

Rancang Bangun Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik Menjadi Filamen dengan Metode Pultrusi

Rizky Wirantara

Universitas Islam Indonesia

E-mail: 191002108@uii.ac.id

ABSTRAK

Limbah botol plastik, terutama dari jenis *polyethylene terephthalate* (PET), menjadi salah satu masalah lingkungan yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pultrusi yang dapat mengolah limbah botol plastik menjadi filamen untuk *3D printer*. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh suhu *nozzle* dan kecepatan putar terhadap diameter dan kualitas filamen. Berdasarkan *literatur*, menetapkan suhu *nozzle* 220°C dan kecepatan 30 rpm, namun terdapat potensi untuk mengoptimalkan parameter tersebut untuk menghindari degradasi material atau filamen yang terlalu cair. Metode yang digunakan meliputi perancangan mesin pultrusi dengan penggerak motor dan pemanas, serta pengujian parameter suhu *nozzle* dan kecepatan putar untuk menghasilkan filamen berkualitas. Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen pada berbagai suhu (100°C, 110°C, dan 120°C) dan kecepatan putar (20 rpm, 30 rpm, dan 40 rpm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pultrusi mampu menghasilkan filamen dengan diameter 1.75-2mm yang sesuai untuk *3D Printer*. Parameter optimal ditemukan pada suhu 120°C dan kecepatan 30 rpm, menghasilkan filamen dengan diameter konsisten (1,86-1,88 mm) dan kualitas yang baik tanpa cacat. Penelitian ini menunjukkan bahwa rancang bangun mesin pultrusi merupakan alternatif daur ulang botol plastik menjadi material ramah lingkungan dengan potensi besar untuk filamen *3D Printer*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa rancang bangun mesin pultrusi merupakan alternatif yang efektif untuk mendaur ulang botol plastik menjadi material ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam 3D printing, dengan potensi besar untuk pengurangan limbah plastik di lingkungan.

Kata Kunci: limbah plastik; *polyethylene terephthalate* (PET); mesin pultrusi; filamen; 3D printing.

ABSTRACT

Plastic bottle waste, especially polyethylene terephthalate (PET), is a significant environmental problem. This study aims to design and build a pultrusion machine that can process plastic bottle waste into filament for 3D printers. The purpose of this study is to examine the effect of nozzle temperature and rotational speed on the diameter and quality of the filament. Based on the literature, the nozzle temperature is set at 220°C and the speed is 30 rpm, but there is potential to optimize these parameters to avoid material degradation or filament that is too liquid. The methods used include designing a pultrusion machine with a motor and heater drive, as well as testing the nozzle temperature and rotational speed parameters to produce quality filaments. This study was conducted with experiments at various temperatures (100°C, 110°C, and 120°C) and rotational speeds (20 rpm, 30 rpm, and 40 rpm). The results showed that the pultrusion machine was able to produce filaments with a diameter of 1.75-2mm which is suitable for 3D Printers. The optimum parameters were found at a temperature of 120°C and a speed of 30 rpm, producing filaments with consistent diameters (1.86-1.88 mm) and good quality without defects. This study shows that the design of a pultrusion machine is an

alternative for recycling plastic bottles into environmentally friendly materials with great potential for 3D Printer filaments. The conclusion of this study is that the design of a pultrusion machine is an effective alternative for recycling plastic bottles into environmentally friendly materials that can be used in 3D printing, with great potential for reducing plastic waste in the environment.

Keywords: plastic waste; polyethylene terephthalate (PET); pultrusion machine; filament; 3D printing.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International

PENDAHULUAN

Sampah seperti botol plastik merupakan bagian yang tidak terhindarkan dari kehidupan manusia. Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, timbulan sampah mencapai 36 juta ton, dengan 18% di antaranya merupakan sampah plastik. Volume sampah plastik di kota Yogyakarta cukup tinggi, yakni hingga mencapai 20% dari total 257 ton sampah yang diangkut ke TPST Piyungan setiap hari. Botol plastik menjadi ancaman terhadap bencana lingkungan (Rahmatullah, 2023).

Sebagai perbandingan, menurut laporan dari *World Economic Forum*, diperkirakan bahwa pada tahun 2025, akan ada lebih banyak botol plastik di lautan daripada ikan jika tidak ada perubahan signifikan dalam pengelolaan sampah. Selain itu, *Global Plastic Waste Management Report 2021* menyebutkan bahwa lebih dari 300 juta ton plastik diproduksi setiap tahun di seluruh dunia, dengan hanya sekitar 9% yang didaur ulang.

Di Indonesia, total limbah plastik diperkirakan mencapai 6,4 juta ton per tahun, dan sekitar 3,2 juta ton di antaranya berakhir di laut. Hal ini menunjukkan bahwa masalah limbah plastik bukan hanya lokal, tetapi juga merupakan isu global yang mendesak untuk ditangani secara komprehensif untuk mencegah kerusakan lingkungan yang lebih parah.

Berbagai pemanfaatan limbah botol PET yang dilakukan oleh beberapa peneliti seperti dimanfaatkan untuk produk wadah perlegkapan rumah tangga (Franzia, 2014). Salah satu bahan yang dapat diolah dengan efektif menggunakan *hot textile* adalah plastik (Hanifah & Arumsari, 2020). Keunggulan dari plastik jenis PET adalah kemampuannya untuk didaur ulang menjadi berbagai macam produk yang memiliki nilai ekonomis, seperti filamen, mainan, perabotan, dan *souvenir* (Sofiana, 2010).

Botol plastik PET dipilih karena sifatnya yang termoplastik, mudah meleleh, dan mudah dibentuk kembali (Asroni et al., 2018). Selain itu, sifat elastisnya membuatnya cocok sebagai bahan baku untuk mencetak objek 3D menggunakan mesin printer 3D (Mikula et al., 2021). Teknologi *3D printer (additive manufacturing)* adalah sebuah inovasi terbaru di bidang industri manufaktur (Suhidin et al., 2020). Dalam proses pencetakan 3D, digunakan bahan baku filamen berjenis *Polylactid Acid (PLA)* karena memiliki sifat mekanik yang kaku dan kuat, sehingga sangat cocok untuk digunakan (Valerga et al., 2018).

Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk mengolah plastik menjadi filamen, salah satunya adalah Metode Pultrusi digunakan dalam pembuatan filamen ini karena menghasilkan tingkat diameter filamen yang seragam dibandingkan dengan menggunakan metode ekstrusi (Minchenkov et al., 2021). Prinsip kerja alat ini adalah *nozzle* yang dilubangi

khusus sehingga memungkinkan proses pultrusion filamen dengan diameter 1,75 (Tylman & Dzierżek, 2020). Suhu yang diperlukan untuk memanaskan blok telah dipilih secara eksperimental dan ditetapkan pada 220°C, sementara kecepatan penggulangan filamen adalah 30 rpm (Taufik et al., 2023).

Berangkat dari hal tersebut peneliti akan merancang bangun mesin yang dapat mengolah limbah botol plastik PET menjadi Filamen. Filamen adalah bahan yang digunakan dalam membuat suatu *prototype* dari model 3D (Mirón et al., 2017). Mesin menggunakan metode Pultrusi, sederhananya mesin ini memiliki penggerak motor untuk menggulung filamen, dan memiliki pemanas yang bisa disetting parameter suhunya, pemanas tersebut untuk memanaskan *Nozzle* dengan ukuran 1.75-2mm sebagai alat bantu. Mulanya botol plastik diubah menjadi pita yang Panjang, kemudian pita tersebut dimasukan melewati *Nozzle* yang sudah panas dengan ditarik oleh penggulangan filamen (Wirantara et al., 2025).

Data yang akan diteliti adalah pengaruh parameter *nozzle* dan kecepatan putar terhadap hasil pultrusi botol plastik mencakup diameter filamen dan kondisi filamen. Perlu diketahui terdapat pernyataan "Suhu yang diperlukan untuk memanaskan blok telah dipilih secara eksperimental dan ditetapkan pada 220°C, sementara kecepatan penggulangan filamen adalah 30 rpm". Dari pernyataan tersebut terdapat potensi untuk mengevaluasi ulang suhu *nozzle* yang ditetapkan 220°C, apakah suhu setinggi ini bisa menghasilkan filamen yang baik, atau justru menimbulkan resiko seperti degradasi material atau keluarnya filamen yang terlalu cair, yang bisa memengaruhi kualitas. Kecepatan 30 rpm akan menjadi dasar pengaturan kecepatan pada penelitian ini (Knight, n.d.).

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun mesin pultrusi yang dapat mengolah limbah botol plastik menjadi filamen untuk *3D printer*. Manfaat penelitian mencakup peningkatan kesadaran tentang pentingnya daur ulang limbah plastik dan pengembangan teknologi yang dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan menggunakan mesin pultrusi, limbah botol plastik dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk yang bermanfaat (Luthfiyah et al., 2024).

Implikasi dari penelitian ini adalah diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri dan masyarakat dalam pengelolaan limbah plastik, serta mendorong inovasi dalam teknologi daur ulang. Hasil penelitian ini dapat membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut terkait optimasi proses dan aplikasi filamen dalam berbagai produk *3D printing* (Windarta et al., 2019).

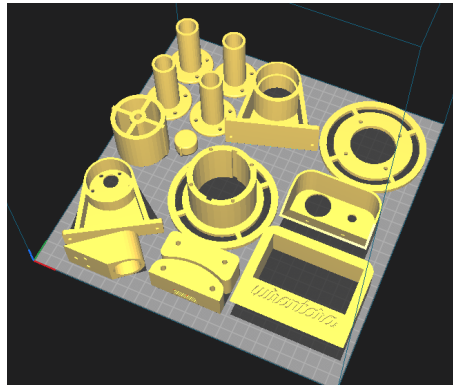
METODE

Alat yang digunakan untuk membangun mesin pultrusi yaitu : Mesin 3D Printing, Cutter, Mesin Drill, Solder dan Gunting. Bahan yang digunakan : papan MDF/PVC tebal 1cm, *Heater Block*, PSU 12V, Sensor suhu, *Ceramic Catridge*, *DC Motor Speed Controller*, Saklar 12V, *Electric DC Gearbox*, Filamen, botol plastik bekas, kabel, *nozzle*, dan baut.

Langkah-langkah pembuatan Mesin Pultrusi botol plastik, Berikut adalah tahapan pembuatan mesin pultrusi filamen :

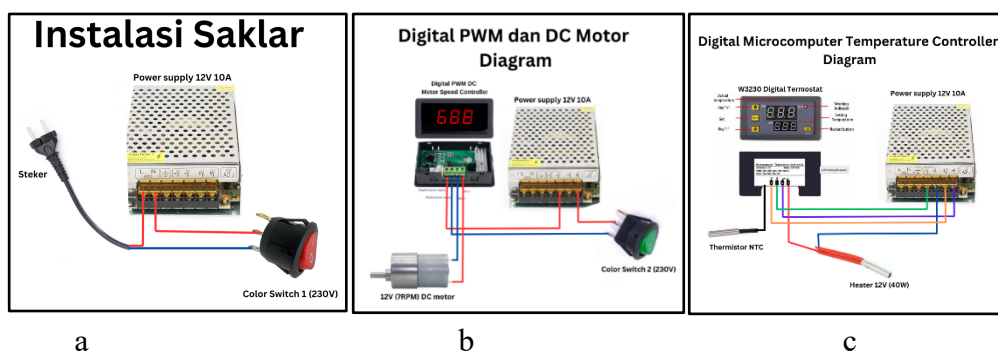
1. Siapkan beberapa ptotong papan PVC dengan ukuran 44x13,5cm berjumlah satu, 44x6cm berjumlah dua, dan 11,5x6cm berjumlah dua.

2. Print 3D part untuk *cover* motor DC, *cover color switch*, *cover Thermostat*, penggulung filamen, kaki-kaki dan pemotong botol. Sebagaimana gambar 1 dibawah ini.



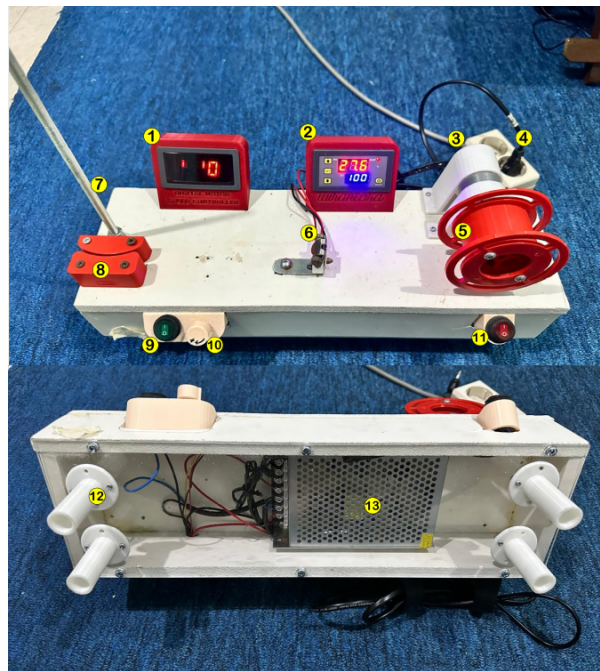
Gambar 1. Part dari 3D Printing

3. Buatlah rangkaian instalasi saklar, *digital PWM* dan *DC motor*, dan *digital microcomputer temperature controller* gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. a. Instalasi saklar, b. *digital PWM* dan *DC motor*, dan c. *digital microcomputer temperature controller*

Mesin ini memiliki penggerak motor DC untuk menggulung filamen, dan memiliki pemanas yang bisa disetting parameter suhunya melalui alat digital thermostat yang memiliki temperatur maksimal 120°C, pemanas tersebut untuk memanaskan *nozzle* dengan ukuran lubang ekstrusi 1.75 sebagai komponen utama proses pultrusi. Mulanya botol plastik diubah menjadi pita yang panjang menggunakan *cutter*, kemudian pita tersebut dimasukan melewati lubang *nozzle* yang sudah panas dengan ditarik oleh penggulung filamen. Adapun spesifikasi mesin pultrusi bisa dilihat pada gambar 3 dan dijelaskan pada tabel 1.



Gambar 3. Mesin Pultrusi Botol Plastik

Dalam tabel 1 dibawah ini merupakan spesifikasi mesin pultrusi botol plastik sesuai nomor yang tertera pada gambar 5.

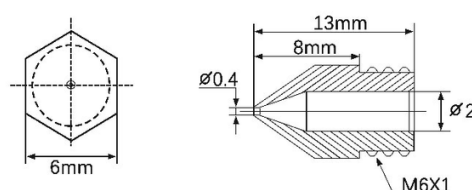
Tabel 1. Spesifikasi Mesin Pultrusi Botol Plastik

No	Nama Komponen	Spesifikasi
1	Digital motor speed controller	CCM5D Digital PWM 8A 6-30V LED Dimmer
2	Thermostat digital	Model : W3230 Temperature Controller Input Voltage : DC 12V & AC 220V
3	Electric DC Gearbox	37mm 12V 7 RPM Motor
4	Kabel steker	Isi 2 kabel, Panjang 1.5 meter
5	Penggulung Filamen	custom 3d printing
6	Block Heater & Nozzle	Nozzle diameter 1.75-2mm
7	Shaft botol plastik	Tinggi ± 32 cm, diameter 6mm
8	Alat potong botol plastik	Pengubah botol plastik menjadi pita botol plastik dengan lebar 8mm, custom 3d printing
9	Saklar motor	Switch Round ON-OFF Waterproof 12V
10	Kontrol kecepatan	Menyambung langsung dengan digital motor speed controller
11	Saklar ON/OFF mesin	Switch Round ON-OFF Waterproof 12V
12	Kaki mesin pultrusi botol plastik	custom 3d printing berjumlah 4pcs
13	Power supply	12V 10A 120W

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diteliti adalah pengaruh parameter *nozzle* dan kecepatan putar terhadap hasil pultrusi botol plastik mencakup diameter filamen dan kondisi filamen. Perlu diketahui terdapat pernyataan "Suhu yang diperlukan untuk memanaskan blok telah dipilih secara eksperimental dan ditetapkan pada 220°C, sementara kecepatan penggulungan filamen adalah 30 rpm". Dari pernyataan tersebut terdapat potensi untuk mengevaluasi ulang suhu *nozzle* yang ditetapkan 220°C, apakah suhu setinggi ini bisa menghasilkan filamen yang baik, atau justru menimbulkan resiko seperti degradasi material atau keluarnya filamen yang terlalu cair, yang bisa memengaruhi kualitas. Kecepatan 30 rpm akan menjadi dasar pengaturan kecepatan pada penelitian ini.

Diameter filamen dipasaran memiliki ukuran 1.75mm, namun lubang *nozzle 3D printer* memiliki ukuran 2mm untuk *inlet*-nya bisa dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Ukuran *nozzle 3D printer*

Berdasarkan hal ini filamen botol plastik hasil pultrusi yang memiliki diameter antara 1.75-2mm maka dianggap baik, dan mampu untuk proses *3d printing*. Eksperimen yang akan dilakukan adalah suhu *nozzle* 100°C, 110°C, dan 120°C dengan kecepatan 20rpm, 30rpm, dan 40rpm pada masing-masing suhu *nozzle*.

1. Suhu *nozzle* 100°C

Data suhu *nozzle* 100°C untuk proses pultrusi botol plastik menjadi filamen bisa dilihat pada tabel 2 dibawah ini. Proses pultrusi dilakukan sebanyak dua kali untuk setiap kecepatan putarnya.

Tabel 2. Data suhu *nozzle* 100°C

Nozzle Temperatur (Celcius)	Kecepatan putar (rpm)	No. Sampel	Diameter Filamen botol plastik (mm)	Kondisi filamen botol plastik
100	20	1	-	pultrusi tidak sempurna
		2	-	pultrusi tidak sempurna
	30	1	1,87	Baik
		2	-	pultrusi tidak sempurna
	40	1	1,98	benjolan, permukaan tidak halus, dan ada bagian yang rusak
		2	1,9	benjolan, permukaan tidak halus, dan ada bagian yang rusak

Suhu *nozzle* 100°C kurang ideal pada kecepatan 20 rpm, pada kecepatan 30 rpm hanya sample pertama yang memiliki kondisi baik, dan pada kecepatan 40 rpm menghasilkan cacat yang signifikan.

2. Suhu *nozzle* 110°C

Data suhu *nozzle* 110°C untuk proses pultrusi botol plastik menjadi filamen bisa dilihat pada tabel 3 dibawah ini. Proses pultrusi dilakukan sebanyak dua kali untuk setiap kecepatan putarnya.

Tabel 3. Data suhu *nozzle* 110°C

<i>Nozzle</i> Temperatur (Celcius)	Kecepatan putar (rpm)	No. Sampel	Diameter Filamen botol plastik (mm)	Kondisi filamen botol plastik
110	20	1	1,81	Baik
		2	1,85	pultrusi kurang sempurna
	30	1	1,82	ada benjoan, dan kerusakan
		2	1,77	baik
	40	1	-	pultrusi tidak sempurna
		2	1,80	Baik

Suhu 110°C lebih konsisten menghasilkan filamen dengan kondisi baik di hampir semua kecepatan. Namun, sedikit cacat masih terlihat pada kecepatan tertentu.

3. Suhu *nozzle* 120°C

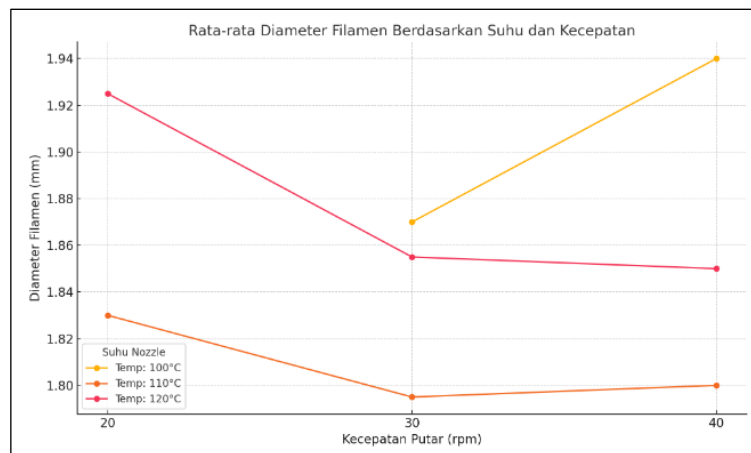
Data suhu *nozzle* 120°C untuk proses pultrusi botol plastik menjadi filamen bisa dilihat pada tabel 4 dibawah ini. Proses pultrusi dilakukan sebanyak dua kali untuk setiap kecepatan putarnya.

Tabel 4. Data suhu *nozzle* 120°C

<i>Nozzle</i> Temperatur (Celcius)	Kecepatan putar (rpm)	No. Sampel	Diameter Filamen botol plastik (mm)	Kondisi filamen botol plastik
120	20	1	1,95	Baik
		2	1,90	Baik
	30	1	1,90	baik
		2	1,88	baik
	40	1	1,83	Baik
		2	1,85	Baik

Suhu 120°C menghasilkan filamen dengan kualitas paling konsisten dan baik di semua kecepatan. Diameter filamen cenderung lebih besar pada kecepatan rendah 20rpm dan mengecil pada kecepatan tinggi.

Pada gambar 7 dibawah ini merupakan grafik rata-rata diameter berdasarkan suhu dan kecepatan saat proses pultrusi botol plastik menjadi filamen.



Gambar 5. Rata-rata diameter filamen berdasarkan suhu dan kecepatan

Pada gambar 5 menunjukkan kecepatan putar motor (rpm) dengan rata-rata diameter filamen pada beberapa suhu *nozzle*. Bisa dilihat pada grafik diatas bahwa :

1. Suhu 100°C menunjukkan ketidakstabilan pada kecepatan 20rpm tidak menghasilkan filamen, kemudian menghasilkan diameter lebih besar pada kecepatan tinggi 40rpm.
2. Suhu 110°C menghasilkan diameter filamen yang lebih konsisten
3. Suhu 120°C pada kecepatan rendah menghasilkan diameter yang besar, kemudian tetap stabil pada kecepatan 30rpm dan 40rpm.

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kondisi filamen botol plastik hasil pultrusi :

1. Kondisi Baik : filamen botol plastik memiliki diameter yang stabil, permukaan halus, tidak ada benjolan dan kerusakan. Kondisi tersebut bisa dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



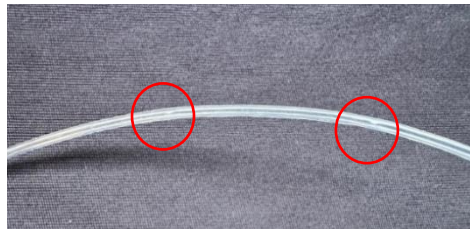
Gambar 6. Filamen kondisi baik

2. Cacat : cacat yang terjadi pada proses pultrusi bisa dikategorikan sebagai berikut :
- Pultrusi tidak sempurna : kondisi ini biasanya terjadi ketika kecepatan rendah dan suhu rendah. Kondisi tersebut bisa dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Pultrusi tidak sempurna

- Benjolan : benjolan ini timbul biasanya ketika proses pultrusi terlalu cepat dan suhu rendah, benjolan yang terjadi hanya kecil saja tidak besar. Kondisi tersebut bisa dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Benjolan filamen botol plastik

- Rusak : filamen botol plastik yang rusak biasanya disebabkan karena pita botol plastik yang lebarnya terlalu kecil. Bisa disebabkan juga pultrusi terlalu cepat dan suhu rendah. Kondisi tersebut bisa dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Filamen botol plastik rusak

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pultrusi mampu menghasilkan filamen dengan diameter 1.75-2mm yang sesuai untuk *3D Printer*. Parameter optimal ditemukan pada suhu 120°C dan kecepatan 30 rpm, menghasilkan filamen dengan diameter konsisten (1,86-1,88 mm) dan kualitas yang baik tanpa cacat. Penelitian ini menunjukkan bahwa rancang bangun mesin pultrusi merupakan alternatif daur ulang botol plastik menjadi material ramah lingkungan dengan potensi besar untuk filamen *3D Printer*. Penelitian ini menegaskan bahwa rancang bangun mesin pultrusi tidak hanya memberikan alternatif untuk mendaur ulang botol plastik menjadi material ramah lingkungan tetapi juga memiliki potensi

besar untuk mengurangi limbah plastik di lingkungan. Dengan pemanfaatan teknologi pultrusi, diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah plastik dan mendorong kesadaran masyarakat akan pentingnya daur ulang.

REFERENSI

- Asroni, M., Djiwo, S., & Setyawan, E. Y. (2018). Pengaruh model pisau pada mesin sampah botol plastik. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*, 1(1), 29–33.
- Franzia, E. (2014). Pemanfaatan limbah botol plastik untuk produk rumah tangga. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Trisakti*.
- Hanifah, M., & Arumsari, A. (2020). Pengolahan Limbah Botol Plastik untuk Produk Fesyen dengan Hot Textile. *EProceedings of Art & Design*, 7(2).
- Knight, G. P. B. (n.d.). Perancangan dan Implementasi Mesin Daur Ulang Sampah Botol Plastik Menggunakan Arduino Mega dan PLC. *Piston*, 6(1), 41–47.
- Luthfiyah, A., Rahayu, T. E. P. S., Hayati, S. W., Bahri, S., & Nurhilal, M. (2024). Analisis Kualitas Produk dan Efisiensi Energi Antara Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Pemanas Band Heater dan Induksi. *Infotekmesin*, 15(2), 262–268.
- Mikula, K., Skrzypczak, D., Izydorczyk, G., Warchoń, 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.
- Minchenkov, K., Vedernikov, A., Safonov, A., & Akhatov, I. (2021). Thermoplastic pultrusion: A review. *Polymers*, 13(2), 180.
- Mirón, V., Ferrándiz, S., Juárez, D., & Mengual, A. (2017). Manufacturing and characterization of 3D printer filament using tailoring materials. *Procedia Manufacturing*, 13, 888–894.
- Rahmatullah, I. (2023). Pelatihan Implementasi Pemilahan Sampah Plastik Di SDN 001 Samarinda Utara. *Jurnal Pengabdian Kreativitas Pendidikan Mahakam*, 3, 124–126.
- Sofiana, Y. (2010). Pemanfaatan limbah plastik sebagai alternatif bahan pelapis (upholstery) pada produk interior. *Humaniora*, 1(2), 331–337.
- Suhidin, I., Djatmiko, E., & Maulana, E. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 75 Kg/Jam. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 2020.
- 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), 1–8.
- Tylman, I., & Dzierżek, K. (2020). Filament for a 3D printer from pet bottles-simple machine. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 9(10), 1386–1392.
- Valerga, A. P., Batista, M., Salguero, J., & Giroto, F. (2018). Influence of PLA filament conditions on characteristics of FDM parts. *Materials*, 11(8), 1322.
- Windarta, W., Hidayat, G., & Chaeruddin, A. (2019). Rancang Bangun Mesin Daur Ulang Limbah Botol Plastik HDPE Menjadi Gagang Pintu Kapasitas 1 kg/jam. *Prosiding Semnastek*.
- Wirantara, R., Syamsiro, M., & Mulyanti, J. (2025). Pemanfaatan Limbah Plastik PET Sebagai Filamen Printer 3D dengan Metode Pultrusi. *Infotekmesin*, 16(1), 166–174.