

TUGAS AKHIR

ANALISA PERPINDAHAN PANAS TABUNG BARREL PADA MESIN EXTRUDER PLASTIK

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD GHIFFARI YUZAN
1507230211



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Ghiffari Yuzan
NPM : 1507230211
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Perpindahan Panas Tabung Barrel Pada Mesin
Extruder Plastik
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 09 April 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III





Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif M, S.T.,M.Sc


Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

Alhadi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Ghiffari Yuzan
Tempat /Tanggal Lahir : Kisaran /26 July 1997
NPM : 1507230211
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Perpindahan Panas Tabung *Barrel* Pada Mesin *Extruder* Plastik”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 08 Mei 2021

ya yang menyatakan,



Muhammad Ghiffari Yuzan

ABSTRAK

Mesin ekstruder plastik merupakan suatu mesin yang memproses perubahan material dari bentuk pelet (PE) diekstrusi (perubahan dari bentuk padat menjadi cair). Keuntungan dari proses ekstrusi adalah bisa membuat benda dengan penampang yang rumit, bisa memproses bahan yang rapuh karena pada proses ekstrusi hanya bekerja tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Pada ekstrusi polimer bahan baku yang digunakan adalah dalam bentuk biji plastik (pellet). Secara umum ekstrusi pada termoplastik adalah suatu proses pembentukan material dengan cara di panaskan hingga mencapai titik leleh dan melebur akibat panas dari luar atau akibat panas gesekan yang kemudian dialirkan ke cetakan oleh screw untuk menghasilkan material dengan bentuk penampang sesuai dengan bentuk lubang cetakan (die). Tujuan penulisan penelitian ini adalah menganalisa perpindahan panas tabung barrel pada mesin *Extruder* dengan aplikasi *solidworks*. Dengan panas heater yang di variasikan yaitu 160°C, 170°C, 180°C. Metode simulasi menggunakan tipe analisa Thermal dengan Thermal loads yang di sesuaikan yaitu Heat Power 1000 W. Dari hasil simulasi yang didapat bahwa suhu heater yang ideal untuk melelehkan atau melebur plastic jenis HDPE adalah pada suhu 160°C dengan panas plastik 150°C. Sedangkan laju perpindahan panas dari setiap variasi suhu terlihat sama.

Kata kunci: Ekstrusi, Perpindahan Panas, Simulasi

ABSTRACT

The plastic extruder machine is a machine that processes the change in material from the pellet form (PE) to the extruded (change from solid to liquid form). The advantage of the extrusion process is that it can make objects with complex cross-sections, can process brittle materials because in the extrusion process only compressive stress works, while there is no tensile stress at all. . In polymer extrusion, the raw material used is in the form of plastic pellets. In general, extrusion in thermoplastics is a process of forming material by heating it to the melting point and melting due to heat from outside or due to friction heat which is then transferred to the mold by a screw to produce a material with a cross-sectional shape in accordance with the shape of the die. The purpose of this research is to analyze the heat transfer of the barrel tube on an extruder machine with solidworks applications. With varied heaters, namely 160 ° C, 170 ° C, 180 ° C. The simulation method uses the Thermal analysis type with adjusted Thermal loads, namely Heat Power 1000 W. From the simulation results obtained that the ideal heater temperature for melting or melting HDPE type plastics is at a temperature of 160 ° C with plastic heat of 150 ° C. Meanwhile, the heat transfer rate of each temperature variation looks the same.

Keywords: extrusion,heat transfer,Simulation

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Perpindahan Panas Tabung Barrel Pada Mesin Extruder Plastik” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.Sc, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T , Selaku dosen pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan III, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak M. Yani, S.T., M.T Selaku dosen pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansyuri Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: M. Yusni dan Nur Adzani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Setiawan Hadi, Reza Elvandra, Nazrul Azhari, Andri Kurniawan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik Mesin.

Medan, 08 Mei 2021



Muhammad Ghiffari Yuzan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Laju Perpindahan Panas	4
2.1.1. Proses Perpindahan Panas	4
2.1.2. Perpindahan Panas Secara Konduksi	4
2.1.3. Perpindahan Panas Secara Konveksi	6
2.1.3.1. Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi	6
2.1.4. Perpindahan Panas Secara Radiasi	7
2.2. Extruder	7
2.2.1. Komponen Mesin Extruder	9
2.3. Prinsip <i>Extrusion</i>	12
2.4. Jenis-Jenis Proses <i>Extrusion</i>	13
2.4.1. <i>Direct Extrusion</i>	13
2.4.2. <i>Lateral Extrusion</i>	14
2.5. Sistem <i>Induction Heater</i>	14
2.5.1. <i>Induction Heater</i>	14
2.5.2. Rangkaian <i>Induction Heater</i>	14
2.5.3. Prinsip Kerja <i>Induction Heater</i> SAVERO	16
2.5.4. Keuntungan Penggunaan <i>Induction Heater</i>	18
2.6. Bahan Baku Yang Digunakan	19
2.6.1. Polyethylene (Pe)	19
2.6.2. Proses Dengan Material Polyethylene (Pe)	19
2.7. Simulasi Numerik	20
2.7.1. Pengertian Simulasi	20
2.7.2. Pengertian Numerik	21
2.7.3. Pengertian Simulasi Numerik	21
BAB 3 METODOLOGI	22

3.1	Tempat dan Waktu	22
3.1.1.	Tempat	22
3.1.2.	Waktu	22
3.2	Alat Dan Bahan	22
3.2.1.	Alat	22
3.3	Set Up Mesin Extruder Plastik	24
3.4	Diagram Alir Penelitian	26
3.5	Prosedur Penelitian	27
3.5.1.	<i>Pre Prosesing</i>	27
3.5.1.1	Desain Komponen Tabung Mesin Extruder	27
3.5.1.2	<i>Thermal Loads</i>	27
3.5.2.	<i>Prosesing</i>	27
3.5.2.1	<i>Meshing</i>	27
3.5.2.2	<i>Solving</i>	37
3.5.3.	Analisa Data Dan Kesimpulan	28
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Validasi Penelitian	29
4.1.1.	Desain Mesin Extruder Plastik	29
4.1.1.1	Desain <i>Barrel</i>	29
4.1.1.2	Desain <i>Hopper</i>	31
4.1.1.4	Desain Heater	32
4.1.1.5	Desain Screw	32
4.1.2.	<i>Thermal Loads</i>	33
4.2	Hasil Simulasi	33
4.2.1.	Meshing	33
4.2.2.	Perpindahan Panas Tabung <i>Barrel</i> Seluruhnya	34
4.3	Perhitungan Dan Pengolahan Data	35
4.3.1.	Perhitungan Perpindahan Panas	35
4.4	Grafik Perbandingan	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1.	Kesimpulan	38
5.2.	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konduktivitas termal berbagai bahan (W.f.Stoecker,1992)	4
Tabel 2.2 Temperatur Lelehan Material	8
Tabel 2.3 Perbandingan penggunaan heater konvensional dengan induction heater	18
Tabel 2.4 Typical polyethylene sheet characteristics	19
Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	24
Tabel 4.1 <i>Thermal Loads</i>	33
Tabel 4.2 Temperatur Barrel vs Temperatur Plastik vs Laju Perpindahan Panas	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konduksi pada silinder berongga	5
Gambar 2.2 Screw	9
Gambar 2.3 Screw PE	10
Gambar 2.4 Screw 2 ulir	11
Gambar 2.5 Komponen mesin Extruder	13
Gambar 2.6 Proses <i>Direct Extrusion</i>	13
Gambar 2.7 Sistem <i>Induction Heater</i>	14
Gambar 2.8 Lilitan Penginduksi	15
Gambar 2.9 <i>Barrel screw</i>	16
Gambar 2.10 Arus eddy pada permukaan bahan	17
Gambar 2.11 Pengaruh Frekuensi Pada Pemanas Induksi	18
Gambar 2.12 Pemanasan <i>screw</i> menggunakan induction heater	18
Gambar 3.1 laptop yang digunakan	23
Gambar 3.2 Perangkat lunak <i>solidworks 2020</i>	24
Gambar 3.3 Spesifikasi <i>Software Solidworks</i>	24
Gambar 3.4 Bagian dan komponen MESIN EXTRUDER PLASTIK	25
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian	26
Gambar 4.1 Tahap awal solidworks	29
Gambar 4.2 Top Plane	30
Gambar 4.3 Desain 2D Diameter Barrel	30
Gambar 4.4 Desain Barrel 3D	31
Gambar 4.5 Sketch Hopper	31
Gambar 4.6 Band Heater	32
Gambar 4.7 <i>Sketch 3D Ass Screw dan ulir screw</i>	32
Gambar 4.8 Hasil Meshing	33
Gambar 4.9 Perpindahan panas tabung <i>barrel</i> suhu 160°C.	34
Gambar 4.10 Perpindahan panas tabung <i>barrel</i> suhu 170°C.	34
Gambar 4.11 Perpindahan panas tabung <i>barrel</i> suhu 180°C.	35

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Laju Perpindahan Kalor	(Joule)
Qmaks	Laju perpindahan panas yang mungkin terjadi	(Joule)
Qaktual	Laju perpindahan kalor aktual	(Joule)
K	Konduktivitas <i>Thermal</i>	(W/M.K)
h_c	koefisien Perpindahan Panas Konveksi	($W/m^2.K$)
T	Suhu Mutlak	(Kelvin)
d_i	Diameter Dalam	(mm)
d_o	Diameter Luar	(mm)
D_H	Diameter Heater	(mm)
L	Panjang	(m)
T_1	Temperatur Barrel	($^{\circ}C$)
T_2	Temperatur Aliran	($^{\circ}C$)
ΔT	Suhu Rata-rata	($^{\circ}C$)
Δt	Waktu Pemanasan	(Sekon)
W	Energy	(Joule)
M_{pls}	Massa Plastik	(Kg)
C_{pls}	Panas Jenis plastik	($\frac{kJ}{kg. ^{\circ}C}$)
h_o	Koefisien Perpindahan Panas Sisi Luar Pipa	($\frac{W}{m^2. ^{\circ}C}$)
\dot{m}	Laju Aliran Massa Liquid	(Kg/s)
μ	Viskositas	(Kg/m.s)
D	AlatPenukar Kalor	(Cm)
K_h	Konduktivitas <i>Thermal</i> Tembaga	($w/m. ^{\circ}C$)
R_{heater}	<i>Resistensi thermal</i>	($^{\circ}C/w$)
K_h	Konduktivitas thermal tembaga	($385 w/m. ^{\circ}C$)
K_b	Konduktivitas thermal Baja	($50,5 w/m. ^{\circ}C$)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah menjadi masalah yang belum terselesaikan dengan baik, khususnya di Indonesia. Indonesia memiliki penduduk 327 juta jiwa berbanding lurus dengan produksi sampah setiap harinya. Dibutuhkan cara efektif agar masyarakat bisa memanfaatkan sampah plastik tersebut. Salah satu cara untuk pemanfaatan sampah plastik itu dengan melelehkan plastik untuk nantinya bisa didaur ulang menjadi plastik produk baru. Sampah plastik itu nanti bisa didaur ulang dengan alat pemanas yang ramah lingkungan yaitu mesin *Extruder* plastik.

Mesin ekstruder plastik merupakan suatu mesin yang memproses perubahan material dari bentuk pelet (PE) diekstrusi (perubahan dari bentuk padat menjadi cair). Keuntungan dari proses ekstrusi adalah bisa membuat benda dengan penampang yang rumit, bisa memproses bahan yang rapuh karena pada proses ekstrusi hanya bekerja tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja dan plastik adalah contoh bahan yang paling banyak diproses dengan ekstrusi. Contoh barang dari baja yang dibuat dengan proses ekstrusi adalah rel kereta api.

Proses ekstrusi bahan termoplastik mempunyai prinsip yang hampir sama untuk ekstrusi logam hanya saja dalam mengekstrusi bahan polimer tidak lagi menggunakan ram seperti halnya ekstrusi logam, tetapi menggunakan sebuah screw. Bahan baku yang digunakan dalam proses ekstrusi termoplastik ini juga berbeda dengan ekstrusi bahan logam. Jika pada ekstrusi logam bahan baku yang dimasukkan dalam bentuk batangan, plat ataupun lembaran. Pada ekstrusi polimer bahan baku yang digunakan adalah dalam bentuk biji plastik (pellet). Secara umum ekstrusi pada termoplastik adalah suatu proses pembentukan material dengan cara di panaskan hingga mencapai titik leleh dan melebur akibat panas dari luar atau akibat panas gesekan yang kemudian dialirkan ke cetakan oleh screw untuk menghasilkan material dengan bentuk penampang sesuai dengan bentuk lubang cetakan (die).

Proses ekstrusi adalah proses continue yang menghasilkan beberapa produk seperti, film plastik, tali rafia, pipa, pelet, lembaran plastik, fiber, filamen, selubung kabel, dan beberapa produk lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses ekstrusi pada bahan jenis termoplastik/bahan polimer, dimana produk yang dihasilkan cukup beraneka ragam seperti halnya produk ekstrusi logam. Prinsip proses ekstrusi polimer hampir mirip dengan ekstrusi logam hanya saja terdapat perbedaan dalam konstruksi mesin yang digunakan dimana pemakaian sebuah ram diganti dengan sebuah screw pada ekstrusi polimer. Khusus untuk ekstrusi plastik proses pemanasan dan pelunakan bahan baku terjadi di dalam barrel akibat adanya pemanas dan gesekan antar material akibat putaran screw.

Pada penelitian ini akan menganalisa perpindahan panas tabung barrel pada mesin *Extruder* dengan aplikasi *solid work*. Dengan panas heater yang di variasikan yaitu 160°C, 170°C, 180°C. Panjang tabung *Barrel* 627 mm, tebal dinding *Barrel* 25,25 mm, diameter lubang dalam 39,5 mm.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana perpindahan panas yang terjadi pada tabung *barrel* dengan panas *heater* 160°C, 170°C, 180°C.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Membuat desain mesin ekstruder meliputi desain barrel dan screw, serta memvariasikan suhu heater 160°C, 170°C, 180°C menggunakan *software Solidworks*.
2. Melakukan simulasi pada tabung barrel dengan menggunakan *software Solidwork Thermal Simulation 2020*.
3. Panjang tabung *barrel* 627 mm, tebal dinding *barrel* 25,25 mm.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui perpindahan panas tabung *barrel* pada mesin *Extruder* dengan suhu heater 160°C, 170°C, 180°C.
2. Untuk mensimulasikan perpindahan panas pada tabung barrel dengan suhu heater 160°C, 170°C, 180°C.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Merupakan salah satu bekal mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti lain yang ingin mendalami tentang mesin *Extruder* plastik.
3. Untuk memberikan informasi kepada pembaca tentang bagaimana cara Mengurangi dampak masalah lingkungan dari limbah plastik.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Laju Perpindahan Panas

2.1.1 Proses Perpindahan panas

Perpindahan panas merupakan ilmu untuk meramalkan perpindahan energi dalam bentuk panas yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Dalam proses perpindahan energi tersebut tentu ada kecepatan perpindahan panas yang terjadi, atau yang lebih dikenal dengan laju perpindahan panas. Ilmu perpindahan panas juga merupakan ilmu untuk meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu. Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai suatu proses berpindahnya suatu energi (kalor) dari suatu tempat ke tempat akibat adanya perbedaan temperatur. Ada tiga bentuk mekanisme perpindahan panas yang diketahui, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. (J.P. Holman, 1994)

2.1.2 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari tempat yang bertemperatur tinggi ketempat yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum. (J.P. Holman, 1994)

Laju perpindahan panas yang terjadi pada perpindahan panas konduksi adalah berbanding dengan gradien suhu normal sesuai dengan persamaan berikut :

Persamaan dasar konduksi

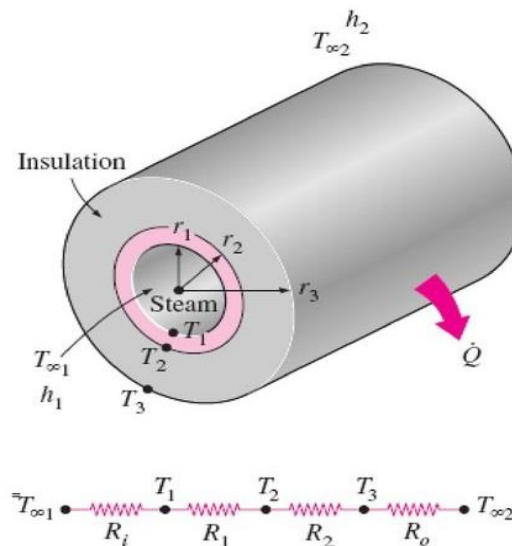
$$Q_k = KA \frac{dt}{dx} \quad (2.1)$$

Tabel 2.1. Konduktivitas termal berbagai bahan (W.f.Stoecker, 1992)

Bahan	Suhu, °C	Rapat massa, kg/m ³	Daya hantar, w/m. ⁰ C
Baja	20	7850	50,5
campuran			
Tembaga (murni)	20	8954	385

Bata luar (face brick)	20	2000	1,32
Kaca jendela	20	2700	0,78
Air	21	997	0,604
Kayu	23	640	0,147
Udara	22	1,177	0,026

a) Perpindahan panas konduksi pada silinder berongga.



Gambar 2.1 Konduksi pada silinder berongga (Incropera & DeWitt, 2007)

Sehingga hukum Fourier menjadi :

$$Q = \frac{\Delta T}{\sum R_{Th}} = \frac{T_1 - T_2}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (2.2)$$

2.1.3 Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi yaitu perpindahan panas dari suatu zat ke zat yang lain disertai dengan gerakan partikel atau zat tersebut secara fisik. Panas dipindahkan oleh molekul-molekul yang bergerak (mengalir). Oleh karena adanya dorongan bergerak. Disini kecepatan gerakan (aliran) memegang peranan sangat penting. Konveksi hanya terjadi pada fluida. Besarnya koefisien perpindahan panas bergantung pada: jenis fluida dan keadaan alirannya (tekanan,

temperatur, dan kecepatan alirannya). (Thermodinamika Dasar Mesin Konversi Energi, 2015).

Jika suatu plat dibiarkan berada diudara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar, maka udara itu akan bergerak sebagai akibat terjadinya gradien densitas di dekat plat. Peristiwa ini dinamakan konveksi alamiah atau konveksi bebas, untuk membedakannya dengan konveksi paksa yaitu apabila pada plat udara dihembuskan diatas plat itu dengan kipas.

Persamaan laju perpindahan kalor secara konveksi telah diajukan Newton pada tahun 1701, bersak dari gejala fisika, yaitu :

$$Q = h_c A (t_s - t_f) \quad (2.3)$$

2.1.3.1 Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Dalam menentukan nilai dari koefisien perpindahan kalor konveksi perlu diperhatikan beberapa parameter tak berdimensi (*dimensionless parameter*) dimana:

- Sejumlah besar parameter dibutuhkan untuk menjelaskan perpindahan kalor.
- Parameter tersebut dapat dikelompokkan bersama untuk membentuk suatu nilai parameter tak berdimensi.

Dalam hal ini, memberikan persamaan umum menjadi lebih sederhana dimana koefisien perpindahan kalor dapat dihitung. Adapun parameter tak berdimensi seperti bilangan Nusselt, dan bilangan Prandtl biasa digunakan dalam menentukan nilai dari koefisien perpindahan kalor.

a) Bilangan Nusselt

Bilangan Nusselt (Nu) yang dapat didefinisikan sebagai rasio perpindahan

$$Nu = \frac{q^{FF(konveksi)}}{q^{FF(konveksi)}} = \frac{h\Delta T}{k\Delta T/L} = \frac{hL}{K} \quad (2.4)$$

Bilangan Nusselt untuk aliran dalam pipa dapat di tuliskan :

$$Nu = \frac{hD}{K_f} \quad (2.5)$$

Dengan bilangan Nusselt, koefisien perpindahan kalor dengan mudah dapat dihitung.

b) Bilangan Prandtl

Bilangan prandtl merupakan rasio kinetik viskositas (ν) fluida dengan difusitas kalor (α), dimana bilangan prandtl merupakan propertis thermodinamika dari fluida.

$$Pr = \frac{v}{\alpha} = \frac{\mu c p}{k} \quad (2.6)$$

2.1.4 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan kalor secara radiasi yaitu perpindahan panas tanpa melalui media. Suatu energi dapat dipindahkan dari satu tempat ketempat lainnya (dari benda panas ke benda dingin) dengan pancaran gelombang elektromagnetik dimana tenaga elektromagnetik ini akan berubah menjadi panas jika terserap oleh benda yang lain. Radiasi yang dipancarkan oleh suatu benda karena suhunya dinamakan radiasi termal. (J.P.Holman, 1988).

Pembahasan termodinamika menunjukkan bahwa radiator (penyinar) ideal, atau benda hitam (*blackbody*), memancarkan energi dengan laju yang sebanding dengan pangkat empat suhu absolut benda itu dan berbanding langsung dengan luas permukaan, jadi :

$$Q_{\text{pancaran}} = \sigma AT^4 \quad (2.7)$$

Dimana q ialah konstanta proporsional dan disebut konstanta stefan boltzman dengan nilai $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$. Persamaan diatas disebut hukum stefan boltzman tentang radiasi thermal, dan berlaku hanya untuk benda hitam. Perlu dicatat bahwa persamaan diatas hanya berlaku untuk radiasi thermal saja, radiasi elektromagnetik lain tidaklah sesederhana itu.

2.2 Mesin Ekstruder

Mesin Extruder merupakan suatu mesin yang memproses perubahan material dari bentuk pelet (HDPE) diextrusi (perubahan dari bentuk padat menjadi cair) proses perubahan ini melalui berbagai tahapan tahapan panas, tahapan tahapan panas tersebut antara lain sebagai berikut:

- Material tersebut setelah berada di hopper material tersebut jatuh menuju kedalam screw, tepatnya jatuh kedalam feeding zone. Daerah feeding zone ini mempunyai daerah yang terdalam. Didalam daerah ini material tersebut mengalami pemanasan.
- Setelah mengalami pemanasan di daerah feeding zone lalu material tersebut masuk kedalam compresion zone, didalam daerah ini selain material mengalami proses pemanasan juga material tersebut mengalami compresi sampai material itu meleleh, dan pada daerah ini juga berfungsi

untuk mendorong balik udara yang ikut kembali ke bagian umpan (feeding zone).

- Setelah mengalami proses compresi pada daerah compresion zone kemudian material itu bergerak menuju matering zone. Pada proses ini untuk material sendiri.
- Mempunyai daerah yang berlekuk saluran dangkal, fungsi dari saluran ini adalah memberikan tekanan balik sehingga lelehan menjadi seragam, suhu seragam, selain itu pengukuran penyalurannya tepat melewati die dengan laju alir tetap sehingga keluaran sangat seragam dan terkontrol.
- Proses pemanasan yang terakhir yang dialami oleh material ini adalah pada daerah sekitar neck dan die biasanya pada daerah ini pemanasan yang digunakan lebih besar dari pemanasan yang sebelumnya.

Proses yang digunakan pada mesin extruder ini sesuai dengan material yang di pakai dapat dilihat pada table 2.2 di bawah:

Tabel 2.2 temperatur leleh material (Novri-ariyanto /2009)

Polymer	Extruding Temperatur Range (°C)	Injection Molding Temperature Range (°C)
Polyethylene	120°-150°	140°-160°
High Density Polyethylene	130°-160°	140°-160°
Polypropylene	160°-190°	160°-200°
Polylactic acid	170°-200°	160°-190°
High impact polystyrene	170°-250°	170°-250°
Acrylonitrile butadiene stryrene	210°-250°	210°-250°
Nylon 6	140°-250°	140°-250°
Nylon 66	200°-250°	200°-250°

2.2.1 Komponen Mesin Extruder

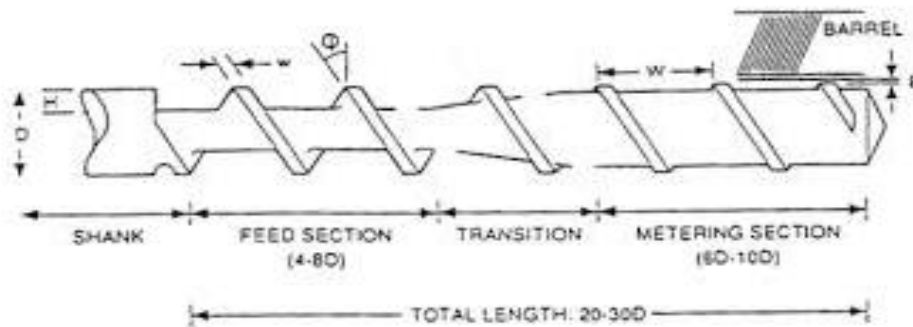
Mesin extruder adalah mesin yang terdiri dari Hopper, Barrel/screw dan Die.

1. Hopper

Semua ekstruder pasti mempunyai masukan untuk bahan biji/pellet plastik yang melalui lubang yang nantinya mengalir dalam dinding dinding ekstruder tersebut, hopper biasanya terbuat dari lembaran baja atau stainlesssteel yang berbentuk untuk menampung sejumlah bahan pellet plastik untuk stok beberapa jam pemrosesan. Hopper ada yang disediakan pemanas awal jika diperlukan proses pellet yang memerlukan pemanasan awal sebelum pellet memasuki ekstruder.

2. Screw

Screw adalah jantungnya ekstruder, screw mengalirkan polimer yang telah meleleh ke kepala die setelah mengalami proses pencampuran dan homogenisasi pada lelehan polimer tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.2 Screw (Novri-ariyanto /2009)

Ada beberapa pertimbangan dalam mendisain sebuah screw untuk jenis material tertentu, yang paling penting adalah depth of channel (kedalaman kanal). Meskipun screw itu mempunyai fungsi secara umum, alangkah baiknya merancang sesuai dengan tipe material yang dipakai untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Jadi untuk contoh optimal proses screw bahan PVC, kemudian diikuti screw untuk bahan PP/PE.

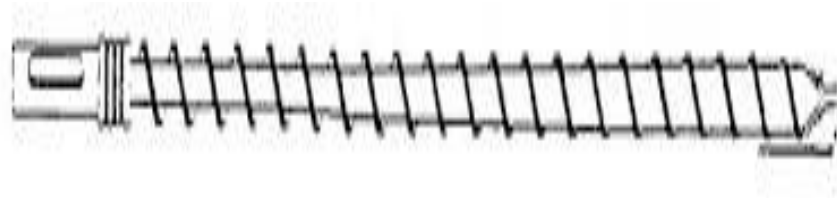
- Screw PVC

Karena kita ketahui PVC adalah material yang tidak stabil dalam keadaan panas, maka untuk proses ini memerlukan screw dengan kedalaman channel yang lebih, sedikit bahkan tidak ada zona metering

sama sekali, bahan dilapisi dengan hardchrom, ujung screw berbentuk krucut menghindari material tertahan. Diameter screw bervariasi antara 30mm sampai dengan 140mm. L/D rasio bervariasi antara 18 - 22 untuk singlescrew dan 16 - 18 untuk double/twin screw. kompresiscrew bervariasi antara 1.5 - 2.2 : 1 baik untuk screwsingle maupun twin. Venting (lubang) pada extruder di pakai untuk menghilangkan uap/gas.

- Screw PP/PE

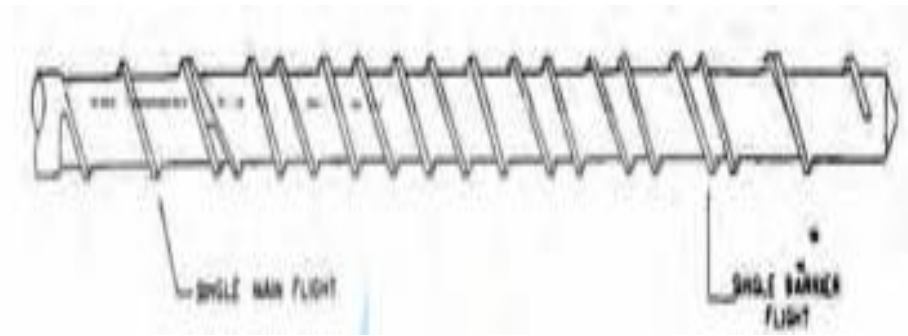
Screw PP/PE hampir sama, tetapi screw ini di disain dengan chanel yang dangkal, compresi tiba tiba dan zona matering yang lebih panjang. L/D rasio bervariasi 24 : 1 sampai dengan 33 : 1, diameter screws 20mm sampai dengan 250mm, kompresi rasio 2.5 sampai dengan 3.1



Gambar 2.3 screw PE (Novri-ariyanto /2009)

- TypeScrew barrier (2 ulir)

Pada kasus kasus tertentu atau permintaan disain khusus, screw tidak dapat menyelesaikan proses leleh secara sempurna. Jadi dalam kasus tertentu extruder berisi material plastik yang belum leleh, ini dapat di cegah dengan membuat screw ulir kedua (barrier) pada kanal (lihat gambar). Barrier ini dapat memotong dan memaksa hanya plastik yang leleh bisa lewat. Jadi design barrier ini memastikan lelehan plastik komplit / selesai pada extruder



Gambar 2.4 screw 2 ulir (Novri-ariyanto /2009)

Ada beberapa jenis yang berbeda screw barrier yang ada dipasaran saat ini. Adalah seperti contoh dibawah dimana mempunyai karakteristik sendiri-sendiri.

1. Maillefer / uniroyal
 2. Hartig
 3. Bar Idanbar II
- Kepala Mixing

Daerah matering pada screw standar tidak mempunyai pencampuran yang baik. Aliran lapisan lapisan halus plastik berjalan secara tetap pada dalam screw. Sehingga jika ada lapisan yang tidak sama tidak akan bercampur dengan baik, kepala mixer dibuat pada screw agar dapat mencampur antar lapisan tersebut sehingga lebih merata dan homogen.

Pin mixer (dupon mixer) adalah sample mixer yang menggunakan pin dengan gesekan rendah, alat ini mudah di pasang pada screw yang ada untuk meningkatkan performance dari screw.

Tipe lain dari mixer adalah maddock(union carbide) dan egan, mixer jenis ini beroperasi pada lelehan material dengan gaya gesek tinggi sehingga dapat lebih sempurna percampuranya. Mixermaddockcara kerja operasiseperti screw tipe barrier, putaranya mengakibatkan material bergerak maju dan tertekan sehingga membantu material lebih homogen.

- Breaker plat / Screen park (saringan)

Breaker plat dengan saringan dimasukkan kedalam adapter, yang mana menghubungkan antara ujung extruder dan pangkal die.

Peralatan ini mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut:

- a. Meredam putaran rotasinal lelehan dan diubah menjadi searah.
- b. Memperbaiki homogenisasi dengan memecah menggabungkan lagi memperbaiki mixing dengan meningkatnyatekanan balik.
- c. Menghilangkan kotoran dan materil tidak leleh. Saringan dibuat beberapa lapis dan tiap lapis mempunyai perbedaan mesh, sringan paling kasar sebagai penopng diletakkan menghadap breakerplate kemudian ke yang paling halus terakhir.

- Dies

Variasi tipe dies digunakan digunakan untuk proses bahan PVC atau PP/PE. Ini bisa berbentuk flat atau model lingkaran. Tipe dies dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Dies PVC

PVC adalah bahan panas tidak stabil, maka die untuk PVC harus memilikialur yang sempurna. Spiral mandrel pada die berguna untuk membagi lelehan merata dan membantu lebih homogen sehingga aliran lebih halus merata ke luar dies.

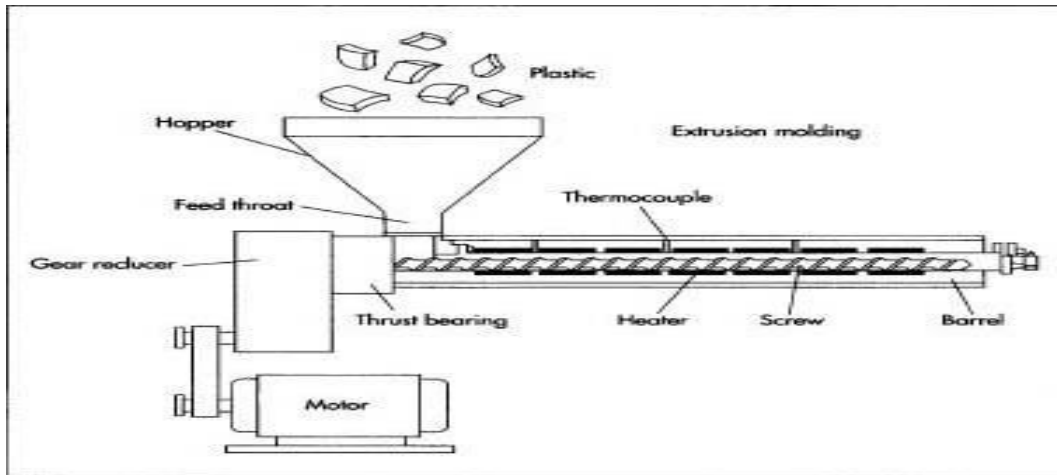
- b. Dies PP/PE

Untuk memroses bahan PP/PE die menggunakan spiral seperti gambar. Plastik leleh mengalir dari lubang masuk ke putaran spiral pada die. Dari gambar tersebut ini jelas bahwa kedalam antara spiral dan dinding bertambah seiring bertambahnya material dalam die sendiri, sebagai hasilnya penyebaran diseluruh die lebih merata sehingga mudah untuk di adjust-ketebalan dari tabung / balon.

- Peralatan Tambahan

Ketika produk keluar dalam bentuk lelehan seperti sheet keluar dari dies ini didinginkan oleh air / udara / rol dingin dalam kemudian dipotong.

2.3 Prinsip *Extrusion*



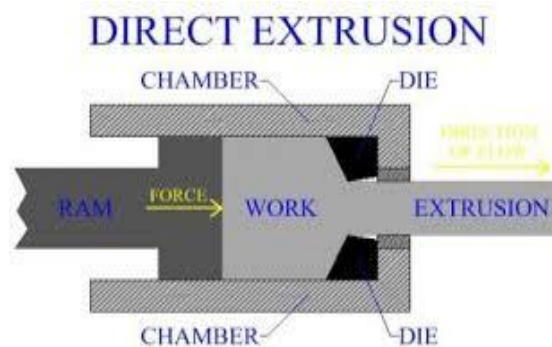
Gambar 2.5 Komponen mesin Extruder (Singgih kurniawan/2010)

Prinsip ekstrusi pada thermo plastik adalah proses pada material sampai mencapai meleleh akibat panas dari luar / panas gesekan dan yang kemudian dialirkan ke die oleh screw yang kemudian dibuat produk sesuai bentuk yang diinginkan. Proses ekstrusi adalah proses kontinyu yang menghasilkan beberapa produk seperti film plastik, talirafia, pipa, peletan, lembaran plastic, fiber, filament, selubung kabel dan beberapa produk dapat juga dibentuk.

2.4 Jenis-Jenis Proses Extrusion

2.4.1 *Direct Extrusion*

Pada dasarnya proses ekstrusi ini menekan material yang akan dibentuk sampai keluar melalui die. Arah tumbukan searah dengan kedudukan die, jadi arah keluar material yang diekstrusi dari penampang seperti garis lurus.



Gambar 2.6 Proses *Direct Extrusion* (Singgih kurniawan/2010)

Disini proses penekanan material dilakukan dengan perantara fluida cair. Disamping itu juga ekstrusi ini dapat mengurangi gesekan antara penumbuk dengan dinding penumbuk.

2.4.2 Lateral Extrusion

Ekstrusi dilakukan penumbuk terhadap material secara langsung, sehingga material yang akan dibentuk keluar melalui die. Arah ekstrusi yang dilakukan adalah tegak lurus dalam arti posisi penumbuk dengan die adalah tegak lurus. Pada mesin ekstruder proses ekstrusi dilakukan oleh screw double flight, dengan menggunakan temperatur tertentu dan kecepatan putar tertentu pula maka dapat dibuat material pelapis yang siap digunakan untuk melapisi plastik.

2.5 Sistem Induction Heater

2.5.1. Induction Heater

Pada induction heater, panas dihasilkan didalam material dan berasal dari pemanasan oleh material itu sendiri sehingga energi dapat digunakan secara maksimal untuk memanaskan material :

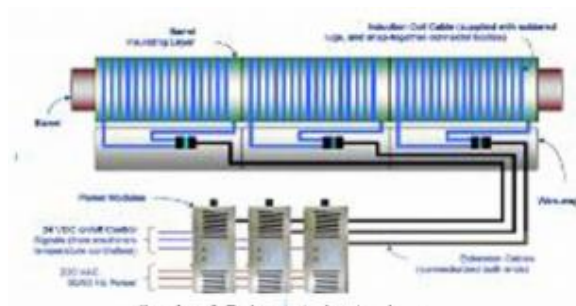
Secara teknis :

- Karena kerapatan energinya tinggi, pemanas induksi bisa berukuran kecil dan mampu melepaskan panas dalam waktu yang relatif singkat.
- Dengan induksi dimungkinkan untuk mencapai suhu yang sangat tinggi.
- Pemanasan dapat dilakukan pada lokasi tertentu.
- Sistem dapat dibuat bekerja secara otomatis.

Konsumsi energi :

- Pemanasan induksi secara umum memiliki efisiensi energi yang tinggi, namun hal ini juga bergantung pada karakteristik material yang dipanaskan.
- Rugi rugi pemanasan dapat ditekan seminimal mungkin.

2.5.2 Rangkaian Induction heater



Gambar 2.7 sistem induction heater (Singih kurniawan/2010)

Induction heater yang digunakan memiliki beberapa komponen utama yaitu : power modul, kumparan penginduksi dan barrel screw yang menjadi objek yang dipanaskan seperti gambar di atas.

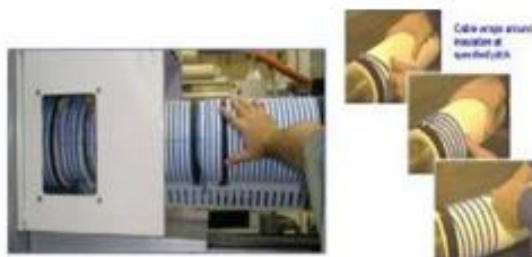
Komponen komponen ini akan di jelaskan secara terperinci sebagai berikut:

1. Power modul (modul daya)

Power modul ini menggunakan modul power merek SAVERO dengan supply 220 1 fasa power modul SAVERO menggunakan inverter guasy resonant frekuensi tinggi. Frekuensi tinggi digunakan untuk memicu 2 mosfet yang dipasang secara paralel untuk menyuplai kumparan penginduksi. Hal ini dikarenakan induction heaterakan bekerja secara optimal pada frekuensi tinggi sehingga membutuhkan sebuah power suplai khusus yang akan digunakan untuk menyuplai induction heater.

2. Kumparan induksi

Lilitan penginduksi digunakan untuk menginduksi objek atau benda yang ingin dipanaskan. Lilitan penginduksi ini harus mempunyai jumlah lilitan yang cukup agar medan magnetik yang dihasilkan dapat menginduksi benda kerja dengan baik, disamping itu juga diusahakan memiliki nilai induktansi yang sesuai dengan frekuensi resonansi yang diinginkan. Hal ini dikarenakan selain kumparan berfungsi untuk menginduksi benda kerja, kumparan ini juga digunakan sebagai indikato pada rangkaian resonant.



Gambar 2.8 lilitan penginduksi (Singgih kurniawan/2010)

Prinsip kerja kumparan ini sama dengan sebuah trafo, dimana arus pada sisi primer dikalikan dengan rasio trafo, dimana pada arus sisi skunder sebanding dengan arus pada sisi primer dikalikan dengan rasio trafo.

3. Barrel Screw

Barrel screw merupakan salah satu komponen penting dari proses extrusion dan juga indication heater. Hal ini dikarenakan barrel screw merupakan tempat peleburan serbuk maupun pellet plastik. Dan barrel screw juga merupakan objek yang dipanaskan oleh induction heater.



Gambar 2.9 *barrel screw* (Singgih kurniawan/2010)

Bahan barrel screw terbuat dari baja murni yang tahan terhadap tekanan tinggi (20.000 psig)

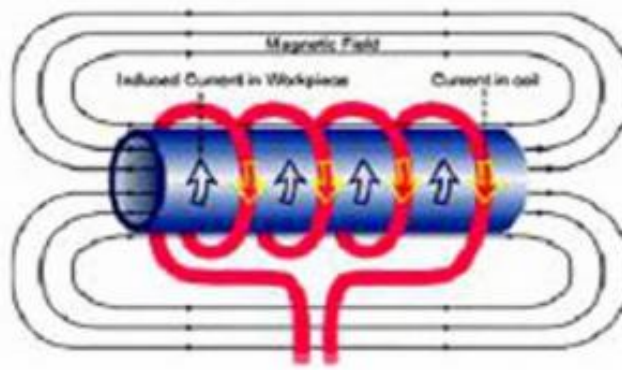
2.5.3 Prinsip kerja *induction heater* SAVERO

Induction heater berdasarkan pada prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan AC 1 fasa dari sumber diserahkan untuk menyuplai peralatan heater.

Tegangan bolak balik yang memiliki frekuensi tinggi yang dibangkitkan dari power modul dengan frekuensi & 27 KHz. Frekuensi ini akan memicu mosfet untuk membangkitkan daya AC yang memiliki frekuensi tinggi. Daya AC frekuensi tinggi ini yang dikirimkan ke kumparan untuk menimbulkan fluks, besar kecilnya fluks yang dibangkitkan bergantung pada luas bidang kumparan induksi yang digunakan. Hal ini dikarenakan induction heater memanfaatkan rugi rugi yang terjadi pada kumparan penginduksi. Rugi rugi yang dimanfaatkan untuk memanaskan objek adalah sebagai berikut

1. Aruseddy

Arus eddy memiliki peranan yang paling dominan dalam proses pemanasan induksi. Panas yang dihasilkan pada material sangat bergantung kepada besarnya arus eddy yang diinduksikan oleh lilitan penginduksi. Ketika lilitan dialiri oleh arus bolak — balik, maka akan timbul medan magnet disekitar kawat penghantar. Medan magnet tersebut besarnya berubah — ubah sesuai dengan arus yang mengalir pada lilitan tersebut. jikaa terdapat bahan konduktif disekitar medan magnet yang beubah — ubah tersebut, maka pada bahan konduktif tersebut akan mengalirkan arus yang disebut arus eddy.



Gambar 2.10 arus eddy pada permukaan bahan (Singih kurniawan/2010)

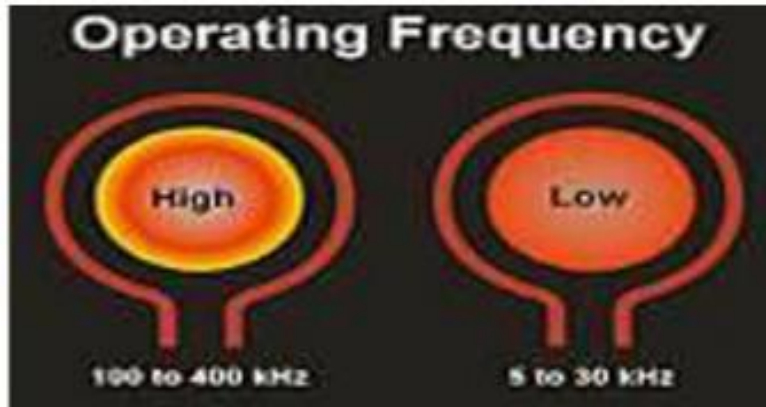
2. Rugi - rugi hysteresis

Rugi hysteresis juga mempunyai peran penting dalam pemanasan induksi. Namun hal ini hanya berlaku pada material yang bersifat ferromagnetik seperti besi. Untuk material diamagnetik seperti aluminium, pemanasan lebih didominasi oleh arus eddy. Rugi-rugi hysteresis adalah suatu energi untuk mengubah intensitas fluks dari induksi residu menjadi nol. Energi ini digunakan untuk mengatasi suatu hambatan dari intensitas fluks yang terjadi. Penggunaan energi ini akan menyebabkan panas yang juga dimanfaatkan untuk memanaskan benda kerja.

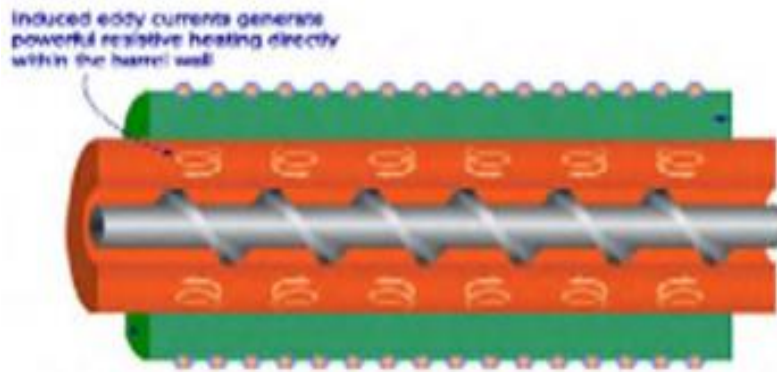
3. Efek kulit

Jika arus searah melewati sebuah konduktor, maka arus akan terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan konduktor tersebut. Tetapi jika arus bolak — balik dialirkan melalui konduktor yang sama, arus tidak tersebar secara merata. Kerapatan arus paling besar selalu berada dipermukaan konduktor dan kerapatan arus ini akan semakin berkurang ketika mendekati pusat konduktor, hal ini disebut efektif kulit.

Semakin tinggi frekuensi yang diterapkan pada konduktor, maka semakin besar arus yang mengalir pada permukaan konduktor. Efek kulit ini menyebabkan energi panas yang dikonversi dari energi listrik terpusat pada permukaan material, sehingga permukaan material lebih cepat panas. Kedalaman pemanasan bisa diatur dengan memvariasikan frekuensi inverter. Kecepatan pemanasan akan semakin tinggi dengan mengkonsentrasikan arus pada bagian permukaan material.



Gambar 2.11 pengaruh frekuensi pada pemanasan induksi(Singgih kurniawan/2010)



Gambar 2.12 pemanasan *screw* menggunakan induction heater (Singgih kurniawan/2010)

Selama proses dalam screw suhu dijaga konstan pada suhu antara 225°C - 230°C. Untuk menjaga suhu tetap konstan dilakukan dengan sistem on-off induction heater. Sistem ini bekerja dengan sensor suhu yang dipasang pada silinder heater. Sepanjang satu silinder heater terdapat 17 induction heater dengan 6 termokontrol, setiap termokontrol mengontrol 3 buah induction heater savero.

2.5.4 Keuntungan penggunaan induction heater .

Tabel 2.3 Perbandingan penggunaan heater konvensional dengan induction heater(Singgih kurniawan/2010)

No	Heater konvensional	Induction heater
1	Memiliki efisiensi 30 – 70%	Memiliki efisiensi 95% rugi

		- rugi coil.
2	Panas harus dihubungkan sepanjang kontak resisten	Panas yang di hasilkan secara langsung didalam dinding barrel
3	Panas tidak dapat diterapkan secara keseluruhan barrel	Panas dapat diterapkan seragam diseluruh barrel
4	Operasi elemen pemanasan inersia termal pada sistem	Operasi didinding sehingga tidak memiliki batas waktu
5	Massa panas dijumlahkan dengan inersia termal pada sistem	Inersial termal pemanasan dapat di hilangkan
6	Waktu start up lama	Waktu start up cepat
7	Tidak menghemat energi	Hemat energi dan mampu meningkatkan kualitas produksi

2.6 Bahan baku yang digunakan

2.6.1 HDPE (high density polyethylene)

Plastik adalah bahan elastik, tahan panas, mudah dibentuk lebih ringan dari kayu dan tidak karat oleh karena ada kelembaban. Juga dapat sebagai isolator dan dapat juga diwarnai dan kelemahan dari sifat plastik adalah tidak mudah di hancurkan.

Polyethylene adalah polimer dari ethilena yang merupakan plastik mirip lilin dapat terbuat dari resin sintetis dan digolongkan dalam termoplastik (plastik tahan panas). Polyethylene sendiri mempunyai daya tekan yang baik, tahan bahan kimia, kekuatan mekanik rendah, tahan kelembaban, sifat elastis tinggi, hantaran elektrik rendah. Berdasarkan kerapatannya polyethylene terbagi menjadi dua yaitu:

1. HDPE (high density polyethylene)

Biasanya digunakan untuk pembuatan botol air mineral dan juga selubung kabel atau isolator.

2. LDPE (low density polyethylene)

Biasanya digunakan untuk pembuatan kantong plastik.

2.6.2 Proses dengan Material High Density Polyethylene (HDPE)

Material ini adalah material yang paling mudah di ekstrusi, semua jenis screw bisa digunakan untuk proses dengan material HDPE, temperatur silinder di mesin ekstrusi biasanya antara 130°C sampai dengan 160°C sedangkan untuk bagian cross head temperturnya antara 180°C sampai dengan 220°C.

➤ **Klasifikasi**

Polyethylene terdiri dari berbagai jenis berdasarkan kepadatan dan percabangan molekul, sifat mekanis dari polyerhilene bergantung pada tipe percabangan, struktur kristal, dan berat molekulnya.

➤ **Sifat fisik**

Melihat kristalinitas dan massa molekul, titik leleh, dan transisi gelas sulit melihat sifat fisik polyethylene. Temperature titik tersebut sangat bervariasi bergantung pada type polyethylene. Pada tingkat komersil, polyethylene berdensitas menengah dan tinggi, titik lelehnya berkisar 120°C hingga 135°C. titik leleh polyethylene berdensitas rendah berkisar 105°C hingga 115°C.

➤ **Karakteristik**

Tabel 2.4 Typical polvethilene sheat characteristics (Singgih kurniawan/2010)

No	Property	Value	Unit
1	Density	< 0.927	Gr/cm ³
2	Tensile Strength	< 1450	N/cm ²
3	Elonganon	< 300	%
4	Dielectric Strength	< 2.2 x 10 ²	v/m
5	Dilectric Constant	< 2.82	“
6	Carbon Black Content	2.5 ± 0.5	%

2.7 Simulasi Numerik

2.7.1. Pengertian Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan

dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. Dalam simulasi digunakan komputer untuk mempelajari sistem secara numerik, dimana dilakukan pengumpulan data untuk melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer. Pendekatan simulasi diawali dengan pembangunan model sistem nyata.

Model ini untuk tujuan memahami tingkah laku sistem atau untuk menyusun strategi (dalam suatu batas yang ditentukan oleh sebuah atau beberapa kriteria) sehubungan dengan operasi sistem tersebut. Metode simulasi dapat menjelaskan tingkah laku dari sebuah sistem dalam beberapa waktu dengan mengobservasi tingkah laku dari sebuah model matematika yang dibuat sesuai dengan karakter sistem yang asli sehingga seorang analis bisa mengambil kesimpulan tentang tingkah laku dari sistem dunia nyata. (hidayah, 2019)

2.7.2. Pengertian Numerik

Numerik atau biasa dikenal dengan metode numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasikan masalah matematis agar dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan. (hidayah, 2019)

2.7.3. Pengertian Simulasi Numerik

Simulasi numerik adalah simulasi yang digunakan dengan menggunakan suatu teknik untuk melakukan percobaan, yang melibatkan variabel-variabel fungsi matematika dan logika untuk menjelaskan tingkah laku dan struktur suatu sistem nyata kompleks. Simulasi numerik dapat digunakan untuk merancang, menganalisa, dan menilai suatu sistem. (hidayah, 2019)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya analisa numerik tabung *barrel* pada mesin extruder plastik yaitu di gedung D lantai 3 Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Pengerjaan analisa numerik ini dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian.

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Penyediaan alat dan bahan						
3	Studi literatur						
4	Penulisan proposal						
5	Perancangan desain mesin pemanas biji plastik						
6	Mensimulasikan desain mesin pemanas biji plastik						
7	Analisa data						
8	Penulisan laporan akhir						
9	Seminar hasil dan sidang sarjana						

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

1. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam analisa numerik ini adalah sebagai berikut :

- a. Processor : AMDA A10-6410 processor (up to 2.40 GHz, 2M chace)
- b. Ram : 8 GB DDR3
- c. Operasi System : Windows 10 pre-sales request available



Gambar
Laptop

3.1.
yang

digunakan

2. *Software Solidworks*

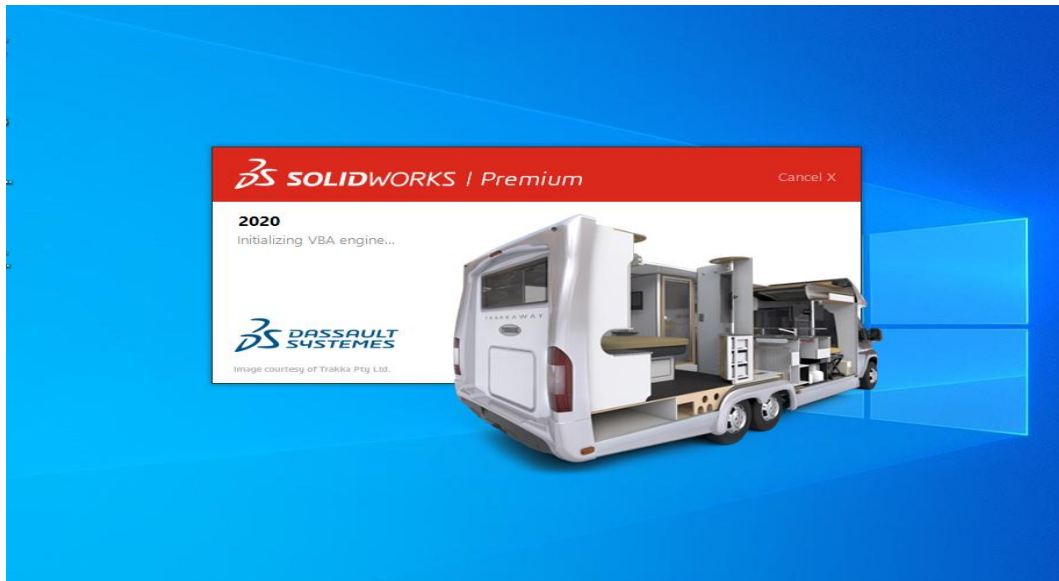
Software solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah solidworks 2020 dengan persyaratan sistem pada komputer.

a. Perangkat lunak *solidworks* 2020

Program solidworks merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan desain dan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu market dari benda pun dapat dipercepat. *Solidworks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Parameter mengacu pada kendala yang nilainya menentukan bentuk atau geometri dari model atau perakitan. Parameter dapat berupa parameter numerik, seperti panjang garis atau diameter lingkaran, atau parameter geometris, tangen paralel, paralel konsentris, horizontal atau vertikal parameter (Prabowo,2009).

Program ini relatif lebih mudah digunakan dibandingkan program-program sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *solidworks* juga biasa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut bisa dikonversi ke format dwg yang dapat dijalankan pada program CAD.

Dibawah ini adalah contoh gambar tampilan dari *Solidworks* 2020



Gambar 3.2. Perangkat lunak *solidworks* 2020

Untuk spesifikasi *Software Solidworks* dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini:

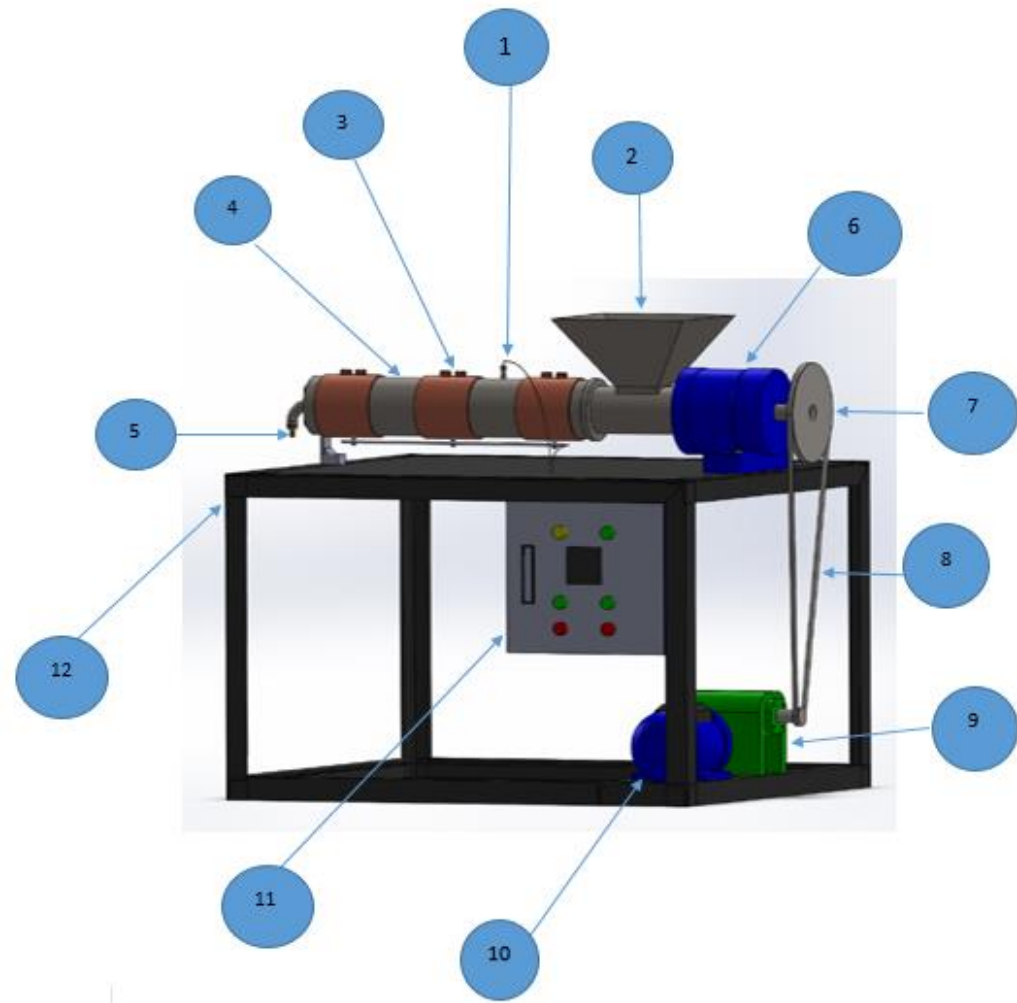
SOLIDWORKS Products for Windows

	SOLIDWORKS 2018 (EDU 2018-2019)	SOLIDWORKS 2019 (EDU 2019-2020)	SOLIDWORKS 2020 (EDU 2020-2021)
Operating Systems			
Windows 10, 64-bit	✓	✓	✓
Windows 8.1, 64-bit	✓	✗	✗
Windows 7 SP1, 64-bit	✓	✓	✓ (End of Life: SW2020 SP5)
Virtual environments	Supported virtual environments (hypervisors)		
Hardware			
Processor	3.3 GHz or higher		
RAM	16 GB or more PDM Contributor or Viewer: 8 GB or more		
Graphics Card	Certified cards and drivers		
Drives	SSD drives recommended for optimal performance		
Software			
Microsoft Excel and Word	2010, 2013, 2016	2013, 2016, 2019 (SW2019 SP2)	2013, 2016, 2019
Antivirus	Antivirus products		

Gambar 3.3 Spesifikasi *Software Solidworks*

3.3 Set Up Mesin Extruder Plastik

Bagian-bagian dan komponen dari MESIN EXTRUDER PLASTIK yang telah dirancang dan disusun dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini :

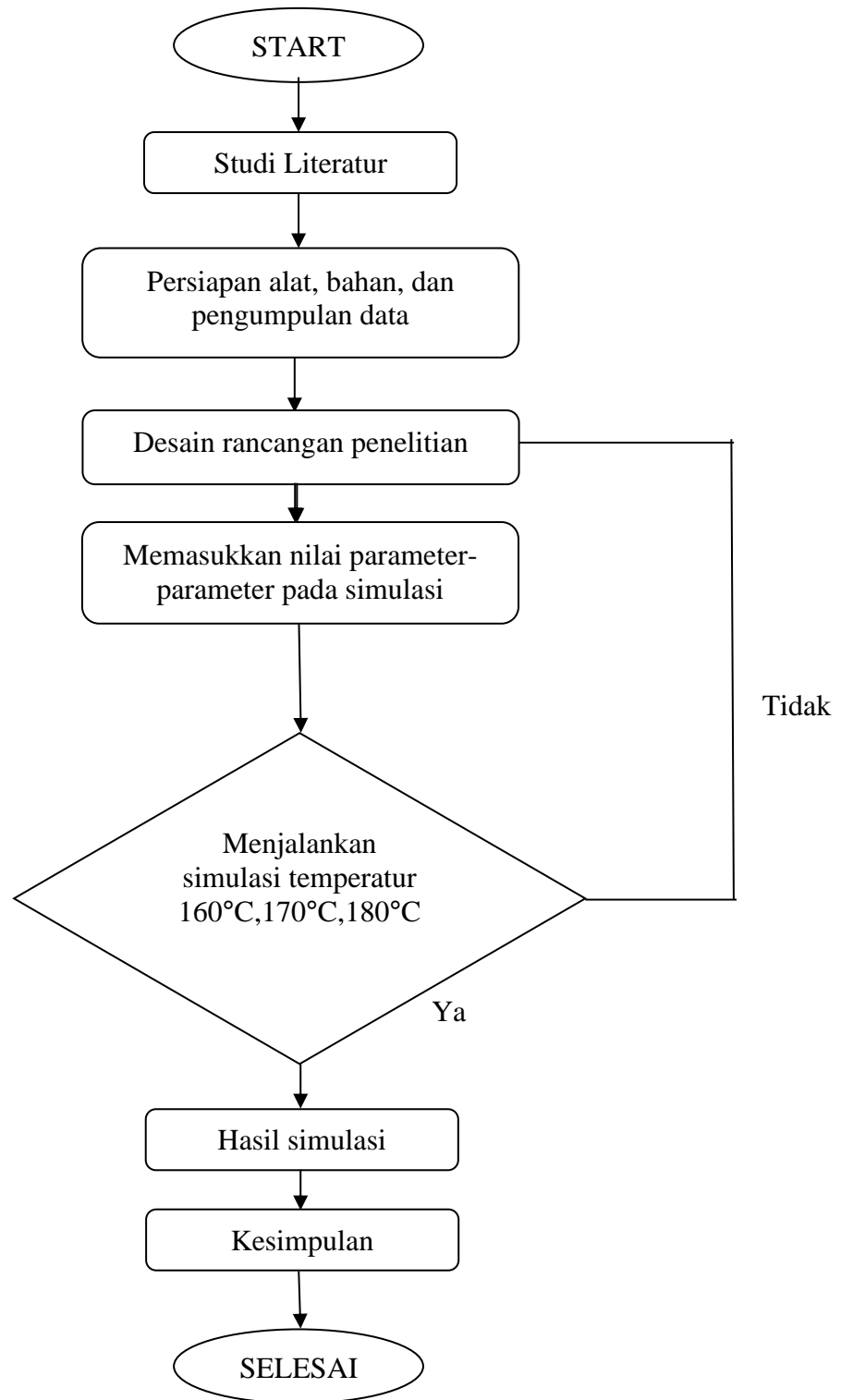


Gambar 3.4 Bagian dan komponen MESIN EXTRUDER PLASTIK.

Keterangan:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1. Sensor suhu | 7. sproket |
| 2. Hopper | 8. Rantai |
| 3. Heater | 9. Gear box |
| 4. Barrel | 10. Motor listrik |
| 5. Nozle | 11. Panel control |
| 6. Home bearing | 12. Rangka |

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. *Pre Processing*

Tahap *pre processing* ini merupakan tahapan awal dalam membangun dan menganalisa sebuah model. Dalam tahapan *pre processing* ini terdiri dari beberapa subtahapan mulai dari pembuatan desain bodi dan bahan material menggunakan software *Solidworks*, penggenerasian mesh (*meshing*) serta menentukan parameter parameter yang digunakan dalam simulasi.

3.5.1.1. Desain Komponen Tabung barrel pada Mesin *Extruder* plastik

Pada tahapan ini penulis membuat desain geometri 3D tabung barrel menggunakan software *Solidworks* 2020. Diameter panjang tabung barrel yang dirancang adalah 627 mm, tebal dinding barrel 25,25 mm dengan bahan baja campuran. Selanjutnya penulis akan mendesain komponen kedua yaitu screw. Diameter screw adalah 39 mm dan panjang ass screw 840 mm.

3.5.1.2. Thermal Loads

Thermal loads yang digunakan pada simulasi ini ialah Heat power 1000 W, Temperatur Variasi 160°C, 170°C, 180°C.

3.5.2. *Processing*

Pada aplikasi *solidworks simulation* computer memproses data-data yang telah dimasukkan tadi dan mulai mengkalkulasi *mesh* dan selanjutnya melakukan *solving*.

3.5.2.1. *Meshing*

Semakin rapat selnya maka akan semakin akurat hasil perhitungan yang di dapat, namun akan menambah waktu penyelesaian simulasi. Oleh karena itu sebelum di *running*, *mesh* pada model diperiksa terlebih dahulu agar tidak ada ukuran mesh yang besar meliputi ujung model yang berukuran jauh lebih kecil dari ukuran mesh.

Setelah dilakukan pengecekan maka *solver* akan melakukan *meshing* dan memperhalus bagian-bagian yang dibutuhkan penghalusan *mesh*, seperti pada ujung-ujung atau sudut, bagian yang berkurva dan bagian-bagian yang sangat kecil dibandingkan dengan ukuran bagian lainnya pada model.

3.5.2.2. *Solving*

Setelah proses *meshing* selesai maka selanjutnya proses *solving*. Proses *solving* memakan waktu yang cukup lama tergantung dari jumlah *mesh*. Proses *solving* berlangsung dengan mengkalkulasi iterasi-iterasi yang telah ditentukan pada tahap *mesing*.

3.5.3 Analisa Data Dan Kesimpulan

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil simulasi yang didapat. Data hasil simulasi yang diperoleh berupa *laju perpindahan panas, temperature* keseluruhan.

Selanjutnya data dan hasil simulasi yang diperoleh ditabelkan dan diplot ke dalam grafik. Dari tabel dan grafik dilakukan analisa yang menggambarkan hasil simulasi. Kemudian dari hasil analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Validasi Penelitian

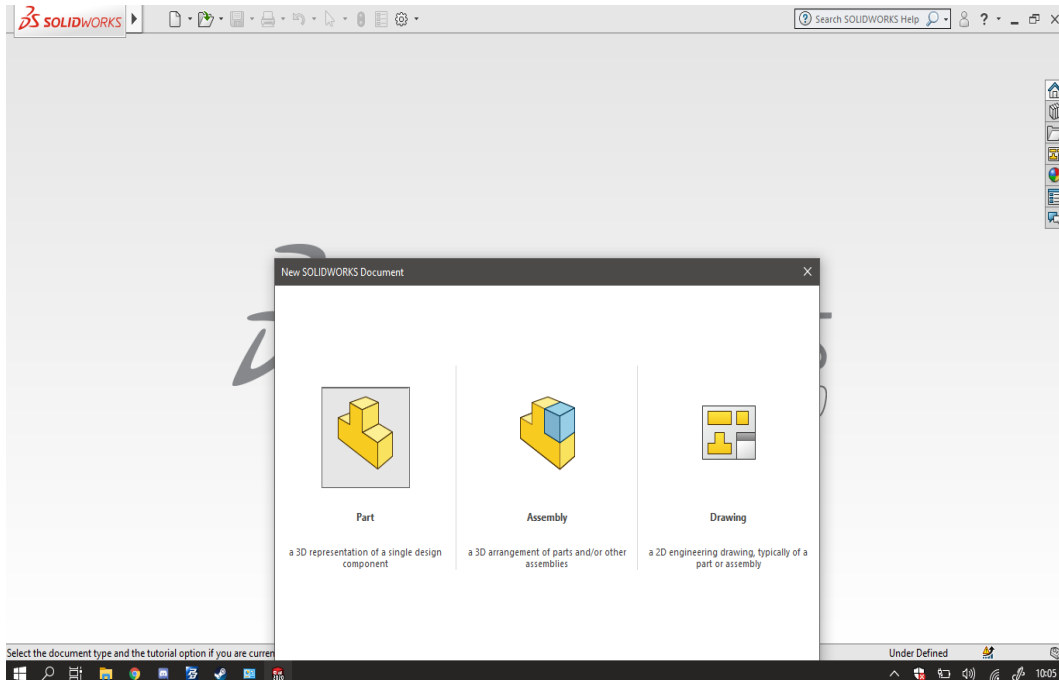
Validasi penelitian merupakan salah satu tahap penelitian dengan simulasi yang harus dilalui agar hasil penelitian yang dihasilkan valid. Validasi mesin Extruder Plastik dilakukan untuk memastikan penulis mampu mengembangkan mesin extruder. Validasi pemodelan mesin Extruder ini dipengaruhi oleh suhu yang merupakan variabel bebas pada penelitian. Sedangkan suhu plastik merupakan variabel terikat pada penelitian.

4.1.1. Desain Mesin Extruder Plastik

4.1.1.1. Desain *Barrel*

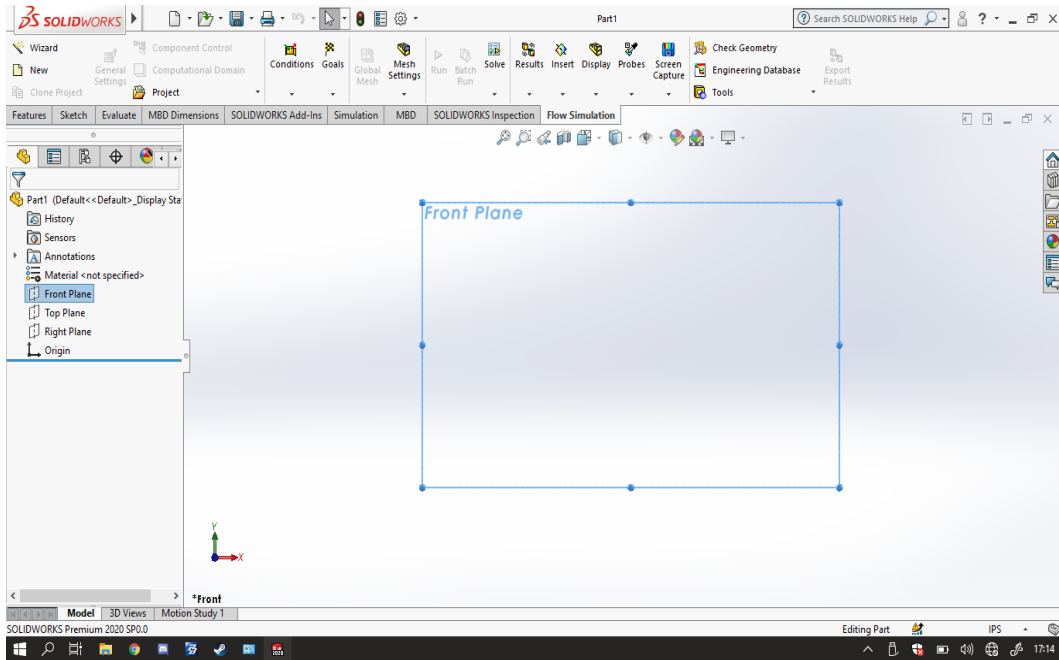
Desain yang akan dirancang adalah Barrel berikut ini langkah-langkah perancangan model dengan menggunakan software solidworks 2020.

1. Buka *software* aplikasi solidwork 2020, kemudian pilih new document pada sudut atas tampilan software solidworks, kemudian pilih part dan pilih ok.



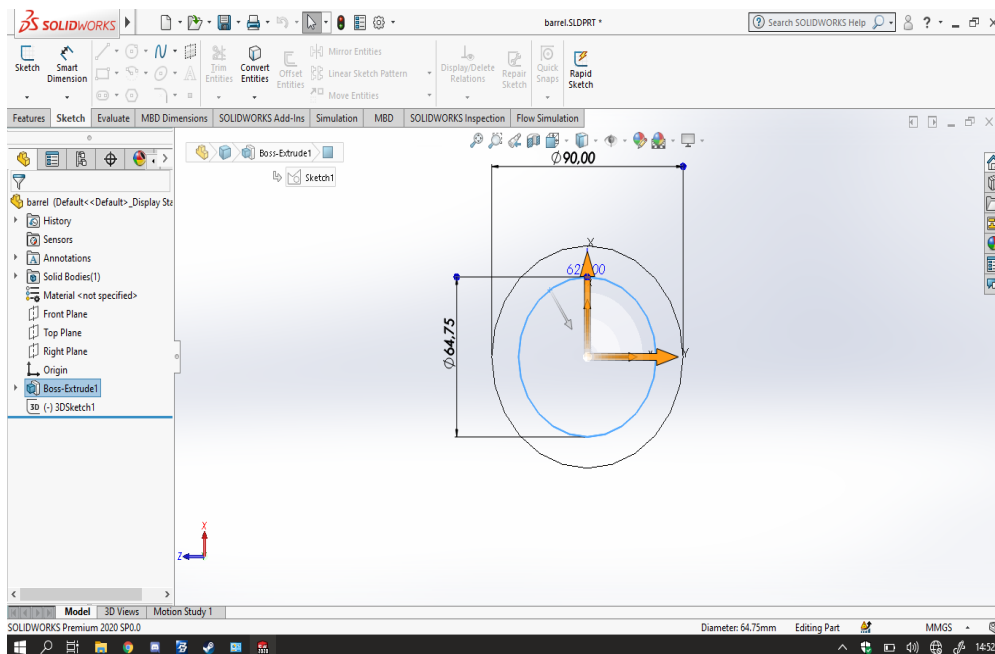
Gambar 4.1. Tahap awal solidworks

2. Selanjutnya pilih top plane.



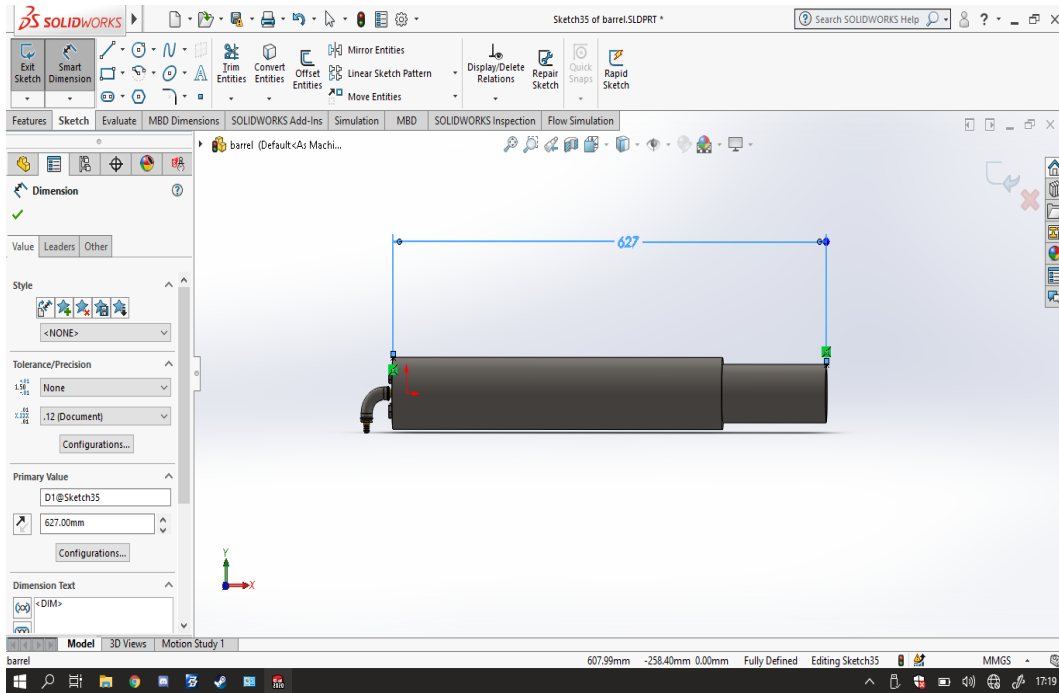
Gambar 4.2 Top Plane

3. Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain 2D diameter luar Barrel dengan ukuran 90 mm dan diameter dalam 64,75 mm dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Desain 2D Diameter Barrel.

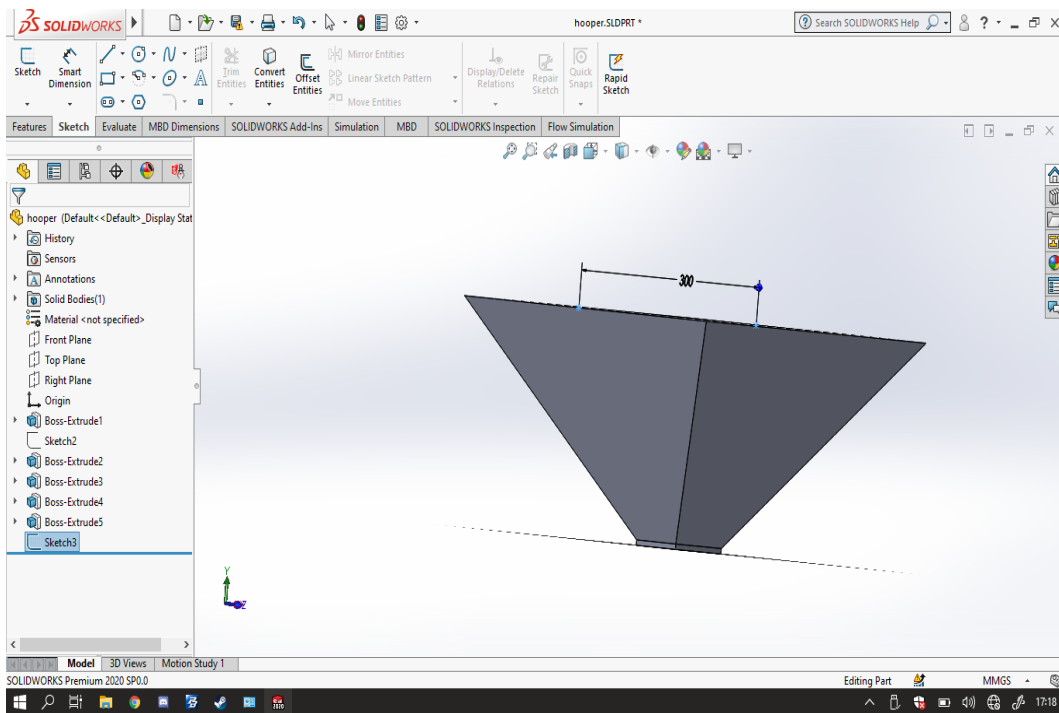
4. Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Barrel menjadi 3D dengan panjang 627 mm dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.4 Desain Barrel 3D.

4.1.1.2 Desain Hopper

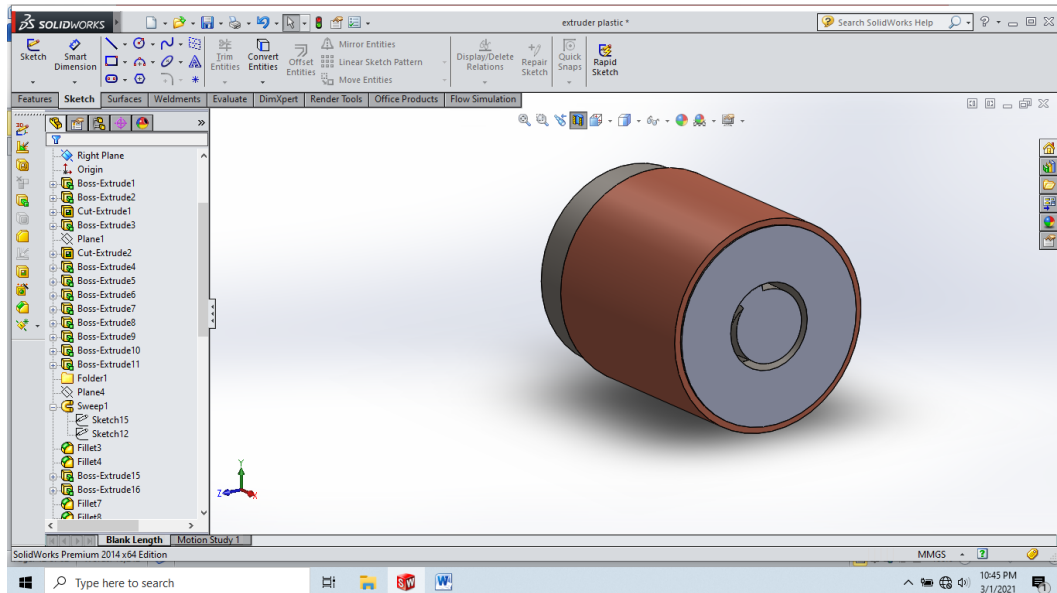
Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Hopper tempat masuknya plastik dengan panjang atas 365 mm dan panjang bawah 71 mm dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Sketch Hopper

4.1.1.3 Desain Heater

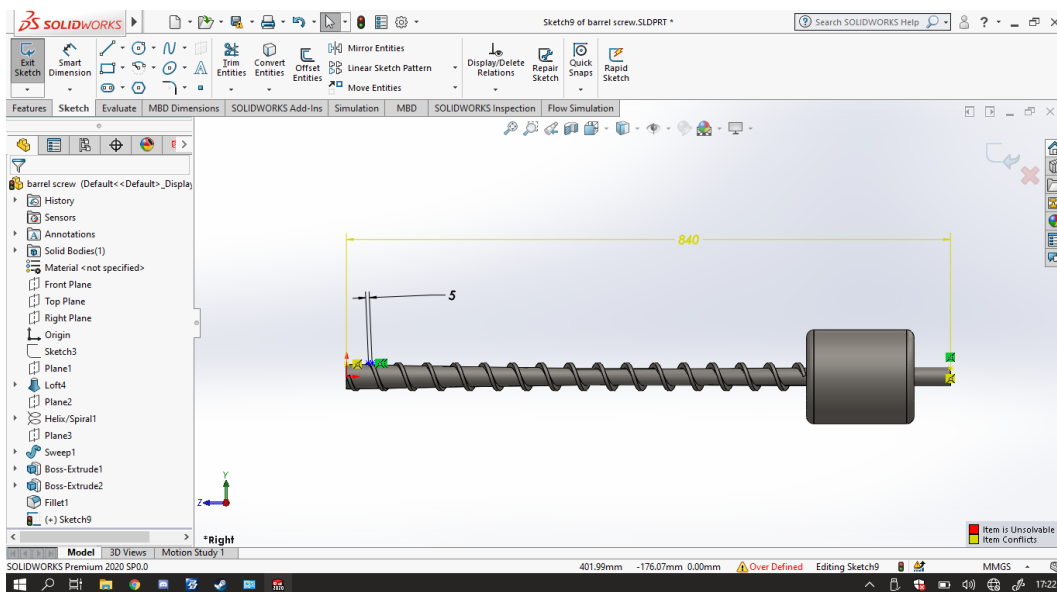
Selanjutnya menggunakan sketch membuat band heater dengan diameter dalam 90 mm, diameter luar 100 mm dan panjang 100 mm.



Gambar 4.6 Band Heater

4.1.1.5. Desain Screw.

Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain 3D ass Screw dengan diameter 39 mm dan panjang 640 mm dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Ulir dengan lebar 5 mm pada sketch, dan tinggi 5 mm dibawah ini.



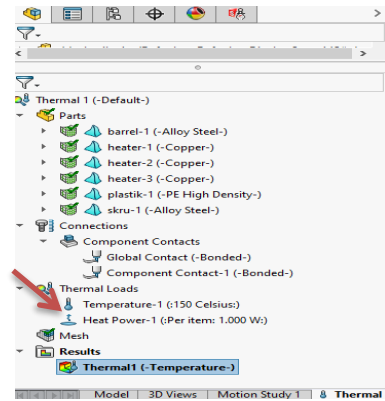
Gambar 4.7. Sketch desain ulir screw.

4.1.2. Thermal Loads

Selanjutnya menentukan Thermal Loads, adapun Thermal Loads yang telah ditentukan pada simulasi ini dapat dilihat pada table di bawah:

Tabel 4.1. Thermal Loads

<i>Heat power</i>	Per item : 1000 W
<i>Themperatur</i>	150 Celcius

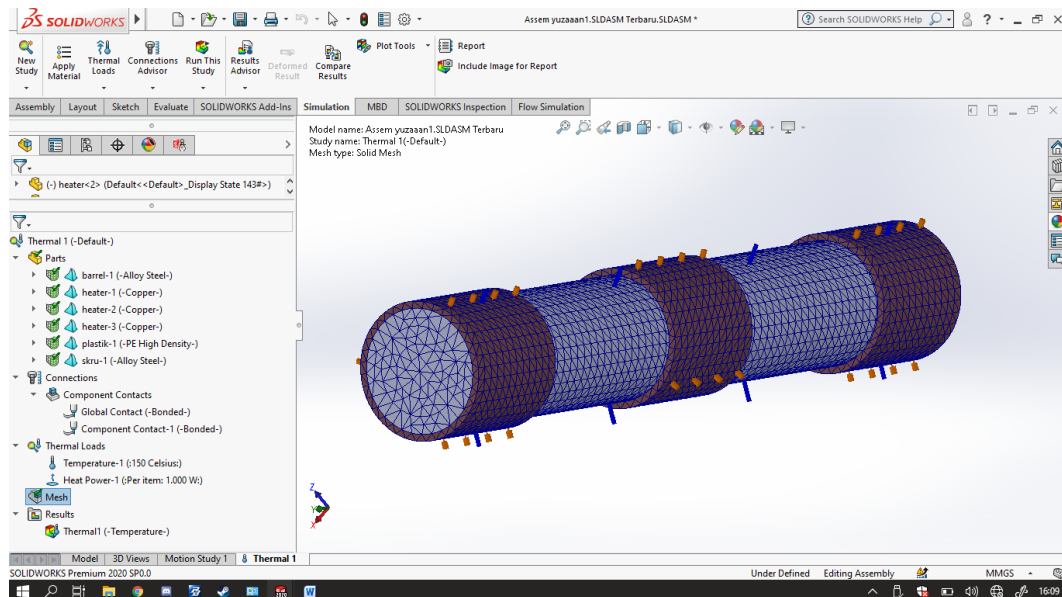


Pada tabel 4.1 diatas menunjukkan Thermal Loads yang digunakan pada simulasi ini. Untuk variasi Temperatur seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3 sebelumnya yaitu 160°C,170°C,180°C, Untuk *Heat power* adalah sama pada setiap variasi Temperatur.

4.2. Hasil Simulasi

4.2.1 Meshing

Semakin rapat selnya maka akan semakin akurat hasil perhitungan yang di dapat, namun akan menambah waktu penyelesaian simulasi.

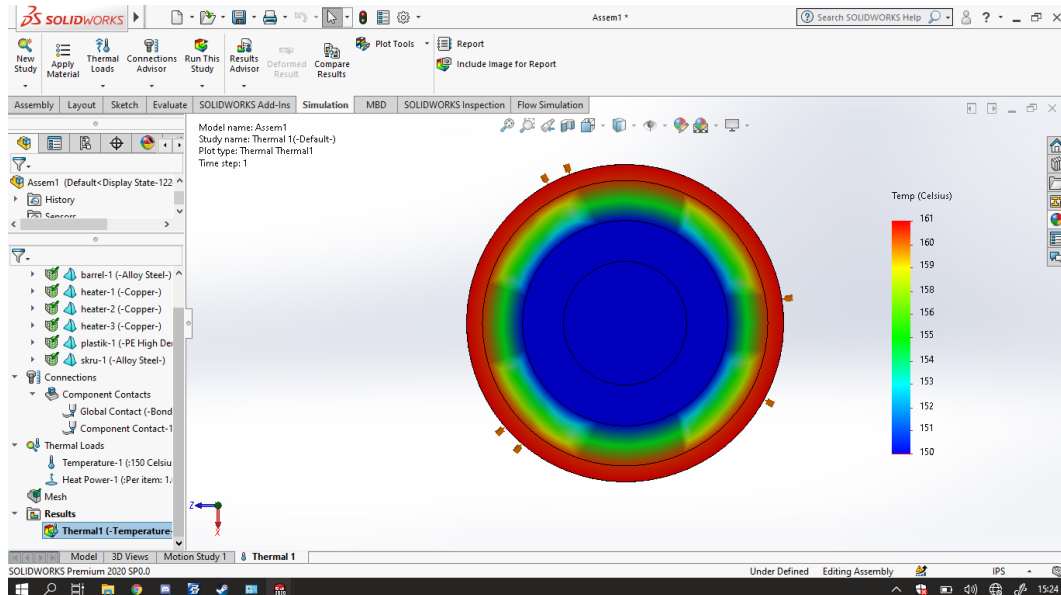


Gambar 4.8 Hasil Meshing

4.2.2 Perpindahan panas tabung *barrel* seluruhnya.

a) Temperatur 160 °C

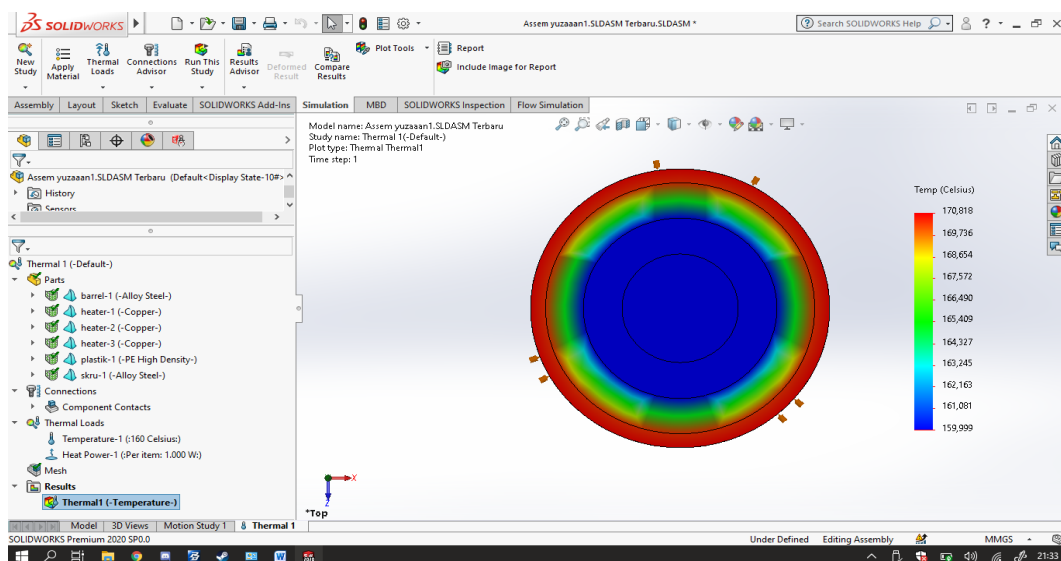
Gambar 4.9 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 160°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 150 °C.



Gambar 4.9 Perpindahan panas tabung *barrel* suhu 160°C.

b) Temperatur 170 °C

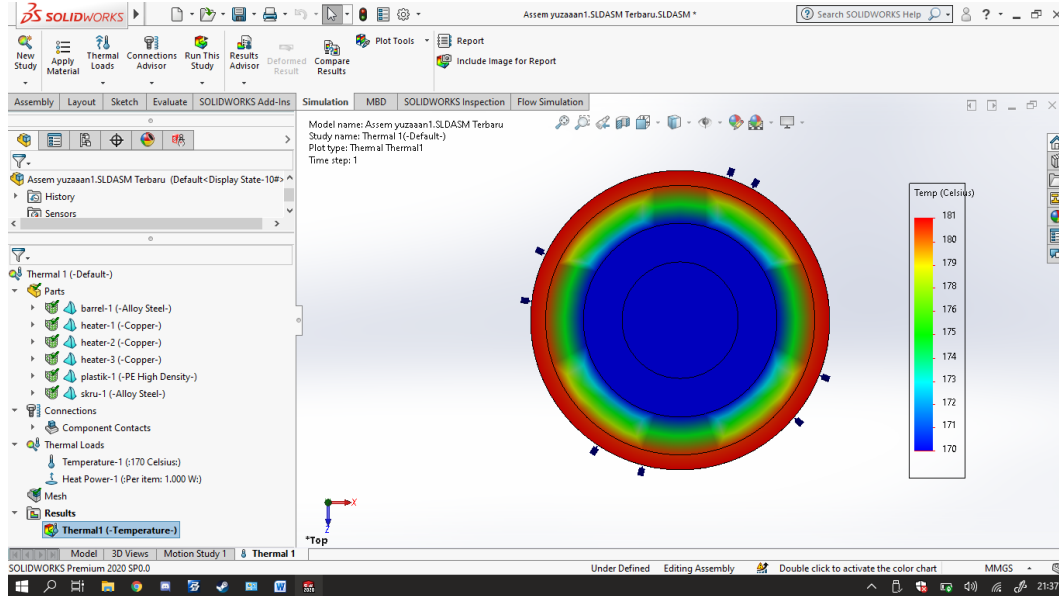
Gambar 4.12 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 170°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 160 °C.



Gambar 4.10 Perpindahan panas tabung *barrel* suhu 170°C.

c) Temperatur 180 °C.

Gambar 4.13 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 180°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 170°C



Gambar 4.11 Perpindahan panas tabung *barrel* suhu 180°C.

4.3. Perhitungan Dan Pengolahan Data

Dari data simulasi yang diperoleh maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan.

4.3.1 Perhitungan perpindahan panas

Pada perancangan dan simulasi didapat data sebagai berikut

Dik:

$$\text{Massa Plastik (m)} = 4,4 \text{ kg}$$

$$(\Delta T) = 160^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$$

Panas jenis plastik *High Density Polyethylene* 3,472 J/kg.°C setara dengan 0,83 kalori kalor massa jenis 1 kg plastik. untuk menghitung perpindahan panas (Q) maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = m \cdot \Delta T$$

Maka didapat laju perpindahan panas (Q) :

$$Q = 4,4 \text{ kg} \cdot (160^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 44 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$$

4.4 Grafik Perbandingan

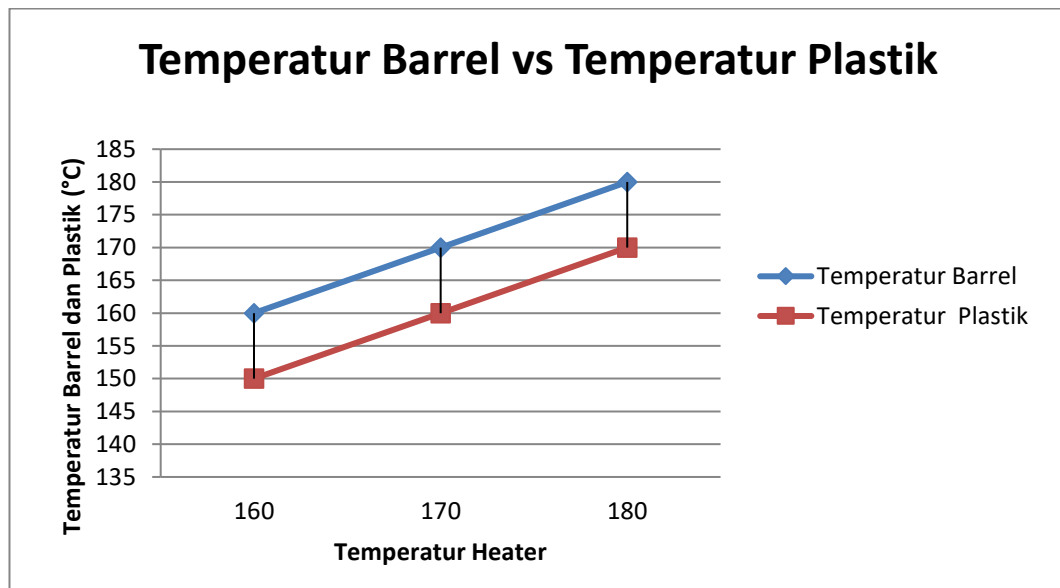
Dari hasil data yang didapat maka di lakukan perbandingan hasil Temperatur barrel vs Temperatur aliran vs Koefisien Perpindahan Panas vs Laju Perpindahan Panas di bawah ini.

Tabel 4.2 Temperatur Barrel vs Temperatur Plastik vs Laju Perpindahan Panas.

Temperatur Heater (°C)	Temperatur Barrel (°C)	Temperatur Plastik (°C)	Laju Perpindahan Panas Q ($J/kg\ ^\circ C$)
160	160	150	44
170	170	160	44
180	180	170	44

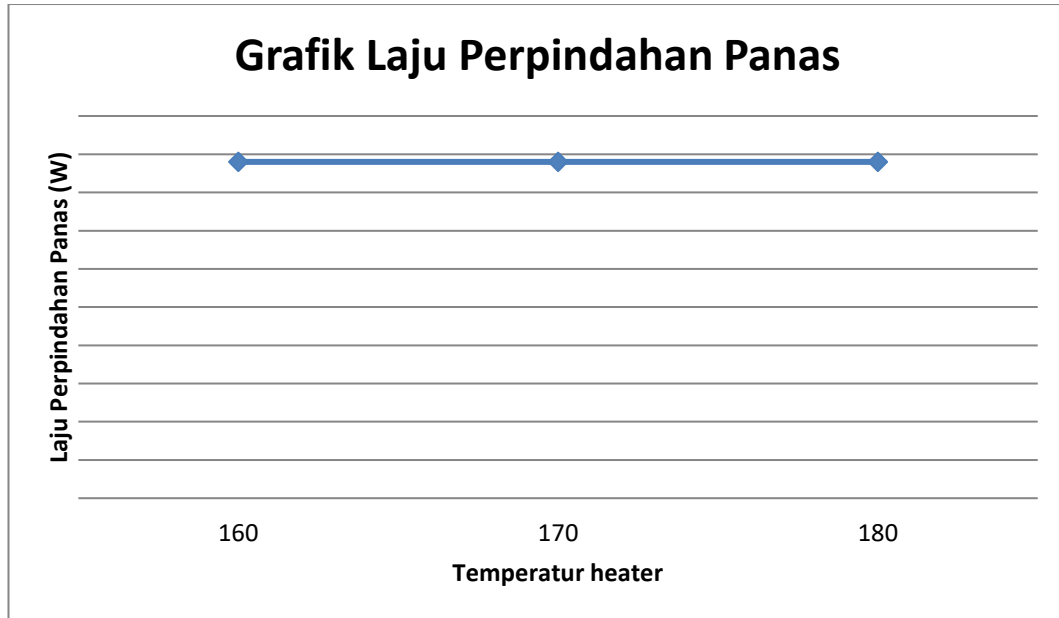
Dari Gambar 4.12 di dapat data dari hasil simulasi bahwa suhu heater 160 menunjukkan suhu plastik 150 °C dimana sangat baik untuk peleburan plastic HDPE. Sedangkan dari Gambar 4.11 dan Gambar 4.13 menunjukkan suhu tertinggi plastik yaitu 160°C dan 170 °C dimana tidak sesuai untuk suhu peleburan material plastic HDPE dan dari tabel diatas juga dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan panas dari setiap temperature sama.

Grafik 4.1 Perbandingan Temperatur Barrel terhadap Aliran Plastik



Perbandingan Temperatur Barrel terhadap Temperatur Plastik terlihat jelas pada grafik. Pada temperatur heater 160 °C Temperatur Barrel mencapai 160°C, sedangkan Temperatur Plastik mencapai 150°C.

Grafik 4.2 Laju Perpindahan Panas



Terlihat pada grafik 4.3, laju perpindahan panas dari setiap temperature heater adalah sama.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari data hasil perhitungan pada temperatur tabung barrel mesin Extruder tertera dilampiran dapat disimpulkan yaitu :

1. Pada hasil simulasi ini didapat bahwa temperature heater yang baik untuk melelehkan material plastik HDPE ialah di suhu 160°C ..
2. Laju perpindahan panas tertinggi yang didapat dari perhitungan data yaitu: $44 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$

5.2 Saran

Untuk pengujian selanjutnya dapat juga dilakukan dengan memvariasikan tebal Barrel dengan bahan yang berbeda sehingga menghasilkan performa dan koefisien yang didapatkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Mahmudi, A., Londa, P., Teknik, J., Politeknik, M., & Bandung, N. (2017). Optimasi Penerapan Teknologi Ekstrusi pada Prototipe Mesin Daur Ulang Limbah Styrofoam, 19(2), 92–96.
- Michaeli, W., Imhoff, A. 2004. Friction in the Feed Section of Single Screw Extruders Dependent on Pellet Shape, Fillers and Additives. Journal of Applied Polymer Engineering, Vol. 24, No. 5, 2004.
- Suratno, B. 2003. Polimer and Composite Material. Seminar Dosen Tamu di Magister T. Mesin USU, Sentra Teknologi Polimer, Serpong.
- Noriega, P.M., Osswald and Ferrier, N. 2004. In Line Measurement of the Polymer Melting Behavior in Single Screw Extruders. Journal of Applied Polymer Engineering, Vol. 24, No. 6, 2004.
- Bahrul Ikam . 2016 . Pengaruh Temperatur Dan Line Speed Pada Proses Pembuatan Kabel Optik Yang Mengalami Kecacatan Diselubung Kabel Pada Mesin Extruder, Vol. 05, No. 2, Juni 2016.
- Kurniawan, Singgih. 2013. Cara Kerja Induction Heater pada mesin Extruder. Makalah Kerja Praktek. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (1994). *Thermodynamics: An Engineering Approach* (2nd ed.). United States of America: McGraw-Hill.
- Fox, Robert W., McDonald, Alan T. & Pritchard, Philip J. (2003). *Introduction to Fluid Mechanics* (6th ed.). United States of America: John Wiley & Sons.
- G. Collier, John dan R. Thome, John. (1994). *Convective Boiling and Condensation* (3rd ed.). United Kingdom: Oxford University Press
- Gilat, Amos. (2004). *Matlab: An Introduction with Applications*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Incropera, F.P., DeWitt, D.P., Bergman, T.L., Lavine, A.S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (6th ed.). United States of America: John Wiley & Sons
- Kandiklar, S., Garimella, S., Li, D., Colin, S., King, M. R. (2006). *Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchannels*. India: Elsevier
- Yanuar, Budiarmo, Gunawan, and M Baqi “Velocity distribution of mud slurry in curved spiral pipes” Journal of Mechanical Science and Technology. (JMST) Springer(inprocess).

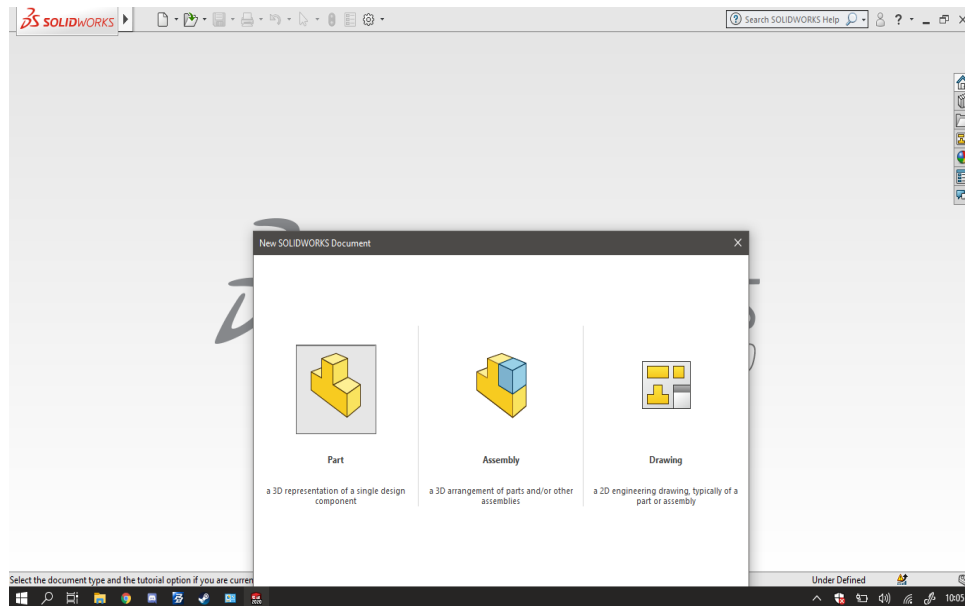
LAMPIRAN

- Desain Komponen Mesin Extruder Plastik

1. Desain Barrel

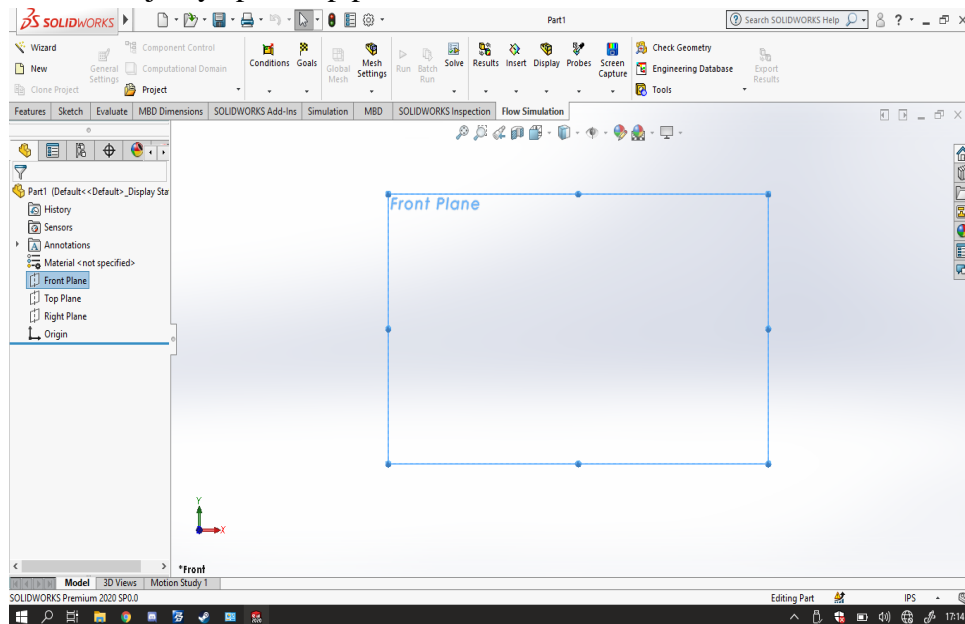
Desain yang akan dirancang adalah Barrel berikut ini langkah-langkah perancangan model dengan menggunakan software solidworks 2020.

Buka software aplikasi solidwork 2020, kemudian pilih new document pada sudut atas tampilan software solidworks, kemudian pilih part dan pilih ok.



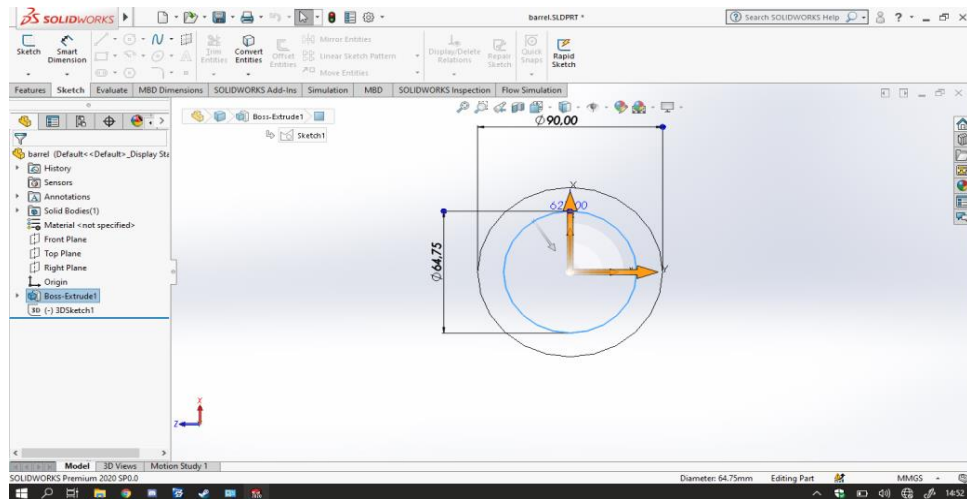
Gambar 1 Tahap awal Solidwork.

Selanjutnya pilih top plane.

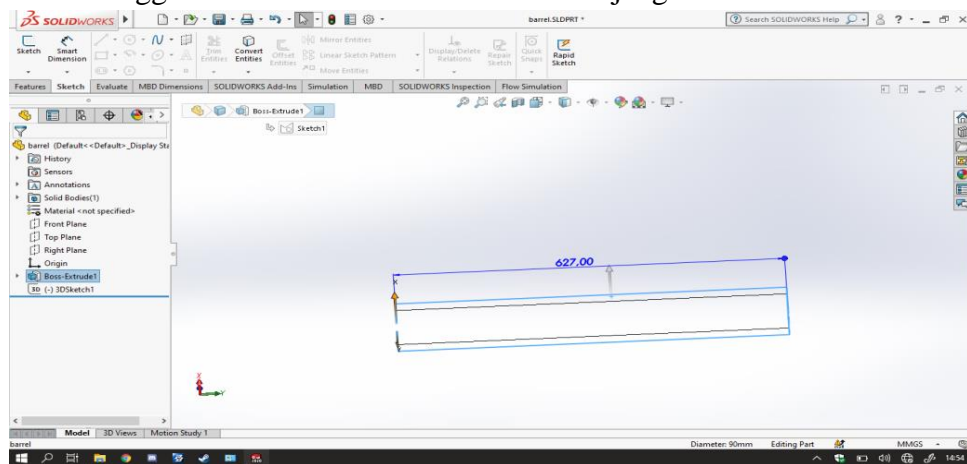


Gambar 2 Top plane.

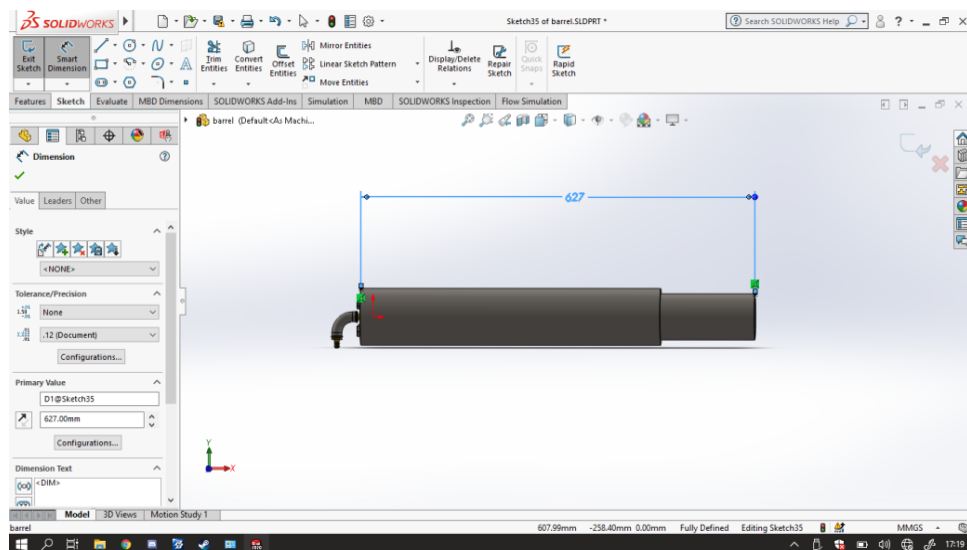
Menggunakan sketch untuk membuat Diameter luar 90 mm dan diameter dalam 64,75 mm.



Gambar 3 Diameter luar dan diameter dalam barrel
Menggunakan sketch untuk membuat Panjang barrel 627 mm.



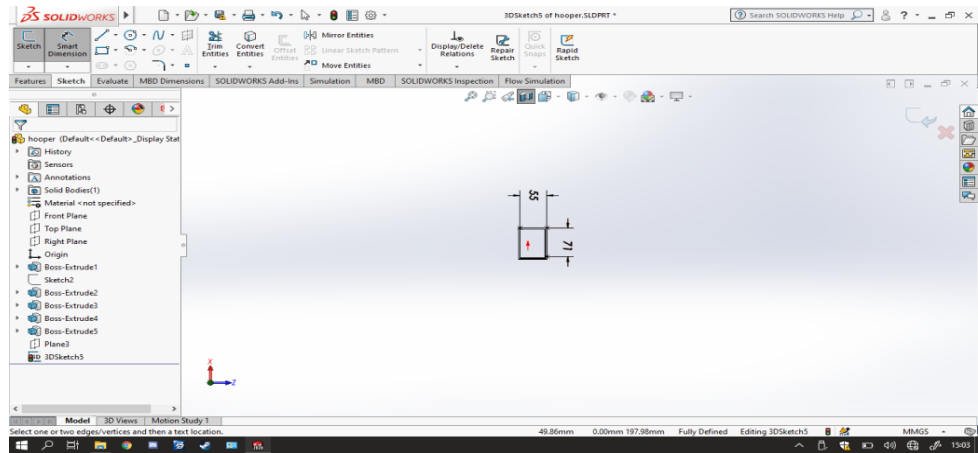
Gambar 4 Panjang barrel
Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Barrel menjadi 3D.



Gambar 5 Sketch 3D barrel

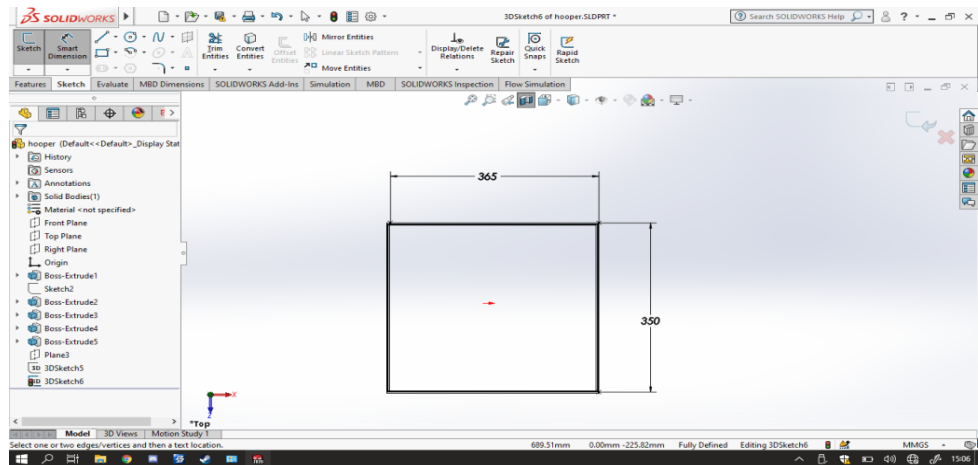
2. Desain Hopper.

Menggunakan sketch untuk membuat 2D hopper dengan panjang bawah 71 mm dan lebar 55 mm.



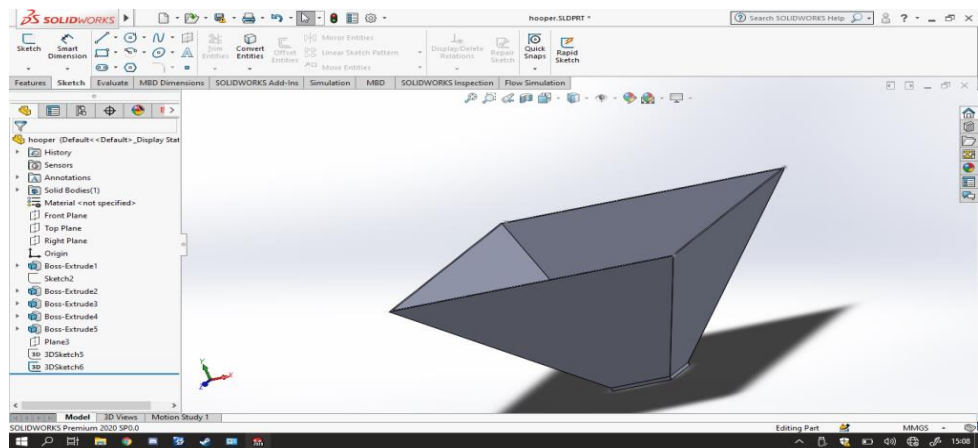
Gambar 6 Sketch 2D ukuran bawah hopper

Menggunakan sketch untuk membuat panjang atas 365 mm dan lebar 350 mm.



Gambar 7 Sketch 2D ukuran atas hopper

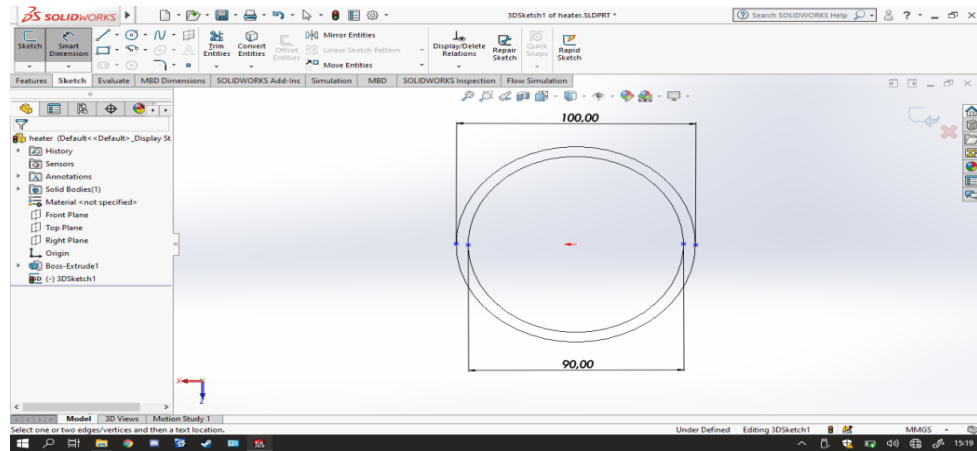
Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Hopper menjadi 3D.



Gambar 8 Sketch 3D Hopper

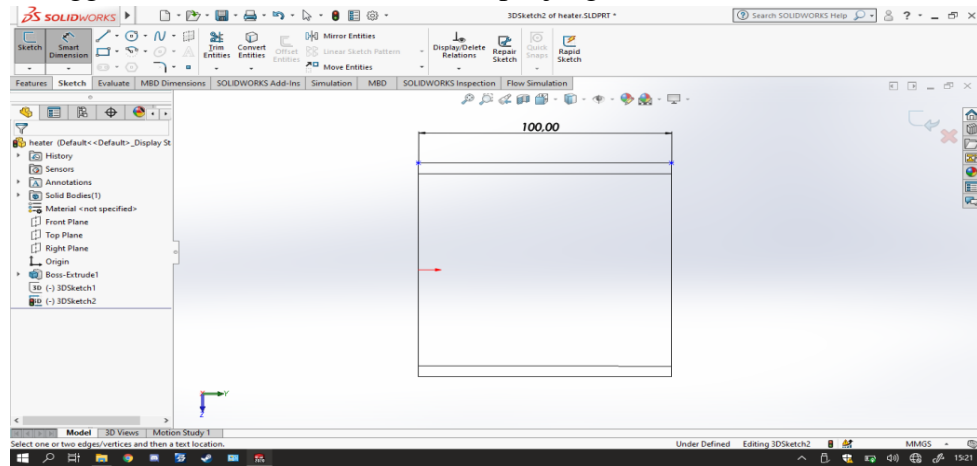
3. Desain Heater.

Menggunakan sketch untuk membuat diameter dalam 90 mm dan diameter luar 100 mm.



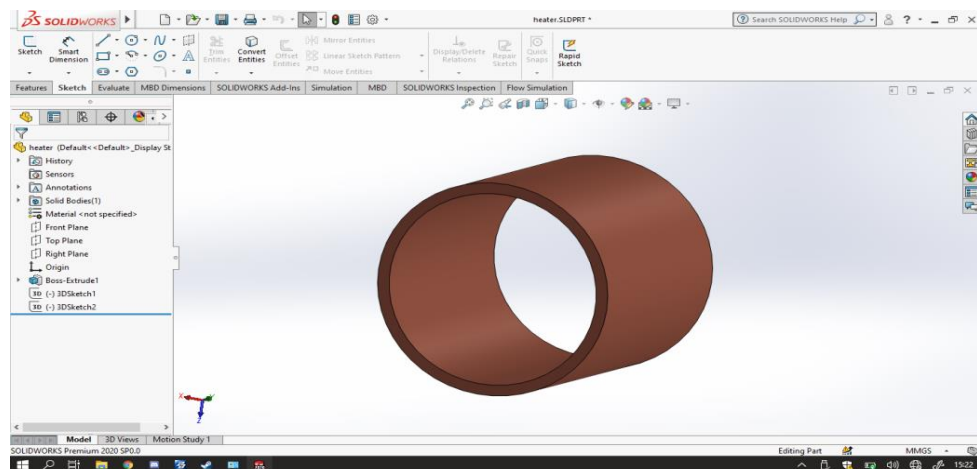
Gambar 9 Sketch diameter heater.

Menggunakan sketch untuk membuat panjang heater 100 mm.



Gambar 10 Sketch panjang heater.

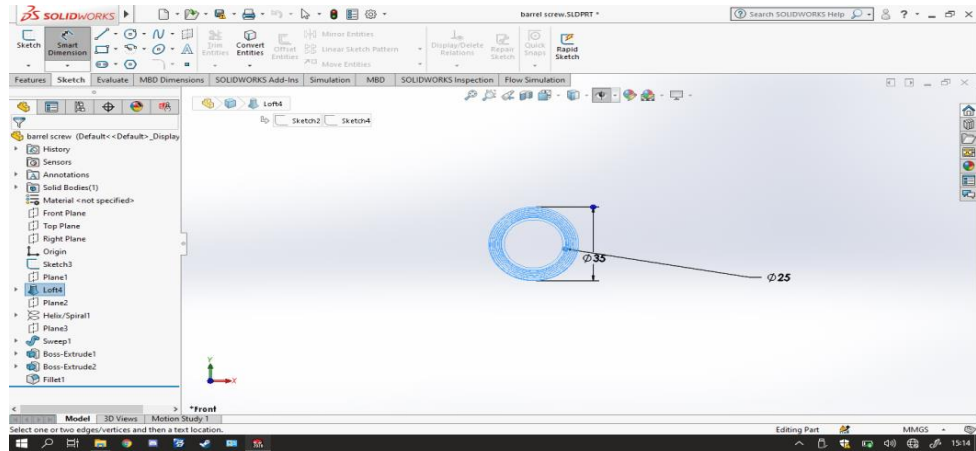
Selanjutnya menggunakan sketch untuk membuat desain Heater menjadi 3D.



Gambar 11 Sketch 3D Heater

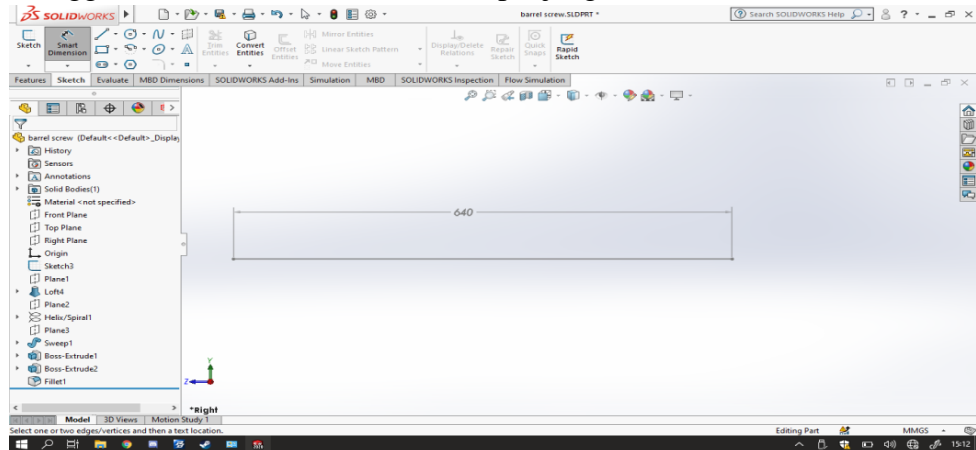
4. Desain Screw.

Menggunakan sketch untuk membuat diameter 39 mm.



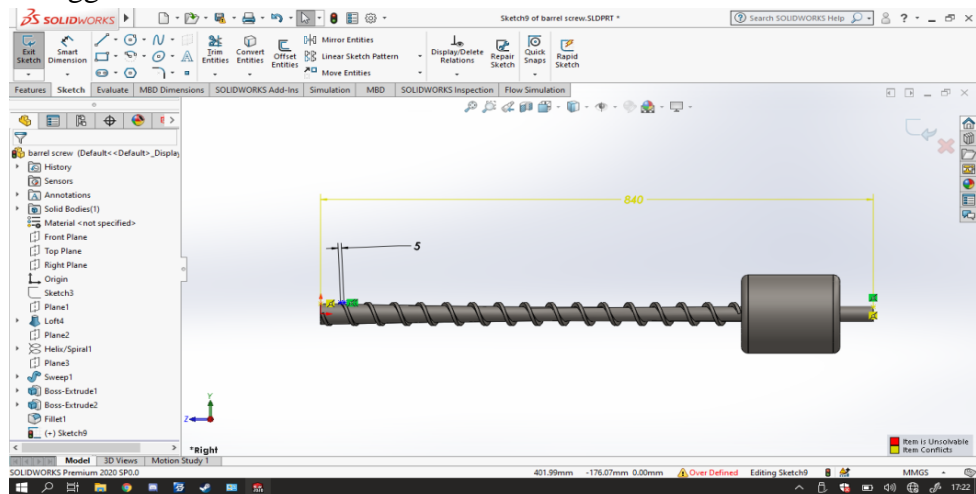
Gambar 12 Sketch diameter screw

Menggunakan sketch untuk membuat panjang screw 640 mm.



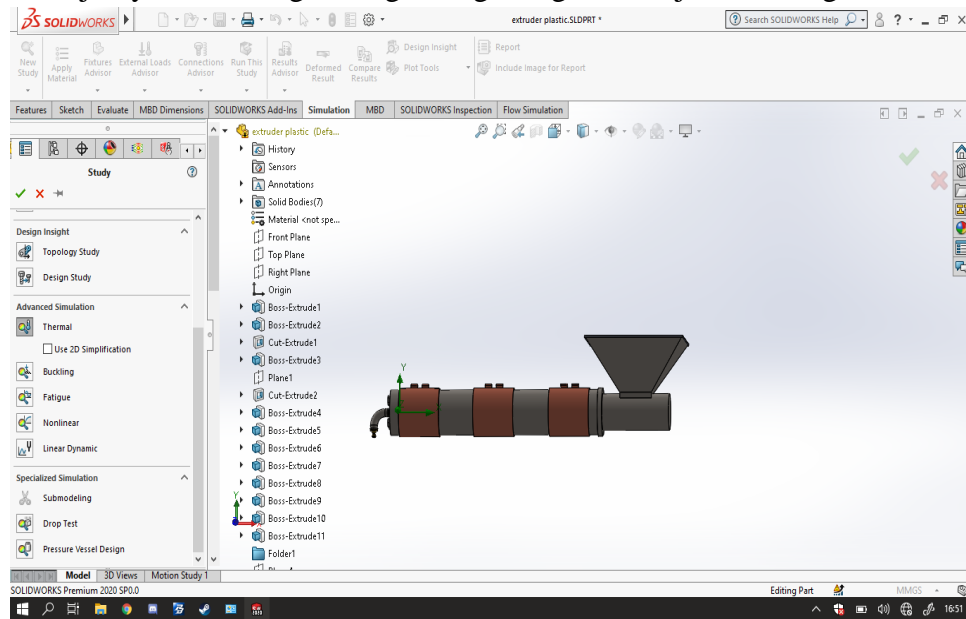
Gambar 13 Sketch panjang screw.

Menggunakan sketch untuk membuat diameter ulir 5 mm.



Gambar 14 Sketch ulir screw.

Selanjutnya semua bagian-bagian digabungkan menjadi satu bagian.



Gambar 15 Mesin Extruder Plastik

- *Thermal Loads* .

Selanjutnya menentukan Thermal Loads, adapun Thermal Loads yang telah ditentukan pada simulasi ini dapat dilihat pada table di bawah:

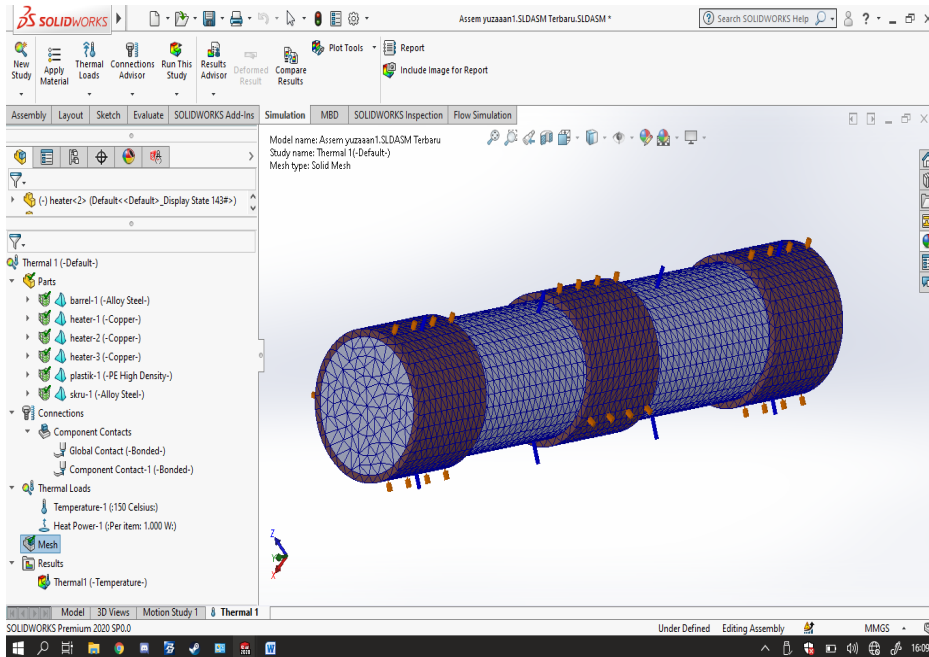
Tabel 4.1. Thermal Loads

<i>Heat power</i>	Per item : 1000 W	
<i>Therperatur</i>	150 Celcius	

Pada tabel 4.2 diatas menunjukkan Thermal Loads yang digunakan pada simulasi ini. Untuk variasi Temperatur seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3 sebelumnya yaitu 160°C,170°C,180°C, Untuk *Heat power* adalah sama pada setiap variasi Therperatur.

- Meshing.

Semakin rapat selnya maka akan semakin akurat hasil perhitungan yang di dapat, namun akan menambah waktu penyelesaian simulasi.

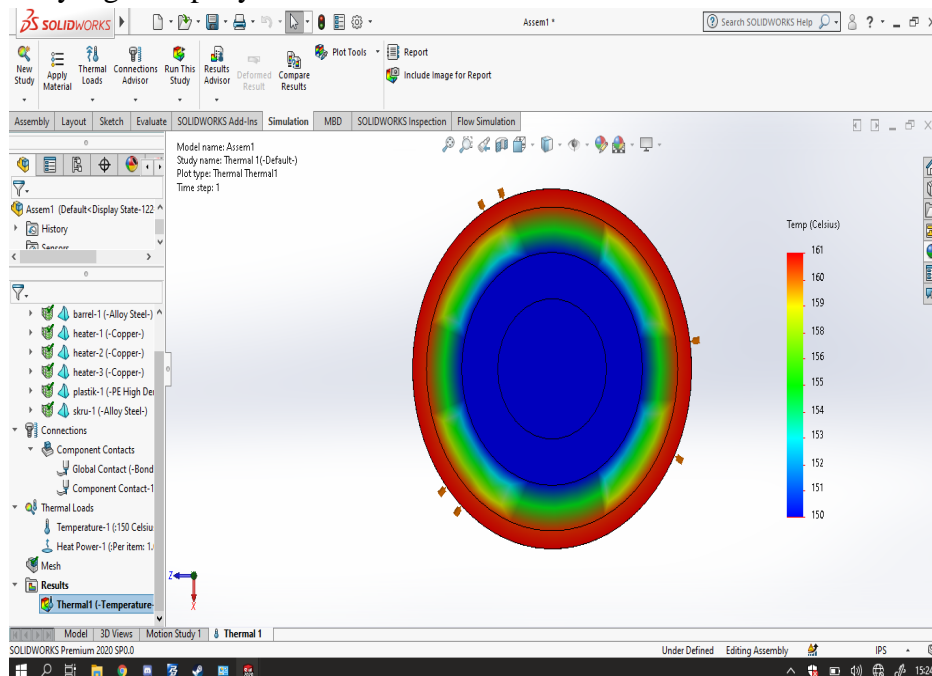


Gambar 16 Hasil Meshing

- Hasil Simulasi.

1. Temperatur 160 °C

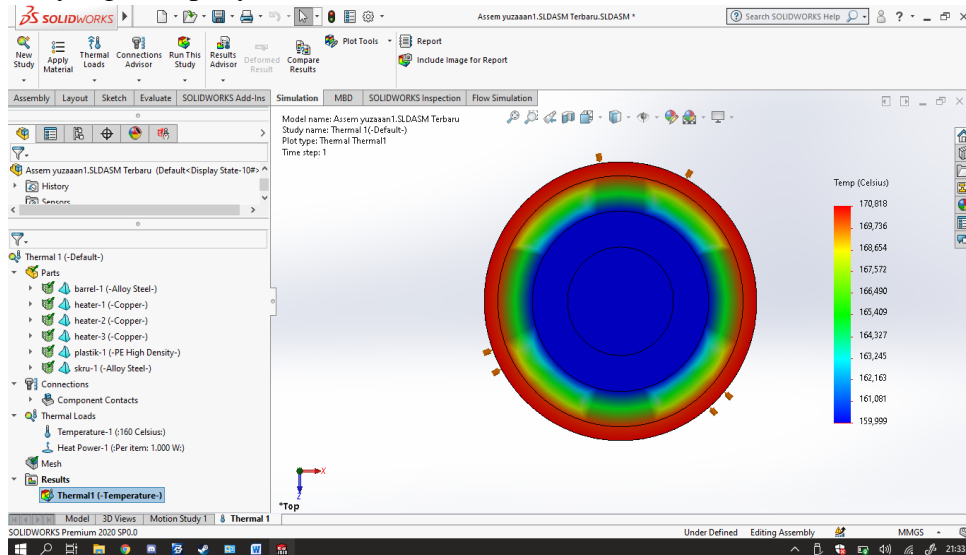
Gambar 17 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 160°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 150 °C.



Gambar 17 Hasil simulasi themperatur 160 °C.

2. Temperatur 170 °C

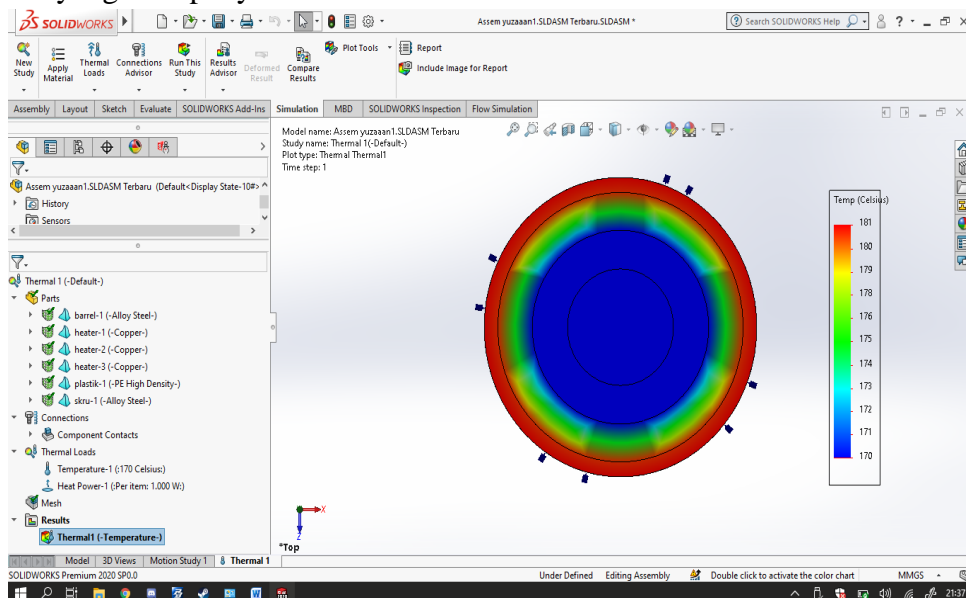
Gambar 18 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 170°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 160 °C.



Gambar 18 Hasil simulasi temperatur 170 °C.

3. Temperatur 180 °C

Gambar 19 merupakan perpindahan panas tabung barrel pada mesin Extruder dengan temperature 180°C menunjukkan suhu tertinggi plastik yang di dapat yaitu 170 °C.



Gambar 19 Hasil simulasi thempatur 180 °C.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA PERPINDAHAN PANAS TABUNG BARREL PADA MESIN EXTRUDER PLASTIK

Nama : Muhammad Ghiffari Yuzan
 NPM : 1507230211

Dosen Pembimbing 1 : Chandra A Siregar, S.T., M.T
 Dosen Pembimbing 2 : H. Muharnif, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	9/11 - 2020	- Tambahkan hasil penelitian terkait peleburan plastik	f
2.	8/12 - 2020	- Lanjut Bab 3 - Perbaiki Tambahkan prosedur Penelitian. - Lanjut Penelitian	f
3.	08/1 - 2021	- Perbaiki format Laporan - Lanjut bab 4 dan 5	f
4.	13/2 - 2021	- Lanjut Pembimbing 2 - Perbaiki Ruang lingkup	f
5.	2/3 - 2021	- Perbaiki Bab 1 - Perbaiki Bab 4 dan 5	f
6.	14/3 - 2021	- Acc, Seminar hasil	f
7.	30/3 - 2021	Acc Seminars	f

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING

Nomor 413/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas
Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 19 Februari 2020 ini Menetapkan :

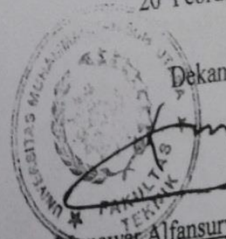
: MUHAMMAD GHIFFARI YUZAN
: 1507230211
: TEKNIK Mesin
: X (Sepuluh)
: ANALISA NUMERIK PROSES PELEBURAN PLASTIK
Pembimbing I : CHANDRA A. SIREGAR ST. MT
Pembimbing II : H. MUHARNIF ST. M.Sc

Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal
Medan 25 Jumadil Akhir 1441 H
20 Februari 2020 M



Dekan
Munawar Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar : Muhammad Giffari Yuzan
 Nama : 1507230211
 NPM : *Rony*
 Judul Tugas Akhir : Anlisa Numerik *Peng* Barrel Pada Mesin Ekstruder – Plastik.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Chandra A Srg.S.T.M.T	:	<i>[Signature]</i>
Pembimbing – II	: H.Muharnif.S.T.M.S	:	<i>[Signature]</i>
Pembanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	<i>[Signature]</i>
Pembanding – II	: M.Yani..S.T.M.T	:	<i>[Signature]</i>
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 09 Ramadhan 1442 H
21 April 2021 M



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTAR

NAMA : Muhammad Giffari Yuzan
NPM : 1507230211
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Tepung Barrel Pada Mesin Ekstruder Plastik.

Dosen Pembimbing - I : Chandra A Srg.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

lihat catatan pada buku
FA ande

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 09 Ramadhan 1442H
21 April 2021 M

Dosen Pemanding - I
Khairul Umurani
Khairul Umurani.S.T.M.T

Diketahui :
Prodi. T. Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTAR

NAMA : Muhammad Giffari Yuzan
NPM : 1507230211
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Tepung Barrel Pada Mesin Ekstruder Plastik.

Dosen Pembimbing - I : Chandra A Srg.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- *whit pada draft skripsi bagian*
ngg harus di V. di. P. di.

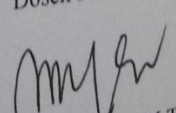
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 09 Ramadhan 1442H
21 April 2021 M

Diketahui :

Mesin
Mandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding - II

M. Yani.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Ghiffari Yuzan
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Kisaran, 26 Juli 1997
Alamat : Jl. KH Wahid Hasyim GG Fortuna Kel/Des
Teladan Kecamatan Kota Kisaran Timur
Kewarganegaraan : Indonesia
Status : Belum Kawin
Agama : Islam
E-mail : yuzan260797@gmail.com
No.Hp : 0813- 6061-9300

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2003-2009 : SD Negeri 010093 Selawan
2. 2009-2012 : SMP Negeri 1 Kisaran
3. 2012-2015 : SMA Negeri 4 Kisaran
4. 2015-2021 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin