

RANCANG BANGUN
MESIN *FILAMENT* UNTUK 3D *PRINTING*
DARI LIMBAH PLASTIK PET

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan Oleh :

RIZKY WAHYU AJISAPUTRA

20.03.03.096

PROGAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI

2023

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN
MESIN *FILAMENT* UNTUK 3D *PRINTING*
DARI LIMBAH PLASTIK PET
DESIGN OF A FILAMENT MACHINE FOR 3D PRINTING
FROM PLASTIC WASTE PET

Diajukan Oleh
Rizky wahyu ajisaputra
200303096

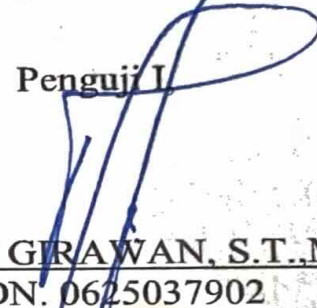
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 29 Agustus 2023
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I,



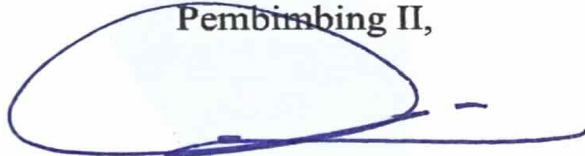
IPUNG KURNIAWAN, S.T.,M.T.
NIDN. 0607067805

Penguji I



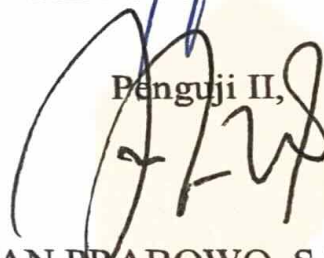
BAYU AJI GIRAWAN, S.T.,M.T.
NIDN. 0625037902

Pembimbing II,



PUJONO, S.T.,M.Eng.
NIDN. 0521087801

Penguji II,



DIAN PRABOWO, S.T.,M.T.
NIDN. 0622067804

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli
Madya Teknik

Mengetahui

Koordinator Progam Studi
Diploma Tiga Teknik Mesin



Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0005039107

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan nikmat, kesehatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikut setianya, Aamiin. Atas kehendak Allah Subhanahu Wa Ta'ala, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“RANCANG BANGUN MESIN *FILAMENT* UNTUK 3D *PRINTING* DARI LIMBAH PLASTIK PET”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai oleh penulis selama mengerjakan Laporan Tugas Akhir. Maka dari itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun, demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Riyadi Purwanto, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin Dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T. selaku Koordinator Prodi Dipoloma III Teknik Mesin Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap
4. Bapak Ipung Kurniawan, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Pujono, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II Tugas Akhir.
6. Bapak Bayu Aji Girawan, S.T., M.T. selaku Penguji I Tugas Akhir
7. Bapak Dian Prabowo, S.T., M.T. selaku Penguji II Tugas Akhir

8. Seluruh dosen, asisten, teknisi, karyawan, dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan memberi fasilitas peralatan serta membantu dalam segala hal selama kegiatan penulis di kampus.
9. Seluruh teman-teman angkatan 2020 yang selalu menghibur dan memberikan berbagai inspirasi dan ide-ide positif dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 29 Agustus 2023



(Rizky Wahyu Ajisaputra)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini,
saya :

Nama : Rizky Wahyu Ajisaputra

No Mahasiswa : 200303096

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri Pertanian

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN MESIN *FILAMENT* UNTUK 3D *PRINTING* DARI LIMBAH PLASTIK PET”

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikan diinternet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.



Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada tanggal : 29 Agustus 2023

Yang menyatakan


(Rizky Wahyu A. 

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua orangtua saya yang selalu memberikan semangat, doa dan memfasilitasi segala hal dalam kehidupan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Seluruh keluarga saya yang juga turut mendukung dan mendoakan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Kedua pembimbing saya yang dengan sabar memberi arahan dan saran.
4. Teman-teman satu kelas TM D, satu angkatan, maupun satu kampus yang selalu mendukung dan memotivasi.
5. Adik-adik kelas satu prodi maupun satu kampus yang telah memberikan masukan dan arahan.

Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya hingga pada akhirnya terselesaikan Tugas Akhir saya ini. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Cilacap, 29 Agustus 2023



(Rizky Wahyu Ajisaputra)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 29 Agustus 2023

Penulis,

A 1000 Rupiah Indonesian postage stamp is shown. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPUJUH RIBU RUPIAH' and '1000'. It is cancelled with a signature in black ink. The stamp also includes the text 'METERAI' and 'TEMPER' and the number '7910AKX571758176'.

Rizky Wahyu Ajisaputra

ABSTRAK

Mesin *filamen 3D printing* dari limbah botol plastik adalah alat untuk membuat bahan dasar *3D printing* yaitu *filamen* yang berbahan dasar dari limbah botol plastik yang di panaskan hingga memiliki ukuran diameter 1,70 – 1,75 mm. Mesin *filamen 3D printing* ini membantu untuk pengelolaan limbah botol plastik di sekitar kawasan kampus Politeknik Negeri Cilacap.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merancang dan membuat mesin *filamen* untuk *3D printing* dari limbah sampah plastik PET yang kemudian dikonversikan kedalam desain wujud, menghitung estimasi waktu, serta pengujian fungsi mesin *filamen*. Metode yang digunakan dalam perancangan mesin *filamen* menggunakan metode pendekatan James H. Earlee dan metode observasi langsung dalam pembuatannya.

Hasil dari rancang bangun mesin *filamen* untuk *3D printing* adalah dapat mengetahui penggerak yang akan digunakan yaitu motor *stepper nema 17* dengan torsi motoran 0,4 Nm dan kecepatan tarik yang di peroleh dari perhitungan gear rasio yaitu 1,25 rpm. Estimasi waktu produksi keseluruhan yaitu 22 hari 3 jam. Dari hasil pengujian fungsi dengan diambil 3 kali percobaan, rata rata diameter *filamen* yang didapat yaitu 1,70 mm dengan suhu 220°C dan kecepatan tarik 1,25 rpm. Dapat disimpulkan jika perancangan mesin *filamen* untuk *3D printing* dari limbah sampah plastik PET sukses.

Kata kunci : Mesin *filamen* untuk *3D printing*, rancang bangun, uji hasil

ABSTRACT

A 3D printing filament machine from waste plastic bottles is a tool for making basic 3D printing materials, namely filaments made from waste plastic bottles which are heated up to have a diameter of 1.70 – 1.75 mm. This 3D printing filament machine helps manage plastic bottle waste around the Cilacap State Polytechnic campus area.

The purpose of writing this final project is to design and manufacture a filament machine for 3D printing from PET plastic waste which is then converted into a shape design, calculating estimated time, and testing the function of the filament machine. The method used in the design of the filament machine uses the James H. Earlee approach and direct observation methods in its manufacture.

The results of the design of the filament machine for 3D printing is to find out the drive to be used, namely the Nema 17 stepper motor with a motor torque of 0.4 Nm and a pulling speed obtained from the calculation of the gear ratio, namely 1.25 rpm. Estimated total production time is 22 days 3 hours. From the results of the function test by taking 3 times, the average diameter of the filament obtained is 1.70 mm with a tensile speed of 1.25 rpm. It can be concluded that the design of a filament machine for 3D printing from PET plastic waste is successful.

Keywords: Filament machine for 3D printing, design, test results

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 <i>Filamen 3D Printer</i>	7
2.2.2 <i>Jenis filamen</i>	7
2.2.3 <i>Motor DC</i>	9
2.2.4 <i>Arduino</i>	13
2.2.5 <i>Nozzle</i>	14
2.2.6 <i>Power Supply</i>	15
2.2.7 <i>Proses perancangan menurut James H. Earle</i>	16
2.2.8 <i>Gambar teknik</i>	22
2.2.9 <i>Solidwork</i>	22
2.2.10 <i>Elemen mesin</i>	22
2.2.11 <i>Roda gigi</i>	23
2.2.12 <i>Proses bubut</i>	23

2.2.13	Proses pengukuran.....	23
BAB III	METODE PENYELESAIAN.....	24
3.1	Tahapan Rancang bangun	24
3.2	Tahap Perancangan	25
3.3	Prosedur Perhitungan Elemen Mesin	25
3.4	Metode Perhitungan Elemen Mesin	25
3.4.1	Mencari torsi yang dibutuhkan.....	25
3.4.2	Menghitung rasio roda gigi.	25
3.5	Alat.....	26
3.6	Bahan.....	26
3.7	Proses Produksi	28
3.7.1	Proses pembuatan <i>nozzle</i>	28
3.7.2	Proses bubut	28
3.7.3	Proses gurdi.....	29
3.7.4	Proses pengelasan.....	30
3.7.5	Perakitan komponen.....	31
3.8	Pengujian Fungsi	31
3.9	Pengujian Hasil	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Identifikasi Masalah	33
4.1.1	Membuat sketsa dan catatan.....	33
4.1.2	Ide Awal	34
4.1.3	Perbaiki Ide.....	36
4.1.4	Evaluasi rancangan.....	38
4.1.5	Keputusan.....	39
4.1.6	Evaluasi desain.....	39
4.1.7	Kesimpulan evaluasi desain	41
4.2	Perhitungan Bagian-Bagian Elemen Mesin	41
4.2.1	Mencari torsi yang dibutuhkan.....	41
4.2.2	Perhitungan gear rasio.....	43
4.3	Proses Produksi	43
4.3.1	Proses produksi <i>nozzle</i>	44

4.3.2	Proses produksi kaki-kaki	45
4.3.3	Proses pengelasan.....	52
4.3.4	Waktu proses <i>finishing</i>	53
4.3.5	Waktu proses perakitan	54
4.3.6	Perhitungan total estimasi waktu produksi.....	55
4.3.7	<i>Leet time</i>	55
4.3.8	Pengujian Fungsi mesin	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Desain Mesin <i>Pultrusion</i>	6
Gambar 2. 2	Desain <i>Filament Extruder</i>	7
Gambar 2. 3	<i>Filament Polylactid Acid</i>	8
Gambar 2. 4	<i>Filament Acrylonitrile butadiene styrene</i>	9
Gambar 2. 5	<i>Filament polyethylene terephthalate</i>	9
Gambar 2. 6	Motor <i>Stepper</i>	10
Gambar 2. 7	Motor <i>stepper variable Reluctance</i>	11
Gambar 2. 8	Motor <i>stepper</i> permanen <i>Magnet</i>	12
Gambar 2. 9	Motor <i>stepper Hybrid</i>	12
Gambar 2. 10	<i>Adruiono uno</i>	13
Gambar 2. 11	<i>Nozzle</i>	14
Gambar 2. 12	<i>Power supply</i>	15
Gambar 3. 1	Diagram alir rancang bangun	24
Gambar 4. 1	Rancang awal mesin <i>filamen</i> untuk <i>3D printing</i>	34
Gambar 4. 2	Desain wujud mesin	38
Gambar 4. 3	Rangka (a) sebelum evaluasi (b) setelah evaluasi	40
Gambar 4. 4	Penyayat (a) sebelum evaluasi (b) setelah evaluasi	40
Gambar 4. 5	Kaki-kaki (a) sebelum evaluasi (b) sesudah evaluasi	41
Gambar 4. 6	Desain akhir perancangan	41
Gambar 4. 7	Uji coba pembebanan	42
Gambar 4. 8	Proses gurdi <i>nozzle</i> diameter 1,60 mm.....	44
Gambar 4. 9	Proses produksi kaki-kaki	45
Gambar 4. 10	Diagram uji hasil <i>filamen</i>	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Alat.....	26
Tabel 3. 2	Bahan	27
Tabel 3. 3	<i>Form Check sheet</i> uji fungsi mesin.....	31
Tabel 3. 4	<i>Form check sheet</i> hasil <i>filamen</i> dari limbah botol plastik PET.....	32
Tabel 4. 1	Sketsa dan catatan	33
Tabel 4. 2	Ide hasil brainstorming.....	35
Tabel 4. 3	Faktor pertimbangan	37
Tabel 4. 4	Pemilihan konsep	37
Tabel 4. 5	Evaluasi rancangan.	38
Tabel 4. 6	Proses produksi <i>nozzel</i>	44
Tabel 4. 7	Tabel perhitungan waktu proses pengeboran pada <i>nozzle</i>	45
Tabel 4. 8	Proses bubut pada produksi kaki-kaki	47
Tabel 4. 9	Perhitungan waktu proses bubut pada produksi kaki-kaki	47
Tabel 4. 10	Proses gurdi produksi kaki-kaki.....	51
Tabel 4. 11	Perhitungan waktu proses gurdi pada produksi kaki-kaki	51
Tabel 4. 12	Perhitungan waktu pada proses pengelasan.....	53
Tabel 4. 13	Perhitungan waktu proses <i>finishing</i>	53
Tabel 4. 14	Waktu proses perakitan.....	54
Tabel 4. 15	<i>Lead time</i>	55
Tabel 4. 16	Total waktu produksi	55
Tabel 4. 17	Pengujian fungsi.....	56
Tabel 4. 18	<i>Form chek sheet</i>	57
Tabel 4. 19	<i>Form</i> uji hasil.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Elemen Mesin
- Lampiran 2. Gambar Elemen Mesin
- Lampiran 3. Tabel Proses Produksi
- Lampiran 4. Dokumentasi Proses Produksi
- Lampiran 5. Dokumentasi Proses Produksi
- Lampiran 6. Desain Mesin *Filamen*
- Lampiran 7. Lembar Validasi Mesin
- Lampiran 8. Rincian Biaya
- Lampiran 9. Biodata Penulis

SIMBOL

F	= Gaya	(N)
m_{total}	= Berat	(Kg)
T	= Torsi	(Nm)
F	= Gaya	(N)
r	= Jari-jari <i>driver</i>	(m)
Z_{out}	=Jumlah roda gigi output/driven	(gigi)
Z_{in}	= Jumlah roda gigi input/driver	(gigi)
N_{in}	= Kecepatan putar roda gigi output/driven	(rpm)
ω	= Kecepatan akhir roda gigi	(rpm)
N_F	= Kecepatan awal motor dc	(rpm)
Z_{GR}	= Jumlah gear rasio	
n	= Putaran <i>spindle</i>	[Rpm]
vc	= Kecepatan potong	[m/menit]
d	= Diameter gurdi	[mm]
d_o	= Diameter awal	[mm]
d_m	= Diameter akhir	[mm]

v_f	= Kecepatan makan	[mm/menit]
f	= Gerak makan	[mm/putaran]
n	= Putaran spindel	[Rpm]
t_c	= Waktu pemotongan	[menit]
l_t	= Panjang pemesinan	[mm]

F_z	= Gerak makan / mata potong	[mm/menit]
z	= Jumlah mata potong	
l_v	= Panjang langkah awal	[mm]
l_w	= Panjang pemotongan	[mm]
l_n	= Panjang langkah akhir	[mm]
j	= Waktu pengelasan	[menit]
k	= Jumlah elektroda	[batang]
l	= Waktu pengelasan per batang elektroda	[menit]