

ANALISA DISAIN MESIN PENCACAH PLASTIK DENGAN PISAU PEMOTONGAN LURUS DAN BERPENGGERAK TANGAN

Bahrul Ilmi

Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas IBA

email : bahrul.ilmi.uiba@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian terhadap disain mesin pencacah plastik yang banyak dilakukan saat ini adalah untuk mesin dengan desain menggunakan motor penggerak listrik. Begitu juga mesin-mesin pencacah plastik yang saat ini banyak dijual di pasaran adalah mesin yang berkapasitas cukup besar dan menggunakan penggerak mesin bensin atau diesel dan menggunakan motor listrik berdaya listrik diatas 750 watt. Mesin-mesin ini tidak cocok dipakai untuk usaha skala mikro misalnya untuk dipakai para pemulung dan juga usaha skala rumah tangga. Berangkat dari latar belakang permasalahan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menganalisa suatu disain mesin pencacah sampah plastik yang berkapasitas kecil dan hanya digerakkan oleh tangan, sehingga dapat dipergunakan dalam usaha skala rumah tangga dan mikro. Sebagai batasan penelitian, mesin yang dianalisa ini menggunakan pisau pemotong lurus dan sampah plastik yang dicacah berupa cup kemasan air minum. Dilakukan perhitungan dan analisa elemen mesin seperti poros dan bantalan untuk melihat kekuatan dan keamanan komponen mesin. Analisa persentase cup plastik tercacah dan kapasitas mesin per jam dilakukan untuk melihat apakah mesin cukup efektif untuk dipergunakan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa disain mesin sudah cukup baik karena mudah digunakan, umpan plastik dapat dicacah dengan baik dengan kapasitas pencacahan mesin sebesar 0,46 kg per jam.

Kata Kunci: pencacah plastik, pisau pemotongan lurus, berpenggerak tangan

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan yang tidak terpisahkan dalam kehidupan kita sehari-hari. Dengan berbagai kelebihanannya plastik dipakai di hampir semua bidang kehidupan. Sayangnya sampah dari bahan plastik ini tidak dapat dengan mudah terurai secara alami. Berjuta-juta ton bahan ini menumpuk memenuhi bumi di daratan maupun di lautan. Menurut kepala tim ilmuwan Universitas Georgia AS Dr. Jenna Jembeck (Parker, Laura. 2015) setiap tahunnya sampah plastik dibuang sebanyak delapan juta ton ke lautan di seluruh dunia dan hal ini disebabkan kesalahan dalam tata kelola sampah. Berdasarkan penelitian pakar ekologi Australia Dr. Christ Wilcox (Moore, Darrel. 2015), sampah plastik dibuang sebanyak 4 - 12 juta ton ke perairan setiap negara. Dari penelitian ini terungkap bahwa Indonesia menempati urutan kedua setelah China dari 20 negara yang bertanggung jawab terhadap 83% sampah plastik yang mencemari lautan dunia.

Pengelolaan sampah plastik ini dapat lebih optimal jika setiap komponen masyarakat turut serta didalam pengelolaannya. Selama ini di Indonesia peran pemulung sangat berarti didalam mengurangi jumlah sampah plastik yang dibuang. Para pemulung mengumpulkan sampah ini lalu dibersihkan dan dijual ke pengepul lalu dari pengepul dijual ke pabrik dalam bentuk plastik yang sudah dicacah halus. Sampah plastik ini menjadi berharga dan nilainya meningkat lebih dari dua kali lipat jika sudah dibersihkan dan dicacah halus dibandingkan yang belum dicacah halus. Sampah plastik yang sudah dicacah halus ini memudahkan dan ekonomis dalam pengangkutannya untuk didaur ulang lagi di pabrik menjadi barang-barang plastik.

Penelitian yang dilakukan terhadap disain mesin pencacah plastik yang dilakukan Rajagukguk (Rajagukguk, Jenniria. 2013), penelitian yang dilakukan Syamsiro (Syamsiro,

Mochamad. et.al. 2016), penelitian yang dilakukan Upingo (Upingo, Hariyanto. et.al. 2016) dan penelitian-penelitian lain saat ini adalah untuk mesin dengan desain menggunakan motor penggerak listrik. Begitu juga mesin-mesin pencacah plastik yang saat ini banyak dijual di pasaran adalah mesin yang berkapasitas cukup besar dan menggunakan penggerak mesin bensin atau diesel dan menggunakan motor listrik berdaya listrik diatas 750 watt. Hal ini menyebabkan mesin-mesin ini tidak cocok dipakai untuk usaha skala mikro misalnya untuk dipakai para pemulung dan juga usaha skala rumah tangga. Berangkat dari latar belakang permasalahan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menganalisa suatu desain mesin pencacah sampah plastik yang berkapasitas kecil dan hanya digerakkan oleh tangan, sehingga dapat dipergunakan dalam skala rumah tangga dan terutama para pemulung untuk meningkatkan nilai tambah produk yang dihasilkannya, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan mereka. Sebagai batasan penelitian, mesin yang dianalisa ini menggunakan pisau pemotong lurus dan sampah plastik yang dicacah berupa cup kemasan air minum.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Plastik

Menurut Tata Surdia (Surdia, Tata. 1992), jenis plastik plastik yang banyak dipergunakan untuk mengemas air minum kemasan botol dan cup adalah *poly ethilene teraphthalat* (PET) karena mudah diolah, yaitu dicetak dengan penekanan, injeksi, ekstrusi peniupan dan dengan hampa udara. Polietilen pada temperatur rendah bersifat fleksibel tahan impak dan tahan bahan kimia.

Plastik-plastik yang dipergunakan industri dalam mengemas produknya terdiri dari beberapa jenis polimer yang berbeda-beda rantai monomernya. Umumnya ada tujuh jenis polimer yang dipergunakan dan diberi kode dengan logo segi tiga panah (logo daur ulang) dan diberi angka 1 sampai 7 oleh *The Society of Plstic Industry* . Ketujuh jenis polimer ini secara berurutan, yaitu: *poly ethilen teraphthalat* (PET), *high density poly ethilene* (HDPE), *poly vinyl chloride* (PVC), *low density poly ethilene* (LDPE), *poly propilene* (PP), *poly stirene* (PS) dan polimer-polimer jenis lain.

2.2 Siklus Perancangan Produk

Menurut David G Ullman (Ullman, David. G. 1997) dalam perancangan produk terdapat siklus kehidupan produk, yaitu dimulai dengan identifikasi kebutuhan, kemudian merencanakan proses perancangan, mengembangkan kebutuhan teknis, mengembangkan konsep, mengembangkan produk, manufaktur produk, perakitan, distribusi, instalasi, pemakaian produk oleh konsumen dan akhirnya didaur ulang atau digunakan kembali.

Menurut Karl T Ulrich (Ulrich. 1995) dalam perspektif investasi, hasil pengembangan produk yang sukses adalah yang dapat diproduksi dan terjual secara menguntungkan. Ada lima dimensi yang diperhitungkan untuk mengukur kinerja pengembangan produk, yaitu: kualitas produk, biaya manufaktur, lamanya waktu pengembangan, biaya pengembangan dan kapabilitas produk.

Pada mesin pencacah sampah plastik yang diteliti ini bahan baku yang akan diolah/umpan berupa plastik PET sampah kemasan cup air minum. Plastik ini dipotong-potong dengan pisau pemotongan lurus menjadi serpihan-serpihan kecil. Untuk menggerakkan poros pisau digunakan tangan dengan mekanisme transmisi rantai dan sproket.

Proses kerja mesin diawali dengan menggerakkan tuas pemutar yang dihubungkan dengan sproket, lalu sproket menggerakkan rantai yang dihubungkan dengan sproket pada poros pisau pemotong, pisau pemotong terdiri dari pisau gerak dan pisau diam, selanjutnya plastik dimasukkan ke dalam *hopper* yang selanjutnya masuk ke dalam mesin dan dipotong oleh pisau gerak dan ditahan pisau diam agar benda terpotong dengan sempurna. Bagian hasil potongan yang halus akan keluar melalui saringan, selanjutnya hasil potongan ini ditampung di tempat penampungan.

2.3 Perhitungan Elemen Mesin

Bagian atau elemen mesin pada mesin manual pencacah sampah plastik ini terdiri dari rangka, casing/rumah mesin, sproket, rantai, poros, bantalan dan pisau potong. Perhitungan poros, bantalan, sproket dan rantai disusun secara garis besarnya saja.

2.3.1 Poros Transmisi

Daya ditransmisikan pada poros ini melalui sproket rantai. Pembebanan utamanya berupa torsi, pembebanan berupa lenturan nilainya kecil. Jika momen puntir adalah T (kg.mm) maka (Sularso, 1994):

$$Pd = \frac{(T/1000)(2\pi n/60)}{102}$$

Sehingga,

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n}$$

Bila momen rencana T (kg.mm) dibebankan pada suatu diameter poros d_s (mm) maka tegangan geser (kg/mm²) yang terjadi adalah:

$$\tau = \frac{T}{\pi d_s^3 / 16} = \frac{5,1T}{d^3}$$

Tegangan geser yang diizinkan untuk pemakaian umum pada poros dapat diperoleh dengan berbagai cara. Dihitung atas dasar batas kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang besarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik (kg/mm²). Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik, sesuai dengan standar ASME. Untuk harga 18% ini faktor keamanan diambil sebesar $1/0,18 = 5,6$. Harga 5,6 ini diambil untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa, dan baja paduan. Faktor ini dinyatakan dengan Sf_1 (Surdia, 1992).

2.3.2 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan dapat diklasifikasikan atas:

1. Gerakan bantalan terhadap poros

- Bantalan luncur, pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.
- Bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

2. Arah beban terhadap poros

- Bantalan radial. Arah beban yang ditumpu adalah tegak lurus sumbu poros.
- Bantalan aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
- Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

Dalam perencanaan bantalan radial, kekuatan bantalan termasuk hal yang penting. Kekuatan bantalan diberikan setelah diameter poros telah ditentukan. Misalkan pada sebuah bantalan ujung terdapat suatu beban yang terbagi rata dan bekerja pada bantalan dari sebelah bawah. Panjang bantalan dinyatakan dengan l (mm), beban persatuan panjang dengan W (kg), serta reaksi pada tumpuan dihitung, maka:

$$W = wl$$

Besarnya momen lentur maksimum yang ditimbulkan oleh gaya-gaya di atas adalah:

$$M = wl^2/2 = Wl/2$$

Besarnya momen tahan lentur untuk poros lingkaran pejal adalah $Z = \pi d^3/32$ dan $M \leq \sigma_a Z$ dimana σ_a (kg/mm²) adalah tegangan lentur yang diijinkan, maka:

$$Wl/2 \leq \sigma_a \left(\frac{\pi d^3}{32} \right)$$

$$l \leq \frac{\pi \sigma_a}{16 W} d^3 = \frac{1}{5,1} \frac{\sigma_a}{W} d^3 = l_{max}$$

$$d \geq \sqrt[3]{5,1 Wl/\sigma_a}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

3.1.1 Alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini secara garis besar antara lain:

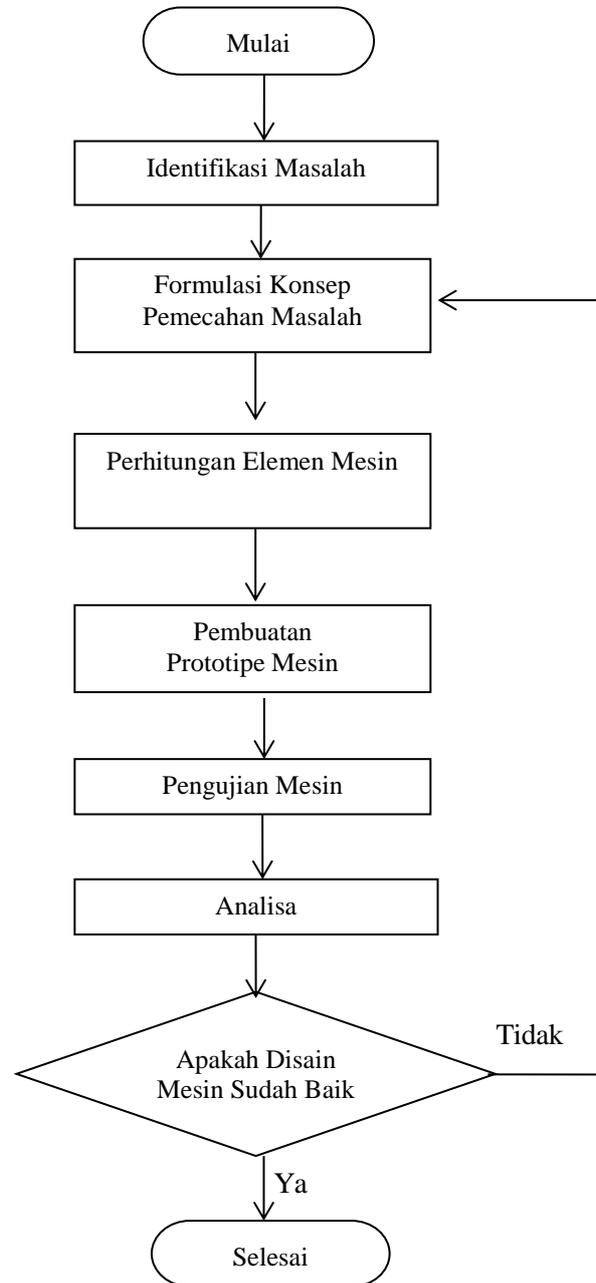
- a. Mesin las listrik
- b. Mesin rol
- c. Mesin bubut
- d. Mesin gurdi
- e. Mesin gergaji
- f. Mesin gerinda
- g. Kikir dan amplas
- h. Jangka sorong dan mistar baja
- i. Tang dan kunci pas
- j. Timbangan pegas

3.1.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah untuk pembuatan mesin dan pengujian mesin, secara garis besar antara lain:

- a. Batang baja AISI 4340 untuk poros mesin
- b. Baja per untuk pisau gerak dan pisau diam
- c. Pelat baja untuk saringan dan rumah mesin
- d. Baja profil L untuk rangka dan kaki mesin
- e. Bantalan
- f. Sproket
- g. Rantai rol
- h. Tuas putar
- i. Flywheel
- j. Cat mesin
- k. Plastik cup air minum

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

4. PENGOLAHAN DATA

4.1 Perhitungan Elemen Mesin

4.1.1 Poros

Pada mesin pencacah ini terdapat dua poros. Data dan perhitungan poros mesin pencacah plastik yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Panjang tuas engkol (r_1) = 16 cm = 0,16 m (hasil pengukuran).
2. Beban untuk memutar engkol (p_1) = 1 kg (hasil pengukuran).
3. Percepatan gravitasi (g) = 9,81m/s².
4. Putaran poros I (n_1) = 130 rpm (hasil pengukuran).
5. Jari-jari sproket 1 (r_2) = 10 cm = 0,1 m.
6. Jari-jari sproket 2 (r_3) = 3,5 cm = 0,035 m.
7. Gaya untuk memutar engkol (F_1) = 9,81 N.
8. Torsi pada poros 1 (T_1) = 1,57 Nm.
9. Kecepatan sudut (ω) = 13,61 rad/s.
10. Daya yang ditransmisikan (P) = 0,021 kW.
11. Daya rencana (P_d) pada poros I = 0,029 kW.
12. Momen puntir rencana pada poros I (T) = 217,3 kg.mm.
13. Tegangan geser yang diizinkan (τ_a) = 4 kg/mm².
14. Diameter poros I (ds_I) = 8 mm.
15. Diameter poros II (ds_{II}) = 10 mm.

4.1.2 Bantalan

Mesin ini menggunakan bantalan bola radial alur dalam baris tunggal, agar mampu menerima beban radial.

1. Beban ekivalen dinamis (P) = 8,758 kg.
2. Beban radial ekivalen Statis (P_O) = 9,384 kg.
3. Faktor kecepatan bantalan bola (f_n) = 0,477.
4. Faktor umur bantalan bola (f_h) = 54,464.
5. Umur nominal bantalan bola (L_h) = 9221 Tahun.

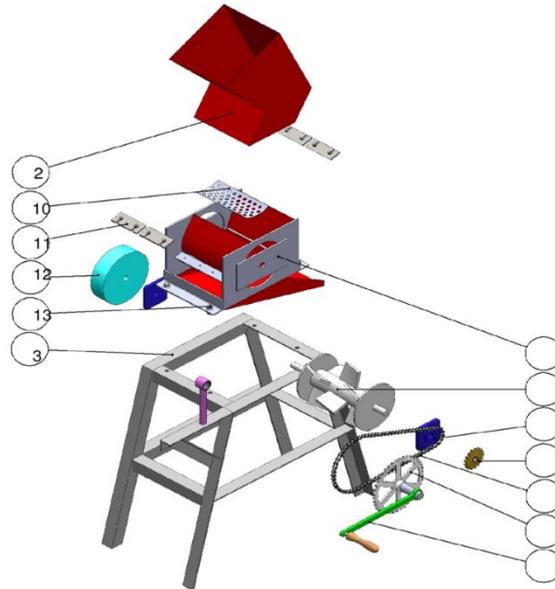
4.1.2 Komponen Mesin

Komponen-komponen mesin pencacah plastik ini terdiri dari 14 komponen utama, yaitu:

1. Rumah mesin.
2. Saluran masuk.
3. Rangka.
4. Poros.
5. Bantalan.
6. Sproket kecil.
7. Rantai.
8. Sproket besar.
9. Tuas engkol.
10. Saringan.
11. Pisau tetap.
12. *Flywheel*.

13. Saringan keluar.
14. Pisau gerak.

Keseluruhan komponen mesin di atas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.1. Komponen Mesin

4.2 Hasil Pengujian Mesin Pencacah

Pengujian dilakukan menggunakan tiga merek bahan cup plastik air minum, yaitu Aqua, Daira dan Alfa One. Adapun data hasil pengujian mesin pencacah dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pencacahan

No.	Merek Cup Plastik	Tebal Rerata (mm)		Berat Rerata per 10 Cup (gr)	Waktu Pencacahan (detik)	Berat Rerata Hasil (gr)	Persentase Tercacah
		Bibir	Badan				
1	Aqua	0,85	0,25	33,3	180	23,05	$23,05/33,3 \times 100\% = 69,21 \%$
2	Daira	0,80	0,25	31,9	180	23,20	$23,20/31,9 \times 100\% = 72,73 \%$
3	Alfa	0,82	0,25	32,3	180	22,85	$22,85/32,3 \times 100\% = 70,74 \%$

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan elemen mesin dapat dilihat bahwa poros mesin cukup kuat dan aman. Bantalan yang direncanakan cukup tahan lama menahan beban yang ada. Dimensi keseluruhan mesin adalah 600 mm x 350 mm x 1200 mm. Mesin pencacah plastik ini dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 5.1 Tampak Depan dan Belakang Mesin



Gambar 5.2 Tampak Dalam Mesin

Dari hasil pengujian mesin pencacah yang dilakukan dengan tiga merek cup air minum cukup efektif. Nilai rerata persentase cup plastik yang tercacah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.1 Nilai Rerata Cup Plastik Tercacah

No.	Rerata Tebal Cup (mm)		Rerata Berat per 10 Cup (gr)	Rerata Waktu Pencacahan (detik)	Rerata Berat Hasil (gr)	Rerata Persentase Tercacah
	Bibir	Badan				
1	0,823	0,25	32.5	180	23.03	$23,03/32,5 \times 100\% = 70,87 \%$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Pencacahan per jam} &= \frac{3600 \text{ detik/jam}}{180 \text{ detik}} \times 23,03 \text{ gram} \\
 &= 460,6 \text{ gram/jam} \\
 &= 0,46 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

6. KESIMPULAN

Dari pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komponen mesin cukup kuat dan aman dioperasikan.
2. Desain mesin pencacah plastik dengan pisau pemotongan lurus dan berpengerak tangan ini cukup efektif mencacah plastik cup air minum dengan rerata persentase plastik yang tercacah sebesar 70,87 %.
3. Kapasitas pencacahan mesin sebesar 0,46 kg/jam sudah cukup memenuhi kebutuhan untuk penggunaan dalam skala industri rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Moore, Darrel. 2015. Eight Million Tonnes of Plastic Dumped in World’s Oceans Each Years. CWIM Journal Online. Posted on 13 February 2015. www.ciwm-journal.co.uk/archives/12133 . Diakses 2 Mei 2017.
- Parker, Laura. 2015. Eight Million Tons of Plastic Dumped in Ocean Every Year. National Geographic. Published February 13, 2015. <http://news.nationalgeographic.com/news/2015/02/150212-ocean-debris-plastic-garbage-patches-science/>. Diakses 2 Mei 2017.
- Rajagukguk, Jenniria. 2013. Analisis Perancangan Mesin Penghancur Plastik. Jurnal Dinamis. Volume 2 No. 12. Januari 2013. ISSN: 0216-7492. <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/jddtm/article/view/3710/1757>. Diakses 9 Mei 2017.
- Sularso. 1994. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Surdia, Tata. 1992. Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Syamsiro, Mochamad. et.al. 2016. Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. Jurnal Mekanika dan Sistem Termal. Volume 1 No. 2. Agustus 2016. e-ISSN: 2527-4910. https://www.researchgate.net/publication/309210723_Rancang_Bangun_Mesin_Pencacah_Plastik_Sebagai_Bahan_Baku_Mesin_Pirolisis_Skala_Komunal. Diakses 9 Mei 2017.
- Ullman, David G. 1997. The Mechanical Design Process. McGraw-Hill, Inc. Singapore.
- Ulrich, Karl T, Steven D. Epinge. 1995. Product Design and Development. McGraw-Hill, Inc. Singapore.
- Upingo, Hariyanto. et.al. 2016. Optimalisasi Mesin Pencacah Plastik Otomatis. Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo. Volume 1 No. 2. Oktober 2016. e-ISSN: 2503-2992. https://www.researchgate.net/publication/316739146_OPTIMALISASI_MESIN_PENCACAH_PLASTIK_OTOMATIS. Diakses 9 Mei 2017.