

PERANCANGAN MESIN PENCACAH PLASTIK DENGAN KAPASITAS 20 KG per JAM MENGGUNAKAN DESAIN PISAU TIPE FLAT

Masgun Ariadi¹ Ridha Siddiq² Abdul Malik Made³

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Batam, Jl. Uniba No. 5 Batam Center, Kota
Batam, Kepulauan Riau 29432

Abstrak

Banyaknya sampah plastik yang menumpuk dan tidak terkelola dengan baik mengakibatkan pencemaran lingkungan yang berkepanjangan. Adapun dalam sisi ekonomi, sampah plastik memiliki nilai jual yang rendah. Dari permasalahan tersebut, dibuatlah sebuah solusi berupa perancangan alat yang mampu mengatasi masalah tersebut yaitu mesin pencacah plastik. Tujuan pada perancangan mesin pencacah plastik ini adalah untuk menciptakan alat yang efektif dan aman dalam mencacah plastik, serta menghasilkan gambar fabrikasi dan gambar mesin sebagai panduan produksi. Rancangan ini juga bertujuan untuk mengurangi dampak negatif sampah plastik terhadap lingkungan dan meningkatkan nilai jual. Penelitian ini menggunakan metode pemilihan varian konsep perancangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa mesin pencacah plastik yang dirancang memiliki kapasitas 20 kg/jam dengan menggunakan motor listrik 1 Phase 3 HP 1500 RPM dengan daya 2,2 kW. Torsi yang dihasilkan sekitar 14,2 N.m, daya rencana 2,684.5 W dengan perhitungan momen puntir sebesar 1,743,13 kg.mm. Dalam pemilihan varian konsep perancangan, desain pisau yang dipilih adalah desain tipe flat yang disusun secara zig-zag pada poros dan rangka yang mendukung efisiensi kinerja mesin. Hasil perancangan ini menghasilkan gambar fabrikasi dan gambar mesin yang terperinci sehingga dapat mendukung sebagai acuan ketika proses pembuatan dilaksanakan.

Kata Kunci: Sampah Plastik, Perancangan, Gambar Fabrikasi dan Mesin Pencacah Plastik

Abstract

The amount of plastic waste that accumulates and is not managed properly results in prolonged environmental pollution. As for the economic side, plastic waste has a low selling value. From these problems, a solution is made in the form of designing a tool that can overcome these problems, namely a plastic chopping machine. The purpose of this plastic chopping machine design is to create an effective and safe tool in chopping plastic, and produce fabrication drawings and machine drawings as a production guide. This design also aims to reduce the negative impact of plastic waste on the environment and increase selling value. This research uses the design concept variant selection method. The results of this study indicate that the designed plastic chopping machine has a capacity of 20 kg/hour using a 1 Phase 3 HP 1500 RPM electric motor with a power of 2.2 kW. The torque produced is about 14.2 N.m, the planned power is 2,684.5 W with a torsional moment calculation of 1,743.13 kg.mm. In the selection of design concept variants, the selected knife design is a flat type design arranged in a zigzag manner on the shaft and frame that supports the efficiency of engine performance. The results of this design produce detailed fabrication drawings and machine drawings so that they can support as a reference when the manufacturing process is carried out.

Keywords: Plastic Waste, Design, Fabrication Drawing and Plastic Shredding Machine

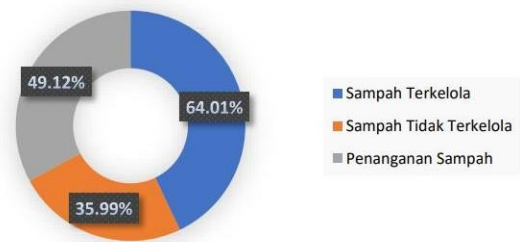
1. Pendahuluan

Di Indonesia peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk berpengaruh pada peningkatan jumlah volume sampah plastik khususnya di daerah perkotaan. Masalah ini menjadi sangat serius apabila tidak ditangani dengan benar, karena sampah plastik berdampak pada lingkungan dan menjadi tempat bersarangnya berbagai penyakit. Sampah plastik dapat diatasi dengan sebuah usaha yang strategis, menyeluruh, dan berkesinambungan agar dalam prosesnya tidak timbul masalah baru (Khofifah,2020).

Tahun 2019 produksi sampah plastik di Indonesia sekitar 175.000 ton per hari. Data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun.

Hal ini memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Salah satu cara untuk mengatasi limbah plastik yang ekonomis dan ramah terhadap lingkungan adalah dengan metode daur ulang. Dalam proses daur ulang limbah plastik, tahap pertamanya adalah proses pencacahan menggunakan mesin pencacah limbah plastik. Pencacahan merupakan proses daur ulang plastik bekas yang mempunyai fungsi mengolah plastik bekas menjadi bahan baku sekunder berupa serpihan.

Di Indonesia, timbulan sampah pada tahun 2022 mencapai 36,190,195.05 ton di mana 18,11% merupakan sampah plastik. Sebagian besar sampah plastik berjenis PET (Polyethylene terephthalate) yang berhasil di daur ulang di Indonesia tergolong cukup rendah yaitu kurang dari 10%. Padahal sampah plastik jenis PET (Polyethylene terephthalate) ini merupakan bahan baku paling penting yang dibutuhkan di dalam negeri untuk industri plastik daur ulang yang berperan besar terhadap ekonomi di Indonesia.



Gambar 1 Persentase Pengelolaan Sampah dari 310 Kabupaten/kota se-Indonesia pada tahun 2022
Sumber : KLHK

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2022 jumlah sampah yang tidak dapat dikelola mencapai 35,99% dan pengelolaan sampah yang sudah dilakukan sebanyak 64,01% dengan total penanganan sampah 49,12%. Pada komposisi sampah yang terjadi sepanjang tahun 2022, sampah sisa makanan lebih unggul dengan persentase 40,30% lalu diikuti dengan plastik 18,11%, kayu/ranting 12,99% dan kertas/karton 11,3%. Permasalahan ini juga terjadi di kota Batam terhadap timbulan sampah dan pengelolannya. Pada tahun 2022 sebanyak 413,461 ton sampah dengan persentase pengangkutan sampah di kota Batam mencapai 75,05%.

Adapun sampah yang tertangani di kota Batam mencapai sekitar 365,000 ton dan jumlah pengelolaan sampah yang dilakukan oleh pihak swasta di kota Batam sebesar 48,765 ton. Menurut Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Batam, dalam satu hari rata-rata Sampah Terkelola Sampah Tidak Terkelola Penanganan Sampah sampah yang diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sebanyak 900 hingga 1000 ton, 20% dari sampah tersebut adalah sampah plastik atau sejenisnya. Hal ini menyebabkan Kota Batam menempati peringkat pertama sebagai penghasil sampah terbanyak di Kepulauan Riau dengan beberapa kota lainnya seperti, Kab. Bintan, Kab. Karimun, Kab. Natuna, Kab. Lingga, Kab. Kepulauan Anambas, dan Kota Tanjung Pinang.

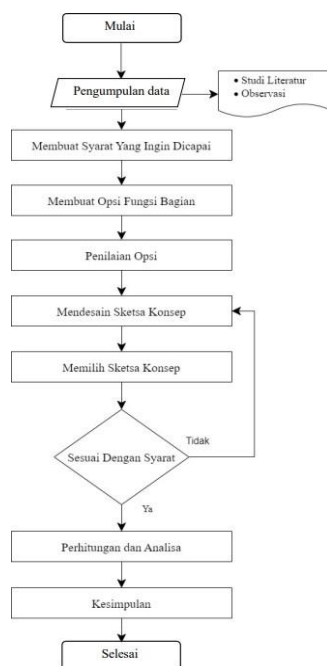
Tabel 1 Timbulan Sampah Kepulauan Riau Tahun 2022 KLHK

Tahun	Provinsi	Kab/Kota	Sampah Harian (ton)	Sampah Tahunan (ton)
2022	Kepulauan Riau	Kab. Bintan	55.92	20,409.89
2022	Kepulauan Riau	Kab. Karimun	186.32	68,008.22
2022	Kepulauan Riau	Kab. Natuna	34.18	12,475.12
2022	Kepulauan Riau	Kab. Lingga	28.43	10,376.55
2022	Kepulauan Riau	Kab. Kepulauan Anambas	13.20	4,814.00
2022	Kepulauan Riau	Kota Batam	1,132.77	413,461.60
2022	Kepulauan Riau	Kota Tanjung Pinang	155.91	56,905.36
			1,606.73	586,454.74

Berdasarkan uraian diatas, tugas akhir ini akan membahas topik perancangan mesin cacah plastik dengan judul rancang bangun mesin pencacah plastik tipe flat. Dalam penelitian ini, dirancang mesin pencacah limbah plastik dengan pisau pencacah yang berjumlah 10 buah pisau yang terdiri dari 6 buah pisau gerak yang bergerak mengikuti putaran poros dan 4 buah pisau tetap yang menempel pada rangka mesin. Perancangan mesin pencacah plastik ini meliputi analisa beban pencacahan, perancangan komponen, pemilihan material, dan pemilihan komponen. Dari hasil rancangan diperoleh daya pemotongan plastik digunakan motor listrik 3 HP 1 phase dengan output speed 1500 RPM

2. Metode Penelitian

Diagram alir pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2 Diagram Alir

Membuat Syarat Yang Ingin Dicapai

Dalam tahapan ini akan diuraikan syarat yang ingin dicapai dari rancangan mesin pencacah plastik. Daftar syarat nantinya akan terdapat tiga syarat, yaitu syarat utama yang berkaitan dengan dimensi dan hal-hal bersifat teknis, syarat kedua yang dengan kapasitas motor. Serta syarat yang ketiga berkaitan dengan material.

Membuat Opsi Fungsi Bagian

Dalam tahapan ini akan dijabarkan fungsi bagian utama mesin pencacah sampah plastik dengan menggunakan blok fungsi. Kemudian dibuat alternatif untuk setiap fungsi dari mesin pencacah plastik beserta analisa keuntungan dan kerugian dari setiap alternatif.

Sketsa Konsep

Pembuatan gambar susunan mesin pencacah plastik dengan menggunakan software, yang diharapkan dapat memberikan informasi tentang fungsi dan kegunaan mesin pencacah plastik ini.

Perhitungan dan Analisa

1. Perhitungan Torsi Motor

Secara umum torsi merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Dari penjelasan tersebut, maka rumusan untuk torsi diperoleh dari Persamaan (Sularso, 2002) :

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{nr}{60}} = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot nr} \quad \dots\dots\dots (1)$$

P = Daya motor (kW)
 T = Torsi motor (N.m)
 nr = Putaran motor Rpm

2. Perhitungan Daya Rencana

Menghitung daya rencana pada motor dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (Sularso, 2002) :

$$Pd = fc \cdot P \quad \dots\dots\dots (2)$$

Pd = Daya rencana motor (kW)
 fc = Faktor Koreksi
 P = Daya motor (kW)

Tabel 2 Faktor Koreksi (fc)

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata	1,2-2,0
Daya maksimum	0,8-1,3
Daya normal	1,0-1,5

3. Momen Puntir Rencana

Momen puntir diakibatkan adanya momen puntir yang membebani suatu poros, sehingga akan mengakibatkan poros tersebut terpuntir. Maka dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (Sularso, 1997) :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \dots\dots\dots (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Syarat Yang Ingin Dicapai

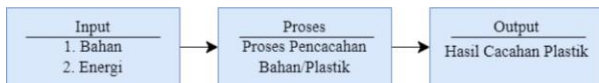
Adapun syarat yang ingin dicapai dalam perancangan ini sebagai berikut :

Tabel 3 Syarat Yang Ingin Dicapai

No.	Description	Yes	No
1	Dimensi	Accepted	n/a
2	Kapasitas motor	Accepted	n/a
3	Material	Accepted	n/a

Blok Fungsi

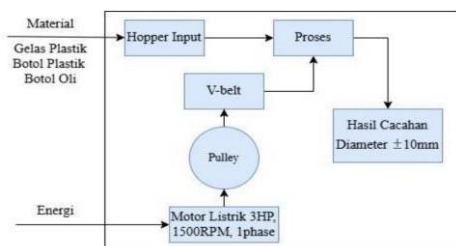
Pada blok fungsi ini dapat dideskripsikan sebagai aliran energi, aliran material dan aliran informasi, yang digambarkan sebagai blok fungsi dengan aliran masuk dan aliran keluar. Jenis energi dapat berupa energi mekanik, listrik atau termal. Ketika energi tersebut dapat dialirkan maka dapat disimpan, ditransformasi, dialihkan.



Gambar 3 Blok Fungsi

Diagram Blok Perancangan Alat

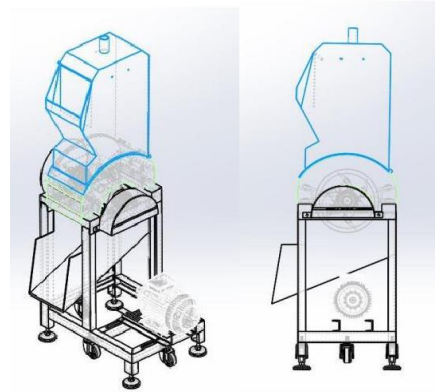
Diagram blok perancangan alat ini merupakan gambaran dasar mengenai sistem yang akan dirancang. Setiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing, dengan memahami gambar blok diagram maka sistem yang dirancang sudah dapat dibangun dengan baik.



Gambar 4 Blok Perancangan

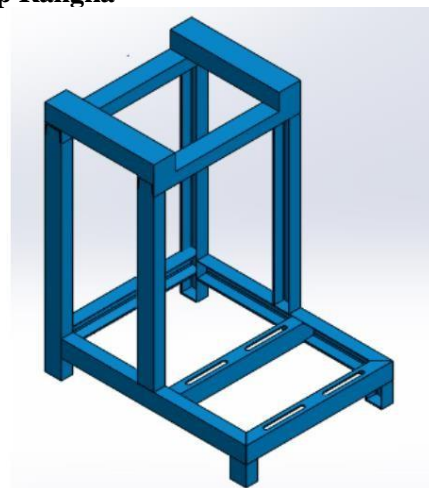
Sketsa Konsep

Konsep mesin pencacah plastik adalah proses merancang representasi visual dari mesin yang akan digunakan untuk mencacah plastik. Sketsa ini berfungsi sebagai dasar dalam pengembangan desain, memungkinkan perancang untuk memvisualisasikan komponen dan mekanisme yang terlibat.



Gambar 5 Konsep Mesin

Konsep Rangka



Gambar 6 Rangka

Kelebihan :

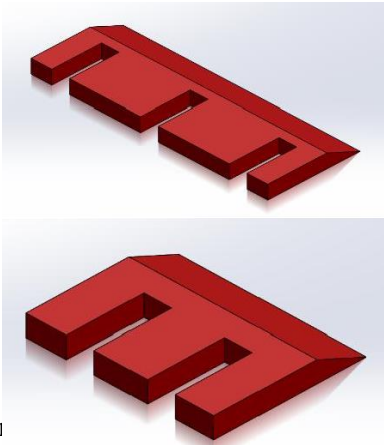
- Kemudahan fabrikasi bentuk hollow U memungkinkan untuk pemotongan, pengelasan, dan pembentukan yang lebih mudah, memudahkan proses fabrikasi dan perakitan rangka mesin.
- Stabilitas dan ketahanan desain hollow memberikan stabilitas yang lebih baik pada struktur, yang penting untuk menjaga keselarasan dan kinerja mesin selama operasi.
- Penghematan ruang struktur hollow U dapat membantu menghemat ruang dalam desain mesin, memungkinkan pengaturan yang lebih kompak dan efisien.

- Program Studi Teknik Mesin Universitas Batak lebih ekonomis dibandingkan dengan material lainnya yang memiliki sifat serupa, sehingga bisa menjadi pilihan yang lebih baik dari segi biaya untuk proyek industri.
- Fleksibilitas desain tersedia dalam berbagai ukuran dan ketebalan, besi hollow U memungkinkan fleksibilitas dalam desain rangka, sesuai dengan kebutuhan spesifik mesin pencacah.

Kekurangan :

- Kelemahan di sudut dan sambungan kekuatan struktural dapat berkurang pada sambungan dan sudut, terutama jika tidak dilakukan pengelasan atau pengikat yang baik, yang dapat mempengaruhi stabilitas keseluruhan mesin
- Korosi meskipun bisa dilapisi untuk tahan karat, besi hollow U tetap rentan terhadap korosi jika tidak dilindungi dengan baik, terutama di lingkungan yang lembap atau terkena bahan kimia.
- Tidak semua aplikasi mungkin cocok untuk penggunaan besi hollow U, terutama jika memerlukan kekuatan yang lebih tinggi atau ketahanan terhadap suhu ekstrem.

Konsep Pisau



Kelebihan

- Efisiensi pencacahan pisau flat dirancang untuk mencacah bahan dengan efisiensi tinggi, memungkinkan pemrosesan bahan dalam waktu yang lebih singkat.
- Ketajaman biasanya pisau flat memiliki sudut pemotongan yang tajam, yang meningkatkan kemampuan mereka untuk memotong dan mencacah bahan dengan mudah.

- Mudah dibersihkan desainnya yang datar dan sederhana memudahkan pembersihan setelah digunakan, mengurangi risiko kontaminasi.
- Konsistensi ukuran pisau pencacah tipe flat dapat menghasilkan potongan yang lebih konsisten dalam ukuran, yang penting untuk kualitas produk akhir.
- Fleksibilitas pisau ini dapat digunakan untuk berbagai jenis bahan.
- Biaya pemeliharaan rendah dengan perawatan yang baik, pisau flat dapat bertahan lama, sehingga mengurangi biaya penggantian

Kekurangan :

- Ketahanan terhadap aus pisau flat cenderung lebih cepat aus jika digunakan untuk memotong bahan plastik yang keras atau tebal, sehingga memerlukan penggantian atau perawatan lebih sering.
- Pengaturan sudut pemotongan yang tetap pada pisau flat dapat membatasi fleksibilitas dalam pengaturan kedalaman pemotongan dan jenis potongan yang diinginkan.
- Resiko tersumbat desain flat bisa menyebabkan penyumbatan pada proses pemotongan jika material plastik tidak terdistribusi dengan baik, mengganggu aliran bahan masuk.

Perhitungan dan Analisa

1. Perhitungan Torsi Motor

Diketahui Daya motor (P) = 1 Hp, dengan putaran motor 1450 Rpm. Untuk mencari , maka dapat dihitung :

Diketahui :

P = 3 HP

Nr = 1500 rpm Sehingga :

$$= \frac{2237,1 \cdot 60 \text{ (watt)}}{2,3,14 \cdot 1500 \text{ (putaran/detik)}}$$

$$= 14,2 \text{ N.m}$$

2. Perhitungan Daya Rencana

Diketahui $f_c = 1,2$ dengan daya transmisi dipilih daya rata-rata, ketentuan ini diambil berdasarkan tabel faktor koreksi.

Diketahui :

$$f_c = 1,2$$

$$P = 2237,1$$

Sehingga :

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,2 \cdot 2237,1$$

$$P_d = 2,684,5 (W)$$

3. Momen Puntir Rencana

Diketahui :

$$P_d = 2,684,5 W$$

$n_1 = 1500$ rpm Sehingga :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{2,684,5}{1500}$$

$$T = 1,743,13 (kg.mm)$$

1. Hasil yang diperoleh yaitu rancangan mesin pencacah plastik memiliki kapasitas 20 kg/jam dengan menggunakan motor listrik 1 Phase 3 HP 1500 RPM dengan daya 2,2 kW. Torsi yang dihasilkan sekitar 14,2 N.m, daya rencana 2,684.5 W dengan perhitungan momen puntir sebesar 1,743,13 kg.mm
2. Dalam pemilihan varian konsep perancangan, desain pisau yang dipilih adalah desain tipe flat yang disusun secara zig-zag pada poros dan rangka yang mendukung efisiensi kinerja mesin. Hasil perancangan ini menghasilkan gambar fabrikasi dan gambar mesin yang terperinci sehingga dapat mendukung sebagai acuan ketika proses pembuatan dilaksanakan.

Daftar Pustaka

- [1]. Akmal, K. Hardiansyah. Zulkifli., "Modifikasi Mesin Pencacah," Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar, September 2019.
- [2]. Abdurachman, A. Alamsyah, F. Utama, Y. C., "Rancangan dan Simulasi Mesin Pencacah Sampah Plastik Jenis PETE dan LDPE Metode Single Group

Cutter," Politeknik Manufaktur Negeri, Agustus 2020.

- [3]. Hartanto., "Desain dan Analisa Mesin Crushing Botol Plastik Bekas Untuk Industri Kecil Dengan Menggunakan Simulasi," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Februari 2016.
- [4]. Ilmayanti. T., "Perancangan Mesin Pencacah Sampah Plastik Dengan Menggunakan Metode VDI 2222," Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Juni 2023.
- [5]. Laksono, M. H., "Perancangan dan Pengujian Sampah Mesin Cacah Plastik Portabel Menggunakan Teknologi Crusher Dengan Mata Pisau Shredder," Universitas Lampung, Februari 2023.
- [6]. Prasetyo, B., "Rancang Bangun Rangka mesin Pencacah Plastik Kemasan," Universitas Sebelas Maret, Juli 2012.
- [7]. Rachmawati, A. F., "Analisa Gaya dan Daya Pada Alat Pamarut Mesin 3 In 1 Untuk Meningkatkan Kapasitas dan Kualitas Produksi Kerupuk Sermier Dengan Beban 3 Kg Per 15 Menit," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Juni 2015.
- [8]. Segara, F., "Desain Mesin Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink Kapasitas 10kg/Jam," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Juli 2019.
- [9]. Sularso. Suga, K., "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin," 2000. Jakarta: Pradya Paramita.