

Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Berporos Tunggal Skala Rumah Tangga dengan Variabel Posisi Pisau dan Hasil Cacahan

^aSuryaman, Muhammad Salik Kasyifullah

Prodi Teknik Mesin, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Jalan Terusan Halimun No.37 Bandung 40263
Indonesia

e-mail: ^asuryaman0901@gmail.com

Abstrak

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan maupun peralatan lainnya telah menimbulkan masalah lingkungan. Sampah plastik semakin lama semakin menumpuk karena tidak mudah hancur baik oleh cuaca hujan dan matahari ataupun mikroba yang hidup di tanah sehingga meningkatkan kerusakan lingkungan. Untuk mengatasi masalah lingkungan ini maka perlu diterapkan 3R (*reduce, reuse, recycle*) dengan mendaur ulang sampah plastik untuk diolah kembali menjadi bijih plastik atau menjadi produk cetakan plastik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan mesin pencacah (*shredder machine*) yang mampu mencacah sampah plastik sesuai dengan target yang ingin dicapai. Mesin pencacah yang dirancang mempunyai dua pemotong tepi. Geometri dan bentuk bilah dirancang dengan menggunakan *SolidWorks*. Material yang digunakan untuk bilah adalah baja SS400 yang telah dikarburisasi agar lebih kuat dan ulet. Poros yang digunakan berdiameter 28 mm, sementara pisau berputar dan pisau diam yang dipakai berturut-turut berjumlah 14 dan 40. Dengan menggunakan daya listrik 0,45 HP dan putaran poros 47 RPM hasil perhitungan menunjukkan laju pemrosesan sampah plastik sebesar 62 kg/jam.

Kata kunci: mesin pencacah plastik, limbah plastik, bijih plastik, sudut pemotongan

Abstract

The use of plastic as packaging material and other equipment has caused environmental problems. Plastic waste accumulates over time because it is not easily destroyed by rain and sun or microbes that live in the soil, thereby increasing environmental damage. To overcome this environmental problem, it is necessary to apply 3R (reduce, reuse, recycle) by recycling plastic waste to be reprocessed into plastic ore or into plastic molded products. The aim of this research is to produce a shredder machine that is capable of chopping plastic waste according to the target to be achieved. The chopping machine designed has two edge cutters. The blade geometry and shape were designed using SolidWorks. The material used for the blade is SS400 steel which has been carburized to make it stronger and more ductile. The shaft used has a diameter of 28 mm, while the rotating and stationary knives used are 14 and 40 respectively. By using an electric power of 0.45 HP and a shaft rotation of 47 RPM, the calculation results show a plastic waste processing rate of 62 kg/hour.

Keywords: plastic shredding machine, plastic waste, plastic ore, cutting angle

Diterima : 7 September 2023

Diperbaiki : 9 Oktober 2023

Diterima : 20 Oktober 2023

Suryaman, Muhammad Salik Kasyifullah

Under the license CC BY-SA 4.0

Pendahuluan

Polusi plastik telah menjadi perhatian global karena pembuangan sampah plastik yang buruk pengelolaan. Pemerintahan Indonesia hingga saat ini terus berupaya untuk menanggulangi sampah plastik karena akan berdampak pada pencemaran lingkungan akibat sifatnya yang susah atau bahkan tidak terurai dalam waktu yang lama jika dibuang secara sembarangan. Namun di sisi lain penggunaan plastik juga tidak dapat dihentikan secara sepenuhnya. Karena itu, perlu adanya Gerakan 3R -*Reduce, Reuse, Recycle*- terhadap sampah plastik ini. Sebagai usaha nyata dalam daur ulang (*recycle*) sampah plastik mandiri diciptakanlah mesin penghancur (*shredder machine*). Mesin penghancur plastik adalah mesin pendahuluan yang digunakan untuk memotong sampah plastik ke ukuran-ukuran kecil sebelum mengubahnya menjadi produk yang bermanfaat. Konsep desain mesin penghancur ini cukup mirip dengan mesin penghancur yang ada pada saat ini (Rusdiyana dkk, 2015; Latief dkk, 2018; Sugandi dkk, 2018; Komara dkk, 2019; Sufiyanto dkk, 2019; Darmawi dkk, 2021; Rahim dkk, 2021). Poros dan bilah adalah komponen penting dalam mesin penghancur yang menentukan kinerjanya. Geometri dan orientasi bilah yang dipasang ke dalam poros tunggal atau ganda ditemukan secara langsung mempengaruhi kinerja penghancuran.

Manfaat plastik memang tidak bisa disangkal lagi karena murah, ringan, dan mudah dibuat. Karena keserbagunaannya, plastik telah menggantikan bahan tradisional seperti logam, kayu, dan kulit. Saat ini plastik banyak digunakan untuk kemasan minuman, makanan dan tekstil, otomotif, manufaktur, dan alat Kesehatan. Menurut Laporan yang dihasilkan oleh Program Lingkungan Perserikatan Bangsa Bangsa (UNEP) pada tahun 2018 hanya 9% dari 9 miliar ton plastik yang pernah diproduksi dunia telah di daur ulang, sementara sebagian besar berakhir di tempat pembuangan akhir sampah atau lingkungan.

Di lingkungan kampus Universitas Kebangsaan Republik Indonesia sampah plastik yang dibuang rata-rata mencapai 2kg/hari. Jumlah ini akan terus meningkat di masa mendatang mengingat kepraktisan dan keekonomisan penggunaan barang-barang plastik untuk berbagai kegunaan. Untuk mengatasi hal ini dan mengantisipasi masalah yang lebih parah maka dirancanglah mesin pencacah sampah plastik untuk kegunaan di dalam kampus. Mesin yang dihasilkan haruslah mampu menghasilkan bijih cacahan plastik 50 kg dalam sehari dan mudah dalam pengoperasiannya.

Metode

Mesin pencacah merupakan suatu bentuk mesin penghancur. Dari karakteristik proses penghancuran, mesin penghancur terbagi menjadi beberapa jenis mesin: pencacah (*shredder*), penggiling (*grinder*), dan *granulator*. Pencacah biasanya dilakukan pada putaran yang rendah dengan torsi yang tinggi. Mesin pencacah dirancang untuk mengubah benda besar dan menghancurkannya secara acak menjadi benda yang lebih kecil, biasanya sekitar 10 – 20 mm atau lebih besar. Pada proses penghancuran sampah plastik menggunakan mesin pencacah akan melibatkan dua jenis pisau yang berlawanan. Pada umumnya proses pemotongan identik dengan proses permesinan, dimana proses permesinannya merupakan proses pembentukan gram (*chip*) akibat proses *shearing* terhadap benda kerja. Secara konsep klasifikasi proses pemotongan material terbagi menjadi beberapa macam bagian, diantaranya:

1. Klasifikasi berdasar gerak relatif pahat (yaitu gerak potong dan gerak makan).

2. Klasifikasi berdasarkan tujuan dan cara pengerjaan.
3. Klasifikasi berdasarkan proses terbentuknya permukaan.
4. Klasifikasi berdasarkan mata potong pahat.

Proses pemotongan obyek dengan pahat ditentukan dengan kecepatan potong. Ada 5 elemen mesin yang harus diperhatikan dalam proses pemotongan:

- a. Kecepatan potong (*cutting speed*): v (m/min).
- b. Kecepatan makan (*feeding speed*): v_f (m/min).
- c. Kedalaman potong (*depth of cut*): a (mm)
- d. Waktu pemotongan (*cutting time*): t_c (min)
- e. Kecepatan penghasiian geram (*rate of metal removal*): Z (cm³/min)

Prinsip kerja pada mesin pencacah plastik yaitu memutar poros/shaft yang terhubung dengan pisau melalui pin lock, pisau inilah yang akan menjadi komponen untuk memotong plastik, pisau pada mesin shredder ini terdapat dua jenis pisau yaitu statis yang terpasang/menempel dengan body dan pisau dinamis bergerak secara aktif. Pemotongan terjadi antara gerak pisau berputar bertemu dengan pisau diam layaknya sebuah gunting, dan akan memotong material hingga batas geser material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini jelas diperlukan material yang lebih unggul dari pada material benda kerja, keunggulan tersebut bisa diapai dengan memperhatikan berbagai segi:

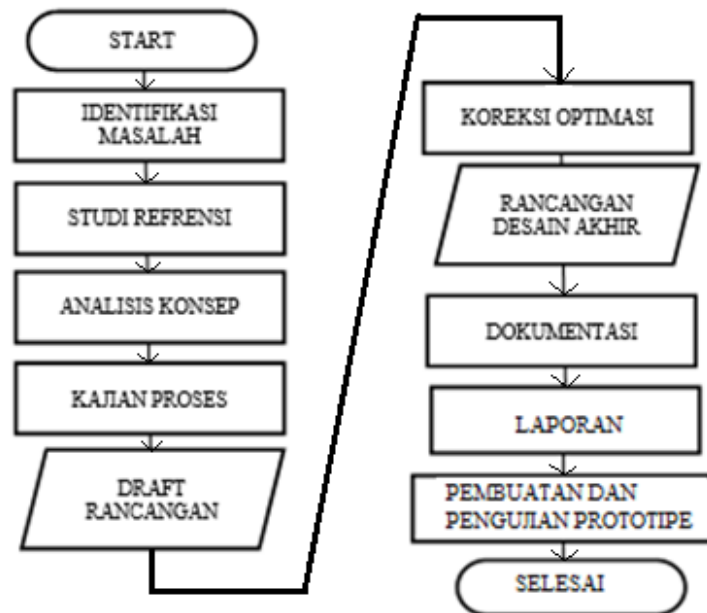
1. Kekerasan – Kemampuan material untuk menahan saat proses pemotongan berlangsung.
2. Keuletan – Kemampuan material untuk mempertahankan keuletannya.
3. Tegangan tarik – Kemampuan material yang berfungsi sebagai parameter perubahan bentuk suatu material akibat gesekan
4. Tegangan geser – Kemampuan material yang berfungsi untuk mengamati deformasi material akibat gesekan.
5. Kecepatan potong – Parameter suatu material untuk mengetahui kecepatan standar yang mampu memotong material tertentu.

Mesin pencacah dalam penelitian ini direalisasikan menjadi fungsi untuk kebutuhan dan sebagai pembelajaran. Gambar 1 menunjukkan tahapan untuk menyelesaikan perancangan mesin pencacah yang dilakukan di sini. Beberapa peralatan dan bahan yang digunakan untuk proses pengerjaan rancang bangun mesin pencacah plastik ditunjukkan pada Table 1 dan 2 sesuai dengan fungsi dan kebutuhan masing masing.

Tabel 1. Kebutuhan alat

No	Alat	Kegunaan
1	Software SolidWorks	Untuk mendesain alat/mesin yang akan dirancang
2	Laser cutting	Membentuk parts sesuai dengan desain rancangan dengan tingkat ketelitian berskala 1:1
3	Frais/miling	Membuat bentuk profil yang dikehendaki, membuat lubang alur, dan menghaluskan permukaan
4	Mesin bubut	Membuat poros berbentuk silinder
5	Mesin gerinda	Merapihkan permukaan kasar dan memotong material

	tangan	
6	Mesin las	Menyambung besi siku maupun <i>frame unit</i>



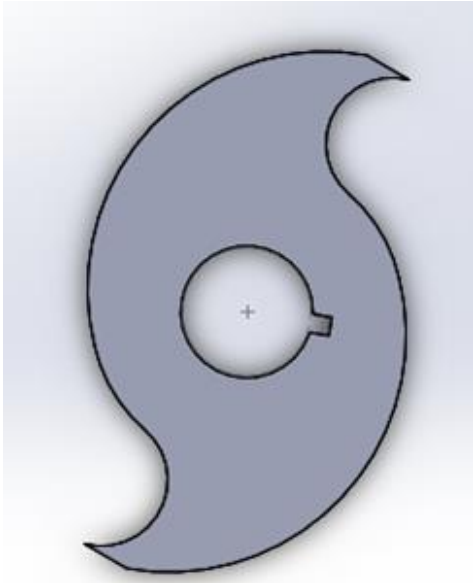
Gambar 1. Diagram alir pengerjaan proyek riset

Tabel 2. Bahan utama

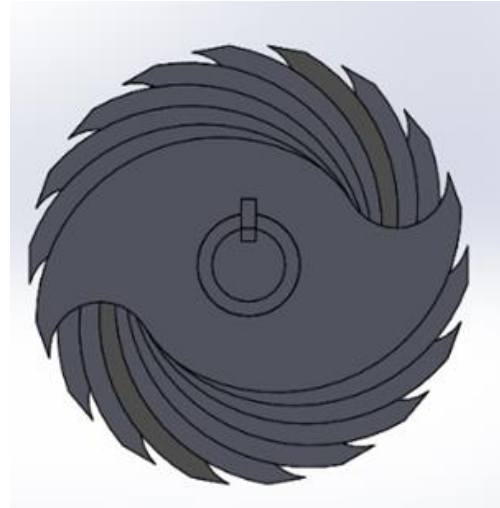
No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Poros baja ST-41	φ 28	Rangka utama dudukan pisau berputar
2	Plat SS-400	Body: 1200 mm × 900 mm × 5 mm 240 mm × 260 mm × 12 mm Pisau: 1200 mm × 700 mm × 10 mm	Bahan utama komponen-komponen mesin
3	Motor induksi YS-7114	1400 rpm/ 4 pole/ 50 Hz/ 1,71 Nm/ 0,25 kW	Sumber penggerak pada mesin pencacah
4	Bearing	UCFL 204	Bantalan as supaya berputar tetap pada porosnya
5	Besi siku & hollow	Tebal 2 mm	Sebagai rangka sekaligus dudukan pada mesin pencacah
6	Gearbox	Rasio 1:30	Mengatur arah gerak dan kecepatan torsi sesuai dengan skala rasio yang digunakan

Perancangan mesin pencacah ini memiliki variasi geometri dari bilah yang mengacu pada jumlah ujung pemotong, sudut potong dan ketebalan pisau pemotong sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2 dan 3. Selama operasi mesin pencacah bekerja dengan sumbu yang sejajar,

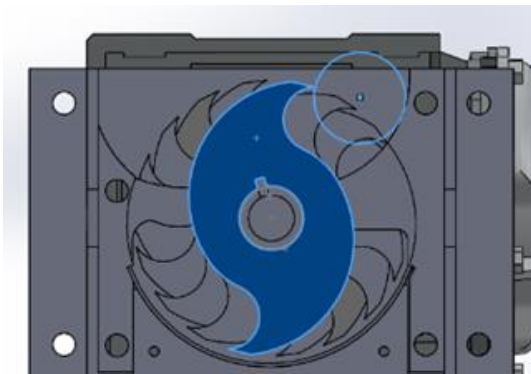
sementara pemotongan terjadi pada antarmuka kedua bilah diam dan bergerak sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 4 dan 5.



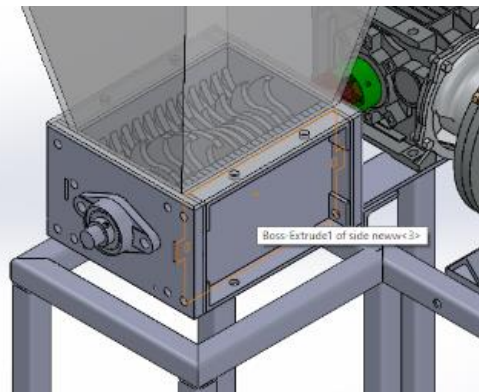
Gambar 2. Desain pisau



Gambar 3. Geometrid an posisi pisau



Gambar 4. Orientasi pisau



Gambar 5. Perancangan sistem pisau

Hasil dan Pembahasan

Desain rancangan mesin pencacah sampah yang dihasilkan telah dibuat prototipenya. Mesin yang dibuat disimpan di Prodi Teknik Mesin Universitas Kebangsaan Republik Indonesia. Kapasitas aktual pencacahan merupakan banyaknya bahan yang keluar dari mesin setelah mengalami proses pencacahan. Kapasitas produksi aktual mesin dilakukan dengan cara mengambil hasil cacahan yang keluar dari outlet dalam selang waktu tertentu. Uji Coba dilakukan terhadap mesin sebanyak 2 kali penggilingan dengan variasi posisi pisau berbentuk spiral. Ada 4 jenis plastik yang diujicobakan pada mesin ini yaitu *polyethylene terephthalate (PET)*, *polystyrene (PS)*, *high-density polyethylene (HDPE)*, dan *polypropylene plastic (PP)*. Ukuran hasil cacahan berkisar 8 – 12 mm. Setelah dirata-ratakan, didapati bahwa kapasitas aktual dalam 1 menit sebesar 1,15 kg, atau sekitar 68 kg/jam.

Hasil cacahan ujicoba dengan *PET* kemasan, *PET* tutup botol, *PET* botol kemasan, *PP* tutup Tupperware, dan *PS* botol Yakult pada cacahan pertama dan kedua dapat dilihat dalam Gambar 6 – 10. Perbandingan hasil cacahan *PET*, *PP*, *PS*, dan *HDPE* ditunjukkan oleh Gambar 11.



(a)

(b)

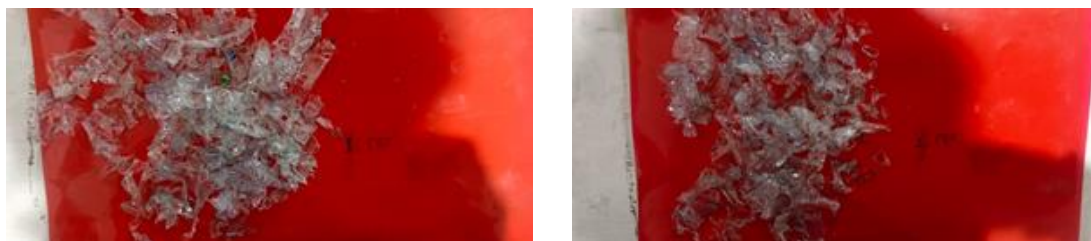
Gambar 6. Hasil pengujian *PET* kemasan: (a) cacahan pertama, dan (b) cacahan kedua



(a)

(b)

Gambar 7. Hasil pengujian *PET* tutup botol: (a) cacahan pertama, dan (b) cacahan kedua



(a)

(b)

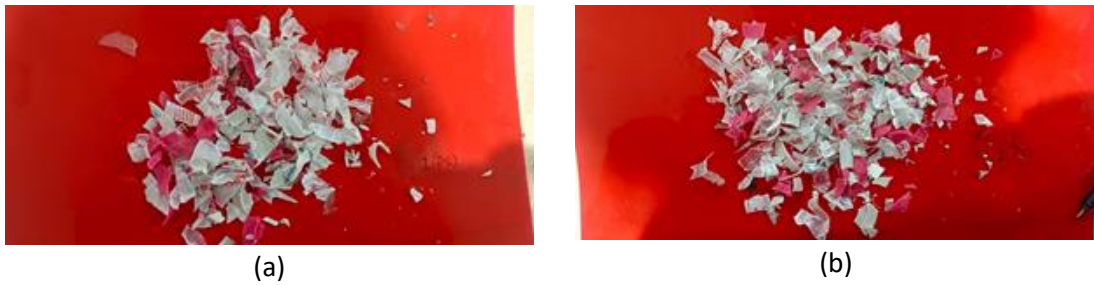
Gambar 8. Hasil pengujian *PET* botol kemasan: (a) cacahan pertama, dan (b) cacahan kedua



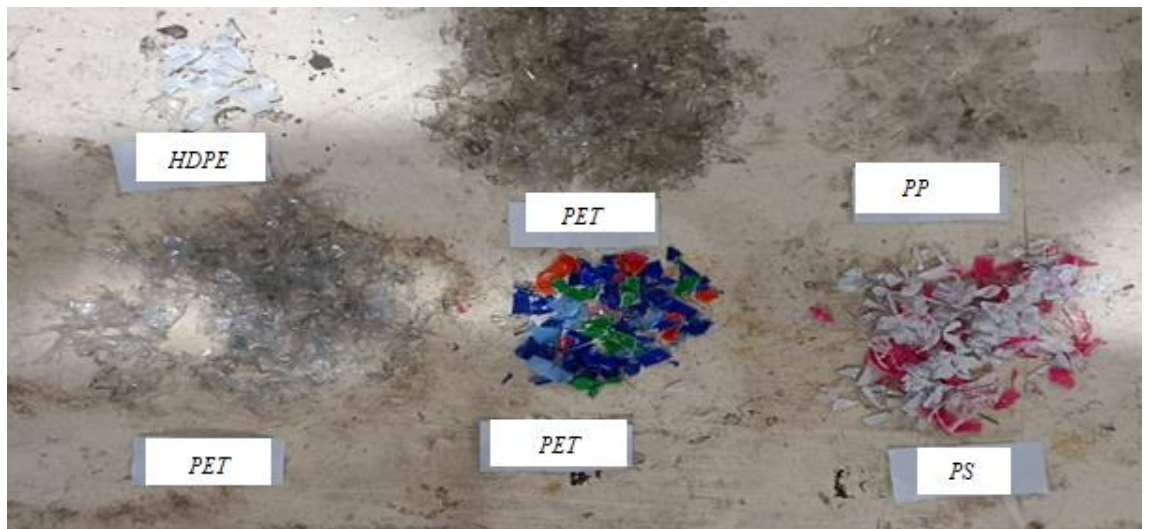
(a)

(b)

Gambar 9. Hasil pengujian *PP* tutup Tupperware: (a) cacahan pertama, dan (b) cacahan kedua



Gambar 10. Hasil pengujian PS botol Yakult: (a) Cacahan pertama, dan (b) Cacahan kedua



Gambar 11. Hasil pengujian cacahan keseluruhan PET, PP, PS, dan HDPE

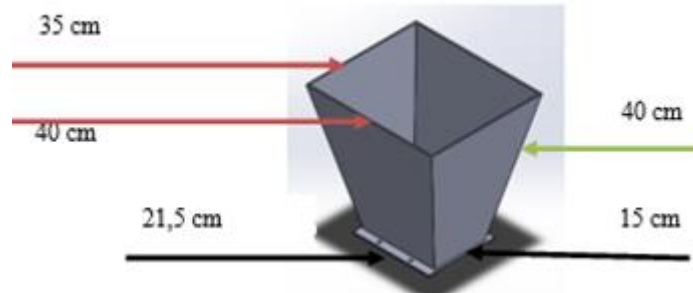
Perancangan awal meliputi perancangan pisau pemotong tipe *Shredder*, perencanaan daya yang dibutuhkan pisau pemotong, putaran pisau pemotong, pemilihan motor, material yang digunakan serta kapasitas *hooper*, dan hasil produksi. Sistem pemotong *shredder* menggunakan 1 buah silinder pemotong memiliki pisau yang tersusun dan berputar berlawanan guna dapat bekerja meremukkan, menjepit serta mencabik. Data-data pisau yang dirancang dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Data-data untuk perancangan pisau

Parameter	Nilai
Diameter	120 mm
Tebal	7,50 mm
Bahan	Baja SS-400
Luas penampang	28 mm ²
Jumlah matapisau	14
Luas total penampang	14 × 28 mm ² = 392 mm ²
Kecepatan putaran pisau	47 RPM

Mesin ini di desain untuk dioperasikan oleh 1 orang saja sehingga dimensi *hooper* harus semaksimal mungkin menyesuaikan dengan dimensi mesin untuk mencacah plastik. Dengan

kriteria seperti ini dipilih desain seperti Gambar 12. Jika Hooper didesain hanya untuk menampung 1 kg botol Plastik dengan berat rata rata botol plastik 26 gram, maka $1000 \text{ gram} / 26 \text{ gram} = 39$ botol plastik dalam 1 *hooper* dengan 1 kali penuangan, untuk mencari penghasilan kapasitas mesin dalam 1 menit maka perlu mengetahui volume 1 botol plastik kosong tanpa perlakuan (kosong). Volume botol plastik 565 cm^3 . Dengan demikian massa jenis botol plastik kosong adalah $\rho_{\text{botol}} = (26 \times 10^{-3} \text{ kg}) / (565 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = 46,017 \text{ kg/m}^3$.

Gambar 12. Dimensi *hooper*

Volume 1 kg botol plastik kosong adalah $V = 39 \times 565 = 22.035 \text{ cm}^3$ maka volume *hooper* yang mampu menampung 1 kg botol plastik kosong tidak boleh kurang dari 22.035 cm^3 . Untuk mengetahui kapasitas maksimum *hooper* dapat dilakukan langkah-langkah berikut. Sebagai bentuk persegi panjang, luas *hooper* atas $A = \text{panjang} \times \text{lebar} = 40 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} = 1400 \text{ cm}^2$. Alas *hooper* pun berbentuk persegi panjang dan luasnya $B = 21,5 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 322,5 \text{ cm}^2$. Dengan demikian volume *hooper* menjadi

$$V_{\text{hooper}} = \frac{1}{3} (A + B + \sqrt{A \times B}) \times \text{tinggi rata-rata} = \frac{40}{3} + (1400 + 322,5 + \sqrt{1400 \times 322,5}) = 31.920 \text{ cm}^3$$

atau sekitar $(31920 \times 10^{-6} \text{ m}^3) (46,017 \text{ kg/m}^3) = 1,46 \text{ kg}$.

Dengan begini maka desain *hooper* dapat memenuhi kapasitas yang direncanakan dan dapat menampung sebanyak 1,46 kg botol plastik tanpa perlakuan. Dengan mengetahui kecepatan poros, volume *hooper* dan massa jenis botol maka penghasilan kapasitas mesin dalam 1 menit (Q) dapat kita ketahui dengan persamaan:

$$Q = n \times V \times \rho_{\text{botol}} \quad (1)$$

di mana n adalah kecepatan putaran poros, V adalah volume *hooper*, dan ρ_{botol} adalah massa jenis botol plastik kosong tanpa perlakuan. Menggunakan persamaan (1), maka akan diperoleh $Q = 1,15 \text{ kg/menit}$.

Setelah semuanya diketahui maka Langkah berikutnya adalah mencari kebutuhan daya motor, nilai potong, nilai torsi pisau untuk jenis plastik yang akan di proses oleh mesin dimulai dengan mencari torsi dan daya dilanjutkan dengan nilai potong. Hubungan antara daya, torsi dan kecepatan rotasi adalah

$$P = \frac{TN}{5252} \quad (2)$$

di mana P adalah daya dalam satuan HP , T adalah torsi dengan satuan Nm , N adalah jumlah putaran per menit (RPM), dan 5252 adalah suatu konstanta yang bersatuan $N \cdot m \cdot RPM / HP$. Motor yang digunakan adalah motor induksi YS-7114 seperti yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi motor induksi YS-7114

Nama	Induksi motor
Tipe	YS-7114
Insulasi	B Class
RPM	1400 / 4 pole
Torsi	1,71 Nm
kW	0,25 kW

Daya teoritis motor ini dengan menggunakan persamaan (2) akan sebesar 0,45 HP. Jadi dengan asumsi tidak ada kebocoran-kebocoran maka daya maksimum yang dimiliki motor pencacah ini adalah 0,45 Hp. Bila mesin dioperasikan dengan menggunakan gear box 1:30 maka torsi yang dihasilkan akan sebesar

$$T = \frac{5252 \times 0,45}{\left(\frac{1400}{30}\right)} = 50,2 \text{ Nm}$$

Gaya potong pada bahan berjenis plastik. Adapun nilai kekuatan potong untuk masing masing jenis plastik yang di uji dalam perancangan mesin pencacah tipe poros tunggal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kekuatan potong beberapa jenis plastik

No	Jenis	Kekuatan potong
1.	PET	1,2 N/mm ²
2.	PP	3 N/mm ²
3.	HDPE	2,5 N/mm ²
4.	ABS	3,4 N/mm ²
5.	PS	1 N/mm ²

Gaya potong pisau dinyatakan dalam hubungan

$$F = A \sigma_s \tag{3}$$

di mana F adalah gaya yang bekerja pada pisau dalam newton, σ_s adalah tegangan geser bahan yang akan dipotong, dan A adalah luas penampang bahan yang dipotong. Kemudian besarnya torsi pisau adalah

$$T = F r \tag{4}$$

dengan r adalah jari-jari pisau putar (Suharyatun, 2016). Dengan menggunakan data dalam Tabel 5, persamaan (3) dan (4) menghasilkan harga gaya potong pisau dan torsi potong sebesar 470,4 N dan 28,2 Nm secara berturutan untuk plastik PET. Dengan mengingat bahwa percepatan gravitasi bumi $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ maka diketahui bahwa kebutuhan nilai torsi untuk mencacah plastik jenis PET adalah 2,8 kgf.

Rencana kebutuhan daya. Kebutuhan daya yang diperlukan untuk memotong plastik jenis PET dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$P = T \left(\frac{2\pi n}{60}\right) \tag{5}$$

di mana P di sini adalah daya yang dinyatakan dalam watt. Dengan menggunakan persamaan (5) diperoleh hasil bahwa kebutuhan daya untuk proses pemotongan jenis plastik *PET* adalah 138,18 watt.

Kesimpulan

Dalam riset ini telah dilakukan perancangan mesin pencacah plastik untuk memperkecil ukuran sampah plastik sehingga lebih siap diproses lanjut dan lebih hemat ruang penampungan. Adapun hasil mesin rancangannya memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Mesin pencacah bekerja dengan menggunakan motor listrik AC jenis YS7114 dan memutar poros pisau untuk kemudian memakan dan mencacah plastik dengan kecepatan 47 RPM.
2. Mesin hasil rancangan menggunakan poros tunggal (*single shaft*). Di sini, poros tersebut memutar pisau-pisau tersusun guna melakukan pencacahan berbagai jenis plastik yang dapat diprosesnya seperti *PP*, *PET*, *PS* dan *HDPE*.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil cacahan berbanding lurus dengan ketebalan pisau rotor, kecepatan makan dan potong, serta geometri pisau. Ukuran hasil cacahan adalah 8-12 mm
4. Mesin pencacah dapat dioperasikan tanpa pengurangan kinerja akibat overheat selama 3-4 jam per hari.
5. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin dapat mencacah sampah plastik sebanyak 68 kg/jam.
6. Keefektifan pencacahan tergantung pada keelastisitasan sampah plastik. Hasil pengujian pada plastik *PET* yang sifat elastisitas yang tinggi menunjukkan bahwa rata-rata sampah plastik tidak tercacah sempurna dalam sekali cacahan. Hasil cacahan plastik *PP* dan *PS* lebih terurai dan rapih.

Daftar Pustaka

- Darmawi, A., Yulianto, B., Harianto, D., Affifuddin, M., Sugiarto, Sarjono, Y. (2021). Designing Textile Waste Shredder machine for Continues Product. *Journal of Industrial Engineering Management*, 6(1), 1-7.
- Komara, A. I., Adhiarto, R. (2019). Studi Rancang bangun mesin plastic waste shredder kapasitas 15 kg/hari dengan aplikasi VD222. *Jurnal TEDC*, 13(3), 292-304.
- Latief, A. E. J., & Anggreni, N. D. (2018). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting, Bandung. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(2), 185-190.
- Rahim, A., Khatib, A. N. M., & Hasyimah, N. (2021). Development of PET Bottle Shredder Reverse Vending Machine. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 8(74), 24-33. doi: 10.19101/IJATEE.2020.S2762167
- Rusdiyana, L., Suhariyanto, Widiyono, E., & Mursid, M. (2015). Analisa Gaya dan Daya Mesin Pencacahan Rumput Gajah Berkapasitas 1350 kg/jam. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 7 (2), 163-172.
- Sufiyanto, Adriyan, & Marfizal (2019). Design Concept of a shredder Extruder Machine in single main move with quality function deployment (QFD) Approach. *Prosiding SNTTM XVIII*, Universitas Trisakti 9-10 Oktober 2019, paper KM04.

- Sugandi, W. K., Yusuf, A., Herwanto, T., & Maulana, S. (2018). *Uji Kinerja Mesin Pencacah Plastik (Studi Kasus Bank Sampah Tasikmalaya (BST) di Desa Cikunir, Kecamatan Singaparna, Kabupaten Tasikmalaya), Tasikmalaya. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 7(3).* <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v7i3.151-159>
- Suharyatun, S. (2016). Pendekatan matematik kebutuhan torsi pemotongan, pada pisau pemotong rumput tipe rotary. *SN-SMIAP 2016, Volume 4 Buku 4 (Bidang Matematika dan Informatika), 102-112.*