

Disain dan Analisa Biaya Pembuatan Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet (Polyethylene Terephthalate) Kapasitas 50 Kg/Jam

Enzo Wiranta Battra Siahaan^{1,*}, Hodmiantua Sitanggang¹, Rotama Arifin Sidabutar¹

¹Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darma Agung, Medan, Indonesia

Email: ^{1*}enzo.battra84@gmail.com, ²hodmiantuasitanggang@gmail.com, ³rotamaarifinsidabutar@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: enzo.battra84@gmail.com

Abstrak-Plastik merupakan salah satu jenis sampah yang susah terurai, karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Plastik jenis PET atau PETE (Polyethlene terephthalate) merupakan salah satu plastik yang sering digunakan sebagai wadah makanan dan minuman. Untuk meminimalisir dampak lingkungan dari sampah plastik, maka material plastik harus didaur ulang untuk mendapatkan kembali produk plastiknya ataupun untuk menghasilkan produk lain yang bernilai ekonomis dengan cara di cacah dengan mendisain mesin pencacah plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate) dengan kapasitas 50 kg/jam. Dalam disain mesin pencacah plastik ini dilakukan perancangan yang berupa desain gambar konstruksi dan komponen – komponen mesin yang mendukung proses pencacahan plastik. Mesin pencacah plastik ini memiliki dimensi 350 mm x 350 mm x 1100 mm dengan konstruksi yang sederhana dan mudah dioperasikan. Proses pencacah plastik ini didisain dengan menggunakan 1 buah poros dan 8 buah mata pisau yang terdiri dari 6 buah pisau dinamis dan 2 buah pisau statis dengan penggerak utama motor diesel sebesar 7.5 HP dengan putaran 2600 rpm dengan biaya pembuatan sebesar Rp. 7.981.200,-

Kata Kunci: Sampah Plastik; Plastik PET; Mesin Pencacah; Biaya.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan pencemaran plastik telah menjadi isu lingkungan global yang mendesak untuk segera diatasi. Salah satu jenis plastik yang paling banyak digunakan dan sulit terurai secara alami adalah Polyethylene Terephthalate (PET), terutama digunakan sebagai bahan utama botol minuman (Sari & Hamdani, 2019). Menurut laporan dari United Nations Environment Programme, 2021, lebih dari 300 juta ton plastik diproduksi setiap tahun, dengan sebagian besar akhirnya mencemari lingkungan atau menumpuk di tempat pembuangan akhir. Di Indonesia, data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022 menunjukkan bahwa sekitar 64% sampah plastik belum terkelola dengan baik, dan PET merupakan salah satu jenis yang paling dominan. Kondisi ini mendorong perlunya solusi pengelolaan limbah plastik yang efektif, terutama melalui pendekatan daur ulang mekanik menggunakan mesin pencacah plastik (Saputra et al., 2021).

Mesin pencacah plastik berfungsi mereduksi ukuran plastik bekas menjadi serpihan kecil (flakes) yang dapat digunakan kembali sebagai bahan baku industri (Nurhadi & Wibowo, 2020; Irawan, 2021). Namun, keterbatasan mesin pencacah dengan kapasitas menengah dan biaya produksi yang ekonomis masih menjadi hambatan utama, khususnya bagi pelaku usaha kecil dan menengah (Santoso & Prasetyo, 2019). Oleh karena itu, pengembangan mesin pencacah PET yang efisien, terjangkau, dan sesuai dengan kebutuhan lokal menjadi sebuah urgensi.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam pengembangan mesin pencacah plastik, namun masih terdapat sejumlah keterbatasan. Saputra et al., 2021 mengembangkan mesin pencacah plastik serbaguna berkapasitas 30 kg/jam dengan sistem pemotongan vertikal, tetapi belum menyertakan analisis biaya produksi secara mendalam. Sementara itu, Nurhadi & Wibowo, 2020 merancang mesin pencacah limbah rumah tangga yang hanya difokuskan pada plastik jenis PP dan HDPE, bukan PET. Penelitian oleh Wulandari & Prasetya, 2018 lebih menekankan pada efisiensi pemotongan untuk skala industri besar tanpa mempertimbangkan aspek keekonomian dan implementasi pada sektor UMKM. Di sisi lain, Rohman et al., 2023 mengembangkan mesin pencacah berbasis tenaga surya dengan kapasitas rendah (10 kg/jam), namun belum mampu menjawab kebutuhan pengolahan PET dalam jumlah sedang secara efisien.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, studi ini secara khusus bertujuan untuk merancang mesin pencacah plastik jenis PET dengan kapasitas 50 kg/jam serta melakukan analisis biaya pembuatannya secara komprehensif (Saputra et al., 2021; Widodo & Ramadhan, 2022; Priyanto & Lestari, 2023). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada aspek teknis dalam desain mesin pencacah, tetapi juga menghadirkan informasi keekonomian yang dapat dimanfaatkan oleh calon pengguna, khususnya pelaku usaha daur ulang plastik skala kecil hingga menengah (Putra & Nurcahyo, 2020).

Urgensi penelitian ini semakin nyata mengingat pentingnya pengembangan teknologi tepat guna dalam mendukung program ekonomi sirkular dan pengurangan limbah plastik di tingkat lokal (Groover, 2015; Daryanto, 2017; Widodo & Ramadhan, 2022). Solusi yang ditawarkan berupa desain mesin pencacah PET yang optimal dalam hal efisiensi operasional dan biaya produksi diharapkan dapat menjawab kebutuhan pelaku industri daur ulang yang selama ini menghadapi keterbatasan dalam akses terhadap teknologi yang layak secara teknis maupun finansial Wulandari & Prasetya, 2018; Irawan, 2021.

State of the art dari penelitian ini terletak pada integrasi antara pendekatan desain teknis mesin dan analisis biaya produksi dalam satu kajian menyeluruh, dengan fokus spesifik pada jenis plastik PET dan kapasitas operasional menengah (Nugroho, 2020; Putra & Nurcahyo, 2020). Kombinasi tersebut masih jarang ditemukan dalam literatur teknik mesin pencacah plastik di Indonesia maupun secara global, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi pengolahan limbah plastik yang berkelanjutan (Asril, 2022).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang berfokus pada perancangan (design engineering) dan analisis biaya (*cost analysis*) pembuatan mesin pencacah plastik jenis PET. Metode yang digunakan bersifat deskriptif kuantitatif dengan pendekatan rekayasa teknik untuk menghasilkan desain mesin yang sesuai dengan kebutuhan kapasitas 50 kg/jam, serta analisis finansial untuk mengetahui kelayakan biaya pembuatannya.

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan – tahapan dalam penelitian ini disusun berdasarkan kerangka dasar diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Penelitian dimulai dengan identifikasi permasalahan pengelolaan limbah plastik jenis PET yang belum optimal, khususnya dalam sektor usaha kecil menengah. Diketahui bahwa PET memerlukan mesin pencacah dengan spesifikasi teknis tertentu mengingat sifat materialnya yang keras dan kaku. Namun, keterbatasan pada ketersediaan mesin yang ekonomis dan efisien menjadi tantangan utama.

b. Studi Literatur dan Kebutuhan Teknis

Dilakukan kajian pustaka terkait mesin pencacah plastik yang telah dikembangkan dalam lima tahun terakhir, termasuk teknologi pemotongan, kapasitas mesin, dan sumber daya penggerak yang digunakan. Studi literatur ini menjadi dasar dalam merumuskan spesifikasi teknis awal, termasuk daya motor, dimensi tabung pencacah, jumlah mata pisau, serta sistem transmisi.

c. Perancangan Mesin

Tahap ini meliputi pembuatan desain mesin secara teknis menggunakan pendekatan engineering drawing dengan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD). Aspek teknis yang diperhitungkan meliputi:

1. Daya motor dan efisiensi energi
2. Kapasitas input dan output per jam
3. Material konstruksi (rangka, pisau, tabung)
4. Ergonomi dan keamanan mesin

d. Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi

Setelah rancangan selesai, dilakukan simulasi teoritis terhadap kapasitas pencacahan berdasarkan volume input, waktu kerja, dan karakteristik bahan PET. Selain itu, efisiensi energi dan rasio hasil cacahan terhadap input juga dianalisis.

e. Analisa Biaya Pembuatan

Analisa biaya dilakukan dengan metode *cost breakdown*, yang mencakup :

1. Biaya bahan baku: rangka, pisau, motor listrik, sistem transmisi, dan komponen kelistrikan.
2. Biaya tenaga kerja: ongkos produksi, pengelasan, dan perakitan.
3. Biaya fabrikasi: pemotongan, pengeboran, dan finishing.
4. Biaya overhead: pengiriman dan margin risiko teknik.
5. Estimasi biaya ini menggunakan pendekatan harga pasar terkini dan dikaji dalam satuan biaya total dan per unit.

f. Evaluasi dan Validasi

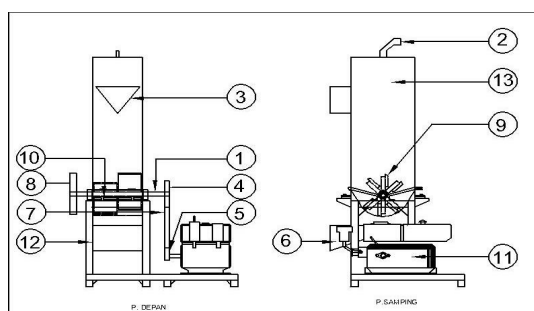
Setelah desain dan analisa biaya disusun, dilakukan evaluasi terhadap kesesuaian rancangan dengan kebutuhan lapangan (*feasibility analysis*). Jika memungkinkan, rancangan dibandingkan secara teoritis dengan prototipe mesin lain sejenis dalam hal efisiensi, kapasitas, dan keekonomian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Disain Mesin Pencacah Plastik

Bentuk disain dari mesin pencacah plastik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Disain Mesin Pencacah

Keterangan :

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1. Poros | 8. Roda Gila (<i>Flywheel</i>) |
| 2. Saluran Air Masuk | 9. Mata Pisau |
| 3. Corong Saluran Masuk | 10. Dudukan Mata Pisau |
| 4. Puli Poros Penggerak | 11. Motor Penggerak |
| 5. Puli Motor Penggerak | 12. Rangka |
| 6. Corong Saluran Keluar | 13. Cover Mesin |
| 7. Sabuk | |

Mesin pencacah plastik berfungsi untuk mencacah sampah plastik guna untuk dapat diolah kembali. Pada proses pencacahan plastik dimasukkan dari corong masuk dan akan tercacah oleh mata pisau yang berputar, plastik yang tercacah akan melewati saringan sebelum keluar melalui corong keluar (Setiawan, 2021; Asril, 2022). Proses desain dilakukan dengan cara membuat desain pisau pecacah, sistem pengaduk dan proses penyaringan, Desain yang dipilih dari literatur yang ada adalah desain dengan sistem paling sederhana yang mudah dibuat, murah dan praktis saat dioperasikan. Alternatif desain terpilih dibuat dari bahan baja yang digunakan sebagai body mesin, kerangka yang dipakai juga terbuat dari baja (Budynas & Nisbett, 2011; Black & Kohser, 2012; Groover, 2015; Kalpakjian & Schmid, 2014).

Dalam hal ini jumlah pisau yang digunakan untuk mencacah daripada plastik adalah berjumlah 8 buah, dimana masing – masing jumlah pisau yang bergerak berjumlah 6 buah, sedangkan jumlah pisau yang diam berjumlah 2 buah. Bentuk dari pisau pencacah yang didisain beragam yaitu untuk jenis mata pisau bergerak dibuat dengan bentuk persegi dengan dimensi ukuran $150 \times 80 \times 16$ mm dengan menggunakan bahan baja tempa SF 40 (dapat dilihat pada gambar 4). Dimana pisau tersebut dipasang pada poros pencacah yang sifatnya nanti pisau tersebut akan berputar sesuai dengan putaran poros yaitu sebesar 692 rpm. Sedangkan untuk jenis pisau pencacah diam (statis) didisain dengan bentuk persegi panjang juga dengan dimensi ukuran $310 \times 90 \times 16$ mm dan terbuat dari bahan yang sama dengan mata pisau yang bergerak yaitu baja tempa SF 40 (dapat dilihat pada gambar 4). Untuk pisau ini dipasang pada sisi kanan dan sisi kiri pada setiap dinding mesin.



Gambar 2. Mata Pisau Bergerak (Dinamis)



Gambar 3. Mata Pisau Diam (Statis)

Dalam mendisain mesin pencacah plastik penggunaan poros yang digunakan adalah jenis poros spindel yang terbuat dari bahan baja karbon S 35 C – D berdiameter 32 mm dan panjang 700 mm dengan kekuatan tarik 53 kg/mm^2 . Sedangkan pasak yang digunakan untuk menyatukan puli penggerak berdiameter 6 inch adalah berukuran $24 \times 9,6$ mm yang terbuat dari bahan yang sama yaitu baja karbon S 30 C. Sistem transmisi yang didisain pada mesin pencacah plastik ini menggunakan sistem transmisi sabuk yaitu jenis sabuk-V dengan ukuran panjang sabuk sebesar 973 mm dimana jarak antara sumbu poros pencacah dengan poros penggerak sebesar 304 mm. Motor penggerak yang digunakan dalam disain mesin pencacah plastik ini adalah jenis motor diesel dengan daya 7,5 HP dan putaran penggerak 2600 rpm.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisa Biaya

Dalam menganalisa biaya pembuatan mesin pencacah plastik ini ada beberapa hal yang harus di perhatikan diantaranya:

a. Biaya Material.

Biaya material yang diperhitungkan dalam pembuatan mesin pencacah plastik ini disesuaikan dengan harga waktu yang berjalan. Dalam hal ini penulis mengambil harga material untuk Tahun 2020. Daftar harga material yang dibutuhkan dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 1. Daftar harga material Mesin Pencacah Plastik

No.	Nama Bahan	Ukuran	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Profil U	65x42x5,5	8 meter	Rp.42.000	Rp.336.000
2	Besi Plat	122 x 244	1 pcs	Rp.636.000	Rp.636.000
3	Motor Diesel	7.5 HP	1 Unit	Rp.2.500.000	Rp.2.500.000
4	Bubut Poros	Ø32	1 Pcs	Rp.350.000	Rp.350.000
5	Puli Motor	3"	1 Pcs	Rp.35.000	Rp.35.000
6	Puli	9"	1 Pcs	Rp.95.000	Rp.95.000
7	Plat Baja	6x250x2000	1 Pcs	Rp.150.000	Rp.150.000
8	Mata Pisau Berputar	150x80x15	6 Pcs	Rp.150.000	Rp.900.000
9	Mata Pisau Diam	300x60x15	2 Pcs	Rp.300.000	Rp.600.000
10	Dudukan Mata Pisau	500x500	6 Pcs	Rp.90.000	Rp.540.000
11	Roda gila	6"	1 Pcs	Rp.200.000	Rp.200.000
12	Bantalan	Ø32	2 Pcs	Rp.22.000	Rp.44.000
13	Rumah Bantalan	Ø32	2 Pcs	Rp.25.000	Rp.50.000
14	Sabuk belt (V Belt)	47"	2 Pcs	Rp.85.000	Rp.170.000
15	Cat	-	2 Pcs	Rp.40.000	Rp.80.000
16	Tiner	-	2 Pcs	Rp.15.000	Rp.30.000
17	Kuas	-	2 Pcs	Rp.15.000	Rp.30.000
18	Mata Gerinda	-	5 Pcs	Rp.5.000	Rp.25.000
19	Mata Gergaji	-	2 Pcs	Rp.15.000	Rp.30.000
20	Elektroda	-	1 Kotak	Rp.50.000	Rp.50.000
Total					Rp.6.851.000

b. Biaya Ongkos/UpahPembuatan Mesin Pencacah

Pembiayaan ongkos/upah pembuatan mesin pencacah plastik yang dimaksud adalah seluruh biaya pembuatan mesin untuk proses pembuatan mesin pencacah plastik, mulai dari biaya upah kerja (operasional), biaya listrik dan penyewaaan alat. Berdasarkan informasi dari bengkel – bengkel yang melakukan pembuatan mesin bahwa untuk menentukan biaya/ongkos pembuatan ditambahkan yang diasumsikan sebesar 20% dan biaya material keseluruhan. Maka dalam hal ini ditentukan penambahannya sebesar 20%, maka biayanya adalah: $20\% \times 6.651.000,- = 1.330.200,-$

Setelah dianalisa dari keseluruhan perhitungan biaya maka didapatkanlah total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin pencacah plastik ini penjumlahan dari pembiayaan total pembelian material ditambah dengan biaya ongkos/upah pembuatan, jadi total biaya pembuatan mesin adalah sebesar : Rp. 7.981.200,-. Biaya yang telah ditotalkan tersebut belum termasuk keuntungan yang didapat apabila dipasarkan ke dunia industri maupun masyarakat. Jika diperhitungkan biaya keuntungan penjualan mesin pencacah plastik tersebut maka dapat dihitung sebesar 30 % dari harga modal yaitu:

$$30\% \times \text{Rp. } 7.981.200,- = \text{Rp.}239.436,-.$$

Sehingga harga jual untuk dipasarkan dari mesin pencacah plastik ini diambil dari penjumlahan biaya keuntungan dan biaya total pembuatan yaitu sebesar : Rp. 8.220.636,-.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan spesifikasi, hasil survei, analisa pemeriksaan, perhitungan, dan standar yang digunakan dalam perencanaan mesin pencacah plastik berkapasitas 50 kg/jam, dapat disimpulkan bahwa mesin ini dirancang menggunakan motor penggerak berkekuatan 7,5 HP dengan putaran 2600 rpm, puli berukuran 3 inci pada motor dan 6 inci pada poros pencacah, serta poros bertingkat dari bahan S35C-D berdiameter 31,28 mm dan panjang 300 mm untuk mengurangi konsentrasi tegangan. Pasak terbuat dari bahan S30C dengan panjang 3 mm, sedangkan sabuk memiliki kecepatan linier 5,58 m/s, panjang keliling 991 mm, dan kekuatan 9,7 kg. Bantalan mampu menahan beban 213,54 kg dengan beban ekivalen 196,81 kg dan memiliki umur pakai 18.625 jam. Dari sisi biaya, total biaya material sebesar Rp6.851.000 dan ongkos kerja Rp1.330.200, sehingga biaya total pembuatan mencapai Rp7.981.200 dengan harga jual ditetapkan sebesar Rp8.220.636.

REFERENCES

- Asril, M. (2022). Pengaruh Rasio Pisau Terhadap Kapasitas Mesin Pencacah PET. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik*, 6(1), 44–50.
 Black, P. H., & Kohser, R. A. (2012). *DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing* (11th ed.). Wiley.
 Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (9th ed.). McGraw-Hill.
 Daryanto, A. (2017). *Teknik Mesin: Dasar Perancangan Mesin*. Andi.

- Groover, M. P. (2015). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Irawan, B. (2021). Studi Biaya Produksi Mesin dan Implikasinya pada UMKM Pengolahan Sampah. *Jurnal Manajemen Teknologi Dan Produksi*, 9(1), 19–26.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Technology* (7th ed.). Pearson.
- Kehutanan, K. L. H. dan. (2022). *Status Sampah Nasional Tahun 2022*. KLHK.
- Nugroho, S. (2020). Evaluasi Ekonomi Rancang Bangun Alat Produksi Sederhana. *Jurnal Teknologi Dan Industri*, 14(3), 33–40.
- Nurhadi, M., & Wibowo, R. (2020). Mesin Pencacah Limbah Plastik Rumah Tangga Tipe Horizontal. *Jurnal Rekayasa Mesin Indonesia*, 7(1), 30–38.
- Priyanto, D., & Lestari, A. (2023). Desain dan Uji Kinerja Mesin Pencacah Limbah Plastik Model Horizontal. *Jurnal Teknologi Tepat Guna*, 8(2), 56–63.
- Programme, U. N. E. (2021). *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution*. UNEP.
- Putra, M. I., & Nurcahyo, R. (2020). Analisis Ekonomi Rancang Bangun Mesin Pengolah Sampah Organik. *Jurnal Teknik Mesin Nusantara*, 8(1), 12–18.
- Rohman, M., Saputra, R., & Hasyim, H. (2023). Mesin Pencacah Plastik Bertenaga Surya Kapasitas Rendah. *Jurnal Inovasi Energi Terbarukan*, 6(1), 15–22.
- Santoso, Y., & Prasetyo, B. (2019). Efisiensi Pemotongan Mesin Pencacah Limbah Plastik Skala Industri. *Jurnal Teknik Mesin Dan Industri*, 11(3), 77–84.
- Saputra, A., Hidayat, T., & Wahyudi, H. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Serbaguna Kapasitas 30 kg/jam. *Jurnal Teknik Mesin Dan Manufaktur*, 9(2), 45–52.
- Sari, D. N., & Hamdani, A. (2019). Kajian Potensi Daur Ulang Limbah Plastik PET di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 121–130.
- Setiawan, A. (2021). Analisis Kebutuhan Energi Mesin Pencacah Plastik Tipe Pisau Putar. *Jurnal Energi Terapan*, 5(2), 87–94.
- Widodo, A., & Ramadhan, F. (2022). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Keras Skala Rumah Tangga. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), 1–10.
- Wulandari, T., & Prasetya, H. (2018). Analisa Efisiensi dan Produktivitas Mesin Pencacah Plastik Mini. *Jurnal Mesin Dan Otomasi*, 10(1), 25–31.