$1:3$$

$$0.3 \text{ Kg} = 933.3$$

$$= 933.3 : 0.3$$

$$= 3,11 \text{ menit}$$

$$b. \quad 400 \text{ gram} = \frac{2800}{1:3}$$

$$0.4 \text{ Kg} = 933.3$$

$$= 933.3 : 0.4$$

$$= 2,33 \text{ menit}$$

$$c. \quad 500 \text{ gram} = \frac{2800}{1:3}$$

$$0.5 \text{ Kg} = 933.3$$

$$= 933.3 : 0.5$$

$$= 1.86 \text{ menit}$$

Spesifikasi mesin ini di peroleh dari satu pembuatan pencacah sampah plastik dengan perancangan yang sudah sudah di uraikan data diatas, hasilnya sebagai berikut :

Tabel 4.2 Spesifikasi mesin pencacah sampah plastik

	Rangka mesin pencacah	Besi plat dan besi siku
	Panjang keseluruhan	520 (mm)
	Lebar keseluruhan	400 (mm)
	Tinggi keseluruhan	620 (mm)
Dimensi Alat	Lubang Corong atas	100x100 (mm)
	Lubang Corong bawah	100x140 (mm)
	Diameter ruang pencacah atas	200 (mm)
	Tinggi ruang pencacah bawah	210 (mm)
	Panjang pisau pencacah	120 (mm)
Pisau Pencacah	Lebar pisau pencacah	30 (mm)
	Diameter pisau	5 (mm)
Poros	Material baja	S45C
	Panjang poros	148 (mm)
Penghubung	Deameter poros	19 (mm)
	Model	Single phase AC Motor
Motor	Type	B 200
penggerak	Daya Dinamo	200 watt
	Voltage	220v
	Daya Motor	3.1 Hp
	Gearbox	TranzGear
Transmisi	Putaran mesin	2800 Rpm
Gearbox	Transmisi	Gearbox
	Type	WPA 40
	Rasio	1:30
Berat alat	Bobot keseluruhan alat	24 kg

Konstruksi mesin penghancur sampah plastik ini terdiri dari 5 bagian utama yaitu rangka, unit input, unit crushing, unit distribusi dan sistem transmisi, Sedangkan kebutuhan energi dihitung berdasarkan beban yang ditimbulkan oleh unit pencacah.



Keterangan :

1. Motor Listrik
2. Gearbox
3. Pisau Pencacah
4. Shaf Poros
5. Rangka

Adapun data hasil perhitungan mesin penghancur sampah botol plastik adalah sebagai berikut:

No	Putaran Motor Listrik (Rpm)	Perbandingan Gearbox Reduser	Berat limbah botol plastik (Kg)	Waktu yang Terpakai (menit)
1	2800	1:3	0.3	3,11
2	2800	1:3	0.4	2,33
3	2800	1:3	0.5	1,86

3. Menghitung Kapasitas rata-rata waktu yang dibutuhkan selama pencacahan

Penyelesaian : $t_{rata-Rata} = \frac{t_{total}}{Jumlah\ data} = \frac{t_1+t_2+t_3}{Jumlah\ data}$

- A. Kapasitas rata-rata Waktu Pencacahan Botol Plastik

$$t_{rata-Rata} = \frac{3,11 + 2,33 + 1,86}{3}$$

$$= \frac{7,3}{3}$$

$$= 2.43\text{ Menit}$$

- B. Menghitung Kapasitas Mesin Untuk menghitung kapasitas digunakan persamaan

$$Kapasitas = \frac{Berat\ Limbah}{Waktu\ total}$$

Dik : A. Berat Limbah Botol Plastik = 0.3 Kg

Waktu Total = 3,11 menit

B. Berat Limbah Botol Plastik = 0.4 Kg

Waktu Total = 2,33 menit

C. Berat Limbah Botol Plastik = 0.5 Kg

Waktu Total = 1,86 menit

Dit : Kapasitas ?

Penyelesaian :

$$a. Kapasitas = \frac{Berat\ Limbah}{Waktu\ total}$$

$$Kapasitas = \frac{0.3}{3,11}$$

$$Kapasitas = 0,0964\text{ Kg/menit}$$

$$Kapasitas = 0,0964 \times 60\text{ menit}$$

$$Kapasitas = 5,784\text{ Kg/jam}$$

$$b. Kapasitas = \frac{Berat\ Limbah}{Waktu\ total}$$

$$Kapasitas = \frac{0.4}{2.33}$$

$$Kapasitas = 0,1716\text{ Kg/menit}$$

$$Kapasitas = 0,1716 \times 60\text{ menit}$$

$$Kapasitas = 10,296\text{ Kg/jam}$$

$$c. Kapasitas = \frac{Berat\ Limbah}{Waktu\ total}$$

$$Kapasitas = \frac{0.5}{1.86}$$

$$Kapasitas = 0,2688\text{ Kg/menit}$$

$$Kapasitas = 0,2688 \times 60\text{ menit}$$

$$Kapasitas = 16,128\text{ Kg/Jam}$$

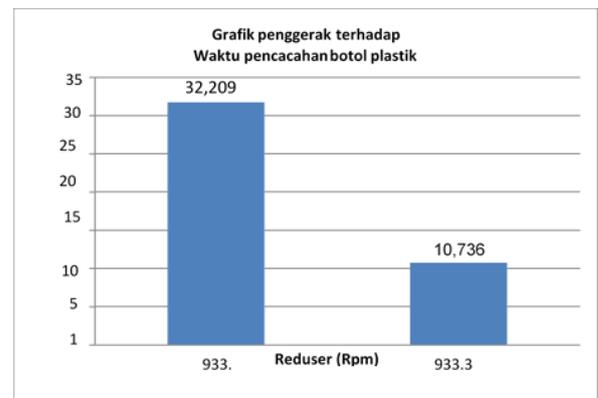
Rata-rata Waktu Pencacahan Botol Plastik

$$t_{rata-Rata} = \frac{5,784 + 10,296 + 16,128}{3}$$

$$= \frac{32,209}{3}$$

$$= 10,736\text{ Kg/jam}$$

NO.	Kecepatan putar (rpm)	Berat limbah botol plastik (kg)	Kapasitas pencacah (Kg/jam)
1	933.3	0.3	5,784
2	933.3	0.4	10,296
3	933.3	0.5	16,128
Total			32,209
Kapasitas rata-rata			10,736 Kg/jam



Dari grafik diatas dapat di jelaskan bahwa hasil analisa dari penggerak dengan hasil waktu pencacahan. Yaitu dimana penggerak yang paling cepat melakukan pencacahan yang menghasilkan rata-rata waktu yaitu 10,736 Kg/jam Hal ini di karenakan oleh adanya reduser penggerak yang mengakibatkan perubahan putaran pada daya motor sehingga waktu yang dihasilkan saat pencacahan tergantung pada cepat dan tidaknya pencacahan

V. KESIMPULAN DAN SARAN⁵

Penyambungan rangka komponen dengan las listrik dan proses pemesinan dalam penelitian ini

tidak di perhitungkan, di anggap baik. Pada rancang bangun mesin pencacah sampah plastik dengan motor listrik 220V/50Hz, 2800 Rpm, yang di ketahui daya nya 3.1 Hp dengan menggunakan transmisi gearbox yang di ketahui Rasio perbandingan gear 1:3 dari adanya perbandingan maka kecepatan putar pencacahan yg di hasilkan menjadi 933,3 rpm dengan 3x percobaan pencacahan untuk mengetahui kapasitas mesin pencacah sampah plastik dengan Berat sampah botol plastik 0.3 Kg kapasitas pencacahan sampah plastik 5,784 kg/jam. Berat sampah botol plastik 0.4 Kg kapasitas pencacahan sampah plastik 10,296 kg/jam dan Berat sampah botol plastik 0.5 Kg kapasitas pencacahan sampah plastik 16,128 kg/jam dengan rata-rata pencacahan sebesar 2.43 Kg/menit dan rata-rata pencacahan 10,736 Kg/jam.

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan terkait penelitian ini antara lain.

1. Pemilihan motor listrik dengan rpm yang lebih tinggi dan daya motor yang lebih besar akan memaksimalkan putaran pisau pencacah sehingga dapat menghasilkan cacahan yang cepat dan banyak
2. Pemilihan Gearbox dengan rasio yang lebih kecil atau perbandingan Outputnya lebih besar menjadika putaran lebih kencang mungkin akan lebih mengefektifkan pergerakan putaran mesin untuk melakukan pencacahan sampah plastik.
3. Poros penghubung dalam proses pembubutan permukaan perlu diperhatikan kerataannya
4. Pisau pencacah di buat lebih tipis dan di tambah lebih dari 2 pisau atau di ganti dengan jenis pisau bergriji akan lebih bisa memungkinkan dalam proses pencacahan dalam menghasilkan serpihan sampah plastik yang lebih kecil dan merata
5. Desain kerangka mesin pencacah sampah plastik yang perlu di perhatikan ergonomis agar bisa menentukan ukuran kontruksi yang tepat dan ideal sehingga hasilnya dapat di gunakan sesuai kebutuhan dan fungsinya.
6. Perlu peningkatan kapasitas penghancur sampah plastik ini karena mesin ini tidak cukup besar. ketika digunakan untuk produksi yang lebih tinggi, itu kurang efisien.
7. Perajang plastik ini dapat bermanfaat bagi masyarakat umum atau digunakan oleh

perguruan tinggi untuk mendaur ulang sampah plastik di lingkungan kampus.

VI. DAFTAR PUSTAKA⁶

- Asroni, M. et al. 2018. Pengaruh Model Pisau Pada Mesin Sampah Botol Plastik. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks 'Soliditas' (J-Solid)* 1 (1).29–33.doi: 10.31328/js.v1i1.569.
- Arikunto,Suharsimi. 1996. Dasar dasar Evaluasi Pendidikan. Jakarta :Bumi Aksara.
- Akhmad, Sudrajat. 2010. Konsep Pengambilan Keputusan Dalam Manajemen Pendidikan. Diakses Tanggal 4 November 2015
- Bintoro, A. G., 2000. Dasar-dasar Pekerjaan Las. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Darwin R.B Syaka, Ahmad Kholil, Aam Aminingsih, Afri Siswaldi, Imam Gunandi. Disain dan Analisis Mesin Pencacah Gelas Plastik dengan Penggerak Manual Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, *Edisi terbit III– Oktober 2016 – Terbit 57 halaman*
- Edo Widya Muda Pradana. Rancang bangun mesin pencacah rumput laut skala ukm, *Universitas Negeri Surabaya*.2015
- Harsokusoemo, Darmawan. (2000). *Pengantar Perancangan Teknik Perancangan Produk*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.Bandung.
- Junaidi *et al.*, 2015. Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemootong Tipe Reel. *Poli Rekayasa*.66–73.
- Napitupulu *et al.*, 2011. *Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik*. Jurnal Manutech 3(1).,1–5.
- Muhammad Afarizal, 2019. *Rancang bangun alat pencacah organik menggunakan motor bensin sebagai penggerak*. Universitas muhammadiyah mataram.
- Pratama. A.K, 2014, Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik, Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Padang
- Rizky Dwi 2018. *The Design of Modified Transmission of Plastic Waste Shredder Machine Using Motor Drive*. A Final project. National Institute of Technology Malang. Faculty of Industrial Technology. of Mechanical Engineering.

- Sularso, Kiyokatsu Suga, (2002). Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sugiyono.(2017). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D,Bandung:Alfabeta
- Syamsiro *et al.*, 2016.Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal* 1(2). 43–48.