

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

Tugas akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh
Latif Mustamar
200203077

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
2023**

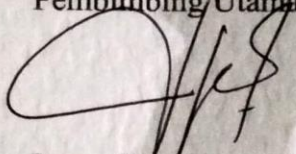
LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN MESIN 3D PRINTING DENGAN FILAMENT DARI
LIMBAH PLASTIK PET
DESIGN OF 3D PRINTING MACHINE WITH FILAMENTS FROM PET
PLASTIC WASTE

Dipersiapkan dan disusun oleh
Latif Mustamar
200203077

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 29 Agustus 2023

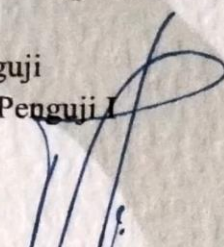
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



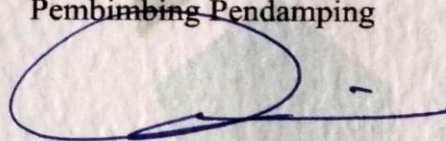
Ipung Kurniawan, S.T.,M.T.
NIP. 197806072021211006

Dewan Penguji I



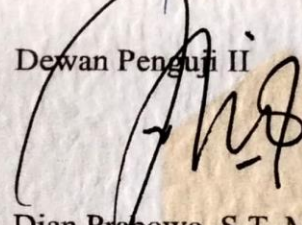
Bayu Aji Girawan, S.T.,M.T.
NIP. 197903252021211002

Pembimbing Pendamping



Pujono, S.T.,M.Eng.
NIP. 197808212021211006

Dewan Penguji II



Dian Prabowo, S.T.,M.T.
NIP. 197806222021211005

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya

Mengetahui
Koordinator Program Studi D III Teknik Mesin



Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd.,M.T.
NIP. 199103052019031017

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil 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 orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya pada bagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 24 Juli 2023

Penulis

Latif Mustamar

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Latif Mustamar
NIM : 200203077
Progam 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 yang berjudul:

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

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan / mempublikasikan di Internet 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 : 24 Juli 2023

Yang Menyatakan

(Latif Mustamar)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua saya yang telah mendukung dan memberikan segala fasilitas yang dibutuhkan dalam kehidupan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Diri saya sendiri yang sudah bersusah payah berusaha dan bekerja keras untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat, dukungan, serta doa restu.
5. Teman-teman saya dari Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.

Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Cilacap, 24 Juli 2023

Penyusun,

Latif Mustamar

ABSTRAK

Limbah plastik yang semakin menumpuk bisa dimanfaatkan sebagai *filament* untuk 3D *printing*, jenis limbah plastik yang digunakan untuk pembuatan *filament* yaitu jenis PET. *Filament* yaitu bahan dasar untuk 3D *printing*, oleh karena itu untuk pemanfaatan *filament* tersebut, dibutuhkan sebuah mesin 3D *printing* dengan *filament* terbuat dari limbah plastik PET.

Tujuan utama yaitu untuk melakukan perancangan dan pembuatan mesin 3D *printing* dengan *filament* terbuat dari limbah plastik PET yang kemudian dikonversikan kedalam desain wujud, menghitung estimasi waktu produksi, serta pengujian mesin. Metode yang digunakan dalam perancangan mesin 3D *Printing* dengan *filament* terbuat dari limbah plastik PET yaitu menggunakan pendekatan James H. Earle dan metode observasi langsung dalam pembuatannya.

Hasil dari perancangan mesin 3D *printing* dengan *filament* terbuat dari limbah plastik PET yaitu desain wujud dengan ukuran 500 x 500 x 500 mm. Motor penggerak yang digunakan motor DC *Stepper* dengan torsi 0,4 N.m. Mekanisme penggerak yang digunakan untuk sumbu X dan Y yaitu *belt* dengan panjang 1176,4 mm dan 1156,42 mm, untuk sumbu Z menggunakan *Leadscreaw* dengan diameter utama 8 mm. Proses produksi yang dilakukan yaitu proses pemotongan, gurdi dan estimasi waktu produksi keseluruhan yaitu 44 hari 2 jam 38 menit. Dari pengujian hasil yang dilakukan pada 3 sampel penyimpangan terkecil yang terjadi pada kecepatan cetak 50 mm/s dengan temperatur 260°.

Kata kunci : 3d *printing*, motor *stepper*, PET, *leadscreaw*

ABSTRACT

Plastic waste that is accumulating can be used as a filament for 3D printing, the type of plastic waste used for making filament is the type of PET. Filament is the basic material for 3D printing, therefore for the use of the filament, a 3D printing machine is needed with filament made of PET plastic waste.

The main purpose is to design and manufacture 3D printing machines with filaments made of PET plastic waste which are then converted into design forms, calculate estimated production time, and test machines. The method used in designing 3D Printing machines with filaments made of PET plastic waste is using the James H. Earle approach and direct observation method in its manufacture.

The result of designing a 3D printing machine with filament made of PET plastic waste is a form design with a size of 500 x 500 x 500 mm. Drive motor used DC Stepper motor with 0.4 N.m torque. The drive mechanism used for the X and Y axes is a belt with a length 1176,4 mm and 1156,42 mm, for the Z axis using Leadscreaw with a main diameter of 8 mm. The production process carried out is the cutting process, gurdi and the estimated overall production time is 44 days 2 hours 38 minutes. From the test results carried out on 3 samples, the smallest deviation occurred at a print speed of 50 mm / s with a temperature of 260°.

Keywords: 3d printing, stepper motor, PET, leadscreaw

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

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

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini

Ucapan terimakasih juga 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.
3. Bapak Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd.,M.T selaku Koordinator Prodi Diploma III Teknik Mesin 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.

Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaan. Sehingga saran yang

bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 14 Agustus 2023

Penulis,

Latif Mustamar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 <i>3D Printing</i>	6
2.3 Proses Perancangan Menurut James H. Earle	7
2.4 Gambar Teknik	13
2.5 <i>Solidwork</i>	14
2.6 Elemen Mesin	14
2.6.1 Ulir daya atau <i>lead screw</i>	15
2.6.2 Puli dan sabuk (<i>belt</i>)	16
2.6.3 Motor <i>stepper</i>	17
2.7 Proses Produksi	19
2.7.1 Pengukuran	19
2.7.2 Proses gerinda	20
2.7.3 Proses gurdi	22
2.7.4 Proses perakitan	23
2.7.5 Proses <i>pra-finishing</i> dan <i>finishing</i>	23
2.8 Biaya Produksi	24
BAB III METODE PENYELESAIAN	26

3.1	Tahapan Rancang Bangun.....	26
3.2	Prosedur Perancangan	27
3.2.1	Identifikasi masalah.....	27
3.2.2	Studi lapangan atau studi literatur.....	27
3.2.3	Ide awal	27
3.2.4	Perbaiki ide.....	27
3.2.5	Analisa rancangan	28
3.2.6	Keputusan.....	28
3.2.7	Implementasi	28
3.3	Prosedur Perhitungan Elemen Mesin	28
3.3.1	Rumus perhitungan pada motor <i>stepper</i>	28
3.3.2	Rumus perhitungan <i>leadscreaw</i>	29
3.3.3	Rumus perhitungan puli dan sabuk	31
3.4	Alat dan Bahan	32
3.4.1	Alat	32
3.4.2	Bahan.....	34
3.5	Proses Produksi	36
3.5.1	Identifikasi gambar kerja.....	37
3.5.2	Persiapan alat dan bahan	37
3.5.3	Proses pengukuran.....	37
3.5.4	Proses pemotongan.....	37
3.5.5	Proses gurdi	37
3.5.6	Perakitan komponen (<i>assembly</i>).....	39
3.6	Metode Pengujian.....	39
3.6.1	Parameter uji fungsi.....	39
3.6.2	Prosedur uji hasil.....	40
3.6.3	Parameter uji hasil.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1	Identifikasi Masalah	42
4.2	Ide Awal	43
4.3	Perbaiki Ide	45
4.3.1	Pemilihan ide terbaik	45
4.3.2	Gambar rakitan (desain wujud).....	46
4.4	Evaluasi Rancangan	47
4.5	Keputusan	49
4.5.1	Evaluasi desain.....	49
4.5.2	Kesimpulan evaluasi desain	51
4.6	Perhitungan Bagian-Bagian Elemen Mesin	52
4.6.1	Perencanaan daya motor listrik	52
4.6.2	Perhitungan pada <i>leadscreaw</i>	54

4.6.3	Perhitungan sabuk dan <i>pulley</i>	57
4.7	Proses Produksi	58
4.7.1	Proses pembuatan rangka	58
4.7.2	Proses pembuatan dudukan motor <i>stepper</i>	59
4.8	Perhitungan Estimasi Waktu Produksi	62
4.8.1	Perhitungan estimasi waktu pemotongan	62
4.8.2	Estimasi waktu gurdi	63
4.8.3	<i>Lead time</i> dan proses perakitan	68
4.8.4	Total waktu produksi keseluruhan	69
4.9	Pengujian Mesin	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rancang bangun kontruksi rangka mesin 3D <i>printer</i>	5
Gambar 2.2 Rancang bangun mesin <i>printer</i> 3D dengan kontroller.	6
Gambar 2.3 Metode perancangan menurut James H. Earle	7
Gambar 2.4 Tampilan <i>User Interface</i> pada <i>Solidworks</i> 2017.....	14
Gambar 2.5 <i>Power screw</i>	15
Gambar 2.6 Puli dan sabuk	17
Gambar 2.7 Motor <i>stepper</i> nema 17	17
Gambar 2.8 Bagian-bagian jangka sorong	20
Gambar 2.9 Mesin Gerinda Tangan	21
Gambar 2.10 Mesin gurdi	22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> proses rancang bangun	26
Gambar 4.1 Rancangan awal mesin 3D <i>Printing</i> dengan.....	43
Gambar 4.2 Desain wujud mesin	47
Gambar 4.3 Rangka (a) sebelum evaluasi (b) setelah evaluasi	50
Gambar 4.4 Pendinginan (a) sebelum evaluasi (b) setelah evaluasi	50
Gambar 4.5 Mekanisme penggerak (a) sebelum evaluasi (b) setelah evaluasi.....	51
Gambar 4.6 Desain akhir perancangan	51
Gambar 4.7 Grafik uji hasil.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Mesin/alat yang digunakan untuk proses produksi	33
Tabel 3.2 Bahan yang dibutuhkan untuk proses pengerjaan mesin	34
Tabel 3.3 Parameter uji fungsi mesin.....	40
Tabel 3.4 Parameter uji hasil.....	41
Tabel 4.1 Sketsa dan catatan	42
Tabel 4.2 Ide hasil <i>brainstorming</i>	44
Tabel 4.3 Faktor pertimbangan	45
Tabel 4.4 Pemilihan konsep	46
Tabel 4.5 Evaluasi rancangan	47
Tabel 4.6 Proses pembuatan rangka.....	59
Tabel 4.7 Proses pembuatan dudukan motor <i>stepper</i> sumbu y.....	59
Tabel 4.8 Proses pembuatan dudukan motor <i>stepper</i> sumbu x.....	60
Tabel 4. 9 Proses pembuatan dudukan motor <i>stepper</i> sumbu x.....	61
Tabel 4. 10 Estimasi waktu pemotongan	62
Tabel 4. 11 Estimasi waktu proses gurdi	67
Tabel 4.12 <i>Lead time</i> dan proses perakitan.....	68
Tabel 4.13 Total waktu produksi	69
Tabel 4. 14 Pengujian fungsi mesin	70
Tabel 4. 15 Pengujian hasil	71

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Bio Data Penulis
- LAMPIRAN 2 *Bill Of Material*
- LAMPIRAN 3 Tabel Perhitungan Elemen Mesin
- LAMPIRAN 4 Tabel Perhitungan Proses Produksi
- LAMPIRAN 5 Gambar Detail
- LAMPIRAN 6 Dokumentasi Proses Produksi
- LAMPIRAN 7 Dokumentasi Uji Hasil
- LAMPIRAN 8 Validasi Mesin
- LAMPIRAN 9 Prosedur Penggunaan Mesin

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

T_u	= Torsi (N.m)
F	= Gaya (N)
D_p	= Ukuran <i>belt</i> (mm)
L	= Kisar <i>belt</i> (mm)
f	= Koefisien gesekan
FS	= Faktor keamanan
σ_y	= <i>Yield strength</i> (MPa)
σ_u	= <i>Ultimate tensile strength</i> (MPa)
W	= Gaya/beban arah axial (N)
d_c	= Diameter <i>core</i> (m)
σ	= Tegangan tarik (N/m ²)
τ	= Tegangan geser (N/m ²)
T_1	= Torsi untuk memutar <i>screw</i> (N.m)
σ_{maks}	= Tegangan tarik/tekan maksimum (N/m ²)
τ_{maks}	= Tegangan geser maksimum (N/m ²)
τ_y	= <i>Yield shear strength</i> dari material yang digunakan (N/m ²)
σ_a	= Tegangan tarik ijin material (N/m ²)
τ_a	= Tegangan geser ijin material (N/m ²)
P_b	= Tekanan bearing (N/m ²)
d_p	= Diameter rata rata ulir (m)
h	= Kedalaman ulir (m)
n	= Jenis atau jumlah ulir
n_1	= Putaran poros pertama (rpm)
n_2	= Putaran poros kedua (rpm)
L	= Panjang sabuk (m)
r_1	= Diameter puli penggerak (m)
r_2	= Diameter puli yang digerakan (m)
x	= Jarak sumbu poros (m)

v	= Kecepatan sabuk (m/s)
d	= Diameter puli penggerak (m)
N	= Putaran puli penggerak (rpm)
θ	= Sudut kontak (rad)
V	= Kecepatan potong (m/menit)
n	= Putaran <i>spindle</i> (rpm)
f_z	= Gerak makan/mata potong (mm/putaran)
v_f	= Kecepatan makan (mm/menit)
z	= Jumlah mata potong
t_c	= Waktu pemotongan (menit)
l_t	= Panjang pemesinan (mm)
l_v	= Panjang Langkah awal pemotongan (mm)
l_w	= Panjang pemotongan benda kerja (mm)
l_n	= Sudut potong utama