



RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH SAMPAH KEMASAN GELAS CUP MINUMAN PORTABLE

Qotrunada Miftahul¹, Kusnadi¹, Haufi Septira¹, Herwandi¹, Surojo¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: nadibae151@gamil.com

ABSTRAK

Peningkatan konsumsi minuman kemasan gelas cup berbahan plastik PET menyebabkan bertambahnya volume limbah plastik yang memerlukan penanganan lebih efektif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah proses pencacahan sebagai tahap awal sebelum daur ulang. Penelitian ini bertujuan merancang mesin pencacah sampah kemasan gelas cup minuman portable dengan sistem dual stage yang mampu menghasilkan ukuran cacahan lebih seragam. Metode penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, penyusunan alternatif konsep, pemilihan konsep menggunakan metode pembobotan, perancangan menggunakan SolidWorks, perhitungan elemen mesin, serta simulasi pembebanan statis. Mesin menggunakan motor listrik AC 2 HP dengan sistem pencacahan dua tahap berupa single shaft crusher dan reel cutter. Sistem transmisi menggunakan kopling, puli, dan V-belt dengan rasio transmisi 2,77 sehingga menghasilkan putaran poros crusher sebesar 506 rpm. Hasil perancangan menunjukkan kapasitas produksi teoritis sebesar 5 kg/jam. Simulasi struktur rangka menghasilkan tegangan maksimum 12,68 MPa dan deformasi maksimum 0,027 mm yang masih berada di bawah tegangan luluh material AISI 1020 sehingga rancangan dinyatakan aman. Berdasarkan hasil evaluasi teknis dan ekonomis, alternatif desain ketiga dipilih sebagai rancangan terbaik.

Kata Kunci: mesin pencacah plastik, dual stage, PET, single shaft crusher, reel cutter

ABSTRACT

The increasing consumption of PET plastic cup beverage packaging has led to an increase in the volume of plastic waste that requires more effective handling. One solution that can be implemented is the shredding process as an initial stage before recycling. This study aims to design a portable cup beverage packaging waste shredding machine with a dual-stage system that is capable of producing more uniform shredded sizes. The research methods include identifying needs, developing alternative concepts, selecting concepts using the weighting method, designing using SolidWorks, calculating machine elements, and simulating static loading. The machine uses a 2 HP AC electric motor with a two-stage shredding system consisting of a single shaft crusher and a reel cutter. The transmission system uses a clutch, pulley, and V-belt with a transmission ratio of

2.77, resulting in a crusher shaft rotation of 506 rpm. The design results show a theoretical production capacity of 5 kg/hour. The frame structure simulation produces a maximum stress of 12.68 MPa and a maximum deformation of 0.027 mm, which is still below the yield stress of AISI 1020 material so that the design is declared safe. Based on the results of the technical and economic evaluation, the third design alternative was selected as the best design.

Keywords: plastic shredder, dual stage, PET, single shaft crusher, reel cutter

1. PENDAHULUAN

Pada proses daur ulang plastik, tahap pencacahan merupakan proses awal yang sangat penting karena berfungsi memperkecil ukuran material sehingga mempermudah proses pencucian, pengeringan, pemisahan, hingga peleburan kembali menjadi bahan baku baru. Kualitas hasil pencacahan dipengaruhi oleh desain mesin, jenis mata pisau, sistem transmisi, putaran poros, dan kapasitas mesin. Mesin pencacah yang mampu menghasilkan ukuran cacahan yang seragam akan meningkatkan efisiensi proses daur ulang berikutnya (Kamila, et al., 2022). Teknologi pencacahan limbah plastik umumnya menggunakan mesin pencacah yang terdiri dari silinder pemotong tipe reel dan bedknife (pemotong diam). Bagaimanapun mesin pencacah tipe reel ini prosesnya kurang efisien karena proses pemotongan lama dan Untuk meningkatkan efisiensi proses pencacahan tersebut usaha perlu dilakukan 1) memperkecil ukuran bahan dengan pencacahan, 2) melakukan perusakan struktur bahan dengan meremukkan, menekan, menarik dan merobek-robek bahan, dengan keadaan ini bahan menjadi lebih lunak. Untuk itu perlu proses pencacahan pendahuluan menggunakan mesin pencacah berbentuk crusher (Nur, et al., 2024)

Berbagai penelitian mengenai mesin pencacah plastik telah banyak dilakukan. Susilawati dkk. (2024) merancang mesin pencacah plastik tipe HSS crusher menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk memvalidasi rancangan mesin sebelum proses manufaktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan yang baik mampu meningkatkan efektivitas proses pencacahan plastik PET. Selain itu, Luthfi dkk. (2025) mengembangkan mesin pencacah tipe crusher dengan bilah monolitik ganda dan menunjukkan bahwa kecepatan putaran pisau serta karakteristik material plastik memengaruhi kualitas hasil cacahan (Luthf, et al., 2025). Meskipun demikian, sebagian besar mesin pencacah yang telah dikembangkan masih menggunakan sistem pencacahan satu tahap (single stage). Sistem tersebut umumnya menghasilkan ukuran cacahan yang kurang seragam sehingga sering memerlukan proses pencacahan ulang. Selain itu, beberapa mesin memiliki dimensi yang relatif besar sehingga kurang sesuai digunakan pada skala laboratorium, usaha kecil, maupun kegiatan pengolahan sampah berbasis masyarakat (Ariefijanto, et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang mesin pencacah sampah kemasan gelas cup minuman portable dual stage yang mengombinasikan mekanisme single shaft crusher pada tahap pertama dan reel cutter pada tahap kedua. Sistem dual stage diharapkan mampu menghasilkan ukuran cacahan yang lebih seragam dibandingkan sistem pencacahan satu tahap. Mesin juga dirancang menggunakan motor listrik AC sebagai penggerak utama, dilengkapi sistem

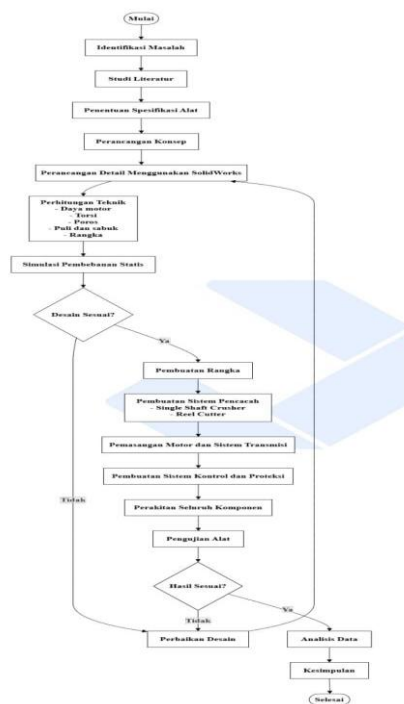
transmisi puli dan V-belt, serta sensor beban, sensor putaran (RPM), dan sensor waktu untuk mendukung proses operasi dan pemantauan kinerja mesin. Tujuan penelitian ini adalah merancang mesin pencacah sampah kemasan gelas cup minuman portable dual stage, menghitung parameter utama elemen mesin, menganalisis kekuatan struktur menggunakan SolidWorks Simulation, serta mengevaluasi kemampuan rancangan dalam memenuhi target kapasitas produksi sebesar 5 kg/jam. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif desain mesin pencacah plastik yang lebih efisien, aman, dan mudah diaplikasikan pada pengolahan limbah plastik skala kecil hingga menengah..

2. METODE

Penelitian dilakukan menggunakan metode perancangan produk secara sistematis dalam proses pengembangan produk teknik. Tahapan perancangan meliputi sebagai berikut.

- Merencanakan

Melakukan survei untuk mengumpulkan informasi. Selanjutnya dilakukan studi literatur agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan perancangan mesin pencacah sampah plastik. Diagram alir pada penelitian akan ditunjukkan sebagai berikut ini:



- Mengkonsep

Pada tahapan ini proses perancangan dilakukan dengan menggunakan metode VDI 2222 dimana memiliki 4 tahapan. Membuat daftar tuntutan, membuat black box, membuat kotak morfologi

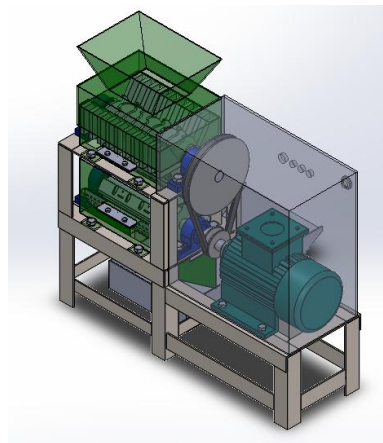
- Merancang

Pada tahap mengkonsep ini akan dilakukan pradesain. Pradesain merupakan tahap awal dalam proses perancangan yang menghasilkan gambaran umum mengenai susunan suatu produk, alat, atau konstruksi mesin yang akan dibuat.

- **Penyelesaian**
Pada tahap ini dilakukan pembuatan gambar kerja dan gambar susunan sebagai pengembangan dari pradesain yang telah disempurnakan. Gambar kerja disusun secara rinci dengan mencantumkan ukuran, bentuk, toleransi, serta spesifikasi teknis setiap komponen, sehingga dapat dijadikan acuan dalam proses pembuatan.
- **Pembuatan Alat dan Perakitan**
Pembuatan alat dan perakitan merupakan proses pengolahan komponen material baku menjadi setengah jadi yang dirangkai, dibentuk, dan dimanipulasi untuk menghasilkan barang jadi yang memiliki nilai dan fungsi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain kapasitas mesin yang direncanakan 5 kg/jam , menggunakan rangka dari besi siku dengan elemen pengikat pengelasan. Daya penggerak menggunakan motor AC Motor listrik memiliki putaran sebesar 1400 rpm yang diteruskan langsung ke poros reel melalui kopling. Selanjutnya putaran ditransmisikan menuju poros crusher menggunakan sistem puli dan V-belt tipe A-30 dengan diameter puli penggerak 65 mm dan puli yang digerakkan 180 mm. Berdasarkan persamaan transmisi sabuk diperoleh putaran poros crusher sebesar: 506 rpm . Sensor beban tipe proximity sensor, sensor RPM tipe *infrared*, dan sensor waktu *digital timer module*. Panel kontrol semi otomatis. Pada stage 1 menggunakan potong *single shaft crusher* yang akan menghasilkan cacahan sebesar 10mm, stage 2 menggunakan mata potong *reel* dengan 6 buah *planer blade*. Di tahap akhir menggunakan terjadi penyaringan sampah ukuran sebesar 5mm.



Simulasi pembebanan rangka dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks Simulation dengan metode analisis statik. Nilai tegangan yang diperoleh masih jauh di bawah tegangan luluh (*yield strength*) material AISI 1020 sebesar 351,6 MPa, sehingga rangka dinyatakan aman untuk menahan beban kerja yang direncanakan. Pada simulasi poros 1 mampu menahan beban sebesar 40 N akibat berat mata pisau dengan aman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin pencacah sampah kemasan gelas cup minuman portable dual stage berhasil dirancang menggunakan sistem single shaft crusher dan reel cutter.
2. Sistem transmisi menghasilkan putaran poros crusher sebesar 506 rpm dengan rasio transmisi 2,77.
3. Torsi poros crusher sebesar 42,3 N·m mampu mendukung proses pencacahan plastik PET.
4. Kapasitas produksi teoritis mesin mencapai 5 kg/jam sesuai target perancangan.
5. Hasil simulasi struktur menunjukkan bahwa rangka dan poros aman digunakan berdasarkan tegangan yang masih berada di bawah batas luluh material.
6. Alternatif desain ketiga dipilih sebagai rancangan terbaik berdasarkan hasil evaluasi teknis dan ekonomis.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan, fasilitas, serta kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam memberikan bimbingan, arahan, serta evaluasi yang sangat berarti selama proses penelitian. Penghargaan turut disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi, baik dalam bentuk bantuan teknis, dukungan moral, maupun kerja sama, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dan dituangkan dalam artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefijanto, D., Novianty, N.R. and Komara, A.I. (2023) 'Perancangan plastic waste shredder machine portable di Kampus Polman Bandung', *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 9(1). ISSN 2502-2040.
- Choi, J., Lim, B. and Yoo, Y. (2023) 'Advancing plastic waste classification and recycling efficiency', *Applied Sciences*.
- Faisal, H., Wildian and Yusfi, M. (2013) 'Rancang bangun magnetic stirrer berbasis mikrokontroler AT89S52 dengan pengaturan waktu melalui keypad', *Jurnal Fisika Unand*, 2(3). ISSN 2302-8491.
- Firmansyah, M. and Kurniawan, A. (2020) 'Analisa kinerja mesin pencacah botol plastik tipe PET', *Journal of Mechanical Engineering*, 5(2), pp. 45–52.
- Hidayat, T.R. (2021) 'Modifikasi mesin pencacah plastik PET tipe gunting dengan kapasitas 50 kg/jam', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 3(1), pp. 88–95.
- Hidayat, T., Prasetyo, E. and Nugraha, A. (2019) 'Analisis kebutuhan daya pada mesin pencacah plastik skala kecil', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 5(2), pp. 734–742.
- Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik (2021) *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*. [Publication details not available].
- Kamila, A. et al. (2022) 'Test performance of plastic waste shredder machine and analyze the [judul tidak lengkap]', *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*.

- Kurniawan, R. (2024) Rancang bangun sistem controlling RPM. [Publication details not available].
- Luthf, M. et al. (2025) 'Rancang bangun mesin pencacah sampah plastik tipe crusher', Jurnal Crankshaft, 8. ISSN 2623-0755.
- Mufid, A.K., Budiyanoro, C. and Budi, M. (2017) '[Judul artikel tidak lengkap]', Jurnal Material dan Proses Manufaktur, 1(2), pp. 72–81.
- Muslimin, A.M. and Lestari, T. (2021) 'Perancangan alat timbangan digital berbasis Arduino Leonardo menggunakan sensor load cell', 17(1). [Nama jurnal tidak tersedia].
- Nugroho, A.S. (2016) 'Perancangan rangka mesin pencacah plastik dengan metode analisis kekuatan struktur', Injection Mold Design Engineering, 7(1), pp. 1–7.
- Nur, I., Nofriadi and Rusmardi (2014) 'Pengembangan mesin pencacah sampah/limbah plastik dengan sistem crusher dan silinder pemotong tipe reel'. ISSN 2407-1846.
- Nur, I., Nofriadi and Rusmardi (2024) 'Pengembangan mesin pencacah sampah/limbah plastik', Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2024.
- Pratama, R., Saputra, D. and Kurniawan, F. (2019) 'Pengaruh desain pisau terhadap kinerja mesin pencacah plastik', Reka Integra, 8(2), pp. 140–151.
- Saputra, R., Nugroho, A. and Prasetyo, D. (2024) 'Rancang bangun mesin pencacah sampah plastik tipe crusher dengan bilah monolitik ganda', Jurnal Crankshaft, 7(1), pp. 15–23.
- Siregar, M., Hutabarat, E. and Simanjuntak, P. (2021) 'Analisis kinerja mesin pencacah plastik terhadap variasi kecepatan putar', Metode Perancangan, 10(1), pp. 15–22.
- Suga, S. and [penulis kedua tidak tersedia] (2014) Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. [Nama penerbit/jurnal tidak tersedia].
- Suryanto, A., Firmansyah, R. and Putra, D. (2020) 'Rancang bangun mesin pencacah plastik portable untuk skala UMKM', Jurnal Teknologi Tepat Guna, 6(1), pp. 33–40.
- Suryanto, H., Amir, D. and [penulis ketiga tidak lengkap] (2002) 'Pengembangan prototype mesin pencacah tandan menghasilkan bahan baku sawit untuk pupuk organik', SPK No. 18/II/TPSDP.
- Widodo, B., Santoso, H. and Rahman, A. (2018) 'Perancangan mesin pencacah plastik dengan sistem rotary blade', Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder, 6(3), pp. 120–126.