

SKRIPSI

**KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR
MIKRO *FILAMEN 3D PRINTING* POLYETHYLENE
TEREPHTLATE (PET) MENGGUNAKAN DIAMETER
NOZEL 0,4 MM DAN *LAYER THICKNESS* 0.2 MM**



NAUFAL RAMADHAN

03051382025086

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR
MIKRO *FILAMEN 3D PRINTING* POLYETHYLENE
TEREPHTLATE (PET) MENGGUNAKAN DIAMETER
NOZEL 0,4 MM DAN *LAYER THICKNESS* 0.2 MM**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH
NAUFAL RAMADHAN
03051382025086**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO
FILAMEN 3D PRINTING POLYETHYLENE TEREPHTLATE
(PET) MENGGUNAKAN DIAMETER NOZEL 0,4 MM DAN
LAYER THICKNESS 0.2 MM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:


**NAUFAL RAMADHAN
03051182025010**


Ketua Jurusan Teknik Mesin
**Irsyadi Yam, S.T., M.Eng., Ph.D.IPM
NIP. 197112251997021001**

**Palembang, 10 Juni 2024
Pembimbing**


**Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi M.T.
NIP. 196307191990032001**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 22/TM/AA/24
Diterima Tanggal : 05-08-2024
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : NAUFAL RAMADHAN
NIM : 03051382025086
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO *FILAMEN 3D PRINTING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)* MENGGUNAKAN DIAMETER NOZEL 0.4 MM DAN *LAYER THICKNESS* 0.2 MM
DIBUAT TANGGAL : 01 AGUSTUS 2023
SELESAI TANGGAL : 10 JUNI 2024

Palembang, 2 Agustus 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi M.T.
NIP. 196307191990032001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO *FILAMEN 3D PRINTING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) MENGGUNAKAN DIAMETER NOZEL 0.4 MM DAN *LAYER THICKNESS* 0.2 MM” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2024.

Palembang, 26 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

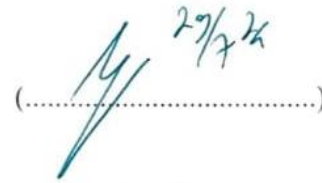
1. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004



(.....)

Sekretaris :

2. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D. .
NIP. 197901052003121002



(.....)

Anggota :

3. Qomarul Hadi, S.T, M.T
NIP. 196902131995031001



(.....)

Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D., IPM
NIP. 197112251997021001

Palembang, 24 Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi M.T.
NIP. 196307191990032001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Kajian Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro *Filamen 3D Printing Polyethylene Terephthalate (PET) Menggunakan Diameter Nozel 0.4 mm dan Layer Thickness 0.2 mm*”.

Dalam penyusunan tulisan laporan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian laporan ini. Terima kasih kepada yang terhormat :

1. Sebagai ungkapan terimakasih, skripsi ini penulis persembahkan kepada Orang tua tercinta Ayahanda Ricky Syahrudin, S.Ag., M.Si. dan Ibunda Mujiati yang selalu menjadi penyemangat penulis sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia, yang tiada hentinya selalu memberikan kasih sayang, do'a, dan motivasi dengan penuh keikhlasan yang tak terhingga kepada penulis. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis.
2. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T selaku dosen pembimbing skripsi.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
6. Staf Administrasi dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Teman seperjuangan tim basket universitas sriwijaya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
8. Teman seperjuangan angkatan 2020 yang sudah menemani, membantu dan menyemangati proses pembuatan skripsi ini.

Karena keterbatasan pengetahuan penulis, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik yang konstruktif dan saran akan sangat membantu dalam melanjutkan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap skripsi ini akan bermanfaat bagi dunia pendidikan dan industri di masa depan

Palembang, 10 Juni 2024



Naufal Ramadhan

NIM. 03051382025086

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Naufal Ramadhan

NIM : 03051382025086

Judul : “Kajian Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro *Filamen 3D Printing Polyethylene Terephthalate* (PET) Menggunakan Diameter Nozel 0.4 mm dan *Layer Thickness* 0.2 mm”.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 24 Juli 2024



Naufal Ramadhan

NIM. 03051382025086

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naufal Ramadhan

NIM : 03051382025086

Judul : “Kajian Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro *Filamen 3D Printing Polyethylene Terephthalate (PET)* Menggunakan Diameter Nozel 0.4 mm dan *Layer Thickness 0.2 mm*”.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 24 Juli 2024


METERAL
TEMPEL
SDFALX176365666
Naufal Ramadhan
NIM.03051382025086

RINGKASAN

KAJIAN KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO *FILAMEN 3D PRINTING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) MENGGUNAKAN DIAMETER NOZEL 0.4 MM DAN *LAYER THICKNESS* 0.2 MM.

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 10 Juni 2024

Naufal Ramadhan, dibimbing oleh Dr.Ir.Diah Kusuma Pratiwi M.T.

xxviii + 48 halaman, 3 tabel, 30 gambar, 13 lampiran

RINGKASAN

Perkembangan teknologi manufaktur melalui metode pencetakan 3D, seperti Fused Deposition Modeling (FDM), telah mengubah paradigma industri dengan keunggulan dalam efisiensi, fleksibilitas desain, dan kecepatan produksi. Teknologi ini memungkinkan penciptaan objek tiga dimensi dengan presisi tinggi, membuka peluang baru di berbagai industri. Polyethylene terephthalate (PET), plastik yang sering digunakan dalam botol minuman, menjadi bahan baku potensial untuk proses daur ulang. Pemulihan limbah botol plastik PET tidak hanya mengurangi beban limbah plastik tetapi juga memberikan kesempatan penggunaan ulang bahan dalam berbagai aplikasi. Penelitian ini menyoroti isu utama dalam teknologi pencetakan 3D dan penggunaan bahan baku daur ulang, yaitu pengaruh orientasi cetak terhadap kekuatan tarik, mikrostruktur, dan ketepatan cetak sampel menggunakan pisau 0,4 mm dan ketebalan lapisan 0,2 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanis filamen PET berbeda di setiap arah pencetakan. Sampel diuji menggunakan perangkat Zwick Roell Z020 dan dianalisis dengan Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengevaluasi mikrostruktur dan akurasi cetak. Sampel A menunjukkan tegangan maksimum antara 14,5 MPa hingga 19,4 MPa dengan rata-rata 16,98 MPa. Sampel B menunjukkan tegangan maksimum antara 21,2 MPa hingga 26,5 MPa dengan rata-rata 23,1 MPa. SEM menunjukkan bahwa sampel C2, dengan nilai tegangan tertinggi, memiliki kepadatan struktur tinggi dan sedikit cacat mikro, sementara sampel A1 dengan tegangan terendah menunjukkan banyak cacat mikro dan porositas tinggi. Dimensi kubus yang dicetak menunjukkan

penyimpangan dari ukuran target. Deviasi untuk ketiga dimensi sangatlah kecil, dengan sisi X hanya 0.3048%, sisi Y 0.0944%, sisi Z 0.1449%. Spesimen dengan diameter nozzle 0,4 mm dan ketebalan lapisan 0,2 mm menunjukkan variasi kekuatan tarik, di mana spesimen C dengan arah cetak horizontal memiliki daya tarik tertinggi, diikuti oleh spesimen B dan spesimen A dengan arah vertikal. Sampel dengan kekuatan gravitasi terendah (A1) menunjukkan kekurangan struktural seperti porositas tinggi dan banyak cacat mikro.

Kata Kunci : *3D printing*, polyethylene terephthalate, kekuatan tarik, sem, filamen

Kepustakaan : 34 (2010-2023)

SUMMARY

STUDY OF TENSILE STRENGTH AND MICRO STRUCTURE OF 3D PRINTING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) FILAMEN USING 0.4 MM DIAMETER NOZZLE AND 0.2 MM LAYER THICKNESS.

Scientific Writing in the Form of a Thesis, 10 Juni 2024

Naufal Ramadhan, supervised of Dr.Ir.Diah Kusuma Pratiwi M.T.

xxviii + 48 pages, 3 tables, 30 figures, 13 attachments

SUMMARY

The development of manufacturing technology through 3D printing methods, such as Fused Deposition Modeling (FDM), has revolutionized the industrial paradigm with advantages in efficiency, design flexibility, and production speed. This technology enables the creation of three-dimensional objects with high precision, opening up new opportunities in various industries. Polyethylene terephthalate (PET), a plastic commonly used in beverage bottles, becomes a potential raw material for recycling processes. The recovery of PET plastic bottle waste not only reduces the burden of plastic waste but also provides opportunities for the reuse of materials in various applications. This research highlights the main issues in 3D printing technology and the use of recycled raw materials, specifically the influence of print orientation on tensile strength, microstructure, and print accuracy of samples using a 0.4 mm nozzle and 0.2 mm layer thickness. The results of the study show that the mechanical properties of PET filamen differ in each printing direction. Samples were tested using a Zwick Roell Z020 device and analyzed with a Scanning Electron Microscope (SEM) to evaluate the microstructure and print accuracy. Sample A showed maximum stress between 14.5 MPa and 19.4 MPa with an average of 16.98 MPa. Sample B showed maximum stress between 21.2 MPa and 26.5 MPa with an average of 23.1 MPa. SEM indicated that sample C2, with the highest stress value, had high structural density and few micro defects, while sample A1, with the lowest stress, exhibited many micro defects and high porosity. The dimensions of the printed cubes showed deviations from the target size. The

deviations for the three dimensions of X, Y, and Z were very small, with side X deviating by only 0.3048%, side Y by 0.0944%, and side Z by 0.1449%. Specimens with a 0.4 mm nozzle diameter and 0.2 mm layer thickness showed variations in tensile strength, with specimen C, printed horizontally, having the highest tensile strength, followed by specimen B, and specimen A, printed vertically. The sample with the lowest tensile strength (A1) exhibited structural deficiencies such as high porosity and many micro defects

Keywords : *3D printing, polyethylene terephthalate, tensile strength, sem, filament*

Literature : 34 (2010-2023)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 3D Printing.....	5
2.1.1 Prinsip dasar <i>3D Printing</i> dengan teknologi <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)	5
2.1.2 Keuntungan dan aplikasi <i>3D Printing</i>	6
2.1.3 Sejarah 3D printing	8
2.1.4 Komponen 3D Printing	8
2.2 Filament 3D printing.....	9
2.2.1 Karakteristik PET.....	10
2.3 Pengujian.....	11
2.3.1 Pengujian Tarik.....	11
2.3.2 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopic</i>	14
2.3.3 Pengujian Akurasi	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Pembuatan Spesimen	18
3.2 Tahapan Pengujian	20
3.2.1 Pengujian Tarik	21
3.2.2 Scanning Electron Microscopic	21
3.2.3 Pengujian akurasi	22
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	25
4.1 Data Hasil Pengujian.....	25
4.1.1 Hasil Pengujian Tarik	25
4.1.2 Hasil <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	30
4.1.3 Hasil Pengujian Akurasi.....	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin 3D Printing	5
Gambar 2.2 Proses dasar printer 3D untuk membuat objek 3D.....	6
Gambar 2.3 DSC spectrum of PET (Linseis, 2020).....	10
Gambar 2.4 Struktur kimia PET	11
Gambar 2.5 Mesin uji tarik Zwick Roell Z020.....	12
Gambar 2.6 Perbandingan kurva tegangan-regangan teknis dan kurva tegangan	13
Gambar 2.7 Kurva tegangan regangan.....	13
Gambar 2.8 Mesin uji SEM Axia ChemiSEM.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Gambar teknik specimen uji tarik ASTM D 638 tipe IV	18
Gambar 3.3 Desain spesimen uji tarik	19
Gambar 3.4 Orientasi arah on side vertikal dan horizontal	19
Gambar 3.5 Desain spesimen uji akurasi	20
Gambar 3.6 Cara kerja SEM	22
Gambar 4.1 Hasil uji tarik spesimen A	25
Gambar 4.2 Grafik kekuatan tegangan tarik spesimen A	26
Gambar 4.3 Hasil uji tarik spesimen B	26
Gambar 4.4 Grafik kekuatan tegangan tarik spesimen B.....	27
Gambar 4.5 Hasil uji tarik spesimen C	27
Gambar 4.6 Grafik kekuatan tegangan tarik spesimen C.....	28
Gambar 4.7 Grafik perbandingan hasil uji tarik.....	29
Gambar 4.8 Diagram batang perbandingan hasil uji tarik	30
Gambar 4.9 Hasil SEM C2 Skala 1mm	31
Gambar 4.10 Hasil SEM C2 Skala 500 μm 1	31
Gambar 4.11 Hasil SEM C2 Skala 500 μm 2	32
Gambar 4.12 Hasil SEM C2 Skala 400 μm	32
Gambar 4.13 Hasil SEM A1 Skala 1mm	33
Gambar 4.14 Hasil SEM A1 Skala 500 μm 1	34
Gambar 4.15 Hasil SEM A1 Skala 500 μm 2	34

Gambar 4.16 Hasil SEM A1 Skala 500 μm 3	35
Gambar 4.17 Spesimen uji akurasi.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter pencetakan	20
Tabel 4.1 Nilai Tegangan Tarik Spesimen.....	28
Tabel 4.2 Hasil pengukuran dimensi kubus	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil uji tarik specimen A.....	47
Lampiran 2 Data hasil uji tarik specimen B.....	47
Lampiran 3 Data hasil uji tarik specimen C.....	47
Lampiran 4 Spesimen uji tarik A	48
Lampiran 5 Spesimen uji tarik B	48
Lampiran 6 Spesimen uji tarik C	48
Lampiran 7 Gambar Pengambilan Data.....	49
Lampiran 8 Proses Uji Tarik.....	50
Lampiran 9 Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	51
Lampiran 10 Similarity Indeks.....	52
Lampiran 11 Surat Bebas Plagiarisme	53
Lampiran 12 Surat Keterangan Pengecekan Similarity	54
Lampiran 13 Form Pengecekan Format Tugas Akhir.....	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi manufaktur, terutama melalui metode pencetakan 3D atau *3D Printing*, telah mengubah paradigma industri dengan menyuguhkan keunggulan dalam efisiensi produksi, fleksibilitas desain, dan kecepatan manufaktur. Salah satu teknik *3D Printing* yang umum digunakan adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM), di mana objek dicetak dengan melelehkan dan mengekstrusi filamen melalui nozel yang dipanaskan. Kemampuan teknologi ini dalam menciptakan objek tiga dimensi dengan tingkat presisi yang tinggi membuka peluang baru dalam berbagai industri,.

Seiring dengan perkembangan zaman, tantangan lingkungan semakin menjadi fokus utama. Permasalahan limbah plastik, sebagai dampak dari konsumsi produk plastik yang tinggi, menjadi isu mendesak yang memerlukan solusi inovatif. Dalam konteks ini, konsep daur ulang dan pemanfaatan kembali bahan plastik bekas memainkan peran kunci dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan.

Polyethylene Terephthalate (PET), sebagai jenis plastik yang umum digunakan dalam botol-botol minuman, menjadi sorotan sebagai potensi bahan baku yang bernilai tinggi untuk proses daur ulang. Proses daur ulang limbah botol plastik PET tidak hanya membantu mengurangi beban limbah plastik tetapi juga memberikan peluang untuk pemanfaatan kembali bahan tersebut dalam berbagai aplikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana orientasi pencetakan mempengaruhi kekuatan tarik material yang dihasilkan, mengidentifikasi

perbedaan mikrostruktur antara spesimen yang menunjukkan kekuatan tertinggi dan terendah, serta menilai sejauh mana dimensi spesimen sesuai dengan desain yang diinginkan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam rangka memfokuskan ruang lingkup penelitian, berikut adalah batasan-batasan masalah yang diidentifikasi:

1. Penelitian ini terbatas pada penggunaan filamen polyethylene terephthalate
2. (PET) sebagai bahan baku utama dalam pembuatan proses pencetakan *3D Printing* melalui metode *fused deposition modelling*. Penggunaan bahan lain dan metode produksi lainnya tidak akan dipertimbangkan dalam penelitian ini.
3. Fokus penelitian hanya pada variasi orientasi pencetakan pada proses pencetakan sebagai parameter utama. Pengaruh parameter lain dalam proses, seperti kecepatan, pengisian dan lain lain, tidak akan dibahas secara mendalam.
4. Analisis akurasi, Penelitian ini akan memeriksa sejauh mana akurasi yang dapat dicapai dalam pencetakan 3D menggunakan filamen PET.
5. Analisis morfologi terbatas pada penggunaan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk memeriksa perubahan struktur mikro
6. Metode analisis morfologi lainnya tidak akan dipertimbangkan dalam penelitian ini.

Waktu penelitian terbatas pada periode yang telah ditentukan, sehingga penulisan tidak memungkinkan untuk melakukan pengamatan terhadap perubahan sifat dari material polyethylene terephthalate dalam jangka waktu yang lebih panjang. Batasan-batasan masalah yang telah diidentifikasi dan diurutkan adalah penting untuk memberikan kerangka kerja dan konteks yang lebih jelas pada penelitian ini dan memastikan bahwa tujuan penelitian tercapai dalam parameter yang telah ditetapkan. Ini juga membantu memfokuskan ruang lingkup penelitian secara lebih tepat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini difokuskan pada pengaruh orientasi pencetakan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro filamen *3D Printing* PET dengan menggunakan uji tarik sebagai parameter mekanik dan SEM sebagai metode analisis morfologi. Secara lebih rinci, tujuan penelitian melibatkan:

1. Mengukur dan membandingkan kekuatan tarik sampel PET yang dicetak dengan berbagai orientasi cetak menggunakan nozzle 0,4 mm dan ketebalan lapisan 0,2 mm.
2. Melakukan analisis struktur mikro untuk mengidentifikasi perbedaan morfologi dan keberadaan cacat mikro pada spesimen yang dicetak dalam orientasi yang berbeda.
3. Melakukan pengujian akurasi dengan cara mencetak Kubus kemudian mengukur dimensinya dan membandingkannya dengan ukuran desain asli untuk menilai standar deviasi dan akurasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, dan tujuan penelitian. Diharapkan penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai kerugian dan keuntungan yang terjadi pada proses pencetakan *3D Printing*.
2. Menjadi referensi pada penelitian berikutnya terkait parameter pencetakan *3D Printing*

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyantoro, C., Rochardjo, H. S., & Nugroho, G. (2020). Effects Of Processing Variables Of Extrusion–Ekstrusion Method On The Impregnation Quality Of Thermoplastic Composite Filaments. *Polymers*, 12(12), 2833.
- Demirel, B., Yaraş, A., & Elcicek, H. (2011). Crystallization Behavior Of Pet Materials.
- Febriani, S. (2022). Analisis Deskriptif Standar Deviasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1),910-913.
- Gunawan, B., & Azhari, C. D. (2010). Karakterisasi Spektrofotometri Ir Dan Scanning Electron Microscopy (Sem) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (Peg). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 1-17.
- Hadi, S., & Murti, H. W. (2019). Kajian Industri 4.0 Untuk Penerapannya Di Indonesia. *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, 3(1), 01-13.
- Horvath, J., & Cameron, R. (2014). *Mastering 3d Printing* (P. 85). Berkeley, Ca: Apress.
- Mawardi, C. (2020). *Pengantar 3d Printing*. Repository Polimedia
- Mirón, V., Ferrándiz, S., Juárez, D., & Mengual, A. (2017). Manufacturing And Characterization Of 3d Printer Filamen Using Tailoring Materials. *Procedia Manufacturing*, 13, 888-894.
- Mikula, K., Skrzypczak, D., Izydorzyc, G., Warchoł, J., Moustakas, K., Chojnacka, K., & Witek-Krowiak, A. (2021). 3d Printing Filament As A Second Life Of Waste Plastics—A Review. *Environmental Science And Pollution Research*, 28, 12321-12333.
- Rahmawati, D., Ali, E. P., Nurvia, M., & Harahap, E. (2020). Aplikasi Simpangan Baku Menggunakan Microsoft Excel. *Matematika: Jurnal Teori Dan Terapan Matematika*, 19(2), 47-54.
- Raza, Sabaruddin, & Komala, A. L. (2020). Manfaat Dan Dampak Digitalisasi Logistik Di Era Industri 4.0. *Jurnal Logistik Indonesia*, 4(1), 49-63.
- Sahdiah, H., & Kurniawan, R. (2023). Optimasi Tegangan Akselerasi Pada Scanning Electron Microscope–Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (Sem-Edx) Untuk Pengamatan Morfologi Sampel Biologi. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(2), 117-123.

- Salindeho, R. D., Soukotta, J., & Poeng, R. (2013). Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 2(2).
- Santoso, Reezcky (2022). Pengaruh Parameter 3d Printing Material Filamen Thermoplastic Polyurethane (Tpu) Terhadap Kualitas Produk 3d Printing Fused Filament Fabrication (Fff) Studi Kasus Soft Mold Vaccum Infuss Infusion Process (Vip). Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Sarker, M., & Rashid, M. M. (2013). Thermal Degradation Of Poly (Ethylene Terephthalate) Waste Soft Drinks Bottles And Low Density Polyethylene Grocery Bags. *International Journal Of Sustainable Energy And Environment*, 1(3), 78-86.
- Sasmitha, D., & Marsono, B. D. (2017). Pemanfaatan Sampah Plastik Polyethylene Terephthalate (Pet) Sebagai Media Pada Unit Pre-Filter. Skripsi. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh September.
- Sastranegara, A. (2009). Mengenal Uji Tarik Dan Sifat-Sifat Mekanik Logam. *Situs Informasi Mekanika, Material, Dan Manufaktur*.
- Venkatachalam, S. G. S. V. J. R. P., Nayak, S. G., Labde, J. V., Gharal, P. R., Rao, K., & Kelkar, A. K. (2012). Degradation And Recyclability Of Poly (Ethylene Terephthalate) (Pp. 75-98). Rijeka, Croatia: Intech.
- Wahyuni, M. (2020). Statistik Deskriptif Untuk Penelitian Oleh Data Manual Dan Spss Versi 25.
- Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A Review Of Additive Manufacturing. *International Scholarly Research Notices*, 2012(1), 208760.