

**RANCANG BANGUN PEMBUATAN MATA PISAU MESIN PENCACAH
PLASTIK PADA *INJECTION MOLDING***



TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata (S1)

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disusun Oleh

Marchello Marvel

3331200041

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

CILEGON-BANTEN

2024

TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Mata Pisau Mesin Pencaca Plastik Pada Injection Molding

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Marchello Marvel
3331200041

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 26 Juni 2024

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Eng. Ir. Hendra, S.T., M.T
NIP.197311182003121000

Anggota Dewan Penguji

Yusvardi Yusuf, S.T., M.T
NIP.19790302003121001

Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP.198301122008121001

Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.
NIP.198902262015041002

Prof. Dr. Eng. Ir. Hendra, S.T., M.T
NIP.197311182003121000

Dr. Dwinanto, ST., MT.
NIP.198301122008121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 22 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhimas Sutrisna, S.T., M.Eng.
NIP. 198305102012121006

PERSYARATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Marchello Marvel

NPM : 3331200041

Judul : RANCANG BANGUN PEMBUATAN MATA PISAU MESIN
PENCACAH PLASTIK PADA *INJECTION MOLDING*.

Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang disebutkan sumbernya.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan proposal yang berjudul “ *Rancang Bangun Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada Injection molding* .

Adapun tujuan dari penulisan dari proposal ini adalah untuk memenuhi syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Strata (S1). Selain itu, proposal ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang Rancang Bangun Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada *Injection molding*. bagi para pembaca dan juga bagi penulis.

Terlebih dahulu, saya mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan tugas ini sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan sesuai dengan bidang studi yang saya tekuni ini. Terlebih saya berterimakasih kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Prof.Dr.Eng.Hendra, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga serta selalu membimbing saya selama proses penelitian.
3. Bapak Dr.Dwinanto, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir,terimakasih atas bimbingan dan saran-saran untuk penelitian yang saya lakukan.
4. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T Selaku Kordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Untirta
5. Segenap dosen Fakultas Teknik Mesin dan seluruh staf yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah.
6. Orang tua penulis yaitu Bapak Marihot Situmorang dan Ibu Yully Anna Sianturi yang senantiasa memberikan doa serta dukungan terhadap penulis
7. Michael Situmorang dan Della Anggi Sari selaku abang dan kakak yang selalu mendukung,memberikan doa serta tak lelah menemani setiap langkah selama proses perkuliahan.

8. Salsabila Kusuma Putri selaku wanita yang selalu menemani kehidupan penulis selama proses perkuliahan, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini
9. Dimas Satrio, Muhammad Arik, Rifki Nurhasan, Patrick Allen, Sadam Husein dan Muhammad Fajri selaku teman-teman perantau satu kontrakan yang telah memberi pengalaman hidup baru yang bahu-membahu men-support selama proses perkuliahan
10. Seluruh Teman-teman Teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan semangat dan arahan terutama teman-teman Angkatan 2020.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan semua, terimakasih atas bantuannya sehingga saya dapat menyelesaikan proposal ini.

Kemudian, saya menyadari bahwa proposal yang saya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun kami butuhkan demi kesempurnaan proposal ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, khususnya mahasiswa S1 Mesin.

Cilegon, 26 Juni 2024

Marchello Marvel
3331200041

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PEMBUATAN MATA PISAU MESIN PENCACAH PLASTIK PADA INJECTION MOLDING

Disusun Oleh :

MARCHELLO MARVEL

NIM.3331200041

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Mesin Pencacah Plastik adalah perangkat yang digunakan untuk memotong atau menghancurkan plastik, termasuk botol minuman, botol oli, botol jerigen, dan berbagai limbah plastik lainnya. Hasil cacahan plastik ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk proses daur ulang plastik yang sangat dibutuhkan oleh industri daur ulang plastik. Biasanya, hasil cacahan ini memiliki dimensi sekitar 0,5 cm. Adapun Penelitian ini bertujuan dapat mampu merancang dan menerapkan desain pisau pada mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* melalui proses manufaktur. Baja K110 memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya sesuai sebagai material untuk pisau pencacah, terutama karena kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Total waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan setiap mata potong beserta ringnya adalah 4980 menit atau sekitar 83 jam atau 3 hari 4 jam dan 58 menit untuk menyelesaikan proses manufaktur pembuatan mata potong tersebut. Dalam penelitian ini, gaya pemotongan yang diperlukan adalah sebesar 436.272 N. Besarnya tegangan geser pada material PET adalah 11,92 N/mm², dan nilai torsi pada pisau sebesar 23,558 N. Nilai torsi aktual pada motor adalah 60,022 Nm. Hasil cacahan dari tiga merek yang berbeda (V, L, A) dengan masing-masing massa 30 gram setelah pencacahan kedua menunjukkan bahwa V membutuhkan waktu 13,6 detik, L memerlukan 16,41 detik, dan A membutuhkan 19,33 detik.

Kata Kunci : *Baja K110, Mesin Pencacah, Plastik*

ABSTRACT

DESIGN AND BUILD OF PLASTIC SHREDDING MACHINE BLADES IN INJECTION MOLDING

Compiled By :

MARCHELLO MARVEL

NIM.3331200041

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

A Plastic Shredder is a device used to cut or crush plastics, including beverage bottles, oil bottles, jerry can bottles, and various other plastic wastes. The results of this plastic shredding can be used as a material for the plastic recycling process that is urgently needed by the plastic recycling industry. Usually, the result of this chopping has dimensions of about 0.5 cm. The purpose of this research is to be able to design and apply knife designs on plastic shredders with a crusher system through the manufacturing process. K110 steel has several characteristics that make it suitable as a material for chopping knives, mainly due to its high hardness and wear resistance. The total time needed to manufacture each cutting edge along with the ring is 4980 minutes or about 83 hours or 3 days, 4 hours and 58 minutes to complete the manufacturing process of making the cutting edge. In this study, the required cutting force was 436,272 N. The magnitude of the shear stress on the PET material was 11.92 N/mm², and the torque value on the blade was 23.558 N. The actual torque value on the motor was 60.022 Nm. The chopping results from three different brands (V, L, A) with a mass of 30 grams each after the second chopping showed that V took 13.6 seconds, L takes 16.41 seconds, and A takes 19.33 seconds.

Keyword : K110 Steel, Shredding Machine, Plastic

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRAC	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Plastik.....	5
2.2 Jenis-jenis Plastik.....	6
2.3 <i>Injection molding</i>	12
2.3.1 Bagian-Bagian <i>Injection Molding</i>	14
2.4 Mesin Pencacah Plastik.....	15
2.4.1 Jenis-Jenis Mesin Pencacah Plastik	16
2.5 Proses Pemotongan	18
2.6 Jenis-Jenis Pisau.....	20
2.7 Geometri Pisau.....	22
2.8 Material Pisau Mesin Pencacah Plastik	24
2.9 Dasar-Dasar Perhitungan	26
2.10 <i>State Of Art</i>	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Metode Penelitian	33
3.3 Alat dan Bahan.....	34
3.3.1 Alat yang Digunakan	34
3.3.2 Bahan yang digunakan	36
3.4 Variabel Penelitian.....	36
3.5 Proses Desain Dan Manufaktur Pembuatan Mata Pisau.....	36
3.5.1 Hasil Desain Mata Pisau.....	37
3.5.2 Bahan yang digunakan	38
3.6 Alat Dan Bahan Pada Proses Manufaktur Pembuatan Mata Pisau.....	39
3.6.1 Alat yang Digunakan	39
3.6.2 Bahan yang digunakan	41
3.7 Prosedur Penelitan	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Mesin Pencacah	45
4.2 Desain Mata Potong.....	46
4.3 Proses Pembuatan Cetakan Dengan 3D Printer.....	47
4.4 Proses Permesinan Mata Pisau.....	48
4.5 Waktu Manufaktur Pemesinan.....	50
4.6 Analisa Mekanika Pembebanan	51
4.7 Analisa Hasil Cacahan	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Plastik	6
Gambar 2.2 Simbol Dan Nomer Plastik	7
Gambar 2.3 Plastik PETE.....	8
Gambar 2.4 Plastik HDPE.....	9
Gambar 2.5 Plastik PVC.....	9
Gambar 2.6 Plastik LDPE	10
Gambar 2.7 Plastik PP.....	11
Gambar 2.8 Plastik PS.....	12
Gambar 2.9 Plastik <i>Others</i>	12
Gambar 2.10 <i>Injection Molding</i>	13
Gambar 2.11 Mesin Pencacah Plastik Tipe <i>crusher</i>	16
Gambar 2.12 Mesin Pencacah Plastik Tipe <i>Shredder</i>	17
Gambar 2.13 Mesin Pencacah Plastik Tipe Granulator.....	18
Gambar 2.14 Jenis-Jenis Pisau	20
Gambar 2.15 Geometri <i>Shear Plate</i>	23
Gambar 2.16 Geometri <i>Shear Plate</i>	23
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	31
Gambar 3.2 Mesin Pencacah Plastik	34
Gambar 3.3 Mikrometer	34
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	35
Gambar 3.5 Neraca Digital.....	35
Gambar 3.6 Mistar.....	35
Gambar 3.7 Jenis Plastik HDPE.....	36
Gambar 3.8 Desain Mata Pisau	38
Gambar 3.9 <i>Automatic Gas Cutting Machine</i>	39
Gambar 3.10 Gerinda Tangan	40
Gambar 3.11 Mata Potong Gerinda.....	40
Gambar 3.12 Mata Amplas Gerinda.....	40

Gambar 3.13 Printer 3D	41
Gambar 3.14 <i>Tempering Chart</i>	42
Gambar 3.15 Baja K110	43
Gambar 3.16 Printer Filament	43
Gambar 4.1 Mesin Pencacah Plastik	45
Gambar 4.2 Mesin Pencacah Plastik	46
Gambar 4.3 Motor Listrik.....	46
Gambar 4.4 Gearbox	47
Gambar 4.5 Cetakan Mata Potong.....	48
Gambar 4.6 Mata Potong.....	49
Gambar 4.7 Mata Potong Statis.....	50
Gambar 4.8 Grafik V HDPE Cacahan 1	54
Gambar 4.9 Grafik V HDPE Cacahan 2.....	55
Gambar 4.10 Grafik L HDPE Cacahan 1	57
Gambar 4.11 Grafik L HDPE Cacahan 2	58
Gambar 4.12 Grafik A HDPE Cacahan 1	59
Gambar 4.13 Grafik A HDPE Cacahan 2.....	60
Gambar 4.14 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 30g	61
Gambar 4.15 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 30g	62
Gambar 4.16 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 60g	63
Gambar 4.17 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 60g	64
Gambar 4.18 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 90g	65
Gambar 4.19 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 90g	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>State Of Art</i>	29
Tabel 3.1 Data Kekerasan Material	41
Tabel 4.1 Spesifikasi Plasma <i>Cutting</i>	49
Tabel 4.2 Waktu Manufaktur	50
Tabel 4.3 Hasil Cacahan Botol Plastik V	54
Tabel 4.4 Hasil Cacahan Botol Plastik L.....	56
Tabel 4.5 Hasil Cacahan Botol Plastik A	58
Tabel 4.5 Persentase Rendemen Hasil Cacahan Tutup Botol Plastik	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah tumpukan sampah Indonesia pada tahun 2016 mencapai 66 juta ton/tahun. Komposisi sampah Indonesia berupa sampah organik (sisa makanan, kayu ranting daun) sebesar 57%, sampah plastik sebesar 16%, sampah kertas 10%, serta lainnya (logam, kain tekstil, karet kulit, kaca) 17%. Rata-rata presentase sampah terolah dengan cara pengomposan untuk kota di Indonesia dengan cara sebesar 16,2%, sekitar 11 juta ton/tahun. Masih terdapat 82% sampah belum terkelola. Sampah yang tidak terkelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif. Tingginya jumlah timbulan sampah tersebut dipicu oleh laju percepatan pertumbuhan penduduk perkotaan di Indonesia yang mencapai 2,75% termasuk urbanisasi serta meningkatnya aktivitas dan konsumsi masyarakat perkotaan. (Zulkia, D. R. 2023)

Salah satu jenis sampah yang paling sulit terurai adalah sampah Plastik yang mencapai 400 tahun. Total timbulan sampah plastik 16% dari total timbulan sampah nasional. Trend timbulan sampah plastik dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, terutama di daerah perkotaan, mulai dari 11% di tahun 2005 menjadi 15% di tahun 2015. Sebanyak 9,85 milyar lembar per tahun dihasilkan yang bersumber dari hanya dari 90 gerai ritel se Indonesia (Ditjen PSLB3). Berdasarkan data Jambeck et al tahun 2015, disebutkan bahwa Indonesia merupakan negara kedua penghasil sampah plastik dilaut sebesar 1,29 Juta Ton/Tahun.(Lestari dkk, 2020).

Limbah Plastik merupakan sampah non organik yang memiliki banyak manfaat terutama dalam kehidupan sehari-hari, utamanya para penjual di pasaran dalam pengemasan makanan, bahan dasar pembuatan komponen otomotif dan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan mainan. Banyaknya plastik yang digunakan oleh masyarakat dan dibuang begitu saja setelah dipakai maka akan menyebabkan timbulnya sampah. Sampah akan terus diproduksi dan tidak akan pernah berhenti selama manusia tetap ada.

Dapat dibayangkan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan oleh penghuni bumi ini akan semakin meningkat. Sampah merupakan salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan volumenya berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Apabila tidak ditangani secara efektif dan efisien maka eksistensi sampah di alam tentu akan berbalik menghancurkan kehidupan sekitarnya.

Permasalahan sampah plastik dapat ditanggulangi dengan beberapa cara, satu diantaranya yaitu dengan proses daur ulang sampah plastik. Daur ulang limbah plastik merupakan proses mengembalikan produk plastik menjadi biji plastik yang dapat kembali digunakan serta dapat bernilai ekonomi. Untuk berkontribusi dalam pengembangan teknologi penanggulangan limbah plastik dan untuk memudahkan dalam memanfaatkan plastik tersebut, akan dilakukan perancangan mesin pencacah plastik. Mesin Pencacah Plastik adalah sebuah alat yang digunakan untuk mencacah atau menghancurkan plastik. Mulai dari botol minuman, botol oli, botol jerigen, dan limbah-limbah plastik lainnya. Hasil cacahan plastik dapat digunakan para pengusaha sebagai bahan daur ulang plastik yang banyak dibutuhkan oleh pabrik daur ulang plastik. Hasilnya nanti berupa biji plastik umumnya cacahan tersebut biasanya berdimensi $\pm 0,5$ cm

Perancangan dan Pembuatan Mesin Pencacah Plastik ini dirancang untuk plastik tipe HDPE (*high density polyethylene*). Penggunaan mesin pencacah plastik ini akan menghasilkan limbah plastik dengan bentuk serpihan yang kecil sehingga hasil dari perancangan dan pembuatan alat ini diharapkan mampu membantu mengelola limbah plastik yang ada sehingga memudahkan dalam hal mobilisasi, pengolahan dan memberikan nilai tambah tersendiri. Komponen utama yang terdapat pada mesin pencacah ini pada dasarnya terdiri dari silinder pemotong dan *bedknife*. Selain itu terdapat beberapa komponen penting yaitu salah satunya mata pisau. Komponen ini merupakan suatu bagian dalam proses pemesinan dimana mata pisau tersebut yang akan memotong benda menjadi potongan dengan bagian yang lebih kecil. Adapun keunggulan dari mesin pencacah sampah plastik yang dirancang adalah dapat menghemat waktu dan tenaga. Adanya perancangan

dan pembuatan alat pencacah botol plastik ini akan membantu masyarakat menanggulangi permasalahan limbah plastik yang ada selama ini.

Pada penelitian kali ditunjukkan pada pengembangan jenis mata potong dan material mata pisau yang digunakan, pada tipe mata potong yang digunakan pada penelitian ini yaitu *crusher*. Pisau (*crusher*) adalah pisau yang berfungsi untuk mencacah plastik menjadi serpihan-serpihan plastik kecil. Pada material pisau yang digunakan pada mesin pencacah plastik berbahan baja Bohler K110, yang memenuhi kriteria untuk proses pembuatan mata pisau pada alat pencacah plastik. Baja perkakas jenis Bohler K110 merupakan jenis baja perkakas dengan *hardenability* yang tinggi sehingga material tersebut sangat cocok digunakan sebagai bahan baku pisau.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam melakukan *Rancang Bangun* Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada *Injection molding*, yang didasari pada latar belakang diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses manufaktur pada pembuatan mata potong mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* dengan material Bohler K110?
2. Bagaimana merancang desain pisau pada pembuatan mata potong mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* dengan material Bohler K110?
3. Bagaimana karakteristik material pisau pada mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* pada pengujiannya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dan dituju pada Penelitian Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada *Injection molding*, berikut adalah tujuannya :

1. Mampu merancang dan mengaplikasikan desain pisau pada mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* dengan tahapan proses manufaktur.

2. Mendapatkan karakteristik hasil cacahan pada mesin pencacah plastik dengan sistem *crusher* pada pengujiannya .

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan pada penelitian diatas, dilakukan suatu pembatasan masalah yang bertujuan agar pembahasan tidak meluas. Adapun batasan masalah ini meliputi sebagai berikut:

1. Pengujian ini hanya berfokus pada pengembangan jenis mata potong dan material mata pisau yang digunakan .
2. Jumlah mata pisau yang berjumlah 13 buah
3. Pada material pisau yang digunakan penelitian ini berbahan Baja Bohler K110
4. Pada mesin pencacah plastik yang digunakan penelitian ini bertipe *crusher*.
5. Limbah plastik yang digunakan sebagai spesimen benda uji adalah tutup botol pada minuman kemasan air mineral dengan jenis HDPE.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka penelitian diharapkan mempunyai manfaat, adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Mampu membuat mata pisau pada alat pencacah plastik yang dapat menghancurkan limbah plastik khususnya tutup botol kemasan.
2. Memberikan inovasi baru terkait tipe dan jenis material pada alat pencacah plastik
3. Dapat menjadi solusi alternatif untuk memfasilitasi proses daur ulang plastik. Dengan mencacah plastik menjadi potongan-potongan kecil, alat pencacah memudahkan proses selanjutnya dalam pengolahan plastik bekas menjadi bahan baku baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., Fergi, A., & Yudha, C. U. (2020). rancangan dan simulasi mesin pencacah sampah plastik jenis pete dan ldpe metode “single group cutter” (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Adhiharto, R., & Komara, A. I. (2019). studi rancang bangun mesin plastic waste *shredder* dengan kapasitas 15 kg/hari dengan aplikasi metode vdi 2222. *Jurnal TEDC*, 13(3), 292-304.
- Lestari, P. W., Septaria, B. C., & Putri, C. E. (2020). Edukasi “Minim Plastik” sebagai wujud cinta lingkungan di SDN Pejaten Timur 20 Pagi. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 16(1), 43-52.
- Masruri, A., Saleh, Z., Satria, Z., & Hastarina, M. (2021). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Skala Laboratorium Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 38-41.
- Maulana, M. P. I. M., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Pada Absrecycle Material Untuk Memperoleh Minimum Shrinkage Longitudinal Dan Tranversal. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 1(1), 1-10.
- PUTRA, D. J., & ITS–DISNAKERTRANS, K. E. R. J. A. S. A. M. A. tugas akhir–tm 145648 rancang bangun mesin penghancur sampah alat suntik.
- Raihan, M. (2021). Perancangan Informasi Bahaya Penggunaan Botol Plastik Sekali Pakai Melalui Media Motion Graphic (Doctoral dissertation, Univeristas Komputer Indonesia).
- SaVri, N. L., & Khoiriyah, N. M. (2022). Proses Produksi Biji Plastik PT Natura Plastindo.
- Satria, F. (2023). rancang bangun alat pencetak plastik mika untuk membuat piring dengan metode thermoforming (Doctoral dissertation, 021008 Universitas Tridinanti Palembang).
- Slat, W. S., Warokka, A., Runtuwene, S. J., & Kawulur, M. P. (2023). Modifikasi Mesin Pencacah Sampah Plastik Tipe Shredded Claw Blade Double Shaft. *JURNAL MASINA NIPAKE*, 3(2), 90-101.

- Suhidin, I., Djatmiko, E., & Maulana, E. (2020, December). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg/Jam. In Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ (Vol. 2020).
- Sulistiyanto, D. (2017). Analisis parameter injection moulding terhadap waktu siklus tutup botol 500 ml menggunakan desain box-behnken.
- Surono, U. B., & Ismanto, I. (2016). Pengolahan sampah plastik jenis PP, PET dan PE menjadi bahan bakar minyak dan karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, 1(1), 32-37.
- Zulkia, D. R. (2023). pemanfaatan mesin pencacah dan mesin press sebagai alat pengolah sampah menjadi produk bernilai ekonomis. *Machine: Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 23-29.