

Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Berjenis Multilayer Dengan Model Pisau Shredder

Achmad Rafly Wardani

Program Studi Teknik Mesin

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Depok, Indonesia

achmad.raflyw@upnvj.ac.id

Budhi Martana

Program Studi Teknik Mesin

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Depok, Indonesia

budhi.martana@upnvj.ac.id

Sugeng Prayitno

Program Studi Teknik Mesin

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Depok, Indonesia

zugengprayitno@gmail.com

Abstract—Garbage is leftover material that can have a negative impact on the environment and public health if it is not managed properly and correctly, one example is plastic waste. To reduce these negative impacts, plastic waste can be recycled into chopped plastic where the chopped results can be used as basic materials for further processing. The plastic shredder machine is designed to change the shape of plastic which was originally large in size to become smaller in the form of chopped pieces. The methods in this research are literature study, design process, manufacturing process, testing and formulation of results. The plastic shredder machine has dimensions of 680 mm in length, 500 mm in width and 1200 mm in height. This machine has several main components, namely the electric motor, gearbox, chain coupling, shredder knife, frame, in and outlet hopper. The machine has a prime mover, namely a 1 HP electric motor and engine rotation is channeled through a gearbox and chain coupling. The cost required in the machine manufacturing process is IDR 5,025,650.00 and the time required for the manufacturing process is 5.91 hours. The plastic shredder machine that has been made by the author has a chopping capacity of 10.29 kg/hour.

Keywords—Plastic, Plastic shredder machine, Electric motor

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan material sisa dari suatu proses yang tidak memiliki kegunaan lagi [1]. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2022 jumlah sampah yang dihasilkan mencapai 16,8 juta ton/tahun dengan komposisi sampah sisa makanan mencapai 42,1% dari total sampah. Sampah plastik menempati posisi kedua dengan 18,7% disusul sampah kayu, ranting dan daun 12,4% dan kertas 11%.

Sampah lainnya terdiri atas logam, kain, kaca, dan jenis sampah lainnya. Sampah plastik yang menempati posisi kedua sebanyak 18,7% menjadikan sampah plastik berpotensi menjadi penyebab pencemaran. Limbah plastik yang memiliki sifat sulit terurai menimbulkan berbagai macam masalah di lingkungan [2]. Jika limbah plastik tersebut tidak dikelola dengan baik dan benar maka dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti banjir, tercemarnya air tanah dan dapat menurunkan kesuburan tanah [3]. Berdasarkan latar belakang tersebut, cara yang dapat dilakukan dalam menangani permasalahan sampah plastik adalah melakukan daur ulang atau yang biasa disebut recycle. Recycle atau daur ulang dilakukan dengan menggunakan mesin pencacah sampah plastik. Mesin pencacah plastik merupakan mesin yang menghasilkan produk berupa cacahan plastik yang dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk proses selanjutnya sehingga produk akhir dari mesin pencacah plastik ini memiliki nilai jual dan manfaat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Plastik multilayer adalah plastik yang masuk kedalam jenis plastik urutan ke 7 yaitu Other. Plastik multilayer merupakan plastik yang terdiri dari beberapa lapisan bahan yang berbeda dimana komponennya dilapisi untuk membentuk suatu kemasan baik dalam berbentuk fleksibel atau berbentuk kaku [4]. Contoh dari penggunaan plastik multilayer yaitu seperti sachet minuman bubuk, pouches, sachet shampoo dan sabun, kemasan makanan ringan dan lain-lain. Kemasan plastik multilayer memungkinkan industri untuk membuat kemasan produknya setipis mungkin tetapi dapat meningkatkan sifat

fungsional seperti sifat penyekatan, kekuatan mekanik dari kemasan serta toleransi panas [5]. Karena memiliki banyak keuntungan dari segi sifatnya plastik multilayer banyak digunakan oleh industri sehingga dapat mengurangi penggunaan material yang berlebihan serta dapat menekan biaya produksi dari kemasan itu sendiri [6]. Mesin pencacah plastik adalah mesin yang digunakan untuk mencacah atau merubah bentuk dari plastik menjadi bentuk serta ukuran yang lebih kecil dari sebelumnya sehingga hasil cacahan tersebut dapat digunakan untuk proses selanjutnya [7]. Mesin pencacah plastik ini digerakan oleh motor listrik. Saat ingin melakukan pencacahan plastik pertama-tama motor listrik dinyalakan kemudian memasukan sampah atau limbah plastik ke dalam corong bagian atas mesin, saat motor listrik dinyalakan motor tersebut dihubungkan dengan coupling yang terdapat pada poros pisau pencacah sehingga poros dapat berputar dan dapat mencacah plastik. Ada beberapa komponen utama dari mesin pencacah plastik yaitu motor penggerak, gearbox, kopling pisau pencacah model shredder, hopper in, outlet, roda, bak penampung dan pillow block.

III. METODOLOGI PENELITIAN

kebutuhan dan selanjutnya dilakukan perancangan mesin pencacah plastik.

- Konsep Perancangan: Konsep perancangan mesin menggunakan bantuan software CAD sehingga konsep rancangan mesin dapat disesuaikan dengan kebutuhan.
- Proses manufaktur: Proses manufaktur merupakan proses membuat mesin pencacah plastik berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya di software CAD sehingga didapatkan mesin pencacah plastik yang utuh.
- Uji Coba Mesin: Pengujian atau uji coba dilakukan setelah mesin pencacah sudah menjadi bentuk mesin yang utuh. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan proses pencacahan plastik menggunakan mesin secara langsung. Uji coba mesin dilakukan untuk mengetahui kapasitas mesin berdasarkan uji coba yang telah dilakukan.

$$C = \frac{w}{t_1} \frac{3600 \text{ detik}}{\text{jam}} = \dots \text{kg/jam} \quad (1)$$

Dimana:

C = Kapasitas kerja mesin (kg/jam)

w = Berat bahan (kg)

t_1 = Waktu pencacahan (detik)

IV. HASIL

A. Konsep Perancangan

Mesin pencacah plastik dirancang untuk kapasitas cacahan 10 kg/jam. Memiliki produk input berupa plastik dan memiliki output berupa cacahan plastik. Dimensi

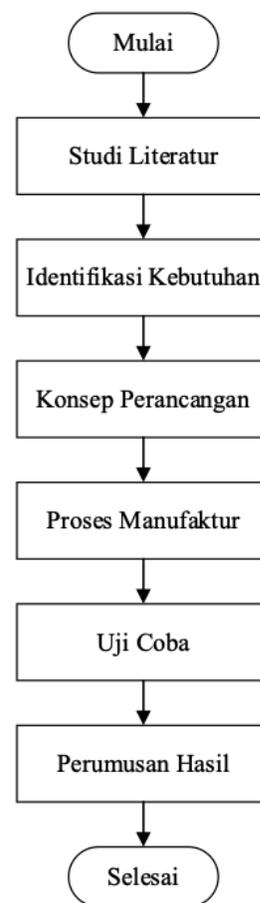


Fig. 1. Metodologi Penelitian

keseluruhan dari mesin ini yaitu panjang 680 mm, lebar 500 mm dan tinggi 1200 mm.

1) *Analisis Kekuatan Material*: Rangka pada mesin pencacah plastik menggunakan material baja karbon (mild steel) dan diberikan tekanan sebesar 366 N. Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi kekuatan material yang dilakukan menggunakan software Autodesk Inventor.

Berdasarkan hasil simulasi, rangka mesin pencacah plastik mendapat von mises stress terbesar yaitu 7,33 MPa pada bagian atas rangka dan von mises stress terkecil yaitu 0 MPa pada bagian bawah rangka. Von mises stress yang terjadi pada rangka mesin pencacah plastik masih jauh dari yield point material mild steel yaitu 250 MPa.

B. Perhitungan

1) *Putaran Poros Mesin Pencacah Plastik*: Untuk mengetahui berapa banyak pemotongan yang harus dilakukan maka dapat diketahui dengan cara membagi tinggi plastik yang akan dicacah dengan tinggi pisau pencacah yaitu, $10,5/2,9=3,6 \approx 4$ pemotongan. Karena ada 4 mata pisau dan harus ada 4 pemotongan maka putaran pisau harus: $4/4=1$ putaran.

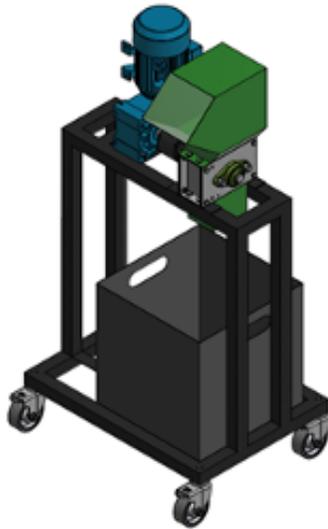


Fig. 2. Konsep rancangan mesin pencacah plastik

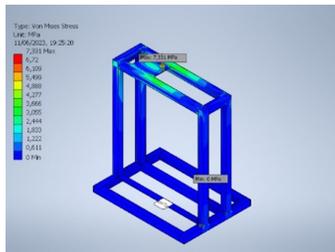


Fig. 3. Hasil simulasi kekuatan material rangka mesin

$$n = \frac{\text{kapasitas mesin}}{\frac{\text{massa plastik}}{\text{estimasi putaran}}} \quad (2)$$

$$n = \frac{0,16 \text{ kg/menit}}{0,007 \text{ kg/1}} = 22,8 \approx 23 \text{ rpm} \quad (3)$$

2) Daya Motor Mesin Pencacah Plastik: Gaya Potong:

$$F_{\text{pisau}} = A F_{\text{plastik}} \quad (4)$$

$$F_{\text{pisau}} = 1572 \text{ mm}^2 \cdot 1,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2829,6 \text{ N} \quad (5)$$

Torsi Pisau

$$\tau = F \cdot r \quad (6)$$

$$\tau = 2829,6 \text{ N} \cdot 0,06 \text{ m} = 169,7 \text{ Nm} \quad (7)$$

Sehingga daya motor yang dibutuhkan pada mesin pencacah plastik adalah

$$P_d = f_c \left[\tau \left(\frac{2\pi n}{60} \right) \right] \quad (8)$$

$$P_d = 1,8 \left[169,7 \left(\frac{2\pi \cdot 23}{60} \right) \right] = 735,3 \text{ W} \approx 0,735 \text{ kW} \quad (9)$$

$$P_d = \frac{735,3}{746} = 0,985 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP} \quad (10)$$



Fig. 4. Proses Pemotongan

3) Diameter Poros Mesin Pencacah Plastik: Momen Puntir

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n} \quad (11)$$

Tegangan geser yang diizinkan Material yang digunakan adalah baja ST 41.

$$\sigma_B = 41 \text{ kg/mm}^2$$

$$sf_1 = 6; \quad sf_2 = 1,3$$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf_1 \cdot sf_2} \quad (12)$$

$$\tau_a = \frac{41}{6 \cdot 1,3} = 5,2 \text{ kg/mm}^2 \quad (13)$$

Sehingga diameter poros yang dibutuhkan mesin pencacah plastik adalah

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{\frac{1}{3}} \quad (14)$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{5,2} 1,1 \cdot 2,31125 \cdot 6 \right]^{\frac{1}{3}} = 33 \text{ mm} \quad (15)$$

C. Proses Manufaktur

1) Proses Pemotongan: Proses pemotongan pada proses manufaktur mesin pencacah plastik menggunakan mesin gerinda tangan dan mesin cut off. Gambar 4 menunjukkan proses pemotongan dengan menggunakan mesin gerinda tangan. Proses pemotongan pada proses manufaktur mesin pencacah yaitu 84 menit

2) Proses Pengeboran: Proses pengeboran ini dilakukan untuk membuat lubang sebagai tempat mur dan baut pada bagian rangka, hopper in dan outlet serta komponen pisau pencacah di mesin pencacah plastik. Total waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeboran adalah 70 menit sudah termasuk persiapan alat dan benda kerja.



Fig. 5. Proses Pengelasan



Fig. 6. Mesin Pencacah plastik setelah proses manufaktur

3) *Proses Surface Finishing*: Proses surface finishing adalah proses menghaluskan permukaan benda kerja agar terlihat rapih dan meningkatkan nilai estetika dari suatu produk. Total waktu yang dibutuhkan untuk proses surface finishing menggunakan gerinda tangan adalah 24 menit.

4) *Proses Pengelasan*: Total waktu dalam proses pengelasan dengan menggunakan mesin las listrik yaitu 138 menit. Gambar 7 menunjukkan proses pengelasan pada proses manufaktur mesin pencacah plastik.

5) *Proses Perakitan Non Permanen*: Total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses perakitan non permanen menggunakan mur dan baut adalah 40 menit.

V. PEMBAHASAN

A. Biaya Produksi

Setelah mesin pencacah plastik selesai dimanufaktur selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa biaya produksi yang dikeluarkan. Untuk mengetahui biaya produksi yang dikeluarkan dapat dihitung dengan cara menjumlahkan biaya pemesinan, biaya material dan biaya operator.

- Total biaya = biaya pemesinan + biaya material + biaya operator
- Total biaya = Rp303.750,00 + Rp4.190.000,00 + Rp531.900,00
- Total biaya = Rp5.025.650,00

B. Uji Coba Mesin

Proses uji coba mesin pencacahan plastik dilakukan dengan menggunakan plastik seberat 429 gram. Proses pencacahan memakan waktu sebanyak 2,5 menit. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus kapasitas maka didapat kapasitas mesin pencacah plastik yaitu:

$$C = \frac{w}{t_1} \frac{3600 \text{ detik}}{\text{jam}} = \frac{0,429}{150 \text{ detik}} \frac{3600 \text{ detik}}{\text{jam}} \quad (16)$$

$$C = 10,29 \text{ kg/jam} \quad (17)$$

Gambar 7 menunjukkan hasil plastik multilayer yang sudah dicacah menggunakan mesin.

VI. KESIMPULAN

Mesin pencacah plastik menggunakan motor listrik dengan daya sebesar 1 HP, memiliki putaran poros sebesar 23 RPM, dan diameter poros pisau pencacah yaitu 33 mm. Proses manufaktur mesin pencacah plastik menghabiskan waktu sebanyak 5,91 jam atau 354,6 menit dari mulai proses pemesinan sampai proses assembly dan total biaya yang dikeluarkan yaitu sebesar Rp5.025.650,00. Pada proses uji coba mesin menggunakan plastik seberat 429 gram membutuhkan waktu 2,5 menit untuk melakukan proses pencacahan sehingga kapasitas mesin yaitu 10,29 kg/jam.



Fig. 7. Plastik setelah proses pencacahan

ACKNOWLEDGMENT

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan serta proses manufaktur mesin pencacah plastik sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.

REFERENCES

- [1] N. Novianawati and A. N. Sutisno, "Pendampingan Pengolahan Sampah Domestik Melalui Tong Sampah Tanam," *DIMASEJATI*, vol. 4, no. 1, pp. 38–47, 2022.
- [2] N. Yudha Triadi, B. Martana, and S. Pradana, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel," 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [3] N. Qomariah and Nursaid, "Sosialisasi Pengurangan Bahan Plastik Di Masyarakat," *JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, vol. 1, no. 1, pp. 43–55, 2020.
- [4] C. T. de M. Soares, M. Ek, E. Östmark, M. Gällstedt, and S. Karlsson, "Recycling of multi-material multilayer plastic packaging: Current trends and future scenarios," *Resour Conserv Recycl*, vol. 176, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105905.
- [5] A. Mieth, E. Hoekstra, and C. Simoneau, "Guidance for the identification of polymers in multilayer films used in food contact materials," 2016.
- [6] T. Anukiruthika, P. Sethupathy, A. Wilson, K. Kashampur, J. A. Moses, and C. Anandharamkrishnan, "Multilayer packaging: Advances in preparation techniques and emerging food applications," *Compr Rev Food Sci Food Saf*, vol. 19, no. 3, pp. 1156–1186, May 2020, doi: 10.1111/1541-4337.12556.
- [7] A. Masruri, Z. Saleh, Z. Satria, and M. Hastarina, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Skala Laboratorium Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD) Deployment Method," 2021. [Online]. Available: <http://jurnal.um-palembang.ac.id/integrasi/index>