



PERANCANGAN MESIN PENCACAH SAMPAH PLASTIK JENIS BOTOL MINUMAN KEMASAN

Ferdiansyah^{1*}, Fadhel Ghiffari¹, Zibrand Farhan¹, Robert Napitupulu¹, Herwandi¹

¹I Politenik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: frdnsyh115@gmail.com

ABSTRAK

Sampah plastik, khususnya botol minuman kemasan, merupakan salah satu jenis limbah yang jumlahnya terus meningkat dan sulit terurai secara alami sehingga diperlukan upaya pengelolaan yang lebih efektif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui perancangan mesin pencacah plastik yang mampu mendukung proses daur ulang. Penelitian ini bertujuan merancang mesin pencacah sampah plastik jenis botol minuman kemasan menggunakan metode VDI 2222 untuk memperoleh konsep rancangan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode VDI 2222 diterapkan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, penyusunan daftar tuntutan, pengembangan alternatif konsep, evaluasi alternatif konsep, dan perancangan detail. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Alternatif Varian Konsep (AVK) 1 memperoleh nilai tertinggi sebesar 88, dibandingkan AVK 2 sebesar 79 dan AVK 3 sebesar 76, sehingga dipilih sebagai konsep terbaik untuk dikembangkan pada tahap perancangan detail. Konsep terpilih dinilai mampu memenuhi aspek pencapaian fungsi, kemudahan manufaktur, kemudahan perakitan, kemudahan perawatan, keamanan, serta biaya pembuatan dan biaya produksi. Dengan demikian, metode VDI 2222 dapat digunakan sebagai pendekatan yang sistematis dalam menentukan konsep rancangan mesin pencacah sampah plastik.

Kata Kunci: alternatif konsep, botol minuman kemasan, mesin pencacah sampah plastik, VDI 2222, perancangan mesin.

ABSTRACT

Plastic waste, especially beverage bottles, is one type of waste whose quantity continues to increase and is difficult to decompose naturally, thus requiring more effective management efforts. One of the efforts that can be made is thru the design of a plastic shredder machine that can support the recycling process. This research aims to design a plastic bottle shredder using the VDI 2222 method to obtain a design concept that meets user needs. The VDI 2222 method is applied thru the stages of needs identification, demand list preparation, concept alternative development, concept alternative evaluation, and detailed design. The evaluation results show that Concept Variant Alternative (CVA) 1 received the highest score of 88, compared to CVA 2 with a score of 79 and CVA 3 with a score of 76, thus it was chosen as the best concept to be developed in the detailed design stage. The

selected concept is deemed capable of meeting the aspects of functional achievement, ease of manufacturing, ease of assembly, ease of maintenance, safety, as well as production and manufacturing costs. Thus, the VDI 2222 method can be used as a systematic approach in determining the design concept of a plastic waste shredder.

Keywords: plastic waste shredder, packaged beverage bottles, VDI 2222, alternative concepts, machine design.

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu jenis limbah yang terus meningkat seiring bertambahnya penggunaan produk berbahan plastik. Botol plastik sekali pakai menjadi salah satu penyumbang utama limbah karena sulit terurai secara alami sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung proses daur ulang adalah memperkecil ukuran limbah plastik menggunakan mesin pencacah sehingga lebih mudah diproses pada tahapan berikutnya (Huzein & Hasballah, 2021; Wati & Samudra, 2022). Berbagai penelitian telah mengembangkan mesin pencacah plastik dengan variasi kapasitas dan sistem pemotongan yang berbeda. Perancangan mesin yang tepat dapat meningkatkan efektivitas proses pencacahan serta mempermudah pengolahan limbah plastik menjadi bahan baku daur ulang. Oleh karena itu, pemilihan konsep dan komponen mesin menjadi salah satu faktor penting dalam menghasilkan rancangan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna (Haryono, 2024; Triadi et al., 2020). Metode VDI 2222 merupakan salah satu metode perancangan yang dilakukan secara sistematis melalui tahapan perencanaan, pengonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Metode ini membantu menghasilkan beberapa alternatif konsep yang kemudian dievaluasi untuk memperoleh rancangan terbaik berdasarkan kebutuhan dan kriteria perancangan (Pahl et al., 2007; Sopyan & Suryadi, 2022). Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pembuatan dan pengujian mesin, sedangkan kajian yang menitikberatkan pada proses pengembangan konsep menggunakan metode VDI 2222 masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang berfokus pada proses perancangan sebagai dasar dalam menghasilkan rancangan mesin yang sistematis dan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Servianus et al., 2024; Nugroho, 2023). Penelitian ini bertujuan merancang mesin pencacah sampah plastik menggunakan metode VDI 2222 melalui tahapan perencanaan, pengonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan rancangan mesin yang dapat dijadikan acuan dalam proses manufaktur dan pengembangan penelitian selanjutnya (Hadi & Iswanto, 2025; Yahya & Hasyim, 2017).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode VDI 2222 sebagai pendekatan dalam perancangan mesin pencacah sampah plastik jenis botol minuman kemasan. Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dalam mengembangkan suatu produk, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga penyelesaian rancangan. Penelitian difokuskan pada proses pengembangan konsep dan penentuan rancangan

terbaik berdasarkan hasil evaluasi alternatif konsep. Tahapan penelitian diawali dengan tahap perencanaan (planning), yaitu identifikasi kebutuhan pengguna dan penyusunan daftar tuntutan (design specification) sebagai dasar perancangan. Tahap berikutnya adalah pengonsepan (conceptual design), yang meliputi penyusunan struktur fungsi, Morphological Chart, serta pengembangan tiga Alternatif Varian Konsep (AVK). Selanjutnya dilakukan tahap perancangan (design) melalui evaluasi setiap alternatif berdasarkan kriteria pencapaian fungsi, kemudahan manufaktur, kemudahan perakitan, kemudahan perawatan, keamanan, biaya pembuatan, dan biaya produksi untuk memperoleh konsep terbaik. Tahap terakhir adalah penyelesaian (completion), yaitu penyusunan rancangan detail serta penentuan spesifikasi teknis melalui perhitungan daya motor dan putaran poros sebagai dasar pemilihan motor penggerak yang digunakan pada mesin pencacah sampah plastik. Tahapan penelitian menggunakan metode VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode VDI 2222

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan langkah awal dalam metode VDI 2222 yang bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan menentukan spesifikasi rancangan mesin pencacah sampah plastik. Hasil identifikasi kebutuhan disusun ke dalam daftar tuntutan (design specification) sebagai acuan selama proses perancangan. Penyusunan daftar tuntutan dilakukan agar rancangan yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan fungsional maupun nonfungsional.

Tabel 1. Daftar Tuntutan Perancangan

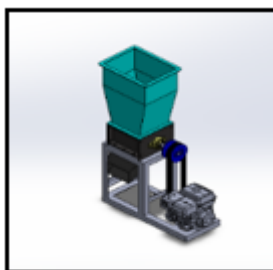
No	Aspek	W/D	Deskripsi
1	Fungsi	D	Mampu mencacah sampah plastik dengan kapasitas 5–7 kg/jam.

2	Penggerak	D	Menggunakan motor bakar 6,5 HP sebagai sumber tenaga utama.
3	Sistem transmisi	D	Menggunakan sistem transmisi V-belt dan pulley dengan rasio putaran 1:2.
4	Poros	D	Menggunakan poros bertingkat dengan dudukan bearing Ø30 mm dan dudukan pisau Ø45 mm.
5	Mata pisau	D	Menggunakan mata pisau tipe five hook blade berbahan Hardox 500.
6	Bearing	D	Menggunakan bearing UCFL206 untuk menopang poros.
7	Konstruksi rangka	D	Rangka harus mampu menopang seluruh komponen mesin dan meredam getaran saat operasi.
8	Perawatan	W	Komponen mudah dilepas dan dipasang untuk memudahkan perawatan.
9	Keselamatan	D	Dilengkapi pelindung pada sistem transmisi dan ruang pencacah.
10	Biaya pembuatan	W	Menggunakan komponen standar yang mudah diperoleh di pasaran.

Berdasarkan Tabel 1, kebutuhan utama mesin adalah mampu mencacah botol plastik secara efektif dengan memperhatikan aspek keamanan, kemudahan pengoperasian, kemudahan perawatan, kemudahan manufaktur, dan biaya pembuatan. Seluruh tuntutan tersebut menjadi dasar dalam penyusunan struktur fungsi dan pengembangan alternatif konsep pada tahap berikutnya.

3.2 Tahap Pengonsepan (*Conceptual Design*)

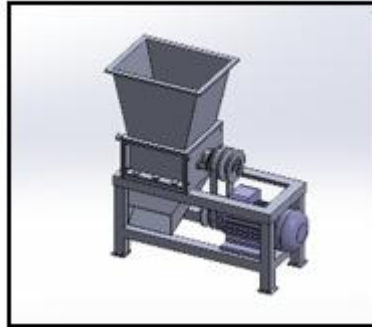
Tahap pengonsepan diawali dengan penyusunan struktur fungsi untuk menggambarkan hubungan antara energi, material, dan keluaran selama proses pencacahan. Struktur fungsi disusun berdasarkan fungsi utama mesin serta fungsi pendukung yang diperlukan agar sistem dapat bekerja sesuai kebutuhan



Gambar 2. Alternatif Varian Konsep 1 (AVK 1)

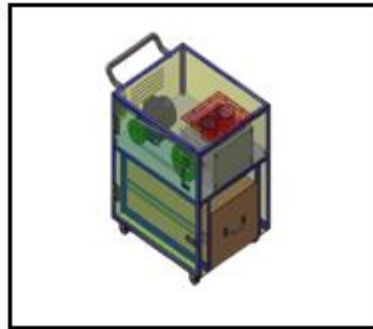
Alternatif Varian Konsep 1 menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga dengan mata pisau Star Hook Blade sebagai elemen pencacah. Kombinasi tersebut dipilih untuk menghasilkan sistem penggerak yang memiliki putaran stabil sehingga proses pencacahan dapat berlangsung secara kontinu. Selain itu, penggunaan motor listrik memberikan tingkat kebisingan yang relatif rendah serta tidak menghasilkan emisi selama proses pengoperasian. Konfigurasi komponen pada alternatif ini disusun untuk mendukung kemudahan proses manufaktur dan

pengoperasian, namun penggunaannya masih bergantung pada ketersediaan sumber energi listrik.



Gambar 3. Alternatif Varian Konsep 2 (AVK 2)

Alternatif Varian Konsep 2 menggunakan motor bakar sebagai sumber tenaga dengan mata pisau *Five Hook Blade* sebagai elemen pencacah. Kombinasi ini dirancang untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaan mesin, terutama pada lokasi yang tidak memiliki akses listrik. Penggunaan *Five Hook Blade* dipilih karena memiliki jumlah kait yang lebih banyak sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan mencengkeram dan memotong botol plastik selama proses pencacahan. Selain itu, konfigurasi komponen pada alternatif ini dirancang agar mudah dirakit, dioperasikan, dan dilakukan perawatan.



Gambar 4. Alternatif Varian Konsep 3 (AVK 3)

Alternatif Varian Konsep 3 menggunakan motor bakar sebagai sumber tenaga dengan mata pisau *Three Hook Blade* sebagai elemen pencacah. Konsep ini dikembangkan sebagai alternatif dengan konfigurasi komponen yang berbeda dari konsep sebelumnya. Penggunaan *Three Hook Blade* memberikan konstruksi yang lebih sederhana sehingga proses pembuatannya relatif lebih mudah. Namun, jumlah kait yang lebih sedikit menyebabkan kemampuan mencengkeram material plastik diperkirakan tidak sebesar mata pisau *Five Hook Blade*. Oleh karena itu, konsep ini tetap dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif yang akan dievaluasi berdasarkan kriteria perancangan yang telah ditetapkan.

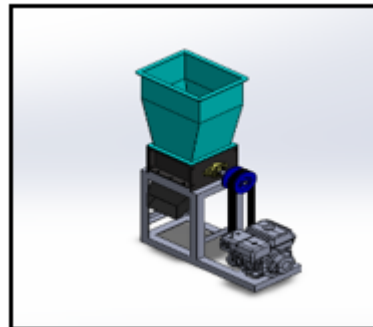
Tabel 2. Penilaian Alternatif Konsep

Kriteria Penilaian	Bobot	Total Nilai Ideal	Varian Konsep 1	Varian Konsep 2	Varian Konsep 3
--------------------	-------	-------------------	-----------------	-----------------	-----------------

Kemampuan mencacah plastik keras	5	25	25	20	15
Kecepatan proses pencacahan	4	16	20	12	16
Kestabilan putaran mesin	4	16	12	20	16
Kemudahan Perawatan	3	9	6	12	9
Evektifitas feeding material	5	25	25	15	20
Total		91	88	79	76
% Nilai		100%	96,70%	86,80%	83,50%

3.3 Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap merancang adalah proses membuat desain akhir suatu produk menggunakan *SolidWorks*. Pada tahap ini, bentuk, ukuran, dan detail komponen telah disusun sesuai kebutuhan sehingga menghasilkan model 3D yang siap dijadikan acuan untuk proses selanjutnya.



Gambar 5. Rancangan Detail Mesin Pencacah Sampah Plastik

3.4 Tahap Penyelesaian

Berdasarkan karakteristik botol plastik PET, gaya potong yang digunakan dalam perancangan sebesar 356 N. Dengan jari-jari efektif mata pisau sebesar 0,05 m, maka torsi yang bekerja pada poros dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$T = F \times r \dots\dots\dots (1)$$

$$T = 356 \times 0,05$$

$$T = 17,8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Selanjutnya, daya yang dibutuhkan dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$P = \frac{2\pi nT}{60} \dots\dots\dots (2)$$

dengan asumsi putaran kerja yang direncanakan sebesar 2600 rpm.

$$P = \frac{2\pi(2600)(17,8)}{60}$$

$$P = 4.847 \text{ W}$$

atau

$$P = 4,85 \text{ kW}$$

Konversi ke satuan PK:

$$P = \frac{4847}{745,7}$$

$$P = 6,50 \text{ PK}$$

Berdasarkan hasil tersebut, kebutuhan daya motor yang diperoleh adalah sekitar 6,5 PK, sehingga dipilih motor bakar 6,5 PK sebagai penggerak mesin pencacah sampah plastik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penerapan metode VDI 2222, telah dihasilkan rancangan mesin pencacah sampah plastik melalui tahapan perencanaan, pengonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Alternatif Varian Konsep 1 memperoleh nilai tertinggi sebesar 88 sehingga dipilih sebagai rancangan akhir. Berdasarkan hasil perhitungan, motor bakar berdaya 6,5 PK dengan putaran 2600 rpm dipilih sebagai penggerak utama karena memenuhi kebutuhan daya pada rancangan mesin pencacah sampah plastik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan mendalam kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam pelaksanaan proyek akhir, terutama kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moral serta materi yang sangat berharga, dosen yang telah memberikan bimbingan teknis yang sangat berharga, rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan motivasi, serta sivitas akademika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah menyediakan fasilitas dan sarana yang sangat mendukung. Atas dedikasi dan kontribusi mereka, Artikel Prosiding ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, B. N., & Iswanto. (2025). Using the VDI 2222 method as a basis for designing a plastic waste shredding machine (Penggunaan metode VDI 2222 sebagai dasar perancangan mesin pencacah sampah plastik). UMSIDA Preprints Server. <https://doi.org/10.21070/ups.9101>.
- Haryono, S. (2024). Perancangan mesin pencacah sampah botol plastik kapasitas 40 kg/jam. *Jurnal Aplikasi Teknologi (APTEK)*, 16(2), 99–103. <https://doi.org/10.30606/aptek.v16i2.2347>.
- Huzein, R., & Hasballah, T. (2021). Rancang bangun mesin pencacah plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate) kapasitas 50 kg/jam. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 1(1), 1–8.
- Nugroho, E. A. (2023). Desain dan analisis rangka mesin pencacah limbah plastik menggunakan SolidWorks. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(2), 119–124.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2007). *Engineering design: A systematic approach* (3rd ed.). Springer.

- Servianus, Y. V., Baha, A. D., & Fernandez, D. D. (2024). Desain mesin pengolahan sampah plastik menggunakan teknologi mesin pencacah. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(4), 290–302. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i4.4588>.
- Sopyan, D., & Suryadi, D. (2022). Perancangan mesin pencacah plastik kapasitas 25 kg menggunakan metode VDI 2222. *Jurnal Media Teknologi*, 6(2), 213–222. <https://doi.org/10.25157/jmt.v6i2.2796>
- Triadi, N. Y., Martana, B., & Pradana, S. (2020). Perancangan mesin pencacah plastik tipe shredder dan alat pemotong tipe reel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 144–153.
- Wati, D. A. R., & Samudra, A. (2022). Rancang bangun mesin pencacah sampah plastik. *Steam Engineering*, 4(1), 9–13.
- Yahya, M., & Hasyim, A. A. (2017). Desain mesin pencacah botol plastik menggunakan tenaga surya. Universitas Muhammadiyah Surakarta.