

Rancang Bangun Mesin *Extruder Filamen* 3D Printing

Iqbal Firmansyah¹, Angga Sateria^{1*}, Nanda Pranandita¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : toleigbal@gmail.com

Received: 7 Januari 2025; Received in revised form: 8 Januari 2025; Accepted: 14 Januari 2025

Abstract

The 3D printer filament extruder is a machine used to melt and extrude filament for 3D printing processes. Thermoplastics are one type of plastic commonly used in filament production due to their durability, strength, and easy to shape, making them a preferred material for filament manufacturing. Filament is produced through an extrusion process using a machine equipped with a high-temperature heating system to shape the filament. The aim of this research is to design, construct, and test a 3D printing filament extruder to produce filament. This research produces a 3d printing filament extruder machine with a vertical position that uses a DC motor as a driving mechanism, while chains and sprockets are used to reduce rotation and increase rotational torque. Based on the results of the trials conducted, the barrel temperature of 250°C and the screw rotation speed of 5 RPM which produces a filament diameter that is close to the standard for filament use with an average filament diameter of 1.97 mm.

Keywords: Plastic ; Extruder ; Screw ; Nozzel ; Filament.

Abstrak

Mesin extruder filamen 3D printer adalah mesin yang digunakan untuk mencairkan dan mengekstrusi (mengeluarkan) filamen yang digunakan untuk proses 3d printing. Termoplastik adalah salah satu jenis plastik yang digunakan dalam produksi filamen, dengan karakteristik ketahanan, kekuatan, dan mudah dibentuk, menjadikannya bahan yang disukai untuk pembuatan filamen. Filamen diproduksi melalui proses ekstrusi menggunakan mesin yang dilengkapi dengan sistem pemanas bersuhu tinggi untuk membentuk filamen. Tujuan penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji mesin extruder filamen 3d printing sehingga menghasilkan filamen. Penelitian ini menghasilkan mesin extruder filamen 3d printing dengan posisi vertikal yang menggunakan motor dc sebagai mekanisme penggerak, sedangkan rantai dan sprocket digunakan untuk mereduksi putaran dan meningkatkan torsi putaran. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, suhu barrel 250°C dan kecepatan putar screw sebesar 5 RPM yang menghasilkan diameter filamen yang mendekati standar pemakaian filamen dengan rata rata diameter filamen sebesar 1,97 mm.

Kata kunci: Plastik ; Extruder ; Ulir ; Nozzel ; Filamen.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi kini berkembang dengan pesat berkat pengetahuan manusia yang semakin tinggi. Salah satu terobosan terbaru dalam dunia teknologi adalah 3d printing. 3d printing merupakan alat yang digunakan untuk membuat benda bentuk tiga dimensi bukan hanya sekedar gambar atau teks di dalam kertas. Dengan 3d printer berbagai macam benda termasuk prototype dapat dicetak dengan mudah [1]. Pada penggunaan 3d printer, filamen memiliki

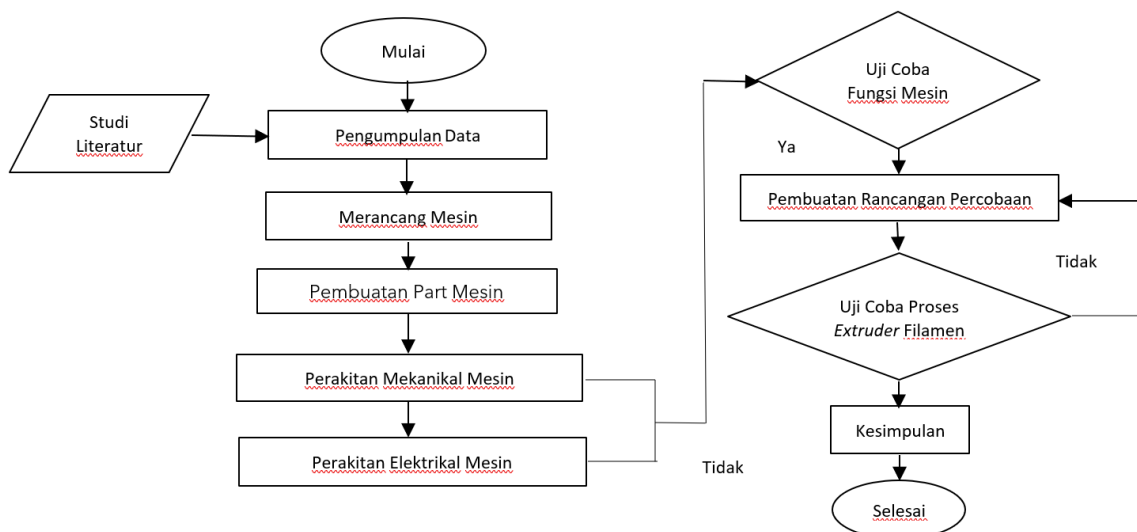
peran penting sebagai bahan yang dipakai untuk pembuatan desain dari perangkat lunak komputer yang ingin dicetak [2]. Proses pencetakan 3d printing, menggunakan berbagai ukuran diameter filamen, akan tetapi ukuran diameter yang sering digunakan adalah 1,75 mm [3]. Terdapat beberapa jenis bahan yang dapat dibuat menjadi filamen. Salah satu bahan yang sering digunakan untuk membuat filamen 3d printer adalah termoplastik. Bahan tersebut mempunyai kelebihan sifat

yang tangguh, kuat dan gampang dibentuk. Thermoplastik ini memiliki sifat yang jika dipanaskan akan mengalami perubahan bentuk dan jika didinginkan akan mengeras. Selain itu thermoplastik juga mempunyai kelebihan dapat didaur ulang secara terus menerus. Dari kelebihan bahan ini dihasilkan filamen yang akan semakin tinggi juga kualitasnya [4]. Terdapat dua jenis filamen yang sering dipakai yang dapat dibeli di pasaran. Material yang pertama terbuat dari acrylonitrile butadiene styrene (ABS). Material ABS adalah bahan yang banyak digunakan untuk filamen mesin 3d printer. Filamen ini memiliki kelebihan stabil akan paparan suhu kimia, sedangkan kekurangannya yaitu tidak dapat diuraikan secara alami dikarenakan plastik sintetis untuk filamen ini membutuhkan suhu yang tinggi dengan penggunaan daya yang besar. Material kedua yang dapat dibeli di pasaran yaitu Polylactic acid (PLA). Material PLA merupakan filamen yang sering digunakan. Dikarenakan mempunyai bahan baku yang alami, PLA menjadi mudah terurai jika dibuang ke tanah. Selain itu harga filamen ini dijual dengan harga cenderung murah. Kelebihan lain dari PLA yaitu daya yang rendah untuk proses pencairannya. Kekurangan material PLA adalah mudah meleleh pada saat suhu tinggi [5]. Extruder pada thermoplastik adalah proses ekstrusi biji atau cacahan plastik menggunakan suatu

alat dengan suhu tinggi yang dapat melelehkan plastik sehingga dapat dibentuk yang menghasilkan filamen [6]. Prosedur proses ekstruksi umumnya dimulai dengan memasukkan biji plastik ke dalam *hopper* mesin, kemudian biji plastik akan terbawa oleh *screw* kedalam *barrel*. *Barrel* mempunyai sistem pemanas (*heater*) sehingga biji plastik akan meleleh, kemudian plastik cair dikeluarkan melalui *nozzle* dalam bentuk filamen sesuai geometri filamen pada umumnya [7]. Setelah mempertimbangkan bahwa filamen memainkan peran penting dalam proses 3d printing, dan diketahui bahwa harga filamen yang tinggi [8]. Oleh karena itu, Penelitian ini merancang, membuat dan menguji mesin ekstruder filamen 3d printing guna mempermudah pengoperasian peralatan dan mengurangi biaya. Bahan plastik yang akan dibentuk menjadi filamen menggunakan mesin extruder filamen 3d printing adalah Akrilonitril Butadiena Stiren (ABS).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat mesin extruder filamen sehingga menghasilkan filamen. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Tujuan dibuatnya diagram alir penelitian adalah untuk membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian secara teratur, terarah dan terencana.

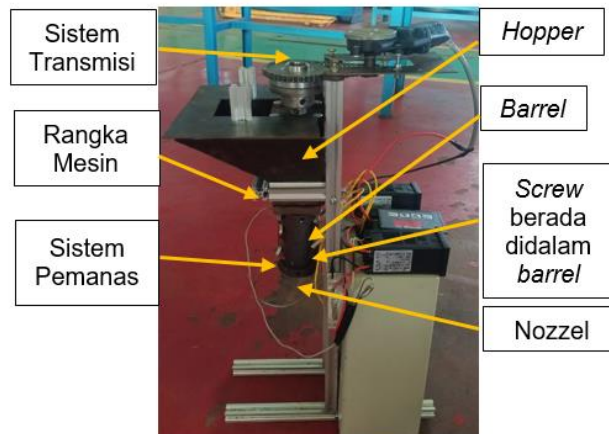


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Mesin Extruder Filamen

Mesin ini didesain dan dibuat dengan tujuan untuk memproduksi filamen yang dapat digunakan untuk proses 3D print, dengan harapan dapat mengurangi biaya bagi pengguna. Bahan yang digunakan

untuk produksi filamen adalah pelet plastik ABS. Mesin ini digerakkan oleh motor DC dan dilengkapi dengan sistem transmisi rantai dan sproket seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Extruder Filamen 3D printing

Dalam penelitian ini, bagian mesin terdiri dari *hopper*, *Barrel*, *Screw*, nozzle, sistem pemanas, rangka mesin, dan sistem transmisi. *Hopper* terbuat dari plat besi setebal 2mm dengan dimensi tinggi 155mm, lebar 250mm, dan panjang 165mm. *Hopper* berfungsi sebagai wadah untuk memasukkan pelet plastik ke dalam barrel berbentuk silinder. *Barrel* tersebut memiliki panjang 200mm dengan diameter 38mm dan terbuat dari material stainless steel. Di dalam barrel, terdapat *screw* yang berfungsi untuk mengekstrusi pelet plastik, didukung oleh sistem pemanas (*heater*) dan dilengkapi dengan sensor suhu untuk memantau naik turunnya suhu pemanasan [9]. *Screw* mesin terbuat dari material stainless steel, memiliki panjang 248mm, diameter 25mm, dan lebar sirip 3mm. Di bagian bawah *barrel* terdapat nozzle yang berfungsi sebagai cetakan dengan diameter lubang nozzle sebesar 1,5mm. Rangka mesin dibuat menggunakan profil aluminium dengan dimensi tinggi 605mm dan lebar 355mm. Sistem penggerakannya menggunakan motor DC universal. Sistem transmisi menggunakan rantai dan sproket. Sistem transmisi menghubungkan antara poros *screw* dan motor, yang berfungsi untuk mereduksi putaran dan meningkatkan torsi motor atau sebaliknya [10]. Rantai dan sproket sebagai sistem transmisi memiliki keunggulan yaitu

pemakaian yang tahan terhadap suhu tinggi. Mesin ekstruder filamen ini dirakit menggunakan elemen pengikat baut dan mur. Penggunaan elemen pengikat tersebut memberikan keuntungan berupa sambungan yang sederhana dan mudah. Dalam penelitian ini, mesin tersebut dibuat untuk menghasilkan filamen 3d printing, dengan mengumpulkan data mengenai ukuran diameter rata-rata filamen yang dihasilkan oleh mesin.

2.2 Proses Eksperimen

Eksperimen yang dapat dilakukan pada mesin ekstruder filamen untuk 3D printing melibatkan evaluasi kinerja mesin dalam menghasilkan filamen dengan kualitas dan ukuran yang konsisten bagi pengguna 3D printing. Setelah merakit komponen dan menyiapkan mesin, pelet plastik ABS dipersiapkan sebagai bahan uji. Hasil uji akan dicatat dan diukur menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan pada kecepatan 5, 11, dan 17 rpm, serta suhu 220°C, 250°C, dan 280°C. Diameter rata-rata filamen yang dihasilkan pada setiap pengujian akan dihitung dari hasil pengukuran. Setiap percobaan mesin akan menggunakan suhu tertentu, dan pengaturan rpm yang berbeda. Masing-masing parameter yang telah ditentukan

akan diuji tiga kali. Ketika filamen hasil ekstrusi mengeras, pengukuran dapat dilakukan. Diameter filamen tersebut diukur

menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,02mm. Tabel desain eksperimen di tunjukkan pada Tabel 1 .

Tabel 1. Design Eksperimen

Eks.	Suhu	RPM
1	220°C	5
2	220°C	11
3	220°C	17
4	250°C	5
5	250°C	11
6	250°C	17
7	280°C	5
8	280°C	11
9	280°C	17

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil uji coba mesin ekstruder filamen 3D akan dibagi menjadi tiga bagian dengan pengaturan suhu dan kecepatan putaran (RPM) yang berbeda. Setiap parameter pengaturan akan dilakukan sebanyak tiga kali pengujian. Sebagai contoh, pada suhu 220°C dan 5RPM, filamen yang dihasilkan akan diambil sampelnya sebanyak tiga kali. Setiap sampel diambil tiap 10mm panjang filamen yang merupakan hasil ekstrusi dari nozzle. Dengan demikian, tiga sampel filamen akan dihasilkan pada pengaturan 220°C dan RPM 5. Ketiga filamen ini kemudian diukur menggunakan jangka sorong, dan dilakukan pencatatan pada tiap

uji cobanya. Langkah terakhir yaitu menghitung hasil rata-rata diameter filamen.

3.1 Hasil Uji Coba Mesin Extruder Filamen 3D Printing Pada Suhu 220°C Dengan RPM 5, 11 Dan 17

Uji coba mesin ekstruder filamen 3d printing yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan mesin membuat filamen dengan hasil diameter filamen yang diinginkan dan konsistensi diameter filamen. Pada uji coba ini suhu ekstrusi sebesar 220°C dengan tiga variasi kecepatan putaran screw yaitu sebesar 5, 11 dan 17 RPM. Hasil uji coba tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Diameter Filamen Pada Suhu 220°C Dengan Kecepatan 5, 11, dan 17 RPM

Suhu	RPM	Spesimen 1 (mm)	Spesimen 2 (mm)	Spesimen 3 (mm)	Rata Rata (mm)
220°C	5	2,20	2,0	2,18	2,12
220°C	11	2,92	2,82	2,76	2,76
220°C	17	3,42	3,42	3,62	3,4

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa mesin dengan suhu *barrel* sebesar 220°C dan kecepatan putaran screw sebesar 5 RPM menghasilkan rata rata diameter filamen sebesar 2,12 mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* sebesar 220°C dan kecepatan putaran screw sebesar 11 RPM menghasilkan rata-rata diameter

filamen sebesar 2,76mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* 220°C dan kecepatan putaran screw sebesar 17 RPM menghasilkan rata-rata diameter filamen sebesar 3,4mm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran screw semakin besar diameter filamen yang dihasilkan.

3.2 Analisis Hasil Filamen Pada Suhu 250°C Dengan RPM 5, 11 Dan 17

Pada uji coba ini akan dilakukan menggunakan suhu *barrel* sebesar 250°C

dan kecepatan putaran *screw* (RPM) yang di pakai masih sama yaitu 5, 11 dan 17 RPM. Hasil uji coba ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Diameter Filamen Pada Suhu 250°C Dengan Kecepatan 5, 11 dan 17 RPM

Suhu	RPM	Spesimen 1 (mm)	Spesimen 2 (mm)	Spesimen 3 (mm)	Rerata (mm)
250°C	5	2,14	1,98	1,8	1,97
250°C	11	2,92	2,76	2,7	2,7
250°C	17	3,16	2,86	2,9	2,9

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa mesin dengan suhu *barrel* sebesar 250°C dan kecepatan putaran *screw* sebesar 5 RPM menghasilkan rata rata diameter filamen sebesar 1,97mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* sebesar 250°C dan kecepatan putaran *screw* sebesar 11 RPM menghasilkan rata-rata diameter filamen sebesar 2,7mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* 250°C dan kecepatan putaran *screw* sebesar 17 RPM menghasilkan rata-rata diameter filamen sebesar 2,9mm. Dari data tersebut dapat

disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran *screw* semakin besar diameter filamen yang dihasilkan.

3.3 Analisis Hasil Filamen Pada Suhu 280°C Menggunakan RPM 5, 11 Dan 17

Pada uji coba ini akan dilakukan menggunakan suhu *barrel* sebesar 250°C dan kecepatan putaran *screw* (RPM) yang di pakai masih sama yaitu 5, 11 dan 17 RPM. Hasil uji coba ditunjukkan Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Diameter Filamen Pada Suhu 280°C Dengan Kecepatan 5, 11, dan 17

Suhu	RPM	Spesimen 1 (mm)	Spesimen 2 (mm)	Spesimen 3 (mm)	Rerata (mm)
280°C	5	2,46	2,52	2,68	2,5
280°C	11	3,14	3,16	3,08	3,1
280°C	17	3,24	3,10	3,26	3,2

Berdasarkan hasil dari pengukuran tabel 4. tersebut, Mesin dengan suhu *barrel* sebesar 280°C dan kecepatan putar *screw* sebesar 5 RPM menghasilkan rata rata diameter filamen sebesar 2,5 mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* sebesar 280°C dan kecepatan putaran *screw* sebesar 11 RPM menghasilkan rata rata diameter filamen sebesar 3,1 mm. Uji coba menggunakan suhu *barrel* 280°C dan kecepatan putar *screw* sebesar 17 RPM menghasilkan rata rata diameter filamen sebesar 3,2 mm. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putaran *screw* semakin besar diameter filamen yang dihasilkan.

4. SIMPULAN

Telah dirancang dan dibuat mesin extruder filamen 3d printing. Bagian mesin terdiri dari *hopper*, *barrel*, *screw*, *nozzel*, sistem transmisi dan rangka mesin. Hasil uji coba telah dilakukan menggunakan suhu *barrel* sebesar 220°C, 250°C dan 280°C dan setiap suhu menggunakan tiga kecepatan putar *screw* sebesar 5, 11 dan 17 RPM. Berdasarkan hasil pengujian mesin, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar *screw* semakin besar diameter filamen yang dihasilkan. Hal ini berlaku pada pengujian suhu yang berbeda. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, suhu *barrel* 250°C dan kecepatan putar

screw sebesar 5 RPM yang menghasilkan diameter filamen yang mendekati standar pemakaian filamen dengan rata rata diameter filamen sebesar 1,97 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Manufaktur Bangka Belitung, Jurusan Teknik Mesin, atas dukungan yang diberikan berupa fasilitas dan peralatan laboratorium. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manufaktur Bangka Belitung atas bantuan yang diberikan dalam menyelesaikan penelitian ini. Selain itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.T., dan Bapak Nanda Pranandita, S.S.T., M.T., atas bantuan yang sangat berharga selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. BagasAdhiatma, *Rancang Bangun 3D Printer*. Semarang, 2022.
- [2] R. Mahfud, Y. Setyoadi, and A. Burhanudin, "Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Ardiuno Mega2560 Dengan Metode Penarik Dan Penggulung Otomatis," *Sci. Eng. Natl.*, vol. 5, no. Desember, pp. 544-553, 2020, [Online]. Available: <http://conference.upgris.ac.id/index.php/sens/article/view/1526>
- [3] M. Rasid, S. Suparjo, D. Tafrant, O. F. Homzah, and S. Ma'arif, "Analisa Pengaruh Kemiringan Sudut Screw Extruder Pada Proses Pembuatan Filament 3D Printer Pada Mesin Ekstrusi Single Screw," *Austenit*, vol. 14, no. 1, pp. 54-60, 2022, doi: 10.53893/austenit.v14i1.4445.
- [4] H. Tondi, "Rancang Bangun Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer," *Skripsi Tek. Mesin, Fak. Teknol. Ind. Univ. Islam Indones.*, pp. 1-66, 2019, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/14157/Skripsi14525044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] B. wijayanto Atmoko, "29. Pengembangan Mesin Ekstruder Single Screw Untuk Mendaur Ulang Limbah 3D Printing Pengembangan Mesin Ekstruder Single Screw," pp. 1-35, 2022.
- [6] N. P. Parahdiba, I. Abdullah, and D. F. F. Roji, "Rancang Bangun Mesin Ektrusi Pembuat Filamen," 2021.
- [7] A. T. Prakoso, S. Davin, N. Y. Mahendra, M. A. A. Saputra, and H. Basri, "Pemanfaatan Limbah Plastik Dalam Pembuatan Filamen 3D Printer Menggunakan Mesin Ekstrusi Pada Lab Konversi Energi Universitas Sriwijaya," *J. Pelita Sriwij.*, vol. 1, no. 2, pp. 043-052, 2022, doi: 10.51630/jps.v1i2.69.
- [8] E. M. Hasiri, L. Raufun, and L. M. I. Kalbi, "Impelementasi Extruder Geetech Mk8 Pada Prototype Printer 3D Menggunakan Arduino Dan Ramps 1.4 Control Boards Implementation Of Geeetech Mk8 Extruder On 3D Printer Prototype Using Arduino And Ramps 1.4 Control Boards," *J. Inform.*, vol. 11, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.unidayan.ac.id/index.php/JIU>
- [9] I. Sujana and R. A. Wicaksono, "Rancang Bangun Alat Ekstruder Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Polypropylene Dan Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Filamen 3D Printing," *J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 20-26, 2022.
- [10] A. Djafar and M. A. Fatoni, "Perancangan Mesin Single Screw Extruder Untuk Daur Ulang Plastik Ldpe Menjadi Filament Feed 3D Printing," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 26, no. 3, pp. 205-217, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i3.4416.