

# Perancangan Mesin Penghancur Sampah Plastik Dengan Kapasitas 100kg/jam

Aditya Purnomo Sidi<sup>a</sup>, Dini Kurniawati<sup>b</sup>, Daryono<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Muhammadiyah University Malang

Jl. Tlogomas No. 246, Malang 65144

<sup>b,c</sup>Departement of mechanical Engineering, Faculty of Engineering

Telp. (0354)464318-128 Fax. (0341)460782

e-mail: [adityasidi25@gmail.com](mailto:adityasidi25@gmail.com), [dini@umm.ac.id](mailto:dini@umm.ac.id)

## Abstract

The plastic bottle-chopping machine is developed to operate based on the energy obtained from the plastic motor on the fused landfill. Small and Medium Enterprises takes the advantage of plastic bottle junk to make it more valuable as well as the possibility to enrich their profit by creating related occupation for the locals and reducing the environmental pollution. Environmental issues are a complex discourse to be concerned. As the 4<sup>th</sup> countries with the highest contribution of populous in the world, are highly concentrated on the problem of recycling waste management which reaches 200,000 tons per day. This machine is designed to chop and destroy junk plastic until it becomes like a piece of paper with a capacity of 100 kg per hour. So that the rotational speed of the knife reaches a capacity of 100 kg/hour with the density of the plastic reaching 0.91 g/cm<sup>3</sup> of polypropylene material. This machine uses 2 types of knives, which is static knives and dynamic knives on the rotor with a rotating speed of 40rpm. The dynamic knife has its function to cut the media that are needed to be cut. While the static knife is done to chop the results which are not destroyed well by the dynamic knife. The blade material was selected JIS SKR 11 steel, which is the highest carbon with the strongest form of any steel material, strength, and worn-out resistance with a tensile strength of 128kg/mm<sup>2</sup>. This prototype design is highly expected to give a glimpse of adequate recycling waste management with the appropriate machine with reusable energy.

Keywords: *bottle chopper, capacity, knife.*

## Abstrak

mesin pencacah botol plastik dirancang untuk bekerja berdasarkan tenaga atau daya yang di peroleh dari motor plastik. Pada tempat pembuangan sampah terpadu. Pada kenyataannya para usaha kecil menengah memanfaatkan sampah botol plastik untuk menjadi barang yang bernilai ekonomis dan dapat menjadi ladang usaha bagi masyarakat setempat dan mengurangi pencemaran lingkungan. Permasalahan kebersihan dan kesehatan lingkungan merupakan permasalahan kompleks. Indonesia sebagai negara berpenduduk terdapat ke 4 diperhadapkan pada permasalahan pengolahan sampah yang mencapai 200.000 ton / hari. Mesin ini direncanakan untuk menghancurkan plastik dengan kapasitas 100 kg/jam. Sehingga kecepatan putar pisau untuk mencapai kapasitas 100 kg/jam dengan densitas plastik 0,91 g/cm<sup>3</sup> material *polypropylene*. Mesin ini menggunakan 2 tipe pisau, yaitu pisau statis dan pisau dinamis pada rotor dengan kecepatan putar pisau 40rpm.pada pisau dinamis yang langsung bersentuhan dengan media yang akan di potong, sedangkan pisau statis berfungsi untuk melakukan pencacahan hasil cacahan yang tidak terpotong oleh pisau dinamis. Bahan mata pisau dipilih baja JIS SKD 11, ini merupakan karbon tertinggi yang memiliki kekerasan tertinggi, kekuatan dan ketahanan aus dengan kekuatan tariknya 128kg/mm<sup>2</sup>. Dari perancangan yang akan dilakukan di harapkan dapat menjadi pengetahuan mengenai proses pengolahan sampah menggunakan mesin yang dapat mempercepat dan menghemat tenaga.

*Kata Kunci : pencacah botol, kapasitas, pisau.*

## 1. Pendahuluan

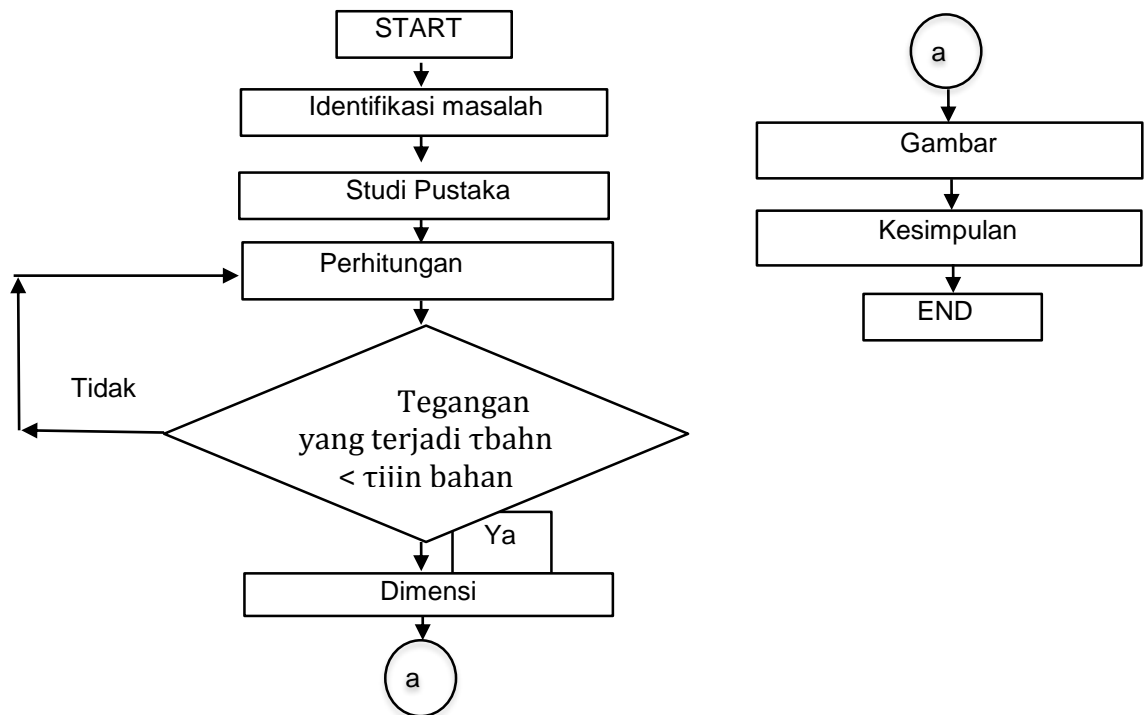
Dalam kehidupan sehari-hari banyaknya botol minum bekas yang terdapat disekitar kita menjadi limbah yang dapat mengganggu kebersihan lingkungan dan ternyata selama ini belum diolah dengan baik pendaurlangannya, jumlah penduduk semakin meningkat dari tahun ketahun begitu juga dengan penggunaan botol plastik yang semakin meningkat, sehingga semakin bertambah. penggunaan produk plastic secara tidak ramah lingkungan menyebabkan berbagai masalah lingkungan hidup yang serius seperti dampak negatif sampah plastik yaitu merusak lingkungan [1].

Pada tempat pembuangan sampah terpadu (TPST). Pada kenyataannya para usaha kecil menengah (UKM) memanfaatkan sampah botol plastik untuk menjadi barang yang bernilai ekonomis dan dapat menjadi ladang usaha bagi masyarakat setempat dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan[2].

Namun masyarakat setempat mengolah sampah botol plastik masih menggunakan cara manual seperti menggunakan gunting untuk pencacahan sampah botol plastik, menggunakan tangan tidak dengan bantuan mesin. Para usaha kecil menengah (UKM) melakukan daur ulang dengan mengolah sampah botol plastik menjadi beberapa bagian potongan atau menggunakan pisau dialasi oleh kayu. Hal ini membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak dan waktu pengerjaan yang relatif lama dibandingkan dengan menggunakan mesin pencacah botol plastik. Mesin pencacah botol plastik dirancang untuk bekerja berdasarkan tenaga atau daya yang diperoleh dari motor listrik [3].

Dari proses yang dilakukan diatas dengan melakukan proses pemotongan menggunakan pisau yang dialasi kayu untuk dapat mempercepat proses pengolahan sampah maka dalam perancangan ini diambil judul Perancangan mesin penghancur sampah (crusher) kapasitas 100 kg[4].

## 2. Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart Perancangan

## 2.1 Flowcart Perancangan

### 2.2 Morfologi

Setelah fungsi diuraikan menjadi sub-sub fungsi, maka dengan menggunakan metode morfologi bisa ditemukan alternatif-alternatif konsep produk[6]. Metode morfologi adalah menggunakan metode yang sistematis, dan prosedur yang mudah diikuti. Langkah-langkahnya diuraikan sebagai berikut:

Tabel 1. Matriks Morfologis Mesin penghancur plastik

No	Variable	Varian		
		1	2	3
1	Kerangka	 Besi bulat	 Besi L	 Besi kotak
2	Mata piasu	 Baja S53C	 Baja S45C	 Baja S15CK
3	Cover	 Plat hitam	 Plat kembang	 Plat stip
4	Motor penggerak	 Motor daya tinggi	 Motor daya rendah	

#### Varian Konsep

- Konsep 1: 1.1 + 2.2 + 3.1 + 4.2
- Konsep 2: 1.2 + 2.3 + 3.2 + 4.2
- Konsep 3: 1.3 + 2.2 + 3.1 + 4.1

Konsep desain mesin dibuat sebanyak jumlah anggota team berdasarkan pikiran dan trancangan individu. Berilah alasan-alasan bahwa mesin yang dirancang memiliki keunggulan-keunggulan yang pantas diketengahkan.

Dari beberapa konsep desain tersebut, berilah nilai setiap alternatif terhadap setiap kriteria evaluasi. Kemudian pilih konsep desain yang paling optimal.

Kriteria penilaian yang ditetapkan untuk mesin adalah sebagai berikut :

- Kuat dan tahan lama, diharapkan mesin memiliki umur yang panjang (tak hingga) sehingga akan meminimalisir biaya perbaikan.
- Mudah dalam pembuatan, diharapkan anggota bisa memproduksi sendiri dan tidak mengeluarkan banyak biaya.
- Mudah dioperasikan, mesin dirancang agar mudah dalam pengoperasiannya.
- Ukuran blade diperhitungkan agar tidak mengganggu pengendara di jalan..
- Biaya pembuatan, mesin dirancang agar tidak memakan biaya yang mahal.
- Daya yang dihasilkan menjadi pertimbangan utama, untuk mengisi daya baterai sebaya sumplai pencahayaan semala semalam
- Penyebaran cahaya diperhatikan agar sorotan lampu bisa merata.
- Kemungkinan dimassalkan, diharapkan mesin ini bisa dimassalkan dan dipasarkan. Mudah perawatan, diharapkan hasil rancangan mudah dalam perawatannya sehingga dapat bertahan lama.
- Estetika, diinginkan mesin yang dirancang dalam bentuk yang menarik.

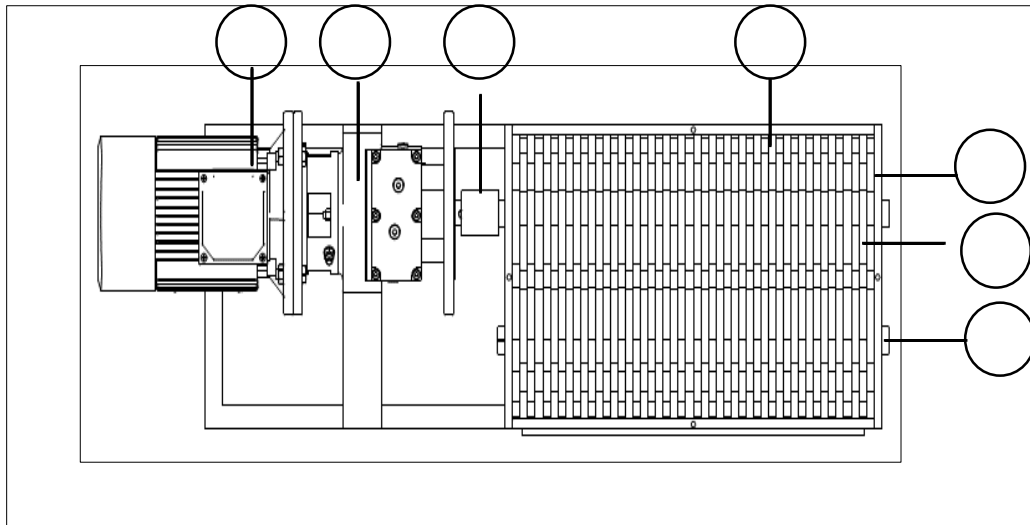
Dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan diatas, maka skor penilaian yang sesuai pemenuhan kriteria yang dimiliki masing-masing alternatif konsep mesin ditabelkan sebagaimana tabel 2 :

**Tabel 2. matrik perancangan**

No	Kriteria*	Bobot (a)**	KONSEP					
			Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			B	B.a	b	B.a	b	B.a
1	Kuat dan tahan lama	10	80	8	80	8	80	8
2	Mudah dalam pembuatan	10	70	7	70	7	80	8
3	Mudah dioperasikan	10	50	5	50	5	50	5
4	Ukuran blade	10	60	6	70	7	70	7
5	Biaya	10	70	7	50	5	80	8
6	Daya yang dihasilkan	10	90	9	80	8	85	8,5
7	Penyebaran cahaya	10	80	8	70	7	90	9
8	Dapat dimassalkan	10	80	8	80	8	80	8
9	Mudah perawatan	10	100	10	100	10	100	10
10	Estetika	10	70	7	80	8	80	8
	JUMLAH	100		75		73		76,5

Dari evaluasi yang dilakukan dengan menggunakan matrik keputusan, maka konsep yang memiliki jumlah skor tertinggi menjadi konsep terpilih untuk dikembangkan ketahap selanjutnya, yaitu tahap perancangan.

### 2.3 Konsep Desain



Gambar 2. Konsep Desain

Keterangan :

1. Celah pisau
2. Pisau Dinamis
3. Poros
4. Pisau statis
5. Couple poros
6. Gearbox
7. Motor

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Perhitungan Laju volume

Mesin ini direncanakan untuk menghancurkan plastik dengan kapasitas 100 kg/jam. Sehingga kecepatan putar pisau untuk mencapai kapasitas 100 kg/jam dengan densitas plastik 0,91 g/cm<sup>3</sup> seperti terdapat pada tabel 3 :

Tabel 3. Sifat Mekanik Plastik

No	Material	Kekuatan Tarik (psi)	Modulus Tarik	Density, g/cm <sup>3</sup>
1	Polypropylene	4 800	195 000	0,91
2	HDPE	4 423	224 812	0,97
3	LDPE	1 943	41 615	0,94
4	ABS	4 100	24 000	1,21
5	Polystirene	3 000	240 000	1,05
6	ST60	48 590	29 010 000	

$$Q = \frac{W}{\rho} = \frac{100}{910} = 0,109 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.109 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times \frac{1}{3600} = 0,000030 \text{ m}^3/\text{s}$$

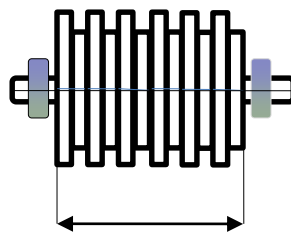
### 3.2 Perhitungan kecepatan putar

Untuk kecepatan putar pisau untuk mencapai kapasitas 100 kg/jam dapat dicari menggunakan persamaan:

$$n = \frac{60V}{\pi D} = \frac{60 \cdot 0,25}{\pi \cdot 0,125} = \frac{15}{\pi \cdot 0,125} = 40 \text{ rpm}$$

### 3.3 Panjang Chruser

Untuk menghasilkan kapasitas pemotongan Q (kg/jam) yang diharapkan diperlukan panjang mesin yang digunakan sebagaimana dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 3. Chruser

$$Q = l \cdot w \cdot s \cdot \rho \cdot n \cdot 60 \cdot z$$

$$l = \frac{Q}{w \cdot s \cdot \rho \cdot n \cdot 60 \cdot z} = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{0,010 \text{ m} \cdot 0,002 \text{ m} \cdot 910 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 40 \cdot 60 \cdot 15} = 0,15 \text{ m}$$

### 3.4 Gaya potong

Dalam perancangan diketahui tegangan geser plastik yaitu sebesar 1,8 N/mm<sup>2</sup> 18,34 kg/cm<sup>2</sup> dan tebal plastik yang akan dipotong adalah 2 mm sehingga didapat gaya potong pisau adalah :

$$Fs = 0.5x \left( \frac{s^2}{\tan \phi} \right) \tau_p$$

$$Fs = 0.5x \left( \frac{0,2^2}{\tan 30} \right) 18,34 = 0.5x \left( \frac{0,2^2}{0,57} \right) 18,34 = 0,64 \text{ kg}$$

#### 3.4.1 Perhitungan Mata Pisau

Bahan yang dipilih baja JIS SKD 11, merupakan ini karbon tinggi yang memiliki kekerasan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus dengan kekuatan tariknya  $\tau_b = 128 \text{ kg/mm}^2$  ( jfs-steel.com ) [8]. Dengan menggunakan persamaan diperoleh

$$\tau_b = \frac{6M}{wh^2}$$

$$M = \frac{\tau_b wh^2}{6} = \frac{128 \cdot 10 \cdot 20^2}{6} = 85333,33 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

#### 3.4.2 Perhitungan torsi

Besarnya gaya yang diperlukan pada setiap mata pisau adalah 0.64 kg. jika diameter pisau 120 mm maka torsi yang terjadi pada satu pisau adalah

$$T = F \times r = 0,64 \times 0,00012 = 0,0000768 \text{ kgm} = 0,0768 \text{ kgmm}$$

### 3.4.3 Perhitungan poros

Jika diameter gigi penggerak adalah 120 mm maka gaya yang terjadi pada ujung poros penggerak adalah  $F = T/r = 2,3 / 60 = 0,038 \text{ kg}$

Maka :

$$\begin{aligned} RA + RB &= P + F \\ RA + RB &= 100 + 0,038 \\ RA + RB &= 100,038 \text{ kg} \\ \Sigma MO &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RB &= \\ RB &= \\ RB &= \frac{7500 + 6,84}{150} \\ RB &= 50 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RA &= P + F - RB \\ RA &= 100 + 0,038 - 50 \\ RA &= 50,038 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 3.4.3 Perencanaan Transmisi

Momen torsi yang terjadi[9]

$$M = F \times r = 0,038 \times 60 = 2,28 \text{ kg.mm}$$

Jarak antar poros  $L = \frac{D_p + D_b}{2} = \frac{120 + 100}{2} = 110 \text{ mm}$  diameter roda gigi yang digunakan sehingga:

$$v = \frac{\pi d n}{60 \times 1000} = d = \frac{0,25 \times 60 \times 1000}{\pi(40)} = 119 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$$

Diameter roda gigi penggerak adalah 120 mm, dengan jumlah gigi 35.

1. Pith roda gigi

$$N_t = P \cdot d_n = P = \frac{D_n}{N_t} = \frac{120}{35} = 3,4 \text{ mm}$$

2. Addendum, dedendum, tinggi gigi, celah gigi

$$\text{Clearance} = \frac{0,25}{P} = \frac{0,25}{3,4} = 0,07 \text{ mm}$$

$$\text{Working depth} = \frac{2}{P} = \frac{2}{3,4} = 0,58 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi gigi} = \frac{2,25}{P} = \frac{2,25}{3,4} = 0,66 \text{ mm}$$

Diameter addendum :

$$D = d + 2x \frac{1}{P} = 120 + 2x \frac{1}{3,4} = 120,58 \text{ mm}$$

Diameter dedendum :

$$D = d - 2x \frac{1,25}{P} = 120 - 2x \frac{1,25}{3,4} = 119,42 \text{ mm}$$

3. Kecepatan keliling

$$V = \frac{\pi D x n}{60 \times 1000} = \frac{\pi \times 120 \times 40}{60 \times 1000} = 0,25 \text{ m/s}$$

4. Gaya yang terjadi pada gigi

Gaya tangensial

$$F_t = \frac{102 \times p \cdot d}{V} = \frac{102 \times 0,25}{0,25} = 120 \text{ kg}$$

Setelah itu kita dapat melakukan perhitungan beban lentur, dalam perhitungan beban lentur ini perlu diketahui faktor bentuk gigi (Y) yang diperoleh dari tabel faktor bentuk gigi (Sularso, 1983) yang merupakan harga untuk profil gigi standar dengan sudut  $20^\circ$ .

5. Beban lentur

$$F_b = \sigma_i \times P \times Y \times F_v$$

Dengan nilai  $F_v$  dengan kecepatan 0,25 m/s

$$F_v = \frac{3}{3+v} = \frac{3}{3+0,25} = 0,92.$$

Dengan menggunakan bahan besi cor FC 15 dengan tegangan lentur yang diizinkan 7 kg/mm<sup>2</sup> maka dapat ditentukan beban lentur yang terjadi :

$$F_b = 7 \times 2.5 \times 20 \times 0,92 = 46\text{kg/mm}$$

6. Lebar roda gigi

$$F_t = \frac{F_t}{F_b} = \frac{120}{46} = 3\text{mm}$$

## 4. Kesimpulan

### 4.1 Kesimpulan

1. Dari perhitungan yang telah dilakukan untuk mencapai kapasitas yang telah ditentukan didapat geometri pisau dengan 2 buah mata pisau dengan diameter 120 mm yang dipasang sejajar dengan jumlah mata pisau sebanyak 6 buah.

2. Mesin didesain dengan mata pisau dipasang sejajar dengan bagian samping kiri kanan terdapat mata pisau tetap. Salah satu poros terhubung langsung dengan motor penggerak.

### 4.2 Saran

Proses penghancuran merupakan proses mencacah barang menjadi bagian kecil jumlah mata pisau mempengaruhi banyaknya hasil yang akan dipotong. Maka diharapkan dalam proses selanjutnya dapat menghitung efisiensi dari jumlah mata pisau

## Daftar pustaka

- [1] D. P. Agung Suprihatin, "Pengolahan Sampah," 2018.
- [2] Firmansyah, "No Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah Botol Plastik kapasitas ± 33 Kg/Jam," *Semin. Nas. Teknoka*, 2019.
- [3] Cecep Dani Sucipto. 2012. "Teknologi Daur Ulang Sampah". Madiun: Gosyen Publishing.
- [4] Yamin, M., Satyadarma, D. & Naipospos, P. 2008. "Perancangan Mesin Pencacah Sampah type Crusher". Seminar Ilmiah Nasional. Jakarta: KOMMIT 2008
- [5] Rajagukguk, J. 2013. Analisa Perancangan mesin penghancur Plastik. Jurnal Dinamis 2013.
- [6] Sutowo, C. Diniardy, E. & Maryanto 2011, "Perencanaan Mesin Penghancur plastik Kapasitas 30 Kg/Jam. Sintek Jurnal.
- [7] Frendisegara. (2019). "Desain Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink kapasitas 10 Kg/Jam" Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan 2019.
- [8] G. Pahl and W. Beitz, "Engineering Design (A System Approach)", Translate by Ken Wallace, Lucienne Blessing and Frank Bauert, edited By Ken Wallace 1995.
- [9] Ivriansyah, (2017), "Rancang bangun alat penghancur sampah botol plastik dengan kapasitas 33 kg/jam", Laporan tugas akhir, Palembang : Prodi Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.