

Perancangan Mesin Pencacah Plastik: Hasil Cacahan Untuk Ekstrusi *Filament* Dari Botol Plastik Untuk *3D Printing*

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Cahya Ramdan Putra Mandayusdi

220322004



**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Perancangan Mesin Pencacah Plastik: Hasil Cacahan Untuk
Ekstrusi *Filament* Dari Botol Plastik Untuk *3D Printing***

Oleh:

Cahya Ramdan Putra Mandayusdi

220322004

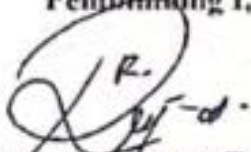
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

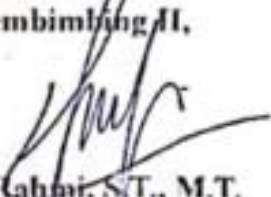
Bandung,

Disetujui

Pembimbing I,

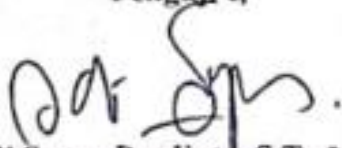

Riky Adhinartha, S.T., M.T.
NIP. 198506162014041002

Pembimbing II,


Meri Rahmi, S.T., M.T.
NIP. 198507072019032013

Disahkan

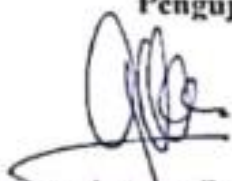
Penguji I,


Adi Surya Pradipta, S.T., M.T.
NIP. 199107252022031004

Penguji II,


Riona Ihsan Media, S. ST., M. Sc.
NIP. 198802062010121006

Penguji III,


Gamawan Ananto Soebekti, S. ST., MM
NIP. 196001101985031005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cahya Ramdan Putra Mandayusdi
NIM : 220322004
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan Mesin Pencacah Plastik: Hasil Cacahan Untuk Ekstrusi *Filament* Dari Botol Plastik Untuk 3D Printing

Menyatakan bahwa.

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 29 Juli 2024
Yang Menyatakan,



Cahya Ramdan Putra Mandayusdi
220322004

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cahya Ramdan Putra Mandayusdi
NIM : 220322004
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan Mesin Pencacah Plastik: Hasil Cacahan Untuk Ekstrusi *Filament* Dari Botol Plastik Untuk 3D *Printing*

Menyatakan bahwa.

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 29 Juli 2024
Yang Menyatakan,



Cahya Ramdan Putra Mandayusdi
220322004

MOTO PRIBADI

“Shalat adalah obat bagi jiwa yang hampa, pikiran yang bimbang, dan hati yang terluka”.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya. Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Perancangan Mesin Pencacah Plastik: Hasil Cacahan Untuk Ekstrusi *Filament* Dari Botol Plastik Untuk *3D Printing*”. Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Bandung. terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S. ST., M.T.
3. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Riky Adhiharto, S.T., M.T. dan Ibu Meri Rahmi. S.T., M.T.
4. Bapak Adi Surya Pradipta, S.T., M.T., Bapak Riona Ihsan Media, S.ST., M.Sc., dan Bapak Gamawan Ananto Soebekti, S. ST., M.M. selaku penguji.
5. Panitia tugas akhir jurusan DE yaitu Bapak Hanif dan beserta panitia lainnya yang senantiasa membantu dalam proses administrasi selama pelaksanaan tugas akhir ini.

6. Teristimewa kepada kedua Orang Tua penulis Alm. Bapak Edi Rohaedi dan Ibu Titi Yusmiati yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada kedua Kakak Penulis Sapta Widuyusta Eka Sembada dan Hodijah Puspa Mandayusdi Saputri yang selalu mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan perkuliahan maupun tugas akhir ini.
8. Seluruh teman – teman DEB 2020 yang telah sama – sama berjuang dan selalu menemani baik suka maupun duka selama kurang lebih empat tahun.
9. Kepada diri sendiri Cahya Ramdan Putra Mandayusdi dari keluarga Alm. Bapak Edi Rohaedi yang telah tabah dalam berjuang selama ini untuk menggapai suatu mimpi yang di ridhoi Allah SWT.
10. Serta seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung,

Cahya Ramdan Putra Mandayusdi
NIM. 220322004

ABSTRAK

Filament merupakan bahan yang banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk mesin cetak *3D printing*. *Filament* umumnya terbuat dari *thermoplastic*, seperti PLA (*Polylactic Acid*) dan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), yang mudah dibentuk dengan teknologi FDM (*Fused Deposition Modeling*). Penggunaan *filament* untuk *3D printing* yang semakin meningkat, maka salah satu solusi yang ditawarkan yaitu dengan pemanfaatan limbah plastik yang sesuai dengan karakteristik pembentukan *filament*. Limbah plastik di Indonesia sangat besar, mencapai 26,2 juta ton pada 2023, dengan 18,47% di antaranya adalah plastik. Sampah plastik yang terbuat dari PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan HDPE (*High Density Polyethylene*), harus dicacah terlebih dahulu agar dapat diolah menjadi *filament*. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pencacah sampah plastik HDPE dan PET dengan ukuran maksimal 2 mm. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu VDI 2222 (*Verein Deutscher Ingenieure*), perencanaan mesin pencacah plastik ini akan ditenagai oleh motor listrik AC (*Alternating Current*) yang dimana putaran motor tersebut akan ditransmisikan oleh puli, sehingga akan menggerakkan mata pisau yang akan mencacah sampah plastik. jenis pemotongan yang digunakan adalah *shredder* dan *granulator*, yang diharapkan dapat mencacah material plastik PET dan HDPE dengan ketebalan 0,3 – 2 mm dan menghasilkan ukuran maksimal 2 mm. Rancangan yang didapatkan adalah mesin pencacah plastik, dengan dimensi 1682 x 898 x 791 mm menggunakan dua jenis pemotongan yaitu *shredder* dan *granulator*.

Kata kunci: PET dan HDPE, Pencacah plastik, *Filament*, Mesin Pencacah Plastik, VDI 2222.

ABSTRACT

Filament is a material that is widely used as a basic material for 3D printing machines. It is generally made from thermoplastics, such as PLA (Polylactic Acid) and ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), which can be easily formed using FDM (Fused Deposition Modeling) technology. The use of filaments for 3D printing is increasing, and one solution being offered is the utilization of plastic waste that meets the characteristics required for filament formation. In Indonesia, plastic waste is a significant issue, reaching 26.2 million tons in 2023, with 18.47% of it being plastic. Plastic waste made from PET (Polyethylene Terephthalate) and HDPE (High-Density Polyethylene) must be shredded before it can be processed into filament. For this reason, this research aims to design a machine for shredding HDPE and PET plastic waste to a maximum size of 2 mm. The method used in this research is VDI 2222 (Verein Deutscher Ingenieure), with plans for this plastic shredding machine to be powered by an AC (Alternating Current) electric motor. The motor's rotation will be transmitted via a pulley to move the blade, which will chop up the plastic waste. The types of cutting employed are shredder and granulator, which are expected to shred PET and HDPE plastic materials with a thickness of 0.3 to 2 mm and produce a maximum particle size of 2 mm. The design produced is a plastic shredder machine with dimensions of 1682 x 898 x 791 mm, utilizing both shredder and granulator cutting methods.

Keywords: PET and HDPE, Plastic Shredder, Filament, Plastic Shredder Machine, VDI 2222.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
I BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah.....	I-5
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-5
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-5
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Ekstrusi <i>Filament</i>	II-1
II.2 Plastik.....	II-1
II.2.1 <i>Polyethylene Terephthalate</i>	II-1
II.2.2 <i>High Density Polyethylene</i>	II-2
II.3 <i>Alternative Current Motor</i>	II-3
II.3.1 Macam Macam Arus	II-3
II.4 Sistem Transmisi	II-4
II.4.1 Transmisi Puli dan Sabuk.....	II-4
II.5 Identifikasi Alat Pemotong.....	II-6
II.5.1 Geometri Material Pemotong	II-7
II.5.2 Material Komponen Pemotong	II-7
II.6 Finite element method.....	II-8

II.7	<i>Expanded metal mesh</i>	II-9
II.8	Metode Perancangan VDI 2222	II-10
II.8.1	Merencana	II-11
II.8.2	Mengkonsep	II-11
II.8.3	Merancang.....	II-11
II.8.4	<i>Detail Design</i>	II-11
II.9	Metode Penilaian VDI 2225.....	II-11
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Merencana	III-2
III.1.1	Identifikasi Masalah	III-2
III.1.2	Wawancara	III-2
III.1.3	Observasi	III-2
III.1.4	Studi Literatur	III-3
III.1.5	Daftar Tuntutan	III-4
III.2	Mengkonsep	III-4
III.2.1	Cara Kerja Mesin	III-5
III.2.2	Struktur Fungsi	III-6
III.2.3	Uraian Struktur Fungsi	III-7
III.2.4	Alternatif Sub Fungsi	III-8
III.2.5	Kotak Morfologi.....	III-11
III.2.6	Alternatif Fungsi Konsep	III-12
III.2.7	Penilaian Alternatif Fungsi.....	III-14
III.3	Merancang.....	III-16
III.3.1	Perhitungan Awal.....	III-17
III.4	<i>Detail Design</i>	III-18
III.4.1	Draft Rancangan.....	III-18
III.4.2	Gambar Kerja	III-18
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Perhitungan Tahap 1.....	IV-1
IV.2	Perhitungan tahap 2.....	IV-12
IV.3	Analisis Pisau Potong.....	IV-21
IV.4	Analisis Pada Pisau Potong 2	IV-22

IV.5	Analisis Rangka.....	IV-23
IV.6	Harga Jual Produk	IV-24
IV.7	Target Pasar.....	IV-26
V	BAB V PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
	DAFTAR PUSTAKA	xvii

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Tabel daftar tuntutan.	III-4
Tabel III. 2 Alternatif Fungsi	III-9
Tabel III. 3 Kotak morfologi.....	III-12
Tabel III. 4 Rubrik penjelasan kotak morfologi.....	III-12
Tabel III. 5 Tabel penilaian aspek teknis	III-14
Tabel III. 6 Rubrik penilaian penilaian aspek teknis.....	III-15
Tabel III. 7 Tabel perhitungan	III-16
Tabel IV. 1 Komparasi hasil Bidang X-Y.....	IV-9
Tabel IV. 2 Komparasi hasil Bidang X-Z	IV-9
Tabel IV. 3 Komparasi hasil bidang x-y	IV-19
Tabel IV. 4 Komparasi hasil bidang x-z	IV-19
Tabel IV. 5 Hasil analisis pisau 1.....	IV-21
Tabel IV. 6 Hasil analisis pisau 2.....	IV-22
Tabel IV. 7 Hasil analisis rangka	IV-23
Tabel IV. 8. Tabel harga pokok produk	IV-25
Tabel IV. 9 Tabel perbandingan produk	IV-26
Tabel V. 1 Tabel hasil daftar tuntutan.....	V-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Gambar valuasi penggunaan 3D printing[1].....	I-1
Gambar I. 2 Material filament[2].....	I-2
Gambar I. 3 Grafik sampah plastik di Indonesia[3].....	I-2
Gambar I. 4 Hasil pengujian material PET untuk filament[7].....	I-4
Gambar II. 1 Proses ekstrusi[8].....	II-1
Gambar II. 2 Botol plastik PET[10].....	II-2
Gambar II. 3 Botol plastik HDPE [10].....	II-2
Gambar II. 4 Diagram satu phase [10].....	II-3
Gambar II. 5 Diagram arus tiga phase [10].....	II-4
Gambar II. 6 Dasar dasar geometri sabuk [12]	II-5
Gambar II. 7 Geometri shear plate [14]	II-7
Gambar II. 8. <i>Expanded metal mesh</i> [18].	II-9
Gambar II. 9. Tipe <i>Expanded metal mesh</i> [18].	II-10
Gambar II. 10 Pendekatan Perancangan dengan Metode VDI 2222 [15].....	II-10
Gambar II. 11 Pendapatan nilai poin berdasarkan VDI 2225 [15]	II-12
Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> metode penelitian.....	III-1
Gambar III. 2 <i>State of the art</i> mesin pencacah plastik	III-3
Gambar III. 3. <i>Shredder</i>	III-5
Gambar III. 4. <i>Granulator</i>	III-6
Gambar III. 5 <i>Overall function</i> pada mesin pencacah plastik.....	III-6
Gambar III. 6 Main subfunctions pada mesin pencacah plastik.	III-7
Gambar III. 7 Gambar uraian struktur sub fungsi	III-7
Gambar III. 8 Alternatif fungsi konsep 1	III-13
Gambar III. 9 Alternatif fungsi konsep 2	III-13
Gambar III. 10 Alternatif fungsi konsep 3	III-14
Gambar IV. 1 Gambar dbb pada poros 1	IV-6
Gambar IV. 2 DBB pada bidang x-y.....	IV-6
Gambar IV. 3 DBB pada bidang x-z.....	IV-7
Gambar IV. 4 Hasil analisis <i>md solid</i> pada bidang x-y.....	IV-8
Gambar IV. 5 Hasil analisis <i>md solid</i> pada bidang x-z.....	IV-8
Gambar IV. 6 Gambar DBB pada poros 2	IV-16
Gambar IV. 7 Gaya pada bidang x-y	IV-16
Gambar IV. 8 Gaya pada bidang x-z.....	IV-17
Gambar IV. 9 Hasil analisis <i>md solid</i> pada bidang x-y.....	IV-18
Gambar IV. 10 Hasil analisis <i>md solid</i> pada bidang x-z.....	IV-18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Curriculum Vitae*

Lampiran 2 Dokumen Pendukung Perhitungan

Lampiran 3 Gambar Kerja

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Keterangan	Satuan
r_{2botol}	Jari jari botol 1	cm
r_{1botol}	Jari jari botol 2	cm
T_{botol}	Tinggi botol	cm
L_{botol}	Luas botol	cm ²
V_{botol}	Volume botol	L
H_{hopper}	Tinggi hopper	mm
W_{hopper}	Lebar hopper	mm
L_{hopper}	Panjang hopper	mm
m_{botol}	Massa botol	kg
V_{hopper}	Volume hopper	L
Kapasitas	-	unit
Berat _{hopper}	-	kg
τ_{gpet}	Tegangan ultimate material	MPa
b_{cutter}	Tebal pemotong	mm
$s_{plastik}$	Tebal plastik	mm
r_{blade}	Jari jari pemotong	mm
Cs	Cutting speed	$\frac{m}{min}$
n_{blade}	Putaran pemotongan	rpm
F_{potong}	Gaya pemotong	N
T_{potong}	Torsi pemotong	Nm
P'_{motor}	Daya motor yang direncanakan	kW
P_{motor}	Daya motor	kW
d'_{p1}	Diameter pulley 1 direncanakan	mm
d'_{p2}	Diameter pulley 2 direncanakan	mm
e'_{min}	Jarak antar pulley minimal rencana	mm
e'_{max}	Jarak antar pulley maksimal rencana	mm
e'	Jarak antar pulley rencana	mm
L'_D	Panjang belt rencana	mm
P'	Daya motor rencana	mm
L_d	Panjang belt sebenarnya	mm
e	Jarak antar pulley sebenarnya	mm
v_1	Kecepatan linear 1	m/s
v_2	Kecepatan linear 2	m/s
v_{max}	Kecepatan linear maksimal	m/s
f_t	Gaya tangensial	N
f_w	Gaya pada pulley	N
Dp	Jarak atar poros	mm
z'	Jumlah gigi rencana roda gigi	unit
m	modul	mm
z	Jumlah gigi roda gigi	unit

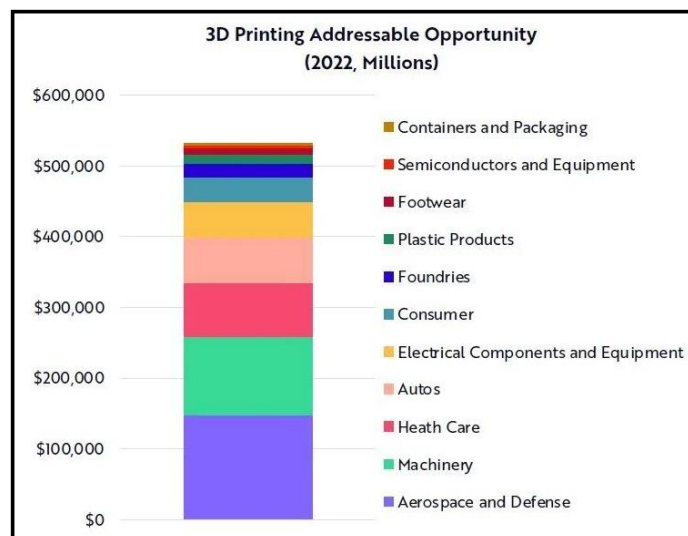
Simbol	Keterangan	Satuan
T_{rd}	Torsi roda gigi	Nm
F_{trd}	Gaya tangensial roda gigi	N
F_{rrd}	Gaya radial roda gigi	N
L_1	Jarak gaya 1	mm
L_2	Jarak gaya 2	mm
L_3	Jarak gaya 3	mm
L_4	Jarak gaya 4	mm
F_c	Gaya di pemotong	N
F_{r_z}	Gaya roda gigi di arah z	N
F_{c_z}	Gaya pemotong di arah z	N
F_{a_z}	Gaya tumpuan A di arah z	N
F_{b_z}	Gaya tumpuan B di arah z	N
M_{a_z}	Momen tumpuan A diarah z	Nm
M_{b_z}	Momen tumpuan B diarah z	Nm
M_{c_z}	Momen pemotong diarah z	Nm
M_a	Momen tumpuan A	Nm
M_b	Momen tumpuan B	Nm
M_c	Momen pemotong	Nm
F_a	Gaya tumpuan A	N
F_b	Gaya tumpuan B	N
F_c	Gaya Pemotongan	N

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Filament adalah bahan yang digunakan dalam pencetakan 3D, biasanya dalam bentuk benang panjang yang digulung menjadi gulungan. *Filament* ini dilelehkan dan disimpan lapis demi lapis oleh printer 3D untuk membentuk objek tiga dimensi. Penggunaan 3D printing di Indonesia sendiri cukup diminati banyak kalangan dimulai dari industri, instansi pendidikan, instansi kesehatan, dan lainnya.



Gambar I. 1 Gambar valuasi penggunaan 3D printing[1]

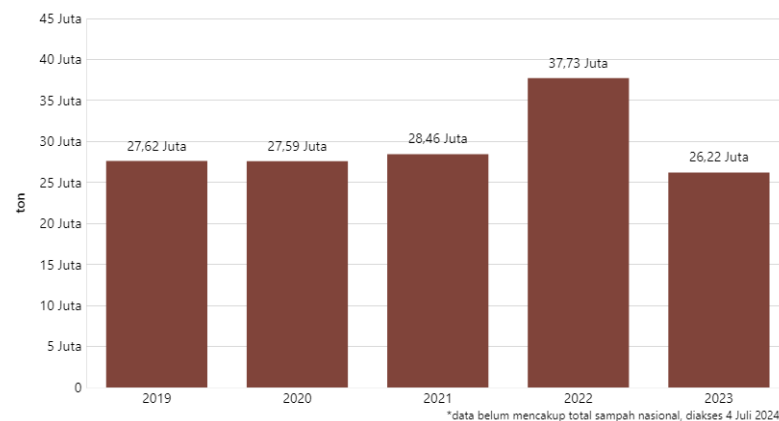
Berdasarkan valuasi yang tertera pada Gambar I.1, penggunaan 3D Printing pada tahun 2022 menyentuh angka \$500.000.000 (*lima ratus juta dollars*). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *filament* cukup diminati banyak kalangan sehingga kesempatan ini dapat dijadikan sebagai ladang usaha bagi peminatnya.

Material dalam pembuatan *filament* pada umumnya adalah *thermoplastic* yaitu jenis plastik yang dapat dilelehkan dan mudah dibentuk dikarnakan mesin 3D Printer menggunakan metode cetak FDM (*Fused Deposition Modeling*) metode ini bekerja dengan cara mencetak objek lapis demi lapis menggunakan bahan *thermoplastic* yang dipanaskan hingga meleleh, kemudian disusun sesuai dengan model 3D yang telah dirancang.

TABEL PERBANDINGAN SPESIFIKASI FILAMENT						
		STRENGTH	STIFFNESS	DURABILITY	TEMPERATURE	DIFFICULTY SOLUABLE
	PLA/PLA+				190 - 220°C	
	ABS/ABS+				220 - 250°C	
	PETG				230 - 250°C	
	Nylon				220 - 270°C	
	TPA/TPU/TPC				225 - 245°C	
	Polycarbonate				260 - 310°C	
	Wood				190 - 220°C	
	Metal				190 - 220°C	
	PVA				185 - 200°C	

Gambar I. 2 Material filament[2]

Penggunaan plastik di Indonesia sangatlah besar hingga menjadi limbah yang kerap ditemukan di jalanan dikarenakan plastik merupakan salah satu jenis limbah yang semakin hari terus meningkat volumenya setiap tahun, dengan sifatnya yang sulit terurai menjadikan plastik memiliki umur yang sangat panjang hingga ratusan tahun lamanya. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan 26,2 juta ton timbunan sampah sepanjang 2023 dapat dilihat pada Gambar I. 3



Gambar I. 3 Grafik sampah plastik di Indonesia[3]

Timbunan sampah mayoritas berupa sisa makanan (41,75%), plastik (18,47%), kayu/ranting (11,56%), dan kertas/karton (10,59%). Sementara sampah yang berupa logam, kain, kaca, karet, kulit, dan lain-lainnya posisinya lebih kecil dengan kisaran 2-6%. Timbunan sampah yang tercatat paling banyak berasal dari rumah tangga (44,31%), pusat perniagaan (18,02%), dan pasar (13,62%).

Berdasarkan penelitian yang merujuk tentang pengelolaan sampah plastik, menyatakan salah satu solusi dalam menanggulangi limbah plastik tersebut, yaitu menjadikan limbah plastik menjadi bentuk cacahan sehingga dapat di jadikan *filament*. Hal tersebut pernah di kemukakan dalam penelitian bahwa ekstrusi *filament* dapat dijadikan sebagai solusi pengolahan sampah plastik. Mengingat untuk saat ini kebutuhan *filament* sebagai bahan baku pencetakan 3D cukup tinggi dan *filament* plastik yang digunakan diproduksi dan sebagian besar diimpor[4]. Dalam menggapai bentuk cacahan plastik maka diperlukannya mesin pencacah plastik atau *shredder machine*.

Napitulu dkk[5], dalam penelitiannya menyebutkan bahwa untuk mencapai hasil cacahan plastik yang diinginkan diperlukannya *shredder plastic machine* dimana penggerak utama yang berasal dari motor listrik AC (*Alternating current*) akan di transmisikan oleh *pulley* menuju pisau. Pisau yang digunakan merupakan pisau tipe *reel* yang berjumlah 6 buah. Hasil cacahan dari mesin ini berupa serpihan kecil yang berukuran 10-15mm sedangkan material plastik yang di cacah merupakan jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) dan HDPE (*High Density Polyethylene*) yang memiliki ketebalan 0,3 - 2 mm. Hasil cacahan yang dihasilkan dalam kurun waktu satu jam yaitu 3–21 kg. Banyaknya hasil cacahan di pengaruhi oleh spesifikasi material yang mana semakin keras suatu material akan lebih mudah dalam proses pencacahan. Sedangkan Wati dan Samudra[6], dalam penelitiannya terdapat motor penggerak utama yaitu motor listrik AC (*Alternating current*) yang dimana putaran dari motor tersebut akan di transmisikan oleh *pulley* yang akan memutarakan pisau pencacah, pisau yang digunakan merupakan pisau tipe *blade* yang berjumlah lima buah dan memiliki tiga buah mata pisau, mesin ini menghasilkan cacahan yang berukuran 4 mm dan material yang dicacah merupakan PP (*Polypropylene*) dengan ketebalan 0,3 – 0,5 mm.

Pemilihan Plastik PET dan HDPE sebagai bahan dasar *filament* diguakan karna kerap dijumpai dilingkungan sekitar sesuai dengan data KLHK pada tahun 2023 didapatkan sebanyak 18,47% dari 26,22 juta sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Indonesia, selain itu material PET dan HDPE merupakan salah satu jenis *thermoplastic* yang mudah dibentuk pada saat proses pelelehan sehingga hal tersebut berkaitan dengan program penanggulangan sampah plastik.

Santoso [7], dalam penelitiannya yang menguji material PET untuk di jadikan *filamnet* menghasilkan suatu capaian yang baik dibuktikan dengan hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar I.3.

No	Suhu	Hasil	Lubang	Tingkat Kehalusan
1	180°C	Bisa	Banyak	Kasar
2	190°C	Bisa	Sedang	Cukup Halus
3	200°C	Bisa	Lebih sedikit	Halus

Gambar I. 4 Hasil pengujian material PET untuk filament[7]

Dikatakan bahwa pada pelelehan dengan suhu 180°C - 200°C menghasilkan *filament* dengan adanya lubang dan tingkat kehalusan yang berbeda – beda.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, material PET dan HDPE dapat dijadikan bahan dasar *filament* menggunakan mesin ekstrusi sedangkan untuk mencapai cacahan yang dibutuhkan diperlukan mesin pencacah. Dari hasil penelitian didapatkan mesin yang dirancang akan di tenagai oleh motor listrik AC (*Alternating current*) dan *pulley* sebagai elemen transmisi yang digunakan, akan ada dua jenis pemotongan yang dilakukan pada mesin yang dirancang yaitu dengan *shredder* dan *granulator*. Mesin yang akan di rancang dapat mencacah sampah plastik PET dan HDPE dengan dimensi ketebalan plastik 0.3 - 2 mm, hasil ukuran yang akan di capai menggunakan dua metode pemotongan yaitu maksimal 2 mm.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan suatu masalah yang akan dikaji sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mesin pencacah plastik dengan hasil cacahan maksimal 2 mm untuk ekstrusi *filament* ?
2. Bagaimana menentukan spesifikasi alat pemotong yang digunakan?
3. Berapa daya tampung pada mesin *shredder*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis sampah plastik yang diangkat merupakan sampah botol plastik yang berada di masyarakat dengan jenis material PET dan HDPE yang memiliki ketebalan 0,3 – 2 mm.
2. Penulis tidak melakukan rancang bangun, hanya melakukan perancangan dan Analisis perancangan.
3. Analisis yang dilakukan hanya pada sub pemotongan dan sub rangka pada mesin.
4. Tidak membuat anggaran biaya dalam rancangan mesin.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang mesin pencacah plastik dengan dua metode pemotongan agar mendapatkan hasil *output* cacahan dengan ukuran maksimal 2 mm.
2. Melakukan analisi agar mendapatkan spesifikasi pisau yang digunakan untuk mencapai dimensi yang diinginkan.
3. Mengetahui daya tampung pada mesin.
4. Penulis berharap manfaat dari penulisan tugas akhir ini dapat di gunakan sebagai referensi dalam penelitian perancangan mesin pencacah dimasa yang akan datang.

I.5 Sistematika Penulisan

Penulis membagi karya tulis penelitian ini dengan beberapa bagian, serta memberikan gambaran secara garis besar isi dari masing-masing bab.

1. Bab I Pendahuluan, bab ini berisi pendahuluan, latar belakang pemilihan masalah yang menjadi dasar untuk memberikan pemahaman terkait bahan yang diteliti, rumusan masalah yang berisi penjabaran dan identifikasi masalah, pembatasan masalah berupa batasan-batasan dalam penelitian, tujuan dari penelitian, serta sistematika penulisan yang berisi urutan alur berfikir yang dituangkan ke dalam bentuk karya tulis.

2. Bab II Tinjauan Pustaka, bab ini digunakan penulis untuk membahas mengenai teori-teori pengantar, referensi penelitian dan teori pendukung yang menjadi landasan dalam penyelesaian masalah dalam penelitian yang dibahas dalam karya tulis.
3. Bab III Metode Perancangan, pada bab ini penulis membahas mengenai uraian metode perancangan hingga mendapatkan rancangan konstruksi dan sistematika perancangan untuk digunakan sebagai solusi dari permasalahan yang ada.
4. Bab IV Perhitungan dan Analisis, penulis membahas mengenai pengolahan data teknis yang diperlukan dengan melakukan analisis dan perhitungan terhadap pemilihan komponen-komponen penunjang fungsi untuk mengoptimalkan konsep rancangan pada bab sebelumnya untuk kemudian divalidasi dengan *software*.
5. Bab V Penutup, berisi kesimpulan dari tujuan penelitian dan keseluruhan proses perancangan yang dicapai dan saran agar hasil rancangan dan penelitian berikutnya lebih optimal.