

SKRIPSI

RANCANG BANGUN PENGGULUNG FILAMEN MESIN EKSTRUSI KAPASITAS 5 KG PER JAM DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETEBALAN PRODUK FILAMEN



FACHRIE AZZUMAR DWIYAN

03051281823031

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

RANCANG BANGUN PENGGULUNG FILAMEN MESIN EKSTRUSI KAPASITAS 5 KG PER JAM DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETEBALAN PRODUK FILAMEN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik**



OLEH
FACHRIE AZZUMAR DWIYAN
03051281823031

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PENGGULUNG FILAMEN MESIN EKSTRUSI KAPASITAS 5 KG PER JAM DAN PENGARUHNYA TERHADAP KETEBALAN PRODUK FILAMEN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

FACHRIE AZZUMAR DWIYAN

03051281823031



Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yani S. T, M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, Januari 2023
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "H. Hasan Basri".

Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D.
NIP. 195802011984031002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : Fachrie Azzumar Dwiyani
Nim : 03051281823031
Jurusan : Teknik Mesin
Judul : Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin
Ekstrusi Kapasitas 5 Kg Per Jam Dan Pengaruhnya
Terhadap Ketebalan Produk Filamen
Dibuat Tanggal : Januari 2022
Selesai Tanggal : Desember 2022



Indralaya, Januari 2023
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing,

Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D
NIP. 195802011984031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin Ekstrusi Kapasitas 5 Kg Per Jam dan Pengaruhnya Terhadap Ketebalan Produk Filamen” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Desember 2022

Indralaya, Desember 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. Dyos Santoso, M.T.

NIP. 196012231991021001

Sekretaris :

2. Akbar Teguh Prakoso, S.T, M.T.

NIP. 199204122022031009

Anggota :

3. Dr. Dendy Adanta, S.Pd, M.T.

NIP. 199306052019031016



(.....)
(.....)
(.....)



Irsyadi Yani S. T, M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, Januari 2023
Pembimbing,



Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D
NIP. 195802011984031002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, Atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan ini tepat waktunya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah mendukung penulis lahir dan batin dan memberikan semangat kasih sayang dan doa yang tulus.
2. Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D selaku selaku Dosen Pembimbing yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Akbar Teguh Prakoso, S.T, M.T yang telah banyak membantu dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam Penulisan Tugas Akhir ini, Penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar penulis dapat membuat tulisan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah yang mendapatkan ridho dari Allah SWT., Aamiin.

Palembang, 11 Mei 2022



Fachrie Azzumar Dwiyani

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fachrie Azzumar Dwiyani

NIM : 03051281823031

Judul : Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin Ekstrusi Kapasitas
5 Kg Per Jam dan Pengaruhnya Terhadap Ketebalan Produk
Filamen

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Januari 2023



Fachrie Azzumar Dwiyani
NIM. 03051281823031

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fachrie Azzumar Dwiyani

NIM : 03051281823031

Judul : Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin Ekstrusi Kapasitas 5 Kg Per Jam dan Pengaruhnya Terhadap Ketebalan Produk Filamen

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Januari 2023



Fachrie Azzumar Dwiyani
NIM. 03051281823031

RINGKASAN

JURUSAN TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Fachrie Azzumar Dwijyan, dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri.

Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin Ekstrusi Kapasitas 5 Kg Per Jam dan Pengaruhnya Terhadap Ketebalan Produk Filamen

xxviii + 70 halaman, 47 gambar, 8 tabel

RINGKASAN

Rapid Prototyping adalah teknik manufaktur yang menggunakan Computer Aided Design (CAD) untuk menghasilkan komponen dalam 3D. Teknik ini dilakukan dengan menggunakan teknologi cetak 3D. Proses pencetakan 3D membutuhkan material input berupa filamen plastik. Dalam sistem pencetakan memerlukan *printer*, *printer* ini mencetak format *file* yang terdapat pada PC atau komputer, kemudian baru dapat melihat hasil akhir dari produk yang dibutuhkan. Untuk itu, 3D *printing* diciptakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. 3D *printing* adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi berdasarkan desain digital. Dalam penggunaan 3D *printer*, filamen memiliki pengaruh besar pada pengoperasian 3D *printer*, namun filamen yang dibutuhkan sangat mahal. Untuk menekan biaya produksi dan biaya filamen plastik maka dibuatlah suatu alat yaitu mesin extruder filamen yang dikembangkan untuk memproduksi filamen plastik. Mesin ekstruder filamen adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk memproduksi filamen yang dapat digunakan sebagai material untuk kepentingan *additive manufacturing* (AM). Mesin ini terdiri atas beberapa komponen utama yaitu motor sebagai penggerak, sistem transmisi untuk mengatur torsi dan kecepatan putar, *hopper/funnel* sebagai tempat memasukkan bahan mentah, *screw conveyor* sebagai pendorong atau pengangkut bahan, Elemen pemanas untuk mencairkan bahan, nosel untuk mengatur ukuran filamen, serta kipas pendingin untuk mendinginkan filamen yang

sudah terbentuk. cara kerja dari mesin ini cukup sederhana, material yang ingin dibentuk menjadi bentuk filamen dimasukkan ke dalam *Funnel (Inlet)* dalam bentuk pelet, lalu material didorong menggunakan *Screw conveyor* menuju nosel sambil dipanaskan hingga mencair, terakhir material di keluarkan melalui nosel (*Outlet*) dalam bentuk filamen dengan diameter yang diinginkan. Namun material yang dikeluarkan melalui nosel tersebut perlu alat tambahan yang berfungsi untuk mendinginkan, menarik, serta menggulung agar dapat membentuk filamen yang siap dipakai,. Salah satu komponen penting dalam mesin ini adalah mesin penggulung filamen, mesin ini merupakan rangkaian akhir dari proses ekstrusi filamen Persiapan desain dimulai dengan membuat desain CAD, kemudian menyiapkan bahan yang diperlukan dan dilanjutkan dengan perakitan proses. Setelah dirakit, mesin penggulung filamen ini akan diuji alat dan dianalisis datanya. Ketebalan minimum dan maksimum filamen yang dihasilkan pada suhu heater 190°C adalah 1,67 mm dan 1,87 mm, sedangkan pada suhu screw 200°C adalah 1,62 mm dan 1,84 mm. Terdapat dua ketebalan filament yang mendekati target 1,75 mm pada saat temperatur heater 190°C yaitu pada kecepatan ulir 4 RPM dengan kecepatan spooler 3 RPM dan pada kecepatan ulir 5 RPM dengan kecepatan spooler 5 RPM. Pada suhu 200°C ketebalan filamen yang mencapai target 1,75 mm adalah pada saat kecepatan screw 5 RPM dan kecepatan spooler 4 RPM.

Kata kunci : Mesin ekstruder filamen, penggulung filamen, filamen 3D Printer
Kepustakaan : 2004-2022, 20

SUMMARY

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, FACULTY OF
ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY

Fachrie Azzumar Dwiyani, supervised oleh Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri.

Design of extrusion machine filament winder and its effect on the thickness of the filament product.

xxviii + 70 pages, 47 figures, 8 tables

SUMMARY

Rapid Prototyping is a manufacturing technique that uses Computer Aided Design (CAD) to produce components in 3D. This technique is done using 3D printing technology. The 3D printing process requires an input material in the form of plastic filaments. In a printing system, it requires a printer, this printer prints the file format contained on a PC or computer, then only can see the final result of the product needed. For this reason, 3D printing was created to meet these needs. 3D printing is the process of creating three-dimensional solid objects based on digital designs. In the use of 3D printers, the filament has a great influence on the operation of the 3D printer, but the required filament is very expensive. To reduce production costs and the cost of plastic filaments, a tool was made, namely a filament extruder machine which was developed to produce plastic filaments. Filament extruder machine is a device that functions to produce filaments that can be used as material for additive manufacturing (AM) purposes. This machine consists of several main components, namely the motor as the driving force, the transmission system to adjust the torque and rotational speed, the hopper/funnel as the place to enter the raw material, the screw conveyor as the pusher or transporter of the material, the heating element to melt the material, the nozzle to adjust the size of the filament, as well as a cooling fan to cool the filaments that have been formed. the workings of this machine are quite simple, the material that you want to form into a filament

shape is put into the Funnel (Inlet) in the form of pellets, then the material is pushed using a screw conveyor towards the nozzle while being heated until it melts, finally the material is removed through the nozzle (Outlet) in the form filament of the desired diameter. However, the material ejected through the nozzle requires additional tools that function to cool, pull, and roll in order to form a ready-to-use filament. One of the important components in this machine is the filament winding machine, this machine is the final series of the filament extrusion process. Design preparation begins with making a CAD design, then preparing the necessary tool materials and continuing with the assembly process. After being assembled, this filament winding machine will be tested and the data will be analyzed. The minimum and maximum thicknesses of the filament produced at a heater temperature of 190°C were 1.67 mm and 1.87 mm, while at a screw temperature of 200°C they were 1.62 mm and 1.84 mm. There are two filament thicknesses that are close to the target of 1.75 mm when the heater temperature is 190°C, namely at a screw speed of 4 RPM with a spooler speed of 3 RPM and at a screw speed of 5 RPM with a spooler speed of 5 RPM. At a temperature of 200°C the thickness of the filament that reaches the target of 1.75 mm is when the screw speed is 5 RPM and the spooler speed is 4 RPM.

Keywords : Filament extruder machine, filament winder, 3D Printer filament

Citation : 2004-2022, 20

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Rapid Prototyping</i>	7
2.2 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	8
2.3 Mesin Ekstruder Filamen	9
2.3.1 Komponen Mesin Ekstruder Filamen	11
2.4 Mesin Penggulung Filamen.....	16
2.5 Proses Penggulungan Filamen	16
2.5.1 Metode Penggulungan.....	17
2.5.2 Pola Gulungan.....	18
2.6 Plastik	19
2.7 <i>PolyPropylene (PP)</i>	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Metode Penelitian.....	23

3.2 Pengkajian Literatur.....	24
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.3.1 Alat Penelitian	24
3.3.2 Bahan Penelitian	26
3.4 Perancangan dan Manufaktur	27
3.4.1 Perhitungan Transmisi <i>Belt</i> dan <i>Pulley</i>	27
3.4.2 Pembuatan Desain	28
3.4.3 Proses Pembuatan dan Perakitan	29
3.5 <i>Coding Arduino</i>	29
3.6 Pengujian Alat.....	29
3.7 Analisis Penelitian	30
3.7.1 Pengolahan Data	30
3.7.2 Pendetailan Final	30
3.8 Pembuatan Laporan	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisis Perencanaan dan Perhitungan	33
4.1.1 Perhitungan Putaran <i>Pulley</i>	33
4.1.2 Perhitungan Kecepatan Putaran Motor <i>Stepper</i>	34
4.1.3 Perhitungan Torsi yang Dihasilkan Motor <i>Stepper</i>	36
4.1.4 Perhitungan Panjang <i>Belt</i>	37
4.1.5 Perhitungan Kecepatan Aliran Filamen.....	37
4.1.6 Perhitungan Kecepatan Keliling atau Kecepatan Linear	38
4.2 Pembuatan Desain.....	39
4.2.1 Desain Rangka Platform	39
4.2.2 Desain <i>Spooler Support</i>	40
4.2.3 Desain <i>Spooler Shaft</i>	41
4.2.4 Desain <i>Housing</i> Saklar	42
4.2.5 Desain Dudukan <i>Arduino</i>	43
4.2.6 Desain <i>Housing LCD User Interface Display</i>	43
4.2.7 Desain <i>Assembly</i>	44
4.3 Pembuatan Komponen Alat.....	45
4.3.1 Pembuatan Rangka <i>Platform</i>	45

4.3.2	Pembuatan <i>Spooler Support</i>	45
4.3.3	Pembuatan <i>Spooler Shaft</i>	46
4.3.4	Pembuatan <i>Housing</i> Saklar	46
4.3.5	Pembuatan Dudukan Arduino	47
4.3.6	Pembuatan <i>Housing LCD UI Display</i>	47
4.4	Persiapan Alat	48
4.4.1	<i>Motor Stepper</i>	48
4.4.2	<i>Pulley</i> dan <i>Belt</i>	49
4.4.3	<i>Filament Guide</i>	50
4.4.4	<i>Power Supply Unit</i>	50
4.4.5	<i>LCD Controller</i>	51
4.4.6	Arduino.....	52
4.5	Perakitan Alat.....	53
4.6	Proses <i>Coding Arduino</i>	54
4.7	Pengujian Alat Penggulung Filamen.....	56
4.8	Pengambilan Data Ketebalan Filamen	56
4.9	Data Hasil.....	59
4.9.1	Hubungan antara Temperatur Heater, Kecepatan Putar Screw dan Kecepatan Putar Winder terhadap Ketebalan Filamen	59
4.9.2	Distribusi Ketebalan Filamen Hasil	62
4.10	Komparasi Hasil Ketebalan Filamen dengan Penelitian Sebelumnya	63
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
	DAFTAR RUJUKAN	67
	LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Gambar CAD.....	8
Gambar 2.2 Mesin Ekstrusi Filamen.....	10
Gambar 2.3 Diagram Skematik Mesin Ekstrusi Filamen.....	10
Gambar 2.4 Hopper.....	11
Gambar 2.5 Screw Ekstruder Konvensional	12
Gambar 2.6 Motor DC	13
Gambar 2.7 Servo Motor.....	14
Gambar 2.8 Motor Stepper.....	14
Gambar 2.9 Nozzle.....	15
Gambar 2.10 Elemen Pemanas	15
Gambar 2.11 Metode Penggulungan Basah	17
Gambar 2.12 Metode Penggulungan Prepreg	18
Gambar 2.13 Gulungan Melingkar	18
Gambar 2.14 Gulungan Heliks.....	19
Gambar 2.15 Gulungan Kutub	19
Gambar 3.1 Diagram Alir	23
Gambar 3.2 Diagram Proses Analisis Penelitian	30
Gambar 4.1 Desain Rangka <i>Platform</i>	40
Gambar 4.2 <i>Isometric View</i> Desain Rangka Platform	40
Gambar 4.3 Desain <i>Spooler Support</i> 1.....	41
Gambar 4.4 Desain <i>Spooler Support</i> 2.....	41
Gambar 4.5 Desain <i>Spooler Shaft</i>	42
Gambar 4.6 Desain <i>Housing</i> Saklar	42
Gambar 4.7 Desain Dudukan <i>Arduino</i>	43
Gambar 4.8 Desain <i>Housing LCD Display</i>	44
Gambar 4.9 Desain Mesin Ekstruder Filamen	44
Gambar 4.10 Rangka <i>Platform</i>	45
Gambar 4.11 Spooler Support.....	46
Gambar 4.12 <i>Spooler Shaft</i>	46

Gambar 4.13 Dudukan Arduino	47
Gambar 4.14 <i>Housing LCD Display</i>	47
Gambar 4.15 Motor <i>Stepper</i>	49
Gambar 4.16 <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i>	50
Gambar 4.17 <i>Filament Guide</i>	50
Gambar 4.18 <i>Power Supply Unit</i>	51
Gambar 4.19 <i>LCD Display</i>	52
Gambar 4.20 Arduino Uno	52
Gambar 4.21 Proses Perakitan Alat.....	53
Gambar 4.22 <i>Running</i> Mesin Ekstruder	56
Gambar 4.23 Material <i>Input</i> Masuk Melalui <i>Hopper</i>	57
Gambar 4.24 Filamen yang Keluar Melalui <i>Nozzle</i>	57
Gambar 4.25 Penggulungan Filamen	58
Gambar 4.26 Pengukuran Filamen Hasil Ekstrusi.....	58
Gambar 4.27 Pengolahan data pada perangkat lunak.....	59
Gambar 4.28 Grafik Ketebalan Filamen pada Temperatur 190°C	61
Gambar 4.29 Grafik Ketebalan Filamen pada Temperatur 200°C	61
Gambar 4.30 Distribusi ketebalan filamen @190 °C	62
Gambar 4.31 Distribusi ketebalan filamen @200 °C	63
Gambar 4.32 Hasil Ketebalan Filamen pada Penelitian Serupa	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Physical Properties PP	20
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	25
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	26
Tabel 3.3 Tabel Penentuan Kriteria	28
Tabel 4.1 Kecepatan putaran pulley penggerak dan pulley yang digerakkan.....	34
Tabel 4.2 Hubungan antara kecepatan putaran motor dengan <i>pulse</i> per detik.....	35
Tabel 4.3 Data Ketebalan Filamen Hail Pengujian	60
Tabel 4.4 Filamen yang mendekati 1,75 mm	62
Tabel 4.5 Perbedaan Parameter dengan Penelitian Serupa	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain mesin penggulung filamen	69
Lampiran 2. Desain <i>platform</i>	69
Lampiran 3. Desain <i>spooler shaft</i>	70
Lampiran 4. Desain <i>housing LCD display</i>	70
Lampiran 5. Desain dudukan arduino	71
Lampiran 6. Desain <i>housing switch</i>	71
Lampiran 7 Desain <i>stand spooler 1</i>	72
Lampiran 8. Desain <i>stand spooler 2</i>	72

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri khususnya industri manufaktur terus berlanjut. Dalam industri manufaktur, desain produk menjadi bagian yang sangat penting karena persaingan yang ketat dan inovasi yang cepat dikeluarkan oleh produsen untuk mencapai penjualan pasar. Dalam keadaan seperti ini, produsen harus mengadopsi konsep dan bereaksi lebih cepat terhadap kondisi pasar untuk menghasilkan produk yang diinginkan pasar dan menjadi pemimpin pasar. Ini terkait erat dengan fase desain produk, yaitu produksi prototipe. Produsen melihat prototipe produk sebelum mereka mencoba menghasilkan produk. Oleh karena itu, pembuatan prototipe merupakan hal yang paling penting untuk menilai apakah produk yang akan diproduksi massal sudah siap dan memenuhi kriteria yang diinginkan. *Prototyping* sangat membantu dalam menentukan proses produksi selanjutnya dan nilai investasi (Sumantri, 2012).

Rapid prototyping adalah teknik manufaktur yang menggunakan desain berbantuan komputer (CAD) untuk membuat komponen 3D. Teknik ini dibuat dengan menggunakan teknologi cetak 3D. *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam pencetakan 3D. Prinsip kerja CAD adalah *additive manufacturing*. Jenis pencetakan 3D ini menggunakan filamen plastik untuk membuat bagian yang diinginkan. Filamen plastik yang digunakan dalam FDM biasanya *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polylactic Acid* (PLA), *Polycarbonate* (PC), *Polyamide* (PA), *Polystyrene* (PS), *Polypropylene* dll. Harga filamen yang digunakan untuk pencetakan 3D sebagian besar tinggi, dan filamen plastik yang digunakan tidak diproduksi, tetapi sebagian besar diimpor. Untuk menekan biaya produksi dan biaya filamen plastik maka dibuatlah alat yaitu mesin ekstrusi filamen yang dirancang untuk produksi filamen plastik (Nassar dkk., 2019).

Sebuah printer diperlukan sebagai hal utama dalam suatu sistem pencetakan, cara kerjanya secara umum adalah printer tersebut mengambil *file* yang terdapat dari komputer, kemudian selanjutnya akan mendapatkan produk akhir sesuai yang diperlukan. Oleh karenanya, untuk memenuhi kebutuhan produk sesuai keinginan maka 3D *printing* diciptakan. 3D *printing* adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi berdasarkan desain digital. Dalam penggunaan 3D *printer*, filamen memiliki pengaruh besar pada pengoperasian 3D *printer*, namun filamen yang dibutuhkan sangat mahal (Mahfud dkk., 2020).

Ekstruder itu sendiri terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sama untuk membuat filamen. Salah satunya adalah penggulung filamen atau mesin penggulung. Gulungan filamen telah menjadi proses utama dalam pembuatan struktur silinder komposit yang hemat biaya. Mesin penggulung filamen ini adalah mesin gambar otomatis yang membantu menarik filamen keluar dari nosel ekstruder. Mesin ini meng gulung serat atau filamen polimer yang telah mengalami proses pendinginan. Selama proses pendinginan, serat atau filamen polimer yang sudah mengeras ditempatkan di tempat spool (gulungan filamen). Kumparan filamen ini diputar oleh motor arus searah (DC) yang dihubungkan ke belitan kumparan. Spul adalah salah satu sub-komponen dari mesin penggulung filamen, yang berperan untuk mengarahkan filamen yang berasal dari nosel ke spul dalam arah horizontal. Filamen dikendalikan dan dikendalikan dengan mengatur kecepatan motor DC (Abdalla dkk., 2007).

Keuntungan dari proses penggulungan ini adalah mampu menghasilkan orientasi filamen berulang yang akurat. Namun, proses ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu meliputi, kesulitan dalam menempatkan posisi filamen hasil ekstrusi mesin ekstruder secara sejajar, perlakuan khusus pada permukaan *spool winder* perlu diperhatikan untuk memastikan filamen ekstrusi dapat digulung dengan baik. Untuk menghasilkan filamen sesuai yang diharapkan, maka diperlukan mesin ekstruder filamen yang lengkap dan bekerja dengan baik. Mesin ekstruder yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya belum lengkap, sehingga perlu adanya suatu komponen tambahan. Komponen yang diperlukan adalah komponen yang dapat mendinginkan, menarik, dan menggulung filamen hasil ekstrusi yang keluar dari die/nozzle mesin ekstruder tersebut. Komponen ini perlu

dibuat agar dapat menghasilkan filamen yang berkualitas, sehingga penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya yang membahas terkait rancang bangun mesin ekstruder filamen belum lengkap. Sehingga material *output* yang keluar dari *die/nozzle* tidak akan membentuk filamen yang siap pakai. Material yang baru keluar dari *die* berbentuk lelehan dan cenderung memiliki temperatur yang tinggi sehingga masih mudah terdeformasi.

Maka dari itu penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini merujuk ke rancang bangun penggulung filamen *PolyproPylene* Ekstruder. Penulis akan melakukan Rancang Bangun Alat Ekstruksi Filamen. Penelitian ini akan berfokus pada merancang mesin penggulung filamen yang diawali dengan pembuatan desain. Setiap komponen akan didesain sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan. Setelah didesain, dilakukan tahap fabrikasi setiap komponen yang diperlukan. Porses fabrikasi ini bisa dengan menggunakan mesin cetak 3D. Setelah setiap komponen siap, maka selanjutnya komponen mesin penggulung filamen akan dirakit beserta kabel-kabel yang diperlukan. Untuk membuat mesin penggulung filamen bekerja, maka diperlukan *coding* yang akan di-upload arduino. Setelah mesin penggulung filamen siap digunakan, proses ekstrusi filamen dengan mesin ekstruder yang lengkap akan dilakukan dan filamen hasil ekstrusi akan diukur ketebalannya dengan parameter temperatur *screw* dan kecepatan rpm *winder*. Oleh karenanya penulis mengambil judul laporan tugas akhir : “*Rancang Bangun Penggulung Filamen Mesin Ekstrusi Kapasitas 5 kg/jam Dan Pengaruhnya Terhadap Konsistensi Ketebalan Produk Filamen*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan di atas, maka perlu dirumuskan masalah yang akan ditentukan yaitu merancang bangun mesin penggulung filamen yang fungsional dan dapat memperoleh hubungan antara paramater putaran penggulungan filamen dan temperatur heater terhadap ketebalan filamen.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini yang dibahas adalah Rancang Bangun Penggulung Filamen yang akan di aplikasikan pada Mesin Ekstruder dan Pengaruhnya Terhadap Konsistensi Produk Filamen yang di buat.

Adapun batasan yang dibuat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian spesifik dalam merancang mesin penggulung filamen yang digunakan untuk menarik dan menggulung hasil ekstrusi filamen pada mesin ekstruder.
2. Penelitian mencangkup pembuatan desain dan alat serta perhitungan sederhana baik manual maupun secara aplikasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Merancang bangun mesin penggulung filamen yang optimal sehingga dapat membantu proses ekstruksi filamen pada mesin ekstruder
2. Memperoleh hubungan antara paramater putaran penggulungan filamen dan temperatur heater terhadap ketebalan filamen

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Desain alat yang telah dirancang ini dapat digunakan sebagai basis untuk berbagai topik penelitian selanjutnya.
2. Dapat memberikan contoh sebuah proses perancangan yang terstruktur dan berjustifikasi di setiap langkahnya, yang dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa Universitas Sriwijaya.

3. Memperkaya ilmu pengetahuan di Universitas Sriwijaya khususnya tentang bagaimana merancang sesuatu dengan melalui proses desain yang terstruktur.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdalla, F.H., Mutasher, S.A., Khalid, Y.A., Sapuan, S.M., Hamouda, A.M.S., Sahari, B.B., Hamdan, M.M., 2007. Design and fabrication of low cost filament winding machine. *Mater. Des.* 28, 234–239. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.06.015>
- Adismar, F., 2020. Pengaruh suhu dan jenis plastik dalam pembuatan biji plastik pada mesin extruder. Yogyakarta.
- Arumugavel, S., 2018. Computer Aided Design in the Field of Mechanical Fabrication 2, 53–57.
- Banjaransar, A., Sanjaya, I.A., Nusabhakti, I.K., Kusuma, T.P., 2020. Perancangan Mesin Penggulung Filamen PLA Diameter 1.75 mm Dari Hasil Ekstruksi Plastik 2, 44–50.
- Boparai, K.S., Singh, R., Singh, H., 2016. Process optimization of single screw extruder for development of Nylon 6-Al-Al₂O₃ alternative FDM filament. *Rapid Prototyp. J.* 22, 766–776. <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0119>
- de Andrade, D.C., Ferraz, T.V.B., Formiga, A.L.B., Bonacin, e. J.A., 2020. Construction of a low-cost filament winder for 3D printers. *Quim. Nova* 43, 480–485. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170493>
- Hisham A. Maddah, 2016. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review. *Am. J. Polym. Sci.* <https://doi.org/10.5923/j.apjs.20160601.01>
- Hudspeth, M., 2007. Rapid prototyping. *Cadalyst* 24, 44–46. <https://doi.org/10.1361/asmhba0003397>
- Industri, F.T., 2018. Studi Rancang Bangun Mesin Single Screw Extruder Portable Untuk Aplikasi Produksi Filament 3D Printer.
- Ir. Sularso, MSME, 2004. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin 5.
- Lafleur, P.G., Vergnes, B., 2014. Polymer Extrusion. *Polym. Extrus.* 9781848216501, 1–337. <https://doi.org/10.1002/9781118827123>
- Mahfud, R., Setyoadi, Y., Studi, P., Mesin, T., 2020. Rancang Bangun Mesin Filament Extruder Yang Berbasis Arduino Mega2560 Dengan Metode Penarik 5, 544–553.

- Nassar, M.A., Elfarahaty, M., Ibrahim, S., Hassan, Y., 2019. Design of 3D filament extruder for Fused Deposition Modeling (FDM) additive manufacturing. *Int. Des. J.* 9, 55–62.
- Novitasari, Y.D., 2018. Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk Dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (Kfc I) Untuk Memaksimalkan Kerja Alat Di Terminal Bbm Surabaya Group – Pertamina Perak 57–71.
- Pasquini, N., 2006. Polypropylene handbook. *Choice Rev. Online* 43, 43-2825-43–2825. <https://doi.org/10.5860/choice.43-2825>
- Quanjin, M., Rejab, M.R.M., Idris, M.S., Bachtiar, B., Siregar, J.P., Harith, M.N., 2017. Design and optimize of 3-axis filament winding machine. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 257. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/257/1/012039>
- Sulaiman, F., 2021. Proses Perancangan Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer Tipe Fused Deposition Modeling (Fdm) Berbasis Material Biokomposit Pla-Magnesium 1–82.
- Sumantri, D., 2012. Peningkatan Kinerja Mesin RAPID Prototyping Berbasis Fused Deposition Modelling. *Skripsi Tek. Mesin, Fak. Teknol. Ind. Univ. Islam Indones.* 1–151.
- Suroso, Sujatno, Tambati, R.G., 2015. Rancang Bangun Sistem Mekanik Dua Axis Berbasis 283–291.
- Suryana, T., 2019. Desain Modifikasi Screw Extruder Untuk Meningkatkan Outflow Yang Optimal Dan Menimalkan Cacat Produk Pada Plastik. *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin* 9, 19–27. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i1.886>
- Ulrich, K.T., Eppinger, S.D., 2018. Product Design and Development, *Handbook of Research on New Product Development*. <https://doi.org/10.4337/9781784718152.00017>
- Wong, K. V., Hernandez, A., 2012. A Review of Additive Manufacturing. *ISRN Mech. Eng.* 2012, 1–10. <https://doi.org/10.5402/2012/208760>