

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MESIN PELEBUR PLASTIK MESIN (EXTRUDER) PLASTIK

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

Disusun Oleh:

ADITYA DWI PRANA NST
1507230119



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aditya dwi prana Nst
NPM : 1507230119
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : RANCANG BAGUN MESIN PELEBUR PLASTIK
(MESIN EXTRUDER)
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, 4 Februari 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



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

Dosen Pembimbing II / Peguji



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

Dosen Pembanding I / Penguji



Ahmad Marabdi, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Peguji



Khairul Umurani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aditya dwi prana nst
Tempat /Tanggal Lahir : Medan /06 desember 1997
NPM : 1507230119
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“(RANCANG BAGUN MESIN PELEBUR PLASTIK (MESIN EXTRUDER)”

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 orisinil 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, 17 februari 2022

Saya yang menyatakan,



Aditya dwi prana nst
Aditya dwi prana Nst

ABSTRAK

Permasalahan limbah sampah plastik menjadi perhatian utama saat ini, karena limbah plastik yang makin bertambah setiap tahunnya dan limbah plastik yang tergolong dalam sampah anorganik yang berbahaya bagi lingkungan yang tidak mudah terurai oleh bakteri secara alamiah, diperlukan waktu yang sangat lama agar plastik dapat terurai secara alami, untuk itu diperlukan pemanfaatan limbah tersebut dengan cara mendaur ulang sampah plastik menjadi produk lain yang bisa dimanfaatkan kembali, dan saat ini penanganan untuk limbah plastik tersebut masih menggunakan metode konvensional yaitu dengan cara dibakar di ruang terbuka. Maka dari itu dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang Mesin pengolahan limbah plastik menggunakan mesin ekstruder plastik yang menggunakan heater band/pemanas untuk meleburkan limbah plastic, agar kemudian menjadi bahan baku yang dapat di olah kembali menjadi produk yang lain. Prinsip kerja dari mesin ekstruder plastik yang menggunakan dinamo motor sebagai penggerak screw agar dapat menekan plastik yang akan dilebur kearah barrel yang telah dipasang pemanas agar plastik dapat melebur sesuai dengan titik didihnya, yang kemudian didorong kembali oleh screw kearah nozel dalam bentuk yang telah berubah menjadi bahan baku yang nantinya dapat diolah kembali. Dalam penelitian ini, hasil rancangan mesin ekstruder plastic dengan kapasitas 200 kg/jam, dengan putaran mesin 15 rpm, dan menggunakan screw berdiameter 49 mm x 640 mm dan jarak pitch 1D dengan sudut kemiringan 23° , dan pemanas menggunakan 3 heater Φ 100 x 100, CPM 475 W, 220V

Kata kunci: Plastik, Daur Ulang, *Extruder Plastic*, Rancang Bangun

ABSTRACT

The problem of plastic waste is a major concern today, because plastic waste is increasing every year and plastic waste is classified as inorganic waste that is harmful to the environment which is not easily decomposed by bacteria naturally, it takes a very long time for plastic to decompose naturally. For this reason, it is necessary to utilize this waste by recycling plastic waste into other products that can be reused, and currently the handling of plastic waste is still using conventional methods, namely by burning in open spaces. Therefore, this study aims to design a plastic waste processing machine using a plastic extruder machine that uses a heater band to melt plastic waste, so that it becomes raw material that can be reprocessed into other products. The working principle of a plastic extruder machine that uses a dynamo motor as a screw driver so that it can press the plastic to be melted towards the barrel that has been installed with a heater so that the plastic can melt according to its boiling point, which is then pushed back by the screw towards the nozzle in a form that has turned into a material. raw materials which can later be reprocessed. In this study, the results of the design of a plastic extruder machine with a capacity of 200 kg/hour, with an engine speed of 15 rpm, and using a screw diameter of 49 mm x 640 mm and a pitch distance of 1D with a tilt angle of 23° , and a heater using 3 heaters 100 x 100 , CPM 475 W, 220V

Keywords: Plastic, Recycling, Plastic Extruder, Extruder design

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 “PERANCANGAN MESIN PELEBUR PLASTIK (MESIN EXTRUDER)” 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, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak, Ahmad Marabdi, S.T., M.T ,selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak , Khairul umurai S.T.,M.T ,yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Orang tua penulis: Martua hamonangan nst dan Sri astuti handayani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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 konstruksi teknik sipil/Mesin/Elektro.

Medan, 17 februari 2022



Aditya dwi prana nst

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	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Plastik	4
2.2. peleburan Plastik	7
2.2.1 Extrusi dingin	8
2.2.2 Impact extrusion	8
2.2.3 Hydrostatic extrusion	8
2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi extrusi	9
2.4. Extruder	10
2.4.1. Komponen mesin extruder	11
2.4.1.1. Gear box	11
2.4.1.2. Motor listrik	11
2.4.1.3. Hopper	11
2.4.1.4. Screw	12
2.4.1.5. Kepala mixing	13
2.4.1.6. Breker plate/Screen park	15
2.4.1.7. Dies	15
2.4.1.8. Induction heater	16
2.4.2. Keutugan penggunaan induction heater	21
2.4.3. Compact heat exchanger	22
2.5. Penggunaan bahan baku	22
2.5.1. Polyethylene PE	22
2.5.2. Proses dengan material Polyethylene PE	22
2.6. <i>Road Map</i> Penelitian	24
BAB 3 METODOLOGI	25
3.1 Tempat dan Waktu	25
3.1.1. Tempat	25

3.1.2. Waktu	25
3.2 Bahan dan Alat	26
3.2.1. Bahan	26
3.2.2. Alat	26
3.3 Bagan Alir Rancang bangun	34
3.4 Rancangan Alat	35
3.5 Prosedur Perancangan	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil perancangan	45
4.2 Hasil	48
4.2.1.Data Hasil Pengujian Mesin <i>Extruder</i>	48
4.3 . Pembahasan	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Perbandingan heater konvensional dengan induction heater	21
Tabel 2.2.	Typical polyethylene sheet characteristics	23
Tabel 2.3.	<i>Road Map</i> Penelitian Mesin <i>Extruder Plastic</i> di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.	24
Tabel 3.1.	Jadwal dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	25
Tabel 4.1.	Hasil perhitungan	51

GAMBAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pertambahan volume sampah plastik (m ³ /tahun)di 22 kota metropolitan dan kota kota besar indonesia	5
Gambar 2.2.	persentase rumah tangga dengan perlakuan terhadap samapah menurut daerah tempat tinggal	6
Gambar 2.3.	Komponen Extruder	11
Gambar 2.4.	<i>Screw</i>	12
Gambar 2.5.	<i>Screw PP/PE</i>	13
Gambar 2.6.	<i>Dupon Mixer</i>	14
Gambar 2.7.	<i>Maddock Mixer</i>	14
Gambar 2.8.	<i>Egan Mixer</i>	14
Gambar 2.9.	<i>Breaker plate/screen park (saringan)</i>	15
Gambar 2.10.	<i>Dies PVC</i>	16
Gambar 2.11.	<i>Dies PP/PE</i>	16
Gambar 2.12.	Sistem induction heater	17
Gambar 2.13.	Lilitan penginduksi	18
Gambar 2.14.	Arus eddy pada permukaan bahan	19
Gambar 2.15.	Pengaruh freguensi pada pemanasan induksi	20
Gambar 2.16.	pemanasan screw menggunakan induction heater	20
Gambar 3.1.	Limbah Plastikyang Sudah Cacah	26
Gambar 3.2.	Elemen Pemanas/ Heater	26
Gambar 3.3.	screw dan barell	27
Gambar 3.4.	Kontroler suhu (thermostar)	28
Gambar 3.5.	Sensor suhu	28
Gambar 3.6.	nepel	29
Gambar 3.7.	Besi Siku	29
Gambar 3.8.	Plat Besi <i>Galvanis</i>	29
Gambar 3.9.	Mesin Las Listrik	30
Gambar 3.10.	Elektroda	30
Gambar 3.11.	Meteran	31
Gambar 3.12.	Gerinda	31
Gambar 3.13.	Mesin Bor	31
Gambar 3.14.	Arduino	32
Gambar 3.15.	Kunci Pas	32
Gambar 3.16.	Kunci L	33
Gambar 3.17	Diagram Alir Rancang Bangun	34
Gambar 3.18	Bagian dan komponen mesin <i>Extruder Plastic</i>	35
Gambar 3.19	Gambar rangka mesin <i>Extruder Plastic 3D</i>	36
Gambar 3.20	Perancangan rangka mesin <i>Extruder Plastic</i>	36
Gambar 3.21.	Gambar barrel dan screw mesin <i>Extruder Plastic 3D</i>	37
Gambar 3.22.	Perancangan barrel dan screw mesin <i>Extruder Plastic</i>	37
Gambar 3.23.	Gambar Hopper mesin <i>Extruder Plastic 3D</i>	38
Gambar 3.24.	Perancangan Hopper mesin <i>Extruder Plastic</i>	39
Gambar 3.25.	Pengukuran	40
Gambar 3.26.	Pemotongan	40

Gambar 3.27.	Pengelasan	40
Gambar 3.28.	Hasil pembuatan rangka <i>Extruder Plastic</i>	41
Gambar 3.29.	Proses pembuatan barrel <i>Extruder Plastic</i>	41
Gambar 3.30.	Hasil Pembuatan barrel	42
Gambar 3.31.	Proses pembubutan screw	42
Gambar 3.32.	Hasil perancangan screw	43
Gambar 3.33.	Proses Pemasangan Sensor	43
Gambar 3.34.	Proses Perakitan Komponen	43
Gambar 3.35.	Proses Pengujian Mesin <i>Extruder plastic</i>	44
Gambar 3.36.	Hasil Pengujian Mesin <i>Extruder plastic</i>	44
Gambar 4.1.	Hasil perancangan mesin <i>Extruder Plastic</i>	45
Gambar 4.2.	Grafik Koefisien Perpindahan Panas	52
Gambar 4.3.	Grafik Laju Perpindahan Panas	52

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	satuan
q_{cond}	Laju Perpindahan Panas Konduksi	(Joule)
K	Konduktivitas Termal	(W/M.K)
A	Luas Penampang	(m ²)
T_1	Temperatur Awal	(°C)
T_2	Temperatur Akhir	(°C)
L	Panjang	(m)
Δ_t	Perbedaan Temperatur	(°C)
q	Laju Perpindahan Panas	(Joule)
h	Koefisien Perpindahan Panas	(W/m ² .K)
T_w	Temperatur Awal	(°C)
T_∞	Temperatur Akhir	(°C)
F	Daya yang diradiasikan	(Watt)
δ	Konstanta stefan Boltzman	(W/m ² .K ⁴)
V	Volume	(m ³)
t	Tinggi	(m)
d	Diameter Atas	(m)
D	Diameter bawah	(m)
σ_b	Tegangan Bengkok	(N/mm ²)
M_b	Momen bengkok	(kg.mm)
W_b	Momen Tahanan Bengkok	(mm ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan zaman yang semakin pesat dan banyaknya kebutuhan manusia, yang menjadi permasalahan lingkungan hidup seperti pembuangan sampah. Pembuangan sampah-sampah plastik ke dalam air dan tanah telah menambah tingkat kerusakan alam sangat sulit dan tidak mungkin diuraikan oleh bakteri pengurai, apabila ditimbun dalam tanah untuk menguraikannya butuh waktu berjuta-juta tahun. Apabila dibakar hanya akan menjadi gumpalan dan butuh waktu lama untuk menguraikannya. Akibat dari sampah plastik yang terlalu lama tertimbun dalam tanah yaitu terjadi pemanasan global yang berdampak pada kehidupan manusia itu sendiri. Salah satu faktor yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup yang sampai saat ini masih tetap menjadimasalah besar bagi bangsa Indonesia adalah faktor pembuangan limbah sampah.

Limbah plastik adalah sampah yang paling banyak dibuang oleh manusia karena banyak orang yang menggunakan plastik untuk keperluannya sehari-hari entah itu perorangan, toko, maupun perusahaan besar. Misalnya, berbelanja pasti akan membutuhkan plastik untuk membawa barang belanjaan, jika plastik itu sudah tidak terpakai mereka akan membuang atau membakarnya (Yuliana Chemistry, 2013). Adanya limbah tersebut menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan kita salah satunya pencemaran udara, pencemaran air dan tanah yang paling parah lagi adalah pemanasan global. Cara mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sebuah mesin atau alat pembentukan plastik, ada banyak proses pembuatannya seperti ; proses extrusion, proses blow moulding, proses Thermoforming, proses injection moulding, disini perancang membuat mesin ekstruder plastik yang berfungsi untuk mengolah limbah plastik menjadi bahan plastik mentah yang siap diolah kembali.

Salah satu keunggulan mesin ini adalah mengurangi atau menekan dampak limbah plastik yang terbuang atau tidak terpakai, limbah jenis plastik dibedakan menjadi 2 yaitu ; termosetting adalah sudah dipanaskan tidak bisa melunak kembali, dan termoplastik adalah jenis plastik yang bisa melunak ketika

dipanaskan kembali. jenis plastik tergolong termoplastik yaitu PETE (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LHDPE (*Low Density Polyethylene*), PS (*Polystyrene*), PP (*Polypropylene*). Kode yang tertera pada kemasan plastik dikeluarkan oleh *The society of plastic industry* pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga – lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*International organization for standard dination*), ciri umum segitiga pada plastik adalah; berada atau terletak dibagian bawah plastik kemasan, berbentuk segi tiga beranak panah searah, didalam segitiga tersebut terdapat angka, dan serta nama jenis plastik. (Aripin et al., 2019)

Hasil limbah plastik dibersihkan dan dipotong-potong menjadi kecil, dari potongan-potongan plastik tersebut dipanasi menggunakan mesin *extrusion moldings* sampai meleleh hingga titik leleh, plastik yang sudah meleleh ditekan dalam tabung silinder oleh *screw conveyer* yang terdapat pada tabung *mesin extrusion molding* kemudian lelehan plastik keluar melalui lubang yang disebut nozzel, dari lubang nozzel terhubung dengan cetakan untuk menampung lelehan plastik.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana limbah plastik tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal yaitu dengan membuat alat atau rancang bangun *plastic extrusion moulding* pada pemanfaatan limbah plastik untuk menjadi bahan baku plastik kembali.

1.3. Ruang Lingkup

Lingkup dari rancang bangun ini adalah perancangan menggunakan *solidwork* yang meliputi bagian-bagian:

1. Blok pemanas (*extrusion molding cylinder*)
2. As ulir konveyor (*Screw conveyer*);
3. Elemen pemanas (*Heater barrel*);
4. Berpenggerak motor listrik (*dynamo motor*); 2 HP, 1 Phasa 1200 rpm;
5. Pengukur suhu menggunakan sensor panas yang terdapat pada blok pemanas, yang diatur menggunakan sistem kontrol arduino uno.
6. Bahan yang digunakan adalah limbah plastik HDPE (*Hight Density polyethylene*),

1.4. Tujuan

Melalui rancang bangun ini diharapkan dapat dicapai berbagai tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Untuk merancang dan membangun *Plastic extrusion molding machine* untuk meleburkan limbah plastic berjenis HDPE (*Hight densitypolyethylene*)

1.5. Manfaat

Adapun manfaat rancang bangun mesin ini adalah:

1. Hasil perancangan yang berupa mesin *Plastic extrusion molding* dapat dimanfaatkan untuk mendaur ulang sampah plastik yang ada di lingkungan masyarakat
2. Memberikan informasi terkait peleburan plastik

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Plastik

Sampah plastik merupakan limbah yang bisa diolah menjadi barang yang memiliki nilai ekonomis tinggi jika diolah dengan benar. Salah satunya adalah dengan dicacah terlebih dahulu. Ada banyak manfaat yang didapatkan dengan mencacah plastik. Selain dapat meningkatkan nilai jual plastik, cacahan plastic juga dianggap lebih mudah dalam hal pengepakan dan pengiriman serta banyak dibutuhkan oleh pabrik-pabrik pengolahan plastik (Napitupulu, 2013). Hal ini dikarenakan cacahan dan biji plastik dapat diolah menjadi berbagai macam benda dengan berbagai bentuk menggunakan mesin ekstruder

Seiring dengan berkembangnya populasi penduduk di Indonesia, sampah yang dihasilkan dari aktivitas penduduk pun semakin meningkat. Definisi sampah menurut World Health Organization (WHO) adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Mawardi, 2009). Salah satu jenis sampah yang menjadi permasalahan utama saat ini adalah sampah plastik. Menurut Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012, sampah dapat dikelompokkan menjadi 5 jenis utama yaitu sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, sampah yang mudah terurai, sampah yang dapat digunakan kembali, sampah yang dapat didaur ulang, dan sampah lainnya.

Sampah plastik merupakan salah satu contoh dari jenis sampah yang dapat digunakan kembali atau sampah anorganik yang tidak mudah terurai di alam, sehingga seringkali mengakibatkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian Jambeck, Geyer, Wilcox, Siegler, Perryman, Andrady, Narayan, dan Law (2015) yang berjudul "Plastic Waste Inputs from Land into The Ocean", Indonesia menempati posisi kedua sebagai penyumbang sampah plastik ke laut terbesar setelah negara China. Penggunaan bahan baku plastik berkembang secara luas dikarenakan fleksibilitasnya, beratnya yang ringan, tahan lama dan relatif murah. Hal ini membuat hampir seluruh aktivitas manusia tidak terlepas dari penggunaan plastik. Bahan baku plastik sering digunakan dalam

kehidupan sehari-hari seperti untuk kemasan makanan, mainan anak, alat rumah tangga, hingga pembuatan komponen elektronik.

Peningkatan penggunaan bahan baku plastik ini akan berdampak pada banyaknya sampah plastik yang dihasilkan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Sekretariat Adipura KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan) tahun 2015, volume timbulan sampah plastik cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya yang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pertambahan volume sampah plastik (m³/tahun) di 22 kota metropolitan dan kota kota besar indonesia (sumber; badan pusatstatistik.2015)

Timbulan merupakan total volume atau berat dari sampah yang dihasilkan di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu. Peningkatan sampah plastik setiap tahunnya membuat permasalahan sampah di Indonesia semakin kompleks. Berdasarkan artikel Media Indonesia (10 Maret 2018), Dirjen Pengelolaan Limbah, Sampah, dan Bahan Beracun Berbahaya (PSLB3) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Rosa Vivien Ratnawati mengatakan bahwa terkait sampah plastik di laut, Presiden Joko Widodo pada G20 Summit tahun 2017 di Jerman menyampaikan komitmen Indonesia akan mengurangi limbah melalui metode 3R (Reuse, Reduce, dan Recycle) sebanyak 30x dan menargetkan pengurangan sampah plastik di laut sebanyak 70x pada tahun 2025. Sampah plastik membutuhkan waktu puluhan bahkan ratusan tahun untuk dapat terurai secara alami. Laju penggunaan plastik setiap tahunnya tidak sebanding dengan jumlah sampah plastik yang dapat terurai secara alami. Salah satu

penghasil sampah terbesar di Indonesia bersumber dari rumah tangga yaitu sebesar 48 (badan pusatstatistik.2015).

Rekapitulasi perlakuan rumah tangga terhadap sampah yang dihasilkan menurut Badan Pusat Statistik dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 persentase rumah tangga dengan perlakuan terhadap sampah menurut daerah tempat tinggal (sumber.badan pusatstatistik.2015)

Metode 3R merupakan metode yang paling mudah untuk dilakukan saat ini dan menjadi salah satu komitmen Indonesia sebagai upaya dalam menjaga lingkungan sekitar. Berdasarkan Gambar 1.2, terlihat bahwa persentase perilaku rumah tangga yang menggunakan metode recyc/e atau daur ulang sangatlah kecil dibandingkan dengan perilaku lainnya dimana hanya 1,23 Xx penduduk perkotaan, 0,84 penduduk pedesaan, dan 1,045 gabungan dari keduanya yang mendaur ulang sampah yang dihasilkan. Metode daur ulang ini termasuk ke dalam salah satu metode 3R yang perlu ditingkatkan mengingat kesadaran masyarakat untuk mendaur ulang sampah masih cukup minim. Penggunaan plastik yang terus meningkat tidak dapat dihindari ataupun dihilangkan sepenuhnya. Kegiatan pengelolaan sampah perlu dilakukan secara menyeluruh untuk menghindari kerusakan lingkungan hidup akibat sampah plastik. Dengan metode daur ulang, sampah plastik yang awalnya tidak dapat digunakan kembali dapat dialih fungsikan menjadi barang-barang yang bernilai guna.

Sampah plastik yang umum ditemui di lingkungan sekitar dengan jumlah yang relatif banyak adalah botol kemasan plastik. Berdasarkan data yang

dikeluarkan oleh Beverage Marketing Corporation and International Bottled Water Association, Indonesia merupakan negara dengan perkembangan industri botol plastik minuman yang cukup pesat. Pada tahun 2016, Indonesia telah mengkonsumsi sebanyak 4,82 miliar botol plastik minuman dengan jumlah penduduk sekitar 259 juta jiwa. Pencemaran sampah plastik mengakibatkan banyaknya dampak negatif bagi lingkungan seperti dangkalnya sungai, banjir, pencemaran air dan tanah, terganggunya penyerapan air, dan sebagainya. Selain itu senyawa racun yang terdapat pada plastik yang sulit terurai juga dapat membunuh mikroorganisme pengurai didalam tanah.

2.2. Peleburan Plastik

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, tali rafia, pipa, peletan, lembaran plastik, fiber, filamen, selubung kabel dan beberapa produk dapat juga dibentuk.

Jenis ekstrusi dapat dibedakan dari cara perlakuan terhadap material yang akan dibentuk. Die yang digunakan untuk proses ekstrusi pada setiap jenis ekstrusi juga berbeda. Cara penekanan yang terdapat pada setiap jenis ekstrusi tergantung dari perlakuan awal yang dilakukan terhadap material yang akan dibentuk. Ekstrusi yang dilakukan dengan cara memberikan temperatur tertentu terhadap material yang akan diekstrusi. seperti untuk pengerjaan panas yang lainnya, ekstrusi dengan pemanasan saat dibutuhkan panas yang tinggi. Pada ekstrusi ini resiko terjadinya deformasi sangat besar terhadap hasil akhir.

Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pendingin untuk menurunkan temperatur secara cepat sebelum terjadi depormasi. Die yang digunakan adalah die yang memiliki lubang untuk jalan keluar material yang akan ditekan. Mengenai bentuk lubang die disesuaikan dengan jenis produk yang dibuat.

2.2.1 Ekstrusi Dingin

Ekstrusi dingin disini tidak menggunakan metode pemanasan seperti halnya ekstrusi panas, tetapi hanya menggunakan temperatur ruang untuk membentuk material menjadi bentuk yang diinginkan. Biasanya ekstrusi dengan ini digunakan untuk membuat peralatan atau komponen utama mobil, sepeda motor, dan juga untuk kebutuhan alat alat pertanian. Ekstrusi dingin sendiri mempunyai beberapa keuntungan seperti:

- Meningkatkan hasil mekanik ekstrusi dari pengerjaan kekerasan.
- Kontrol toleransi yang baik, dengan demikian sedikit hal yang dilakukan untuk finishing.
- Meningkatkan hasil permukaan akhir.
- Angka produksi dan harga kompetitif dengan menggunakan metode ekstrusi dingin dibandingkan menggunakan metode lain.
- Tingkat stressing S (tegangan) pada peralatan yang dihasilkan dengan menggunakan metode ini adalah sangat tinggi.

2.2.2 Impact extrusion

Impact extrusion sama dengan ekstrusi tidak langsung dan sering kali dimasukkan dalam kategori ekstrusi dingin. Ketebalan pipa ekstrusi lebih kecil dibandingkan die, terdapat sela antara pipa penumbuk dengan sisi die. Hal ini dimaksudkan agar material atau plat yang akan diekstrusi dengan mengisi ruang kosong pada sisi die.

2.2.3 Hydrostatic Extrusion

Didalam hydrostatic extrusion yang diperlukan untuk proses ekstrusi dihasilkan oleh fluida yang selalu tersedia dalam pengerjaan, akibatnya tidak terjadi gesekan pada dinding penampang selama proses ekstrusi.

Metode ini dapat mengurangi kerusakan pada produk yang dapat terjadi selama proses ekstrusi, sebab penambahan tekanan hydrostatic untuk material yang liat dan material yang getas sangat cocok untuk keberhasilan produk yang dihasilkan. Bagaimana pun untuk alasan keberhasilan ekstrusi terlihat pada rendahnya gesekan yang terjadi, pemakaian sudut die yang rendah dan rasio ekstrusi yang tinggi. Untuk kegiatan komersial material yang liat cocok digunakan untuk metode hydrostatic extrusion. Metode ini biasanya menggunakan

temperatur ruang untuk proses pembentukan dan menggunakan minyak dari tumbuhan sebagai fluida, sebab hal ini sangat baik untuk pelumasan dan viskositasnya tidak berpengaruh pada penekanan yang dilakukan.

2.3 Faktor Faktor yang Mempengaruhi Ekstrusi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pada proses ekstrusi suatu material. Beberapa faktor tersebut antara lain:

1. Jenis ekstrusi

Jenis ekstrusi haruslah disesuaikan dengan jenis material yang akan digunakan. Karena sifat dari beberapa material berbeda-beda, maka perlu dilakukan pemilihan jenis ekstrusi yang cocok untuk material tersebut.

2. Suhu kerja

Setiap jenis ekstrusi mempunyai suhu kerja sendiri-sendiri tergantung jenis material yang akan diekstrusi. Pada prinsipnya pemberian suhu kerja dimaksudkan untuk mempermudah dalam proses ekstrusi.

3. Reduksi penampang

Penampang yang dipakai untuk setiap ekstrusi sangat tergantung pada bahan dan keadaan permukaannya. Untuk membentuk suatu yang diinginkan, perlu diperhatikan dalam hal pembuatan clearance yang sesuai dengan penumbuk.

4. Gesekan

Gesekan dapat terjadi pada semua komponen yang bersinggungan tidak pada proses ekstrusi. Untuk menghindari hal tersebut biasanya dilakukan pemberian pelumasan pada sela antara die dan penumbuk. Pelumasan ini bertujuan untuk mengurangi gesekan dan mengurangi resiko keausan.

Pelumasan disini banyak melakukan fungsi lainya seperti:

1. Membatasi panas yang timbul dengan mengurangi gesekan sekecil mungkin.
2. Mengambil panas dari bagian mesin mesin yang lainnya.
3. Disamping itu juga dapat mengurangi resiko terjadinya karat.

Untuk itulah dibutuhkan sifat dari minyak pelumas yang baik untuk mesin.

Beberapa sifat dan syarat dari pelumas yang baik adalah:

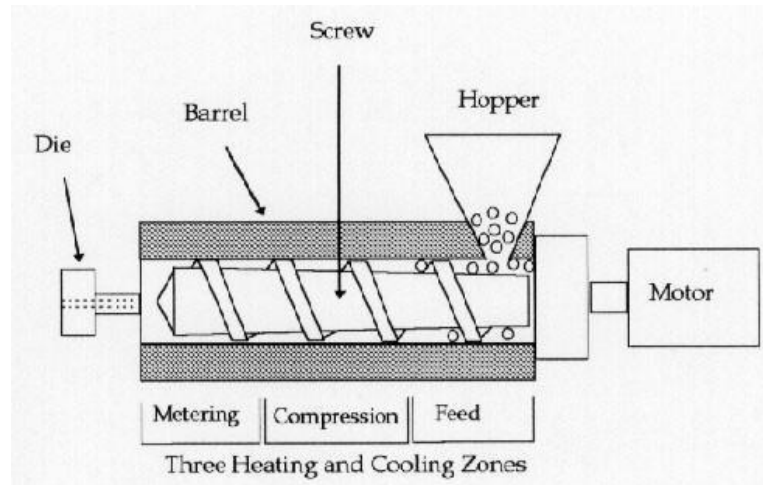
1. Derajat kekentalan harus sesuai dengan jenis operasi mesin.
2. Mempunyai daya lekat yang baik.
3. Tidak mudah tercampur dengan barang-barang lainnya (kotoran).
4. Mempunyai flash point yang tinggi dan tidak mudah menguap.
5. Mudah memindahkan panas dan mempunyai titik beku yang rendah.

2.4. Extruder

Ekstruder pada thermoplastik adalah alat untuk melakukan proses ekstrusi atau pembentukan dan cacahan plastik dengan menggunakan suhu tinggi untuk proses pelelehan dan dibentuk kembali dengan cetakan menjadi suatu bentuk tertentu (Maradu, 2018). Thermoplastik sendiri adalah polimer yang dapat diolah berulang kali dengan cara dipanaskan. Dalam proses ekstrusi ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu :

- Proses memasukkan biji ke dalam hopper.
Tahap ini dilakukan agar biji plastik terdorong oleh screw ke dalam feeding zone yaitu tempat pemanasan dan pelelehan plastik.
- Proses pemanasan biji plastik.
Pada tahap ini dilakukan proses pemanasan biji plastik di dalam barel yang berperan sebagai feeding zone. Setelah melalui feeding zone, maka biji plastik akan diteruskan keluar barel melalui cetakan.
- Proses pencetakan.
Pada tahap ini plastik yang telah meleleh akan dikeluarkan sekaligus dicetak sesuai bentuk yang diinginkan.

2.4.1 Komponen Mesin extruder



Gambar 2.3 Komponen Extruder

Sumber :(Asri widyasanti,2013)

2.4.1.1 Gear Box

Mesin Extruder Plastik sebuah Gear Box sebagai kompone Maknikal yang sangat penting untuk mengendalikan Kecepatan Putar Screw atau dikenal sebagai reducer untuk mengurangi kecepatan putar screw agar lebih konstan putarn screw dari kecepatan Motor Penggerak.Untuk Gear Box ada bermacam-macam ukuran dan type. Ada yang untuk Single Screw ataupun Double Screw.

2.4.1.2 Motor Listrik Penggerak, Pully, Van Belt

Motor listrik Penggerak Fungsinya sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan atau memutar screw .

2.4.1.3 Hopper

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

2.4.1.4 Screw

Screw adalah jantungnya extruder, screw mengalirkan polimer yang telah meleleh ke kepala die setelah mengalami proses pencampuran dan homogenisasi pada lelehan polimer tersebut

w = Flight Width ($\sim 0.1 D$) W = Pitch ($1.0D$)

H = Flight Diameter ($HF \sim 0.1D$) δ = Flight Tip/Barrel Clearance ($0.001C$)

HF/Hm = Compression Rasio ($2-4$) Φ = Helix Angle (17.70)



Gambar 2.4 Screw

Ada beberapa pertimbangan dalam mendesign sebuah screw untuk jenis material tertentu, yang paling penting adalah *Depth of Chanel* (kedalaman kanal). Meskipun *screw* itu mempunyai fungsi sama secara umum, alangkah baiknya merancang disesuaikan 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

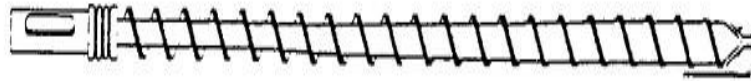
Beberapa jenis-jenis screw

a. Screw PVC

Karena kita ketahui PVC adalah material yang tidak stabil dalam keadaan panas, maka untuk proses ini memerlukan *screw* dengan kedalaman *chanel* yang lebih sedikit bahkan tidak ada zona metering sama sekali, bahan dilapisi dengan hard *chrome*, ujung *screw* berbentuk kerucut menghindari material tertahan. Diameter *screw* bervariasi antara 30mm s/d 140mm. L/D rasio bervariasi antara 18 - 22 untuk single screw dan 16 - 18 untuk double/twin screw. Compression rasio bervariasi antara 1.5 - 2.2 : 1 baik untuk screw single maupun twin. Venting(lubang) pada extruder di pakai untuk menghilangkan uap/gas.

b. Screw PP/PE

Screw PP/PE hampir sama, tetapi screw ini di desain dengan *chanel* yang dangkal, compressi tiba-tiba dan zona metering yang lebih panjang. L/D rasio bervariasi 24:1 s/d 33:1, diameter screw 20mm s/d 250mm, compresi rasio 2.5 s/d 3.1



Gambar 2.5 screw PP/PE

Sumber :(Asri Widyasanti,2013)

c. Screw Barrier (2 ulir)

Pada kasus-kasus tertentu atau permintaan design 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 plastis komplit /selesai pada extruder ada beberapa jenis yang berbeda screw barrier yang ada dipasaran saat ini. Adalah seperti contoh dibawah dimana mempunyai karakteristik sendiri sendiri.

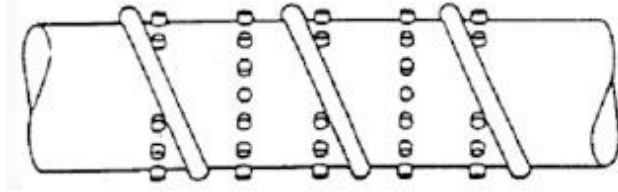
1. Maillefer / Uniroyal
2. Hartig
3. Bar I dan Bar II

2.4.1.5 Kepala Mixing

Daerah metering pada screw standar tidak membunyai pencampuran yang baik. Aliran lapisan-lapisan halus plastik berjalan secara tetap pada dalam screw. Sehingga juga ada lapisan yang tidak sama tidak akan bercampur dengan baik, kepala Mixer dibuat pada screw agar dapat mencapur antar lapisan tersebut sehingga lebih merata dan homogen.

Jenis-jenis Mixer :

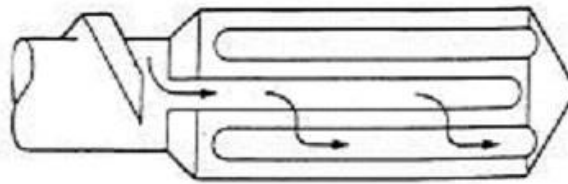
- a. Pin Mixer (Dupon Mixer) adalah sample mixer yang menggunakan pin dengan gesekan rendah, alat ini mudah di pasang pada screw yang ada untuk meningkatkan performance dari screw



Gambar 2.6 Dupon Mixer

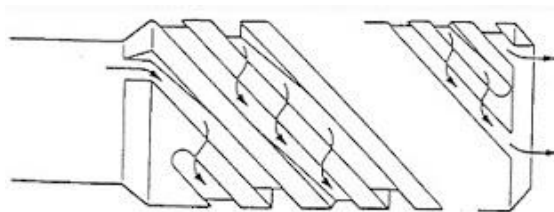
Sumber : (Asri Widyasanti, 2013)

- b. Maddock (Union Carbide) dan Egan, mixer jenis ini beroperasi pada lelehan material dengan gaya gesek tinggi sehingga dapat lebih sempurna pencampurannya. Mixer maddock cara kerja operasi seperti screw type barrier, putarannya mengakibatkan material bergerak maju dan tertekan sehingga membantu material lebih homogen



Gambar 2.7 Maddock Mixer

Sumber : (Asri Widyasanti, 2013)



Gambar 2.8 Egan Mixer

Sumber : (Asri Widyasanti, 2013)

2.4.1.6 Breaker Plate /Screen Park(saringan)

Breker Plate dengan saringan dimasukkan kedalam adapter, yang mana menghubungkan antara ujung extruder dan pangkal die. Peralatan ini mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut

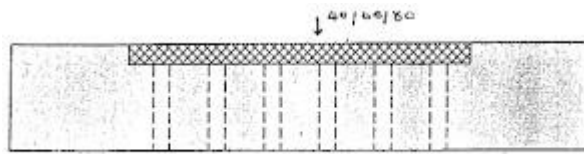
Meredam puteran rotasinal lelehan dan dirubah menjadi searah

Memperbaiki homogenisasi dengan memecah dan menggabungkan lagi

Memperbaiki mixing dengan meningkatnya tekanan balik

Menghilangkan kotoran dan materil tidak leleh.

Saringan dibuat beberapa lapis dan tiap lapis mempunyai perbedaan mesh, saringan paling kasar sebagai penopang diletakkan menghadap breker plate kemudian ke yang paling halus terakhir



Gambar 2.9 breaker plate/screen park (saringan)

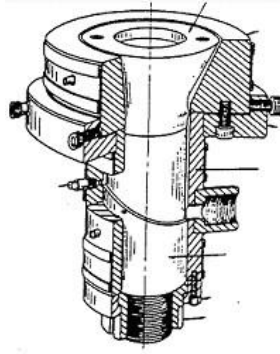
Sumber : (Asri Widyasanti,2013)

2.4.1.7 Dies

Variasi type dies 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 memiliki alur yang sempurna. Spiral mandrel pada die berguna untuk membagi lelehan merata dan membantu lebih homogen sehingga aliran menjadi lebih halus merata ke luar dies

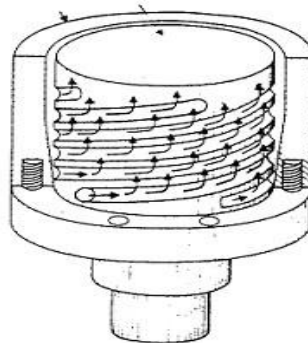


Gambar 2.10 dies PVC

Sumber : (Asri Widyasanti,2013)

b. Dies PP/PE

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



Gambar 2.11 dies PP/PE

Sumber : (Asri Widyasanti,2013)

2.4.1.8 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 :

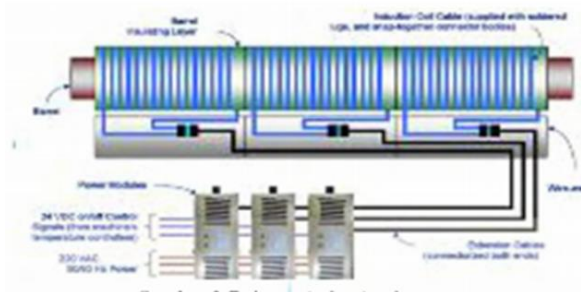
Secara teknis :

- 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.

Induction heater yang digunakan di PT. FURUKAWA OPTICAL SOLUTIONS INDONESIA memiliki beberapa komponen utama yaitu : power modul, kumparan penginduksi dan barrel screw yang menjadi objek yang dipanaskan seperti gambar di bawah ini 2.12



Gambar 2.12 sistem induction heater

Sumber : (Kurniawan, 2014)

Komponen komponen ini akan di jelaskan secara terperinci sebagai berikut:

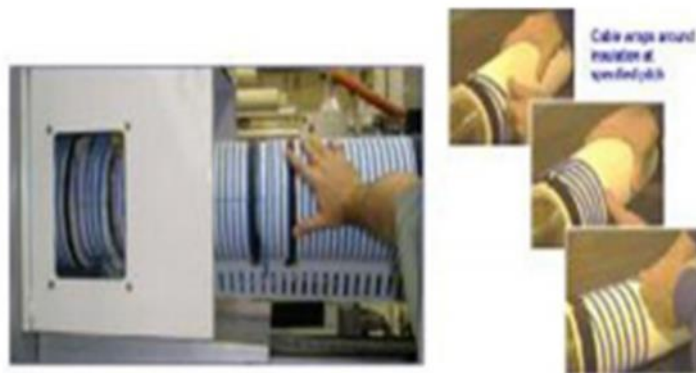
1. Power modul (modul daya)

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

heater akan bekerja secara optimal pada frekuensi tinggi sehingga membutuhkan sebuah power supply 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 indikator pada rangkaian resonant. seperti gambar di bawah ini 2.13



Gambar 2.13 lilitan penginduksi

Sumber : (Kurniawan, 2014)

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

- Prinsip kerja induction heater SAVERO

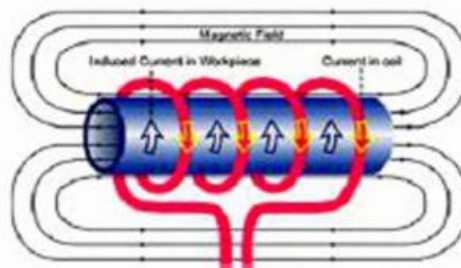
Induction heater berdasarkan pada prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan AC 1 fasa dari sumber diserahkan untuk menyuplai peralatan heater.

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

- Arus eddy

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. seperti gambar di bawah ini 2.14



Gambar 2.14 arus eddy pada permukaan bahan

Sumber : (Kurniawan, 2014)

- Rugi - rugi hysteresis

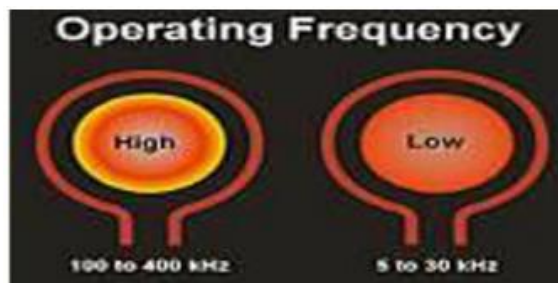
Rugi hysteresis juga mempunyai peran penting dalam pemanasan induksi. Namun hal ini hanya berlaku pada material yang bersifat ferromagnetik seperti besi. untuk material diamagnetik seperti alumunium, pemanasan lebih didominasi oleh arus eddy. Rugi-rugi hysteresis adalah suatu energi untuk mengubah intensitas 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.

- Efek kulit

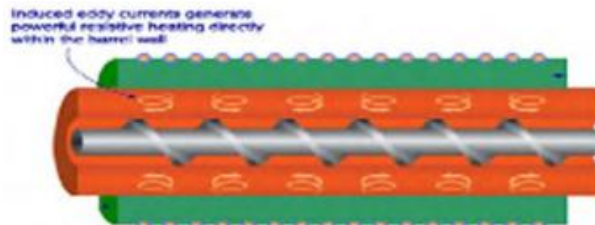
Jika arus searah melewati sebuah konduktor, maka arus akan terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan konduktor tersebut. tetapi jika arus bolak — balik dialirkan melalui konduktor yang sama, arus tidak tersebar secara merata. Kerapatan arus paling besar selalu berada dipermukaan konduktor dan 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. seperti gambar di bawah ini 2.15 - 2.16



Gambar 2.15 Pengaruh frekuensi pada pemanasan induksi

Sumber : (Kurniawan, 2014)



Gambar 2.16 Pemanasan screw menggunakan induction heater

Sumber : (Kurniawan, 2014)

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.

2.4.2 Keuntungan penggunaan induction heater dibandingkan dengan heater konvensional. Dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan penggunaan heater konvensional dengan induction heater

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

Sumber : (Kurniawan, 2014)

2.4.3 Compact Heat Exchanger

Compact Heat Exchanger merupakan salah satu tipe dari alat penukar kalor dari alat penukar kalor (*heat exchanger*) yang memiliki luasan perpindahan panas per unit volume yang tersusun dari *fin and tube*. *Fin and tube* merupakan salah satu jenis alat penukar kalor compact dimana salah satu fluida perpindahan panas adalah gas. Namun sering ditemukan penurunan performa perpindahan panas pada alat penukar kalor. (Chandra Siregar, 2021)

2.5 Penggunaan bahan baku

2.5.1 Polyethylene PE

Bahan Material yang di gunakan dalam memproduksi lelehan plastik adalah PE (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 sintetik 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 polvethilene)

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

2. LDPE (low density polvethilene)

Biasanya digunakan untuk pembuatan kantong plastik.

2.5.2 Proses dengan Material Polyethylene (PE)

Material ini adalah material yang paling mudah di ekstrusi, semua jenis screw bisa digunakan untuk proses dengan material PE, temperatur silinder di mesin ekstrusi biasanya antara 130°C sampai dengan 160°C sedangkan untuk bagian cross head temperaturnya 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 2.2 Typical polvethilene sheat characteristics

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	Dielectric Constant	< 2.82	“
6	Carbon Black Content	2.5 ± 0.5	%

Sumber : (Kurniawan, 2014)

2.6 Road Map Penelitian

Tabel 2.3 *Road Map* Penelitian Mesin *Extruder Plastic* di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

No	Nama	NPM	Judul Penelitian
1	Aditya Dwi Prana	1507230119	Rancang Bangun Mesin Pelebur Biji Plastik (Extruder Plastic)
2	M. Ghiffari Yuzan	1507230211	Analisa Numerik Proses Peleburan Plastik
3	Fikri Alifsyah	1507230002	Analisa Perpindahan Panas pada Mesin Pelebur Plastik
4	Nazrul Azhari B	1507230171	Pengaruh Temperaur Terhadap Kapasitas Mesin Extruder
5	Sahata Saragih	1507230081	Analisa Temperatur Peleburan Plastik Jenis <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) dan <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan dalam pengerjaan rancang bangun *mesin Extrusion molding plastic* ini adalah di Laboraturium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

pengerjaan mesin *Plastic extrusion molding* ini membutuhkan waktu 7 bulan.

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Study literature	█	█	█	█			
2	Penulisan Proposal		█	█	█			
3	Menentukan rancangan			█	█			
4	Penyediaan material				█	█		
5	Membangun mesin Plastic extrusion molding					█	█	
6	Pengujian dan pengambilan data tugas akhir						█	█
7	Analisa data							█
8	Penulisan laporan akhir							█
9	Seminar hasil dan sidang sarjana							█

3.2 Bahan dan Alat

Alat dan Bahan yang digunakan dalam proses rancang bangun adalah sebagai berikut:

3.2.1 Bahan

Limbah Plastik Yang Sudah di Cacah bahan ini digunakan untuk proses extrusion plastik pada mesin extrusi plastik hingga meleleh .dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Limbah Plastik yang Sudah Cacah

3.2.2 Alat

3.2.2.1 Heater



Gambar 3.2 Elemen Pemanas/ Heater

Spesifikasi

diameter : $\text{Ø}87 \times 90$

tegangan : $380 \text{ v} \times 1000 \text{ W}$ R : 1 amper

3.2.2.2 Barel dan Screw

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 screw dan barell

3.2.2.3 Motor dynamo

Adapun kegunaan *motor dynamo* sebagai penggerak dan mentrasfer daya ke *gear box* dan *screw barrel*

Motor Penggerak	: 1.5 KW 1410 rpm
Input Daya	: 880 W
Gear Box	: 50:1
Tegangan	: 220 V
Daya	: 1-fase a.c

3.2.2.4 Unit gearbox WPA

Unit gearbox WPA yang digunakan dalam rancang bangun ini dapat dilihat dalam gambar.

Perbandingan rasio	: 50:1
Arah putaran	: searah jarum jam

3.2.2.5 Kontroler suhu (thermostart)

Kontroler suhu (thermostart) digunakan untuk menentukan dan mengatur suhu pada mesin sedang beroperasi otomatis suhu maksimal yang dapat diatur 1000c. Gambar dari Kontroler suhu (thermostart) dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Kontroler suhu (thermostar)

3.2.2.6 Sensor Suhu

Sensor suhu digunakan untuk mengukur suhu dalam barell, ketika pengujian berlangsung. Gambar dari sensor suhu dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 sensor suhu

Suhu maximal : 1000°C

Suhu minimal : -35°C

3.2.2.7 Nepel

Nepel berfungsi untuk bagian output mesin ekstruder pada saat pengolahan atau bagian pengeluaran setelah proses peleburan dan membentuk keluaran hasil ekstrusi, Dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 nepel

3.2.2.8 Besi Siku

Besi siku digunakan sebagai rangka dari mesin *Extruder plastic*. Adapun besi siku yang digunakan dalam rancang bangun ini dapat dilihat dalam gambar 3.7



Gambar 3.7 Besi Siku

Dimensi : $36\text{mm} \times 36\text{mm} \times 1.8\text{mm} \times 3\text{m}$

3.2.2.9 Plat Besi *Galvanis*

Plat besi *galvanis* digunakan untuk alas meja bagian atas. Adapun plat besi *galvanis* yang digunakan dalam rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Plat Besi *Galvanis*

Dimensi : 1,2m × 2,4m × 2mm

3.2.2.10 Mesin Las Listrik

Mesin las berfungsi untuk menyambung besi siku dalam pembuatan kerangka dari mesin *Extruder plastic*. Mesin las yang digunakan dalam rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3. 9



Gambar 3. 9 Mesin Las Listrik

Merk : Krisbow

Input : 20,4 A

Output : 5 ~ 200 A

3.2.2.11 Elektroda

Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari tang elektroda ke benda yang ingin dilas dan sebagai bahan tambah dalam pengelasan. adapun elektroda yang digunakan dalam rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Elektroda

Merk : ENKA

Diamater : 2,6 mm

Panjang : 350 mm

3.2.2.13 Meteran

Meteran berfungsi untuk mengukur besi siku atau pipa tembaga yang diinginkan untuk dipotong sesuai ukuran. Meteran yang digunakan dalam rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Meteran

Lebar : 25 mm

Panjang max : 7,5 m

3.2.2.14 Gerinda

Gerinda berfungsi untuk memotong dan menghaluskan besi. Gerinda yang digunakan pada rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Gerinda

3.2.2.15 Mesin Bor

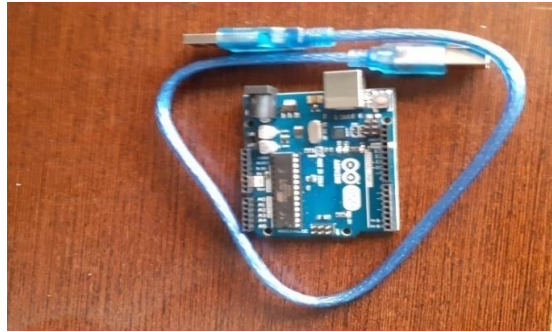
Mesin bor berfungsi untuk melubangi besi sebagaiudukan baut. Mesin bor yang digunakan pada rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Mesin Bor

3.2.2.16 Arduino

Arduino berfungsi untuk membuat bahasa program dari sensor suhu yang digunakan. Arduino yang digunakan pada rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Arduino

Tipe : Arduino UNO

Operating voltage : 5 V

Input voltage : 6 – 20

3.2.2.17 kunci pas

Kunci pas berfungsi untuk mengencangkan dan membuka baut yang ada pada mesin *Extruder plastic*. Adapun kunci pas yang digunakan pada rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Kunci Pas

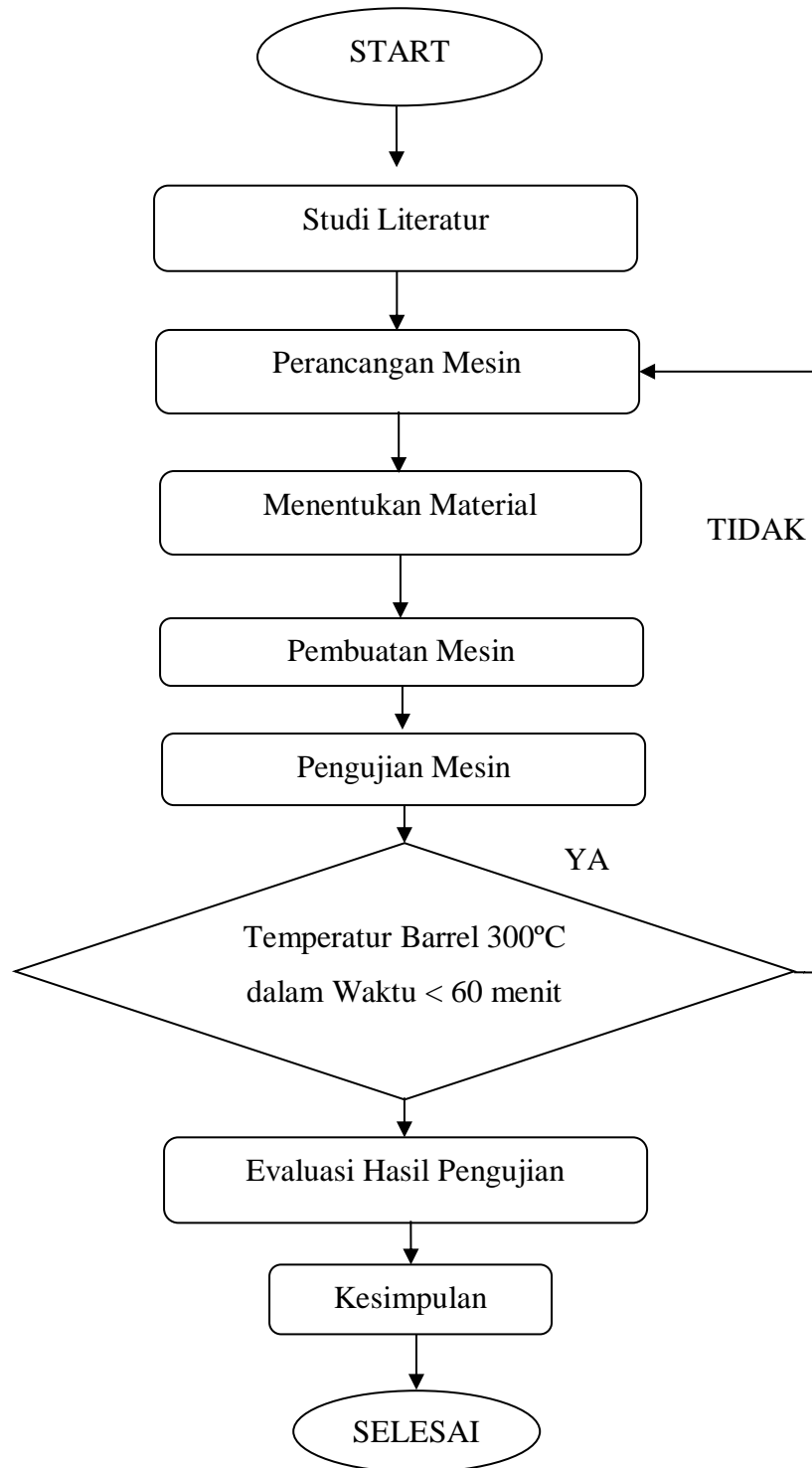
3.2.2.18 Kunci L

Kunci L berfungsi untuk membuka dan menutup tube yang ada pada tabung penyimpanan freon. Kunci L yang digunakan dalam rancang bangun ini bisa dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Kunci L

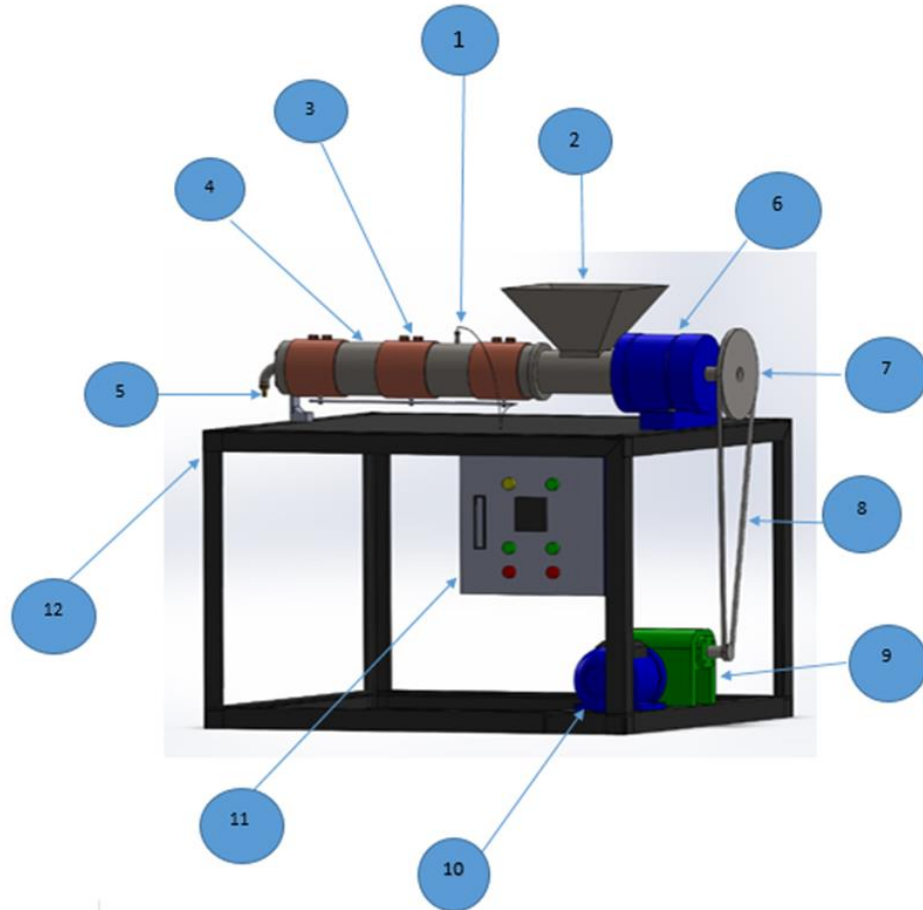
3.3 Diagram Alir Rancang Bangun



Gambar 3.17 Diagram Alir Rancang Bangun

3.4 Rancangan alat penelitian mesin *Extruder plastic*

Pembuatan rancangan alat menggunakan *software solidworks 2013* dibuat dengan contoh sebagai berikut dilihat pada gambar 3.18



Keterangan:

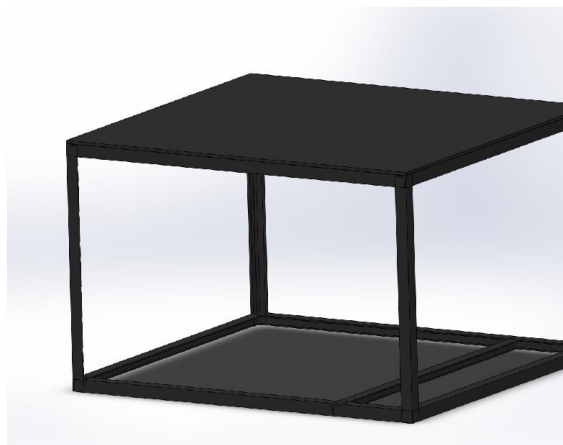
- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1. Sensor suhu | 7. Sproket Rantai |
| 2. Hopper | 8. Rantai |
| 3. Heater | 9. Gear box |
| 4. Barrel | 10. Motor listrik |
| 5. Nozle | 11. Panel controler |
| 6. Home bearing | 12. Rangka |

Gambar 3.18 Bagian dan komponen mesin *Extruder Plastic*

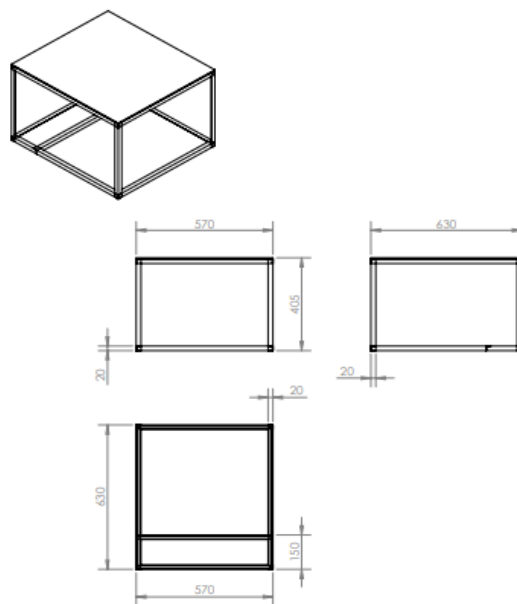
3.4.1 Perancangan rangka *Extruder plastic*

Tujuan dari pembuatan rangka mesin *Extruder plastic* adalah untuk menopang komponen-komponen dari rangkaian *Extruder plastic* dan menahan gaya-gaya yang timbul pada saat mesin beroperasi dengan tujuan agar bisa mendukung proses kerja dari mesin *Extruder plastic* tersebut.

Rangka mesin *Extruder Plastic* hanya menggunakan dua material yaitu besi siku yang memiliki ketebalan 2 mm dengan dimensi 570 mm x 630 mm x 405 mm dan besi plat yang memiliki ketebalan 1,8 dengan dimensi 570 mm x 630 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.20



Gambar 3.19 Gambar rangka mesin *Extruder Plastic* 3D



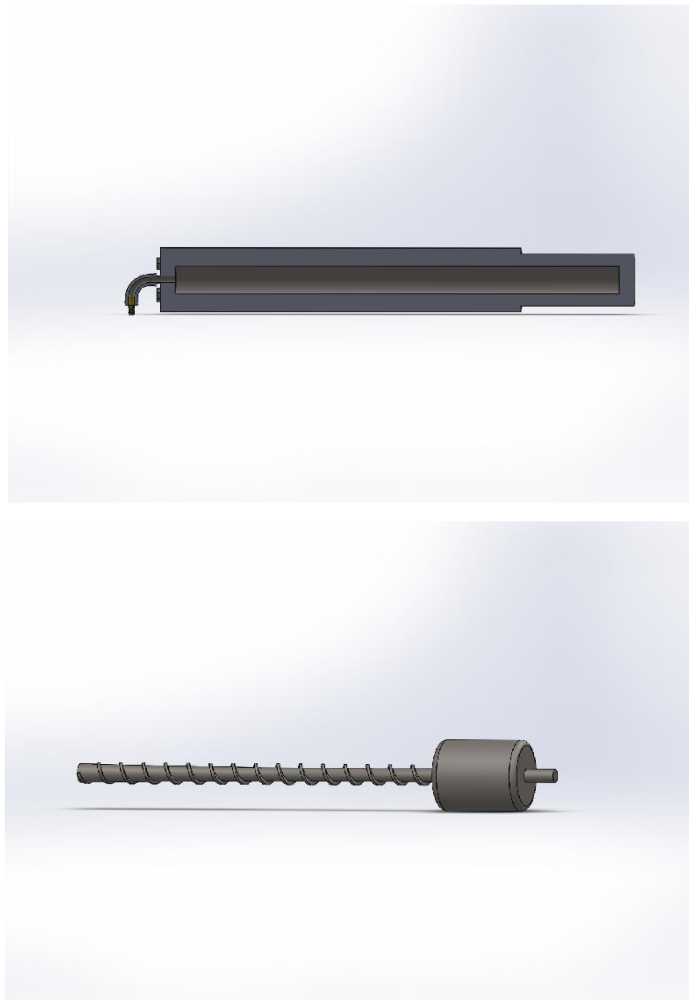
Gambar 3.20 Perancangan rangka mesin *Extruder Plastic*

3.4.3 Perancangan komponen mesin *Extuder plastic*

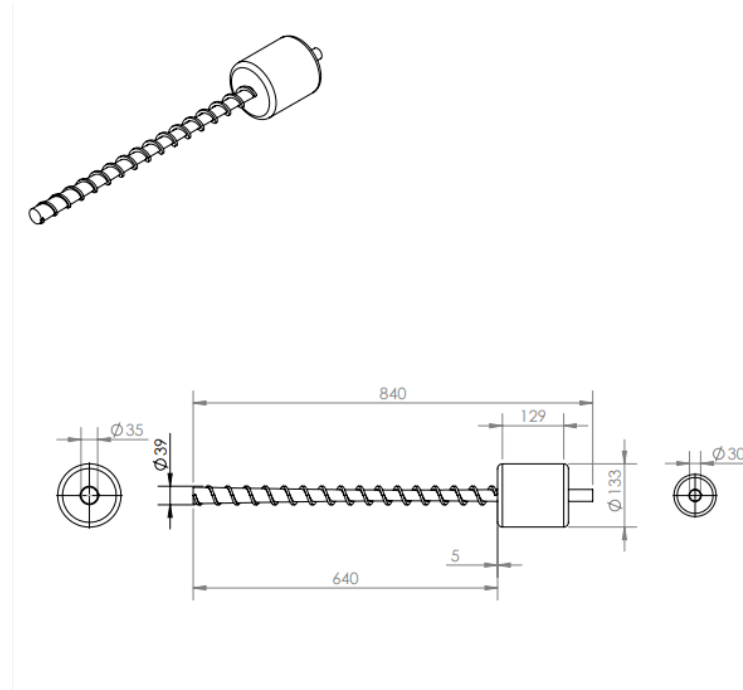
Tujuan dari perancangan komponen mesin *Extruder plastic* adalah untuk menentukan ukuran dan material yang akan digunakan agar tidak terjadi kesalahan pada saat mesin akan dijalankan .

3.4.3.1 Perancangan barrel dan screw mesin *Extruder Plastic*

Perancangan barrel mesin *Extruder Plastic* menggunakan bahan besi as yang memiliki diameter 133 mm dan panjang 650 mm, dan screw menggunakan bahan besi *stainless steel* memiliki dimensi 39 mm x 850 mm. Dapat dilihat pada gambar 3.22



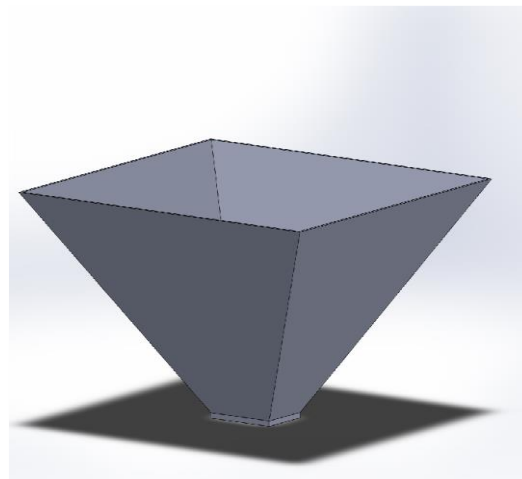
Gambar 3.21 Gambar barrel dan screw mesin *Extruder Plastic* 3D



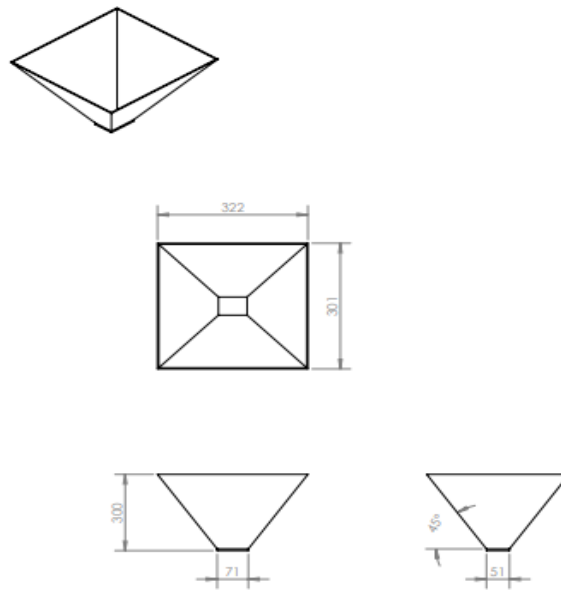
Gambar 3.22 Perancangan barrel dan screw mesin *Extruder Plastic*

3.4.3.2 Perancangan Hopper mesin *Extruder Plastic*

Perancangan Hopper pada mesin *Extruder Plastic* menggunakan bahan plat dengan ketebalan 1,8 mm dengan dimensi 322 mm x 301 mm x 300 mm x 71 mm dan memiliki sudut kemiringan 45°. Dapat dilihat pada gambar 3.24



Gambar 3.23 Gambar Hopper mesin *Extruder Plastic* 3D



Gambar 3.24 Perancangan Hopper mesin *Extruder Plastic*

3.4.4 Tahap *Assembly* / Perakitan Komponen

Tahap ini berfungsi untuk menyatukan / menggabungkan tiap-tiap komponen yang dibuat.

3.5 Prosedur Perancangan

3.5.1 Proses Pembuatan Rangka

Rangka berguna untuk menopang komponen-komponen dari *Extruder plastic* dan menahan gaya-gaya yang timbul pada saat mesin beroperasi.

Pembuatan Rangka *Extruder plastic*

Proses ini dikerjakan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Rangka dibuat menggunakan besi siku dengan dimensi 630 mm x 570 mm x 405 dan tebal 2 mm dan besi plat dengan ketebalan 1,8 dengan dimensi 630 mm x 570 mm penyambungan besi dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan las listrik. Selanjutnya dibawah ini adalah tahap-tahap dari pembuatan rangka adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran

Proses ini bertujuan untuk mengukur besi yang akan dipotong sesuai dengan ukuran dari perancangan rangka yang dibuat sebelumnya. Seperti pada gambar 3.25



Gambar 3.25 Pengukuran

2. Pemotongan

Proses ini dilakukan setelah proses pengukuran, pemotongan dilakukan sesuai tanda yang diberikan pada besi dan pemotongan tersebut menggunakan gerinda tangan. Seperti pada gambar 3.26



Gambar 3.26 Pemotongan

3. Pengelasan

Proses terakhir dari pembuatan rangka adalah pengelasan. Pengelasan bertujuan untuk menyambung atau meyatukan besi yang telah dipotong. Seperti pada gambar 3.27



Gambar 3.27 Pengelasan

4. Hasil pembuatan rangka

Hasil dari pembuatan rangka dapat dilihat pada gambar 4.11. Fungsi dari rangka adalah sebagai tempat untuk menyatukan komponen-komponen dari mesin ekstruder plastic. Seperti pada gambar 3.28



Gambar 3.28 Hasil pembuatan rangka *Extruder Plastic*

3.5.2 Proses pembuatan blok pemanas / *barrel block*

Blok pemanas dikerjakan sesuai rancangan yang telah dibuat. Blok pemanas dibuat menggunakan *extruder* sesuai dengan ukuran yang digunakan pada perencanaan *mesin extruder* yaitu : panjang barrel 600 mm dan panjang screw 750 mm. Batas maksimal dari heater 300°C

1. Proses pembubutan

Perancangan barrel mesin *Extruder Plastic* menggunakan bahan besi as yang memiliki diameter 100 mm dan panjang 650 mm, dan disambungkan dengan flang yg berdiameter 133 mm dan ketebalan 10 mm. Seperti pada gambar 3.29



Gambar 3.29 proses pembuatan barrel *Extruder Plastic*

2. Hasil Pembuatan barrel

Hasil perancangan barrel dapat dilihat pada gambar 4.12. fungsi barrel adalah untuk menampung biji plastic yang akan diolah. Seperti pada gambar 3.30



Gambar 3.30 Hasil Pembuatan barrel

3.5.3 Proses Pembuatan screw *Extruder Plastic*

1. Pembuatan screw

Pembuatan screw dengan menggunakan bahan besi as stainlees steel dengan diameter 40 mm dengan panjang 900 mm, lalu dibubut sesuai rancangan yang berdiameter 39 mm x 30 mm dengan panjang 840 mm. Seperti pada gambar 3.31



Gambar 3.31 Proses pembubutan screw

2. Hasil pembuata screw

Hasil perancangan screw dapan dilihat pada gambar 4.14. Fungsi screw adalah sebagai pendorong biji plastic dari hooper menuju barrel untuk dipanaskan lalu dikeluarkan melalui nozzle. Seperti pada gambar 3.32



Gambar 3.32 Hasil perancangan screw

3.5.4 Proses Pemasangan Sensor

Pemasangan sensor bertujuan untuk mengetahui temperatur yang ada pada rangkaian. Sensor yang terpasang pada mesin *Extruder plastic* ada 1 yaitu didalam blok pemanas/barrel. Temperatur di sensor tersebut akan langsung terbaca di laptop dengan menggunakan software Arduino dan PLX-DAQ. Seperti pada gambar 3.33



Gambar 3.33 Proses Pemasangan Sensor

3.5.4 Proses Perakitan Komponen

Proses ini bertujuan untuk merakit komponen-komponen dari mesin *Extruder plastic* yang telah selesai dibuat. Seperti pada gambar 3.34



Gambar 3.34 Proses Perakitan Komponen

3.5.5 Proses Pengujian *Extruder plastic*

Sebelum melakukan penelitian mesin *Extruder plastic*, terlebih dahulu dilakukan pengujian, hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah mesin bekerja dengan baik atau tidak. Jika mesin belum beroperasi dengan baik seperti ada sisa plastik yang belum terlebur di *screw* atau *heater* tidak bekerja maksimal, maka mesin harus diperbaiki lagi sampai kondisi mesin benar-benar siap untuk pengambilan data dan penelitian. Prosedur penelitian Perpindahan Panas pada Mesin Extruder meliputi



Gambar 3.35 Proses Pengujian Mesin *Extruder plastic*

Pada gambar 3.35 terlihat Proses Pengujian Mesin *Extruder plastic* dengan menggunakan biji plastik, dituang kedalam hopper sebanyak 1 kg.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan



Gambar 4.1 Hasil perancangan mesin *Extruder Plastic*

Pada pembahasan ini adalah untuk pemilihan bahan dan perhitungan spesifikasi alat agar sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya, pada pemilihan serta perhitungan ini untuk *Screw Conveyor* digunakan spesifikasi serta penentuan parameter yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan pada table *Design screw conveyor standar industry*.

Sepesifikasi mesin yang dibuat

1. Kapasitas mesin = 200 Kg/jam
2. Putaran screw = 15 Rpm
3. Daya listrik heater = 475 watt

Spesifikasi bahan yang digunakan

1. Densitas biji plastic HDPE = 910 Kg/m³
2. Faktor gesek bahan = 0,75
3. Fakor inklinasi = 23°
4. Kapasitas muatan = 30%
5. Loading Efficiency = 0,4

Dari data yang telah direncanakan tersebut dapat ditentukan perhitungan analisis perancangan sebagai berikut,

A. Diameter screw (D)

Diameter screw dirumuskan dengan :

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times Q}{60 \times \pi \times S \times n \times i \times y \times C}}$$

Dimana :

D = diameter screw (m)

S = jarak pitch (cm)

C = faktor koreksi karena inklinasi

0,65 sesuai dengan sudut kemiringan screw yakni 23°

n = putaran mesin (RPM)

y = densitas biji plastik PP = 910 kg/m³

i = (loading efficiency) untuk material tidak abrasif dan aliran bebas mengalir maka dipilih 0,4

Q = kapasitas mesin

$$\text{maka } D = \sqrt[3]{\frac{(40 \times 200 \text{ kg/jam})}{(60 \times 3,14 \times 1 \times 15 \times 0,4 \times 910 \text{ kg/jam}^3 \times 0,65)}}$$

$$= 0,049 \text{ m}$$

$$= 2 \text{ inch}$$

Dengan diameter yang didapat sebesar 0,049 m atau 2 inch maka dipilih ukuran spesifikasi screw sesuai dengan table standar yakni

1. Diameter screw = 2 inch (49 mm)
2. Jarak pitch = 1 D
3. Sudut kemiringan = 23°
4. Panjang screw = 25,1 inch (640 mm)

B. Menentukan putaran screw

Menentukan putaran screw agar didapat putaran yang sesuai, putaran screw dapat ditentukan dengan cara menggunakan rumus sebagai berikut ;

a. Menghitung perbandingan ratio mesin

$$\text{Rumus : } N^2 = \frac{N^1}{i}$$

Dimana : N_2 = Putaran screw
 N_1 = Putaran dynamo
(i) = Ratio gearbox

Dik : Dinamo (N_1) = 1500 rpm

Ratio gear box (i) = i : 50

Dit : N_2?

$$\begin{aligned} \text{Penyelesaian : } & N^2 = \frac{N^1}{i} \\ & = 1500 : 50 \\ & = 30 \text{ Rpm} \end{aligned}$$

Jadi , ratio putaran screw conveyor yaitu 30 rpm.

Namun , ratio yang kita inginkan adalah 15 Rpm, maka harus menggunakan sprocket agar dapat menurunkan putaran mesin, menentukan gear sprocket yang dibutuhkan dapat di hitung dengan cara sebagai berikut;

$$\text{Rumus : } N_2 : N_1$$

Dimana : N_2 = Putaran yang diinginkan

N_1 = putaran output gearbox saat ini

Dik : Putaran mesin yang diinginkan (N_2) = 15 Rpm

$$\text{Putaran output gearbox } (N_1) = 30 \text{ Rpm}$$

Dit : Ratio sprocket.....?

$$\begin{aligned} \text{Penyelesaian : } &= N_2 : N_1 \\ &= 15 : 30 \\ &= 1 : 2 \text{ (nilai didapat dari faktor persekutuan terbesar)} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan perbandingan sprocket 1 : 2 kita bisa menggunakan beberapa pilihan ukuran sprocket seperti, 12 teeth : 24 teeth atau 24 teeth : 48 teeth dan sebagainya. Jadi didapat ratio putaran screw yaitu 15 Rpm dengan menggunakan dynamo motor 1500 Rpm dan menggunakan gearbox i:50 dan sprocket 1:2 (24 teeth : 48 teeth) .

C. Menghitung daya heater (watt)

Dengan menghitung daya watt pada heater dapat menggunakan rumus seperti berikut

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } \quad \text{Watt} &= \text{Ampere} \times \text{Volt} \\ W &= I \times V \end{aligned}$$

$$\text{Dik : } I = 2,1$$

$$V = 220$$

Dit : Watt...?

$$\text{Penyelesaian : } \text{Watt} = I \times V$$

$$W = 2,1 \times 220$$

$$= 475 \text{ Watt}$$

4.2 Pembahasan

4.2.1. Hasil pengujian

Perhitungan Pada Temperatur Heater 300 °C

Pada penelitian dan data dari mesin didapat data sebagai berikut

$$\text{Dik: Diameter Luar } (D_o) = 0,09 \text{ m : } (r_o) = 0,045 \text{ m}$$

Diameter Dalam (D_I)	= 0,039 m : (r_I) = 0,01975 m
Diameter Heater (D_H)	= 0,093 m : (r_H) = 0,0465 m
Konduktivitas Thermal Tembaga (K_H)	= 385 w/m.°C
Konduktivitas Thermal Baja (K_B)	= 50,5 w/m.°C
Massa Plastik (m)	= 1 kg
Panjang (L)	= 0,08957 m
Waktu (Δt)	= 1 menit = 60 detik
Temperatur Heater (T_1)	= 300 °C
Temperatur Plastik (T_2)	= 272,4 °C

Untuk menghitung energi (W) digunakan rumus sebagai berikut:

$$W = m_{\text{Plastik}} \times C_{\text{Plastik}} \times T_{\text{plastik}}$$

Dimana: C_{Plastik} = Panas jenis plastik

Panas jenis plastik *Polyethilene* 3,472 J/kg.°C setara dengan 0,83 kalori kalor massa jenis 1 kg plastik.

Maka didapat energi (W)

$$W = 1 \text{ kg} \times 3,472 \text{ J/kg.}^\circ\text{C} \times 272,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$W = 945,77 \text{ J}$$

Untuk menghitung koefisien perpindahan panas (h) digunakan rumus sebagai berikut:

$$h = \frac{W}{\pi \cdot D_I \cdot L \cdot \Delta T \cdot \Delta t}$$

Dimana:

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$\Delta T = 300 \text{ }^\circ\text{C} - 272,4 \text{ }^\circ\text{C} = 27,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Maka didapat koefisien perpindahan panas (h):

$$h = \frac{945,77 \text{ J}}{\pi \cdot 0,039 \text{ m} \cdot 0,627 \text{ m} \cdot 27,6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 60 \text{ s}} = 7,43 \text{ W/m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

untuk menghitung laju perpindahan panas (Q) maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{\Delta T}{\sum R_{Th}} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Heater} + R_{Barrel} + R_{Plastik}}$$

Dimana:

$$R_{Heater} = \frac{\ln(r_H/r_O)}{2 \cdot \pi \cdot K_H \cdot L}$$

$$R_{Barrel} = \frac{\ln(r_o/r_i)}{2 \cdot \pi \cdot K_B \cdot L}$$

$$R_{Plastik} = \frac{1}{h \cdot A_I} = \frac{1}{h \cdot \pi \cdot L \cdot D_I}$$

Didapat resistensi thermal (R_{th}) sebagai berikut:

$$R_{Heater} = \frac{\ln(0,0465 \text{ m}/0,045 \text{ m})}{2 \cdot \pi \cdot 385 \text{ W/m} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 0,627 \text{ m}}$$

$$R_{Heater} = \frac{0,033}{1516,73 \text{ W/}^\circ\text{C}} = 0,000022 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{Barrel} = \frac{\ln(0,045 \text{ m}/0,01925 \text{ m})}{2 \cdot \pi \cdot 50,2 \text{ W/m} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 0,627 \text{ m}}$$

$$R_{Barrel} = \frac{0,82}{197,7 \text{ W/}^\circ\text{C}} = 0,0041 \text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$R_{plastik} = \frac{1}{7,43 \text{ W/m}^2\text{°C} \cdot \pi \cdot 0,627 \text{ m} \cdot 0,01975 \text{ m}}$$

$$R_{plastik} = 3,46 \text{ °C/W}$$

Maka didapat laju perpindahan (Q) panas adalah

$$Q = \frac{27,6 \text{ °C}}{0,000022 \text{ °C/W} + 0,0041 \text{ °C/W} + 3,46 \text{ °C/W}}$$

$$Q = 7,97 \text{ W}$$

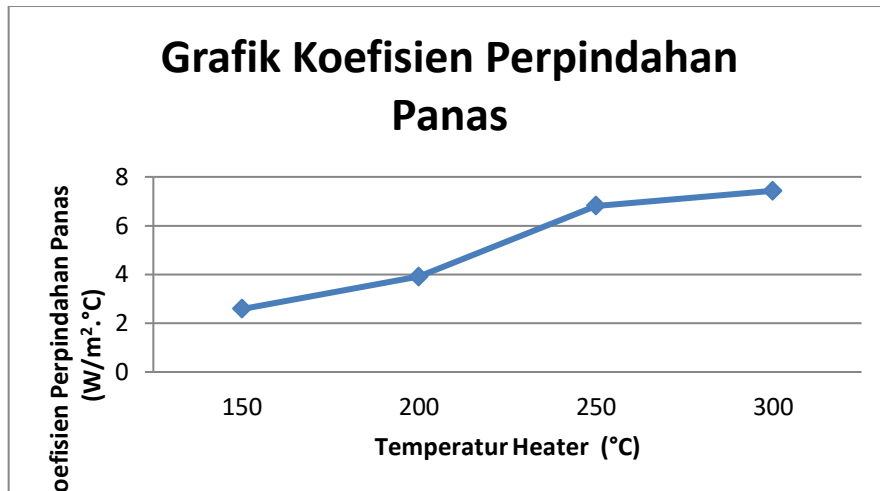
Dari perhitungan pada temperatur heater 150 °C didapat laju perpindahan panas pada mesin sebesar 7,97 W

4.4 Pembahasan

Dari data hasil perhitungan perpindahan panas pada mesin ekstruder adalah membandingkan perpindahan panas dengan 4 variasi temperatur yang berbeda yaitu: 150°C, 200°C, 250°C dan 300°C. Maka dapat diambil sebuah perbandingan dari hasil,perhitungan tersebut.

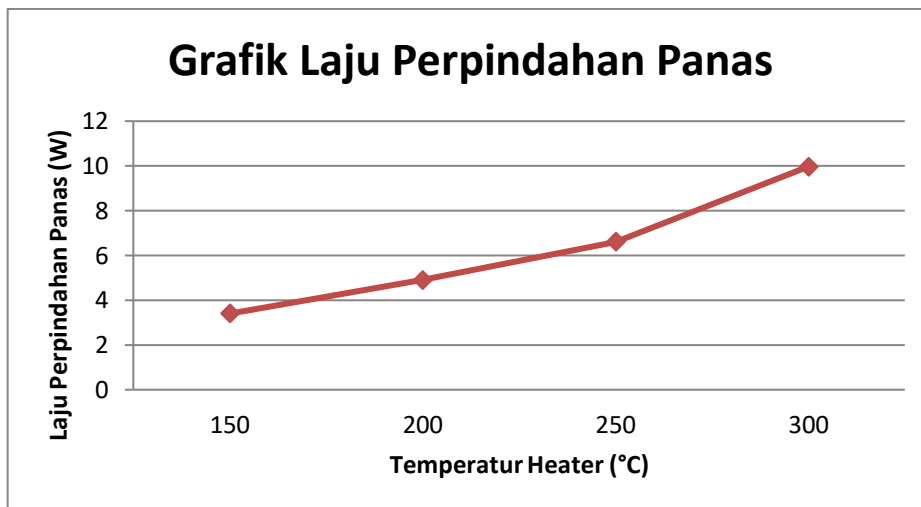
Tabel 4.1 Hasil perhitungan

Temperatur Heater °C	Koefisien Perpindahan Panas (h) W/m ² .°C	Laju Perpindahan Panas (Q) W
150	2,58	3,4
200	3,91	4,91
250	6,81	6,6
300	7,43	9,97



Gambar 4.2 Grafik Koefisien Perpindahan Panas

Dari gambar 4.2 terlihat bahwa semakin besar temperatur heater maka semakin besar pula koefisien perpindahan panas yang diperoleh. Koefisien perpindahan panas terbesar ada pada temperatur heater 300 °C yaitu sebesar 7,43W/m².°C.



Gambar 4.3 Grafik Laju Perpindahan Panas

Dari gambar 4.3 juga terlihat laju perpindahan panas naik setiap titiknya, itu membuktikan bahwa semakin besar temperatur heater maka semakin besar pula laju perpindahan panas yang diperoleh akan tetapi perbandingan yang terjadi pada setiap titiknya tidak terlalu besar. Laju perpindahan panas tertinggi diperoleh pada temperatur heater 300 °C dengan nilai 9,97 W.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil rancangan dan pengujian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Telah terbangun dan tersedianya sebuah mesin *Extruder plastic* tipe single screw untuk kebutuhan tugas akhir mahasiswa Jurusan Teknik Mesin universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Spesifikasi mesin *Extruder Plastic* tipe single screw yang dibangun adalah
 - a. Dimensi rangka $570 \times 630 \times 403$ mm
 - b. Diameter screw adalah $49 \text{ mm} \times 640 \text{ mm}$ dan jarak pitch 1D dengan sudut kemiringan 23°
 - c. Motor penggerak 1.5 KW 1500 rpm
 - d. Pemanas menggunakan 3 heater $\Phi 47 \times 100$, CPM 475 W, 220V
3. Temperatur proses ekstrusi yang sesuai untuk memproduksi batangan silinder dengan single screw pada kecepatan putaran screw 15 rpm adalah 300°C .
4. Pada temperatur proses yang lebih rendah (150°C) butiran plastik belum menjadi viskos secara sempurna (proses plastisasi belum terjadi secara sempurna).

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dari penyusun laporan ini adalah sebagai berikut:

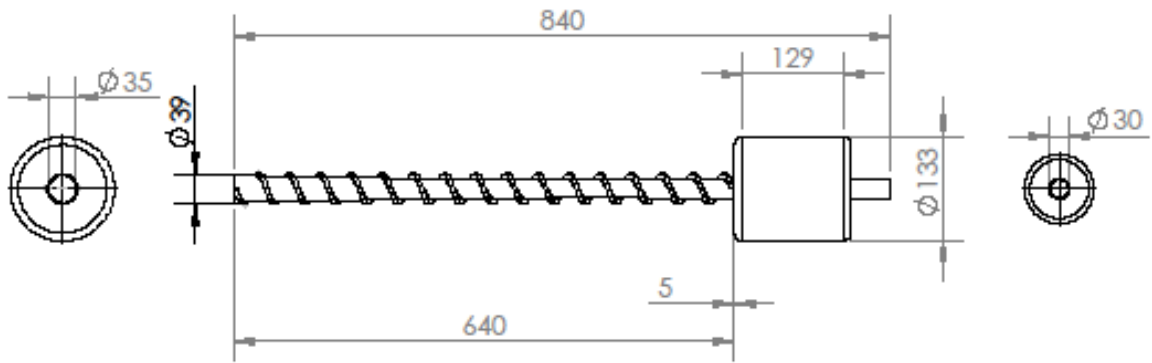
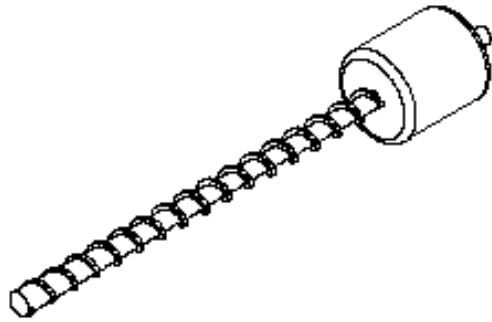
1. Bagi penulis yang ingin melanjutkan penelitian tentang *Extruder Plastic* hendaknya melakukan penelitian tentang sistem injection molding extruder. dikarenakan system yang menggunakan cetakan otomatis agar lebih maksimal dalam pengolahan plastic tersebut.
2. Untuk penelitian rancang bangun lebih baik lagi perhitungan biaya pada jenis mesin atau alat yang akan dirancang dan dibangun, yang menyangkut tentang material, komponen, dan biaya pengerjaan alat. Agar tidak terjadi material dan dana yang berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

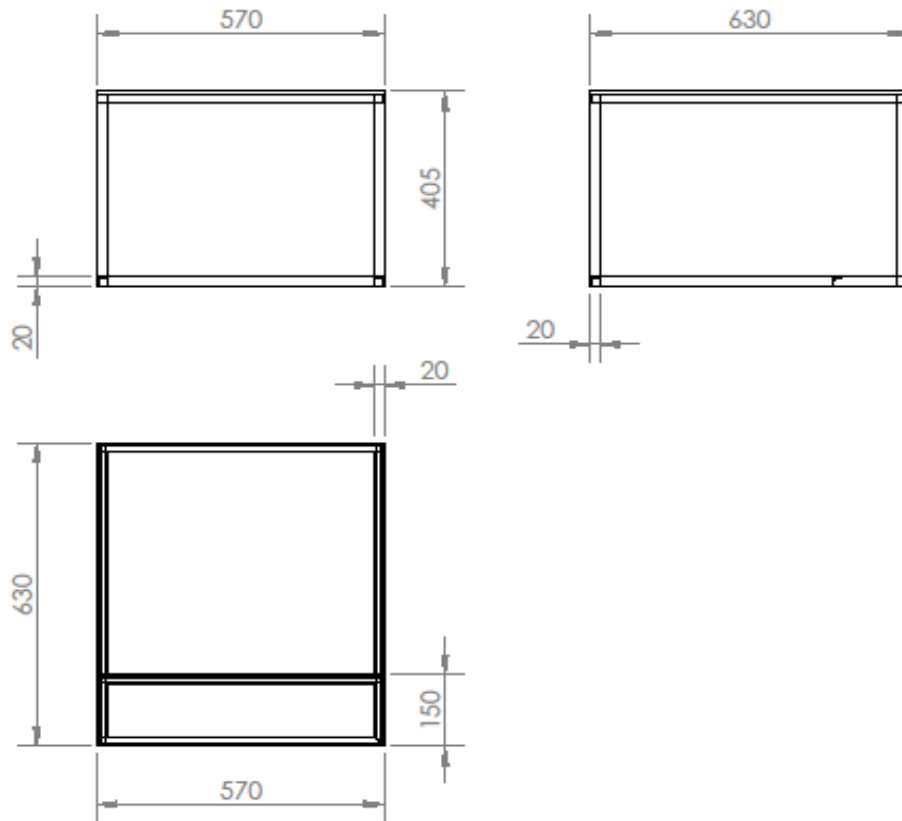
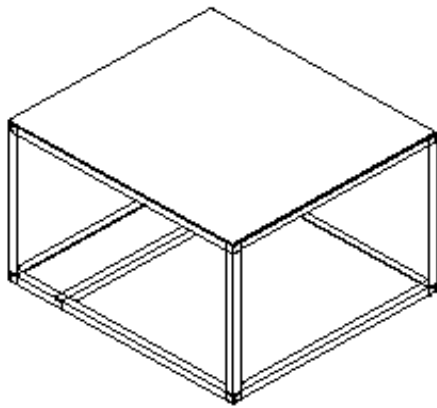
- Aripin, A., Santosa, A., & Dirja, I. (2019). RANCANG BANGUN MESIN INJECTION MOULDING UNTUK KEPERLUAN HOME INDUSTRI DENGAN BAHAN BAKU SAMPAH PLASTIK. *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen Dan Teknologi*, 21(2), 87–90.
- Badan Pusat Statistik. (2015), Indikator perilaku peduli lingkungan hidup 2014 Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chandra A., Siregar, A. M., & Setiawan, D. (2021). Efek Penambahan APK Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas Terhadap Performance AC Pada Aplikasi ACWH. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 1-7.
- Chandra A, Siregar, & Affandi, A. (2021). Perancangan Mesin Pembuat Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahae Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 45-49.
- Kurniawan, S. (2014). Sistem Induction Heater Mesin Extruder Untuk Pengolahan Waste Pada Proses Reclam. *Jurnal Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia*.
- Maradu, S. (2018). Perancangan unit Extruder Pada Mesin Extrusion Laminasi Fleksible Packaging. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 2(2), 42–45.
- Mawardi, S. I. (2009). Perancangan dan fabrikasi mesin extrusi single screw. *Jurnal POLIMESIN*, 7(1), 602. <https://doi.org/10.30811/jp.v7i1.1348>
- Napitupulu, R., Subkhan, M., & Nita, L. D. (2011). Rancang bangun mesin pencacah sampah plastik. *Jurnal Manutech*, 3(1), 1-5.
- Widyasanti, Asri. 2013. *Ekstrusion*. Bahan Kuliah Mesin dan Peralatan Pengolahan Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Yuliana Chemistry, 2013, makalah pengolahan plastik
(<http://yulianalecturechemistry.blogspot.co.id/2013/12/makalah-pengolahan-sampahplastik.html?m=1>)21-juni-2016, 08:57

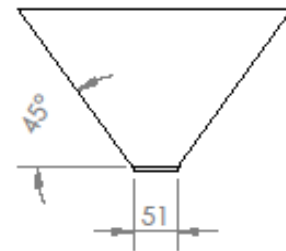
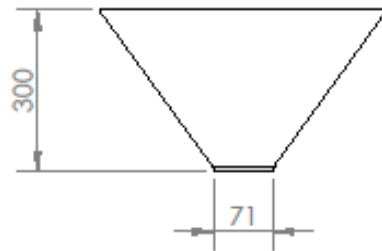
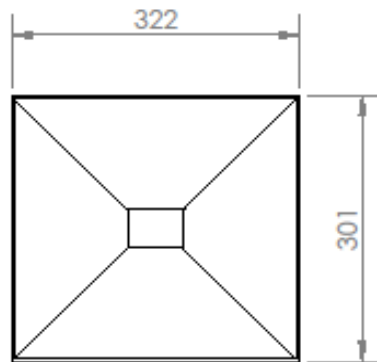
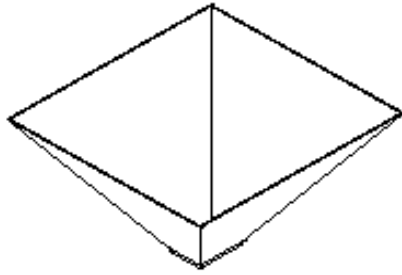
LAMPIRAN



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE: BARREL SCREW	
DRAWN	Allysa Dal Prazeri	24-05-2021			
CHKD	Chanda A Sig. ST, wt.	24-05-2021			
APPVD					
MFG					
G.A.			MATERIAL: STEEL	DWG NO. 2	A4
			UNIT : MM	SCALE:1:12	SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE: RANGKA			
DRAWN Aditya Dwi Prasasti Hal		24-05-2021				
CHECKED Chandra A Ng. ST, MT		24-05-2021				
APPROVED						
MFG						
Q.A			MATERIAL: STEEL	DWG NO. 4	A4	
			UNIT: MM	SCALE: 1:12	SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN: Aditya Das Prasad Reddy				24-05-2021		HOOPER			
CHKD: Chandra A Sg. ET, MT				24-05-2021					
APPVD:						DWG NO.		3	
MFG:						MATERIAL:		A4	
G.A:						STEEL			
						UNIT: MM		SCALE: IS	
								SHEET 1 OF 1	

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perancangan Mesin Pelebur Plastik (Mesin Extruder)

Nama : ADITYA DWI PRANA NST
 NPM : 1507230119

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.	18/10-2020	perbaiki bab I	✓
2.	20/11 - 2020	perbaiki bab II	✓
3.	13/12 - 2020	lanjutkan bab III	✓
4.	21/1 - 2021	buat desain alat	✓
5.	8/3 - 2021	lanjutkan bab IV lanjutkan ke pembimbing II	✓ ✓
6.	25/5 - 2021	perbaiki bab III	✓
7.	8/6 - 2021	perbaiki bab IV	✓ ✓ ✓
		All selesai	✓

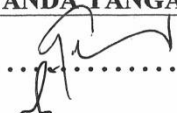


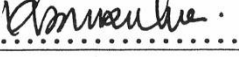



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : Aditya Dwi Prana Nasution

NPM : 1507230119

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Mesin Pelebur Plastik (Mesin Extruder)

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT		 
Pembimbing – II : H. Muharnif, ST, M.Sc		 
Pemanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT		 
Pemanding – II : Khairul Umurani, ST, MT		 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230202	DENDI SANTIKA	
2	1507230225	M. RIZALDI PUTRA NST	
3	1507230102	RIDHO ANANDA NST	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin




Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Aditya Dwi Prana Nasution
NPM : 1507230119
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Mesin Pelebur Plastik (Mesin Extruder)

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – II : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

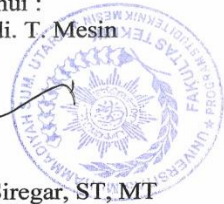
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
perbaikan
.....
- Buat dokumentasi pemasangan sensor
.....
- Buat dokumentasi proses produksi
.....
Buat Dokumentasi pengujian
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan, 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT



Dosen Pembanding- I



Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Aditya Dwi Prana Nasution
NPM : 1507230119
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Mesin Pelebur Plastik (Mesin Extruder)

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – II : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

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

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan 22 Jumadil Akhir 1443 H
24 Januari 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin


Chandra A Siregar, ST, MT



Dosen Pembanding- II



Khairul Umurani, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : ADITYA DWI PRANA NST
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : MEDAN, 06 Desember 1997
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Kawin
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jln. STM ., Gg.syukur barat No.2 Medan
8. No. Hp : 083178358878
9. Email : aditdwi328@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1.	SD NEGERI 163082	2003-2009
2.	SMP NEGERI 06 TEBING-TINGGI	2009-2012
3.	SMK MULTI KARYA MEDAN	2012-2015
4.	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015-2022
