

Analisis Pengaruh Konfigurasi Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Sederhana Terhadap Kualitas Cacahan Material PLA dan PET

Yasya Khalif Perdana Saleh^a, Muhammad Luqman Saiful Fikri^{a*},
Ahmad Madanu^a, Sidik Mulyono^a

^aJurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jakarta Global University,
Jl. Boulevard Grand Depok City Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat 16412

*E-mail: luqmanfikri@jgu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.23969/ksjme.v1i2.27862>

Abstract

In everyday life, both organic and inorganic waste persist as significant problems, with plastic waste a primary environmental concern in Indonesia. According to the Ministry of Environment and Forestry, the national waste volume in 2021 was estimated at 68.5 million tons. Although most plastics are recyclable, efficient recycling depends on effective size-reduction mechanisms. Polyethylene terephthalate (PET) is one of the most commonly used plastics, and polylactic acid (PLA) is also increasingly applied due to its biodegradable properties. However, there is a lack of comparative studies on the performance of blade designs for shredding different plastic types. This study aims to develop a plastic shredder capable of processing PET, PLA, and their mixtures, and to evaluate the effect of three blade configurations, straight, zig-zag, and wave, on particle size outcomes. Experimental testing revealed that straight blades produced the largest average particle sizes: 5.63 mm for PET and 5.04 mm for PLA. Zig-zag blades yielded the most petite sizes: 4.70 mm for PET and 2.36 mm for PLA. The wave blade configuration produced intermediate results: 5.60 mm for PET and 4.17 mm for PLA. PLA consistently resulted in smaller particles than PET across all configurations. The zig-zag blade design proved most effective for fine shredding, particularly with PLA. These results highlight the importance of blade geometry in optimizing shredding performance and plastic recyclability. This research provides insights for the development of efficient, small-scale recycling machines tailored to different plastic types and offers a practical approach for reducing plastic waste in local communities

Keywords: Plastic Shredding Machine for PLA (Polylactic Acid) and PET (Polyethylene Terephthalate)

Abstrak

Dalam kehidupan sehari-hari, sampah organik dan anorganik tetap menjadi permasalahan yang terus berlangsung, di mana sampah plastik menjadi salah satu isu lingkungan terbesar di Indonesia. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, volume sampah nasional pada tahun 2021 diperkirakan mencapai 68,5 juta ton. Meskipun sebagian besar plastik dapat didaur ulang, efektivitas daur ulang sangat bergantung pada mekanisme pengecilan ukuran yang tepat. Polyethylene terephthalate (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang paling umum digunakan, sementara polylactic acid (PLA) semakin banyak dimanfaatkan karena sifatnya yang biodegradable. Namun, masih minim studi komparatif tentang kinerja desain mata pisau dalam mencacah berbagai jenis plastik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan mesin pencacah plastik yang mampu memproses PET, PLA, dan campurannya, serta mengevaluasi pengaruh tiga konfigurasi mata pisau lurus, zig-zag, dan gelombang terhadap ukuran hasil cacahan. Pengujian menunjukkan bahwa mata pisau lurus menghasilkan ukuran cacahan terbesar: 5,63 mm untuk PET dan 5,04 mm untuk PLA. Pisau zig-zag menghasilkan ukuran terkecil: 4,70 mm untuk PET dan 2,36 mm untuk PLA. Konfigurasi pisau gelombang menghasilkan ukuran menengah: 5,60 mm untuk PET dan 4,17 mm untuk PLA. PLA secara konsisten menghasilkan cacahan yang lebih kecil daripada PET pada semua konfigurasi. Desain pisau zig-zag terbukti paling efektif untuk pencacahan halus, terutama pada material PLA. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya geometri mata pisau dalam mengoptimalkan proses pencacahan dan daur ulang plastik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan mesin daur ulang skala kecil yang efisien dan sesuai dengan berbagai jenis plastik

Kata kunci: Mesin pencacah plastik, PLA (Polylactic acid), PET (Polyethylene Terephthalate)

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat tidak terlepas dari permasalahan sampah, baik organik maupun anorganik, dengan sampah plastik sebagai salah satu isu lingkungan yang paling serius. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa jumlah sampah nasional pada tahun 2021 mencapai 68,5 juta ton, di mana sampah plastik menyumbang sekitar 17% atau sebesar 11,6 juta ton, meningkat signifikan dibandingkan 11% pada tahun 2010. Tren peningkatan tersebut berlanjut pada tahun 2022 dengan total timbulan sampah nasional mencapai sekitar 70 juta ton. Namun demikian, sekitar 24% atau 16 juta ton sampah masih belum terkelola dengan baik, dan hanya sekitar 7% yang berhasil didaur ulang [1]. Angka daur ulang ini masih relatif rendah jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura, sehingga menunjukkan perlunya peningkatan efektivitas sistem pengelolaan dan daur ulang sampah plastik di Indonesia.

Sampah plastik secara umum dapat diklasifikasikan menjadi plastik yang relatif sulit didaur ulang, seperti PVC, PP, dan LDPE, serta plastik yang lebih mudah didaur ulang, seperti PET (Polyethylene terephthalate) dan HDPE (High Density Polyethylene) [2]. Selain itu, penggunaan plastik berbasis bio seperti PLA (Polylactic Acid) juga semakin meningkat seiring dengan tuntutan material yang lebih ramah lingkungan. Meskipun demikian, keberadaan berbagai jenis plastik dengan karakteristik mekanik yang berbeda, termasuk campuran antara plastik konvensional dan bioplastik, menimbulkan tantangan tersendiri dalam proses daur ulang. Salah satu tahapan awal yang sangat menentukan keberhasilan proses daur ulang adalah proses pencacahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam sebelum diproses lebih lanjut [3].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan mesin pencacah plastik dengan beragam pendekatan desain dan kapasitas. Penelitian [4] merancang mesin pencacah dengan sistem pisau berputar yang menghasilkan serpihan plastik dari botol kemasan. Penelitian [5] memanfaatkan simulasi berbasis CAD dan motor berkapasitas 1 HP untuk menghasilkan cacahan plastik melalui pelat saringan berdiameter 10 mm. Sementara itu, penelitian [6] mengembangkan mesin pencacah berbasis perangkat lunak SolidWorks dengan empat mata pisau dan motor listrik 2 HP, yang mampu mencacah 1 kg gelas

plastik dalam waktu 2 menit dengan ukuran cacahan berkisar antara 10–20 mm [7]. Meskipun hasil-hasil tersebut menunjukkan kemajuan dalam pengembangan mesin pencacah plastik, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek desain dan kapasitas mesin secara umum.

Celah penelitian (research gap) yang masih terbuka adalah terbatasnya kajian yang secara sistematis membandingkan pengaruh variasi susunan mata pisau terhadap kualitas hasil cacahan untuk berbagai jenis material plastik. Selain itu, gap analisis juga terlihat pada minimnya evaluasi kinerja mesin pencacah terhadap plastik PET, PLA, serta campuran keduanya, khususnya dalam menghasilkan ukuran cacahan yang mendekati kebutuhan proses lanjutan, seperti pembentukan filamen. Padahal, perbedaan sifat mekanik dan termal antara PET dan PLA berpotensi menghasilkan respons pencacahan yang berbeda pada konfigurasi mata pisau yang sama. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya mengembangkan mesin pencacah plastik, tetapi juga menganalisis secara komparatif efektivitas susunan mata pisau lurus, zig-zag, dan gelombang dalam menghasilkan cacahan yang optimal dan seragam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam pemilihan desain mesin pencacah plastik yang lebih sesuai untuk mendukung proses daur ulang plastik yang efisien dan berkelanjutan.

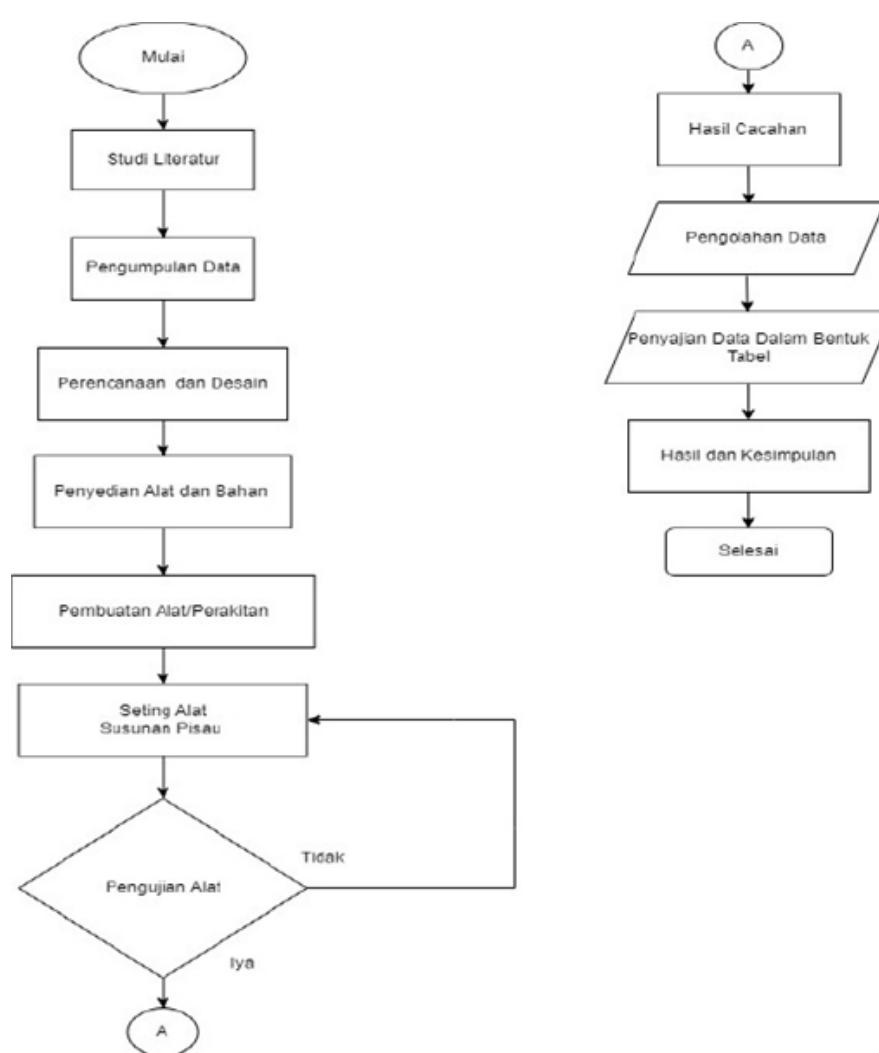
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin pencacah plastik yang mampu mengolah limbah PET, PLA, serta campurannya secara efektif guna menghasilkan cacahan yang optimal sebagai bahan baku proses daur ulang lanjutan. Pentingnya penelitian ini terletak pada upaya peningkatan kualitas awal material daur ulang, khususnya dalam menghasilkan ukuran cacahan yang relatif seragam dengan diameter sekitar 8 mm, yang diperlukan untuk proses pembentukan filamen pada tahap berikutnya. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini ditunjukkan melalui evaluasi komparatif terhadap tiga konfigurasi susunan mata pisau, yaitu lurus, zig-zag, dan gelombang, yang dianalisis secara sistematis terhadap kinerja pencacahan berbagai jenis dan kombinasi material plastik. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan dasar teknis dan eksperimental dalam pemilihan desain susunan mata pisau yang paling efektif untuk mesin pencacah plastik, sehingga dapat mendukung pengembangan teknologi daur ulang plastik yang lebih efisien dan berkelanjutan. Implikasi hasil riset dapat ditinjau dari aspek teknis, operasional, dan keberlanjutan. Secara

teknis, hasil evaluasi komparatif terhadap konfigurasi susunan mata pisau memberikan dasar yang jelas dalam pemilihan desain pisau yang mampu menghasilkan ukuran cacahan yang lebih terkendali dan relatif seragam. Hal ini memiliki implikasi langsung terhadap peningkatan kualitas awal material daur ulang, khususnya dalam memenuhi kebutuhan ukuran cacahan mendekati diameter ± 8 mm yang diperlukan sebagai bahan baku pada proses lanjutan, seperti pembentukan filamen plastik.

Dari aspek operasional, temuan penelitian ini memungkinkan perancangan dan pengoperasian mesin pencacah plastik yang lebih adaptif terhadap variasi jenis material, baik PET, PLA, maupun campurannya. Pemilihan susunan mata pisau yang tepat dapat meningkatkan efektivitas proses pencacahan, mengurangi kebutuhan proses penyaringan ulang, serta menekan potensi ketidakteraturan ukuran partikel yang dapat

mengganggu tahapan daur ulang berikutnya. Dengan demikian, hasil penelitian ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi sistem daur ulang plastik secara keseluruhan.

Dalam konteks keberlanjutan, implikasi penelitian ini mendukung pengembangan teknologi daur ulang plastik yang lebih efisien dan ramah lingkungan, khususnya pada skala kecil dan menengah. Optimalisasi desain mata pisau berdasarkan pendekatan eksperimental dapat membantu memaksimalkan pemanfaatan limbah plastik PET dan PLA, mengurangi residu yang tidak termanfaatkan, serta meningkatkan nilai guna material hasil daur ulang. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak hanya relevan secara akademik, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam mendukung upaya pengelolaan limbah plastik yang berkelanjutan dan pengembangan ekonomi sirkular.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode studi kepustakaan dan penelitian eksperimental untuk mengembangkan mesin pencacah plastik yang mampu mengolah limbah PET, PLA, dan campurannya dengan hasil cacahan optimal [x], [y]. Adapun diagram alir penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut: Diagram alir tersebut menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian dan pengujian alat secara sistematis sejak tahap awal hingga penarikan kesimpulan. Proses diawali dengan kegiatan studi literatur sebagai dasar teori dan acuan penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang relevan. Berdasarkan data tersebut, dilakukan perencanaan dan desain alat, diikuti dengan penyediaan alat dan bahan yang dibutuhkan. Tahap selanjutnya adalah pembuatan atau perakitan alat sesuai desain yang telah direncanakan. Setelah alat dirakit, dilakukan proses penyetelan alat, khususnya pada susunan pisau, untuk memastikan kesiapan alat sebelum pengujian. Pengujian alat kemudian dilaksanakan untuk mengevaluasi kinerja sistem. Apabila hasil pengujian belum memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka dilakukan penyesuaian kembali pada tahap penyetelan alat dan pengujian diulang hingga diperoleh hasil yang sesuai. Jika pengujian dinyatakan berhasil, proses dilanjutkan ke tahap pengambilan hasil cacahan. Data hasil pengujian tersebut kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis. Tahap akhir dari diagram alir ini adalah penarikan hasil dan kesimpulan penelitian berdasarkan data yang telah dianalisis, sebelum proses penelitian dinyatakan selesai.

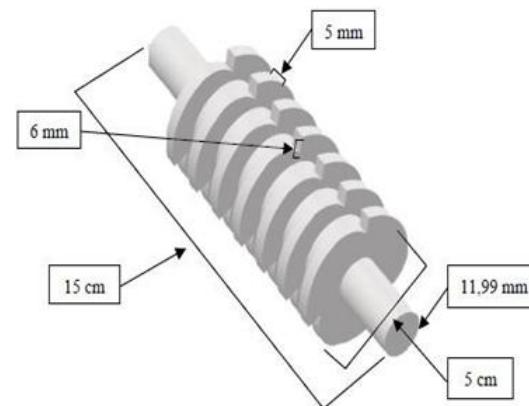
Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan serta pengambilan data pada mesin pencacah plastik meliputi dinamo AC satu fasa, tachometer, stainless steel, pulley, V-belt, dan poros mesin (shaft). Dinamo AC satu fasa digunakan sebagai sumber penggerak utama yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk memutar sistem pencacah. Tachometer berfungsi untuk mengukur kecepatan putar poros secara aktual selama pengujian, sehingga kestabilan dan karakteristik putaran mesin dapat dianalisis. Stainless steel digunakan sebagai material utama pada komponen mata pisau dan bagian struktural tertentu karena memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi, kekuatan mekanik yang memadai, serta umur pakai yang

relatif panjang. Pulley dan V-belt berfungsi sebagai sistem transmisi daya yang meneruskan putaran dari dinamo ke poros pencacah, sekaligus memungkinkan pengaturan rasio putaran sesuai kebutuhan operasional. Sementara itu, poros mesin (shaft) berperan sebagai elemen utama yang menyalurkan torsi dari sistem transmisi ke mata pisau pencacah, sehingga proses pemotongan dan penghancuran plastik dapat berlangsung secara efektif dan stabil.

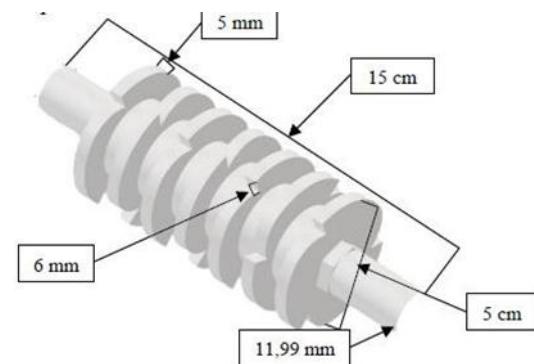
Berikut ini adalah beberapa jenis mata pisau yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu mata pisau lurus, zig-zag, dan bergelombang. Variasi ini bertujuan untuk menentukan jenis pisau yang mana yang efektif.

1. Mata pisau berjumlah 7 dengan diameter pisau 5 cm, ketebalan pisau 5 mm kedalaman mata pisau 6 mm.



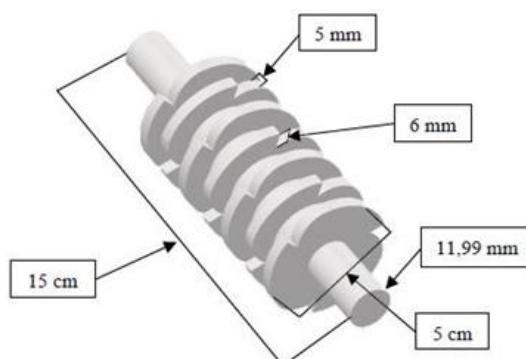
Gambar 2. Desain 3D Mata Pisau Lurus [8]

2. Mata pisau berjumlah 7 dengan diameter pisau 5 cm, ketebalan pisau 5 mm kedalaman mata pisau 6 mm.



Gambar 3. Desain 3D Mata Pisau Zig-zag

3. Mata pisau berjumlah 7 dengan diameter pisau 5 cm, ketebalan pisau 5 mm kedalaman mata pisau 6 mm.



Gambar 4. Desain 3D Mata Pisau Gelombang

Lokasi penelitian

Proses pembuatan mesin pencacah plastik ini dilakukan di Lab. Proses Produksi Universitas Jakarta Global.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Cacahan Dari Susunan Mata Pisau

1. Mata pisau susunan lurus

Susunan lurus, berat awal material adalah 15 gram, dan setelah proses pencacahan menghasilkan berat akhir sebesar 11 gram.

Waktu yang diperlukan untuk proses ini adalah 8 menit dengan hasil cacahan rata-rata sebesar 5,63 milimeter.

2. Mata pisau susunan zig-zag

Dengan susunan zig-zag, berat awal material tetap 15 gram, sementara berat akhirnya menjadi 10 gram. Proses pencacahan membutuhkan waktu yang lebih singkat, yaitu 7 menit, dan menghasilkan cacahan dengan dimensi rata-rata terkecil sebesar 4,70 milimeter.

3. Mata pisau susunan gelombang

Pada susunan gelombang, berat awal material adalah 15 gram, dengan berat akhir 10 gram. Proses pencacahan berlangsung selama 8 menit, menghasilkan cacahan dengan dimensi rata-rata sebesar 5,60 milimeter.

Hasil menunjukkan bahwa variasi susunan pisau berpengaruh pada waktu pencacahan dan dimensi hasil cacahan, di mana susunan zig-zag menghasilkan hasil cacahan terkecil dengan waktu proses yang paling singkat.

Tabel 1. Hasil Cacahan Susunan Mata Pisau

| Variasi Susunan Pisau | Berat Awal (Gram) | Berat Akhir (Gram) | Waktu (Menit) | Hasil cacahan (mm) |
|-----------------------|-------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Lurus | 15 | 10 | 8,9.12 | 5,63 |
| Zig-zag | 15 | 10 | 7,53.56 | 4,70 |
| Glombang | 15 | 10 | 8,10.56 | 5,60 |

Hasil Cacahan Dari Jenis PET Dan PLA

1. Susunan Mata Pisau Lurus

Pada material PLA, berat awal 10 gram menghasilkan berat akhir 8 gram setelah pencacahan. Proses ini memerlukan waktu 7 menit, dengan hasil cacahan rata-rata sebesar 5,04 mm. Pada material PET, berat awal 5 gram menghasilkan berat akhir 4,8 gram. Waktu pencacahan adalah 3 menit, menghasilkan dimensi cacahan rata-rata sebesar 5,63 mm. Susunan lurus menghasilkan cacahan dengan ukuran yang relatif lebih besar dibandingkan variasi lainnya.

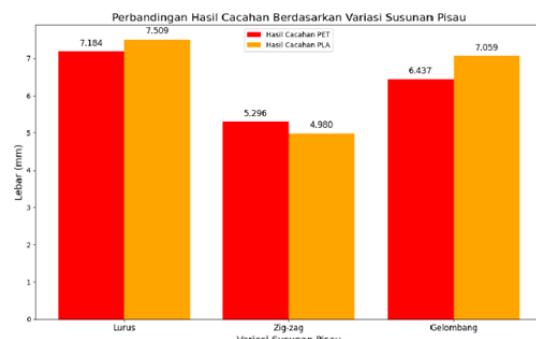
2. Susunan Mata Pisau Zig-zag

Untuk PLA, berat awal 10 gram menghasilkan berat akhir 7 gram, dengan waktu pencacahan 5 menit. Ukuran hasil

cacahan adalah 2,36 mm, menjadikannya yang terkecil di antara ketiga variasi. Pada PET, berat awal 5 gram menghasilkan berat akhir 4,7 gram. Waktu pencacahan 3 menit dengan dimensi cacahan rata-rata sebesar 4,70 mm. Susunan zig-zag menunjukkan kinerja terbaik dalam menghasilkan cacahan terkecil, terutama untuk material PET.

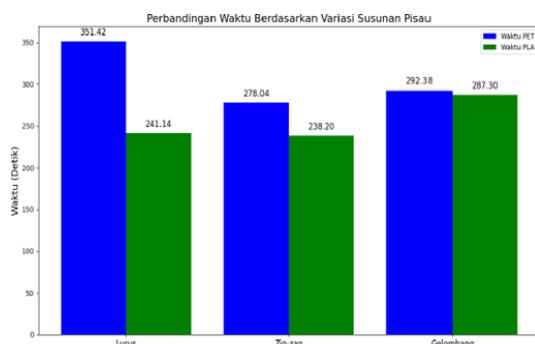
3. Susunan Mata Pisau Gelombang

Pada PLA, berat awal 10 gram menghasilkan berat akhir 8 gram. Waktu pencacahan adalah 7 menit, dengan dimensi hasil cacahan rata-rata sebesar 4,17 mm. Untuk PET, berat awal 5 gram menghasilkan berat akhir 4,6 gram, dengan waktu pencacahan 3 menit. Ukuran hasil cacahan rata-rata adalah 5,60 mm. Susunan gelombang memberikan hasil yang seimbang antara efisiensi waktu dan dimensi hasil cacahan untuk kedua material.



Gambar 5. Grafik Rata-Rata Hasil Cacahan PET Dan PLA

Dilihat pada gambar 5. PLA lebih mudah dicacah dibandingkan PET dalam semua konfigurasi pisau. Pada susunan pisau lurus, hasil cacahan PET sebesar 7,184 mm, sedangkan PLA sedikit lebih besar, yaitu 7,509 mm [9]. Pada pisau zig-zag, hasil cacahan PET lebih kecil, yaitu 5,296 mm, sedangkan PLA juga mengalami penurunan ukuran hasil cacahan menjadi 4,98 mm dibandingkan pisau lurus. Sementara itu, pada pisau gelombang, hasil cacahan PET sebesar 6,437 mm, sedangkan PLA lebih besar dengan 7,059 mm. Dari hasil ini, pisau zig-zag menghasilkan cacahan terkecil, sedangkan pisau lurus menghasilkan cacahan terbesar untuk kedua jenis filamen [12]. Pisau gelombang berada di antara keduanya dalam hal ukuran hasil cacahan. PLA secara konsisten menghasilkan ukuran cacahan yang lebih besar [13] dibandingkan PET, kecuali pada susunan zig-zag yang menghasilkan ukuran lebih kecil.



Gambar 6. Grafik Rata-Rata Waktu Cacahan PET Dan PLA

Dilihat pada Gambar 6. PLA lebih cepat dicacah dibandingkan PET dalam semua konfigurasi pisau. Pada susunan pisau lurus, PET

membutuhkan waktu rata-rata 351,42 detik, sedangkan PLA lebih efisien dengan waktu lebih singkat, yaitu 241,14 detik. Pada pisau zig-zag, terjadi peningkatan efisiensi waktu pencacahan dibandingkan pisau lurus. PET membutuhkan waktu rata-rata 278,04 detik, sementara PLA tetap lebih cepat dengan waktu 238,2 detik. Pisau ini menjadi konfigurasi paling efisien untuk mencacah PET. Sementara itu, pada pisau gelombang, waktu pencacahan PET lebih singkat dibandingkan pisau lurus tetapi masih lebih lama dibandingkan zig-zag, yaitu 292,38 detik. PLA dalam konfigurasi ini membutuhkan waktu 287,3 detik, sedikit lebih lama dibandingkan zig-zag, tetapi tetap lebih cepat dibandingkan PET [14], [15].

Hasil Cacahan Jenis Material PET

Hasil cacahan dari setiap jenis botol plastik sangat bervariasi tergantung pada jenis botol di mana setiap jenis botol menghasilkan potongan berbeda dari setiap jenis botolnya.

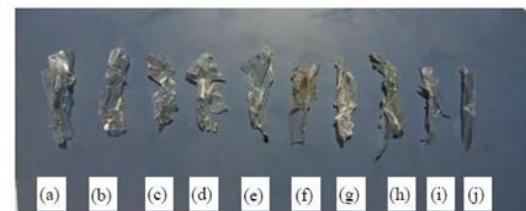
1. Jenis Susunan Mata Pisau Lurus

- Botol Plastik Le Mineral



Gambar 7. Hasil Cacahan Mata Pisau Lurus Le Mineral

- Botol Plastik Vit



Gambar 8. Hasil Cacahan Mata Pisau Lurus Vit

- Botol Plastik Aqua



Gambar 9. Hasil Cacahan Mata Pisau Lurus Aqua

Tabel 2. Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Lurus

| No | Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Lurus | Jenis Bahan Botol | | |
|------------|--|-------------------|----------|-----------|
| | | Le Mineral (mm) | Vit (mm) | Aqua (mm) |
| 1 | 1 | 8,2 | 7,6 | 4,7 |
| 2 | 2 | 8,7 | 8,1 | 5,7 |
| 3 | 3 | 9,1 | 8,2 | 8,1 |
| 4 | 4 | 9,4 | 9,3 | 8,4 |
| 5 | 5 | 9,4 | 9,2 | 9,4 |
| 6 | 6 | 9,7 | 10 | 9,7 |
| 7 | 7 | 11,2 | 11,5 | 11,2 |
| 8 | 8 | 11,6 | 12,5 | 11,7 |
| 9 | 9 | 12,1 | 13,7 | 12,1 |
| 10 | 10 | 13,4 | 14,4 | 15,7 |
| Rata -rata | | 10,28 | 10,45 | 9,67 |

Tabel 3. Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Zig-zag

| No | Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Zig-zag | Jenis Bahan Botol | | |
|------------|--|-------------------|----------|-----------|
| | | Le Mineral (mm) | Vit (mm) | Aqua (mm) |
| 1 | 1 | 2 | 2,1 | 2,7 |
| 2 | 2 | 3,5 | 4,1 | 3,9 |
| 3 | 3 | 3,9 | 4,7 | 4,1 |
| 4 | 4 | 4,1 | 7 | 4,1 |
| 5 | 5 | 4,1 | 7,5 | 4,5 |
| 6 | 6 | 4,5 | 7,8 | 4,5 |
| 7 | 7 | 4,7 | 7,9 | 4,7 |
| 8 | 8 | 5,1 | 9,5 | 5,1 |
| 9 | 9 | 7 | 9,1 | 5,7 |
| 10 | 10 | 7,9 | 9,7 | 6,8 |
| Rata -rata | | 4,68 | 6,94 | 4,61 |

Tabel 4. Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Gelombang.

| No | Hasil Percobaan Variasi Mata Pisau Susunan Gelombang | Jenis Bahan Botol | | |
|------------|--|-------------------|----------|-----------|
| | | Le Mineral (mm) | Vit (mm) | Aqua (mm) |
| 1 | 1 | 2 | 6,5 | 4,5 |
| 2 | 2 | 3,5 | 6,5 | 4,7 |
| 3 | 3 | 3,9 | 7 | 5,7 |
| 4 | 4 | 4,1 | 7,5 | 6,8 |
| 5 | 5 | 4,1 | 7,6 | 8,1 |
| 6 | 6 | 4,5 | 7,8 | 8,4 |
| 7 | 7 | 4,7 | 7,9 | 8,8 |
| 8 | 8 | 5,1 | 8,1 | 9,7 |
| 9 | 9 | 7 | 9,3 | 11,2 |
| 10 | 10 | 7,9 | 9,8 | 11,7 |
| Rata -rata | | 4,7 | 7 | 11,2 |

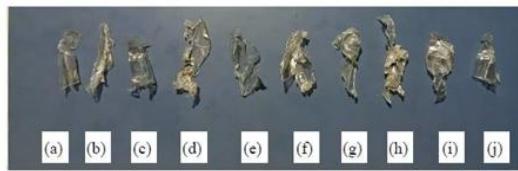
2. Jenis Susunan Mata Pisau Zig-zag

- Botol Plastik Le Mineral



Gambar 10. Hasil Cacahan Mata Pisau Zig-zag Le Mineral

- Botol Plastik Vit



Gambar 11. Hasil Cacahan Mata Pisau Zig-zag Vit

- Botol Plastik Aqua



Gambar 12. Hasil Cacahan Mata Pisau Zig-zag Aqua

3. Jenis Susunan Mata Pisau Bergelombang

- Botol Plastik Le Mineral



Gambar 13. Hasil Cacahan Mata Pisau Bergelombang Le Mineral

- Botol Plastik Vit



Gambar 14. Hasil Cacahan Mata Pisau Bergelombang Vit

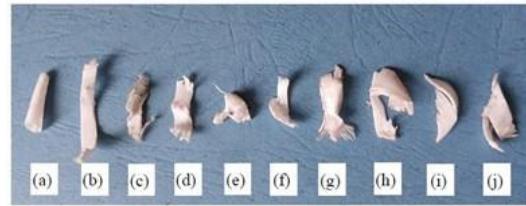
- Botol Plastik Aqua



Gambar 15. Hasil Cacahan Mata Pisau Bergelombang Aqua

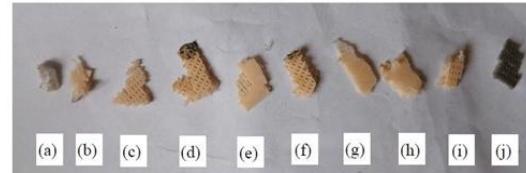
4. Hasil Cacahan Jenis Limbah PLA

- Jenis Susunan Mata Pisau Lurus



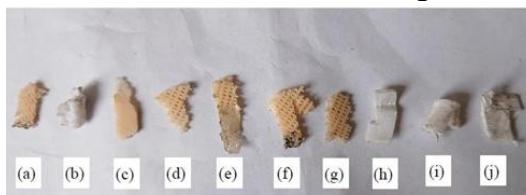
Gambar 16. Hasil Cacahan Mata Pisau Lurus Limbah PLA

- Jenis Susunan Mata Pisau Zig-zag



Gambar 17. Hasil Cacahan Mata Pisau Zig-zag Limbah PLA

- Jenis Susunan Mata Pisau Bergelombang



Gambar 18. Hasil Cacahan Mata Pisau Gelombang Limbah PLA

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada ukuran hasil cacahan sampah plastik antara material polyethylene terephthalate (PET) dan polylactic acid (PLA) terhadap penggunaan konfigurasi mata pisau yang berbeda. Secara kuantitatif, hasil cacahan PET tercatat sebesar 6,437 mm dan 7,059 mm, sedangkan hasil cacahan PLA berada pada kisaran 5,03 mm, 4,81 mm, dan 5,60 mm. Perbedaan nilai tersebut mengindikasikan bahwa sifat mekanik material plastik, dikombinasikan dengan geometri mata

pisau, berpengaruh secara langsung terhadap ukuran dan kualitas cacahan yang dihasilkan.

Secara kualitatif, hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi mata pisau zig-zag menghasilkan ukuran cacahan yang lebih kecil dibandingkan mata pisau lurus dan gelombang, baik pada material PET maupun PLA. Hal ini disebabkan oleh karakteristik sudut potong dan pola kontak pada mata pisau zig-zag yang mampu meningkatkan gaya geser selama proses pencacahan, sehingga proses fragmentasi material berlangsung lebih efektif. Dengan demikian, mata pisau zig-zag dapat dikategorikan sebagai konfigurasi yang paling optimal dalam menghasilkan cacahan yang lebih halus pada kedua jenis material plastik yang diuji.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada penyediaan data eksperimental mengenai pengaruh konfigurasi mata pisau terhadap hasil pencacahan dua jenis plastik yang umum digunakan, yaitu PET dan PLA. Temuan ini memberikan dasar teknis bagi pengembangan desain mesin pencacah plastik yang lebih adaptif terhadap variasi material, khususnya untuk aplikasi daur ulang plastik skala kecil dan menengah. Dari sisi implikasi praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan konfigurasi mata pisau yang tepat, khususnya mata pisau zig-zag, dapat meningkatkan kualitas hasil cacahan dan mendukung efisiensi proses daur ulang plastik pada tahap selanjutnya. Implikasi ini penting bagi perancangan mesin pencacah yang lebih efisien, ekonomis, dan sesuai dengan karakteristik material plastik yang beragam. Arah penelitian lanjutan, disarankan agar kajian berikutnya mengevaluasi pengaruh parameter operasional lain, seperti kecepatan putar poros, jumlah dan sudut mata pisau, serta konsumsi energi selama proses pencacahan. Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk menganalisis distribusi ukuran partikel, tingkat keausan mata pisau, dan performa mesin dalam pengoperasian jangka panjang, sehingga optimasi desain mesin pencacah plastik dapat dilakukan secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik berupa fasilitas, pendanaan, maupun dukungan moral, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya disampaikan kepada Dr. Ir. Sidik Mulyono, M.Eng., selaku dosen pembimbing utama, atas bimbingan, arahan, serta kesediaan beliau dalam meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran selama proses penyusunan skripsi ini, serta kepada Yasya Khalif Perdana Saleh, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing pendamping sekaligus Ketua Jurusan Teknik Mesin, atas saran, dukungan, dan kontribusi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua dan keluarga penulis atas dukungan moral, motivasi, nasihat, doa, serta kasih sayang yang senantiasa menyertai penulis selama proses penelitian. Selain itu, apresiasi diberikan kepada rekan-rekan JGU yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, kerja sama, dan kontribusi yang diberikan selama penyusunan proposal hingga pelaksanaan penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Perumusan masalah dan tujuan penelitian dilakukan secara bersama oleh Yasya Khalif Perdana Saleha, Muhammad Luqman Saiful Fikria, Ahmad Madanua, dan Sidik Mulyono. Kegiatan desain dan modifikasi mesin dilaksanakan melalui diskusi teknis serta implementasi yang dikoordinasikan oleh seluruh tim peneliti. Pengumpulan dan persiapan sampel material dilakukan secara kolaboratif guna memastikan kesesuaian dengan kebutuhan eksperimen. Pelaksanaan eksperimen dilakukan secara terkoordinasi oleh para penulis, yang kemudian diikuti dengan kegiatan pengukuran serta evaluasi kualitas hasil untuk menilai kinerja sistem yang dikembangkan. Pengolahan dan analisis data dilaksanakan secara bersama untuk menjamin keandalan dan validitas hasil penelitian. Penyusunan laporan penelitian serta penarikan kesimpulan dilakukan secara kolektif, dengan seluruh penulis berkontribusi dalam penelaahan dan persetujuan akhir naskah.

REFERENSI

- [1] Hans, "Indonesia Penyumbang Sampah Plastik Ke-2 di Dunia," 2023. [Online]. Available: <https://blog.wecare.id/2023/02/indonesia-penyumbang-sampah-plastik-ke-2-di-dunia/>

- [2] F. M. Baskuro, "Kenali Jenis-Jenis Plastik karena Tidak Semuanya Bisa Didaur Ulang," 2021. [Online]. Available: <https://www.beritasatu.com/news/763945/kenali-jenis-jenis-plastik-karena-tidak-semuanya-bisa-didaur-ulang>
- [3] E. Latief, N. D. Anggraeni, and D. J. Hermawan, "Perancangan Konstruksi Mesin Pencacah Limbah Plastik," *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin ITN Malang*, vol. 1, no. 1, pp. 54–58, 2018.
- [4] Sutowo, E. Diniardi, and Maryanto, "Perencanaan Mesin Penghancur Plastik Kapasitas 30 Kg/Jam," *Universitas Muhammadiyah Jakarta*, pp. 39–49, 2011.
- [5] S. Riyadi, D. Suyadi, and D. Sopyan, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg," *Media Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 19–28, 2020.
- [6] Y. F. Silitonga, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry)," *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, vol. 3, no. 2, p. 7, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i2.1197>
- [7] Silitonga, R. Hanifi, and T. Mesin, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis Pet Skala Industri Rumah Tangga (Home Industry)," vol. 3, no. 2, 2020.
- [8] Adinusaglory, "Claw Blade," 2018. [Online]. Available: <https://adinusaglory.com/product/claw-blade/>
- [9] Gunawan *et al.*, "Analisa Pengaruh Jumlah Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Botol Plastik Tipe PET (Polyethylene Terephthalate)," 2022.
- [10] D. Anisa, R. Wati, and A. Samudra, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik," *Technology, Education And Mechanical Engineering*, vol. 4, no. 2, 2022.
- [11] N. Desi, A. Dan, and A. E. Latief, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting," vol. 2, no. 2, 2018.
- [12] R. Elga, "Perancangan Dan Pembuatan Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate Ketebalan Kurang Dari 2 Mm," 2020.
- [13] D. Sopyan and D. Suryadi, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg," *Jurnal Media Teknologi*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [14] Supriyono, "Perancangan Mesin Pencacah Kemasan Botol Air Mineral Mini (P1)," 2020.
- [15] N. Y. Triadi, B. Martana, S. Pradana, J. Raya Limo, K. Limo, and K. Depok, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>