

SKRIPSI

INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDER TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)



STEVEN DAVIN ARIFIN

03051381722108

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDE TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH
STEVEN DAVIN ARIFIN
03051381722108

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022

HALAMAN PENGESAHAN

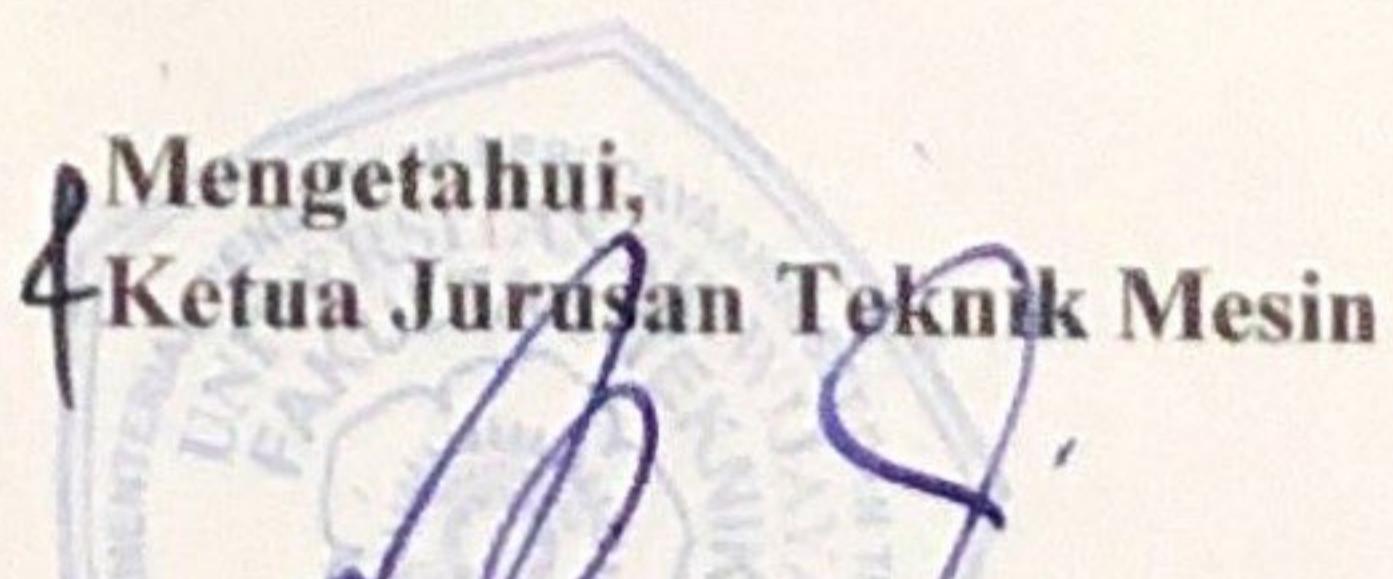
INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDE TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**STEVEN DAVIN ARIFIN
03051381722108**



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

Palembang, Juli 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : STEVEN DAVIN ARIFIN
NIM : 03051381722108
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN
PADA MESIN EKSTRUDER TERHADAP KUALITAS
FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)
DIBUAT : DESEMBER 2020
SELESAI : SEPTEMBER 2022



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

Palembang, September 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDE TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal Agustus 2022.

Palembang, Agustus 2022

Tim Pengaji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP. 196503221991022001

Alvin

note

Sekretaris :

2. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001

(.....)

Anggota :

3. Dr. Dewi Puspitasari, S. T., M.T.
NIP. 197001151994122001

Hawk

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi


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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

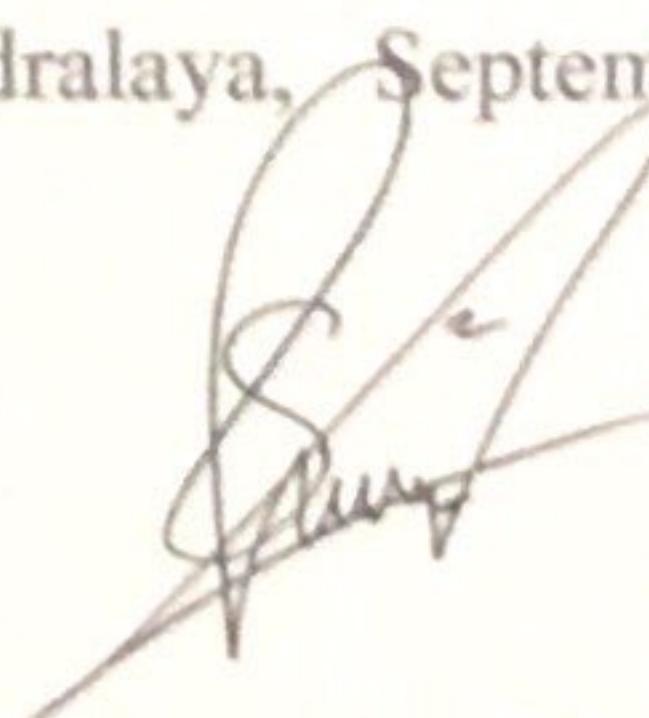
Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Steven Davin Arifin
NIM : 03051381722108
Judul : Investigasi Sistem Pemanas Dan Pendingin Pada Mesin Ekstruder Terhadap Kualitas Filamen Polylactic Acid (PLA)

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.

Indralaya, September 2022



Steven Davin Arifin
NIM. 03051381722108

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Steven Davin Arifin

NIM : 03051381722108

Judul : Investigasi Sistem Pemanas Dan Pendingin Pada Mesin Ekstruder
Terhadap Kualitas Filamen Polylactic Acid (PLA)

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

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



Indralaya, September 2022



Steven Davin Arifin
NIM. 03051381722108

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, Atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan ini tepat waktunya.

Adapun terwujudnya Tugas Akhir ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak bernilai harganya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat laporan ini. 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. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya. Serta Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan sebagai dosen pengarah yang membantu menyusun skripsi
2. Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen pembimbing yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
3. Dicky Pratama Putra, selaku senior yang telah membantu dalam proses pengujian untuk memenuhi data pada pembuatan skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang telah mendukung penulis lahir dan batin dan memberikan semangat kasih sayang dan doa yang tulus.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam Penulisan Tugas Akhir ini. 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.

Palembang, 22 Juli 2022

Steven Davin Arifin

RINGKASAN

INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDER TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA)

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, September 2022

Steven Davin Arifin ;

Dibimbing oleh Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D

Investigation of Heating And Cooling System In Extruder Machine On The Quality Of Polylactic Acid (PLA) Filament

xxv + 52 halaman, 8 tabel, 32 gambar

Seiring perkembangan teknologi terdapat aplikasi yang bernama *Rapid Prototyping*. *Rapid prototyping* melibatkan proses 3D yang dimana objek yang diinginkan dibangun lapis demi lapis melalui proses fabrikasi aditif. Teknologi yang membuat benda melalui program komputer dengan cara menggabungkan dan memadatkan serbuk atau filamen tanpa adanya proses pemesinan. Teknologi tersebut ialah 3D printer. FDM yang biasa disebut *Fused Deposition Modeling* merupakan salah satu metode *Rapid Prototyping* berbasis padat yang dikembangkan pada tahun 1989 dan dikomersialkan oleh Stratasys Inc pada tahun 1990. Prinsip kerja FDM dengan memanaskan material termoplastik dari bentuk solid menjadi semi-solid menggunakan nozzle, kemudian material didorong kedalam nozzle menggunakan motor dc. Kemudian dicetak di atas meja yang berawal dari layer by layer kemudian berbentuk benda 3 Dimensi. Polylactic Acid (PLA) adalah plastik polymer yang mudah dibentuk pada saat proses pemanasan. Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini mengacu pada Kaji Sistem Pemanasan Dan Pendinginan Untuk Fabrikasi Filamen Polylactic Acid pada Ekstruder yang berfungsi untuk menghitung titik leleh Polylactic Acid agar dapat melebur dengan sempurna dan keluar melalui nozzle yang menghasilkan filamen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh optimal pada sistem

pemanas dan pendingin terhadap bahan Polylactic Acid pada mesin ekstruder dan pengembangan sistem pemanasan dan pendinginan mesin ekstruder serta menganalisis data pengaruh dari sistem perpindahan panas dan pendinginan terhadap bahan Polylactic Acid pada mesin ekstruder. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dilakukan secara terus menerus, dimana desain heater dan cooling fan sangat berpengaruh memperngaruh kualitas yang sangat menentukan baik buruknya produk akhir. Setelah didapat data hasil pengujian, maka dapat dilihat bahwa hasil pengujian temperature vs waktu terdapat hasil yang lebih cepat daripada hasil yang telah disimulasikan. Hal ini disebabkan beberapa faktor seperti material PLA yang tidak merata, ataupun daya listrik yang tidak stabil sehingga menyebabkan percepatan perpindahan panas yang cukup cepat. Faktor-faktor yang berkaitan tersebut perlu diinvestigasikan lebih lanjut sehingga pengaruh terhadap perpindahan panas dapat diketahui. Tetapi dalam kasus ini, elemen pemanas pada ekstruder berfungsi cukup baik dan dapat disimpulkan dapat bekerja dengan baik serta dapat mencapai suhu yang diharapkan. Dari proses desain didapatkanlah sebuah konsep desain yang optimal yaitu konsep heat transfer yang menggunakan nozzle berukuran 2 mm, elemen pemanas dengan kapasitas daya 200 Watt, dan menggunakan kipas cooling system berkapasitas 12V. Serta proses analisa yang telah dilakukan maka suhu dan waktu dibutuhkan untuk melelehkan material bijih PLA adalah di suhu 220°C dan membutuhkan waktu 300 detik.

Kata Kunci : Polylactic Acid, Mesin Ekstruder, 3D Printer

Kepustakaan : 19 (2010-2020)

SUMMARY

INVESTIGATION OF HEATING AND COOLING SYSTEM IN EXTRUDER MACHINE ON THE QUALITY OF POLYLACTIC ACID (PLA) FILAMENT

Scientific Writing in the form of a thesis, September 2022

Steven Davin Arifin ;
Supervised by Prof. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D

Investigasi Sistem Pemanas Dan Pendingin Pada Mesin Ekstruder Terhadap Kualitas Filamen Polylactic Acid (PLA)

xxv + 52 pages, 8 tables, 32 images

Along with the development of technology, there is an application called Rapid Prototyping. Rapid prototyping involves a 3D process in which the desired object is built layer by layer through an additive fabrication process. Technology that makes objects through computer programs by combining and compacting powders or filaments without any machining process, the technology is 3D printers. FDM, commonly called Fused Deposition Modeling, is a solid-based Rapid Prototyping method that was developed in 1989 and commercialized by Stratasys Inc. in 1990. The working principle of FDM is by heating thermoplastic material from solid to semi-solid form using a nozzle, then the material is pushed into the solid. nozzle using a dc motor. Then it is printed on the table which starts from layer by layer and then takes the form of 3D objects. Polylactic Acid (PLA) is a plastic polymer that is easily formed during the heating process. The research carried out in this final project refers to the Study of Heating and Cooling Systems for Polylactic Acid Filament Fabrication in an Extruder which functions to calculate the melting point of Polylactic Acid so that it can melt perfectly and exit through a nozzle that produces filaments. The purpose of this research is to find out the optimal effect of heating and cooling system on Polylactic Acid material in extruder machine and develop heating and cooling system of extruder machine as well as analyze data on

effect of heat transfer and cooling system on Polylactic Acid material in extruder machine. This research uses an experimental method, carried out continuously, where the design of the heater and cooling fan is very influential in influencing the quality which greatly determines whether the final product is good or bad. After getting the test data, it can be seen that the results of the temperature vs. time test are faster than the simulated results. This is due to several factors such as uneven PLA material, or unstable electrical power, which causes a fairly fast heat transfer acceleration. These related factors need to be investigated further so that the effect on heat transfer can be identified. But in this case, the heating element in the extruder works quite well and can be concluded to work well and can reach the expected temperature. From the design process, an optimal design concept was obtained, namely the concept of heat transfer using a nozzle measuring 2 mm, a heating element with a power capacity of 200 Watt, and using a CPU fan with a capacity of 12V. As well as the analysis process that has been carried out, the temperature and time needed to melt PLA ore material is at a temperature of 220°C and takes 300 seconds.

Keywords : Polylactic Acid, Extruder Machine, 3D Printer

Literature : 19 (2010-2020)

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Mesin Ekstruder	5
2.3 Elemen Pemanas (<i>Heating Element</i>)	7
2.4 Elemen Pendingin	8
2.5 Alat Ukur Suhu	9
2.6 Biji Plastik (<i>Polylactic Acid</i>)	9
2.7 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	10
2.8 Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>).....	11
2.8.1 Volume Kontrol	11
2.8.2 Kondisi Batas Alami	12
2.9 Parameter Perpindahan Panas	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17

3.1	Diagram Alir Penelitian	17
3.2	Metode Pelaksanaan	18
3.2.1	Pencarian Data	18
3.2.2	Studi Pustaka	18
3.2.3	Perencanaan dan Perancangan Desain	19
3.2.4	Proses Perencanaan Sistem Pemanas	19
3.2.5	Proses Perancangan Sistem Pendingin	19
3.2.6	Pengujian Alat	20
3.2.7	Penyempurnaan Alat	20
3.2.8	Pembuatan Laporan	20
3.3	Desain Alat Penelitian	21
3.4	Pembentukan Konsep	25
3.4.1	Riset Eksternal	26
3.4.2	Tabel Morfologi	26
3.4.3	Pemilihan Konsep	27
3.5	Pengujian Alat	27
3.6	Simulasi Alat	27
3.7	Pengolahan Data	28
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Morfologi Perancangan	29
4.2	Pemilihan Konsep	31
4.3	Analisis Perhitungan	32
4.4	Perancangan Bagian-bagian Mesin Ekstruder	34
4.4.1	Screw	35
4.4.2	<i>Heater Band</i> (Pemanas)	35
4.4.3	Nozzle	36
4.4.4	Kipas Keong	36
4.5	Pengujian Alat Ekstruder	37
4.6	Simulasi	39
4.7	Hasil Data Pengujian	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Ekstruder	6
Gambar 2.2 Elemen Pemanas	8
Gambar 2.3 <i>Fan 12V Direct Current (DC)</i>	8
Gambar 2.4 Sensor Suhu (<i>Thermistor</i>)	9
Gambar 2.5 <i>Polylactic Acid (PLA)</i>	10
Gambar 2.6 Geometri Pipa Pemanas Mesin Ekstruder.....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Desain 3D Sistem Pemanas dan Pendingin Mesin Ekstruder	21
Gambar 3.3 Desain 2D Full Assembly Mesin Filamen Ekstruder.....	22
Gambar 3.4 Desain 3D Full Assembly Mesin Filamen Ekstruder.....	23
Gambar 3.5 Tampilan Menu LCD.	24
Gambar 3.6 Schematic Diagram	25
Gambar 3.7 Proses Pembentukan Konsep.	26
Gambar 4.1 Pandangan bagian pipa kopling.....	33
Gambar 4.2 Screw	35
Gambar 4.3 <i>Heater</i>	35
Gambar 4.4 <i>Nozzle</i>	36
Gambar 4.5 Kipas Keong	37
Gambar 4.6 Element Pemanas	38
Gambar 4.7 Proses Ekstruksi	38
Gambar 4.8 Tahap Pertama Simulasi (25°C).....	39
Gambar 4.9 Proses Pemanasan (32,27°C).	40
Gambar 4.10 Proses Pemanasan (196°C).	40
Gambar 4.11 Proses Pemanasan (200,2°C)	41
Gambar 4.12 Proses Pemanasan (200,3°C).	41
Gambar 4.13 Proses Pemanasan (205,2°C).	42
Gambar 4.14 Proses Pemanasan (212,8°C).	42
Gambar 4.15 Proses Pemanasan (215,7°C).	43
Gambar 4.16 Proses Pemanasan (217,4°C).	43

Gambar 4.17 Proses Pemanasan (220,1°C).....	44
Gambar 4.18 Temperatur pemanasan vs waktu.....	45
Gambar 4.19 Proses Pengambilan Data Waktu.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Input dan Output Model Perpindahan Panas.....	13
Tabel 3.1 Tabel Morfologi.....	26
Tabel 3.2 Tabel Pemilihan Konsep	27
Tabel 4.1 Tabel Morfologi	30
Tabel 4.2 Tabel Pemilihan Konsep	31
Tabel 4.3 Daya	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Data Simulasi	44
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian.....	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan teknologi melaju sangat pesat yang dimana Sudah dimulai revolusi industri keempat yang ditandai dengan banyaknya komputer-komputer canggih di perindustrian, Perindustrian yang sudah menggunakan robot-robot pintar. Perkembangan ini harus di ikuti seiringnya perkembangan jaman.

Seiring perkembangan teknologi terdapat aplikasi yang Bernama Rapid Prototyping (RP). Teknologi Rapid Prototyping sekarang banyak digunakan di beberapa pabrik-pabrik besar demi mempermudah perkerjaan. Rapid Prototyping juga banyak digunakan di bidang Teknik mesin, Teknik biomedis, dan lain-lain. Rapid prototyping melibatkan proses 3D yang dimana objek yang diinginkan dibangun lapis demi lapis melalui proses fabrikasi aditif (Raghu, 2010).

Ada berbagai jenis proses *Rapid Prototyping* yang dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk awal materialnya.

1. Berbasis Cair (*Liquid Base*)
2. Berbasis bubuk (*Powder Base*)
3. Berbasis Padat (*Solid Base*)

Teknologi yang membuat benda melalui program komputer dengan cara menggabungkan dan memadatkan serbuk atau filamen tanpa adanya proses pemesinan, Teknologi tersebut ialah 3D printer. Yang untuk memulai pembuatannya membutuhkan mesin untuk pembuatan filamen mesin itu ialah mesin Ekstruder.

Menurut *Forbes*, Teknologi 3D *printer* pada saat ini berkembang sangat pesat. 3D *printer* sendiri telah menjadi salah satu bidang industri yang telah tumbuh hingga mencapai nilai \$7,3 Miliyar dan diestimasikan akan terus tumbuh. Hal ini dikarenakan 3D printer dapat membuat segala bentuk prototype dengan berbagai bentuk.

FDM yang biasa disebut *Fused Deposition Modeling* merupakan salah satu metode Rapid Prototyping berbasis padat yang dikembangkan pada tahun 1989 dan dikomersialkan oleh Stratasys Inc pada tahun 1990. Prinsip kerja FDM dengan memanaskan material termoplastik dari bentuk solid menjadi semi-solid menggunakan nozzle,kemudian material didorong kedalam nozzle menggunakan motor dc.Kemudian dicetak di atas meja yang berawal dari layer by layer kemudian berbentuk benda 3 Dimensi.Ketebalan laye sekitar 0.0013-0.005 inch (Sun, 2008).

Polylactic Acid (PLA) adalah plastik polymer yang mudah dibentuk pada saat proses pemanasan. *Polylactic Acid (PLA)* memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia dan memiliki titik leleh sekitar 195-210 °C. *Polylactic Acid (PLA)* juga banyak digunakan pada kemasan makanan ringan, mainan, ember, dan aksesoris otomotif. *Polylactic Acid (PLA)* mempunyai keunggulan yaitu mudah di dapat dan cukup murah.

Polylactic Acid (PLA) yang juga biasa disebut thermoplastic yang digunakan untuk bahan baku pembuatan filament plastik. Filamen plastik kemudian di proses menggunakan mesin ekstruder. *Polylactic Acid (PLA)* dimasukan kedalam hopper *Polylactic Acid (PLA)* lalu dihancurkan dan di dorong oleh screw kemudian melwati proses heating atau melelehkan *Polylactic Acid (PLA)* yang kemudian menghasilkan filament melalui nozzle lalu filamen melewati proses pendinginan yang kemudian di gulung di alat yang telah di siapkan.

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini mengacu pada Kaji Sistem Pemanasan Dan Pendinginan Untuk Fabrikasi Filamen *Polylactic Acid (PLA)* pada Ekstruder yang berfungsi untuk menghitung titik leleh *Polylactic Acid (PLA)* agar dapat melebur dengan sempurna dan keluar melalui nozzle yang menghasilkan filamen.

Pada penelitian ini, Penulis akan mengkaji sistem pemanas dan pendingin pada mesin ekstruder oleh karena itu penulis mengambil judul laporan tugas akhir .”*INVESTIGASI SISTEM PEMANAS DAN PENDINGIN PADA MESIN EKSTRUDE TERHADAP KUALITAS FILAMEN POLYLACTIC ACID (PLA) ”*

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yang akan ditentukan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh suhu pemanasan dan pendinginan yang optimal terhadap bahan *Polylactic Acid (PLA)* pada mesin ekstruder?
2. Bagaimana hasil simulasi pengaruh aliran perpindahan panas (*Heat Transfer*) dan sistem pendinginan (*air cooling system*) pada mesin ekstruder terhadap bahan *Polylactic Acid (PLA)*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah yang akan ditentukan yaitu” bagaimana cara menghitung titik leleh dan optimal pendinginan filamen *Polylactic Acid (PLA)* ekstruder.

1. Dilakukan pada sistem pemanas dan pendinginan pada mesin ekstruder.
2. Media pendinginan (*air cooling system*) menggunakan Fan 12V DC.

Analisis simulasi perpindahan panas dan pendinginan berbasis *Solidworks Simulation* dengan metode Elemen Hingga

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan peneliti dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mencari pengaruh optimal pada sistem pemanas dan pendingin terhadap bahan *Polylactic Acid (PLA)* pada mesin ekstruder.
2. Pengembangan sistem pemanasan dan pendinginan mesin ekstruder.

Menganalisis data pengaruh dari sistem perpindahan panas dan pendinginan terhadap bahan *Polylactic Acid (PLA)* pada mesin ekstruder.

1.5 Manfaat Penelitian

Mengembangkan jenis mesin ekstruder terbaru dengan jenis sistem tambahan yaitu sistem pemanasan dan pendinginan yang optimal

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, M. P. (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>
- Belakang, L. (2011). *Tujuan Instruksional Khusus : Mam 4137*, 1–12.
- Honigman, B. (2014) How 3D Printing Is Reinventing Retail. *Forbes Magazine*, 3 June 2014.
- Ii, B. A. B., & Teori, D. (2010). *Perbedaan bejana tekan dinding tipis dengan dinding tebal berada pada distribusi tegangan yang terjadi pada dinding bejana tekan tersebut, pada bejana tekan*. 1, 5–29.
- Industri, F. T. (n.d.). *MATERIAL DIPREPARIASI MENGGUNAKAN 3D PRINTING TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL POLYLACTIC ACID (PLA) DIPREPARIASI MENGGUNAKAN 3D PRINTING*.
- Industri, F. T. (2018). *Studi Rancang Bangun Mesin Single Screw Extruder Portable Untuk Aplikasi Produksi Filament 3D Printer*.
- Keles, Ö., Blevins, C. W., & Bowman, K. J. (2016). *Effect of build orientation on the mechanical reliability of 3D printed ABS*. February 2018. <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2015-0122>
- Liu, W., Zhou, J., Ma, Y., Wang, J., & Xu, J. (2018). Fabrication of PLA Filaments and its Printable Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 275(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/275/1/012033>
- P. O. E. X. S., Covas, J. A., Gaspar-cunha, A., Polimer, I., & Minho, U. (2011). *HAI PERATASI C SYARAT DAN D EFISIEN*.
- Nassar, M. A., Elfarahaty, M., Ibrahim, S., & Hassan, Y. (2019). Design of 3D filament extruder for Fused Deposition Modeling (FDM) additive

- manufacturing. *International Design Journal*, 9(4), 55–62.
- Pcl, M., Pati, P. L. A., Dan, K., & Bovine, H. (2016). *C, tekanan 100 N dengan kecepatan 4 mm/min. Hasil filament lebih halus dan ikatan antara matrik dan filler lebih kuat. Kata kunci : bidegradasi, filamen, implan, print, patah 1.* 99–106.
- 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. *Repository.Polman-Bandung.Ac.Id.http://repository.polmanbandung.ac.id/file_publikasi/3779 43314_M. ARSYAD FAUZAN PERANCANGAN EXTRUDER MESIN RAPID.pdf*
- Seprianto, dkk. (2017). Optimasi Parameter Pada Proses Pembuatan Objek 3D Printing Dengan Teknologi FDM Terhadap Akurasi Geometri. November, 37–49.
- Sibarani, M., Allan, M. P., & Santika, P. M. (2018). *Perancangan unit Extruder pada Mesin Extrusion Lamination Flexible Packaging*. 2(2), 42–45.
- Sumirat, U., Djohar, A., Kuntadi, I., & Supriatno, S. (2017). *Analisis Sifat Mekanis Magnesium Melalui Uji Tarik*. 2(2502), 2–4.
- Sun, Q., et al., 2008, Effect of processing conditions on the bonding quality of FDM polymer filaments. *Rapid Prototyping Journal*, vol 14(2): p. 72-80.
- Tondi, H. (2019). Rancang Bangun Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer. *Skripsi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia*, 1–50.
- Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). *Product Design and Development Seventh Edition*.
- V. A. Raghu, 2010, An investigation into curved layer deposition for Fused Deposition Modelling, AUT University.