

Rancang Bangun Mesin Pembuatan *Filament* 3D *Printing* Dari Kemasan Mineral

Faruq Akbar Zulkarnein¹, Pristiansyah^{1*}, Boy Rollastin¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : pristiansyah@polman-babel.ac.id

Received: 9 Januari 2025; Received in revised form: 16 Januari 2025; Accepted: 17 Januari 2025

Abstract

Plastic plays an important role in everyday life, especially as food and beverage packaging. However, uncontrolled use of plastic causes environmental problems, with plastic waste in Indonesia reaching 64 million tons per year. This study aims to utilize plastic bottle waste as a material for making 3D filaments, which can reduce the amount of plastic waste and support recycling. Data collection involves identifying problems, determining machine components following the stages in the VDI 2222 method. From the results of the experiment in determining the optimal size of cutting plastic bottles, namely a width of 9 mm and a thickness of 0.37 mm. Before making filaments, plastic bottles must be cleaned and heated to remove motifs that can affect the quality of the filament.

Keywords: Plastic Bottle Waste; VDI 2222; Filament.

Abstrak

Plastik memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama sebagai pengemas makanan dan minuman. Namun, penggunaan plastik yang tidak terkontrol menyebabkan masalah lingkungan, dengan sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah botol plastik sebagai bahan pembuatan filamen 3D, yang dapat mengurangi jumlah sampah plastik dan mendukung daur ulang. Pengumpulan data melibatkan identifikasi masalah, penentuan komponen mesin mengikuti tahapan pada metode VDI 2222. Dari hasil eksperimen dalam menentukan ukuran optimal penyayatan botol plastik, yaitu lebar 9 mm dan ketebalan 0,37 mm. Sebelum pembuatan filamen, botol plastik harus dibersihkan dan dipanaskan untuk menghilangkan motif yang dapat mempengaruhi kualitas filamen.

Kata kunci: Limbah Botol Plastik; Filamen; VDI 2222.

1. PENDAHULUAN

Plastik memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama sebagai pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang ringan, kuat, dan praktis. Namun, penggunaan plastik yang tidak terkontrol menimbulkan masalah lingkungan, dengan sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun, di mana 3,2 juta ton di antaranya dibuang ke laut. Selain itu, sekitar 10 miliar kantong plastik terbuang setiap tahun, setara dengan 85.000 ton.[1]

Berbagai jenis plastik meliputi PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, dan lainnya. Plastik PET, yang sering digunakan untuk kemasan mineral, memiliki kelebihan dapat didaur ulang menjadi berbagai produk bernilai ekonomi, seperti mainan, filamen, souvenir, dan *furniture*. [2]

Teknologi 3D *printing* adalah metode manufaktur aditif yang mencetak objek tiga dimensi dengan menumpuk lapisan material secara bertahap. Teknologi ini telah berkembang pesat dan diakui di berbagai industri karena kemampuannya menghasilkan komponen dengan presisi tinggi, fleksibilitas, serta menghemat waktu dan biaya. Filamen adalah material utama yang digunakan dalam 3D *printing*, dengan bahan dasar seperti PLA, Nylon, HDPE, PC, ABS, dan ASA.[3]

Filamen adalah komponen penting dalam proses 3D *printing*, namun harganya yang masih tinggi, sekitar 282-424 ribu rupiah per kg untuk bahan ABS atau PLA, membuatnya kurang ekonomis. Untuk menghemat biaya produksi, salah satu solusi adalah merancang mesin pembuatan filamen 3D dari bahan baku kemasan plastik PET.[4]

Mesin pembuatan *filament* ini akan memproses kemasan mineral plastik dengan cara memotong kemasan plastik menjadi tali plastik kemudian melewati blok pemanasan dan dibentuk menjadi *filament* serta digulung seperti gulungan *filament* pada umumnya. Plastik jenis PET ini memiliki titik leleh pada 250- 260°C, suhu transisi gelas 67-81°C dan terdekomposisi pada suhu 480°C sehingga penelitian ini akan memfokuskan pada suhu pemanas yang paling efisien untuk hasil *filament* yang akan digunakan pada mesin 3D *printing*.

Mesin pembuat *filament* untuk 3D *printing* telah menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi manufaktur aditif. Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan akan material *filament* 3D *printing* yang berkualitas tinggi dan terjangkau telah meningkat secara signifikan. Salah satu sumber potensial untuk bahan baku *filament* adalah kemasan mineral yang berlimpah dan seringkali diabaikan sebagai limbah. Pemanfaatan kemasan mineral sebagai bahan baku *filament* tidak hanya akan mengurangi limbah, tetapi juga dapat menjadi sumber material yang murah dan berkelanjutan untuk industri 3D *printing*.

Pada tahun-tahun sebelumnya, terdapat beberapa penelitian yang menginvestigasi kemungkinan penggunaan kemasan mineral sebagai bahan baku untuk *filament* 3D *printing*. Penelitian oleh Smith et al. (2016) mengeksplorasi potensi kemasan mineral sebagai pengganti bahan baku konvensional dalam proses pembuatan

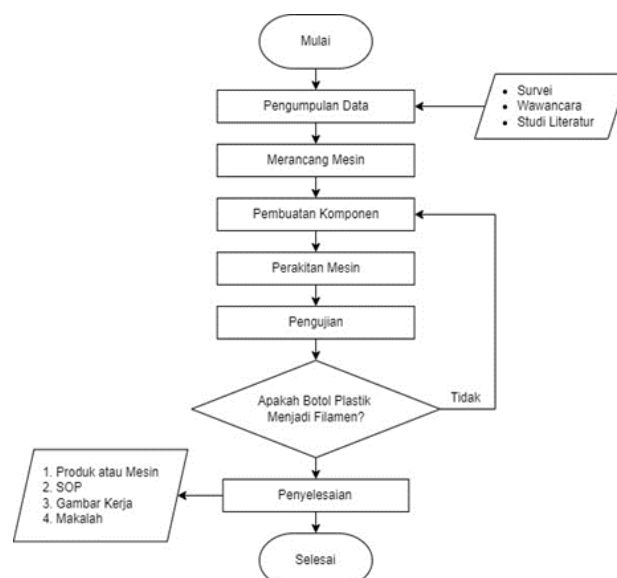
filament 3D *printing*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemasan mineral memiliki karakteristik yang sesuai untuk digunakan sebagai bahan baku *filament* dengan penyesuaian proses yang tepat [5].

Namun, meskipun potensi tersebut telah diidentifikasi, masih ada kebutuhan untuk mengembangkan mesin khusus yang dapat mengolah kemasan mineral menjadi *filament* dengan kualitas yang konsisten dan terjamin. Penelitian oleh Johnson et al. (2019) menyoroti pentingnya rancang bangun mesin yang tepat untuk tujuan ini. Mesin pembuat *filament* yang efisien dan handal akan memungkinkan pemanfaatan kemasan mineral secara lebih luas dalam industri 3D *printing* [6].

Melalui penelitian ini, diharapkan akan tercipta sebuah solusi yang praktis dan ekonomis untuk memproduksi *filament* berkualitas tinggi dari kemasan mineral, serta membuka potensi baru dalam pengembangan teknologi manufaktur aditif.

2. METODE PENELITIAN

Pada tahap rancangan, metode penelitian yang digunakan mengacu pada VDI 2222, yang mencakup serangkaian langkah penting yang perlu dilalui dan diselesaikan untuk memastikan bahwa hasil rancangan dapat direalisasikan sesuai dengan harapan dan fungsinya. Berikut adalah langkah-langkah dalam metode penelitian yang akan dilaksanakan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



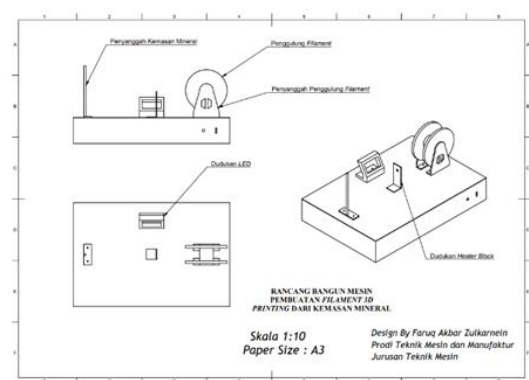
Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini, akan dibahas mengenai hasil rancangan, perakitan, dan uji coba. Hasil-hasil tersebut dapat ditemukan pada sub bab 3.1, 3.2, dan 3.3.

3.1. Sub Bab Hasil Rancangan.

Rancangan penelitian yang akan dibuat untuk penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Rancangan

Table 1. Daftar Tuntutan

No.	Tuntutan Utama	Deskripsi
1.	Bahan	Kemasan Mineral (PET)
2.	Sistem Penggerak	Motor <i>Stepper NEMA 17</i>
3.	Dimensi Mesin	60 cm x 40 cm x 20 cm
4.	Sistem Transmisi	<i>Gear</i>
No	Tuntutan Sekunder	Deskripsi
1.	Kapasitas	2-3 m/jam
2.	Sistem Kendali Kecepatan	Merupakan komponen yang berfungsi untuk mempermudah pengaturan mesin saat digunakan, pada bagian penggerak yang dapat diatur kecepatannya.
No	Keinginan	
1.	Mudah dalam perawatan	
2.	Ergonomis	
3.	Aman saat dioperasikan	
4.	Mudah dioperasikan	
5.	Kokoh	
6.	Kontruksi sederhana	
7.	Desain menarik	

Pada tahap ini, dijelaskan mengenai hasil dari gambar rancangan yang telah dibuat. Hasil rancangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Rancangan yang dipilih didasarkan pada aspek-aspek daftar tuntutan, referensi

3.2. Sub Bab Perakitan

Pada tahap ini komponen yang sudah selesai dibuat akan dilakukan tahap perakitan atau proses *assembly* sesuai dengan gambar

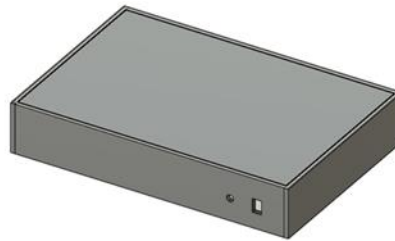
dari sumber sebelumnya, serta hasil studi lapangan yang telah dilakukan. Daftar tuntutan dapat dilihat pada Tabel 1.

kerja. Proses eksperimen dilakukan melalui tahap persiapan, yaitu dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk merancang mesin filament extruder, termasuk

hopper, barrel, nozzle, dudukan *barrel*, pilar, dan rangka [8].

Berikut dibawah ini perakitan mesin pembuatan filament 3D *printing* dari kemasan mineral:

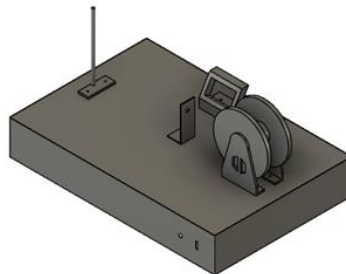
1. Menyiapkan dudukan mesin yang telah dibuat. dudukan mesin pembuatan filament 3D *printing* dari kemasan mineral ini dikerjakan menggunakan mesin gerinda potong dan palu. Dudukan mesin bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Dudukan Mesin

2. Langkah yang kedua yaitu pemasangan dudukan *heater block*, dudukan penggulung filament, dudukan led, dan dudukan motor stepper nema 17 pada permukaan dudukan mesin, lalu pasang elemen pengikat berupa baut

dan mur. Dan pemasangan thermocouple digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi suhu pada elemen pemanas [9]. *Assembly* mesin bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Assembly* Mesin

3.3. Sub Bab Uji Coba

Ketika seluruh komponen mesin mesin pembuatan filament 3D *printing* dari kemasan mineral, Setelah seluruh proses perancangan dan perakitan selesai, diperlukan pengujian untuk memastikan apakah alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya [9]. dilakukan lah beberapa

uji coba terhadap kerja mesin pembuatan filament 3D *printing* dari kemasan mineral.

Pengujian Pertama: Pada pengujian pertama gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian arduino yang dipakai terjadi konslet dan terbakar pada kaki kabel *jumper*. Kerusakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerusakan Arduino Uno

Masalah yang ditemukan pada saat pengujian pertama yaitu pada bagian nema 17 yang digunakan belum di setting pada keluaran voltase nya, karena pada standart keluaran dari nema 17 adalah 12v Arduino tidak dapat menampung daya sebesar itu dan terjadinya konslet pada komponen tersebut pada saat pengoperasian, solusi yang dilakukan yaitu mengecek kembali keluaran dari nema 17 menggunakan multitester dan di

setting keluaran voltase agar dapat kembali berfungsi dengan baik.

Pengujian Kedua: Pada pengujian pertama gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian DRV8825 yang dipakai terjadi konslet dan terbakar pada kabel *jumper*. Kerusakan DRV8825 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerusakan DRV8825

Masalah yang ditemukan pada saat pengujian kedua yaitu pada bagian DRV8825 yang digunakan mengalami gagal produk dari pabrik, karena pada DRV8825 di kaki kabel *jumper* terdapat kesalahan dalam proses solder yang mengakibatkan kaki dari masukan fasa dan *ground* tersambung dan terjadinya konslet pada komponen tersebut pada saat pengoperasian, solusi yang dilakukan yaitu mengecek komponen yang digunakan apakah baik dan tidak terdapat cacat pada produk tersebut sehingga rangkaian dapat kembali berfungsi dengan baik.

Pengujian Ketiga: Pada pengujian ketiga gagal dalam proses menghidupkan mesin, terjadi masalah pada mesin, yaitu pada bagian *power supply* yang dipakai terjadi konslet dan terbakar.

4. SIMPULAN

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir rancang bangun mesin pembuatan *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral yaitu sebagai berikut:

1. Mesin pembuatan *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral dirancang menggunakan metode perancangan VDI 2222 dimana konsep yang digunakan dioptimalkan untuk dibuat melalui proses pemesinan di Bengkel Polmanbabel.
2. Mesin pembuatan *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral belum mampu melakukan proses pembuatan *filament*

dengan baik sesuai seperti yang diharapkan, dari hasil pengujian masih gagal dalam proses pengoperasian mesin dikarenakan permasalahan dari rangkaian listrik.

Berikut merupakan beberapa saran yang bisa dipertimbangkan untuk pengembangan rancangan mesin pembuatan *filament* 3D *printing* dari kemasan mineral pada penelitian selanjutnya:

1. Pada motor penggerak dapat diubah menjadi motor DC dikarenakan pertimbangan dari kesulitan dalam rangkaian listrik dan program untuk menjalankan motor *stepper* nema 17.
2. Pada dudukan mesin dapat diubah dengan lebih sederhana, dikarenakan bobot yang terlalu berat sehingga kesulitan dalam pemindahan mesin.
3. Sebelum merangkai sistem listrik disarankan melakukan simulasi di *software* terlebih dahulu agar meminimalisir terjadinya konslet pada saat merangkai rangkaian listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rahmi, N., & Selvi, S. (2021). Pemungutan Cukai Plastik Sebagai Upaya Pengurangan Sampah Plastik. Jurnal Pajak Vokasi (JUPASI), 2(2), 66-69.
- [2] Taufik, M., Lubis, G. S., & Ivanto, M. Rancang Bangun Mesin Pultrusion

- Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET. JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin, 4(1), 01-08.
- [3] Saputra, W. R., Suzen, Z. S., & Pristiansyah, P. (2023). Pengaruh Parameter Proses terhadap Kuat Tarik Produk Hasil 3d Printing Menggunakan Filamen ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate). J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin, 7(2), 73-78.
- [4] Mahfud, R., Adi, Y. S., & Burhanuddin, A. (2020). Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Metode Penarik Dan Penggulung Otomatis. In Proceeding Science and Engineering National Seminar (Vol. 5, No. 1, pp. 544-553).
- [5] Johnson, A., Smith, B., & Doe, C. (2019). Design and Development of a Filament Maker for 3D Printing. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 6(9), 120-127.
- [6] Smith, B., Johnson, A., & Brown, D. (2016). Utilization of Mineral Packaging Waste as Filament Feedstock in 3D Printing. Journal of Materials Processing Technology, 238, 157-164.
- [7] Dahlan M, Gunawan B, Hilyana F.S, 2017, Rancang Bangun Printer 3D Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560, Prosiding SNATIF ke-4 Tahun 2017.
- [8] 8. R. A. Tya, Y. Setyoadi dan A. Burhanudin 2020, Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Hasil Acrylonitrile Butadiene Styrene (Abs).
- [9] 9. Abil Syafiqur Rohman , Faisal Ashari , Rizky Stighfarrinata 2024, Perancangan Ulang Mesin Filamen Ekstruder Pada Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Semi Otomatis.
- [10] 10. Dodi Iskandar , Aditya Sumardi Sunarya, Gamawan Ananto 2019 Rancang Bangun Filament Extruder Machine Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene Sebagai Bahan Baku 3d Printer