

**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

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

Anggota Dewan Penguji

Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
NIP.197910302003121001

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 Sutrisa, 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 *hardnability* 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.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Plastik merupakan benda yang sering dijumpai di kehidupan sehari-hari dengan varian bentuk, warna dan ukuran dengan kegunaan yang bermacam-macam. Plastik memiliki sifat yaitu tahan air, ringan, murah dan mudah dibentuk. Oleh karena itu, plastik banyak memiliki kegunaan dari alat-rumah tangga hingga menjadi salah satu komponen yang terdapat pada kendaraan. Contohnya lainya dari plastik sebagai alat-alat rumah tangga seperti gayung, sisir, kursi, piring, sendok dan lain-lain. Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Namun plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan (Raihan, M. 2021). Faktor dari berkembangnya teknologi menjadi alasan utama bagi perkembangan pemakaian plastik yang semakin meningkat dan beragam. Plastik terbuat dari bahan polimer. Ada dua jenis polimer yaitu polimer alami dan polimer sintetis (buatan). Polimer sintetis biasanya menghasilkan produk plastik seperti kantong kresek, sisir, kursi, gayung, botol dan lain-lain. Sedangkan polimer alam dapat membuat benda-benda seperti karet, pati dan selulosa. Dari material-material tersebutlah yang akan diproses menjadi biji plastik. Dari biji plastik tersebut akan diproses dan dibentuk sedemikian rupa sehingga menjadi plastik-plastik dengan berbagai macam warna ukuran dan bentuk yang digunakan sehari-hari oleh masyarakat (Satria, F. 2023).



Gambar 2.1 Plastik

(Sumber : www.alodokter.com)

2.2 Jenis-Jenis Plastik

Plastik adalah salah satu jenis makro molekul yang dibentuk dengan prosespolimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Plastik pada utamanya memiliki 2 macam yaitu (Surono, U. B. 2016):

1. *Thermoplastic*:

Thermoplastic adalah bahan plastik yang bila digunakan untuk membuat material tertentu dapat didaur ulang dan dibuat menjadi bentuk material yang lain melalui proses pemanasan. Thermoplastik sendiri adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk seperti film, fiber, kemasan (*packing*), Contoh thermoplastic antara lain yaitu polyethylene (PE), *polypropylene* (PP), dan *polyvinyl chloride* (PVC). *Polyethylene*, *Polypropylene*, *Nylon*, *Polycarbonate*.

2. *thermosetting* atau *thermoset*

Thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam material tertentu, tidak dapat dicairkan untuk didaur ulang atau dibuat produk lain. *thermosetting* merupakan plastik yang memiliki karakteristik keras, mempertahankan bentuknya dan tidak dapat berubah atau diubah kembali kedalam bentuk aslinya. *Thermosetting* atau *thermoset* dapat digunakan untuk bagian dari mobil, bagian dari pesawat udara, ban, dan keperluan industri lainnya.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa simbol dan nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Berikut ini merupakan jenis-jenis plastik itu sendiri :



Gambar 2.2 Simbol Dan Nomer Plastik

(Sumber : www.istanaumkm.com)

1. PET

PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah salah satu jenis plastik yang umum digunakan dalam berbagai produk kemasan, terutama botol minuman, botol kecap, botol minyak, dan beberapa jenis wadah makanan. PET biasanya memiliki kode daur ulang 1 di bawah *Resin Identification Code*. Karakteristik PET antara lain, PET memiliki sifat yang memungkinkannya menjadi jernih atau sedikit tembus cahaya, sehingga cocok untuk botol minuman. PET relatif keras dan kokoh, membuatnya cocok untuk digunakan sebagai botol atau wadah yang memerlukan stabilitas. PET memiliki sifat yang memungkinkannya melindungi produk di dalamnya dari oksigen dan gas lain yang dapat mempengaruhi kualitas produk. PET dapat didaur ulang dengan relatif baik, dan banyak botol PET didaur ulang untuk membuat produk-produk baru seperti serat untuk pakaian atau karpet. PET dapat menahan suhu yang cukup tinggi, sehingga sering digunakan untuk kemasan produk yang memerlukan perlindungan terhadap panas. Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) umumnya dapat menahan suhu hingga sekitar 70-80 derajat Celsius (160-176 derajat *Fahrenheit*) sebelum mulai meleleh atau menjadi lunak. Namun, suhu toleransi ini dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, seperti ketebalan plastik, penggunaan bahan tambahan, dan kondisi lingkungan.

Penting untuk diingat bahwa memanaskan plastik di atas suhu tertentu dapat menyebabkan pelelehan atau pelembutan, serta pelepasan zat kimia yang tidak diinginkan, sehingga tidak disarankan untuk menggunakannya untuk kontak dengan makanan pada suhu tinggi.



Gambar 2.3 PETE

(Sumber : www.tokopedia.com)

2. HDPE

HDPE adalah singkatan dari *High-Density Polyethylene*, yang merupakan jenis plastik dengan kepadatan tinggi. Plastik HDPE memiliki sifat yang kuat, tahan terhadap berbagai macam bahan kimia, dan tahan terhadap penetrasi air. Karena sifat-sifat ini, HDPE banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembuatan botol susu, botol deterjen, botol sampo, pipa air, tangki penyimpanan, dan banyak lagi. HDPE biasanya dianggap aman untuk digunakan dalam kontak dengan makanan, karena tidak melepaskan bahan kimia yang berbahaya dalam jumlah yang signifikan. Namun, seperti halnya dengan plastik lainnya, penggunaan HDPE untuk makanan harus memperhatikan suhu penggunaan dan kondisi penggunaan. Plastik HDPE juga sangat mudah didaur ulang dan umumnya memiliki kode daur ulang 2. Ini membuatnya menjadi salah satu plastik yang paling sering didaur ulang, dan banyak produk daur ulang yang terbuat dari HDPE. Sifat-sifat HDPE yang paling menonjol termasuk kekuatan yang tinggi, tahan terhadap berbagai macam bahan kimia, ringan, dan tahan terhadap korosi serta kerusakan cuaca. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang populer untuk berbagai aplikasi di berbagai industri.



Gambar 2.4 HDPE

(Sumber : www.plasticingenuity.com)

3. PVC

PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah senyawa kimia yang terdiri dari atom karbon (C), atom hidrogen (H), dan atom klorin (Cl). Strukturnya didasarkan pada rantai panjang polimer yang terdiri dari unit monomer vinil klorida. PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah jenis plastik yang memiliki berbagai karakteristik dan aplikasi yang luas. PVC memiliki kekuatan mekanis yang baik, sehingga sering digunakan dalam konstruksi untuk pipa, *Vting*, dan panel dinding. Ini juga memiliki ketahanan terhadap benturan dan abrasi. PVC adalah plastik yang tahan terhadap banyak bahan kimia, termasuk asam dan alkali. Ini membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi di mana kontak dengan bahan kimia adalah hal yang umum, seperti dalam sistem pipa untuk industri kimia. PVC tidak rentan terhadap korosi seperti logam, sehingga sering digunakan dalam sistem pipa air, pipa pembuangan, dan sistem saluran air. PVC dapat dicetak, diekstrusi, atau dibentuk dengan berbagai metode manufaktur, sehingga memungkinkan untuk pembuatan berbagai produk dengan desain yang kompleks.



Gambar 2.5 PVC (*Polyvinyl Chloride*)

(Sumber : www.azom.com)

4. LDPE

LDPE (*Low-Density Polyethylene*) adalah senyawa polimer yang terdiri dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H), dengan struktur kimia yang lebih longgar dibandingkan dengan polietilena berdensitas tinggi (HDPE). LDPE diproduksi melalui proses polimerisasi etilena menggunakan katalis. Struktur kimia LDPE terdiri dari rantai panjang etilena dengan cabang-cabang pendek atau rantai samping, yang memberikan sifat-sifat khas seperti fleksibilitas, kekuatan yang relatif rendah, dan ketahanan terhadap suhu rendah. Cabang-cabang pendek ini juga menyebabkan LDPE memiliki kepadatan yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE. LDPE (*Low-Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang memiliki beberapa karakteristik khas. LDPE memiliki kekuatan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan HDPE (*High-Density Polyethylene*). Ini membuatnya lebih lentur dan fleksibel, sehingga cocok untuk digunakan dalam pembuatan kantong plastik, *film stretch*, dan produk-produk yang memerlukan sifat elastisitas. LDPE memiliki ketahanan yang baik terhadap kerusakan akibat paparan sinar UV dan kondisi lingkungan yang keras.



Gambar 2.6 LDPE (*Low-Density Polyethylene*)

(Sumber : [www. slemankab.com](http://www.slemankab.com))

5. PP

PP (*Polypropylene*) adalah senyawa polimer yang terdiri dari atom karbon (C) dan atom hidrogen (H), dengan struktur kimia yang mirip dengan polietilena. PP diproduksi melalui proses polimerisasi propilena menggunakan katalis. PP (*polypropylene*) adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik, terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan. *Polypropylene* memiliki

kekuatan dan kekakuan yang tinggi, menjadikannya cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan struktur yang kuat dan tahan lama, seperti wadah makanan, botol, dan komponen otomotif. *Polypropylene* memiliki ketahanan yang baik terhadap panas, sehingga dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi, seperti mangkuk *microwave*, wadah makanan yang dapat dipanaskan. *Polypropylene* adalah plastik yang ringan, yang membuatnya mudah diangkut, dipasang, dan digunakan dalam berbagai aplikasi. PP juga memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai macam bahan kimia, termasuk asam, alkali, dan pelarut organik. Hal ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam aplikasi kimia dan farmasi.



Gambar 2.7 PP (*Polypropylene*)

(Sumber : www.slemankab.com)

6. PS

PS (*Polystyrene*) adalah jenis plastik yang memiliki beberapa karakteristik khas. PS adalah plastik yang sangat ringan, membuatnya mudah diangkut, diproses, dan digunakan dalam berbagai aplikasi. PS memiliki ketahanan yang baik terhadap bocor, menjadikannya pilihan yang populer untuk digunakan dalam pembuatan wadah makanan sekali pakai, seperti piring dan mangkuk. Plastik jenis ini ditandai oleh logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya dan tulisan PS di bawah segitiga. *Polystyrene* merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan. Bahan ini harus dihindari, selain berbahaya untuk kesehatan otak, juga dapat berakibat pada masalah reproduksi wanita dan gangguan pada pertumbuhan dan sistem syaraf. Selain itu bahan ini susah didaur ulang. penggunaannya juga telah menjadi subjek perdebatan karena

dampak lingkungan dan kesehatan yang mungkin terkait dengan pembuatannya dan pembuangan limbahnya



Gambar 2.8 PS (*Polystyrene*)

(Sumber : www.slemankab.com)

7. Lainnya (*Other*)

Plastik yang masuk ke dalam kategori "*other*" atau "*lainnya*" dalam konteks kode daur ulang seringkali merupakan jenis plastik yang tidak masuk ke dalam klasifikasi utama yang didefinisikan oleh kode daur ulang standar (biasanya kode 1 hingga 7). Ini bisa menjadi jenis plastik yang lebih spesifik atau jarang ditemui, serta mungkin memiliki sifat-sifat unik yang tidak biasa, Polikarbonat (PC) ini bisa termasuk dalam kategori "*other*" tergantung pada sistem daur ulang yang digunakan. Polikarbonat adalah plastik yang sangat kuat dan tahan terhadap benturan. Bahkan, polikarbonat sekitar 200 kali lebih kuat dari kaca yang sepadan dengan ketebalan yang sama. Kekuatan ini menjadikannya pilihan yang baik untuk aplikasi di mana kekakuan dan ketahanan terhadap benturan diperlukan, seperti kaca helm, kaca jendela, dan wadah makanan.



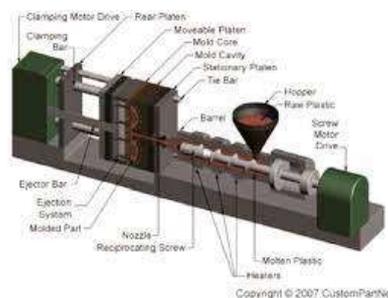
Gambar 2.9 Plastik *Other*

(Sumber : www.slemankab.com)

2.3 *Injection molding*

Injection molding adalah salah satu metode pembentukan plastik yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur untuk memproduksi berbagai macam produk plastik, mulai dari komponen kecil hingga produk

yang lebih besar. Proses ini melibatkan penyuntikan material plastik cair ke dalam cetakan yang didinginkan untuk membentuk produk yang diinginkan. Prinsip kerja *injection molding* adalah memanfaatkan tekanan tinggi untuk menyuntikkan bahan baku plastik yang meleleh ke dalam cetakan yang terbentuk, kemudian membekukannya menjadi bentuk yang diinginkan saat pendinginan. Proses ini terdiri dari beberapa tahap dimana bahan baku plastik (biasanya dalam bentuk butiran atau granul) dimuat ke dalam hopper mesin. Dari *hopper*, bahan baku disalurkan ke dalam silinder injeksi, di mana bahan baku dipanaskan dan dilelehkan menjadi bentuk cair. Setelah bahan baku plastik meleleh, sekrup atau piston yang terdapat di dalam silinder injeksi mendorong bahan cair tersebut menuju *nozzle* injeksi. Bahan plastik cair kemudian disuntikkan ke dalam cetakan yang terbentuk melalui saluran atau gerbang injeksi. Setelah bahan plastik cair memasuki cetakan, cetakan tersebut didinginkan dengan cepat. Pendinginan ini menyebabkan bahan plastik cair membeku dan mengeras, mengikuti bentuk interior cetakan. Waktu pendinginan bisa berbeda-beda tergantung pada ukuran dan ketebalan produk, serta jenis bahan plastik yang digunakan. Setelah produk plastik mengeras dan cukup dingin, cetakan dibuka untuk mengeluarkan produk. Produk plastik yang sudah terbentuk kemudian dikeluarkan dari cetakan, siap untuk diproses lebih lanjut atau dikemas. Setelah produk dikeluarkan, proses dapat diulangi untuk mencetak produk berikutnya. Mesin *injection molding* dapat diatur untuk bekerja secara otomatis, sehingga proses injeksi dan pemisahan produk dapat berlangsung terus menerus, meningkatkan efisiensi produksi (Maulana, 2017).



Gambar 2.10 *Injection molding*

(Sumber : [www. custompartnet.com](http://www.custompartnet.com))

2.3.1 Bagian-Bagian Mesin Injeksi Plastik

Injection molding adalah salah satu metode utama dalam pembentukan plastik di mana bahan baku plastik dilelehkan dan disuntikkan ke dalam cetakan yang didinginkan untuk membentuk produk akhir. Pada prosesnya *injection molding* memiliki komponen-komponen utama dalam mesin nya. *Injection molding* mencakup beberapa bagian penting yang bekerja sama untuk melaksanakan proses pembentukan plastik. Berikut adalah komponen-komponen utama pada *injection molding* (Sulistiyanto, D. 2017):

1. *Screw*

Screw (sekrup) adalah salah satu komponen utama dalam *injection molding*. Fungsi utamanya adalah untuk memampatkan, mencairkan, dan mendorong bahan baku plastik ke dalam cetakan selama proses injeksi. *Screw* ini terletak di dalam silinder injeksi dan berputar untuk mencampur dan memampatkan bahan baku plastik.

2. *Barrel*

Barrel (tong atau silinder) adalah bagian dari mesin *injection molding* yang menampung dan memproses bahan baku plastik. Barrel terdiri dari tabung logam panjang yang didalamnya terdapat screw (sekrup) yang berputar. Fungsi barrel dalam proses *injection molding* sangat penting karena berperan dalam pencairan, pencampuran, dan pemampatan bahan baku plastik sebelum disuntikkan ke dalam cetakan.

3. *Heatter Band*

Heater band (pita pemanas) adalah salah satu komponen kunci dalam mesin *injection molding* yang berfungsi untuk memanaskan *barrel* (tong) di mana bahan baku plastik dilelehkan. *Heater band* terdiri dari pita pemanas yang melingkari barrel dan memberikan panas yang diperlukan untuk mencairkan bahan baku plastik menjadi bentuk cair yang dapat disuntikkan ke dalam cetakan.

4. *Hopper*

Hopper adalah bagian dari mesin *injection molding* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan pengumpanan bahan baku plastik ke dalam sistem injeksi. *Hopper* biasanya berbentuk corong dan terletak di bagian atas mesin *injection molding*. Fungsi utama hopper adalah untuk memuat bahan baku plastik, yang biasanya berupa butiran atau granul, dan menyediakan aliran bahan ke dalam unit injeksi.

5. *Nozzle*

Nozzle adalah bagian dari mesin *injection molding* yang berfungsi sebagai saluran untuk mengarahkan bahan plastik cair dari unit injeksi ke dalam cetakan selama proses injeksi. *Nozzle* biasanya terletak di ujung unit injeksi dan berada di dekat pintu cetakan (*mold gate*) untuk memudahkan penyuntikan bahan plastik ke dalam cetakan.

2.4 Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik adalah peralatan industri yang dirancang khusus untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Tujuan utama dari mesin ini adalah untuk mengubah bahan plastik menjadi bentuk yang lebih mudah dikelola, seperti serpihan, agar dapat diolah lebih lanjut dalam proses daur ulang atau penggunaan lainnya. Mesin pencacah plastik dapat bekerja dengan berbagai jenis plastik, termasuk PET, HDPE, LDPE, PVC, PP, dan lain-lain. Proses penghancuran dilakukan dengan menggunakan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya, yang memotong bahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan. Mesin ini memiliki berbagai ukuran dan jenis, tergantung pada skala produksi dan jenis plastik yang akan dihancurkan. Prinsip kerja pada mesin pencacah plastik ini yaitu dengan memasukkan limbah plastik yang telah dikumpulkan dan telah dipilih kedalam corong mesin bagian atas kemudian mesin dinyalakan dengan menggunakan motor listrik, setelah mesin menyala maka motor akan menggerakkan *pulley* yang dihubungkan dengan *v-belt* sehingga dapat memutar poros yang terhubung dengan pisau. Pisau inilah

yang nantinya akan menjadi komponen untuk memotong plastik, pisau pada mesin pencacah terdapat 2 jenis yaitu pisau statis yang terpasang pada rangka dan pisau dinamis yang bergerak secara aktif (Slat, W. S., 2023).

2.4.1 Jenis-Jenis Mesin Pencacah Plastik

Mesin pencacah plastik memiliki berbagai jenis, yang masing-masing dirancang untuk tujuan dan kebutuhan pengolahan plastik yang berbeda. Berikut adalah beberapa jenis mesin pencacah plastik yang umum digunakan (Masruri, A., 2021):

1. Mesin Pencacah Plastik Tipe *crusher*

Mesin Pencacah Plastik tipe *crusher* adalah jenis mesin pencacah plastik yang menggunakan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Mesin ini sering kali digunakan untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang rendah hingga sedang, seperti botol plastik, wadah plastik, atau barang-barang plastik lainnya. Mesin *crusher* menggunakan pisau-pisau tajam yang berputar dengan kecepatan tinggi untuk memotong dan menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Proses Pencacahan dilakukan dimana bahan plastik dimasukkan ke dalam mesin melalui *hopper* atau tempat pemuatan. Selanjutnya, bahan plastik tersebut diproses oleh pisau-pisau tajam di dalam mesin, yang menghancurkannya menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.11 Mesin Pencacah Plastik Tipe *crusher*

(Sumber : www.astromesin.com)

2. Mesin Pencacah Plastik Tipe *Shredder*

Mesin Pencacah Plastik tipe *shredder* adalah jenis mesin pencacah plastik yang menggunakan pisau-pisau berputar atau sistem penggilingan untuk menghancurkan bahan plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Mesin ini umumnya digunakan untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang tinggi, seperti botol plastik, drum plastik, atau barang-barang plastik lainnya yang lebih tebal dan keras. Mesin *shredder* menggunakan pisau-pisau berputar atau sistem penggilingan lainnya yang bekerja dengan kecepatan tinggi untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan. Mesin pencacah plastik tipe *shredder* cocok untuk menghancurkan plastik dengan tingkat kekerasan yang tinggi dan ketebalan yang lebih besar, sehingga sering digunakan dalam pengolahan limbah plastik industri atau daur ulang plastik dalam skala besar.



Gambar 2.12 Mesin Pencacah Plastik Tipe *Shredder*

(Sumber : www.tokopedia.com)

3. Mesin Pencacah Plastik Tipe *Granulator*

Mesin Pencacah Plastik tipe *granulator* adalah jenis mesin pencacah plastik yang digunakan untuk mengubah bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan menggunakan pisau-pisau tajam dan proses penggilingan. Mesin ini sering digunakan untuk menghasilkan serpihan plastik dengan ukuran yang seragam dan konsisten. Mesin ini berbeda dari mesin pencacah plastik tipe atau *shredder crusher* karena prosesnya cenderung menghasilkan serpihan dengan ukuran yang lebih konsisten dan teratur.



Gambar 2.13 Mesin Pencacah Plastik Tipe Granulator

(Sumber : www.made-in-china.com)

2.5 Proses Pemotongan

Proses pemotongan pada mesin pencacah plastik melibatkan penggunaan pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya untuk memotong bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan ukuran yang diinginkan. Proses penghancur plastik melibatkan pemotongan plastik oleh dua jenis pisau yang saling berlawanan arah. Pada umumnya proses pemotongan identik dengan proses pemesinan. Proses pemesinan adalah suatu proses pembentukan geram (*chip*) oleh perkakas (*tools*), yang dipasangkan pada mesin perkakas (*machine tools*), gerakannya pun relatif terhadap benda kerja mesin perkakas (Adhianto, R.,2019).

Pahat yang bergerak memotong benda kerja akan menghasilkan geram, sementara permukaan lainnya akan terbentuk sesuai yang diinginkan. Jika ditinjau dari proses penghancuran plastik oleh mesin penghancur plastik, geram yang dimaksud adalah hasil pemotongan sebagian permukaan plastik, setiap pasangan pisau akan membentuk geramnya masing – masing. Bagi suatu tingkatan proses, ukuran objektif ditentukan dan pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran objektif tersebut dicapai. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menentukan kecepatan potong saat permesinan, maka terdapat lima elemen dasar proses permesinan, yaitu :

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) ; v (m/min),
2. Kecepatan Makan (*Feeding Speed*) ; v_f (m/min),
3. Kedalaman Potong (*Depth Of Cut*) ; a (mm),
4. Waktu Pemotongan (*Cutting Time*) ; t_c (min),
5. Kecepatan Penghasilan Geram (*Rate Of Metal Removal*) ; Z (cm³/min)

Namun kasus mesin penghancur plastik tidak mengkaji tentang kecepatan makan (*feeding speed*) dan kecepatan penghasiian geram karena sistem pemotongan pada mesin penghancur plastik bersifat tidak beraturan, tidak simultan (Adhianto and Komara 2019).

Dalam proses pemotongan pada mesin pencacah plastik, terdapat beberapa tahapan yang terjadi secara berurutan. Berikut adalah tahapan-tahapan umum dalam proses pemotongan pada mesin pencacah plastik (Adam, A., 2020).:

1. Persiapan Bahan Baku

Tahap awal adalah persiapan bahan baku yang akan diproses. Bahan plastik yang akan dicacah harus disiapkan sesuai dengan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan kapasitas dan spesifikasi mesin pencacah.

2. Pemuatan Bahan Plastik

Bahan plastik dimuat ke dalam *hopper* atau tempat pemuatan mesin pencacah. Bahan plastik ini kemudian dialirkan atau dipindahkan ke area pemotongan dengan bantuan mekanisme pengumpanan.

3. Pemotongan

Bahan plastik yang telah dimuat ke dalam mesin kemudian dipotong oleh pisau-pisau tajam atau sistem pemotongan lainnya. Pisau-pisau ini berputar dengan kecepatan tinggi dan memotong bahan plastik menjadi serpihan-serpihan kecil atau butiran-butiran dengan ukuran yang diinginkan.

4. Pengaturan Ukuran *Output*

Beberapa mesin pencacah plastik dilengkapi dengan pengaturan yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol ukuran akhir dari serpihan plastik yang dihasilkan. Ini dapat dilakukan dengan mengatur kecepatan putaran pisau-pisau pemotong atau sistem pemotongan, sehingga menghasilkan serpihan dengan ukuran yang diinginkan.

5. Pemisahan dan Pembersihan

Setelah proses pemotongan selesai, serpihan plastik yang dihasilkan kemudian dipisahkan dari material lainnya, seperti debu atau kontaminan, menggunakan saringan atau sistem pemisahan lainnya. Proses

pembersihan juga mungkin diperlukan untuk memastikan kualitas serpihan plastik yang dihasilkan.

6. Penyimpanan atau Pengolahan Selanjutnya

Serpihan plastik yang dihasilkan kemudian siap untuk disimpan atau diproses lebih lanjut. Mereka dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses daur ulang plastik atau produksi produk baru dari bahan plastik daur ulang.

Tahapan-tahapan ini terjadi secara berurutan dan membentuk proses pemotongan pada mesin pencacah plastik. Dengan melalui tahapan-tahapan ini secara efisien dan akurat, mesin pencacah plastik dapat menghasilkan serpihan plastik dengan ukuran dan kualitas yang diinginkan.

2.6 Jenis-Jenis Pisau

Mata pisau adalah bagian dari pisau yang berfungsi sebagai tepi pemotong yang langsung berinteraksi dengan material yang akan dipotong. Pada mesin pencacah plastik atau *crusher*, mata pisau sangat penting untuk melakukan pemotongan material plastik dengan tepat dan efisien. Mata pisau adalah bagian dari pisau yang berfungsi sebagai tepi pemotong yang langsung berinteraksi dengan material yang akan dipotong. Pada mesin pencacah plastik atau *crusher*, mata pisau sangat penting untuk melakukan pemotongan material plastik dengan tepat dan efisien. Pisau *crusher* terdiri dari dua macam pisau yaitu pisau gerak (*Reel*) dan pisau diam (*Bedknife*), pisau gerak yaitu pisau yang posisinya terdapat pada poros/as tang bergerak mengikuti arah putaran poros (*as*) atau *shaft*, sedangkan pisau diam yaitu pisau yang posisinya menempel pada bodi/rangka mesin dan tidak bergerak seperti pisau gerak. Dalam mesin pencacah *plastic crusher* memiliki beberapa model sebagai berikut (SaVri, N. L., 2022):



Gambar 2.14 Jenis-Jenis Pisau

(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)

1. *Type Flat Blade*

crusher jenis "*Flat*" adalah salah satu tipe *crusher* yang memiliki konstruksi yang relatif sederhana dan umumnya digunakan untuk menghancurkan material yang tidak terlalu keras. *crusher* tipe ini seringkali digunakan dalam aplikasi pemrosesan limbah plastik, kertas, kardus, dan material ringan lainnya. *crusher* tipe "*flat*" memiliki desain yang relatif sederhana, dengan satu atau dua poros dan pisau penghancur datar atau berbentuk piring. Pisau penghancur pada *crusher* tipe ini dirancang untuk memotong material dengan cara datar, sehingga menghasilkan serpihan atau potongan material yang datar.

2. *Type Claw*

crusher jenis "*Claw*" adalah salah satu tipe *crusher* yang memiliki struktur yang dirancang untuk menghancurkan material dengan efektif, terutama material plastik. *crusher* tipe "*Claw*" juga dikenal sebagai *crusher* jenis "*Claw Cutter*" atau "*Claw Blade*". *crusher* tipe "*Claw*" menggunakan pisau yang dirancang seperti cakar (*claw*) untuk memotong dan menghancurkan material. Pisau ini biasanya memiliki bentuk segitiga dengan gigi-gigi tajam di sepanjang tepinya. Pisau cakar pada *crusher* tipe ini bekerja dengan cara berulir atau merobek material menjadi potongan-potongan kecil. Ini memungkinkan *crusher* untuk menghancurkan material dengan cepat dan efisien.

3. *Type Flake*

crusher jenis "*Flake*" adalah tipe *crusher* yang digunakan khusus untuk menghasilkan serpihan (*flake*) dari material plastik. *crusher* ini sering digunakan dalam industri daur ulang plastik untuk menghancurkan botol plastik, gelas plastik, atau potongan plastik lainnya menjadi serpihan-serpihan kecil yang memiliki ukuran seragam. Pisau jenis ini di belakang kuku (mata pisau bentuknya kurva atau cekungan seperti pada tipe *claw* hanya saja bentuk cekungannya tidak sedalam seperti tipe *claw*). Pisau pada *crusher* tipe "*flake*" bekerja dengan cara berulir atau menggiling material plastik menjadi serpihan-serpihan kecil. Proses ini menghasilkan serpihan plastik yang memiliki ukuran dan bentuk seragam.

2.7 Geometri Pisau

Geometri pisau pada mesin pencacah plastik sangat penting untuk memastikan pemotongan yang efisien dan akurat. Bentuk mata pisau dapat bervariasi tergantung pada jenis material yang akan dipotong dan kecepatan pemotongan yang diinginkan. Beberapa bentuk mata pisau yang umum meliputi mata pisau lurus, mata pisau bergigi, mata pisau tirus, atau kombinasi dari beberapa bentuk tersebut. Sudut kemiringan pada mata pisau memiliki pengaruh besar terhadap kinerja pemotongan. Sudut yang lebih kecil akan menghasilkan pemotongan yang lebih tajam, sementara sudut yang lebih besar dapat memberikan kekuatan yang lebih besar pada pemotongan. Sudut kemiringan juga harus dipilih dengan memperhatikan jenis material yang akan dipotong. Sudut sisi pisau merujuk pada sudut yang dibentuk antara sisi gesekan pisau dan bahan yang dipotong. Sudut sisi pisau yang optimal dapat mengurangi gesekan dan pemanasan yang berlebihan selama pemotongan, serta memperpanjang umur pisau. Radius ujung pisau juga dapat memengaruhi kinerja pemotongan. Radius yang lebih besar cenderung menghasilkan pemotongan yang lebih kasar, sementara radius yang lebih kecil menghasilkan pemotongan yang lebih halus. Ketebalan pisau juga merupakan faktor penting dalam geometri pisau. Pisau yang terlalu tipis mungkin rentan terhadap keausan atau patah, sementara pisau yang terlalu tebal dapat menghasilkan gesekan berlebihan dan mempengaruhi kualitas pemotongan. Jarak antara pisau juga harus dipertimbangkan dengan baik. Jarak yang terlalu kecil dapat menyebabkan tumpang tindih dan mengganggu aliran bahan plastik, sementara jarak yang terlalu besar dapat mengurangi efisiensi pemotongan (SaVri, N. L., 2022).

Proses *shearing* adalah metode pemotongan material dengan mendorong pisau tajam melawan benda kerja. Prinsip dasar dari proses *shearing* adalah menerapkan gaya gesekan yang cukup besar pada area yang kecil dari material sehingga material tersebut terputus. Proses *shearing* melibatkan penerapan gaya gesekan yang besar pada area kecil dari material yang akan dipotong. Gaya ini dihasilkan oleh pisau tajam yang ditekan secara vertikal atau *horizontal* terhadap benda kerja. Gaya gesekan diterapkan pada suatu

titik atau area kecil pada material yang akan dipotong. Ini menyebabkan deformasi plastis pada material di sekitar area kontak, yang selanjutnya menghasilkan pecahan atau pemutusan material. Proses *shearing* memusatkan energi pada titik pemotongan, yang menyebabkan material mengalami deformasi lokal dan akhirnya terputus. Energi yang diterapkan pada area kecil ini memungkinkan material untuk dipotong tanpa memerlukan pemotongan pada seluruh permukaan. Kecepatan gerakan pisau dan benda kerja memiliki peran penting dalam proses *shearing*. Kecepatan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemotongan dan menghasilkan permukaan potongan yang lebih bersih. Pisau yang digunakan dalam proses *shearing* harus cukup tajam dan kuat untuk menahan gaya yang diterapkan dan memotong material dengan tepat. Kekuatan dan kekerasan pisau memainkan peran penting dalam menentukan kualitas potongan dan umur pemotongan (Adhiharto, R., 2019).



Gambar 2.15 Geometri *Shear Plate*

(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)



Gambar 2.16 Geometri *Shear Plate*

(Sumber : Adhiharto, R. and A. I. Komara 2019)

Sudut kemiringan adalah sudut antara tepi pemotongan pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan pemotongan yang efisien. Sudut kemiringan yang diterapkan dari gambar di atas menunjukkan bahwa *shear angle* yang baik untuk *blade shredder* pada

kisaran $0^\circ - 5^\circ$. Sudut sisi pisau adalah sudut antara sisi gesekan pisau dan benda kerja. Sudut ini mempengaruhi kemampuan pisau untuk memotong material tanpa menyebabkan gesekan berlebihan atau pemanasan yang berlebihan. Sudut sisi pisau yang umum berkisar antara 10 hingga 15 derajat. Sudut penyempitan adalah sudut antara permukaan samping pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini memastikan bahwa material yang dipotong terlepas dengan lancar dari tepi pemotongan pisau. Sudut penyempitan yang umum berkisar antara 10 hingga 20 derajat. Sudut serong adalah sudut antara sisi atas pisau dan permukaan benda kerja. Sudut ini memengaruhi kemampuan pisau untuk menembus material dengan efisien. Sudut serong yang umum berkisar antara 20 hingga 30 derajat.

2.8 Material Pisau Mesin Pencacah Plastik

Material pisau pada mesin pencacah plastik harus memenuhi beberapa persyaratan penting, seperti kekuatan, ketahanan aus, ketajaman, dan ketahanan terhadap korosi. Sifat mekanik adalah karakteristik fisik yang memengaruhi respons material terhadap gaya eksternal atau beban. Beberapa sifat mekanik yang penting dalam konteks pembuatan bahan pisau untuk mesin pencacah plastik meliputi:

1. Kekerasan:

Kekerasan adalah kemampuan material untuk menahan penetrasi atau deformasi permanen. Pisau yang keras dapat mempertahankan ketajaman tepi pemotongan dan mencegah keausan berlebihan.

2. Ketangguhan:

Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menahan retakan atau patah saat terkena beban. Ketangguhan yang baik penting untuk mencegah kerusakan pisau yang dapat terjadi akibat pembebanan yang tinggi.

3. Kekuatan Tarik:

Kekuatan tarik adalah kemampuan material untuk menahan gaya tarik sebelum mengalami deformasi permanen atau patah. Pisau yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi dapat menahan beban yang berat saat digunakan.

4. Kekuatan Tekan:

Kekuatan tekan adalah kemampuan material untuk menahan gaya tekan sebelum mengalami deformasi permanen atau patah. Kekuatan tekan yang baik penting untuk menjaga integritas struktural pisau saat digunakan dalam mesin pencacah plastik.

5. Ketahanan Aus:

Ketahanan aus adalah kemampuan material untuk mempertahankan kekerasan dan kekuatan saat terkena gesekan atau abrasi. Pisau yang tahan aus dapat mempertahankan ketajaman tepi pemotongan selama mungkin tanpa perlu penggantian yang sering.

6. Ketahanan Terhadap Korosi:

Ketahanan terhadap korosi adalah kemampuan material untuk menahan kerusakan akibat paparan lingkungan yang korosif. Pisau yang tahan korosi dapat digunakan dalam lingkungan yang basah atau berpotensi korosif tanpa mengalami kerusakan struktural.

Material *Special K* (K110) adalah jenis material yang mempunyai kekerasan dan keuletan yang baik, termasuk *cold work tool steel* (baja untuk proses pengerjaan dingin). Biasa digunakan pada proses *blanking*, *punching* dan *shearing*. Komposisi kimia material *Special K* (K110) adalah 2% C; 0,25% Si; 0,35% Mn; 11,5% Cr. Baja K110 memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya sesuai sebagai material untuk pisau pencacah, terutama karena kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Salah satu keunggulan utama dari baja K110 adalah ketahanan aus yang tinggi. Ini memungkinkan pisau yang terbuat dari baja K110 untuk mempertahankan ketajaman tepi pemotongan dalam kondisi pemakaian yang intensif. Baja K110 dapat mencapai tingkat kekerasan yang tinggi setelah perlakuan panas yang sesuai. Kekerasan yang tinggi ini memungkinkan pisau untuk memotong material plastik dengan akurat dan efisien. Meskipun baja K110 memiliki kekerasan yang tinggi, ia juga memiliki ketangguhan yang cukup untuk menahan tekanan yang diterapkan saat pemotongan. Ini membantu mencegah patah atau retakan pada pisau saat digunakan. Baja K110 memiliki toleransi yang baik terhadap deformasi panas. Ini merupakan keuntungan dalam aplikasi di mana gesekan

atau panas yang dihasilkan oleh proses pemotongan dapat memengaruhi sifat fisik pisau.

2.9 Dasar-Dasar Perhitungan

Perhitungan mata potong pada mesin pencacah plastik didasarkan pada beberapa faktor kunci, termasuk jenis material plastik yang akan dipotong, kebutuhan ukuran serpihan, dan desain serta spesifikasi mesin pencacah. Berikut ini adalah beberapa dasar perhitungan yang biasanya digunakan (Putra, D. J. 2017):

1. Gaya Pemotong

Gaya pemotong pada mesin pencacah plastik merujuk pada gaya atau tekanan yang diterapkan oleh mata potong pada material plastik untuk memotongnya menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Gaya pemotong ini sangat penting dalam menentukan efisiensi dan kualitas proses pemotongan. Berikut rumus yang digunakan:

$$P = \frac{t \times L \times 0,5 \sigma_{yp}}{10} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

Thickness (t) = Ketebalan lembar material yang dipotong (mm)

Length (L) = Panjang pemotongan (mm)

Yield strength (σ_{yp}) = Kekuatan luluh bahan yang dipotong (kg/mm²)

2. Gaya Potong

Gaya potong merujuk pada gaya atau tekanan yang diterapkan oleh mata potong pada material saat proses pemotongan berlangsung. Gaya potong ini sangat penting dalam menentukan efisiensi, akurasi, dan kualitas hasil pemotongan. Berikut adalah

$$F = A \cdot fs \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

F = Gaya yang bekerja pada mata pisau (N)

A = Luas penampang plastik yang akan dipotong (mm)

fs^2 = Tegangan geser bahan yang akan dipotong (N/m²)

3. Torsi

Torsi pada mesin pencacah plastik merujuk pada gaya putar yang dihasilkan oleh motor atau unit penggerak utama mesin tersebut. Torsi ini diterapkan pada bagian-bagian mesin pencacah yang berputar, seperti poros atau pisau pemotong, untuk menggerakkan dan memotong material plastik yang dimasukkan ke dalam mesin. Pengukuran torsi pada mesin pencacah plastik penting untuk memastikan bahwa mesin beroperasi dengan baik dan dapat menangani beban kerja yang diinginkan. Terlalu rendahnya torsi dapat menyebabkan mesin tidak mampu memotong material dengan baik, sementara terlalu tingginya torsi dapat menyebabkan kelebihan beban pada komponen mesin dan mengakibatkan kerusakan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$T = F \cdot r \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

T = Torsi pada pisau (Nm)

F = Gaya Pemotong (N)

r = Panjang Lengan (r)

n = Putaran Poros (rpm)

n² = putaran poros

$\pi = 3.14$

2.10 State Of Art

Penelitian ini menggunakan referensi dari beberapa jurnal dan buku sebagai literatur dalam penulisan. *State of art* ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang berisikan penjelasan terkait perbedaan peneliti terdahulu yang nantinya akan menjadi acuan dalam penelitian kali ini. Berikut adalah tabel *state of art* yang digunakan sebagai acuan.

Tabel 2.1 State Of Art

No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
1	RANCANG BANGUN MESIN	Merancang mesin menggunakan	Hasil penelitian :

No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
	<p style="text-align: center;">PENGHANCUR SAMPAH ALAT SUNTIK</p>	<p>sistem pemakanan tiga pisau yang dipasang sejajar dan diletakkan di rumah pisau dengan cara dibaut sehingga mudah dalam perawatan mata pisau</p>	<p>Pada penelitian kali ini Telah didapat desain pisau dan rumah pisau untuk mesin Penghancur Sampah Alat Suntik dengan Pisau berbahan ST 90 untuk menghancurkan tabung plastik (sput) bekas yang berupa 3 pisau yang diletakkan di rumah pisau dan satu pisau diam .</p>
2	<p style="text-align: center;">MANUFAKTUR DAN UJI KERJA MATA POTONG TIPE CRUSHER DENGAN MATERIAL MILD STEEL PADA MESIN PENCACAH PLASTIK (Syhada. D., 2023)</p>	<p>Menghasilkan pecahan plastik PET dengan berbagai massa menggunakan gerinda tangan sebagai alat pemotong, dimana waktu yang dibutuhkan untuk mengolah gelas plastik PET berbobot 20 gram adalah 121 detik, menghasilkan pecahan dengan</p>	<p>Hasil Penelitian: Pengujian mata potong pencacah plastik dalam mencacah gelas plastik berbobot 20 gram memakan waktu 121 detik, untuk yang berbobot 30 gram memakan waktu 268 detik, dan untuk yang berbobot 40 gram memakan waktu 426 detik. Hasilnya adalah cacahan dengan dimensi paling kecil sebesar 43mm x 36mm.</p>

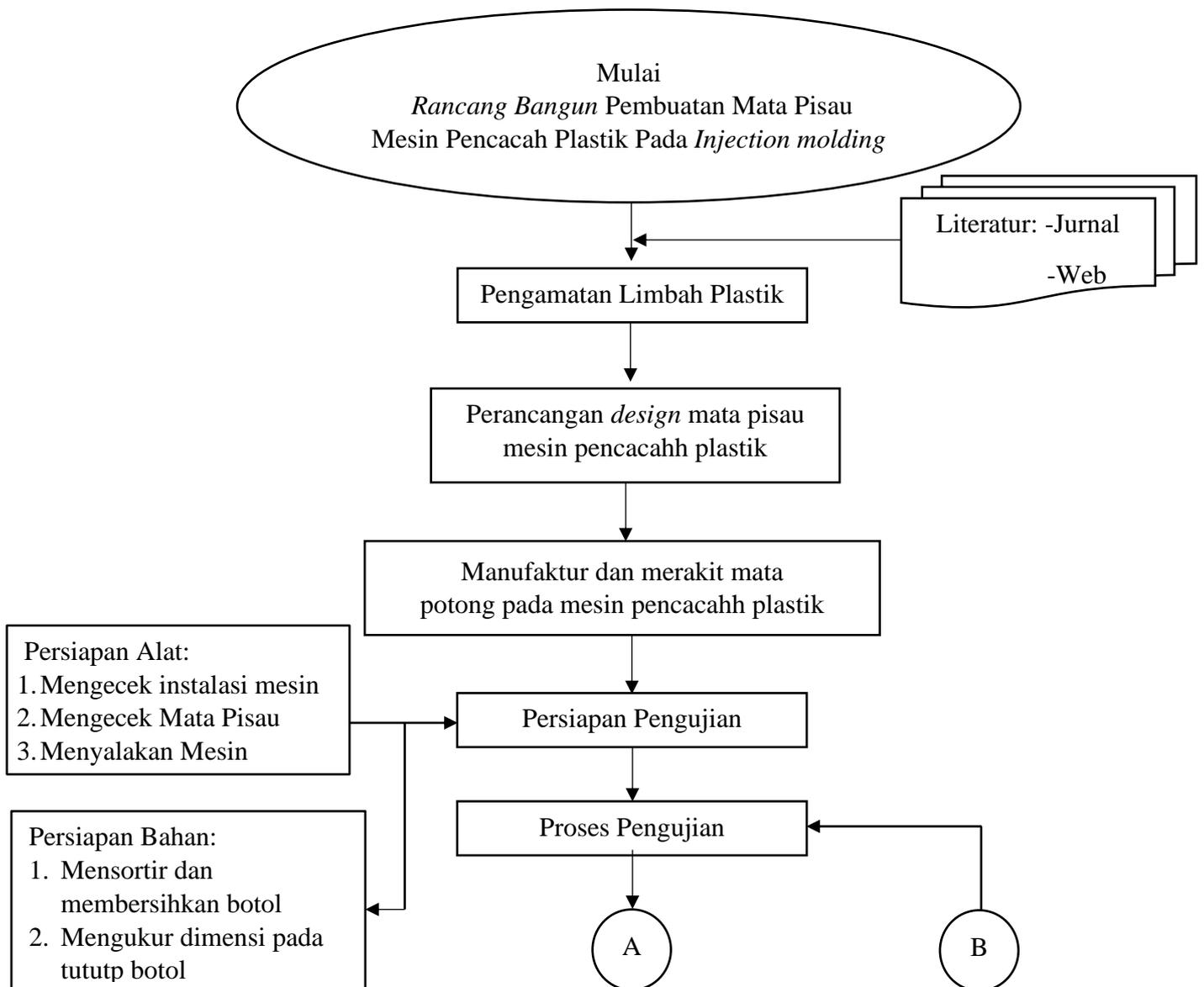
No.	Deskripsi Jurnal (Judul, Peneliti, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
		ukuran 43mm x 36mm.	
3	<p align="center">Perancangan Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Skala Rumah Tangga (Saputra, A. 2021)</p>	<p>Merencanakan mesin penghancur botol plastik untuk digunakan di rumah tangga, yang akan menghasilkan serpihan yang dapat didaur ulang menjadi produk cetakan plastik.</p>	<p>Hasil Penelitian : Desain Pemotong Pencacah terdiri dari 23 pisau putar berdiameter 90 mm dan tebal 5 mm, serta 45 pisau tetap, semuanya terbuat dari bahan S45C. Mesin Pencacah ini memiliki kapasitas produksi sebesar 2 kg/jam, dengan perancangan yang efektif dan efisien untuk memastikan kemudahan dan keamanan dalam pengoperasiannya.</p>

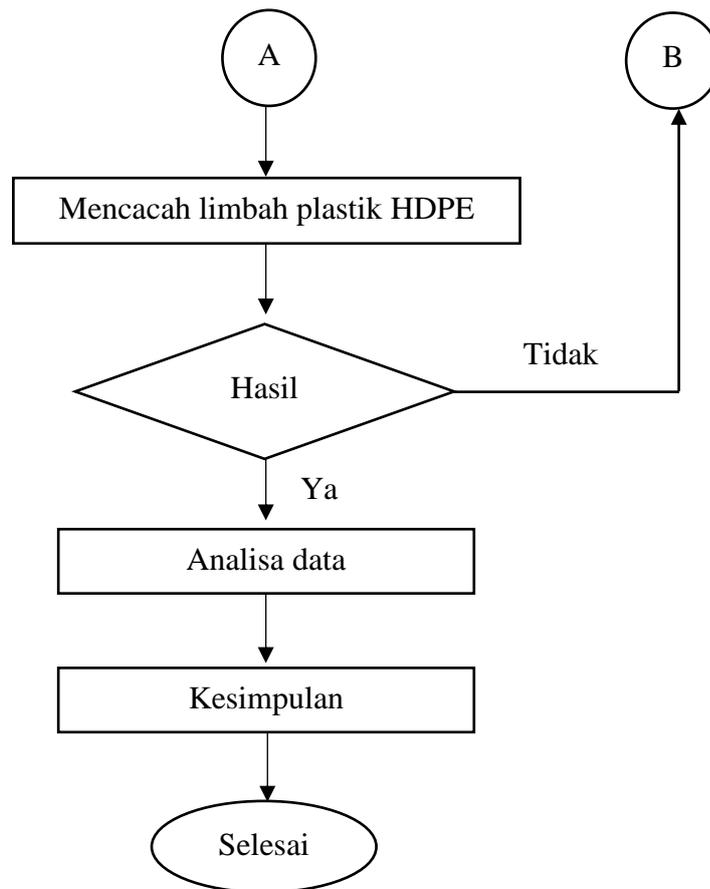
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun untuk mempermudah proses penelitian dibawah ini terdapat diagram alir percobaan dari penelitian *Rancang Bangun* Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada *Injection molding*, sebagai berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir

Pada diagram alir diatas adalah proses tahap-tahap dalam melakukan penelitian untuk pembuatan cetakan kepala palu. Berikut adalah penjelasan diagram alir diatas.

1. Studi literatur

Pada tahap studi literatur digunakan untuk mencari serta mempelajari referensi – referensi terkait mengenai judul tugas akhir. Tujuan dari melakukan tahap ini adalah untuk mengetahui gambaran awal terkait proses *Rancang Bangun* Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Pada *Injection molding*.

2. Pengamatan Limbah Plastik

Pada tahap ini dilakukan proses dilakukam proses pengamatan limbah plastik yang bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari tentang jenis-jenis limbah plastik . Dengan mengamati limbah plastik yang ada, pada

proses pembuatan mesin pencacah plastik dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang jenis dan karakteristik limbah plastik yang akan diproses oleh mesin pencacah plastik . Ini membantu dalam merancang mata pisau mesin yang sesuai dengan kebutuhan teknis yang diperlukan.

3. Perancangan design mata pisau mesin pencacah plastik

Pada tahap ini dilakukan proses desain mata pisau yang tepat yang bertujuan memastikan efisiensi pemotongan limbah plastik menjadi potongan-potongan yang diinginkan. Mata pisau yang dirancang dengan geometri yang optimal dan tajam, serta pemilihan material yang tepat sehingga dapat memotong material dengan cepat dan akurat, mengurangi energi yang diperlukan untuk proses pemotongan.

4. Manufaktur dan merakit mata potong pada mesin pencacah plastik

Pada tahap ini adalah proses manufaktur melibatkan pembuatan mata potong dengan menggunakan teknik pemesinan atau proses manufaktur lainnya. Ini termasuk pembentukan, pemotongan, penggilingan, dan pengasahan material yang digunakan untuk membuat mata potong dengan dimensi dan geometri yang diinginkan. Setelah mata potong diproduksi, mereka kemudian dirakit ke mesin pencacah plastik. Proses perakitan ini melibatkan pemasangan mata potong ke poros atau unit pemotong mesin, serta pemasangan perlengkapan tambahan seperti baut, mur, dan pengunci untuk memastikan kekokohan dan stabilitasnya. Setelah perakitan, mesin pencacah plastik harus menjalani proses penyesuaian dan pengujian untuk memastikan bahwa mata potong beroperasi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

5. Persiapan pengujian

Pada tahap ini persiapan pengujian memungkinkan verifikasi kinerja mesin pencacah plastik sebelum digunakan secara aktif dalam lingkungan produksi. Ini melibatkan pengujian berbagai fungsi mesin, seperti pengecekan instalasi mesin, pengecekan mata pisau pemotongan, penghancuran, dan pengeluaran serpihan, untuk memastikan semuanya berfungsi sebagaimana mestinya.

6. Proses Pengujian

Pada tahap ini adalah proses pengujian yang bertujuan untuk memverifikasi kinerja mesin pencacah plastik, termasuk kemampuan pemotongan, pengumpanan material, kecepatan operasi, dan konsistensi hasil pemotongan. Ini membantu memastikan bahwa mesin dapat bekerja sebagaimana diharapkan dalam kondisi operasional yang sesungguhnya.

7. Mencacah limbah plastik HDPE

Pada tahap ini adalah proses mencaca limbah plastik HDPE yang dimana jenis plastik ini adalah bahan baku pada tutup botol. Dimana tutup botol tersebut merupakan spesimen benda uji yang akan digunakan pada penelitian kali ini. Diman potongan-potongan plastik HDPE yang dicacah bertujuan untuk diproses dalam proses daur ulang yang digunakan pada *injection molding*.

8. Analisis Data

Pada tahap ini adalah proses analisa data yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat pencacah plastik, mengidentifikasi data pengujian, dan menentukan apakah alat tersebut memenuhi spesifikasi dan standar yang ditetapkan.

3.2 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah berupa metode eksperimental. Dimana pada pengujian mesin pencacah plastic ini meliputi proses perancangan, manufaktur, dan pengujian hasil cacahan bahan plastik. Pada proses perancangannya menggunakan *software Solidworks 2021*, yang kemudian diaplikasikan pada perangkat printer 3D. Proses manufaktur dikerjakan dengan bantuan alat berupa mesin *cutting plasma*, yang dimana alat tersebut yang nantinya digunakan untuk mencetak mata pisau yang akan dibuat. Proses pengujian dilakukan dengan cara mencacah bahan plastik menggunakan mata pisau yang dibuat sebagai bahan baku pada *injection molding*, dengan parameter keberhasilan berupa dimensi hasil cacahan maksimal sebesar 0,5 cm.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun dibawah ini adalah alat dan bahan yang digunakan selama melakukan pengujian pada pembuatan mata pisau mesin pencacah plastik pada *injection molding*.

3.3.1 Alat

Adapun alat yang diperlukan guna mendukung keberlangsungannya pengujian kali ini, diantaranya:

1. Mesin Pencacah Plastik

Mesin ini adalah peralatan utama yang digunakan untuk menghancurkan bahan plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan.



Gambar 3.2 Mesin Pencacah Plastik

2. Mikrometer

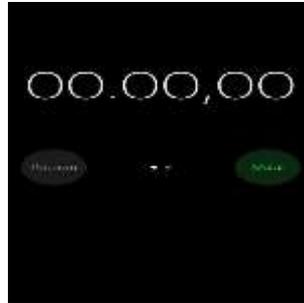
Mikrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur dimensi dari spesimen benda uji .



Gambar 3.3 Mikrometer

3. Stopwatch

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mencatat waktu dalam proses pencacahan specimen benda uji pada mesin pencacah plastik



Gambar 3.4 *Stopwatch*

4. Neraca Digital

Neraca Digital adalah alat yang digunakan untuk mengukur berat limbah plastik atau specimen benda uji sebelum dilakukannya proses pencacahan plastik.



Gambar 3.5 *Neraca Digital*

5. Mistar

Pada penelitian ini mistar digunakan untuk mengukur dimensi cacahan pada specimen benda uji yang telah dicacah pada mesin pencacah plastik.



Gambar 3.6 *Mistar*

3.3.2 Bahan

Berikut alat yang digunakan selama proses penelitian berlangsung sebagai berikut:

1. Limbah Plastik HDPE

Limbah plastik HDPE adalah salah satu jenis plastik termoplastik yang memiliki sifat yang kuat, tahan terhadap berbagai macam bahan kimia, dan tahan terhadap penetrasi air. Limbah plastik ini yang digunakan pada tutup botol kemasan .



Gambar 3.7 Jenis Plastik HDPE

3.4 Variabel Penelitian

Adapun dalam penelitian kali ini terdapat beberapa variabel penelitian sebagai berikut :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini berupa bahan plastik HDPE pada tutup botol dengan variasi merek air mineral

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini ialah baja K110 Bohler untuk mata pisau mesin pencacah plastik.

3. Variabel Kontrol

Adapun variabel kontrol yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dimensi hasil cacahan bahan plastik.

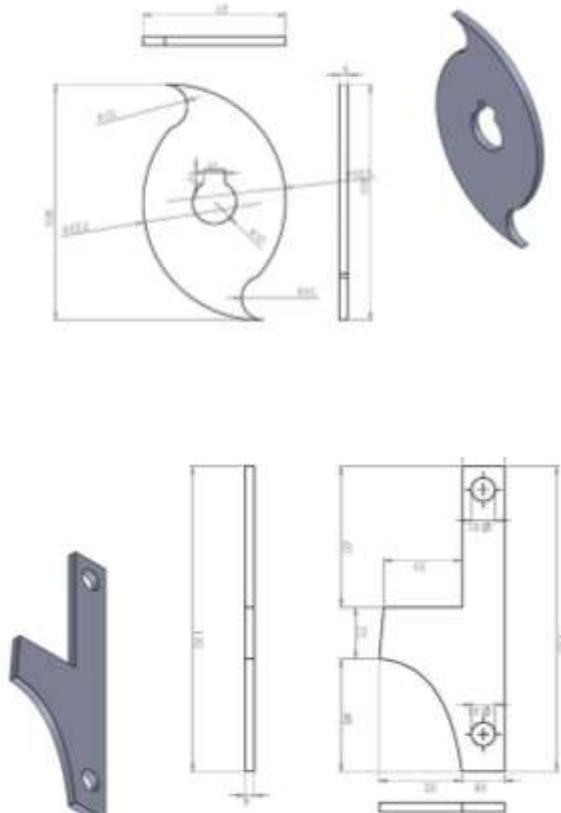
3.5 Proses Desain Dan Manufaktur Pembuatan Mata Pisau

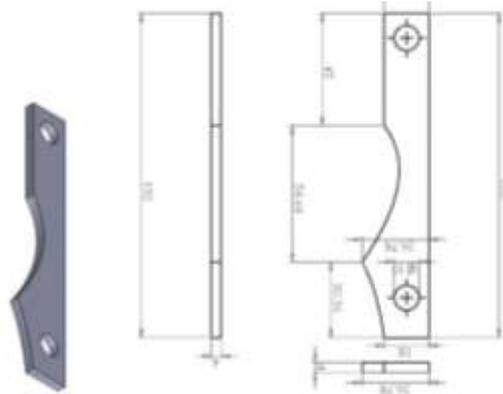
Adapun sebelum dilakukannya pengujian mencacah limbah plastik dengan penggunaan mesin pencacah plastik, diperlukan desain dan manufaktur

pembuatan mata pisau yang digunakan untuk memotong dan mencacah limbah plastik dari mesin pencacah plastik pada *injection molding*. Berikut ini adalah proses dalam melakukan desain dan manufaktur pada mata pisau mesin pencacah plastik.

3.5.1 Hasil Desain Mata Pisau

Adapun hasil desain pada mata pisau mesin pencacah kali ini menggunakan material baja K110. Karakteristik yang membuatnya sesuai sebagai material untuk pisau pencacah, terutama karena kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Kekerasan yang tinggi ini memungkinkan pisau untuk memotong material plastik dengan akurat dan efisien. Sehingga dalam pengujian kali material K110 adalah material yang sangat cocok digunakan dalam pembuatan mata pisau. Dalam desain mata pisau ini menggunakan *solidworks 2021*, adapun hasil desain mata pisau ini sebagai berikut.





Gambar 3.8 Desain Mata Pisau

3.5.2 Proses Manufaktur

Adapun dalam penelitian kali ini dilakukan proses manufaktur. Proses manufaktur merupakan salah satu metode yang penting dalam pembentukan mata pisau. Ini melibatkan penggunaan mesin perkakas untuk memotong, membentuk, atau memperbaiki mata pisau dengan presisi. Berikut adalah tahapan-tahapan dalam proses manufaktur pembuatan mata pisau:

A. Tahapan Persiapan

1. Membuat pola serta sektsa pada mata potong mesin pencacah plastik
2. Membuat gambar detail mata pisau pencacah dengan penggunaan software *solidworks*
3. Membuat cetakan 3D mata pisau menggunakan perangkat printer 3 dimensi
4. Menentukan jumlah mata pisau yang dibutuhkan pada mesin pencacah plastik

B. Tahapan Manufaktur

1. Memasang cetakan atau *mold* pada mesin cutting plasma sesuai dengan lokasi yang tepat untuk memotong material logam sesuai dengan desain yang dibuat.

2. Menyiapkan dan membersihkan permukaan material dari kotoran atau zat lain yang dapat mengganggu proses pemotongan.
3. Mengatur parameter cutting plasma seperti kecepatan pemotongan, tekanan gas plasma, dan arus plasma sesuai dengan ketebalan dan jenis material logam yang dipotong serta karakteristik cetakan.
4. Melakukan proses pemotongan material dengan mengikuti jalur cetakan dimana plasma dinyalakan dan melalui cetakan, memotong material logam sesuai dengan desain cetakan.
5. Memantau kualitas pemotongan dan memastikan bahwa arus plasma dan parameter pemotongan tetap stabil.
6. Melakukan proses pembersihan dari slag atau residu lain yang mungkin terbentuk selama proses pemotongan.
7. Melakukan proses *finishing* berupa penghalusan dan pengasaan untuk meningkatkan kualitas mata pisau.

3.6 Alat Dan Bahan Pada Proses Manufaktur Pembuatan Mata Pisau

Adapun dibawah ini adalah alat dan bahan yang digunakan selama melakukan proses manufaktur pada pembuatan mata pisau mesin pencacah plastik pada *injection molding*.

3.6.1 Alat

Adapun alat yang diperlukan guna mendukung keberlangsungannya proses manufaktur kali ini, diantaranya:

1. Automatic Gas Cutting Machine

Pada proses manufaktur digunakan untuk memotong material yang nantinya akan dipola sebagai sebagai mata pisau.



Gambar 3.9 *Automatic Gas Cutting Machine*

2. Gerinda Tangan

Pada proses manufaktur digunakan untuk membersihkan material dan juga berfungsi untuk melakukan *finishing*.



Gambar 3.10 Gerinda Tangan

3. Mata Potong Gerinda

Pada proses manufaktur digunakan sebagai media gerinda untuk menghaluskan material dari proses pemtongan.



Gambar 3.11 Mata Potong Gerinda

4. Mata Amplas Gerinda

Pada proses manufaktur digunakan sebagai media gerinda untuk meratakan dan menghaluskan material dari proses pemtongan.



Gambar 3.12 Mata Amplas Gerinda

5. Printer 3D

Pada proses manufaktur digunakan sebagai media untuk membuat polas cetakan mata pisau.



Gambar 3.13 Printer 3D

3.6.2 Bahan

Berikut adalah bahan yang digunakan selama proses manufaktur berlangsung sebagai berikut:

1. Baja Bohler K110

Material *Special K* (K110) adalah jenis material yang mempunyai kekerasan dan keuletan yang baik yang cocok digunakan sebagai bahan untuk material pisau Böhler K110 adalah baja perkakas jenis baja kromium D2 yang banyak digunakan karena ketahanan aus yang tinggi, kekuatan, dan kekerasannya. Baja ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi yang memerlukan material dengan ketahanan yang tinggi terhadap keausan dan deformasi. Böhler K110 adalah bagian dari keluarga baja perkakas D2, yang dikenal karena memiliki kandungan karbon dan kromium yang tinggi. Berikut adalah beberapa karakteristik dan komposisi kimianya:

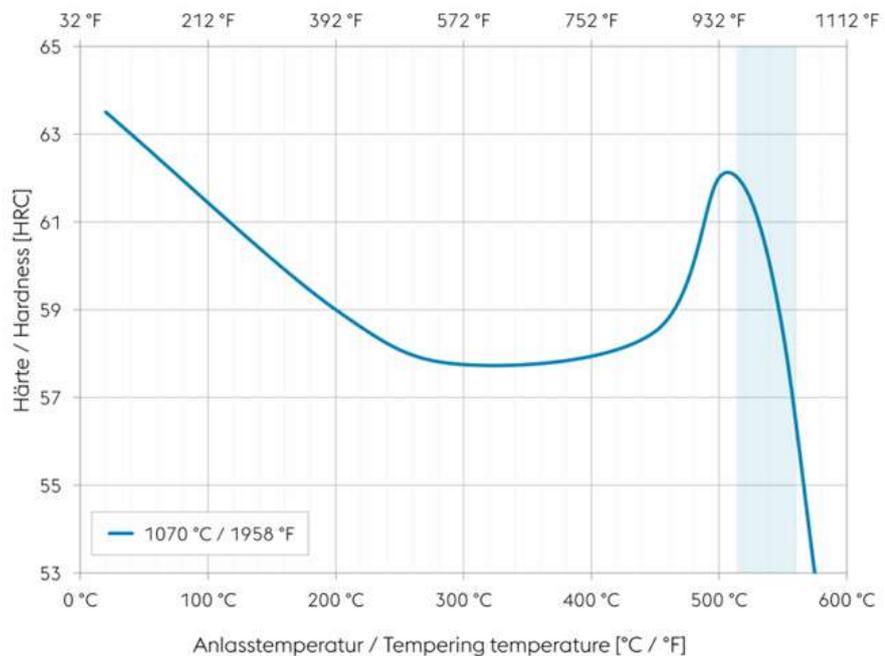
Tabel 3.1 *State Of Art*

Unsur	Kandungan(%Berat)
Karbon (C)	1.55-1.60
Kromium (Cr)	11.00-12.00
Mangan (Mn)	0.25-0.45
Molibdenum (Mo)	0.70-1.00
Vanadium (V)	0.80-1.10
Silikon (Si)	0.15-0.40

Böhler K110 adalah material yang sangat baik untuk aplikasi yang memerlukan kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi. Setelah proses pengerasan dan tempering yang tepat, baja ini dapat mencapai kekerasan hingga 58-62 HRC, menjadikannya pilihan yang diandalkan untuk alat-alat dan komponen yang harus menahan beban mekanis berat dan gesekan tinggi. Kekerasan yang tinggi, dikombinasikan dengan ketahanan aus dan stabilitas dimensi, membuat Böhler K110 sangat cocok untuk berbagai aplikasi industri yang memerlukan material dengan performa tinggi.

Tabel 2.1 *State Of Art*

Data Kekerasan Rockwell Pada Titik Uji				Jumlah	Rata-Rata (HRC)
A	B	C	D		
62,2	62,6	62,5	62,4	249,7	62,4



Gambar 3.14 *Thempering Chart*



Gambar 3.15 Baja Bohler K110

2. Printer Filament

Printer filament adalah bahan mentah yang digunakan dalam proses pencetakan 3D. Biasanya terbuat dari plastik seperti PLA atau ABS



Gambar 3.16 Printer Filament

3.7 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang diperlukan guna mendukung keberlangsungannya dan kelancaran dalam penelitian kali ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Membersihkan specimen benda uji berupa tutup botol kemasan beraban HDPE.
3. Melakukan pengukuran dan penimbangan kepada setiap variasi bahan plastik sesuai dengan yang ditentukan.
4. Melakukan proses pencacahan plastik kepada setiap variasi bahan plastik sesuai dengan yang ditentukan.

5. Melakukan proses pemisahan kepada bahan plastik sesuai dengan variasinya.
6. Melakukan proses pencacahan kepada setiap bahan plastik.
7. Mencatat waktu proses pencacahan plastic kepada bahan plastik sesuai dengan variasi.
8. Mengeklasifikasikan hasil pencacahan plastik kepada bahan plastik sesuai dengan variasi.
9. Mengukur setiap hasil pencacahan plastik kepada bahan plastik sesuai dengan variasi.
10. Mengukur setiap hasil pencacahan plastik kepada bahan plastik sesuai dengan variasi.
11. Melakukan pendataan setiap hasil pencacahan plastik kepada bahan plastik sesuai dengan variasi.
12. Melakukan pengulangan pengujian kembali menggunakan variasi bahan plastik yang berbeda.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Mesin Pencacah

Sebelum Berikut ini merupakan desain dari mesin pencacah plastik, yang dimana menggunakan *software solidworks* dalam proses perancangan mesin pencacah plastik, berikut merupakan desain dan spesifikasi dari mesin pencacah plastik :

Mesin Pencacah: Tipe *crusher*

Material Mesin : Besi Baja

Ukuran Mesin : 47cm x 28cm x102,2 cm

Lebar Box Pencacah : 15cm

Motor Listrik : 0.37 kW ,220V, 9,8A



Gambar 4.1 Mesin Pencacah Plastik

Adapun pada mesin mesin pencacah plastik ini terdapat motor listrik. Motor listrik adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan rotasi atau translasi. Motor Listrik ini berfungsi sebagai penggerak utama pada mekanisme mesin pencacah plastik. Berikut merupakan spesifikasi dari motor listrik yang digunakan

Ukuran : Tipe *crusher*

Daya Keluar : 1 1” x 1” 1”

V/Hz/PH : 220/50/1

RPM : 3150



Gambar 4.2 Motor Listrik

Kemudian pada mesin mesin pencacah plastik ini terdapat *gearbox*. *Gearbox* adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah torsi dan kecepatan putaran dari motor penggerak menjadi torsi dan kecepatan yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan proses pencacahan. Berikut merupakan spesifikasi dari gearbox yang digunakan:

Merek : WESTAR

Model : WPA

Type : 50

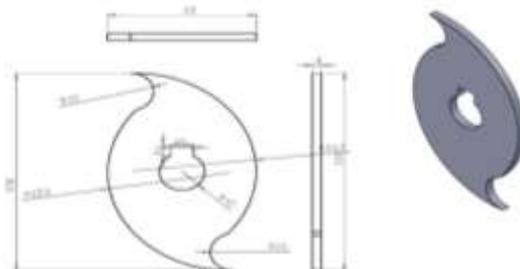
Ratio : 1/20

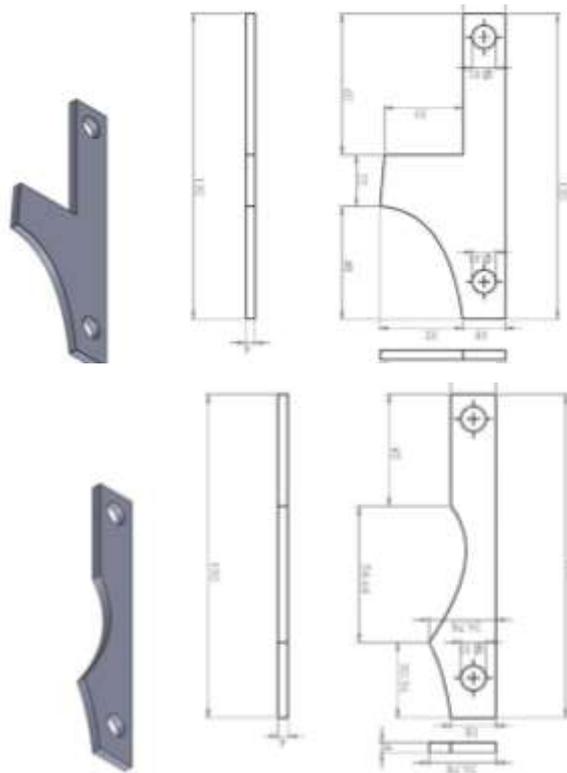


Gambar 4.3 Gearbox

4.2 Desain Mata Potong

Sebelum melakukan proses permesinan untuk pembuatan cetakan dilakukan desain mata pisau menggunakan *software solidworks*. Berikut ini adalah desain mata potong mesin pencacah plastik pada gambar 4.1:





Gambar 4.4 Desain Mata Potong

Material yang akan digunakan pada desain gambar 4.4 ialah baja Bohler K110. Perancangan pisau merupakan langkah penting dalam pengembangan pisau pencacah plastik, yang merupakan mengembahan dari desain penelitian sebelumnya. Fungsi dari perancangan pisau dapat dilihat dari beberapa aspek. Desain pisau ini mengoptimalkan kinerja pisau tersebut untuk tujuan dalam mencacah plastik. Pisau Pencacah plastik mampu memotong dengan presisi dan efisiensi yang tinggi. Perancangan pisau ini mempertimbangkan pemilihan material yang tepat untuk memastikan kekuatan, ketahanan, dan ketajaman yang optimal. Desain harus mengakomodasi karakteristik fisik dari bahan tersebut.

4.3 Proses Pembuatan Cetakan Dengan 3D Printer

Setelah model 3D dibuat, perangkat lunak slicing digunakan untuk mempersiapkan model untuk pencetakan. Proses slicing ini memecah model menjadi lapisan-lapisan tipis dan menghasilkan instruksi cetak yang dikenal sebagai file *G-code*. Pilih bahan pencetakan yang sesuai dengan kebutuhan

objek yang akan dicetak. Bahan yang umum digunakan termasuk plastik seperti PLA atau ABS, logam, keramik, dan berbagai material lainnya yang sesuai dengan printer 3D tertentu. Jika printer 3D memerlukan pemanasan, nyalakan printer dan panaskan tempat tidur dan/atau ekstruder ke suhu yang sesuai dengan bahan yang digunakan. Selama pencetakan berlangsung, perhatikan dan sesuaikan pengaturan printer sesuai kebutuhan. Ini termasuk pengaturan kecepatan cetak, suhu, dan peningkatan atau penurunan tingkat resolusi. Selama proses pencetakan, perhatikan printer secara teratur untuk memastikan tidak ada masalah yang muncul. Jika ada masalah seperti cetakan gagal atau melekat, berhenti dan perbaiki masalahnya sebelum melanjutkan. Setelah pencetakan selesai, biarkan objek mendingin sebelum memisahkannya dari tempat printer. Kemudian, bersihkan objek dari material tambahan yang mungkin melekat pada cetakan. Setelah dicetak, objek mungkin memerlukan pengujian untuk memastikan bahwa dimensi, kekuatan, dan kualitas permukaan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4.5 Cetakan Mata Potong

4.4 Proses Permesinan Mata Pisau

Setelah membuat cetakan dengan menggunakan 3D printer yang digunakan sebagai parameter dalam proses pembuatan mata pisau. Sebelum melakukan proses permesinan pada cetakan hal yang perlu dilakukan adalah menyiapkan alat yang digunakan. Dimana pada proses permesinan kali ini menggunakan *cutting plasma*. Pada proses permesinan ini dimana cetakan dibuat untuk sebagai parameter dalam proses permesinannya. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong logam dengan presisi yang tinggi, bahkan pada material yang tebal. Ini membuatnya menjadi metode yang populer dalam pembuatan produk-produk yang memerlukan ketelitian,

seperti pada proses pembuatan mata pisau ini. lasma cutting biasanya lebih cepat daripada metode pemotongan logam lainnya seperti pemotongan dengan gas atau pemotongan dengan laser. Kecepatan ini membuatnya efisien dalam produksi massal dan pembuatan prototipe. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong material dengan ketebalan yang bervariasi, mulai dari beberapa milimeter hingga beberapa inci. Ini membuatnya cocok untuk berbagai proyek, dari pembuatan logam tipis hingga struktur baja yang tebal. *Plasma cutting* dapat digunakan untuk memotong bentuk-bentuk kompleks dengan akurasi yang tinggi. Hal ini memungkinkan untuk pembuatan produk-produk yang memiliki desain rumit atau *custom*. Dengan kombinasi kecepatan, ketepatan, kemampuan memotong berbagai material, dan kemudahan penggunaan, *Plasma cutting* telah menjadi salah satu metode pemotongan logam yang paling umum dan diperlukan dalam industri manufaktur modern. Berikut spesifikasi mesin *cutting plasma* yang digunakan:

Tabel 4.1 Spesifikasi Plasma *Cutting*

Spesifikasi	Detail
Ketebalan pemotongan	5-100mm
Lingkaran pemotongan	30-700mm
Kecepatan Pemotongan	100-1000mm/menit
Dimensi Mesin(LxTxD)	500mm x 760mm x 1050 mm
Berat	44,0 kg
Jenis Gas	Asetilena,Propana,gas alam



Gambar 4.6 Mata Potong



Gambar 4.7 Mata Potong Statis

4.5 Waktu Manufaktur Permesinan

Waktu yang diperlukan atau waktu pengerjaan untuk menyelesaikan manufaktur dari tiap jenis mata potong mesin pencacah plastik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Waktu Manufaktur

Jenis Mata Potong	Jumlah Mata Potong	Waktu (menit)	Total Waktu
Mata Potong	13	125 menit	1625menit
			
Mata Potong Diam 1	14	105menit	1470menit
			

Mata Potong Diam 2			
	13	100 menit	1300 menit
Ring			
	13	45 menit	585menit
Total waktu manufaktur mata potong			4980 menit

Dari tabel diatas didapat total waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan dari tiap – tiap mata potong beserta ringnya dengan total waktu yaitu 4980 menit atau 83 jam atau 3 hari 4 jam dan 58 menit dalam menyelesaikan manufaktur pembuatan mata potong tersebut. Jika dikalkulasikan dengan lama pekerja yang bekerja sehari selama 8 jam kerja, maka dibutuhkan waktu selama 10 hari 4 jam 58 menit

4.6 Analisa Mekanika Pembebanan

Pembebanan dilakukan pada bagian daerah yang melakukan kontak langsung dengan plastik. Pembebanan menggunakan besarnya gayapotong. Namun sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu besarnya tegangan geser plastik. Adapun spesifikasi dari perancangan perhitungannya yaitu sebagai berikut.

1. Luas Penampang Masukan

$$A= t \times L$$

$$= 1.2 \text{ mm} \times 30.5 \text{ mm}$$

$$= 36.6 \text{ mm}^2$$

2. Tegangan Geser Plastik

Tegangan geser plastik menurut referensi jurnal “*Shigley’s mechanical engineering design 9th edition*” adalah sebesar 0.577 dari ultimate yield strength material plastik. Adapun besarnya *yield strength* dari material HDPE yaitu 20.67 MPa. Adapun perhitungan besarnya tegangan geser material PET yaitu

$$f_s = 0.577 \times y_s$$

$$= 0,577 \times 20,67 \text{ MPa}$$

$$= 11,92 \text{ MPa}$$

$$= 11,92 \text{ N/mm}^2$$

Adapun perhitungan besarnya gaya pemotongan yaitu sebagai berikut.

$$F = A \times f_s$$

$$F = 36.6 \text{ mm}^2 \times 11,92 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 436.272 \text{ N}$$

3. Torsi Yang Dibutuhkan Untuk Memotong

Panjang mata potong yaitu 108mm serta gabungan ketebalan material yaitu 1,2 mm. Maka untuk terjadinya proses suatu pencacahan plastik gaya potong harus lebih besar daripada gaya yang dibutuhkan untuk mencacah plastik. Dengan radius yang terbentuk pada ujung mata potong yang diakibatkan oleh perputaran mata potong yaitu 54mm

$$T = F \cdot r$$

$$T = 436,72 \text{ N} \times 0,054 \text{ m}$$

$$T = 23,558 \text{ N}$$

4. Torsi Aktual Pada Motor

Panjang mata potong yaitu 108mm serta gabungan ketebalan material yaitu 1,2 mm. Maka untuk terjadinya proses suatu pencacahan plastik gaya potong harus lebih besar daripada gaya yang dibutuhkan untuk mencacah plastik. Dengan radius yang terbentuk pada ujung mata potong

$$HP = \frac{W}{745,7}$$

$$HP = \frac{370}{745,7}$$

$$HP = 0,496$$

Kemudian jika sudah mendapatkan nilai HP yang dikonversi dari nilai watt motor maka, didapatkan nilai torsi actual sebagai berikut:

$$T = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

$$T = \frac{0,496 \times 5252}{43,4}$$

$$T = 60,022 \text{ Nm}$$

5. Proses pemotongan *shearing*,

Dimana *shearing* adalah proses pemotongan lembaran lembaran besar dan menghasilkan lembaran lembaran kecil, nilai *yield strength* dari jenis plastik HDPE adalah 20,67 MPA, yang didapat dari jurnal. HDPE $\sigma_{yp} = 20.67 \text{ Mpa} = 20.67 \text{ N/mm}^2 = 2,107 \text{ kg/mm}^2$. Setelah diperoleh nilai σ_{yp} maka bisa didapatkan Fplastik pada plastik jenis HDPE adapun persamaan yang digunakan antara lain:

$$P = \frac{t \times L \times 0,5 \sigma_{yp}}{10}$$

$$= \frac{1,2 \times 50 \times 2,107}{10}$$

$$= 12,642 \text{ kg}$$

Dengan pengaruh torsi yang bekerja maka gaya yang berada pada ujung mata pisau dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan umum torsi sebagai berikut :

$$T_h = F_{pisau} \cdot r$$

$$F_{pisau} = \frac{T_h}{r}$$

$$= \frac{23,558}{0,54}$$

$$= \frac{23,558}{0,54} = 43,625 \text{ kg}$$

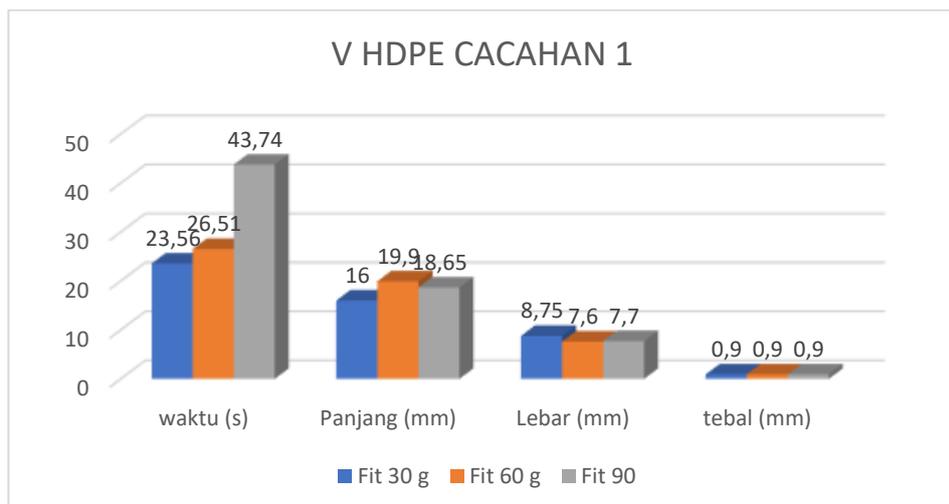
4.7 Analisa Hasil Cacahan

Proses pencacahan plastik tipe HDPE menggunakan mesin pencacah plastik tipe *crusher* menghasilkan hasil cacahan berupa potongan – potongan kecil juga serpihan – serpihan. Dengan input berat gram, gram dan gram adapun hasil cacahan tersebut tercantum pada tabel berikut ini

Tabel 4.3 Hasil Cacahan Botol Plastik V

Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik V Jenis HDPE (gram)		
Variabel	Cacahan ke	30	60	90
Waktu (Detik)	1	25.36	26.51	43.74
	2	13.6	17.26	28.98
Tebal (mm)	1	0.9	0.9	0.9
	2	0.9	0.9	0.9
Panjang (mm)	1	16	19.9	18.65
	2	4.8	4.45	4.95
Lebar(mm)	1	8.75	7.6	7.7
	2	4.25	3.8	4.7

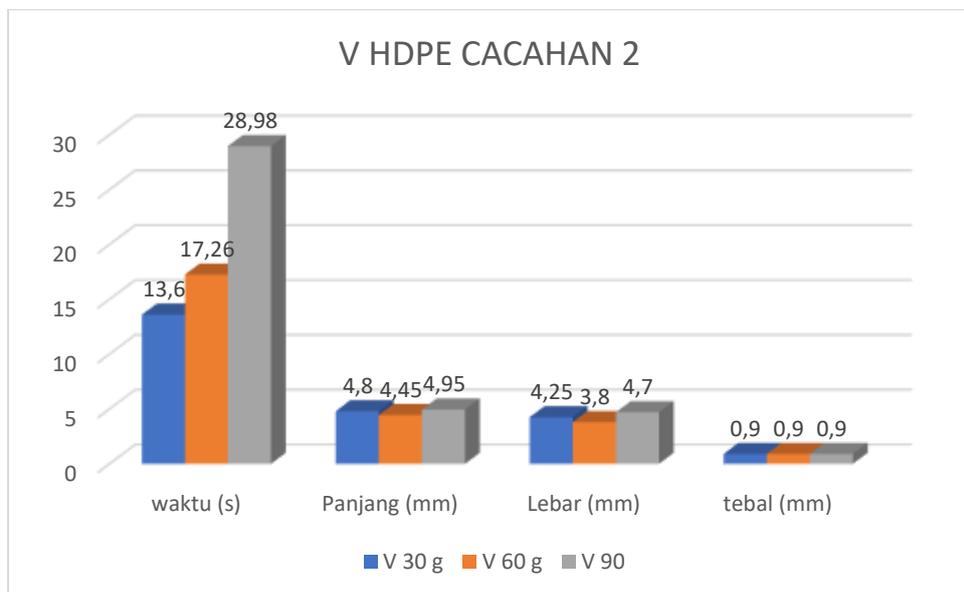
Pada table 4.2 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol V yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.8 Grafik V HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.8, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik

ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini memperlihatkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, waktu pencacahan semakin lama, begitu pula sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa V 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 23,56 detik, V 60 gram memiliki waktu pencacahan pertama sebesar 26,51 detik, dan V 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 43,74 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, V 30 gram memiliki dimensi sebesar 16 mm, V 60 gram sebesar 19,9 mm, dan V 90 gram sebesar 18,65 mm. Sedangkan dimensi tebalnya memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.9 Grafik V HDPE Cacahan 2

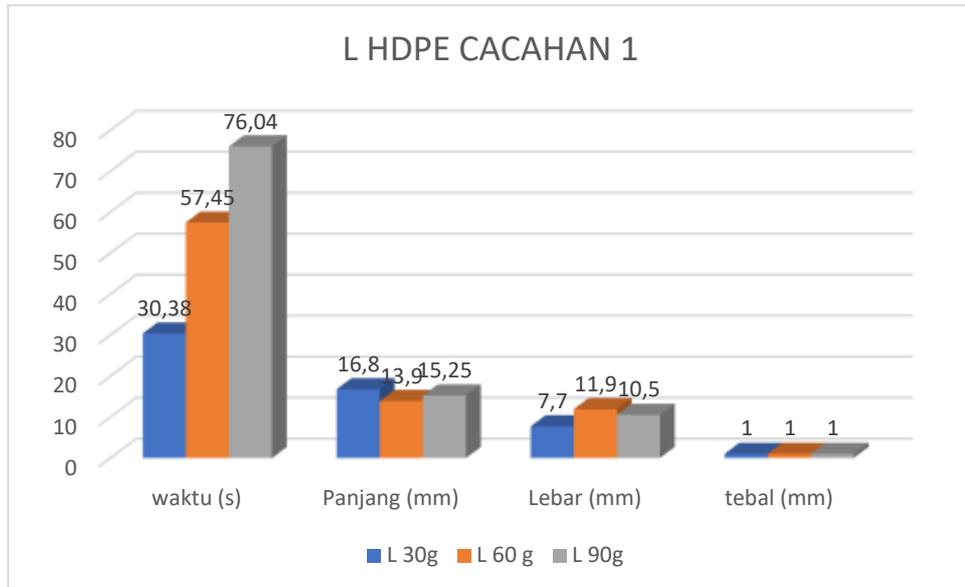
Pada gambar 4.9, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan. Perbedaan grafik ini berdasarkan massa pengujiannya, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk mencacah HDPE seberat 30 gram adalah

13,6 detik, sedangkan untuk 60 gram adalah 17,26 detik, dan untuk 90 gram adalah 28,98 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan. Hal ini disebabkan oleh jumlah material yang lebih banyak untuk diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram adalah 4,8 mm, untuk 60 gram adalah 4,45 mm, dan untuk 90 gram adalah 4,95 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tanpa tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang bekerja dengan sangat konstan dan baik, sehingga menghasilkan cacahan yang konsisten.

Tabel 4.4 Hasil Cacahan Botol Plastik L

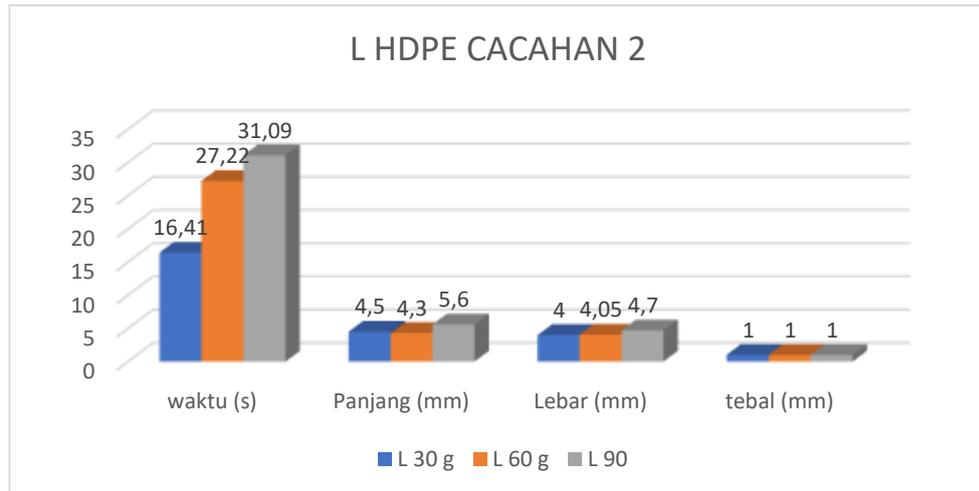
Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik L Jenis HDPE (Gram)		
		30	60	90
Variabel	Cacahan ke			
Variabel Waktu (Detik)	1	30.38	57.45	1.16,04
	2	16.41	27.22	31.09
Tebal Tebal (mm)	1	1	1	1
	2	1	1	1
Panjang Panjang (mm)	1	16.8	13.9	15.25
	2	4.5	4.3	5.6
Lebar	1	7.7	11.9	10.5
	2	4	4.05	4.7

Pada table 4.4 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol L yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.10 Grafik L HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.10, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, waktu pencacahan semakin lama, dan sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa L 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 30,38 detik, L 60 gram memiliki waktu pencacahan pertama sebesar 57,45 detik, dan L 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 76,04 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, L 30 gram memiliki dimensi sebesar 16,8 mm, L 60 gram sebesar 13,9 mm, dan L 90 gram sebesar 15,25 mm. Dimensi panjang menunjukkan hasil yang hampir sama, karena mesin pencacah yang digunakan memiliki kualitas pemotongan yang baik dan menghasilkan hasil yang konstan. Sedangkan dimensi tebalnya memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.11 Grafik L HDPE Cacahan 2

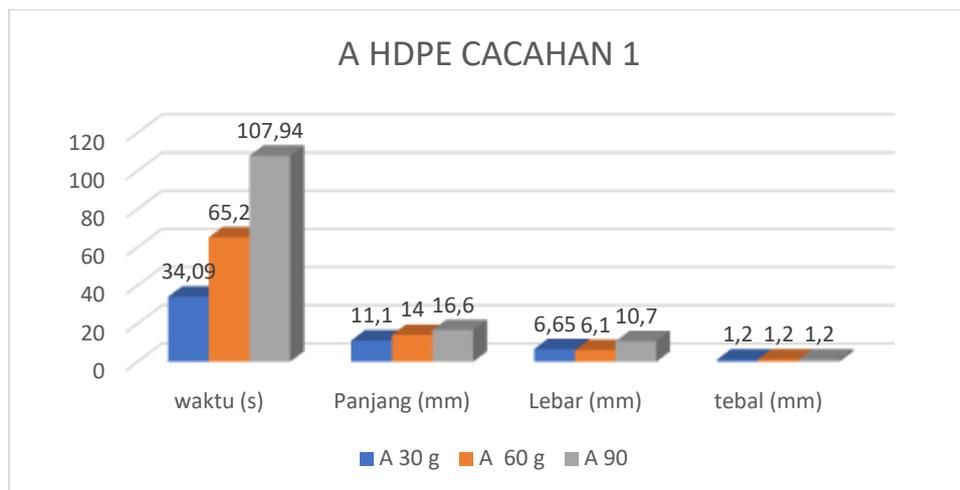
Pada gambar 4.11, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan kedua. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk mencacah HDPE seberat 30 gram adalah 16,41 detik, sedangkan untuk 60 gram adalah 27,22 detik, dan untuk 90 gram adalah 31,09 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, semakin lama waktu yang dibutuhkan. Hal ini mungkin disebabkan oleh lebih banyaknya material yang perlu diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram adalah 4,5 mm, untuk 60 gram adalah 4,05 mm, dan untuk 90 gram adalah 4,95 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tanpa tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang bekerja dengan sangat konstan dan baik, sehingga menghasilkan cacahan yang konsisten.

Tabel 4.5 Hasil Cacahan Botol Plastik A

Keterangan		Uji Coba Tutup Botol Plastik A Jenis HDPE (gram)		
Variabel	Cacahan ke	30	60	90
Waktu (Detik)	1	34.09	1.05.20	1.47.94

	2	19.33	28.21	29.06
Tebal (mm)	1	1.2	1.2	1.2
	2	1.2	1.2	1.2
Panjang (mm)	1	11.1	14	16.6
	2	3.9	5.5	4.2
Lebar(mm)	1	6.65	6.1	10.7
	2	3.4	4.16	3.8

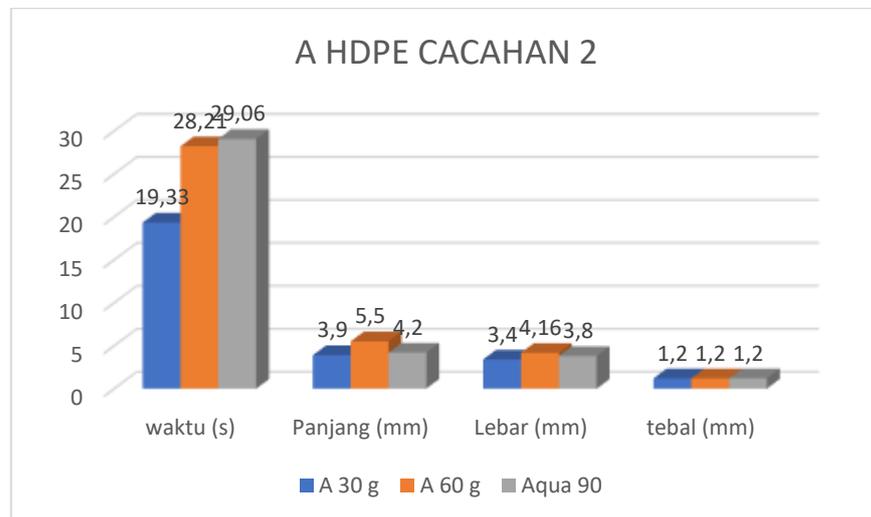
Pada table 4.5 ini hasil dari perbandingan dari setiap variasi pengujian yang dimana pada table diatas merupakan pengujian spesimen benda uji tutup botol A yang memiliki massa sebesar 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Dimana dalam pengujian nya didapatkan dari pengambilan data waktu yang menggunakan alat ukur berupa *stopwatch handphone*. Kemudian dalam penghitungan dimensi benda uji menggunakan mikrometer skrup dan jangka sorong.



Gambar 4.12 Grafik A HDPE Cacahan 1

Pada gambar 4.12, terlihat grafik perbandingan setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa pada tahapan pencacahan pertama. Grafik ini menunjukkan perbedaan berdasarkan massa pengujian, yaitu 30 gram, 60 gram, dan 90 gram. Sesuai dengan literatur, grafik ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa yang dicacah, semakin lama waktu pencacahan, dan sebaliknya. Pada grafik tersebut, massa A 30 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 34,09 detik, A 60 gram memiliki waktu pencacahan

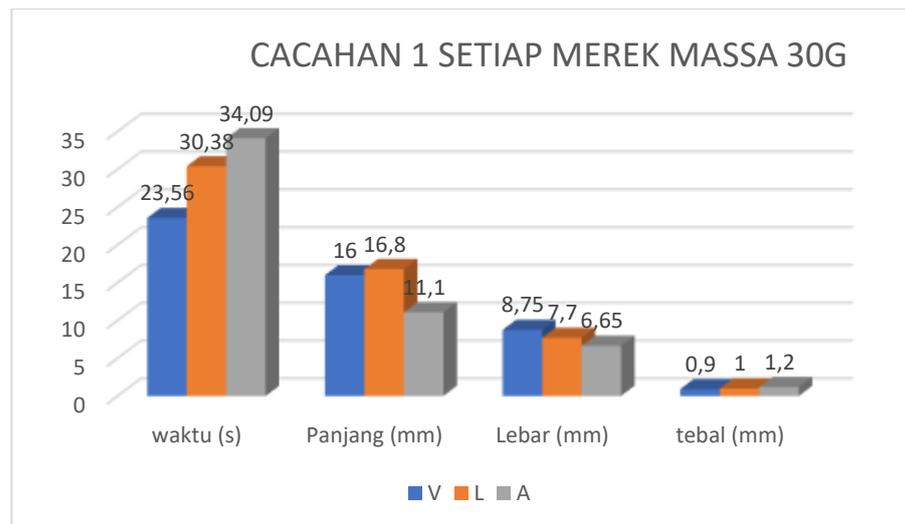
pertama sebesar 65,2 detik, dan A 90 gram memiliki waktu pencacahan sebesar 107,94 detik. Jika dilihat dari dimensi cacahan pada setiap pengujian, data menunjukkan hasil yang hampir sama, yang menunjukkan bahwa mesin pencacah yang dirancang memiliki konsistensi dalam pemotongannya. Berdasarkan dimensi panjang, A 30 gram memiliki dimensi sebesar 11,1 mm, A 60 gram sebesar 14 mm, dan A 90 gram sebesar 16,6 mm. Dimensi panjang menunjukkan hasil yang hampir mirip karena mesin pencacah yang digunakan memiliki kualitas pemotongan yang baik dan menghasilkan hasil yang konstan. Sedangkan dimensi tebal memiliki nilai yang sama pada setiap pengujian, karena mesin pencacah hanya memotong berdasarkan luas permukaan.



Gambar 4.13 Grafik A HDPE Cacahan 2

Terlihat pada gambar 4.13 merupakan grafik perbandingan setiap setiap spesimen benda kerja yang dibedakan berdasarkan massa setiap pencacahan pada tahapan cacahan kedua. Perbedaan grafik diatas dibedakan berdasarkan massa pengujiannya, yang dimana dibedakan menjadi 30 gram, 60 gram, 90 gram. Waktu yang diperlukan untuk A 30 gram HDPE cacahan adalah 19,33 detik, sementara untuk 60 gram A adalah 28,21 detik, dan untuk 90 gram A adalah 29,06 detik. Ini menunjukkan bahwa semakin berat bahan HDPE yang digunakan, waktu yang dibutuhkan semakin lama. Hal ini bisa dikarenakan lebih banyak material yang perlu diproses. Panjang hasil cacahan untuk 30 gram A

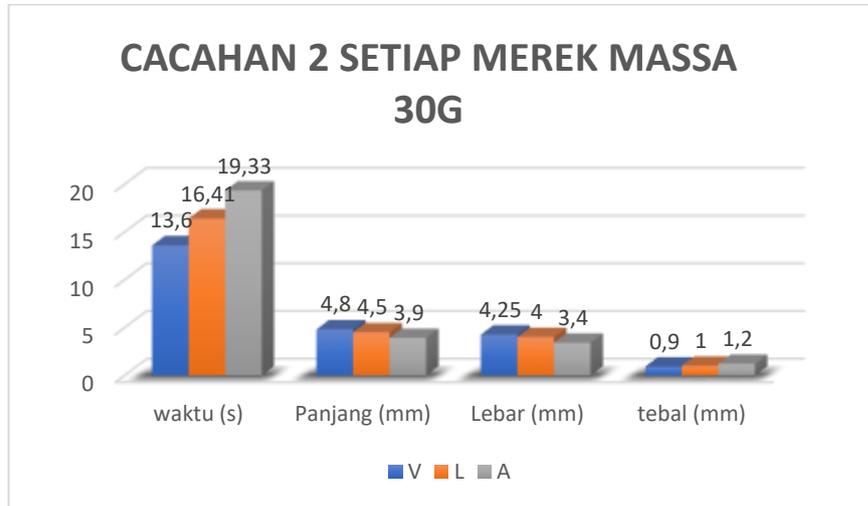
adalah 3,9 mm, untuk 60 gram A adalah 5,5 mm, dan untuk 90 gram A adalah 4,2 mm. Panjang cacahan cenderung tidak stabil dan menunjukkan sedikit variasi, tidak ada tren peningkatan atau penurunan yang signifikan dengan bertambahnya berat. Hal ini membuktikan bahwa mesin pencacah yang dirancang memakan dengan sangat konstan dan baik. Sehingga dapat dilihat memiliki hasil cacahan yang konstan.



Gambar 4.14 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 30g

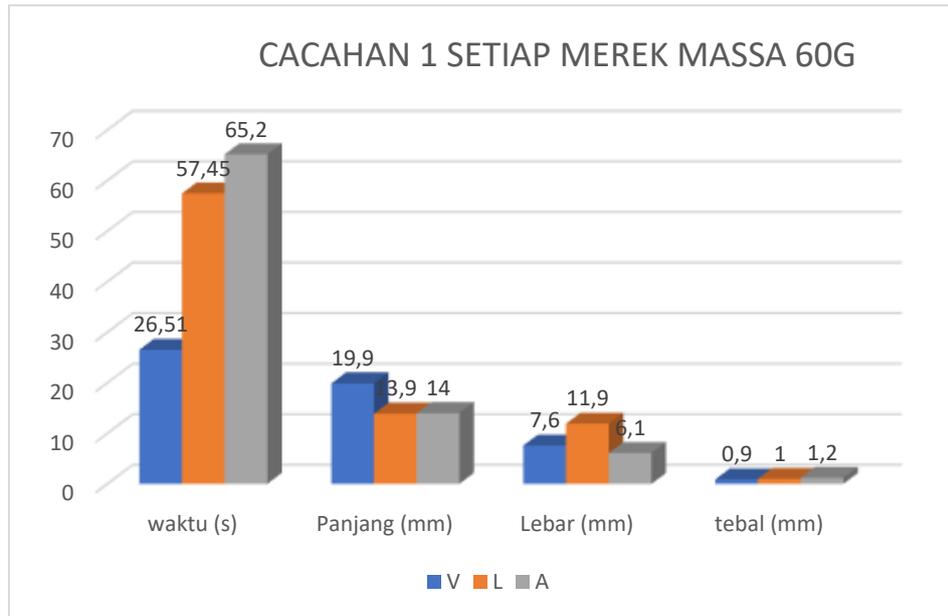
Terlihat pada gambar 4.14 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dengan hasil cacahan pertama. Pada grafik V membutuhkan waktu 23,56 detik, L membutuhkan 30,38 detik, dan A membutuhkan waktu 34,09 detik. ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Hal ini dikarenakan dari ketebalan bahan yang berbeda serta dimensi bentuk yang sedikit berbeda. Pada grafik tersebut V memiliki tutup kemasan yang paling tipis sebesar 0,9mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm, hal tersebut yang membedakan hasil waktu dari pencacahan. Kemudian V menghasilkan panjang cacahan sebesar 16 mm, L sebesar 11,1 mm, dan A sebesar 16,8 mm. Lebar cacahan V adalah 8,75 mm, L adalah 7,7 mm, dan A adalah 6,65 mm. Pada dimensi setiap

kemasan memiliki hasil yang hamper mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda



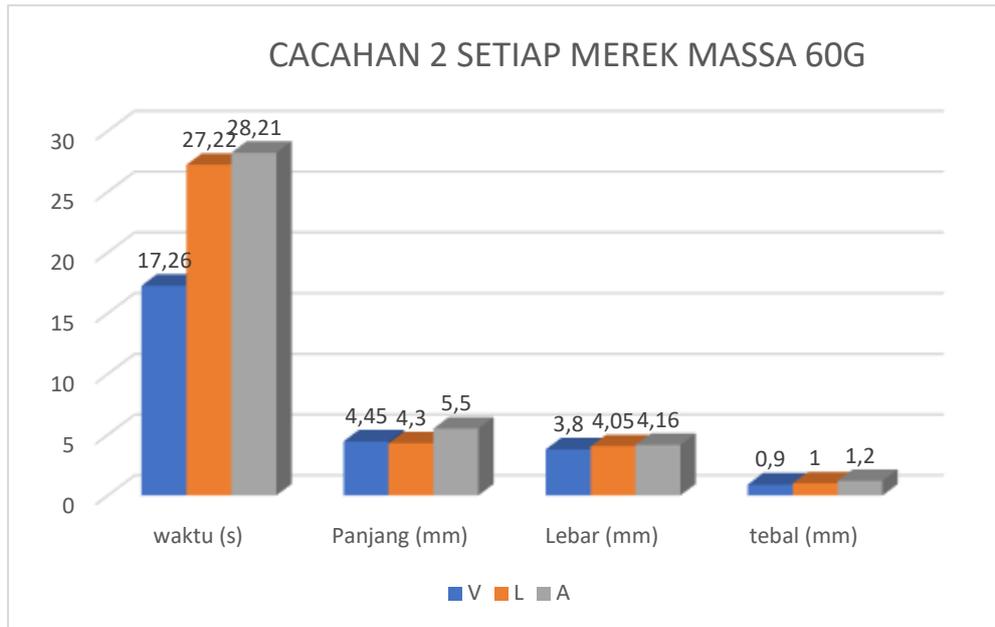
Gambar 4.15 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 30g

Terlihat pada gambar 4.15 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dengan hasil cacahan kedua. Pada grafik V membutuhkan waktu 13,6 detik, L membutuhkan waktu 16,41 detik, dan A membutuhkan waktu 19,33 detik. Pada data grafik ini dapat dilihat dari waktu pencacahan yang terbilang saling mendekatik, hal ini dikarenakan dari hasil cacahan yang memiliki dimensi hasil cacahan pertama yang sama sehingga pada cacahan yang kedua memiliki hasil waktu yang saling mendekati. Kemudian pada dimensi V menghasilkan panjang cacahan sebesar 4,8 mm, L sebesar 4,5 mm, dan A sebesar 3,9 mm. Lebar cacahan V adalah 4,25 mm, L adalah 4 mm, dan A adalah 3,3 mm. Pada dimensi setiap kemasan memiliki hasil yang hampir mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda, dari hasil cacahan 3 tiga spesimen benda uji ini berhasil mencapai variable kebebasan dimana memiliki hasil cacahan sebesar 0,5 mm.



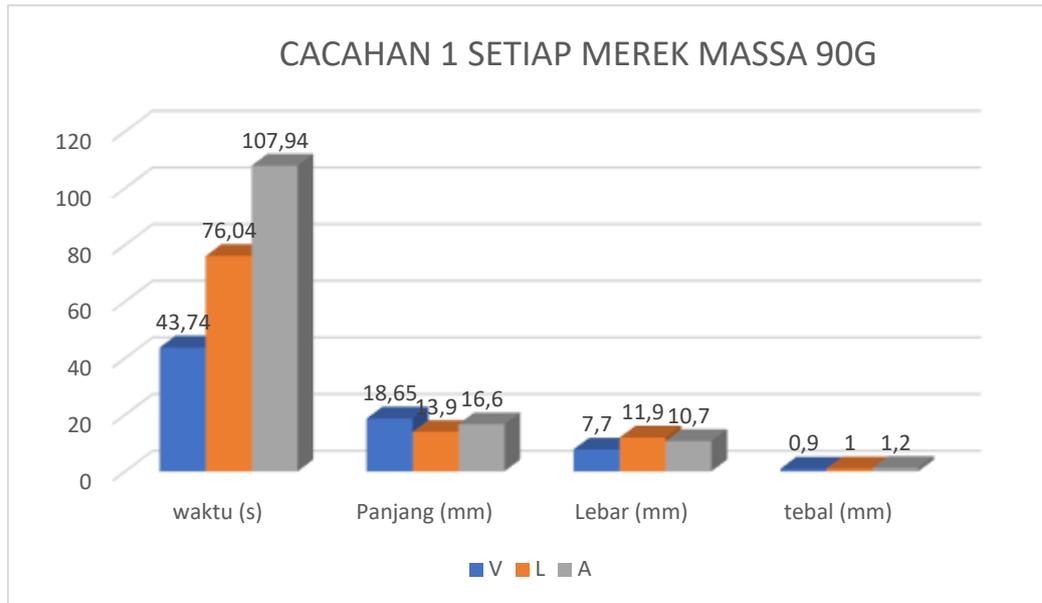
Gambar 4.16 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 60g

Terlihat pada gambar 4.16 menunjukkan perbandingan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE cacahan dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 60 gram dengan hasil cacahan pertama. Pada grafik V membutuhkan waktu 26,51 detik, L membutuhkan 57,45 detik, dan A membutuhkan waktu 65,2 detik. Ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Hal ini dikarenakan dari ketebalan bahan yang berbeda serta dimensi bentuk yang sedikit berbeda. Pada grafik tersebut V memiliki tutup kemasan yang paling tipis sebesar 0,9mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm, hal tersebut yang membedakan hasil waktu dari pencacahan. Kemudian V menghasilkan panjang cacahan sebesar 19,9mm, L sebesar 13,9 mm, dan A sebesar 14 mm. Lebar cacahan V adalah 7,76 mm, L adalah 11,9 mm, dan A adalah 6,1 mm. Pada dimensi setiap kemasan memiliki hasil yang hampir mirip, dikarenakan dari mesin pencacah yang digunakan memiliki pemotongan yang konstan, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda.



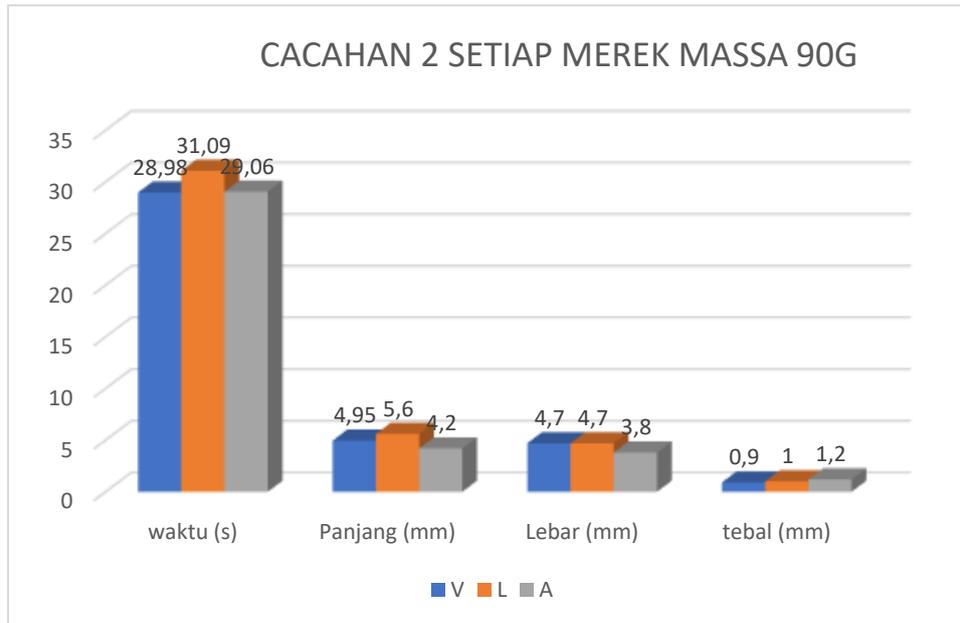
Gambar 4.17 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 60g

Terlihat pada gambar 4.17 membandingkan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik, V memerlukan waktu 17,26 detik, L memerlukan waktu 27,22 detik, dan A memerlukan waktu 28,21 detik. Data pada grafik menunjukkan bahwa waktu pencacahan dari ketiga merek ini cukup mirip, yang disebabkan oleh dimensi hasil cacahan pertama yang serupa sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan kedua pun hampir sama. Untuk dimensi, V menghasilkan panjang cacahan rata-rata sebesar 4,45 mm, L sebesar 4,3 mm, dan A sebesar 5,5 mm. Lebar cacahan untuk V adalah 3,84 mm, L adalah 4,05 mm, dan A adalah 4,16 mm. Dimensi cacahan dari masing-masing kemasan menunjukkan hasil yang hampir serupa, yang disebabkan oleh mesin pencacah yang digunakan menghasilkan potongan yang konsisten. Dengan demikian, dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil cacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variabilitas kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 cm.



Gambar 4.18 Grafik Cacahan 1 Setiap Merek Massa 90g

Terlihat pada gambar 4.18 membandingkan waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 90 gram dalam proses pencacahan pertama. Berdasarkan grafik, V memerlukan waktu 43,74 detik, L memerlukan waktu 76,04 detik, dan A membutuhkan waktu 107,94 detik. Ini menunjukkan bahwa V adalah yang paling efisien dalam hal waktu pemrosesan, sementara A memerlukan waktu paling lama. Perbedaan waktu ini disebabkan oleh ketebalan bahan dan dimensi bentuk yang sedikit berbeda di antara ketiga merek tersebut. V memiliki ketebalan tutup kemasan yang paling tipis, yaitu 0,9 mm, sedangkan A memiliki ketebalan sebesar 1,2 mm. Perbedaan ini berkontribusi pada variasi waktu pencacahan. Untuk dimensi panjang cacahan, V menghasilkan panjang sebesar 18,65 mm, L 15,25 mm, dan A 16,6 mm. Lebar cacahan untuk V adalah 7,7 mm, L 10,5 mm, dan A 6,1 mm. Dimensi cacahan dari setiap kemasan menunjukkan hasil yang hampir serupa karena mesin pencacah yang digunakan menghasilkan potongan yang konsisten, sehingga dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.



Gambar 4.19 Grafik Cacahan 2 Setiap Merek Massa 90g

Terlihat pada gambar 4.19, menampilkan perbandingan antara waktu pemrosesan, panjang, lebar, dan ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek yang berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 90 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik tersebut, waktu yang dibutuhkan oleh V adalah 28,98 detik, L membutuhkan 31,09 detik, dan A membutuhkan 29,06 detik. Data dalam grafik ini mengindikasikan bahwa waktu pencacahan dari ketiga merek ini relatif mirip, yang disebabkan oleh dimensi hasil cacahan pertama yang hampir sama sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pencacahan kedua juga hampir sama. Untuk dimensi panjang cacahan, V menghasilkan panjang rata-rata sebesar 4,95 mm, L sebesar 5.6 mm, dan A sebesar 4,2 mm. Lebar cacahan V adalah 4,7 mm, L adalah 4,7 mm, dan A adalah 3.8 mm. Dimensi cacahan dari masing-masing merek menunjukkan hasil yang hampir serupa, yang disebabkan oleh penggunaan mesin pencacah yang menghasilkan potongan yang konsisten. Oleh karena itu, dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil pencacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variabilitas kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 cm.

Tabel 4.5 Persentase Rendemen Hasil Cacahan Tutup Botol Plastik

Spesimen Benda Uji		Berat sebelum cacahan	Berat Hasil Cacahan Yang Keluar	Berat Hasil Cacahan Yang tertinggal	Persentase Rendemen
Benda Uji V	30 g	30	27,56	2,44	91,86%
	60 g	60	56,58	3,42	94,3%
	90 g	90	87,51	2,49	97,23%
Benda Uji L	30 g	30	28,32	1,68	94,4%
	60 g	60	57,32	2,68	95,53%
	90 g	90	85,46	4,54	94,95%
Benda Uji A	30 g	30	27,48	2,52	91,6%
	60 g	60	58,61	1,39	97,68%
	90 g	90	84,91	5,09	94,34%

Untuk melihat persentase rendemen hasil cacahan yang keluar dari mesin, dilakukan proses pengambilan data dan perhitungan dengan cara membagi berat hasil cacahan yang masih tertinggal dengan berat plastik yang akan dicacah, kemudian dikalikan seratus persen. Untuk mengetahui persentase rendemen rata-rata hasil cacahan yang keluar, dilakukan penjumlahan data persentase rendemen, kemudian hasilnya dikalikan 9 karena telah dilakukan uji coba sebanyak sembilan kali. Tabel 4.5 menunjukkan data persentase rendemen hasil cacahan yang keluar dari penutup *output* mesin.

Perhitungan Rendemen hasil cacahan yang keluar (%) :

$$\frac{\text{Berat plastik yang dicacah} - \text{Berat hasil cacahan yang tertinggal}}{\text{Berat plastik yang dicacah}} \times 100\%$$

- Benda Uji V

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 2,44 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 91,86 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 3,42 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 94,3 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 2,49 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 97,23 \%$$

- Benda Uji L

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 1,68 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 94,4 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 2,68 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 95,53 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 4,54 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 94,95 \%$$

- Benda Uji A

1. Uji Coba 30 g

$$\frac{30 \text{ g} - 2,52 \text{ g}}{30 \text{ g}} \times 100\% = 91,6 \%$$

2. Uji Coba 60 g

$$\frac{60 \text{ g} - 1,39 \text{ g}}{60 \text{ g}} \times 100\% = 97,68 \%$$

3. Uji Coba 90 g

$$\frac{90 \text{ g} - 5,09 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 94,34 \%$$

Perhitungan rendemen rata-rata :

$$\frac{91,86\%, 94,3\%, 97,23\%, 94,4\%, 95,53\%, 94,95\%, 91,6\%, 97,68\%, 94,34\%}{9} = \\ = 94,65\%$$

Maka, persentase rendemen rata-rata hasil cacahan yang keluar dari *cover output* sebanyak 94,65 % dari berat pelastik yang dicacah. Dari data tersebut adalah bahwa mesin pencacah menunjukkan konsistensi yang baik dalam menghasilkan cacahan dengan persentase rendemen yang tinggi, menunjukkan bahwa mesin ini efektif dalam mencacah bahan

plastik dengan berbagai berat awal. Hal ini dapat dilihat dari persentase rendemen yang sebagian besar berada di atas 90%, dengan beberapa bahkan mendekati atau melebihi 97%. Dari data tersebut, dapat dilihat hasil manufaktur pembuatan mesin pencacah memiliki konsistensi cacahan yang baik dimana hasil rata-rata redmen hasil cacahan yang dihasilkan memiliki nilai sebesar 94,65%. Hal ini membuktikan bahwa hasil manufaktur yang dihasil padan mesin pencacah plastik ini bekerja dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dimensi hasil pemotongan cacahan gelas plastik dengan variasi berat plastik jenis HDPE pada mesin pencacah plastik tipe *crusher*. Hasil cacahan yang dihasilkan dari mata potong yang dibuat pada mesin pencacah plastik tipe *crusher* sangat bervariasi pada plastik dengan massa yang dibedakan yaitu merek tutup botol yang bervariasi ketebalan tutup botol plastik HDPE dari tiga merek yang berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram, 60 gram, 90 gram. Dengan hasil cacahan yang memiliki dimensi yang mirip, seperti dengan massa masing-masing 90 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik tersebut, waktu yang dibutuhkan oleh V adalah 28,98 detik, L membutuhkan 31,09 detik, dan A membutuhkan 29,06 detik. Untuk dimensi panjang cacahan, V menghasilkan panjang rata-rata sebesar 4,95 mm, L sebesar 5.6 mm, dan A sebesar 4,2 mm. Lebar cacahan V adalah 4,7 mm, L adalah 4,7 mm, dan A adalah 3.8 mm. dimensi cacahan yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari hasil pencacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variable kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 mm.
2. Dalam pembuatan mata potong pencacah plastik dari mulai membuat sketsa pola, membuat pola, menerapkannya di plat baja sehingga pola yang dipakai bisa sesuai dengan pola yang di buat sebelumnya dan dilanjutkan dengan tahap pemotongan sesuai pola sehingga menjadi mata potong yang siap pakai. total waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan dari tiap – tiap mata potong beserta ringnya dengan total waktu yaitu 4980 menit atau 83 jam atau 3 hari 4 jam dan 58 menit dalam menyelesaikan manufaktur pembuatan mata potong tersebut.

Dengan hasil yang sangat baik pada hasil cacahannya dimana berhasil melalui variable keberhasilan yang menghasilkan cacahan sebesar 0,5 cm, dapat diambil salah satu pengujian pada botol plastik HDPE dari tiga merek berbeda (V, L, A) dengan massa masing-masing 30 gram dalam proses pencacahan kedua. Berdasarkan grafik, Untuk dimensi, V menghasilkan panjang cacahan rata-rata sebesar 4,45 mm, L sebesar 4,3 mm, dan A sebesar 5,5 mm. Lebar cacahan untuk V adalah 3,84 mm, L adalah 4,05 mm, dan A adalah 4,16 mm. Dari hasil cacahan tiga spesimen benda uji ini, mereka berhasil mencapai variabilitas kebebasan dengan cacahan sebesar 0,5 cm.

5.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian kali ini terdapat saran, yang dimana didasari atas terlaksanakannya penelitian pembuatan mata pisau pencacah plastik. Berikut ini merupakan saran pada penelitian kali ini kali ini :

1. Adapun dalam pengujian disarankan untuk menghaluskan permukaan setiap mata pisau, agar setiap mata pisau presisi, menghindari adanya celah yang terlalu rapat
2. Pada mesin pencacah agar dibuatkan saringan berupa plat berlubang yang digunakan sebagai saringan pada mesin pencacah.

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.

LAMPIRAN

DOKUMENTASI



PENGAMBILAN DATA
DESAIN MESIN PENCACAH PLASTIK

