SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER PROSES PULTRUSI TERHADAP DIAMETER FILAMEN 3D PRINTER BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET

JULIA ANANDA PUTERI

03051282126050

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

SKRIPSI

OPTIMASI PARAMETER PROSES PULTRUSI TERHADAP DIAMETER FILAMEN 3D PRINTER BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

JULIA ANANDA PUTERI

03051282126050

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI PARAMETER PROSES PULTRUSI TERHADAP DIAMETER FILAMEN 3D PRINTER BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

JULIA ANANDA PUTERI

03051282126050

Indralaya, 16 Mei 2025

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi I

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

Pembimbing Skripsi II,

Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP.199204122022031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Optimasi Parameter Proses Pultrusi Terhadap Diameter Filamen 3D Printer Berbahan Limbah Botol Plastik PET" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 Mei 2025.

Indralaya, 08 Mei 2025

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi :

Ketua :

1. Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.
   NIP 198105102005011005 (.....)

Anggota :

2. Risky Utama Putra, S.T., M.T.
   NIP 199604042024061001 (.....)

3. Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T.
   NIP 197705072001121001 (.....)

Mengetahui,

Pembimbing Skripsi I

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

Pembimbing Skripsi II

Dr. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP. 199204122022031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

JURUSAN TEKNIK MESIN	**Agenda No.**	: 004 /TM/AK/2025
FAKULTAS TEKNIK	**Diterima Tanggal**	: 23 Mei 2025
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	**Paraf**	:

SKRIPSI

NAMA	:	JULIA ANANDA PUTERI
NIM	:	03051282126050
JURUSAN	:	TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI	:	OPTIMASI PARAMETER P ROSES PULTRUSI TERHADAP DIAMETER FILAMEN 3D PRINTER BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET
DIBUAT TANGGAL	:	12 OKTOBER 2024
SELESAI TANGGAL	:	08 MEI 2025

Indralaya, 08 Mei 2025

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi I

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

Pembimbing Skripsi II,

Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP.199204122022031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul "Optimasi Parameter Proses Pultrusi Terhadap Diameter Filamen 3D Printer Berbahan Limbah Botol Plastik PET".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian. Akan tetapi dapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih pada pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Jonny dan Ibu Sartini, selaku kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa, perhatian dan dukungan yang tak terhitung baik dari segi waktu, materi, maupun suka duka sehingga penulis bisa mencapai dititik ini.
2. Bapak Ir. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan memberi tambahan ilmu dan solusi pada penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan masukan pada penulisan skripsi ini.
4. Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Ir. Gunawan, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.

8. Teman seperjuangan Az Zahra Yoan Yulistiara yang telah menemani serta menjadi tempat berbagi cerita dan dukungan selama proses perkuliahan.
9. Denny Firmansyah yang telah menemani penulis dan memberi dukungan, motivasi, semangat serta perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
10. Rekan – rekan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Angkatan 2021 yang telah membantu dalam proses perkuliahan.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam hal pembelajaran khususnya bagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, 19 Mei 2025

Julia Ananda Puteri
NIM 03051282126050

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julia Ananda Puteri

NIM : 03051282126050

Judul : Optimasi Parameter Proses Pultrusi Terhadap Diameter Filamen 3D Printer Berbahan Limbah Botol Plastik PET

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

Palembang, 08 Mei 2025

Julia Ananda Puteri

NIM. 03051282126050

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julia Ananda Puteri

NIM : 03051282126050

Judul : Optimasi Parameter Proses Pultrusi Terhadap Diameter Filamen 3D Printer Berbahan Limbah Botol Plastik PET

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, 08 Mei 2025

Julia Ananda Puteri
NIM. 03051282126050

RINGKASAN

OPTIMASI PARAMETER PROSES PULTRUSI TERHADAP DIAMETER FILAMEN 3D PRINTER BERBAHAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 08 Mei 2025
Julia Ananda Puteri, dibimbing oleh Ir. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D dan Dr. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
xxvii + 62 halaman, 11 tabel, 18 gambar, 11 lampiran

RINGKASAN

Permasalahan lingkungan akibat tingginya jumlah limbah plastik, khususnya botol plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET). Limbah ini banyak ditemukan di lingkungan sekitar dan berpotensi didaur ulang menjadi produk bernilai tambah, salah satunya adalah filamen untuk printer 3D. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah botol plastik PET sebagai bahan baku filamen 3D printer, serta mengoptimalkan parameter proses pultrusi untuk menghasilkan filamen dengan diameter standar yaitu 1,25 mm. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan Taguchi dan analisis statistik ANOVA dengan karakteristik *larger the better*. Tiga parameter utama yang divariasikan adalah temperatur pemanasan (205°C, 210°C, dan 215°C), lebar potongan plastik (5,5 mm, 6 mm, dan 7 mm), serta kecepatan tarikan mesin penarik (0,75 RPM, 1,5 RPM, dan 3 RPM). Mesin pultrusi yang digunakan dalam proses ini dirancang dan dirakit secara khusus, dilengkapi dengan sistem pemanas, *fan* pendingin, dan *winder* penggulung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa filamen dapat dihasilkan dengan cukup baik dari limbah botol plastik PET, dengan kualitas diameter yang mendekati target standar. Hasil optimasi menunjukkan bahwa faktor paling berpengaruh terhadap kualitas diameter filamen adalah lebar potongan plastik, dengan kontribusi sebesar 55,05%, diikuti oleh temperatur pemanasan dan kecepatan tarikan.

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur pemanasan memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas filamen yang dihasilkan dari proses pultrusi. Pada temperatur rendah (205°C), filamen yang dihasilkan cenderung memiliki kekuatan tarik yang rendah dan permukaan yang tidak seragam. Hal ini disebabkan oleh proses pelelehan PET yang belum optimal. Sementara itu, temperatur 215°C menghasilkan diameter filamen yang lebih stabil, permukaan yang halus, serta kualitas bentuk yang lebih konsisten, menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu ini mampu melunakkan material dengan baik tanpa menyebabkan degradasi termal. Hal ini juga didukung oleh kurva DSC PET yang menunjukkan bahwa suhu leleh awal PET berkisar antara 205°C hingga 225°C. Selain itu, kecepatan penarikan juga sangat mempengaruhi dimensi dan kestabilan filamen. Pada kecepatan rendah (0,75 RPM), proses pendinginan lebih merata sehingga diameter filamen cenderung lebih besar dan seragam. Namun, pada kecepatan tinggi (3 RPM), filamen menjadi lebih tipis dan tidak stabil karena belum sempat mengeras sempurna saat ditarik. Dari seluruh variasi yang diuji, kecepatan 1,5 RPM terbukti paling ideal karena memberikan keseimbangan antara waktu pendinginan dan efisiensi penarikan, sehingga menghasilkan filamen dengan diameter mendekati standar dan stabil secara dimensi. Berdasarkan kombinasi parameter tersebut, diperoleh nilai respon diameter dan SNR terbaik, yang menunjukkan bahwa proses telah berhasil dioptimasi menggunakan metode Taguchi. Meskipun penelitian ini belum menguji langsung performa filamen dalam printer 3D, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa filamen dari limbah botol plastik PET layak dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa limbah botol plastik PET dapat diolah menjadi bahan fungsional melalui pendekatan rekayasa proses, memberikan alternatif solusi untuk mengurangi pencemaran plastik sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah dalam industri manufaktur berbasis teknologi 3D printer.

Kata Kunci : Botol Plastik PET, Mesin Pultrusi, Filamen 3D Printer, Taguchi.
Kepustakaan : 25

SUMMARY

OPTIMIZATION OF PULTRUSION PROCESS PARAMETERS ON 3D PRINTER FILAMENT DIAMETER MADE FROM PET PLASTIC BOTTLE WASTE

Scientific Paper in the form of a Thesis, May 08 2025
Julia Ananda Puteri, supervised by Ir. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D and Dr. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
xxvii + 62 pages, 11 tables, 18 figures, 11 appendices

SUMMARY

Environmental problems due to the high amount of plastic waste, especially Polyethylene Terephthalate (PET) plastic bottles. This waste is widely found in the surrounding environment and has the potential to be recycled into value-added products, one of which is filament for 3D printers. This study aims to utilize PET plastic bottle waste as raw material for 3D printer filament, and optimize the pultrusion process parameters to produce filament with a standard diameter of 1.25 mm. The research method used is an experimental method with the Taguchi approach and ANOVA statistical analysis with larger the better characteristics. The three main parameters that are varied are heating temperature (205°C, 210°C, and 215°C), plastic cut width (5.5 mm, 6 mm, and 7 mm), and pulling speed of the pulling machine (0.75 RPM, 1.5 RPM, and 3 RPM). The pultrusion machine used in this process is specially designed and assembled, equipped with a heating system, cooling fan, and winder. The test results show that filament can be produced quite well from PET plastic bottle waste, with a diameter quality close to the standard target. The optimization results show that the most influential factor on the quality of the filament diameter is the width of the plastic cut, with a contribution of 55.05%, followed by heating temperature and pulling speed.

The results of this study indicate that the heating temperature has a significant effect on the quality of the filament produced from the pultrusion process. At low temperatures (205°C), the resulting filaments tend to have low tensile strength and non-uniform surfaces. This is due to the PET melting process that is not yet optimal.

Meanwhile, a temperature of 215°C produces a more stable filament diameter, a smooth surface, and a more consistent shape quality, indicating that heating at this temperature is able to soften the material well without causing thermal degradation. This is also supported by the PET DSC curve which shows that the initial melting temperature of PET ranges from 205°C to 225°C. In addition, the pulling speed also greatly affects the dimensions and stability of the filament. At low speeds (0.75 RPM), the cooling process is more even so that the filament diameter tends to be larger and more uniform. However, at high speeds (3 RPM), the filaments become thinner and unstable because they have not had time to harden completely when pulled. Of all the variations tested, the 1.5 RPM speed proved to be the most ideal because it provided a balance between cooling time and drawing efficiency, resulting in filaments with diameters close to standard and dimensionally stable. Based on the combination of these parameters, the best diameter and SNR response values were obtained, indicating that the process had been successfully optimized using the Taguchi method. Although this study has not directly tested the performance of the filament in a 3D printer, the results obtained indicate that filaments from PET plastic bottle waste are worthy of further development as an alternative raw material that is environmentally friendly and economical. Overall, this study has successfully demonstrated that PET plastic bottle waste can be processed into functional materials through a process engineering approach, providing an alternative solution to reduce plastic pollution while producing value-added products in the 3D printer technology-based manufacturing industry.

Keywords : PET Plastic Bottles, Pultrusion Machine, 3D Printer Filament, Taguchi.
References : 25

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN v
HALAMAN PERSETUJUAN vii
KATA PENGANTAR xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS xv
RINGKASAN xvii
SUMMARY xix
DAFTAR ISI xxi
DAFTAR GAMBAR xxiv
DAFTAR TABEL xxv
DAFTAR LAMPIRAN xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 3D Printer 5
2.2 Filamen 3D Printer 7
2.2.1 Filamen PLA 8
2.2.2 Filamen ABS 8
2.2.3 Filamen PC 8
2.2.4 Filamen TPE 9
2.3 Botol Plastik PET 9
2.4 Potensi Limbah Botol Plastik PET Sebagai Filament 3D Printer 11
2.5 Mesin Pengolah Limbah Botol Plastik PET Menjadi Filamen 12
2.5.1 Mesin *Ekstruder* 12
2.5.2 Mesin *Pultrusion* 12

2.6 *Differential Scanning Calometry (*DSC) PET 16
2.7 Metode Taguchi 18
2.7.1 Konsep Taguchi 18
2.7.2 *Orthogonal Array* (OA) Taguchi 19
2.7.3 Rasio S/N 20
2.7.4 Metode Anova 21
BAB 3 METODE PENELITIAN 23
3.1 Diagram Alir 23
3.2 Studi Literatur 24
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian 24
3.4 Alat dan Bahan 24
3.5 Metode Penelitian 25
3.5.1 Persiapan Bahan Pembuatan Filamen 3D Printer 25
3.5.2 Pemotongan Botol Plastik 26
3.5.3 Proses Pembentukan Filamen 3D Printer 27
3.5.4 Optimasi Data 28
3.6 Hasil Yang Diharapkan 30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Persiapan Mesin Pultrusi 31
4.2 Hasil Produk Filamen 3D Printer 32
4.3 Optimasi Data 33
4.3.1 Metode Taguchi 34
4.3.2 Analisis Anova 36
4.3.3 Perhitungan Nilai Rata – rata dan SNR 37
4.3.4 Perhitungan ANOVA Terhadap Nilai Rata – rata 38
4.4 Pengaruh Temperatur Pemanasan Terhadap Kualitas Filamen 44
4.5 Pengaruh Kecepatan Tarikan Terhadap Dimensi Filamen 45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 47
5.1 Kesimpulan 47
5.2 Saran 48
DAFTAR PUSTAKA 49
LAMPIRAN 53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 3D Printer 5
Gambar 2.2 Teknik *Fused Deposition Modeling* 6
Gambar 2.3 Filamen 3D Printer 7
Gambar 2.4 Kemasan Botol Plastik Bekas berbahan PET 10
Gambar 2.5 *Nozzle* pemanas 13
Gambar 2.6 *Fan* 14
Gambar 2.7 *Winder* 15
Gambar 2.8 *Cutter* 16
Gambar 2.9 Kurva DSC khas dari komposisi PET yang berbeda. 17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 23
Gambar 3.2 Pemotongan botol plastik 26
Gambar 3.3 Mesin pembuat Filamen 3D printer 27
Gambar 4.1 Desain Mesin Pultrusi 31
Gambar 4.2 Mesin Pultrusi 32
Gambar 4.3 Hasil Produk Filamen 3D Printer 33
Gambar 4.4 Grafik Respon dari Nilai Rata-rata 39
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Parameter 42
Gambar 4.6 Grafik Respon Nilai SNR 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 *Mechanical Properties* PET 10
Tabel 2.2 *Orthogonal Array* Taguchi L9 19
Tabel 3.2 Parameter dan Level 29
Tabel 3.3 *Orthogonal Array* L9 30
Tabel 4.1 Perancangan Parameter 34
Tabel 4.2 *Orthogonal Array* L9 35
Tabel 4.3 Hasil Diameter Filamen Limbah Botol Plastik PET 36
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Rata-Rata dan SNR 38
Tabel 4.5 Respon Nilai Rata-Rata 39
Tabel 4.6 Anova Rata - rata 41
Tabel 4.7 Respon Nilai SNR 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Formulir Konsultasi Tugas Akhir 53
Lampiran 2. Hasil Akhir Similaritas (Turnitin) 54
Lampiran 3. Surat Keterangan Pengecekan Similarity 55
Lampiran 4. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme 56
Lampiran 5. Desain Mesin Pultrusi..... 57
Lampiran 6. Hasil Produk Pembuatan Filamen 3D Printer..... 57
Lampiran 7. Hasil Pengukuran Diameter Filamen..... 58
Lampiran 8. Grafik Hasil Pengujian Diameter Filamen 58
Lampiran 9. Tabel Hasil Diameter Filamen Limbah Botol Plastik PET 61
Lampiran 10. Tabel Hasil Perhitungan Rata – rata dan SNR 61
Lampiran 11. Tabel Hasil Anova Rata – rata..... 62

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, plastik merupakan produk yang dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bahkan pada industri manufaktur plastik merupakan salah satu material yang dipergunakan dalam produk pada setiap sektor industri. Berbanding lurus dengan produksi plastik, pencemaran limbah plastik pada lingkungan merupakan masalah pada tingkat global.

Limbah plastik merupakan jenis sampah terbanyak di perairan seperti laut dan sungai dimana jumlahnya mencapai 85 persen dari total sampah. Yang paling berbahaya dari sampah plastik adalah partikel plastik yang memiliki ukuran di bawah 5 mm, karena sampah ini bersifat resisten. Partikel yang memiliki ukuran di bawah 5 mm ini dikenal dengan istilah mikroplastik. Secara umum, Mikroplastik dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *primary microplastic* dan *secondary microplastic*. *Primary microplastic* merupakan produk yang terdapat pada produk seperti cat, detergen, sabun cair, krim perawatan, dan sebagainya. Sedangkan *secondary microplastic* dihasilkan dari degradasi atau penguraian sampah plastik. *Secondary microplastic* ini sering dianggap makanan oleh organisme laut seperti ikan, kepiting, dan lain sebagainya. Akibatnya manusia yang mengkonsumsi organisme laut tersebut ikut terkontaminasi oleh microplastic dikarenakan manusia merupakan puncak dari rantai makanan. Dampak dari mikroplastik tersebut bisa mengganggu kesehatan manusia dimana mikroplastik tersebut akan berpindah ke tubuh manusia melalui proses pencernaan yang dimakan oleh organisme laut.

Secondary microplastic sering ditemukan pada sampah-sampah berbahan plastik yang saat ini banyak berserakan dilingkungan, salah satu jenisnya merupakan botol plastik. Botol plastik terbagi dalam beberapa jenis yaitu *Polyethylene terephthalate* (PET), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Polypropylene* (PP)

dan lainnya. Jenis botol plastik yang umum kita dapatkan adalah Botol plastik PET dikarenakan banyak digunakan untuk produk minuman kemasan yang diproduksi oleh setiap pabrik pembuat minuman. Namun, keberadaan limbah botol plastik ini menjadi sumber polusi lingkungan yang akibat penggunaan botol plastik secara berlebihan. Untuk mengurangi penggunaan botol plastik yang berlebihan yaitu dapat memanfaatkan kemasan botol plastik tersebut. Salah satunya pemanfaatan botol plastik adalah sebagai filamen 3D printer.

3D printer merupakan teknologi pembentukan dibawah kontrol komputer untuk membuat objek yang akan dibuat dengan menggunakan *software* 3D dengan filamen yang tersambung melalui *nozzle* akan panas dan meleleh, sambil printer mulai mencetak pada wadah platform yang tersedia. Printer 3D tersebut mencetak dari satu lapisan ke lapisan berikutnya sesuai tinggi, panjang dan kedalaman rancangan objek 3D yang diinginkan. Dengan menggunakan botol plastik *Polyethylene terephthalate* yang sudah tidak digunakan lagi sebagai filamen (Azami dkk., 2024).

Proses pembuatan filamen menggunakan botol plastik *Polyethylene terephthalate* 3D printer memiliki target yang berdiameter sebesar 1.25 mm. Dalam pembuatan filamen 3D printer parameter yang dipertimbangkan yakni temperatur, lebar plastik, dan kecepatan penarik untuk mendapatkan diameter filamen standar yakni 1.25 mm. Maka dari itu perlu adanya investigasi lebih lanjut parameter proses mesin pultrusi sehingga penulis melakukan penelitian dengan judul: Optimasi Parameter Proses Pultrusi Terhadap Diameter Filamen 3D Printer Berbahan Limbah Botol Plastik PET.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pembuatan filamen 3D printer yang menggunakan limbah botol plastik jenis *Polyethylene terephthalate*?

2. Bagaimana pengaruh variasi parameter operasi (temperatur, lebar potongan plastik dan kecepatan putaran penarik) terhadap diameter filamen yang dihasilkan?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Plastik yang digunakan adalah jenis *Polyethylene terephthalate* dalam bentuk limbah botol plastik.
2. Variasi parameter filamen yakni temperatur, lebar potongan plastik, kecepatan putaran penarik
3. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian diameter filamen 3D printer menggunakan limbah botol plastik jenis *Polyethylene terephthalate*.
4. Filamen yang dihasilkan dari penelitian ini tidak diuji menggunakan 3D printer.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Menganalisis proses pembuatan filamen 3D printer yang menggunakan limbah botol plastik jenis *Polyethylene terephthalate*.
2. Menganalisis pengaruh variasi parameter operasi filamen yang dihasilkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi proses pembuatan filamen 3D printer yang menggunakan limbah botol plastik jenis *Polyethylene terephthalate*.
2. Sebagai pengetahuan tentang pengaruh variasi parameter operasi filamen yang dihasilkan.
3. Sebagai sumber referensi bagi peneliti selanjutnya mengenai filamen 3D printer, khususnya botol plastik jenis *Polyethylene terephthalate*.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, M., Al-Hadeethi, Y.M., Alshahrie, A., Kutbee, A.T., Al-Hossainy, A.F., Shaaban, E.R., 2022. Thermal analysis and non-isothermal crystallization kinetic of PET/UiO-66 nanocomposite. *Journal of Materials Research and Technology*, 18 3492–3501. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.03.063

Aryanto, P., Zaenudin, M., Saleh, YKP., Hidayat, NC., 2023. Pengaruh suhu dan analisis kekuatan material PET (*Polyethylene Terephthalate*) terhadap ekstrusi pada mesin filamen maker 3D printer. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (SNTTM) XXI, 21 (2): 578-583.

Avriansah, R., Erwanto, Pristiansyah, 2022. Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Filament Polyethylene Terephthalet Glycol. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2 (1): 394-400.

Azami, I., Kurniasih, P., Subuhiah, Amantha, A., Habiiburrahman, N., Sari, N.H., 2024. Filamen printer 3D berbasis limbah PET (*polyethylene terephthalate*) dan kitosan cangkang udang. *Dinamika Teknik Mesin*, 14 (1): 82–87. https://doi.org/10.29303/dtm.v14i1.759

Campos, A., Oliveira, R.C., 2016. Cluster Analysis applied to the evaluation of urban landscape quality. *The Sustainable City XI*, 204 93–103. https://doi.org/10.2495/sc160091

Dahlan, M., Gunawan, B., Hilyana, F.S., 2017. Rancang Bangun Printer 3D Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika (SNATIF)*, Buku 1 105–110.

Exconde, M.K.J.E., Co, J.A.A., Manapat, J.Z., Eduardo R. Magdaluyo, J., 2019. *Materials selection of 3D printing filament and utilization of recycled polyethylene terephthalat*e (PET) *in a redesigned breadboard*. *Procedia CIRP*, 84 (March): 28–32. https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.337

Hartono, M., 2010. Quality By Design dengan Metode Taguchi, Konsep dan Perkembangannya. *Jurnal Teknik Industri*, 2 (2) : 96–108. https:// doi.org/ 10.22219/jtiumm.vol2.no2.96-108

Kang, D.H., Auras, R., Vorst, K., Singh, J., 2011. An exploratory model for predicting post-consumer recycled PET content in PET sheets. *Polymer Testing*, 30(1):60–68.https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2010.10.010

Lukianchuk, l., Tulashvili, Y., Podolyak, V., Kovalchuk, V., Bazyl, S., 2022. Didactic Principles Of Education Students 3D-printing, *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22 (7): 443-450. https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.7.54

Mawardi, C., 2020. Pengantar 3D Printing. Polimedia Publishing, Jakarta.

Minchenkov, K., Vedernikov, A., Safonov, A., Akhatov, I., 2021. Thermoplastic

pultrusion: Areview. *Polymers*, 13 (2): 1–36. https://doi.org/10.3390/polym13020180

Nikam, M., Pawar, P., Patil, Ajinkya, Patil, Anuj, Mokal, K., Jadhav, S., 2023. Sustainable fabrication of 3D printing filament from recycled PET plastic. *Materials Today: Proceedings* (August 2023). https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.205

Oluwole, B.O., Olapade, A.A., 2011. Effect of Extrusion Cooking of White Yam (Dioscorea rotundata) and Bambara-Nut (Vigna subterranean) Blend on Some Selected Extrudate Parameters. *Food and Nutrition Sciences*, 02 (06): 599–605. https://doi.org/10.4236/fns.2011.26084

Prakoso, A.T., Arifin, S.D., Mahendra, N.Y., Saputra, M.A.A., Basri, H., 2022. Pemanfaatan Limbah Plastik Dalam Pembuatan Filamen 3D Printer Menggunakan Mesin Ekstrusi Pada Lab Konversi Energi Universitas Sriwijaya. *Jurnal Pelita Sriwijaya*, 1 (2): 043–052. https://doi.org/10.51630/jps.v1i2.69

Ranjan, N., Ahuja, I.S., Singh, R., Singh, J.P., 2019. Fabrication of PLA-HAp-CS Based Biocompatible and Biodegradable Feedstock Filament Using Twin Screw Extrusion. *Additive Manufacturing of Emerging Materials*, 3 (11): 325–345. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91713-9

Rashid, K.M.J., 2023. Optimize the Taguchi method, the signal-to-noise ratio, and the sensitivity. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*,8 (6): 64–70. https://doi.org/10.22271/maths.2023 .v8.i6a.14 06

Rokhim, N., Nuryosuwito, Rhohman, F., 2020. Perbandingan Pemakaian Bahan Bakar Cair Hasil Produk Pirolisis Jenis Plastik PP, Plastik PET, dan Katalis Terhadap Kinerja Mesin. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 1 291–298.

Septiadi, A., Ramadhani, W.K., 2020. Penerapan metode anova untuk analisis rata-rata produksi donat, burger, dan croissant pada toko roti Animo Bakery. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1 (2): 60–64.

Sudomova, L., Weissmannova, H.D., Steinmetz, Z., Rezacova, V., Kucerik, J., 2023. A differential scanning calorimetry (DSC) approach for assessing the quality of polyethylene terephthalate (PET) waste for physical recycling: a proof-of-concept study. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 148 (20): 10843–10855. https://doi.org/10.1007/s10973-023-12430-8

Taufik, M., Suryani Lubis, G., Ivanto, M., Studi Teknik Mesin, P., Tanjungpura, U., Hadari Nawawi, J.H., 2023. Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET. *Lubis & Ivanto*, 4 (1): 1–08.

Vaucher, J., Demongeot, A., Michaud, V., Leterrier, Y., 2022. Recycling of Bottle Grade PET: Influence of HDPE Contamination on the Microstructure and Mechanical Performance of 3D Printed Parts. *Polymers*, 14 (24): 1–15. https://doi.org/10.3390/polym14245507

Wirantara, R, Syamsiro, M., Mulyanti, J., 2025. Pemanfaatan Limbah Plastik PET

Sebagai Filamen Printer 3D dengan Metode Pultrusi. Jurnal Infotekmesin, 16 (1):166-174. https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v16 i1.2467

Yani, I., Rosiliani, D., Khona'ah, B., Almahdini, F.A., 2020. Identification and plastic type and classification of PET, HDPE, and PP using RGB method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 857 (1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/857/1/012015

Zakaria, S., Stighfarrinata, R., Maghfiroh, A.M., 2023. Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filament Petg Menggunakan Metode Taguchi. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 3 (4): 538. https://doi.org/10.30587/justicb.v3i4.615