



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**PERANCANGAN MESIN PULTRUSION
PEMBUAT FILAMEN DARI BOTOL PET
BEKAS UNTUK KEBUTUHAN MESIN 3D
PRINTING**

SKRIPSI

**OLEH :
MUHAMMAD RAVI IVAN Z
NIM : 20251331020**

**DOSEN PEMBIMBING :
Ir. ANASTAS RIZALY, M.T.
NIDN : 0718026401**

**PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**PERANCANGAN MESIN PULTRUSION
PEMBUAT FILAMEN DARI BOTOL PET
BEKAS UNTUK KEBUTUHAN MESIN 3D
PRINTING**

SKRIPSI

**OLEH :
MUHAMMAD RAVI IVAN Z
NIM : 20251331020**

**DOSEN PEMBIMBING :
Ir. ANASTAS RIZALY, M.T.
NIDN : 0718026401**

**PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM : 20251331020
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Institusi : Universitas Muhammadiyah Surabaya

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Perancangan Mesin Pultrusion Pembuat Filamen Dari Botol PET Bekas Untuk Kebutuhan Mesin 3D Printing” adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiasi, dibawah bimbingan Dosen Ir. Anastas Rizaly, M.T., kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Bila kemudian hari terbukti hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai ketentuan dan aturan yang berlaku.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.



Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM. 20251331020

HALAMAN PENGESAHAN

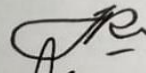
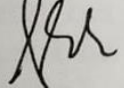
Skripsi telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 20 Juni 2026 oleh mahasiswa atas nama **Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah NIM 20251331020** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji :

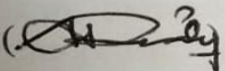
1. Ir. Suhariyanto, M.T.
2. Hadi Kusnanto, S.T., M.T.

Tanda Tangan

()
()

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Anastas Rizaly, M.T.

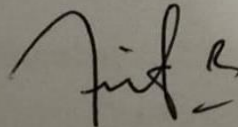
()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars
NIDN.0725096402

Mengetahui,
Kaprodin Teknik Mesin



Dr. Moh. Arif Batutah, S.T, M.T.
NIDN.0707067402

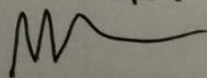
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM : 20251331020
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Surabaya untuk Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non - exclusive Royalty - Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Perancangan Mesin Pultrusion Pembuat Filamen Dari Botol PET Bekas Untuk Kebutuhan Mesin 3D Printing” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non - eksklusif, Universitas Muhammadiyah Surabaya berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

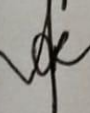
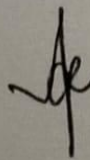
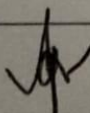
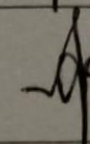
Surabaya, 20 Juni 2026

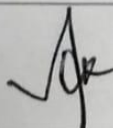
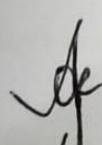
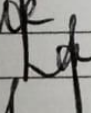
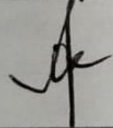
. R .


Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM.20251331020

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

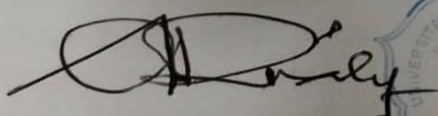
Nama : Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM : 20251331020
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Perancangan Mesin Pultrusion Pembuat
Filamen Dari Botol PET Bekas Untuk Kebutuhan
Mesin 3D Printing.

No.	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1.	23-02-26	Konsultasi Judul Skripsi		
2.	07-03-26	Bab 1 - Bab 3		
3.	15-03-26	Revisi Bab 2 dan Bab 3		
4.	28-03-26	Bab 1 - Bab 5		
5.	29-03-26	Revisi Bab 4 dan Bab 5		
6.	04-04-26	Menambahkan Cover, Lembar Pernyataan Bebas Plagiasi, Halaman Pengesahan		
7.	05-04-26	Menambahkan Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi, Abstrak dan Kata Pengantar		
8.	12-04-26	Bab 1 - Bab 5, Daftar Pustaka dan Lampiran		
9.	19-04-26	Menambahkan Daftar Isi		

26-04-26	Menambahkan Daftar Gambar dan Daftar Tabel		
24-05-26	Menambahkan Free Body Diagram Pada Rumus Bab 4 dan Bab 5		
31-05-26	Perhitungan Bab 4		
06-06-26	Kesimpulan dan Saran		
07-06-26	Penulisan Daftar Pustaka Sesuai Mendeley		

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin



Ir. Anastas Rizaly, MT.
NIDN : 0718026401




Dr. Moh. Arif Batutah, ST, MT.
NIDN.0707067402

PERANCANGAN MESIN PULTRUSION PEMBUAT FILAMEN DARI BOTOL PET BEKAS UNTUK KEBUTUHAN MESIN 3D PRINTING

Nama : Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
NIM : 20251331020
Program Studi : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Ir. Anastas Rizaly, M.T.

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) pada kemasan minuman berdampak pada bertambahnya limbah botol plastik yang sulit terurai dan berpotensi mencemari lingkungan. Di sisi lain, perkembangan teknologi manufaktur aditif melalui mesin 3D printing semakin pesat dan membutuhkan filamen sebagai bahan baku utama yang umumnya masih diproduksi secara komersial dengan harga relatif tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin pultrusion pembuat filamen berbahan dasar botol PET bekas sebagai solusi alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis untuk kebutuhan mesin 3D printing.

Metode perancangan dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, studi literatur, perancangan konseptual, perancangan detail komponen mekanik dan sistem pemanas, serta analisis kinerja mesin. Mesin yang dirancang terdiri dari sistem pencacah atau pemotong botol PET, hopper, barrel pemanas dengan kontrol suhu, screw penarik (puller), nozzle pembentuk filamen, serta sistem pendingin dan penggulung (spooler). Parameter utama yang diperhatikan meliputi suhu pemanasan, kecepatan penarikan, dan diameter nozzle untuk menghasilkan filamen dengan diameter standar 1,75 mm atau 2,85 mm sesuai kebutuhan mesin 3D printing.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa mesin pultrusion mampu mengolah limbah botol PET bekas menjadi filamen dengan diameter relatif stabil dan toleransi yang sesuai standar penggunaan pada mesin 3D printing. Selain itu, mesin ini berpotensi menekan biaya produksi filamen serta mendukung konsep daur ulang dan ekonomi sirkular di lingkungan pendidikan maupun industri skala kecil. Dengan demikian, perancangan mesin pultrusion ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pemanfaatan limbah plastik PET menjadi produk bernilai guna tinggi.

Kata kunci : Mesin pultrusion, filamen 3D printing, daur ulang PET, botol plastik bekas, manufaktur aditif, ekonomi sirkular.

The Design of a Pultrusion Machine to Make Filament from Used PET Bottles for 3D Printing Machine Needs

Student Name : Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah
Student ID : 20251331020
Department : Mechanic Engineering

ABSTRACT

The increasing use of Polyethylene Terephthalate (PET) plastic in beverage packaging has resulted in increased plastic bottle waste, which is difficult to decompose and has the potential to pollute the environment. Meanwhile, the rapid development of additive manufacturing technology through 3D printing machines requires filament as the primary raw material, which is generally still produced commercially at a relatively high price. This research aims to design and develop a pultrusion machine that produces filament from recycled PET bottles as an environmentally friendly and economical alternative solution for 3D printing needs.

The design method involved identifying needs, reviewing literature, conceptual design, detailed design of mechanical components and heating systems, and machine performance analysis. The designed machine consists of a PET bottle chopping or cutting system, a hopper, a temperature-controlled heating barrel, a puller screw, a filament-forming nozzle, and a cooling and spooler system. The main parameters considered include heating temperature, pulling speed, and nozzle diameter to produce filament with a standard diameter of

1.75 mm or 2.85 mm, depending on the needs of the 3D printing machine.

The design results demonstrated that the pultrusion machine is capable of processing used PET bottle waste into filament with a relatively stable diameter and tolerances that meet the standards for use in 3D printing machines. Furthermore, this machine has the potential to reduce filament production costs and support recycling and circular economy concepts in educational settings and small-scale industries. Therefore, this pultrusion machine design is expected to provide an innovative solution for utilizing PET plastic waste into high-value products.

Keywords : *Pultrusion Machine, 3D Printing Filament, PET Recycling, Used Plastic Bottles, Additive Manufacturing, Circular Economy*

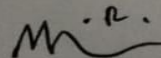
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Perancangan Mesin Pultrusion Pembuat Filamen Dari Botol PET Bekas Untuk Kebutuhan Mesin 3D Printing". Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Dengan kerendahan hati dihaturkan terima kasih kepada semua pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Anastas Rizaly, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga serta pikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. Moh. Arif Batutah, S.T., M.T., selaku Dosen Teknik Mesin dan Kaprodi Teknik Mesin yang telah banyak memberi arahan tentang program perkuliahan kepada penulis serta bimbingan selama perkuliahan.
3. Rekan-rekan Tenaga Kependidikan serta rekan diskusi dan belajar selama di UMSURA.
4. Istri (Suci Monalisa), keluarga tercinta yang telah mendukung penulis secara moril maupun materil dalam melangsungkan perkuliahan jenjang Sarjana (S1).

Pada akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Sehingga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Surabaya, 20 Juni 2026



Muhammad Ravi Ivan Zuhansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	I
HALAMAN SAMPUL	II
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	ERROR!
BOOKMARK NOT DEFINED.	
HALAMAN PENGESAHAN.....	III
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
IV	
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	VI
ABSTRAK	VIII
ABSTRACT	X
KATA PENGANTAR.....	XIII
DAFTAR ISI.....	XII
DAFTAR GAMBAR	XVII
DAFTAR TABEL	XVIII
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.5 Manfaat Perancangan	3
 BAB II DASAR TEORI.....	 4
2.1 Fungsi Mesin Pultrusion.....	8
2.2 Prinsip Kerja Mesin Pultrusion	8
2.3 Mekanisme Utama Mesin.....	9
2.4 Karakteristik Operasi Mesin.....	10
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 11
3.1 Metodologi	11
3.2 Diagram Alir.....	11

3.3	Tahap Perancangan Alat.....	13
3.4	Penentuan Spesifikasi Alat	14
3.5	Sistem Mekanik	14
3.6	Baut Penopang.....	14
3.7	Momen Lentur	15
3.8	Beban Pada Bearing	15
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		17
4.1	Detail Perhitungan Konstruksi	17
4.1.1	Perhitungan Baut Penopang	17
4.1.2	Perhitungan Konstruksi Acrylic	19
4.1.3	Perhitungan Rangka Aluminium Profil X	20
4.1.4	Perhitungan Perbandingan Roda Gigi	21
4.1.5	Perhitungan Umur Ball Bearing	26
4.2	Gaya Dari Roda Gigi	30
4.2.1	Gaya Tangensial	30
4.2.2	Gaya Akibat Berat Roda Gigi.....	31
4.3	Beban Pada Bearing	31
4.4	Konversi Ke Jam Operasi.....	32
4.5	Perancangan Sistem Pemanas.....	32
4.6	Perancangan Sistem Kendali	37
4.7	Tahap Pembuatan Alat	38
4.8	Rencana Dan Anggaran Biaya.....	40
4.9	Tahap Pengujian Alat	41
4.9.1	Persiapan Bahan PET	41
4.9.2	Pengujian Sistem Pemanas	41
4.9.3	Pengujian Sistem Penarikan Filamen	41
4.9.4	Pengujian Hasil Filamen.....	41
4.9.5	Kondisi Pengujian	42
4.9.6	Analisis Singkat Hasil Pengujian	43
4.9.7	Kesimpulan Pengujian.....	44
4.10	Evaluasi Alat	44
4.10.1	Efektivitas Pengurangan Limbah PET	44

4.10.2 Produktivitas Filamen Per Jam	45
4.10.3 Massa Filamen Yang Dihasilkan.....	45
4.10.4 Konversi Jumlah Botol PET	46
4.10.5 Konsumsi Daya Listrik.....	46
4.10.6 Efisiensi Energi Alat	47
4.10.7 Evaluasi Keseluruhan	47
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
5.3 Penutup	49
5. 4 Link Video	49
 DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Perancangan Alat.....	13
Gambar 3.2	Baut M5	14
Gambar 3.3	Free Body Diagram Momen Lentur.....	15
Gambar 4.1	Free Body Diagram Baut Penopang	17
Gambar 4.2	Free Body Diagram Luas Penampang Ulir.....	18
Gambar 4.3	Tekanan Plat Acrylic.....	19
Gambar 4.4	Perbandingan Roda Gigi.....	22
Gambar 4.5	Free Body Diagram Gaya Tangensial.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nomor Bearing.....	27
Tabel 4. 2 Rencana dan Anggaran Biaya	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Filamen Terhadap Variasi Suhu ..	42