

## PEMBUATAN MESIN EXTRUDER FILAMENT PRINTER 3D

Ryan Andrianto<sup>a</sup>, Aris Widyo Nugroho<sup>b</sup>, Cahyo Budiyanoro

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

<sup>a</sup>[ryanandriann07@gmail.com](mailto:ryanandriann07@gmail.com), <sup>b</sup>[nugrohoaris@gmail.com](mailto:nugrohoaris@gmail.com), <sup>c</sup>[cahyobudi@umy.ac.id](mailto:cahyobudi@umy.ac.id)

### INTISARI

Industri manufaktur yang berkembang saat ini sangatlah pesat salah satunya adalah *rapid prototyping*. *Rapid prototyping* adalah sebuah teknik untuk membentuk suatu komponen dengan cara cepat dan presisi, salah satunya printer 3D. Tujuan dari pembuatan mesin *extruder filament* ini adalah agar kedepannya ada alternatif pengolahan biji plastik selain itu dengan adanya mesin ini biaya penggunaan 3D printer akan semakin murah. Pada alat ini dilakukan uji coba dengan bahan nylon 6 dengan suhu pada *barell* 180° dan suhu pada *nozzle* 200°C. Mesin *extruder filament* menghasilkan *filament* dengan diameter sesuai dengan diameter *nozzle/die*. Bahan yang digunakan adalah termoplastik dalam bentuk butiran (pelet) bisa juga menggunakan plastik bekas. *Band heater* berfungsi sebagai pemanas untuk melelehkan bahan (termoplastik) yang dikontrol pada *temperatur control*. *Barell* dan *screw* berfungsi untuk mendorong bahan baku ke *nozzle/die*. *Screw* terdiri dari tiga zona yaitu zona umpan, lebur dan transisi. Pada mesin ini, *nozzle/die* yang digunakan berdiameter 0,98 mm berbahan kuningan, dengan *screw* berdiameter 25 mm dengan menggunakan *stainles steel seamles*, *screw* menggunakan *stainles steel ROD 304* dengan diameter 20,5 mm. *Stainles steel* dipilih karena memiliki karakteristik yang tahan terhadap suhu tinggi dan tahan terhadap korosi. Mesin ini menggunakan motor listrik dengan daya 0,5 HP dengan kecepatan 1400 rpm direduksi dengan *gearbox* 1:60. Heater berjumlah 4 dengan daya 220 v dan tegangan 150 watt. Dari hasil uji coba yang dilakukan terjadi perubahan ukuran antara ukuran *nozzle/die* 0,98 mm dengan hasil *filament* 1,13 mm. Pada saat melihat pengoprasian dari mesin maka proses fabrikasi dan pengujian berjalan dengan lancar.

**Kata Kunci** *Barell, Screw, Extruder filament, Rapid prototyping, printer 3D*

### ABSTRAK

*Manufacturing industry that is developing today is very rapid, one of which is rapid prototyping. Rapid prototyping is a technique for forming components in a fast and precise way, one of which is a 3D printer. The purpose of making this extruder filament machine is that in the future there is an alternative to processing plastic pellets besides that with this machine the cost of using a 3D printer will be even cheaper. In this tool a trial was carried out with nylon 6 material with a temperature at 180 ° bar and a temperature at nozzle 200 ° C. Filament extruder machine produces a filament with a diameter in accordance with the diameter of the nozzle / die. The material used is thermoplastic in the form of granules (pellets) can also use used plastic. Band heater functions as a heater to melt the material (thermoplastic) which is controlled at temperature control. Barell and screw functions to push raw material to the nozzle / die. Screw consists of three zones, namely the bait, melting and transition zones. In this machine, the nozzle / die used has a diameter of 0.98 mm made of brass, with a screw diameter of 25 mm using stainless steel seamles, the screw uses stainless steel ROD 304 with a diameter of 20.5 mm. Stainless steel was chosen because it has characteristics that are resistant to high temperatures and resistant to corrosion. This machine uses an electric motor with a power of 0.5 HP with a speed of 1400 rpm reduced with a 1:60 gearbox. Heater amounted to 4 with 220 v power and a voltage of 150 watts. From the results of trials conducted a change in size between the size of the nozzle / die 0.98 mm with a filament result of 1.13 mm. When seeing the operation of the machine, the fabrication and testing process was successful*

**Keywords:** *Barell, Screw, Extruder filament, Rapid prototyping, printer 3D*

## 1. Pendahuluan.

Setelah dua dekade penelitian dan pengembangan industri, manufaktur aditif (AM) telah mulai tumbuh dengan berbagai metode, teknologi, dan aplikasi baru (Wolhers, 2007). Salah satu yang sangat berfungsi penting dalam dunia manufaktur yaitu *rapid prototyping*. Saat ini teknologi *rapid prototyping* banyak digunakan dalam pembuatan *prototype* (Priyanto, 2005). *Rapid prototyping* adalah teknik membentuk dan marakit sebuah produk dengan cara yang cepat dengan integrasi antara sistem CAD (*Computer Aided Design*) dan mesin dengan sistem *Rapid prototyping* (printer 3D, CNC) (Rinanto *et.al*, 2017).

Printer 3D adalah sebuah alat fabrikasi komputer dekstop atau manufaktur aditif yang digunakan untuk proses *prototyping* dimana membuat benda nyata dari desain 3D (More, 2013). Printer 3D bekerja dengan cara menggabungkan atau memadatkan *filament* tanpa adanya proses pemesinan. Sebagian besar *filament* printer 3D dibuat dengan bahan plastik, proses *ekstrusi* plastik merupakan proses kompresi dimana material plastik didorong mengalir melewati *die* untuk menghasilkan produk (Groover, 2010). Teknologi printer 3D memiliki potensi untuk membuat proses manufaktur menjadi tidak terbatas dan sangat akurat dibanding dengan menggunakan proses substraktif yang mengakibatkan bahan baku banyak menjadi limbah (shiftindonesia.com). Peminat dari teknologi printer 3D di Indonesia cukup banyak, hal itu dapat dilihat dari banyaknya jasa printer 3D di Jakarta atau Indonesia yang sudah bisa memberikan manfaat untuk industri kecil maupun besar, beberapa produsen atau distributor perangkat printer 3D juga sudah mampu mencetak benda tiga dimensi yang nantinya dapat diproduksi secara masal dan dengan harga yang terjangkau (fomustudio.com).

Banyaknya peminat terhadap teknologi printer 3D sejalan dengan banyaknya peminat bahan utama printer 3D yaitu *filament*. Untuk membuat *filament* dibutuhkan sebuah mesin *extruder filament*. Akan tetapi harga mesin *extruder filament* masih cukup mahal, kisaran Rp 14.900.000 (bukalapak.com), selain itu harga dari komponen utama (*screw* dan *barrell*) mesin *extruder filament* juga sangat mahal yaitu sekitar Rp 9.400.000 (jualo.com), hal itu menyebabkan biaya proses penggunaan printer 3D menjadi lebih mahal.

### 1.1 Tinjauan Pustaka

Irawan dkk (2018) membuat sebuah mesin *extruder filament* dengan material *barrell* dibuat dari *stainless stell* dan *screw* menggunakan material ASSAB 718 HH, *nozzle* yang dibuat dari baja karbon dengan ukuran 5 mm, untuk putaran *screw* sebesar 60 RPM, dengan daya motor listrik sebesar 1,4 HP, *heater* berjumlah 4 dengan spesifikasi 50x100, CPM 475 Watt, 220V. Dilakukan uji coba dengan menggunakan suhu 180°C dan terjadi penyimpangan ukuran hingga 100% dari ukuran *nozzle*, hal itu dikarenakan buruknya sistem pendinginan pada saat lelehan melewati *nozzle*.

Sumardi (2011) membuat sebuah mesin *extruder filament* dengan spesifikasi material *barrell* dibuat dari *stainless stell* dan *screw* menggunakan material ASSAB 718 HH, untuk putaran *screw* sebesar 60 RPM, perbandingan L/D *barrel-screw* 14, diameter dari *nozzle/die* sebesar 5 mm, dan pemanas menggunakan 3 buah *heater* dengan spesifikasi 47x100, CPM 475 Watt, 220V. Dari hasil penelitiannya suhu yang sesuai untuk mesin *extruder* dengan spesifikasi diatas adalah 180°C, tetapi diameter *filament* yang dihasilkan masih menyimpang 100%, hal itu terjadi karena kesalahan bentuk *die* (*nozzle*) dan *seizing* (penapat ukuran)

Wankhade dkk (2018) membuat sebuah mesin *extruder filament* dengan menggunakan *screw* diameter 25 mm dan panjang 300 mm, *barrell* menggunakan baja silinder dengan diameter 25,05 mm, bahan dari *screw* dan *barrell* menggunakan baja F-174, daya motor listrik sebesar 55 rpm, *heater* 35x30 mm dengan daya 150 watt, diameter dari *die* (*nozzle*) sebesar 2 mm dengan bahan kuningan. Dari hasil uji coba yang dilakukan suhu yang dibutuhkan untuk melelehkan butiran plastik ABS sebesar 200°C.

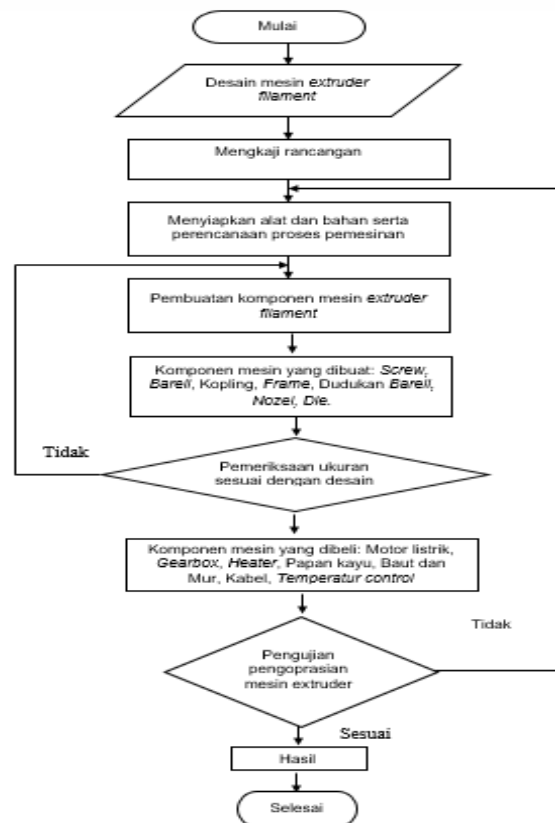
Suryana (2019) memodifikasi komponen utama mesin *extruder filament*. Dari hasil penelitian penyebab masalah kegagalan produk adalah kurangnya masukan bahan kedalam cetakan sehingga perlu dilakukan modifikasi pada *screw*, karena *screw* merupakan jantung dari mesin *extruder filament*. Pada *screw* yang dimodifikasi dengan kecepatan 60 rpm dapat menghasilkan tekanan maksimum 187,36 Mpa, *outflow* (keluaran) sebesar  $190 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  dan viskositas 98 Pa.s. Sedangkan pada *screw* konvensional dengan putaran 60 rpm menghasilkan *outflow* (keluaran)  $151 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ , dengan tekanan

maksimum sebesar 239,1MPa, dan viskositas 98 Pa.s. Dari hasil pengamatan didapatkan perbandingan yang sangat signifikan *screw* modifikasi menghasilkan *outflow* (keluaran) 27% lebih besar dibandingkn *screw* konvensional.

Harimalairajan dkk (2016) membuat sebuah mesin *extruder filament* dengan menggunakan *screw* berdiameter 63 mm, diameter *barell* 65 mm, bahan dari *screw* dan *barell* menggunakan baja, pada *barell* menggunakan 2 buah *heater* sebesar 1200 watt, pada *die* menggunakan sebuah *heater* sebesar 1500 watt, untuk diameter dari *nozzle/die* sebesar 3 mm, dan kecepatan pada *screw* 20 rpm. Dari alat yang diproduksi, dapat digunakan untuk membuat *filament* dari semua jenis bahan termoplastik kecuali PVC. Diameter dari *filament* dapat diperkecil dengan cara menarik hasil *filament* yang keluar dari *nozzle/die* dengan menggunakan motor listrik.

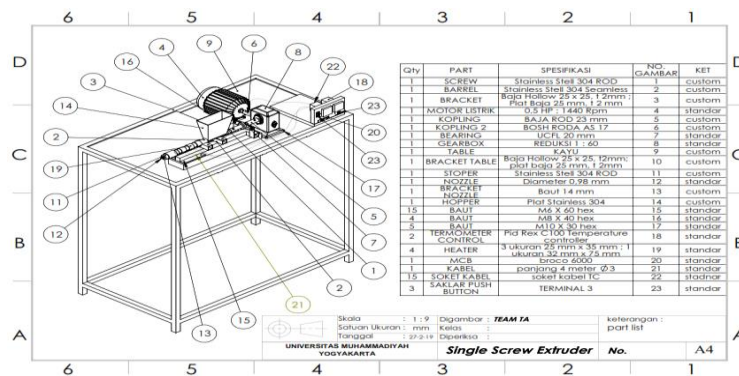
Berdasarkan pembuatan mesin *extruder filament* yang pernah dilakukan rata-rata diameter dari hasil *filament* sangatlah besar. Sehingga diperlukan mesin *extruder filament* yang menghasilkan *filament* dengan diameter yang dibutuhkan pada pasaran, rata-rata penggunaan 3D printer menggunakan *filament* dengan diameter 1,75 dan 3,00 mm (www.wikipedia.com)

## 2. Metode Pembuatan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Mesin *extruder filament* yang dibuat adalah jenis *single screw*, *single screw extruder* adalah mesin *extruder* yang hanya menggunakan satu *screw* atau ulir didalam *barell*. Rancangan dari mesin *extruder filament* dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.





Gambar 2. Rancangan mesin extruder filament

Setelah memahami semua komponen dikaji (dipahami) langkah selanjutnya adalah menyiapkan alat dan bahan, yang digunakan untuk fabrikasi komponen mesin extruder filament.

2.1. Identifikasi Alat

Untuk pembuatan mesin extruder filament perlu dilakukan identifikasi alat dan permesinan yang mengacu pada proses pembuatan mesin tersebut. Agar lebih mudah dan sistematis dalam proses identifikasi peralatan dan permesinan maka dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Alat Ukur			
No	Alat	Kegunaan	Gambar
1	Mistar Penggaris	Alat bantu untuk membuat garis lurus	
2	Rol Meter/ Meteran	Alat bantu untuk mengukur benda yang tidak bisa diukur dengan menggunakan mistar penggaris	
3	Jangka Sorong	Alat untuk mengukur jarak, kedalaman dan diameter	
Alat Penanda			
1	Spidol	Memberi tanda berupa garis pada benda kerja yang akan dipotong	
2	Penitik	Membuat tanda berupa titik untuk mempermudah proses pengeboran	
Alat Pemotong			
No	Alat	Kegunaan	Gambar
1	Gergaji Besi	Memotong benda kerja yang tidak bisa dipotong dengan gerinda atau benda kerja yang ukurannya pendek, sehingga susah dilakukan pemotongan dengan gerinda	
2	Gerinda Tangan	Memotong, membuat lengkungan dan menyiapkan benda kerja untuk proses pengelasan	

3	Bor Tangan	Pelubangan benda kerja yang tidak dapat di bor dengan bor meja	
4	Bor Meja	Pelubangan benda kerja tetapi bor meja terdapat meja sebagai tempat dudukan ragam.	

Tabel 1 Alat

- Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu *metal cutting machine* dengan gerak utama berputar. Prinsip kerjanya dengan mencekam benda kerja dan berputar, sedangkan pahat bergerak maju untuk proses pemakanan benda. Adapun jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut antara lain:

- a. Membubut lurus  
 Pembubutan lurus ada dua macam, yaitu pembubutan memanjang (sejajar benda kerja) dan pembubutan permukaan rata (facing) untuk menghasilkan permukaan pada benda kerja.
- b. Membubut alur  
 Untuk pembuatan alur maka digunakan pahat bubut alur. Pahat ini berbentuk lurus, bengkok, berjenjang ke kanan atau kekiri.
- c. Mengebor  
 Pembubutan ini digunakan untuk pembubutan lobang benda kerja, pengeboran pada mesin membuat pelubangan benda kerja lebih senter.
- d. Membuat ulir  
 Membuat ulir menggunakan pahat khusus seperti: pahat ulir, segitiga, segi empat, trapesium, bulat, dan bentuk lainnya. Pekerjaan ini dapat membuat ulir dalam maupun luar pada benda kerja
- e. Membubut dalam  
 Pembubutan ini digunakan untuk memperbesar lubang pada benda kerja.

Pada pembuatan mesin *extruder filament* mesin bubut digunakan untuk membuat *screw*, kopleng, *stoper*. Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Mesin Bubut

Dalam proses pembuatan frame atau komponen dari mesin *extruder filament* tentu tidak lepas dari penyambungan bahan. Adapun alat penyambungan yang digunakan dalam pembuatan adalah sebagai berikut:

- a. Mesin Las SMAW  
 Mesin Las SMAW adalah proses penyambungan menggunakan panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Dalam pembuatan mesin *extruder filament* mesin las SMAW digunakan untuk proses penyambungan baja holo untuk *frame*. Mesin las SMAW dapat dilihat pada Gambar 3.12.





**Gambar 4 Mesin Las SMAW**

- b. **Mesin Las TIG**  
 Mesin las TIG adalah proses penyambungan dengan menggunakan elektroda tak terumpan, pada pengelasan TIG elektroda hanya berfungsi sebagai penghasil busur listrik saat bersentuhan dengan benda kerja. Pada pembuatan mesin extruder filament mesin las TIG digunakan untuk penyambungan *hopper* pada *barell*. Mesin bubut dapat dilihat pada Gambar 3.13.



**Gambar 5 Mesin Las TIG**

**2.2. Pengujian Kekerasan.**

Adapun identifikasi bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan mesin extruder filament ditunjukkan pada Tabel 3.1.

No	Komponen	Bahan	Detail	Jumlah
1	<i>Screw</i>	<i>Stainles steel</i>	Ø 20,5 mm x 602 mm	1
2	<i>Barell</i>	<i>Stainles steel</i>	Ø 25 mm x 510 mm	1
3	Kopling	Baja	Ø 15 mm x 170 mm	1
			Ø 14 mm x 53 mm	1
4	<i>Hopper</i>	<i>Stainles steel</i>	14,5 mm x 13,5 mm	2
			6,5 mm x 13,5 mm	2
5	<i>Stoper</i>	<i>Stainles steel</i>	Ø 29 mm x 75 mm	1
6	<i>Nozzle</i>	<i>Brass</i>	Ø 0.4 mm x 13 mm	1
7	<i>Baja Hollow</i>	Baja	6 m x 25 mm x 25 mm	2
8	Plat Strip	Baja	6 m x 25 mm x 2 mm	1
9	<i>Baja</i>	Kayu lapis	95 m x 50 m x 20 mm	1
10	Plat Baja	Baja	225 mm x 550 mm	1
12	Heater	<i>Stainles steel</i>	Ø 25 x 35 mm	3
			Ø 32 x 50 mm	1
13	Motor Listrik 1 Phase		0,5 hp 1400 rpm	1
14	Gearbox		1:60	1
15	Baut dan Mur	Baja	Baut 8	2
			Baut 10	11
			Baut 12	1
			Baut 14	6
16	Thermocople		2 m	2
17	Temperature Control		Suhu max 400°C	2
18	Kabel Serabut			5 m
19	Cat		Hitam & Coklat	1
20	Bearing UCFL204	Baja	Ø 20 mm, <i>Two-Bolt Flange</i>	1
No	Komponen	Bahan	Detail	Jumlah
21	Papan Triplek	Kayu Lapis	122 x 244 cm	1
22	Plat	<i>Stainles steel</i>	2x414x520 mm	1

**Tabel 2 Bahan**

### 2.3. Alat Penunjang & Keselamatan

Adapun alat penunjang dan keselamatan yang digunakan dalam pembuatan mesin *extruder filament* adalah sebagai berikut:



- a. Tang
- b. Kunci Pas dan Ring
- c. Sikat Baja
- d. Topeng Las
- e. Sarung Tangan






### 3. Komponen mesin *extrude filament*

Untuk membuat sebuah mesin *extruder filament* maka dibutuhkan berbagai komponen, baik komponen yang tersedia di pasaran ataupun yang fabrikasi sendiri. Dapat dilihat pada tabel berikut:

No	Jumlah	Nama Komponen
1	2	Temperatur kontrol
2	2	<i>Thermocople</i>
3	1	<i>Gearbox</i>
4	1	Motor Listrik 1 Phase
5	5 m	Kabel Serabut
6	4	Heater
7	20	Baut dan Mur
8	1	Bearing UCFL204
9	1	Main Jet Karburator
10	1	MCB
11	3	Push Button

**Tabel 3 Komponen yang tersedia di pasaran**

No	Komponen	No	Komponen
1	<p>Screw</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : <i>Stainles steel</i> ROD 304 <math>\varnothing 21 \times 385</math> mm</li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut</li> <li>- Pahat : HSS &amp; Widea (M20 kedalaman 3,5 mm)</li> <li>- Hasil :</li> </ul> 	2	<p><i>Barell &amp; Hopper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Pipa <i>stainles steel</i> <i>seamless</i> <math>\varnothing 21 \times 385</math> mm, plat <i>stainles steel</i></li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut &amp; Las TIG</li> <li>- Pahat : Pahat widea W5/8x11</li> <li>- Hasil :</li> </ul> 
3	<p>Kopling 1 Screw</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Baja ROD <math>\varnothing 20 \times 55</math> mm</li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut</li> </ul>	4	<p>Kopling 2 Screw</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Baja ROD <math>\varnothing 21,5 \times 155</math> mm</li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut</li> <li>- Pahat : HSS</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pahat : HSS</li> <li>- Hasil</li> </ul> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasil</li> </ul> 
5	<p><i>Stoper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : <i>Stainles steel</i> ROD 304 Ø29x75 mm</li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut</li> <li>- Pahat : HSS &amp; Widea</li> <li>- Hasil</li> </ul> 	6	<p><i>Frame</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Baja Hollow (6mx25x25mm), Plat strip (6mx25x2mm), Plat baja (225x550)</li> <li>- Fabrikasi : Las SMAW</li> <li>- Hasil</li> </ul>
7	<p><i>Dudukan Barel</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Baja Hollow Plat strip</li> <li>- Fabrikasi : Las SMAW</li> <li>- Hasil</li> </ul> 	8	<p><i>Dudukan Nozzle</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan : Baut 14</li> <li>- Fabrikasi : Mesin Bubut (pengeboran Ø5 mm)</li> <li>- Ulir dengan M6</li> <li>- Hasil</li> </ul> 

Tabel 4 Hasil fabrikasi komponen

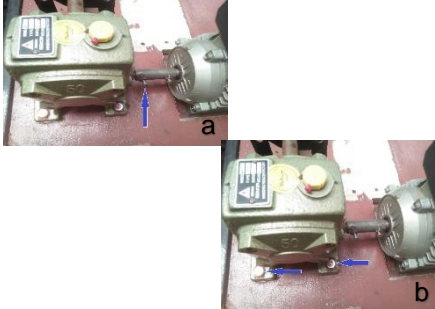
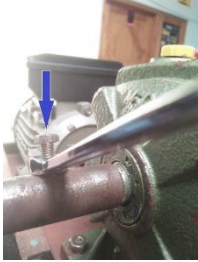

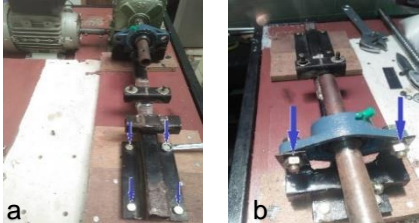


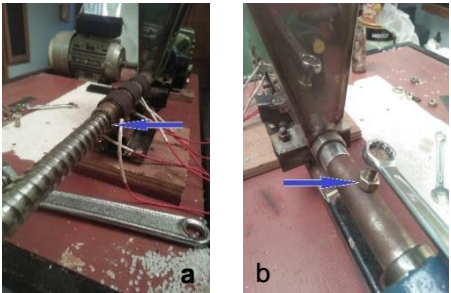

#### 4. Perakitan dan Cara Pengoprasian





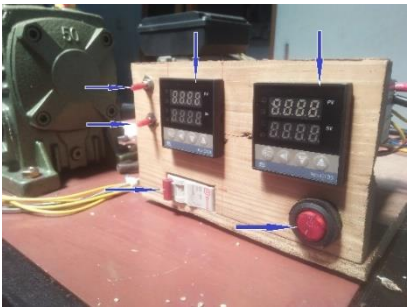

##### 4.1 Perakitan

Untuk menjadi sebuah mesin *extruder filament* dilakukan perakitan komponen sebagai berikut:

1	<p>Pemasangan Motor listrik pada tempat yang sudah ditentukan menggunakan baut 10.</p> 	2	<p>Pemasangan kopleng 1 pada motor listrik dengan baut 8.</p> 
---	--	---	---



<p>3 Pasang <i>gearbox</i> ke kopling, baut <i>gearbox</i> dengan baut 14.</p> 	<p>4 Pasang kopling 2 pada <i>gearbox</i> kemudian kencangkan menggunakan baut 12</p> 
<p>5 Pasang <i>bearing</i> pada kopling 2 sesuai dengan batas yang ditentukan.</p> 	<p>6 Pasang <i>dudukan barell</i> menggunakan baut 10, pasang <i>bearing</i> pada <i>dudukan</i> menggunakan baut 14.</p> 
<p>7 Pasang <i>barell</i> pada <i>dudukan</i>, baut menggunakan mur 10.</p> 	<p>8 Pasang 3 buah <i>heater</i> pada <i>barell</i>, dengan jarak antar <i>heater</i> 30 mm.</p> 
<p>9 Pasang <i>screw</i> dari ujung <i>barel</i> hingga masuk pada kopling 2, kunci dengan baut 10.</p> 	<p>10 Pasang <i>dudukan nozzle</i> pada <i>stoper</i>, dengan menggunakan kunci inggris atau kunci pas 14.</p> 

11	Pasang <i>stoper</i> yang sudah dipasang dudukan <i>nozzel</i> pada <i>barell</i> 	12	Pasang <i>nozzle</i> pada dudukan <i>nozzle</i> . 
13	Pasang <i>heater</i> dengan $\varnothing 32$ pada <i>stoper</i> , menggunakan kunci L. 	14	Pasang <i>thermocouple</i> pada <i>heater</i> (1,2,3) dan <i>heater</i> (4). 
15	Pasang <i>temperatur control</i> , <i>MCB</i> dan <i>push button</i> pada kontrol panel. 	16	Rangkai kabel. 

Tabel 5 Perakitan komponen mesin *extruder filament*

#### 4. Perhitungan Biaya

Dalam pembuatan mesin *extruder filament*, komponen yang digunakan ada yang dapat dibeli di pasaran dan harus melalui fabrikasi. Adapun rincian biaya dari komponen mesin *extruder filament* dijelaskan pada tabel berikut:

No	Jumlah	Nama Komponen	Harga
1	2	Temperatur kontrol	Rp. 470.000,00
2	2	<i>Thermocople</i>	Rp. 50.000,00
3	1	<i>Gearbox</i>	Rp. 675.00,00
4	1	Motor Listrik 1 Phase	Rp. 600.00,00
5	5 m	Kabel Serabut	Rp. 20.00,00
6	4	Heater	Rp. 300.000,00
7	20	Baut dan Mur	Rp. 40.000,00
8	1	Bearing UCFL204	Rp. 45.000,00
9	1	Main Jet Karburator	Rp. 20.000,00
10	1	MCB	Rp. 37.000,00
11	3	Push Button	Rp. 15.000,00
Jumlah			Rp. 2.272.000,00

Tabel 6 Harga komponen yang tersedia pasaran

Adapun komponen yang difabrikasi dapat dilihat pada Tabel 7

No	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Harga
1	1	Screw	Stainles steel	Rp. 975.000,00
2	1	Barell	Stainles steel	Rp. 186.000,00
3	2	Kopling	Baja	Rp. 150.000,00
4	1	Hopper	Stainles steel	Rp. 384.000,00
5	1	Stoper	Stainles steel	Rp. 206.000,00
6	1	Frame	Baja Hollow	Rp. 300.000,00
7	1	Dudukan Barell	Baja Hollow	Rp. 25.000,00
8	1	Dudukan Nozzel	Baut 14	Rp. 50.000,00
9	1	Papan	Triplek & Plat Baja	Rp. 100.000,00
Jumlah				Rp. 2.376.000,00

**Tabel 7 Harga komponen yang difabrikasi**

Berdasarkan tabel diatas sehingga biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan mesin *extruder filament* kurang lebih:

= Rp. 2.272.000,00+ Rp. 2.376.000,00

= Rp. 4.648.000

### 5 Cara Pengoprasian

Untuk mengoprasikan mesin *extruder filament* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Sambungkan arus listrik ke kontrol panel. Tekan *MCB* untuk menghidupkan panel.



**Gambar 6 Tombol MCB**

2. Nyalakan kedua *temperatur control*. Dengan cara menekan *push button*.



**Gambar 7 Tombol Temperatur Control**

3. Atur suhu yang diinginkan pada *temperatur control*. Dengan cara sebagai berikut:
  - Tekan tombol (set) pada *temperatur control* tahan hingga 5 detik.
  - Atur suhu dengan cara menekan tomo panah atas (menaikkan suhu), dan tombol panah bawah (menurunkan suhu)
  - Setelah suhu diatur, tekan tombol (set) tahan hingga 5 detik.
4. Setelah suhu yang diinginkan tercapai masukan butiran plastik ke dalam *hopper*.
5. Nyalakan motor listrik dengan menekan tombol *push button* pada kontrol panel

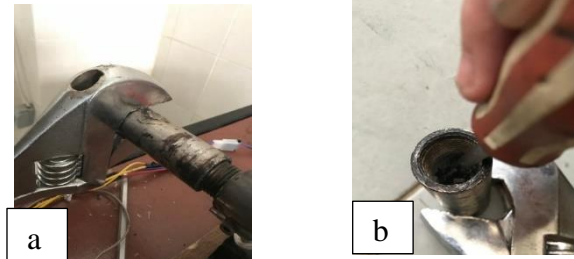


**Gambar 8 Tombol Motor Listrik**

## 6 Cara Pembersihan Sisa Bahan Mesin *Extruder Filament*

Setelah mesin *extruder filament* digunakan maka harus dibersihkan sisa bahan/butiran plastik yang masih tertinggal di bagian *screw* dan *barell* maka dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melepas *stopper* dengan menggunakan kunci inggris, dan bersihkan sisa lelehan plastik



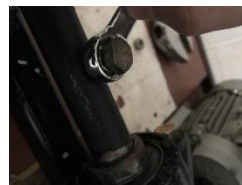
**Gambar 9** (a) Pelepasan *stopper* (b) Pembersihan sisa lelehan butiran plastik

2. Melepas dudukan *nozzle* dan *nozzle*, kemudian bersihkan dari sisa lelehan butiran plastik



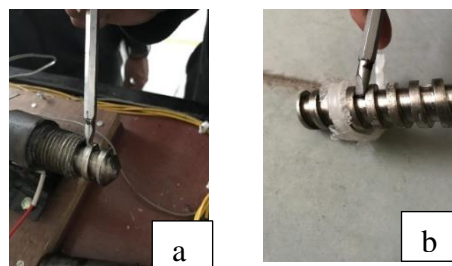
**Gambar 10** (a) Pelepasan dudukan *nozzle* dan *nozzle* (b) Pembersihan sisa lelehan butiran plastik pada dudukan *nozzle* dan *nozzle*

3. Melepas baut pada kopling 2 yang menghubungkan antara *screw* dan *gearbox*



**Gambar 11** Pelepasan baut pada kopling 2

4. Melepas *screw* dengan cara dicongkel dengan obeng dan ditarik, kemudian bersihkan sisa bahan/lelehan plastik yang ada pada *screw*.



**Gambar 12** (a) Pelepasan *screw* (b)Pembersihan sisa lelehan plastik

5. Memasang kembali bagian bagian yang sudah dibersihkan.



## 7 Uji Coba dan Hasil

### 7.1 Uji Coba

Sebelum melakukan uji coba langkah yang dilakukan adalah tahapan persiapan adapun tahap persiapan yang dilakukan sebagai berikut:

- Menyiapkan mesin *extruder filament* dan mengecek kesiapan mesin.
- Menyiapkan material nylon 6 yang sudah dipanaskan dengan suhu 105°C sebanyak 50 gram,



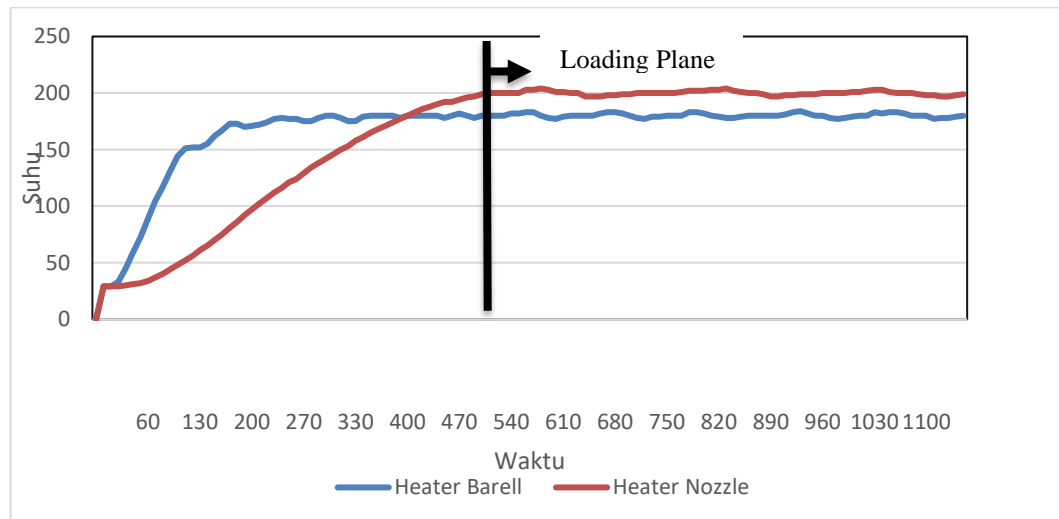
**Gambar 13 Pemanasan Nylon 6**

Setelah dilakukan persiapan langkah selanjutnya adalah :

- Sambungkan aliran listrik pada *temperatur control*
- Atur suhu 190 °C pada *temperatur control* 1 untuk memanaskan *heater* pada barell (*heater 1,2,3*), dan atur suhu 210°C pada *temperatur control* 2 untuk memanaskan *heater* pada *stoper* (*heater 4*).
- Setelah suhu tercapai masukan bahan nylon 6 yang sudah dipanaskan ke *hopper*.
- Hidupkan motor listrik.
- Tunggu lelehan nylon 6 keluar dari *die* (cetakan), dan gulung *filament*.

### 5.2 Hasil Analisa

Pada saat percobaan dan uji coba mesin *extruder filament* terjadi kenaikan suhu karena adanya proses pemanasan. Adapun kenaikan suhu yang terjadi pada suhu yang diinginkan *heater barell* (*heater 1,2,3*) sebesar 180°C, *heater nozzle* (*heater 4*) sebesar 200 °C dan kenaikan suhu pada saat proses uji coba dapat dilihat pada grafik 1.



**Grafik 1 Kenaikan suhu pada *heater* mesin *extruder filament***

Dari grafik yang didapat kenaikan suhu pada *barell* lebih cepat dibandingkan pada *nozzle*, hal ini dikarenakan pada *barell* terdapat 3 buah *heater*, sedangkan pada *nozzle* hanya terdapat 1 *heater*. Ketebalan komponen juga cepat lambatnya mempengaruhi kenaikan suhu.

Pada saat pengujian terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara konstan. Hal itu terjadi karena pada saat suhu mencapai titik yang diinginkan, maka *temperatur control* akan mati secara otomatis. Akan tetapi kalor yang tersimpan di dalam *barell* bersama



plastik akan dialirkan keluar ke udara bebas. Seperti yang dipaparkan dalam hukum 2 termodinamika yang menyatakan bahwa panas akan mengalir dari yang bersuhu tinggi ke yang bersuhu rendah. Hal itu membuat *thermocouple* membaca adanya kenaikan suhu.

Penurunan suhu terjadi karena kalor yang keluar menyebabkan suhu didalam *barell* lebih rendah dibandingkan suhu pada bagian luar *barell*, sehingga kalor akan kembali masuk kedalam *barell*. Hal ini menyebabkan *thermocouple* membaca adanya penurunan suhu. Jika penurunan suhu sudah mencapai batas suhu yang sudah diatur maka *temperatur control* akan hidup secara otomatis. Akan tetapi *thermocouple* tetap membaca adanya penurunan suhu sampai suhu pada *barell* kembali naik.

Dari hasil uji coba bentuk dan penampang yang dihasilkan telah mulai berbentuk sesuai bentuk *nozzle*. Namun dari dimensi, jika diukur dari rata-rata hasil yang dihasilkan terjadi perbedaan yang sangat besar. Diameter dari *nozzle* sebesar 0,98 mm sedangkan diameter hasil menjadi 1,13. Hal itu terjadi karena nylon 6 belum mencapai titik leleh maksimal dan tekanan didalam *barell* mengecil sehingga hasil yang keluar pada *die* mengalami perbedaan dengan diameter hasil. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar 10



**Gambar 14 Hasil pengujian**

## **8 Kesimpulan dan Saran**

### **8.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari keseluruhan proses pembuatan mesin *extruder filament* yang telah dibuat. Dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terciptanya mesin *extruder filament*, dengan diameter *nozzle* 0,98 mm. Dengan motor listrik 0,5 HP dan direduksi menggunakan *gearbox* dengan rasio 1:60. Terdapat 4 buah *heater* dengan daya 150 watt dan tegangan 220v.
2. Dilakukan percobaan menggunakan material nylon 6 dengan variasi suhu pada *barell* sebesar 180°C dan suhu pada *nozzle* sebesar 200°C dihasilkan *filament* dengan diameter 1,13 mm.
3. Biaya yang diperlukan kurang lebih sebesar Rp. 4.668.000,00. Jika dibandingkan dengan *extruder filament* yang tersedia dipasaran terdapat selisih harga yang cukup besar.
4. Proses pembuatan memakan waktu kurang lebih 3 bulan.

### **8.2 Saran**

Berdasarkan hasil dari keseluruhan proses pembuatan mesin *extruder filament* yang telah dibuat. Penyusun memberi saran berupa:

1. Pada proses pembuatan dilakukan sesuai dengan K3
2. Dalam pembacaan rancangan komponen mesin *extruder filament* agar lebih teliti agar tidak terjadi kesalahan dalam proses fabrikasi.
3. Perlu dilakukan penyempurnaan dengan memberi *colling system* pada mesin dan pada hasil yang keluar dari *nozzle*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Groover, M. P. (2010), *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System*, United States of America: Thomson Digital.
- Harimalairajan, K. dkk (2016), Development of Plastic Filament Extruder for 3D Printing, *Internation Journal of Mechanical and Production Engineering*, 32-35.
- Irawan, D. dan Bisono, R. M. (2018). Rancang Bangun Prototype Mesin Ekstrusi Polimer Single Screw. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Tema A-Penelitian*, UNWAHA, Jombang, 13-19.
- More, M. (2013), 3D Printing Making the Digital Real, *International Journal of Engineering Science & Research Technology*, 1822-1925.
- Priyanto, S. A. dkk (2005). Perancangan User Interface Printer 3D, *Jurnal Mesin dan Industri*, Vol 2, 35-45.
- Rinanto, A. dan Sutopo, W. (2017), Teknologi Rapid Prototyping: Study Literatur, *Jurnal Metris*, Vol 18, No 2, 105-112.
- Sumardi, I. dan Mawardi, I. (2009), Perancangan dan fabrikasi mesin ekstrusi single screw, *Jurnal POLIMESIN*, Vol 7, No 1, 602-606.
- Tatang, S. (2019), Desain Modifikasi Screw Extruder untuk Meningkatkan Outflow yang Optimal dan Meminimalkan Cacat Produk pada Plastik, *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, Vol 9, No 1, 19-27.
- Wankhade, M. H dan Bahaley, S. G. (2018), Design and Development of Plastic Filament Extruder for 3D Printing, *International Journal of Technology & Engineering*, Vol 1, 23-40.
- Wohlens, Terry. (2007), *Rapid Prototyping and Manufacturing, State of Industry, Annual Worldwide Progress Report*, English: Wohlens Associates.