

PERANCANGAN MESIN EXTRUDER FILAMENT 3D PRINTING

Farchan Sulthoni ^a, Aris Widyo Nugroho ^b, Cahyo Budiymartoro ^c
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia,
farchansulthoni@gmail.com, nugrohoaris@gmail.com, cahyobudi@umy.ac.id

INTISARI

Rapid Prototyping merupakan metode untuk menghasilkan komponen menjadi bentuk nyata atau 3D berbasis *Computer Aided Design* (CAD) sebagai salah satu solusi produk *life cycle* yang pendek. 3D *printing* merupakan salah satu teknologi berbasis CAD yang merupakan revolusi teknologi dibidang manufaktur. 3D *printing* menggunakan bahan dasar *filament* yang berasal dari *polimer* seperti ABS dan PP. *Filament* yang digunakan tergolong khusus dan sebagian besar didapatkan melalui *import* dengan harga yang tinggi. *Extruder machine* merupakan mesin penghasil *filament* dengan prinsip melelehkan dan merubah material dari bentuk pelet. *Extruder machine* yang tersedia rata rata memiliki dimensi yang cukup besar dengan harga yang tinggi. Tingginya harga *filament* dan mesin *extruder* sebagai alat penghasil *filament* menyebabkan kesenjangan antara konsumsi dan produksi *filament*. Perancangan *extruder* dengan skala laboratorium merupakan salah satu metode untuk mengatasi mahalnya harga *filament* dan mesin *extruder* yang tersedia di pasaran.

Perancangan dilakukan menggunakan *software solidwork* 2018. Mesin di desain memiliki kapasitas 200 g/jam, putaran *screw* sebesar 23,33 Rpm dengan daya motor listrik sebesar 0,5 Hp 1440 Rpm dan daya *heater barrel* dan *nozzle* sebesar 150 watt.

Hasil yang didapatkan dari perancangan adalah kapasitas mesin *extruder* sebesar 200 g/jam, laju aliran massa 0,0058m/s dengan putaran *screw* sebesar 23,333 Rpm yang menghasilkan torsi sebesar 112,501 N.m. Kalor yang dihasilkan oleh *heater* pada *barrel* dengan daya 150 watt adalah 134927,5 joule dan pada *nozzle* sebesar 152337,5 joule. Sehingga dibutuhkan waktu selama 300 detik untuk menaikkan suhu dari 25°C ke 180°C pada *barrel* dan pada *nozzle* selama 500 detik untuk menaikkan suhu dari 25°C ke 200 °C. Dengan daya *heater* sebesar 150 watt, menyebabkan suhu yang diterima plastic sebesar 179,427°C pada *barrel* dan 199,631°C pada *nozzle*.

Kata Kunci: CAD, *extruder*, *filament*, perancangan, *Rapid prototyping*, *solidwork*.

ABSTRAC

Rapid Prototyping is a method for producing components into a real form or 3D based on *Computer Aided Design* (CAD) as one of the solutions of short life cycle products. 3D *printing* is a CAD-based technology which is a technological revolution in manufacturing. 3D *printing* uses basic materials derived from polymers such as ABS and PP. The filament used is classified as special and most of it is obtained through import with high prices. *Extruder machine* is a filament-producing machine with the principle of melting and changing material from pellet shape. *Extruder machines* that are available on average have quite large dimensions at high prices. The high price of filament and extruder as a filament-producing machine causes a gap between consumption and production of filament. Laboratory scale *extruder* design is one method to overcome the high price of filaments and *extruder machines* available on the market.

The design is carried out using 2018 *solidwork* software. Machine was designed with capacity of 200 g / hour, screw rotation of 23.33 Rpm with electric motor power of 0.5 hp and heater barrel and nozzle power of 150 watts.

The results obtained from the design are *extruder machine* capacity of 200 g / hour, mass flow rate of 0.0058m / s with screw loading of 23.333 Rpm which produces torque of 112,501 N.m. The heat produced by the heater in barrels with 150 watts of power is 134927.5 joules and at nozzle is 152337.5 joules. So it takes 300 seconds to raise the temperature from 25 ° C to 180 ° C in the barrel and at the nozzle for 500 seconds to raise the temperature from 25 ° C to 200 ° C. With a heating power of 150 watts, the temperature received by the plastic is 179.427 ° C in the barrel and 199.631 ° C in the nozzle.

Keywords: CAD, *extruder*, *filament*, design, *Rapid prototyping*, *solidwork*.

1. Pendahuluan

Rapid prototyping merupakan metode untuk menghasilkan komponen atau *part* menjadi bentuk nyata atau 3D menggunakan teknologi berbasis *Computer Aided Design* (CAD). *3D printing* merupakan salah satu teknik pencetakan yang menggunakan *input* data dari CAD. *3D printing* menggunakan bahan dasar *filament plastic* berbahan dasar *Polyethylene* (PE), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), dll. *Filament* yang digunakan untuk produksi sebagian besar didapatkan melalui impor dengan harga yang tinggi. *Extruder Machine* atau mesin *extruder* digunakan untuk menghasilkan *filament plastic* (Harimalairajan, et al, 2016).

Konsumsi plastic yang tinggi menyebabkan diperlukannya teknologi *Rapid prototyping* sebagai solusi dalam permasalahan produk – produk *life cycle* yang pendek. Pada penerapannya, bahan dasar *filament* tergolong khusus dengan harga tinggi. Dengan tingginya harga bahan dan mesin *extruder* yang tersedia, perlu dirancang sistem peleleh material yang dapat menghasilkan *filament* dengan karakteristik bagus serta dapat di proses atau digunakan pada *rapid prototype machine* (Ruswandi A & Fauzan M A, 2014).

Banyak produk yang dapat dihasilkan dengan *printer* 3D dengan cepat. Hal ini dikarenakan *printer* 3D merupakan revolusi teknologi di bidang manufaktur. Dengan tingginya intensitas penggunaan *printer* ini, tidak seimbang dengan pasokan *filament* atau bahan dasar yang digunakan *printer* ini. Sebagian besar perusahaan pembuat *printer* 3D menggunakan sistem deposisi menyatu. Yaitu, sistem dimana perusahaan ataupun perguruan tinggi yang memiliki *printer* 3D sangat bergantung pada pihak ke-3 untuk membeli *filament* (Wankhade dan Bahale S G, 2018). Hal ini disebabkan pihak ke-3 selaku penjual menyediakan *printer* 3D beserta *filamennya*. Sehingga saat penjual kehabisan stok *filament*, menyebabkan terhambatnya proses produksi dan menyebabkan kegagalan fungsi *printer* 3D sebagai penghasil produk dengan cepat.

Adanya kesenjangan antara tingginya konsumsi dengan produksi *filament* dikarenakan beberapa faktor seperti mahalnya *filament* dan sulit untuk mendapatkannya, maka perlu adanya perhatian lebih kepada dua faktor tersebut. Tujuan dari perancangan mesin *extruder* ini adalah sebagai solusi adanya kesenjangan antara produksi dan konsumsi *filament*. Serta, untuk menunjang revolusi teknologi di bidang manufaktur.

Dubashi dkk (2015) pada hasil perancangannya dengan mesin berkapasitas 0,5 cm/detik, daya motor dengan torsi 26.5 kg.cm dengan putaran *screw* sebesar 10 Rpm, daya pemanas sebesar 250 watt yang diatur pada suhu 280°C dan cetakan yang digunakan memiliki diameter sebesar 2,26mm. Plastik yang digunakan sebagai bahan *filament* adalah PET.

Perancangan mesin *extruder* yang sudah pernah dilakukan masih memiliki beberapa kekurangan, diantaranya material yang digunakan pada *screw* masih rentan terhadap karat. Penggunaan baja sebagai material untuk *screw* kurang sesuai dengan sifat material yang dibutuhkan, seperti tahan terhadap suhu tinggi dan mudah berkarat. Penggunaan *pulley* yang dihubungkan oleh belt untuk mereduksi putaran kurang efisien. Karena, saat menerima beban yang berat, rentan terhadap selip. Daya motor listrik dan pemanas yang digunakan terlalu besar untuk mesin berskala laboratorium.

Penulis menggunakan *software* SolidWorks 2018 untuk membuat design perancangan dan perhitungan teoritis menggunakan rumus yang sudah ada (Sibarani, dkk (2018)).

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses design dilakukan menggunakan *software solidwork* 2018 dengan input data dimensi sesuai dengan perhitungan teoritis seperti dimensi pada pipa utama atau *barrel* dan *screw*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Desain Mesin Extruder

Data desain mesin *single screw extruder* ditunjukkan pada table 1 s/d table 4.

Tabel 1. Data Desain *Screw*.

Parameter	Satuan	Nilai
Kapasitas Mesin	g/jam	200
Pitch	mm	15
Kemiringan sudut	°	14

Tabel 2. Data Desain *heater*

Parameter	Satuan	Nilai
Massa <i>barrel</i>	Kg	1,741
Panas jenis <i>stainless stell</i>	J/Kg.K	500
Konduktivitas <i>stainless stell</i>	W/M.K	16
Suhu target <i>barrel</i>	°C	180
Suhu target <i>nozzle</i>	°C	200
Suhu ruangan	°C	25
Waktu pemanasan <i>barrel</i>	s	300
Waktu pemanasan <i>nozzle</i>	s	500

Tabel 3. Data Desain Motor Listrik

Parameter	Satuan	Nilai
Putaran	Rpm	1440
Tegangan listrik	Volt	220
Daya	Hp	0,5
Reduksi <i>gearbox</i>		1:60

Tabel 4. Data Material

Part	Material
Barrel	Seamless SS 304
Screw	Stainless steel 304
Nozzle	Stainless steel 304
Bracket barrel	Carbon steel hollow 25 x 25 t 2mm
Bracket table	Carbon steel hollow 25 x 25 t 2mm
Table	Kayu

3.2 Perhitungan Teoritis pada *Single Screw Extruder*

3.2.1 Perhitungan pada *screw extruder*

Pada *screw extruder* dapat kita ketahui kapasitas mesin. Kapasitas mesin merupakan faktor utama untuk mengetahui banyaknya biji plastic yang dapat diproses oleh mesin per satuan waktu.

a. Panjang *screw*

Kapsitas mesin dapat dihitung dengan rumus 2.1, untuk mengetahui panjang *screw* yang dibutuhkan.

$$No = \frac{Q \times L \times Wo}{367} - \sin\beta$$

dimana No adalah daya yang dibutuhkan (kW), Q adalah kapasitas mesin (g/jam), L adalah panjang *screw* (m), W_o adalah koefisien untuk material pasir butir besar atau kecil sebesar 4,0 dan β adalah kemiringan sudut

Sesuai dengan desain perancangan, spesifikasi *screw* sebagai berikut

Kapasitas mesin : 200 g/jam
 β : 14°
 Daya : 0,5 Hp (0,373 Kw)
 Sehingga, kapasitas mesin adalah

$$No = \frac{Q \times L \times Wo}{367} - \sin\beta$$

$$0,373 = \frac{200 \times L \times 4}{367} - \sin 14^\circ$$

$$0,373 + 0,241 = \frac{200 \times L \times 4}{367}$$

$$0,614 = \frac{200 \times L \times 4}{367}$$

$$L = \frac{0,614 \times 367}{200 \times 4}$$

$$L = 0,281 \text{ m}$$

b. Diameter Screw

Diameter screw dapat diketahui dengan rumus 2.2

$$\tan \beta = \frac{s}{\pi \times D}$$

dimana β adalah keiringan sudut screw, s adalah *pitch screw* (mm) dan D adalah diameter screw (mm).

Maka, diameter screw yang dibutuhkan jika pitch 15mm adalah

$$\tan \beta = \frac{s}{\pi \times D}$$

$$D = \frac{s}{\pi \times \tan\beta}$$

$$D = \frac{15}{\pi \times \tan 14^\circ}$$

$$D = 19,15 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan kapasitas mesin dan diameter screw, didapatkan panjang screw yang dibutuhkan adalah 0,281 m atau 281 mm dengan diameter 20 mm.

3.2.2 Perhitungan pada barrel

Diameter barrel dapat diketahui dengan persamaan 2.3

$$D_b = D + 2\delta$$

Keterangan :

D_b = Diameter dalam barrel (mm)

D = Diameter screw (mm)

δ = Flight Clearance (mm)

Flight clearance pada rancangan design ini sebesar 0,5 mm, sehingga diameter dalam barrel adalah

$$D_b = D + 2\delta$$

$$D_b = 20 + 2(0,5)$$

$$D_b = 21 \text{ mm}$$

3.2.3 Perhitungan pada motor listrik

Perhitungan pada motor listrik meliputi perhitungan reduksi gearbox, torsi motor, daya motor listrik

a. Perhitungan Gearbox

Reduksi putaran diperlukan pada mesin extruder, karena putaran pada motor listrik terlalu tinggi dengan daya yang rendah. Tetapi, pada mesin extruder dibutuhkan motor listrik dengan putaran rendah

dengan daya yang tinggi. Maka, dibutuhkan *gearbox* untuk menghasilkan putaran yang rendah dengan daya yang tinggi. Maka perhitungan pada *gearbox* dapat kita ketahui dengan rumus 2.3

$$n = \frac{a}{b} \times Rpm \text{ motor}$$

dimana n adalah reduksi putaran (Rpm), a adalah jumlah gigi primer dan b adalah jumlah gigi sekunder

Putaran pada motor listrik sebesar 1400 Rpm dengan daya 0,5 Hp. Digunakan *gearbox* dengan perbandingan reduksi 1:60.

$$n = \frac{1}{60} \times 1400$$

$$n = 23,333 \text{ Rpm}$$

b. Perhitungan torsi motor

Torsi yang dihasilkan oleh *gearbox* dapat kita ketahui menggunakan rumus 2.4

$$T = \frac{5250 \times Hp}{n}$$

dimana T adalah torsi (N.m), n adalah reduksi putaran (Rpm) dan Hp adalah daya input (Hp)

Torsi motor listrik sebesar

$$T = \frac{5250 \times 0,5}{23,333}$$

$$T = 112,501 \text{ N.m}$$

c. Laju *Filament*

Laju *filament* adalah laju *filament* dalam satuan meter per satuan waktu. Laju *filament* dapat diketahui dengan rumus 2.5

$$v = \frac{s \times n}{60}$$

dimana v adalah laju *filament*, s adalah *pitch screw* (m) dan n adalah putaran motor listrik (Rpm).

Pada desain *screw*, jarak *pitch* sebesar 15 mm (0,015 m) dengan putaran *screw* sebesar 23,333 Rpm, sehingga laju *filament* adalah

$$v = \frac{s \times n}{60}$$

$$v = \frac{0,015 \times 23,333}{60}$$

$$v = 0,0058 \text{ m/detik}$$

Dari perhitungan reduksi *gearbox*, torsi yang dihasilkan dan laju aliran massa didapatkan hasil putaran motor listrik sebesar 23,33 Rpm dengan torsi 112,501 N.m dan laju *filament* 0,0058 m/detik.

3.2.4 Perhitungan Pada *Heater*

Jenis *heater* yang digunakan adalah *band heater*. Ada beberapa faktor saat memilih *heater*, seperti daya pemanas, jumlah kalor yang diserap oleh *barrel*, waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu.

Sesuai dengan desain perancangan, faktor-faktor tersebut dapat kita ketahui dengan perhitungan berikut.

Massa <i>barrel</i>	: 1741 gr (1,741Kg)
Panas jenis	: 500 J/Kg.K (0,170 kkal/kg°C)
Konduktifitas panas	: 16 W/M.K
Suhu ruangan	: 25 °C
Suhu <i>heater barrel</i>	: 180 °C
Suhu <i>heater nozzle</i>	: 200 °C
Waktu pemanasan <i>barrel</i>	: 300 s
Waktu pemanasan <i>nozzle</i>	: 500 s

- a. Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu

Perhitungan ini untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu barrel dari suhu ruangan menjadi suhu yang diinginkan. Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan, digunakan rumus 2.6

$$P = \frac{Q}{t}$$

Dimana P adalah daya listrik (w), Q adalah kalor barrel atau nozzle (j) dan t adalah waktu kenaikan suhu (detik)

Heater yang digunakan memiliki daya 150 W, maka waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan heater adalah

1. Heater pada barrel

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{m \times c \times \Delta t}{t}$$

$$P = \frac{1,741 \times 500 \times (180 - 25)}{300}$$

$$P = 449,758 \text{ W}$$

2. Heater pada nozzle

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{m \times c \times \Delta t}{t}$$

$$P = \frac{1,741 \times 500 \times (200 - 25)}{500}$$

$$P = 304,675 \text{ W}$$

- b. Jumlah kalor yang diserap

Jumlah kalor yang diserap adalah jumlah kalor yang dilepaskan oleh heater untuk mencapai temperature yang diinginkan. untuk mengetahuinya digunakan rumus 2.7

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

dimana Q adalah jumlah kalor (j), m adalah massa barrel (kg), c adalah panas jenis material (j/kg°C) dan ΔT adalah perubahan suhu (°C)

Sesuai dengan desain perancangan maka,

1. Jumlah kalor yang diserap oleh barrel

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 1,741 \times 500 \times (180 - 25)$$

$$Q = 134927,5 \text{ J}$$

2. Jumlah kalor yang diserap nozzle

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 1,741 \times 500 \times (200 - 25)$$

$$Q = 152337,5 \text{ J}$$

- c. Suhu yang diterima oleh plastik

Rumus untuk mengetahui suhu yang diterima oleh plastik digunakan rumus konduksi pada pipa. Pada kondisi ini, radiasi kalor dan panas yang diserap oleh screw diabaikan. Untuk mengetahuinya digunakan rumus 2.8

$$Qk = \frac{2 \times \pi \times K \times (T_i - T_o)}{\ln(r_i/r_o)}$$

Dimana Qk adalah jumlah kalor konduksi (watt), K adalah konduktivitas termal (W/M.K), T_i adalah suhu diluar pipa ($^{\circ}\text{C}$), T_o adalah suhu didalam pipa ($^{\circ}\text{C}$), r_o adalah jari jari dinding luar pipa (m) dan r_i adalah jari jari dalam pipa (m).

terdapat 3 buah *heater* dengan kapasitas 150 watt pada *barrel*, sehingga kapasitas yang dihasilkan menjadi 450 watt dan pada *nozzle* terdapat 1 buah *heater* dengan kapasitas 150 watt. Maka, panas yang diterima plastik adalah

1. Pada *barrel*

$$Qk = \frac{2 \times \pi \times K \times (T_i - T_o)}{\ln(r_i/r_o)}$$

$$450 = \frac{2 \times \pi \times 16 \times (T_o - 180)}{\ln(0,0125/0,011)}$$

$$450 = \frac{18095,573 - 100,531T_i}{(0,127)}$$

$$57,525 = 18095,573 - 100,531T_i$$

$$T_i = \frac{18095,573 + 57,525}{100,531}$$

$$T_i = 179,427^{\circ}\text{C}$$

2. Pada *Nozzle*

$$Qk = \frac{2 \times \pi \times K \times (T_i - T_o)}{\ln(r_i/r_o)}$$

$$150 = \frac{2 \times \pi \times 16 \times (T_o - 200)}{\ln(0,016/0,0125)}$$

$$150 = \frac{20106,193 - 100,531T_i}{(0,246)}$$

$$37,029 = 20106,193 - 100,531T_i$$

$$T_i = \frac{20106,193 - 37,029}{100,531}$$

$$T_i = 199,631^{\circ}\text{C}$$

Dari perhitungan pada *heater*, daya yang dibutuhkan untuk memanaskan *barrel* sebesar 450 W dan pada *nozzle* sebesar 304,675 W, maka heater pada *barrel* berjumlah 3 buah dengan daya per heater 150 W dan pada *nozzle* 1 buah dengan daya 150 W. Jumlah kalor yang diserap oleh *barrel* sebesar 134927,5 J dan pada *nozzle* sebesar 152337,5 J. Suhu yang diterima oleh plastik pada *barrel* adalah $179,427^{\circ}\text{C}$ dan pada *nozzle* adalah $199,631^{\circ}\text{C}$.

3.2.5. Perhitungan Operasional

Perhitungan operasional adalah perhitungan untuk mengetahui biaya modal yang diperlukan untuk memproses 1 kg material.

Diketahui :

Daya <i>Heater</i>	: 150 watt
Daya motor listrik	: 373 watt
Kapasitas mesin	: 200 g/jam
1 kg ABS	: Rp. 60.000,00
Tarif dasar listrik (<i>tdl</i>)	: Rp. 1.300,00 / kWh
Jasa operator	: Rp.50.000,00

Sehingga, biaya yang dibutuhkan untuk memproses 1 kg material adalah

- a. Waktu proses (t)

$$t = \frac{1000 \text{ g}}{200 \text{ g}}$$

$$t = 5 \text{ jam}$$
- b. Total Daya (watt)
Total Daya = (daya heater + daya motor listrik) × t
Total Daya = ((150 × 4) + 373) × 5
Total Daya = 4865 watt
Total Daya = 4,865 kW
- c. Biaya Operasional
Biaya Operasional = (total daya × tdl) + material
Biaya Operasional = (4,865 × 1.300) + Rp 60.000,00
Biaya Operasional = Rp 6.324,00 + Rp 60.000,00
Biaya Operasional = Rp 66.324,00
- d. Biaya Total
Biaya Total = biaya operasional + jasa operator
Biaya Total = Rp. 66.324,00 + Rp. 50.000,00
Biaya Total = Rp 116.324,00

3.2.6. Data Hasil Perancangan

Berikut data hasil perancangan *single screw extruder machine*.

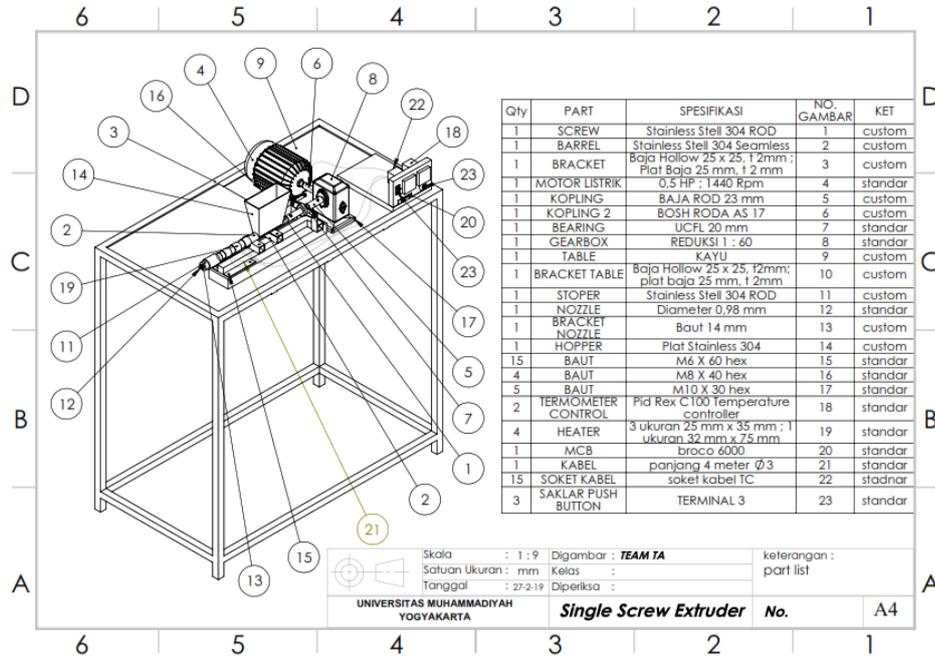
Table 5 Data Hasil Perancangan.

No.	Part	Spesifikasi
1	Jenis <i>extruder</i>	<i>Single Screw extruder</i>
	Kapasitas	200 g/jam
2	Type motor listrik	1 <i>Phase (ac)</i>
	Daya motor listrik	0.5 Hp / 1400 Rpm
	Putaran	23,33 Rpm (1:60)
3	Panjang <i>screw</i>	281 mm (0,281 m)
	Diameter <i>screw</i>	20 mm
	Pitch	15 mm
	Material <i>screw</i>	Stainless Steel 304 ROD 22mm
4	Panjang <i>barrel</i>	415 mm (0,510 m)
	Diameter dalam <i>barrel</i>	21 mm
	Diameter luar <i>barrel</i>	25 mm
	Material <i>barrel</i>	SS 304 seamless Do 25mm; Di 21mm
5	Diameter luar <i>Stoper</i>	32 mm
	Diameter dalam <i>Stoper</i>	25 mm
	Material stopper	Stainless Steel 304 ROD 32mm
6	Jumlah <i>heater</i>	3 (<i>barrel</i>) dan 1 (<i>stoper</i>)
	Daya heater <i>barrel</i>	150 W x 220 V
	Daya heater stopper	150 W x 220 V
	Waktu pemanasan <i>barrel</i>	300 s
	Waktu pemanasan <i>nozzle</i>	500 s
7	Material <i>bracket</i>	<i>Carbon Steel hollow 25 x 25, t 2mm</i>
8	Dimensi (p x l x t) mm	100 x 550 x 1247

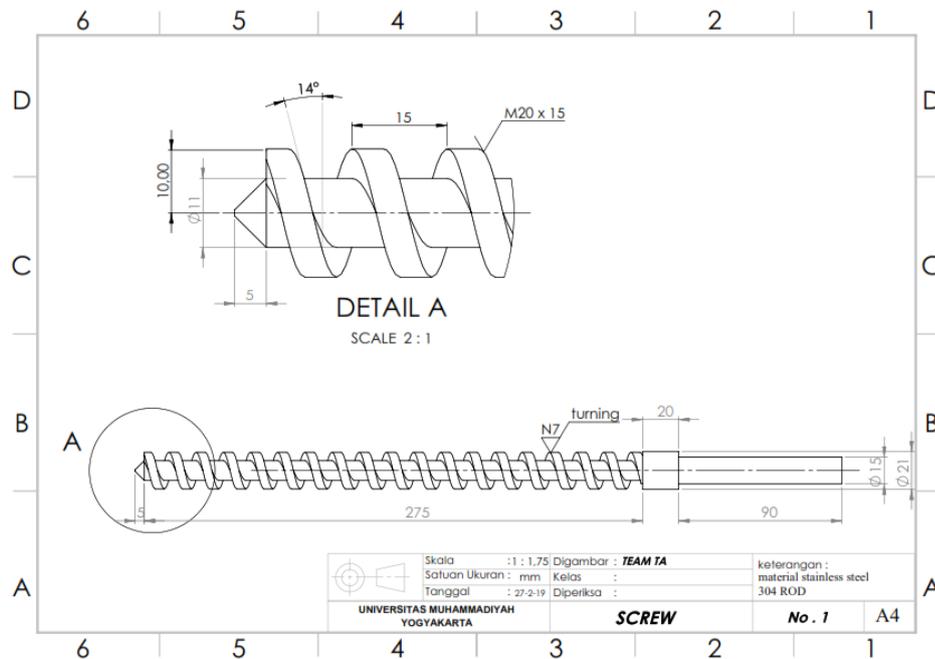
3.2.6. Gambar desain perancangan

Desain perancangan mesin *extruder* menggunakan *software solidwork 2018* dalam bentuk gambar teknik. Desain perancangan meliputi, gambar 2D beserta

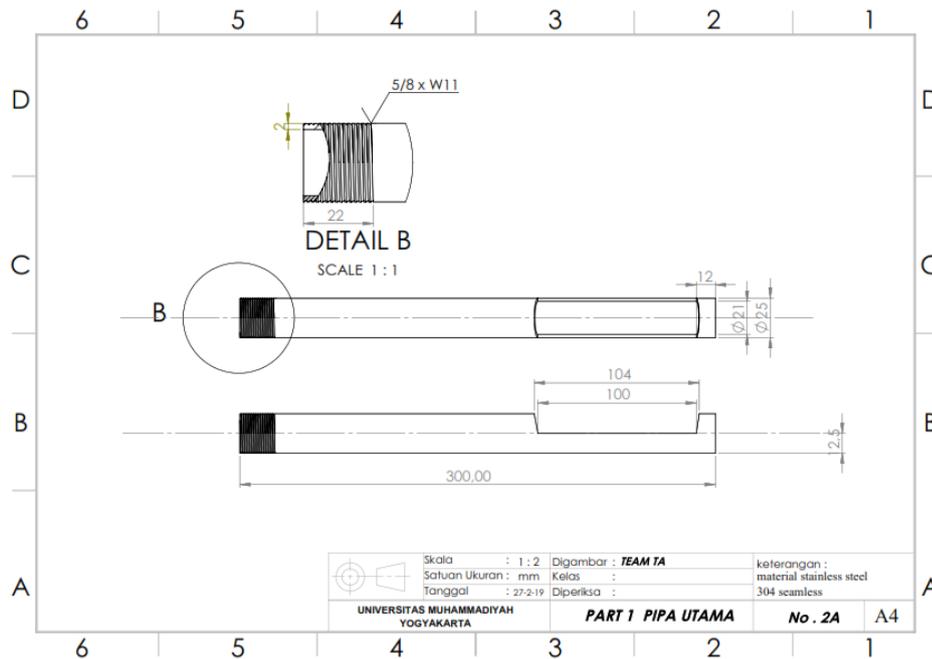
ukurannya dan disajikan per-komponen. Desain perancangan ditunjukkan dari gambar 1 s/d gambar 3.



Gambar 1. Part list



Gambar 2. Desain Screw



Gambar 3. Desain Barrel

3.2.7 Keunggulan Perancangan

Keunggulan hasil rancangan adalah

1. Biaya modal yang digunakan lebih rendah bila dibandingkan membeli filament perkilonya. Untuk mendapatkan 1 kg *filament* dibutuhkan biaya sebesar Rp. 116.324,00. Sedangkan harga filament di pasaran, untuk kualitas terbaik mencapai Rp. 300.000,00.
2. Penyempurnaan terhadap perancangan yang sudah pernah dilakukan, seperti penggunaan material *stainless steel* pada *screw* dan *barrel*, reduksi putaran dan penghubung daya dan pereduksi putaran digunakan *gearbox*.
3. Daya motor listrik dan daya heater yang digunakan serta dimensi mesin berskala laboratorium.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan mesin *single screw extruder* didapatkan hasil rancangan mesin extruder dengan kapasitas mesin sebesar 200 g/jam, *pitch screw* 15mm dan β sebesar 14° membutuhkan panjang *screw* 281mm dengan diameter 20mm. diameter dalam barrel adalah 21mm. Motor listrik memiliki daya 0,5 Hp dan putaran sebesar 1400 Rpm. Reduksi putaran motor listrik oleh *gearbox* dengan perbandingan 1 : 60 menghasilkan putaran 23,333 Rpm yang menghasilkan torsi sebesar 112,501 N.m. Laju aliran massa yang dihasilkan sebesar 0,0058 m/detik. Sesuai dengan faktor faktor yang telah ditentukan, daya *heater* yang dibutuhkan pada barrel sebesar 450 watt dan pada nozzle sebesar 300 watt. Untuk memaksimalkan peleburan biji plastik digunakan 3 *heater* berkapasitas 150 watt pada barrel dan 1 *heater* pada nozzle dengan kapasitas 150 watt. Kalor yang diterima oleh barrel sebesar 134927,5 J dan pada barrel sebesar 152337,5 J. panas yang diterima biji plastik pada barrel sebesar 179,427 °C dan pada nozzle sebesar 199,631 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Dubashi, J; Grau, B; and McKernan, Alex, "AkaBot 2.0: pet 3D printing filament from waste plastic" (2015). Mechanical Engineering Senior Theses. 44. https://scholarcommons.scu.edu/mech_senior/44
- Harimalairajan, K; Sadhananthan, S; and Murugan, S (2016). Development of Plastic Filament Extruder for 3D-PRINTING, (11), 32–35.
- Ruswandi, A., & Fauzan, M. A. (n.d.). Perancangan Extruder Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Untuk Material Filament Polylactic Acid (PLA) Diameter 1,75 mm.
- Sibarani, M; Allan, M. P; dan Santika, P, M. (2018). Perancangan unit Extruder Pada Mesin Extrusion Laminasi Fleksible Packaging. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 2(2), 42–45. <https://doi.org/10.31543/jtm.v2i2.155>
- Wankhade, M. H., & Bahaley, S. G. (2018). Design and Development of Plastic Filament Extruder for 3D Printing. *IRA-International Journal of Technology & Engineering (ISSN 2455-4480)*, 10(3), 23. <https://doi.org/10.21013/jte.v10.n3.p1>