

## *Utilization of Polyeth Therehthalate (PET) and Polypropylene (PP) 1.5L Plastic Bottle Waste for 3D Filament Production*

Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Polyeth Therehthalate (PET) Dan Polypropylene (PP) 1.5L Untuk Pembuatan Filamen 3D

**Sudarmono\*<sup>1</sup>, Muhammad Zainudin<sup>2</sup>, Mohamad Ramdani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Universitas Muhammadiyah Tegal

E-mail: [sudarmonomt@gmail.com](mailto:sudarmonomt@gmail.com)<sup>1</sup>

**SUBMITTED : MAY 12, 2026**

**ACCEPTED : JUNE 11, 2026**

**PUBLISHED : JUNE 20, 2026**

### **Abstract**

*The practical use of plastic has caused waste to increase, so recycling methods are needed to reduce garbage. This study utilizes waste from 1.5-liter Polyethylene Terephthalate (PET) and Polypropylene (PP) plastic bottles as raw materials for making 3D printer filament as a substitute for Polylactic Acid (PLA), which is difficult to obtain and relatively expensive in Tegal. The filament machine is controlled using an Arduino Uno to regulate the heating temperature and filament winding speed. The research method used is experimental with temperature variations to obtain filament with a uniform diameter, smooth texture, and clear color. Test results showed that the best temperature for PET is 200°C, while PP is 130°C because it produces the most even texture and clear color. The manufacturing process includes cutting the bottles, measuring the thickness and width of the pieces, up to forming the ready-to-use filament*

**Keywords:** Plastic Bottles, PET, PP, Filament, 3D Printing

### **Abstrak**

*Penggunaan plastik yang praktis menyebabkan limbah semakin meningkat sehingga diperlukan metode daur ulang untuk mengurangi sampah. Penelitian ini memanfaatkan limbah botol plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Polypropylene (PP) ukuran 1,5 liter sebagai bahan pembuatan filamen 3D pengganti Polylactic Acid (PLA) yang sulit diperoleh dan relatif mahal di Tegal. Mesin filamen dikendalikan menggunakan Arduino Uno untuk mengatur suhu pemanas dan kecepatan penggulungan filamen. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi suhu untuk memperoleh filamen berdiameter seragam, bertekstur halus, dan berwarna bening. Hasil pengujian menunjukkan suhu terbaik untuk PET adalah 200°C, sedangkan PP pada 130°C karena menghasilkan tekstur paling rata dan warna bening. Proses pembuatan meliputi pemotongan botol, pengukuran ketebalan dan lebar potongan, hingga pembentukan filamen siap pakai.*

**Kata kunci:** 3-6 kata kunci Botol Plastik, PET, PP, Filamen, 3D Printing

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan plastik dalam kehidupan manusia semakin meningkat. Peningkatan ini terjadi karena plastik bersifat ringan, praktis, ekonomis dan dapat menggantikan fungsi dari barang-barang lain. Sifat praktis dan ekonomis ini menyebabkan plastik sering dijadikan barang sekali pakai, sehingga semakin banyaknya penggunaan perlengkapan dari bahan plastik tersebut, menyebabkan sampah plastik menjadi menumpuk (Nasution et al., 2019). Hal inilah yang menyebabkan jumlah sampah plastik meningkat terus menerus dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Bahan plastik memang merupakan komponen penting dalam aktivitas kehidupan sehari-hari (Prakoso et al., 2022).

Plastik merupakan bahan yang kelihatan bersih, praktis, sehingga barang-barang kebutuhan sehari-hari dibuat dari plastik seperti botol minuman, demikian hampir semua orang memakai barang-barang yang terbuat dari plastik karena kepraktisannya, walaupun berdampak terhadap kesehatan dan lingkungan (Rahmat Huzein, 2020). Botol plastik tergolong barang sekali pakai sehingga memperbanyak sampah. Penggunaan botol dari plastik industri pangan ditujukan untuk wadah air minum. Mayoritas bahan plastik Polyethylene terephthalate (PET) di dunia untuk serat sintesis (sekitar 60 %) dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30%). Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai (Armidion & Rahayu, 2019). Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik dapat menyebabkan kanker (Karuniastuti, 2013).

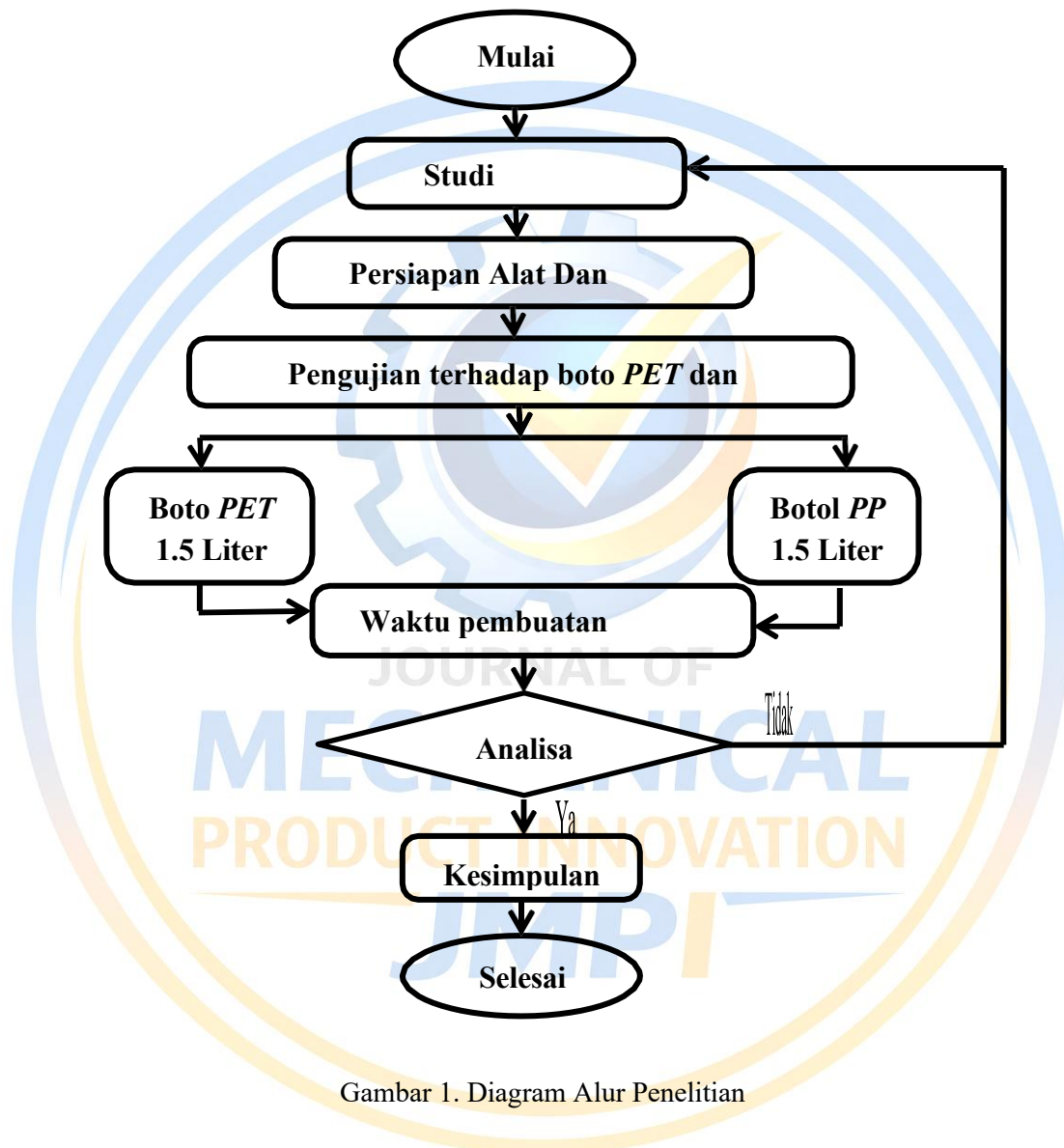
Apabila limbah sampah ini tidak dapat dikurangi maka akan berdampak negatif bagi lingkungan dan juga alam. Metode daur ulang merupakan proses menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah. Dengan melakukan proses daur ulang ini, diharapkan limbah plastik dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang dapat digunakan kembali dan dapat membantu mengurangi limbah yang ada. Metode daur ulang juga dapat menghemat sumber daya alam dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku tertentu (Sofiana, 2010).

Mesin filamen diatur menggunakan perangkat arduino uno dimana perangkat ini adalah sebagai pengatur sensor kecepatan putaran penggulungan filamen serta pengatur setingan suhu pemanas. Polylactic Acid, lebih dikenal sebagai PLA, adalah polimer termoplastik biodegradable yang digunakan sebagai filamen dalam pembuatan aditif, atau dalam istilah yang lebih umum, dalam pencetakan 3D. Asal-usulnya, yang memberinya label "ramah bumi", ditemukan dalam kentang jagung, dan bit gula, serta sejumlah produk tanaman lainnya. Ini dapat dikomposkan di fasilitas kompos komersial tetapi bukan tumpukan kompos rumah. Ini biasanya ditemukan dalam kemasan dan wadah makanan. Sebagai termoplastik dapat menjadi lunak dan dapat dibentuk ketika dipanaskan dan kemudian kembali menjadi padat ketika didinginkan (Chandra, 2022).

Perangkat ini dapat mengendalikan banyak komponen dalam satu rangkaian sehingga memudahkan proses setting perangkat mesin. Perangkat ini dapat mengendalikan banyak komponen dalam satu rangkaian sehingga memudahkan proses setting perangkat mesin karena pengaturan terpusat pada satu mikrokontroler yang bekerja dengan membaca sistem komponen input yang akan di teruskan ke komponen pin arduino serta akan dikeluarkan berupa perintah output dalam bentuk data. Saat ini filamen yang digunakan adalah filamen berjenis Polylactid Acid (PLA) namun karena bahan baku yang masih sulit ditemukan di daerah Tegal dan harga yang ada dipasaran cukup mahal mengakibatkan proses cetak produk dapat terganggu. Filamen PET dan PP akan digunakan sebagai pengganti filamen PLA dalam proses pencetakan objek 3D (Taufik et al., 2023). Penelitian ini bertujuan menguji mesin filamini dalam memproduksi filamen dari botol plastik PET dan PP, mengetahui proses perubahan botol plastik menjadi filamen menggunakan mesin filamini, serta mengetahui hasil panjang filamen, waktu produksi, dan kecepatan putaran (RPM) yang dihasilkan mesin pembuat filamen.

## 2. METODE

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, dimana penambahan suhu dan waktu pada mesin Filamini tersebut dilakukan agar bisa menghasilkan filamen yang baik di gunakan, sehingga didapatkan filamen yang memiliki diameter seragam, warna yang mengkilau serta permukaan yang halus. Proses pembuatan mesin Filamini ini dilakukan di Lab Komputer Universitas Muhammadiyah Tegal. Metode ini digambarkan dalam Diagram Alur berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian dengan menggunakan Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) pada rentang variasi temperatur  $180^{\circ}\text{C}$ ,  $200^{\circ}\text{C}$ ,  $220^{\circ}\text{C}$  memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Botol Polyethylene Terephthalate (PET) 1.5 Liter

Uji	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Kecepatan (RPM)	Hasil (Meter)	Keterangan
1.	180	28.29	30	7,55	Lebar potong awal 8,1 mm dengan ketebalan 0,3 mm pangjang awal yang dihasilkan 720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan kasar
2.	200	29.26	30	7,60	Lebar potong awal 8,1 mm dengan ketebalan 0,3 mm pangjang awal yang dihasilkan 720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan halus
3	220	30.34	30	7,65	Lebar potong awal 8,1 mm dengan ketebalan 0,3 mm pangjang awal yang dihasilkan 720 cm Menghasilkan filamen yang kusam warna putih dan kasar pertanda suhu terlalu tinggi

Dari pengujian dengan menggunakan plastik PP pada rentang variasi 1000C, 1300C ,1500C, memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Botol Plastik PP (Polypropylene) 1.5 Liter

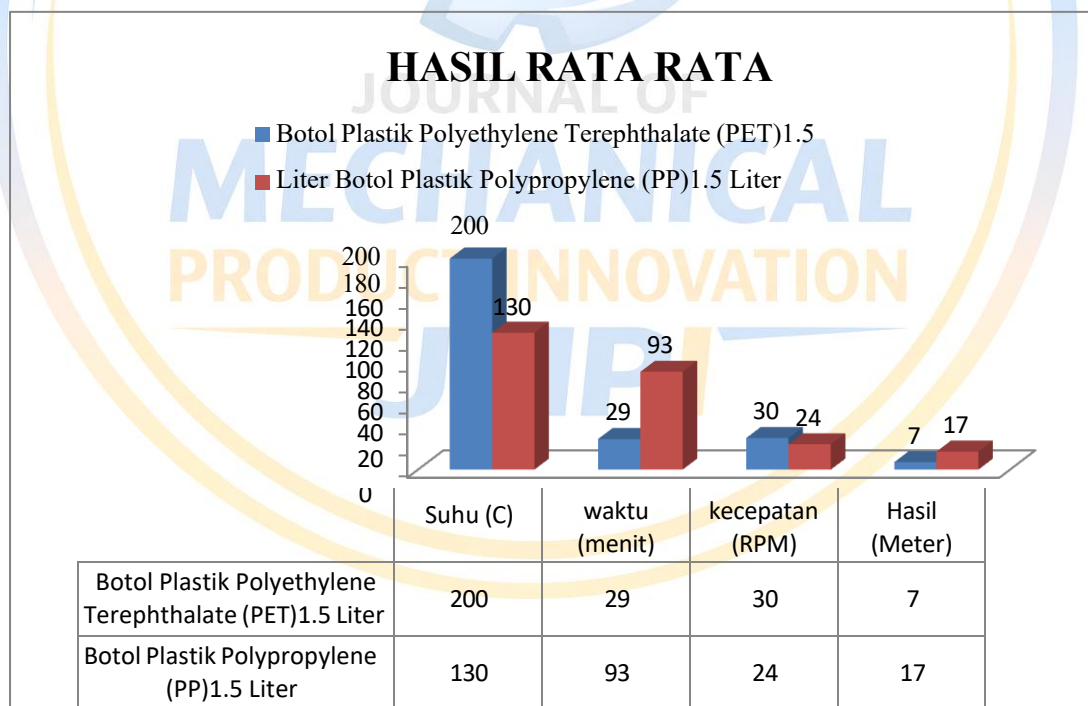
Uji	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Kecepatan (RPM)	Hasil (Meter)	Keterangan
1	100	90.00	24	17,30	Lebar potong awal 8,4 mm dengan ketebalan 0,1 mm pangjang awal yang dihasilkan 1720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan kasar
2	130	94.00	24	17,35	Lebar potong awal 8,4 mm dengan ketebalan 0,1 mm pangjang awal yang dihasilkan 1720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan kasar
3	150	97.00	24	17,40	Lebar potong awal 8,4 mm dengan ketebalan 0,1 mm pangjang awal yang dihasilkan 1720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan kasar

Dari pengujian dengan menggunakan Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) pada rentang variasi tempratur 1800C, 2000C, 2200C, dan plastik Polypropylene (PP) pada rentang variasi 1000C, 1300C ,1500C, menghasilkan rata-rata sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil rata-rata yang di peroleh dari botol PET dan PP 1.5 Liter

No	Bahan	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Kecepatan (RPM)	Hasil (Meter)	Keterangan
1	Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)1.5 Liter	200	29:30	30	7	Lebar potong awal 8,1 mm dengan ketebalan 0,3 mm pangjang awal yang dihasilkan 720 cm Menghasilkan filamen yang bening dan halus
2	Botol Plastik Polypropylene (PP)1.5 Liter	130	93:00	24	17	Lebar potong awal 8,4 mm dengan ketebalan 0,1 mm pangjang awal yang dihasilkan 1720 cm menghasilkan filamen yang bening dan kasar

Dari pengujian dengan menggunakan Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) pada rentang variasi tempratur 1800C, 2000C, 2200C, dan plastik Polypropylene (PP) pada rentang variasi 1000C, 1300C, 1500C, menghasilkan rata-rata yang di peroleh dan berikut gambar pengolahan data rata-rata di di atas sebagai berikut



Gambar 2. Pengolahan Data

Hasil yang diperoleh dari uji botol PET dan PP ukuran 1, 5liter adalah sebagai berikut.

1. Pada hasil uji dari botol PET 1,5 liter dengan suhu 1800C filamen yang dihasilkan memiliki penyimpangan tidak terlalu besar dimana filamen memiliki tekstur yang tidak rata akan tetapi

meliki warna yang bening, pada uji di suhu 2000C filame yang dihasilkan bagus dimana tekstur yang dihasilkan lebih rata dan warna filamen yang dihasilkan bening, pada uji suhu 2200C filamen yang dihasilkan memiliki penyimpangan dimana suhu yang terlalu tinggi menjadikan teksturnya tidak merata dan terdapat warna hitam pada filamen yang dihasilkan.

2. Pada hasil uji dari botol PP 1,5 liter dengan Suhu 1000C memiliki penyimpangan yang tidak terlalu besar dimana filamen memiliki tekstur yang tidak rata akan tetapi memiliki hasil warna yang bening, pada uji suhu 1300C filamen yang dihasilkan bagus dimana tekstur yang dihasilkan lebih rata dan warna filamen yang dihasilkan bening, pada uji suhu 1500C filamen yang dihasilkan memiliki penyimpangan dimana suhu yang terlalu tinggi untuk botol PP menjadika teksturnya tidak merata dan meliki hasil warna filamena terdapat warna hitam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi suhu pemanasan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas filamen yang dihasilkan dari botol plastik jenis PET dan PP ukuran 1,5 liter. Parameter kualitas filamen pada penelitian ini diamati berdasarkan tekstur permukaan dan perubahan warna filamen hasil ekstrusi. Secara umum, suhu yang terlalu rendah menyebabkan proses pelelehan material belum sempurna sehingga menghasilkan tekstur filamen yang kurang rata, sedangkan suhu yang terlalu tinggi menyebabkan degradasi termal pada material plastik yang ditandai dengan munculnya warna hitam pada filamen.

Pada pengujian botol plastik PET, suhu 180°C menghasilkan filamen yang masih memiliki tekstur kurang rata walaupun warna filamen tetap bening. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tersebut belum cukup optimal untuk melelehkan material PET secara homogen. Ketika suhu dinaikkan menjadi 200°C, filamen yang dihasilkan memiliki tekstur lebih rata dan warna tetap bening sehingga menunjukkan kondisi pelelehan material yang lebih stabil. Namun, pada suhu 220°C terjadi penurunan kualitas filamen berupa permukaan yang tidak merata dan munculnya warna hitam akibat overheating atau degradasi termal material PET. Fenomena ini terjadi karena rantai polimer PET mulai mengalami kerusakan akibat temperatur yang terlalu tinggi sehingga mempengaruhi kualitas hasil ekstrusi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pengaturan suhu ekstrusi sangat menentukan kualitas filamen daur ulang berbahan PET. Penelitian oleh Nikam pada tahun 2024 menjelaskan bahwa kestabilan suhu ekstrusi diperlukan untuk menghasilkan diameter filamen yang konsisten dan permukaan yang lebih halus pada filamen PET daur ulang. Selain itu, penelitian Khoirunisa tahun 2025 menunjukkan bahwa suhu ekstrusi sekitar 186°C mampu menghasilkan filamen PET dengan kualitas yang baik dan diameter mendekati standar filamen komersial. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa suhu sekitar 200°C merupakan kondisi optimal untuk menghasilkan filamen PET dengan kualitas terbaik.

Pada pengujian botol plastik PP, suhu 100°C menghasilkan filamen dengan tekstur yang masih kurang rata meskipun warna filamen tetap bening. Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu tersebut belum mampu melelehkan material PP secara sempurna. Kualitas terbaik diperoleh pada suhu 130°C, dimana filamen memiliki tekstur lebih rata dan warna tetap bening. Akan tetapi, ketika suhu dinaikkan menjadi 150°C, filamen mengalami perubahan warna menjadi hitam dan teksturnya tidak merata akibat suhu yang terlalu tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa material PP memiliki batas temperatur pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan PET sehingga lebih mudah mengalami degradasi termal apabila terkena panas berlebih.

Temuan penelitian ini juga didukung oleh penelitian Aulia tahun 2024 yang menjelaskan bahwa optimasi suhu heater sangat mempengaruhi bentuk dan kualitas permukaan filamen hasil daur ulang plastik. Penelitian tersebut menyebutkan bahwa pengaturan suhu yang tepat dapat menghasilkan filamen dengan permukaan lebih halus dan diameter yang stabil. Selain itu, penelitian Abinda tahun 2025 menyatakan bahwa peningkatan suhu ekstrusi berpengaruh langsung terhadap karakteristik mekanik dan kualitas visual filamen hasil daur ulang plastik PET, dimana suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas material akibat degradasi termal.

Berdasarkan hasil penelitian dan dukungan penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa setiap jenis plastik memiliki suhu optimal yang berbeda dalam proses pembuatan filamen. Material PET membutuhkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan PP karena karakteristik titik leleh dan sifat termalnya berbeda. Oleh karena itu, pengendalian suhu pada mesin filamini menjadi faktor utama dalam menghasilkan filamen daur ulang yang berkualitas, baik dari segi tekstur maupun warna filamen. Selain meningkatkan kualitas produk, pengolahan limbah plastik menjadi filamen juga memiliki potensi besar dalam mendukung teknologi daur ulang plastik yang lebih ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa suhu pemanasan sangat mempengaruhi kualitas filamen yang dihasilkan dari botol plastik PET dan PP ukuran 1,5 liter. Pada pengujian botol PET, suhu 200°C menghasilkan filamen dengan kualitas terbaik karena memiliki tekstur yang lebih rata dan warna yang tetap bening. Sementara itu, pada suhu 180°C filamen masih mengalami sedikit ketidakrataan tekstur, dan pada suhu 220°C kualitas filamen menurun akibat suhu yang terlalu tinggi sehingga tekstur menjadi tidak merata serta muncul warna hitam pada filamen. Pada pengujian botol PP, suhu terbaik diperoleh pada 130°C karena menghasilkan filamen dengan tekstur yang lebih rata dan warna bening. Pada suhu 100°C filamen masih menunjukkan tekstur yang kurang rata, sedangkan pada suhu 150°C terjadi penyimpangan akibat suhu yang terlalu tinggi sehingga filamen menjadi tidak merata dan muncul warna hitam. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa suhu optimal dalam proses pembuatan filamen berbeda untuk setiap jenis plastik, yaitu sekitar 200°C untuk PET dan 130°C untuk PP, sehingga pengaturan suhu yang tepat sangat penting untuk menghasilkan filamen yang berkualitas baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abinda, A. E., Rollastin, B., & Pristiansyah, P. (2025). Pengaruh Suhu Mesin Pembuat Filamen 3D Printing Dari Kemasan Mineral Terhadap hasil Filamen Menggunakan Uji Tarik. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 3(2), 544-551.
- Armidion, R., & Rahayu, T. (2019). Peningkatan nilai kuat tarik belah beton dengan campuran limbah botol plastik polyethylene terephthalate ( pet ). *Jurnal Konstruksia*, 10(1), 117–126. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/3877>
- Aulia, A. P., Syaifudin, A., & Novianto, I. (2024). Optimasi Produksi Filamen 3D dari Sampah Plastik: Studi Eksperimental Suhu Heater. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(2), 245-256.
- Chandra, M. A. (2022). Karakteristik Filament Hasil Ekstrusi Berbahan Dasar Limbah Plastik Low Density Polythylene Dengan Metode Ekstrusi Untuk Aplikasi Filament 3d Printing (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya plastik terhadap kesehatan dan lingkungan. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 3(1).
- Khoirunisa, V., & Putra, S. E. M. (2025). Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer Sederhana Sebagai Alternatif Daur Ulang Limbah Botol Plastik dengan Kendali PID. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 19(2), 179-185.
- Nasution, S. R., Rahmalina, D., Sulaksono, B., & Doaly, C. O. (2019). IbM: pemanfaatan limbah plastik sebagai kerajinan tangan di kelurahan srengseng sawah jagakarsa jakarta selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(2), 117–123. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i2.4119>

- Nikam, M., Pawar, P., Patil, A., Patil, A., Mokal, K., & Jadhav, S. (2024). Sustainable fabrication of 3D printing filament from recycled PET plastic. *Materials Today: Proceedings*, 103, 115-125.
- Prakoso, A. T., Davin, S., 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>
- Huzein, R., & Hasballah, T. (2021). Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate) Kapasitas 50 Kg/Jam. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 1(1), 1-8.
- Sofiana, Y. (2010). Pemanfaatan limbah plastik sebagai alternatif bahan pelapis (upholstery) pada produk interior. *Humaniora: Journal of Indonesian Culture and Society*, 1(2), 331-337.
- Taufik, M., Lubis, G. S., & Ivanto, M. (2023). Rancang bangun mesin pultrusion pembuat filamen 3D printing berbasis limbah plastik botol PET. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 4(1), 01-08.

