

Desain Mesin *Filament Extruder*

Muhammad Fajar Ar Rakhman G¹, Siti Aisyah², Handri Toar³

Program Studi Mekatronika, Jurusan Elektronika Politeknik Negeri Batam,
Jl. Ahmad Yani, Kelurahan Tlk. Tering, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Provinsi Kepulauan
Riau, 29461

Email: fajararrakhman@gmail.com

Abstrak

Salah satu masalah besar yang ada di Negara Indonesia yaitu menumpuknya jumlah sampah plastik, sampah plastik tidak hanya menjadi masalah di daratan namun juga di lautan. Dampak negatif dari plastik ialah sulit diurai secara alamiah sehingga mencemari lingkungan, salah satu cara untuk mengatasi persoalan pencemaran sampah plastik adalah dengan cara mendaur ulang plastik tersebut menjadi sebuah *Filament*. *Filament* adalah salah satu bahan yang digunakan untuk membuat produk 3D mensi, sebelum dibuat menjadi *Filament* plastik di cacah terlebih dahulu menjadi biji plastik hal ini untuk mempermudah proses ekstrusi. Dalam perancangan ini mesin *Filament Extruder* berfungsi merubah biji plastik menjadi *Filament* dengan titik leleh tertentu. Dan dalam pengujian alat ini dapat dihasilkan *Filament* dengan diameter rata-rata 2 mm, waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan barrel untuk memulai proses pengoperasian yaitu ± 20 menit.

Kata kunci: 3D Printing, *Filament Extruder*, PLA, HIPS, ABS, HDPE

I. LATAR BELAKANG

Salah satu masalah yang ada di Negara Indonesia adalah menumpuknya jumlah sampah plastik. Penggunaan plastik yang tidak ramah lingkungan menyebabkan berbagai masalah lingkungan hidup yang serius. Sampah plastik tidak hanya menjadi masalah di daratan, namun juga di lautan. Dampak negatif plastik sendiri sulit diurai secara alamiah sehingga mencemari lingkungan. Untuk mengatasi persoalan pencemaran sampah plastik kita dapat berkontribusi dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan cara mendaur ulang. Daur ulang dapat mengurangi jumlah sampah berbahan plastik yang dibuang, dan juga dapat menjadi salah satu peluang usaha. Hampir semua jenis plastik dapat didaur ulang.

Plastik digolongkan menjadi beberapa jenis, seperti Polyethylene Terephthalate (PET or PETE), High Density Polyethylene (HDPE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Poly Lactic Acid (PLA) dan lain-lain. Beberapa jenis plastik ini memiliki karakteristik kuat dan juga ada yang sangat mudah didaur ulang. Beberapa jenis plastik yang dapat didaur ulang dan juga merupakan sampah yang banyak ditemukan berjenis HDPE, PLA, ABS dan HIPS. Proses mendaur ulang jenis plastik ini adalah dengan cara dirubah menjadi sebuah *Filament*. *Filament* merupakan material yang digunakan untuk membuat suatu produk 3D mensi. *Filament* yang biasa digunakan bergantung pada sifat dan temperatur leleh material yang dibutuhkan [3].

Maka dari itu penulis merancang sebuah alat

untuk mendaur ulang bahan plastik menjadi *Filament*. Penulis mengambil judul "Desain Mesin *Filament Extruder*" dimana judul yang penulis ambil berkaitan dengan proses pembuatan *Filament* berbahan dasar dari plastik.

II. DASAR TEORI

Secara umum ekstrusi pada termoplastik adalah suatu proses pembentukan material dengan cara dipanaskan hingga mencapai titik leleh dan melebur akibat panas dari luar atau akibat panas gesekan yang kemudian dialirkan ke cetakan oleh *screw* untuk menghasilkan material dengan bentuk penampang sesuai dengan bentuk lubang cetakan (*die*). Proses ekstrusi adalah proses continue yang menghasilkan beberapa produk seperti, film plastik, tali rafia, pipa, pelat, embaran plastik, fiber, *Filament*, selubung kabel, dan beberapa produk lainnya [4]. Dalam perancangan ini terdapat beberapa dasar teori yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian dan perancangan. Adapun dasar teori yang dapat dipakai adalah sebagai berikut:

A. Mesin 3D Printing dan *Filament*

Berikut gambar mesin 3D printing dan *Filament*



Gambar 1 Mesin 3D Printing



Gambar 2 Filament

Mesin 3D printing adalah mesin yang mengambil Filament dan menggunakan Fused Deposition Method (FDM) atau teknologi rippap untuk membuat produk 3D printing. 3D printing membuat produk lapis demi lapis, pencetakan ketebalan lapisan dalam printer ini bervariasi dari 0,01 mm hingga 0,04 mm. Filament yang digunakan dalam 3D printing bervariasi dari 1,75 mm hingga 3 mm. Ada banyak jenis bahan yang bisa dijadikan sebagai Filament, Thermoplastic salah satunya semakin kuat dan bagus bentuk Filament yang dihasilkan maka semakin tinggi pula kualitas Filament tersebut.

B. Plastik

Berikut contoh plastik yang digunakan:



Gambar 3 Botol plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang. Salah satu jenis plastik adalah Polyethylene (PE). Polietilen dapat dibagi menurut massajenisnya menjadi dua jenis, yaitu:

- 1) Low Density Polyethylene (LDPE)
LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C.
- 2) High Density Polyethylene (HDPE)
HDPE ber massa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/mL, dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh di atas 127°C (beberapa macam sekitar 135°C)

Plastik digolongkan menjadi 2 jenis yaitu:

1) Thermoplastic

Thermoplastic adalah jenis plastik yang melunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan. Proses ini dapat dilakukan berulang-ulang sehingga plastik ini dapat didaur ulang. Jenis plastik yang termasuk golongan Thermoplastic adalah HDPE, LDPE, PE, PVC, PS, PP dan PLA.

Di bawah ini adalah table untuk temperatur leleh proses Thermoplastic

Tabel 1
Temperatur leleh proses Thermoplastic

Processing Temperature Rate		
Material	°C	°F
ABS	180 - 240	365 - 464
Acetal	185 - 225	365 - 437
Acrylic	180 - 250	356 - 482
Nylon	260 - 290	500 - 554
Poly Carbonat	280 - 310	536 - 590
LDPE	160 - 240	320 - 464
HDPE	200 - 280	392 - 536
PP	200 - 300	392 - 572
PS	180 - 260	356 - 500
PVC	160 - 180	320 - 365

2) Thermoset

Thermoset adalah jenis plastik yang tidak bisa didaur ulang kembali. Hal ini dikarenakan jika plastik ini dipanaskan akan menimbulkan kerusakan pada molekul-molekulnya. Contoh dari plastik ini adalah resin dan bakelit.

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk melakukan proses pengolahan plastik yaitu:

- Injection molding yaitu proses pembentukan biji plastik dengan cara memasukkan biji plastik ke dalam barrel panas dan diinjeksikan dengan screw menuju cetakan. Setelah dingin plastik kemudian didorong oleh pompa hidrik.
- Proses ekstrusi yaitu proses untuk membuat benda berpenampang tetap. Proses ini hampir sama dengan injection molding yaitu plastik didinginkan dalam barrel dan ditransfer dengan screw.
- Proses thermoforming yaitu proses pembuatan benda berbentuk lembaran dengan menggunakan daya hisap atau tekan.
- Proses blow molding yaitu proses untuk membuat benda berongga. Cara kerja alat ini hampir sama dengan cara ekstrusi hanya saja dikembangkan dengan menambah cetakan dan mekanis menekan dan gas.

C. Motor DC

Berikut gambar motor DC yang dipakai untuk alat:



Gambar 4 Motor DC

D. Bahan Alumunium

Berikut adalah contoh gambar dari bahan alumunium



Gambar 5 Alumunium

Alumunium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Berat jenis alumunium adalah 2,643 kg/m³ cukup ringan dibandingkan logam lain. Kekuatan alumunium yang berkisar 83-310 MPa dapat melai pengerjaan dingin atau pengerjaan panas. Di pasaran Alumunium ditemukan dalam bentuk kawat fil, lembaran pelat dan profil. Semua paduan alumunium dapat dibentuk, dimesin, dilas atau dipatri. Alumunium selain mudah difabrikasi alumunium memiliki titik lebur yang tinggi yakni antara 660°C – 760°C.

Sifat-sifat fisik dan mekanik alumunium terlampir pada tabel berikut :

Tabel 2

Sifat-sifat fisik alumunium

Sifat - sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (200 °C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653 – 657
Panas jenis (cal/g. 0 °C) (1000 °C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan listrik koefisien temperature (10 °C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuai (200 °C – 1000 °C)	23,86 x 10-6	23,5 x 10-6
Jenis kristal, konstanta kisi	fcc, a = 4,013 kX	fcc, a = 4,04 kX

Tabel 3

Sifat-sifat mekanik alumunium

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75 % dirol dingin	Dianil	H 18
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan(%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan <i>Brinell</i>	17	27	23	44

E. Barrel

Barrel merupakan komponen utama pada mesin ekstrusi. Barrel adalah komponen pasangan screw yang berbentuk selongsong yang merupakan ruang pemanas dimana screw berada didalamnya. Barrel berfungsi sebagai tempat proses plastisitasi, tempat dimana proses pengumpanan, pemanasan, dan pengadukan. Oleh karenanya barrel dirancang sedemikian rupa, sehingga dapat dijadikan tempat pemasangan elemen pemanas dan nozzle(die).

F. Band Heater

Berikut gambar untuk band heater :



Gambar 6 Band Heater

Band Heater atau elemen pemanas adalah sebuah bahan yang bisa menghasilkan panas dari proses konversi energi listrik menjadi energi panas. Panas yang dihasilkan berbanding lurus dengan nilai hambatan listrik. Jika hambatan listrik makin besar, maka panas yang dihasilkan makin besar pula, begitupun sebaliknya. Salah satu luaran yang diharapkan dari pemilihan alat ini yaitu bahwa alat ini bisa meredam radiasi yang terjadi akibat panas yang ditimbulkan.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Metode Tahapan Pembuatan

a. Persiapan

Dalam hal pembuatan alat ini diperlukan persiapan tentang konsep, cara dan apa saja yang dibutuhkan saat pengerjaan alat seperti :

- 1) Pemahaman teori dasar tentang sistem ini.
- 2) Mencari referensi dari banyak sumber.
- 3) Mendapatkan alat dan bahan yang sesuai untuk perancangannya ini.

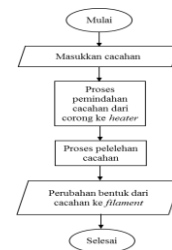
b. Perancangan Alat

Proses perancangan alat dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7 Blok Diagram Alat

Secara garis besar alat ini akan bekerja mulai dari memasukkan cacahan plastik kedalam mesin *Filament Extruder*, kemudian mesin akan melakukan proses pemdahan cacahan plastik dan menghasilkan bentuk *Filament*. Flowchart mesin digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8 Flowchart Mesin

Cara kerja mesin ini adalah dengan memasukkan cacahan plastik ke dalam corong/hopper lalu cacahan plastik akan berpindah yang akan dipandu oleh *screw* dari corong/hopper melalui barrel menuju *Band Heater*, setelah mencapai ke *Band Heater* cacahan plastik akan dididihkan dengan suhu yang tinggi. *PID controller* akan menjadi pengatur suhu pada *Band Heater*.

c. Pengerjaan dan Pengujian Alat

Dalam hal ini meliputi:

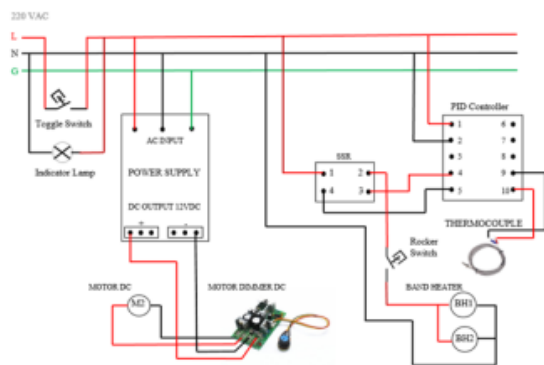
- Mendesain mesin *Filament Extruder*
- Merakit dan menguji mesin yang dibuat

B. *Wiring Diagram* dan Perancangan Desain Mekanik

a. *Wiring Diagram*

Desain *wiring* dibuat menggunakan *Microsoft Word*, dengan mencantumkan simbol dan gambar komponen lengkap dengan terminal atau titik penyambungan dari satu komponen ke komponen lainnya.

Berikut adalah gambar dari *wiring diagram* dan perancangan desain mekanik



Gambar 9 *Wiring Diagram*

b. Pemilihan *Band Heater*

Dalam pemilihan kapasitas dan jumlah *Band Heater*, penulis melakukan percobaan dengan memanaskan aluminium yang memiliki ketebalan 6mm menggunakan satu *Band Heater* dengan daya 200w.

Dari hasil percobaan tersebut didapatkan beberapa data, yaitu:

- 1) *Band Heater* dengan daya 200W dapat memanaskan aluminium sampai dengan suhu 300°C, namun suhu dapat turun 1°C sampai 3°C jika terkena hembusan angin.
- 2) Lama pemanasan dari suhu 30°C sampai dengan 300°C sekitar ±35 menit dari hasil percobaan tersebut maka penulis menggunakan dua *Band Heater* dalam merancang mesin *Filament Extruder* ini, agar dalam proses pemanasan barrel lebih cepat dan suhu tidak cepat turun jika mesin terkena angin secara langsung.

c. Pemilihan motor DC

Untuk pemilihan motor listrik, terlebih dahulu harus diketahui jenis motor dan besar torsi yang diperlukan agar *screw* pada mesin dapat berputar dengan baik. Untuk mencari torsi (T) digunakan rumus:

$$T = F \times r \tag{1}$$

$$T = m \times g \times r \tag{2}$$

$$T = (17 \text{ kg} \times [9,8 \text{ m/s}]^2 \times 4,25 \text{ cm}) \tag{3}$$

$$T = 708,05 \text{ Ncm} \tag{4}$$

(Dan jika diubah kedalaman satuan Nm)

$$T = (708,05 \text{ Ncm}) / 100 \tag{5}$$

$$T = 7,08 \text{ Nm} \tag{6}$$

Di mana:

T = torsi (kgcm) g = percepatan gravitasi ([9,8 m/s]²)

F = gaya (N) r = jarak gaya dan putaran (cm)

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa torsi maksimal yang dibutuhkan alat agar dapat berputar untuk mengalirkan biji plastik adalah 7,08Nm. Sehingga motor listrik yang digunakan adalah motor listrik DC dengan torsi 15Nm.

d. Mesin *Filament Extruder*

Mesin *Filament Extruder* sudah semua komponen telah disasembly. Berikut gambar dari mesin *Filament Extruder* yang sudah dibuat:



Gambar 10 Mesin *Filament Extruder*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data dan Analisis

Setelah selesai melakukan proses *assembly* dan *wiring* maka alat sudah bisa dilakukan pengujian. Berikut adalah langkah – langkah proses pengujian alat :

- 1) Pengujian dilakukan di dalam rumah dengan suhu ruangan $\pm 30^{\circ}\text{C}$.
- 2) Menghubungkan kabel plug pada stop kontak.
- 3) Mengatur suhu pada PID Controller.
- 4) Merubah saklar pemanas ke posisi on.
- 5) Menunggu barred mencapai kondisi suhu yang diinginkan.
- 6) Menghidupkan motor.
- 7) Menuangkan biji plastik pada hopper.
- 8) Memperhatikan Filament yang keluar dari nozzle ekstruder

B. Pengambilan data PLA

Berikut tabel hasil pengambilan data biji plastik PLA:

Tabel 4
Hasil pengambilan data biji plastik PLA

Percobaan	Biji Plastik	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Gram (g)	Panjang (cm)	Waktu	RPM	Diameter Filament
1	HIPS	235	80	1800	1 jam	8	2 mm
2		250	40	900	30 menit	8	2 mm
3		300	40	-	-	-	-

Hasil pengambilan data untuk biji plastik PLA menunjukkan bahwa:

- 1) Pada pengambilan data pertama di suhu 150°C dengan kecepatan motor 8 rpm, Filament dapat keluar dengan panjang 139cm selama 9 menit dan dengan rata – rata diameter Filament.
- 2) Pengambilan data kedua tidak dilakukan karena hasil Filament yang rapuh (mudah patah) maka penulis tidak melanjutkan percobaan pada biji plastik PLA.
- 3) Pengambilan data ketiga tidak dilakukan karena hasil Filament yang rapuh (mudah patah) maka penulis tidak melanjutkan percobaan pada biji plastik PLA.

Hasil pengambilan data untuk biji plastik PLA di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 11 Biji plastik PLA



Gambar 12 Filament PLA keluar dari ekstruder



Gambar 13 Hasil Filament dari biji plastik PLA



Gambar 14 Hasil Filament dari biji plastik PLA

C. Pengambilan Data HIPS

Berikut tabel hasil pengambilan data biji plastik HIPS

Tabel 5
Hasil pengambilan data biji plastik HIPS

Percobaan	Biji Plastik	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Gram (g)	Panjang (cm)	Waktu	RPM	Diameter Filament
1	PLA	150	40	139	9 menit	8	2 mm
2		-	-	-	-	-	-
3		-	-	-	-	-	-

Hasil pengambilan data untuk biji plastik HIPS menunjukkan bahwa:

- 1) Pada pengambilan data pertama di suhu 235°C dengan kecepatan motor 8 rpm, Filament dapat keluar dengan panjang 1800cm selama 1 jam dan dengan rata – rata diameter 2mm.
- 2) Pada pengambilan data kedua di suhu 250°C dengan kecepatan motor 8rpm, Filament dapat keluar dengan panjang 900cm selama 30menit dan dengan rata – rata diameter 2mm. Meskipun dilakukan di suhu yang berbeda dengan percobaan pertama, Filament pada percobaan kedua tidak memiliki perbedaan dengan Filament di percobaan pertama.
- 3) Pada pengambilan data ketiga di suhu 300°C dengan kecepatan motor 8rpm, Filament dapat keluar dengan bentuk yang lebih lunak dan gosong hal ini dikarenakan suhu yang diterima melebihi dari titik leleh Thermoplastic jenis HIPS

Hasil pengambilan data untuk biji plastik HIPS di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 15 Biji plastik HIPS



Gambar 16 Filament HIPS keluar dari ekstruder



Gambar 17 Hasil *Filament* dari biji plastik HIPS



Gambar 20 Hasil *Filament* dari biji plastik ABS

D. Pengambilan Data ABS

Berikut tabel hasil pengambilan data biji plastik ABS:

Tabel 6

Hasil pengambilan data biji plastik ABS

Percobaan	Biji Plastik	Suhu (°C)	Gram (g)	Panjang (cm)	Waktu	RPM	Diameter Filament
1	ABS	260	40	160	10 menit	8	1.8 mm
2		296	40	90	10 menit	8	1.8 mm
3		-	-	-	-	-	-

Hasil pengambilan data untuk biji plastik ABS menunjukkan bahwa:

- 1) Pada pengambilan data pertama di suhu 260°C dengan kecepatan motor 8 rpm, *Filament* dapat keluar dengan panjang 160 cm selama 10 menit dan dengan rata-rata diameter *Filament* 1.8 mm.
- 2) Pada pengambilan data kedua di suhu 296°C dengan kecepatan motor 8 rpm, *Filament* dapat keluar dengan panjang 90 cm selama 10 menit dan dengan rata-rata diameter *Filament* 1.8 mm. Pada percobaan kedua ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan semakin lambat.
- 3) Penulis tidak melanjutkan percobaan ketiga dikarenakan alat ini sudah mencapai pada suhu maksimal yaitu 300°C.

Hasil pengambilan data untuk biji plastik ABS digambarkan sebagai berikut:



Gambar 18 Biji plastik ABS



Gambar 19 *Filament* ABS keluar dari ekstruder

E. Pengambilan Data HDPE

Berikut tabel hasil pengambilan data biji plastik HDPE:

Tabel 7

Hasil pengambilan data biji plastik HDPE

Percobaan	Biji Plastik	Suhu (°C)	Gram (g)	Panjang (cm)	Waktu	RPM	Diameter Filament
1	HDPE	300	60	700	40 menit	8	2.2 mm
2		-	-	-	-	-	-
3		-	-	-	-	-	-

Hasil pengambilan data untuk biji plastik HDPE menunjukkan bahwa:

- 1) Pada pengambilan data pertama di suhu 300°C dengan kecepatan motor 8 rpm, *Filament* dapat keluar dengan panjang 700 cm selama 40 menit dan dengan rata-rata diameter *Filament* 2.2 mm. Penulis tidak melanjutkan percobaan selanjutnya dikarenakan alat sudah mencapai pada suhu maksimal yaitu 300°C. Variasi *Filament* mesin 3d printing ialah 1.75 mm hingga 3 mm, hal ini membuat *Filament* HDPE berdiameter 2.2 mm masih dapat digunakan pada mesin 3d printing.
- 2) Diameter *Filament* yang tidak konsisten pada alat ini disebabkan karena adanya kekurangan komponen pada alat, seperti tidak adanya daya penarik pada *Filament* dan blower sebagai pendingin *Filament*.
- 3) Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan barrel untuk memulai pengoperasian alat yaitu ±20 menit.

Hasil pengambilan data untuk biji plastik HDPE digambarkan sebagai berikut:



Gambar 21 Biji plastik HDPE



Gambar 22 *Filament* HDPE keluar dari ekstruder



Gambar 23 Hasil *Filament* dari biji plastik HDPE

V. HASIL ANALISIS

A. Analisa *Filament*

Berikut adalah tabel perbandingan karakteristik *Filament* di setiap biji plastik:

Tabel 8
Perbandingan karakteristik *Filament* di setiap biji plastik

Biji Plastik	Waktu (Menit)	Panjang (Cm)	Diameter <i>Filament</i>	Karakteristik <i>Filament</i>
PLA	10	154	2 mm	Rapuh
HIPS	10	300	2 mm	Agak Rapuh
ABS	10	160	1.8 mm	Agak Rapuh
HDPE	10	175	2.2 mm	Solid

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa *Filament* PLA memiliki diameter yang sama dengan *Filament* HIPS yaitu 2mm tetapi kedua *Filament* tersebut memiliki karakteristik *Filament* yang berbeda untuk *Filament* PLA rapuh sedangkan *Filament* HIPS agak rapuh. Sedangkan *Filament* ABS memiliki karakteristik yang sama dengan *Filament* PLA yaitu agak rapuh. Untuk *Filament* HDPE memiliki diameter *Filament* yang lebih besar dibandingkan *Filament* PLA, ABS dan HIPS yaitu 2.2mm dan juga karakteristik *Filament* dari HDPE adalah solid yang berarti memiliki karakteristik *Filament* yang lebih baik jika dibandingkan dengan karakteristik *Filament* PLA, HIPS dan ABS.

B. Analisa Alat

Pada saat pengambilan data ada beberapa hal yang dapat diperhatikan pada percobaan alat ini yaitu:

- 1) Suhu pada barrel sangat sensitif sehingga proses percobaan dilakukan di ruangan tertutup.
- 2) Diperlukan alat tambahan untuk mendinginkan sekaligus mengguling hasil *Filament* yang keluar agar diameter yang diinginkan dapat dicapai dan lebih stabil ukurannya.

VI. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan dapat

disimpulkan dari alat ini dapat diketahui bahwa *Filament* HDPE adalah *Filament* yang direkomendasikan untuk dijadikan bahan *Filament* dari mesin 3d printing, hal ini dapat dilihat dari karakteristik *Filament* nya yang solid jika dibandingkan dengan *Filament* PLA, ABS dan HIPS dan Variasi *Filament* mesin 3d printing ialah 1.75mm hingga 3mm, hal ini membuat *Filament* HDPE berdiameter 2.2mm masih dapat digunakan pada mesin 3d printing.

Dari hasil penditian Penulis mendapat kekurangan seperti diameter *Filament* yang tidak konsisten pada alat ini disebabkan karena adanya kekurangan komponen pada alat, seperti tidak adanya daya penarik pada *Filament* dan blower sebagai pendingin *Filament*.

Penditi membutuhkan waktu pengoperasian alat selama ± 20 menit untuk memanaskan barrel.

B. Saran

Ada beberapa saran yang diberikan pada perancangan mesin *Filament Extruder* ini yaitu Perlu adanya metode tambahan untuk menguji kualitas *Filament* dari alat ini dengan cara uji coba langsung *Filament* pada mesin 3d printing dan menggunakan Drometer untuk mengukur tingkat kekerasan pada *Filament*, kemudian juga Perlu komponen tambahan pada alat ini seperti pengguling otomatis sehingga adanya daya penarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim 2016. *Masalah Sampah Plastik di Indonesia dan Dunia*. <https://i.ngkunganhi.dup.co/sampah-plastik-indonesia-dunia/>. [Accessed 4 Mei 2022]
- [2] Bahrairi, Amanda. 2018. *7 tipe plastik yang perlu anda ketahui* <https://waste4change.com/7-types-plastic-need-know/2/>. [Accessed 29 April 2022]
- [3] Srah Putri, Nur Desri. Maridiyati. Rochim dan Steven. 2017. *Pembuatan Filamen Komposit Polipropylene High Impact Berpenguat Serat Rami Dengan Mesin Ekstrusi Sederhana*. *Makalah*. Dalam Seminar Nasional Metalurgi dan Material (SENAMM) X 2017, 08 November 2017
- [4] Irawan, Dari dan Rahayu. 2018. *Rancang Bangun Prototype Mesin Ekstrusi Pdi Mer Single Screw*. *Makalah*. Dalam Seminar Nasional Multi disiplin UNWAHA Jombang 29 September 2018
- [5] Wikaksana, Bagia. *Pengertian Plastik*. Retrieved from https://www.academia.edu/15714311/Pengertian_Plastik. [Accessed 12 Mei 2020].

- [6] Hidayati, Qary. Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. Jurusan Teknik Elektronika. Politeknik Negeri Balikpapan 2018
- [7] Sundari, Hla. 2011. Rancang Bangun Dapur Peluburan Aluminium Bahan Bakar Gas. Jurnal *Austent*. Vol 3 No 1 April 2011
- [8] Sumardi dan Indra. 2011. "Perancangan Dan Fabrikasi Mesin Ekstrusi *Single Screw*". Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Lhokseumawe. Aceh Utara
- [9] Mahmudi, Ai. Petrus. 2017. Optimalisasi Penerapan Teknologi Ekstrusi pada Praditepe Mesin Daur Ulang Limbah *Styrofoam*. ROTASI. Vol. 19, No. 2, April 2017: 92-96
- [10] Tondi, Haqira. 2019. "Rancang bangun mesin ekstruder filamen 3D printer". Fakultas Teknologi Industri. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta