

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MESIN DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK MENJADI BIJIH PLASTIK MENGGUNAKAN SISTEM SCREW EXTRUDER

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

Disusun Oleh:

**ARIMUDDIN
1607230014**



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

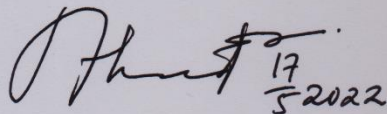
Nama : Arimuddin
NPM : 1607230014
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem *Screw Extruder*
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

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, 23 April 2021

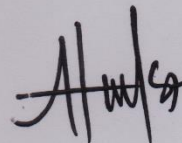
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



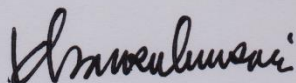
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



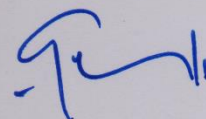
Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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 : Arimuddin
Tempat /Tanggal Lahir : Pematang Cengkering / 25 November 1998
NPM : 1607230014
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem *Screw 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 Proposal 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, 23 April 2022

Saya yang menyatakan,


Arimuddin

ABSTRAK

Dalam laporan tugas akhir ini membahas secara rinci tentang proses perancangan mesin daur ulang limbah plastik. Sebelum dilakukan perancangan mesin daur ulang limbah plastik, terlebih dahulu dilakukan observasi dan pengumpulan informasi tentang apa saja yang perlu disiapkan sebagai dasar tolak ukur bidang perancangan. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang mesin daur ulang limbah plastik yang digunakan untuk mengolah limbah plastik menjadi bijih plastik menggunakan sistem screw extruder. mesin daur ulang limbah plastik memiliki komponen utama barrel pemanas yang berfungsi memanaskan plastik menjadi bijih plastik, motor yang digunakan adalah motor listrik ini nantinya digunakan sebagai penggerak bagian screw yang akan mendorong lelehan plastik. Perancangan mesin daur ulang limbah plastik mendapatkan hasil yang memuaskan dan dapat bekerja dengan baik.

Kata Kunci : limbah plastik, filamen, daur ulang, *screw extruder*

ABSTRACT

In this final project report discusses in detail the process of designing a plastic waste recycling machine. Before designing a plastic waste recycling machine, observations and information gathering should be carried out first as a basis for measuring the design field. The purpose of this final project is to design a plastic waste recycling machine that is used to process plastic waste into plastic ore using a screw extruder system. the plastic waste recycling machine has a heating barrel as the main component which functions to heat plastic into plastic ore, the motor used is an electric motor which will later be used as a driver for the screw that will push the plastic melt. The design of the plastic waste recycling machine gets satisfactory results and can work well.

Keyword : waste plastic, filament, recycling, screw extruder

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 Tugas Akhir ini yang berjudul “Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem *Screw 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 Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji I sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Arya Rudi Nasution, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu teknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Syahrial dan Kholijah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Fahri Ahmad Thahir, ST, Arie Pranata, ST, Galih Eka Dermawan, ST, Toto Herdianto Tumanggor, ST, Wahyu Priawan, ST. dan lain-lain yang tidak mungkin disebutkan namanya satu per satu. Serta ucapan terima kasih terkhusus kepada adinda tersayang Kamelia, yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

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 Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi dan manufaktur teknik mesin.

Medan, 23 April 2022

Arimuddin

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	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Plastik	5
2.2. Klasifikasi Plastik	6
2.3. Jenis-jenis plastik	7
2.4. Perancangan	11
2.5. Mesin <i>Extruder</i>	12
2.5.1. Komponen Utama Mesin <i>Ekstruder</i>	14
BAB 3 METODOLOGI	16
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.2 Bahan dan Alat	17
3.2.1 Bahan	17
3.2.2 Alat	17
3.3 Bagan Alir Penelitian	19
3.4 Rancangan Alat Penelitian	20
3.5 Prosedur Perancangan	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil Perancangan	22
4.1.1. Tahap Perancangan Rangka	22
4.1.2. Tahap Perancangan <i>Barrel</i>	23
4.1.3. Tahap Perancangan <i>Screw</i>	25
4.1.4. Tahap Perancangan <i>Nozzle</i>	25
4.1.5. Tahap Perancangan <i>Hopper / Corong</i>	26
4.2. Pembuatan Desain	27
4.2.1. Perancangan Rangka	28
4.2.2. Perancangan <i>Barrel</i>	28

4.2.3. Perancangan <i>Screw</i>	29
4.2.4. Perancangan <i>Nozzle</i>	29
4.2.5. Perancangan <i>Hopper / Corong</i>	29
4.2.6. Perancangan Motor Listrik	30
4.2.7. Perancangan <i>Gearbox</i>	30
4.2.8. Perancangan <i>Coupling</i>	31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian

16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plastik jenis PET / PETE	8
Gambar 2.2 Plastik jenis HDPE / PE-HD	8
Gambar 2.3 Plastik jenis PVC / V	9
Gambar 2.4 Plastik jenis LDPE / PE-LD	9
Gambar 2.5 Plastik jenis PP	10
Gambar 2.6 Plastik jenis PS	10
Gambar 2.7 Plastik jenis <i>OTHER</i>	11
Gambar 2.8 <i>Single Screw extruder</i>	13
Gambar 3.1 Kertas	17
Gambar 3.2 Laptop	17
Gambar 3.3 Mouse	18
Gambar 3.4 <i>Software Solidworks 2014</i>	18
Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian	19
Gambar 3.6 Rancangan Alat Penelitian	20
Gambar 4.1 Sketsa Rangka	22
Gambar 4.2 Perintah <i>Weldments</i>	23
Gambar 4.3 Sketsa <i>Barrel</i>	23
Gambar 4.4 Perancangan <i>Barrel</i>	24
Gambar 4.5 Sketsa Pemanas <i>Barrel</i>	24
Gambar 4.6 Desain Pemanas <i>Barrel</i>	24
Gambar 4.7 Sketsa Perancangan <i>Screw</i>	25
Gambar 4.8 Perancangan Ulir <i>Screw</i>	25
Gambar 4.9 Desain <i>Nozzle</i>	26
Gambar 4.10 Sketsa <i>Hopper / Corong</i>	26
Gambar 4.11 Desain <i>Hopper / Corong</i>	27
Gambar 4.12 Hasil Rancangan Mesin <i>Screw Extruder</i>	27
Gambar 4.13 Perancangan Rangka	28
Gambar 4.14 Perancangan <i>Barrel</i>	28
Gambar 4.15 Perancangan <i>Screw</i>	29
Gambar 4.16 Perancangan <i>Nozzle</i>	29
Gambar 4.17 Perancangan <i>Hopper / Corong</i>	30
Gambar 4.18 Perancangan Motor Listrik	30
Gambar 4.19 Perancangan <i>Gearbox</i>	31
Gambar 4.20 Perancangan <i>Coupling</i>	31

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
CO	Karbon Monoksida	
HCN	Hidrogen Sianida	
°	Derajat	C
m	Meter	
cm	Centimeter	
mm	Milimeter	
n	Negatif	
p	Positif	
HP	<i>Horse Power</i>	<i>Watt</i>
ST	<i>Steel</i>	
%	Persen	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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 (Chandra, B. 2006). 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.

Salah satu penghasil sampah terbesar di Indonesia bersumber dari rumah tangga yaitu sebesar 48% (Kementrian Lingkungan Hidup, 2013). Limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (Mahida, 1984). Bahan yang sering ditemukan dalam limbah antara lain senyawa organik yang dapat terbiodegradasi, senyawa organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai (Rekalsitran), logam berat yang toksik, padatan tersuspensi, nutrien, mikrobia patogen, dan parasit (Waluyo, 2010).

Sampah plastik berpotensi mencemari lingkungan jika dibakar. Pembakaran sampah plastik menghasilkan gas hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO) yang merupakan gas berbahaya dan beracun. HCN berasal dari polimer berbahan dasar akrilonitril, sedangkan CO merupakan hasil pembakaran tidak sempurna. Hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran udara dan mengakibatkan efek jangka panjang berupa pemanasan global (Purwaningrum, 2016; Rohman, 2016).

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 plastik juga dianggap lebih mudah dalam hal pengepakan dan pengiriman serta banyak dibutuhkan oleh pabrik-pabrik pengolahan plastik (Napitupulu, 2013). Plastik merupakan bahan non-biodegradable artinya tidak dapat diurai oleh bakteri secara alamiah. Banyak produk barang plastik yang digunakan hanya sekali pakai kemudian dibuang, sebagai akibatnya jumlah sampah bahan plastik terus meningkat dengan cepat, sehingga berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan (Junaidi et al. 2015).

Untuk mengatasi limbah plastik yang paling ekonomis dan paling ramah terhadap lingkungan adalah dengan metode daur ulang (Asroni et al. 2018). Daur ulang plastik diperlukan untuk memanfaatkan sampah plastik yang dibuang begitu saja dan mencemari lingkungan menjadi produk yang bernilai pakai dan bernilai jual. Untuk menyukseskan program daur ulang limbah plastik, diperlukan alat yang tentunya berfungsi dengan baik, terjangkau dan mudah dipindah tempatkan, selain itu kualitas dari proses daur ulang juga harus diperhatikan agar produk yang dihasilkan bisa bernilai jual dan bernilai pakai sesuai dengan keinginan konsumen (Plastics Europe, 2010).

Extruder pada termoplastik 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 (Amenan, 2018). Terdapat beberapa keuntungan dalam proses *extrusion* antara lain peralatan yang dibutuhkan lebih murah dibandingkan dengan proses *injection molding* dan ketebalan material dapat diatur secara akurat. Sebagai tambahan, proses *extrusion* juga dapat membuat produktivitas menjadi tinggi dan dapat menghasilkan benda dengan bentuk kompleks (Johnson, 1984).

Penelitian yang dilakukan oleh (Suroso dan Rajali, 2019) serat plastik diperoleh dari limbah gelas plastik jenis *polypropylene* dilakukan pengujian kekuatan tekan statik diperoleh nilai rata-rata tegangan sebesar 44,59 MPa, komposisi serat : resin = 0,5% : 99,5% diperoleh nilai tegangan sebesar 17,04 MP. dan komposisi serat : resin = 0,75% : 99,25% diperoleh nilai tegangan sebesar 12,26 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh (Siregar, dkk, 2017) dalam proses desain dan pembuatan *benchtop* mesin cetak injeksi plastik menggunakan tipe injeksi *plunger* vertikal yang dilengkapi dengan penjepit. Volume maksimum barrel adalah 290 cc, dikombinasikan dengan plunger injeksi 60 mm. Laju aliran meningkat dengan meningkatnya kecepatan motor dan waktu pengepakan berkurang dengan bertambahnya kecepatan motor. Pada 2500 Rpm, laju aliran adalah 0,42 m/s dan waktu pengemasan adalah 15 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rajagukguk, 2013) melakukan perancangan mesin pencacah plastik untuk penghancur benda-benda yang rusak atau tempat air minum yang terbuat dari plastik atau botol plastik. Mesin pencacah menggunakan roda dibawah rangka mesin agar mudah dipindahkan. Hasil yang didapat dalam perancangan tersebut mesin pencacah plastik menggunakan 1 buah motor listrik 3 fasa dengan daya 3 HP putaran pada poros 750 rpm, menggunakan pisau T lurus dengan poros dari bahan ST 37, puli berdiameter 251mm dan sabuk tipe V (Rajagukguk 2013).

(Mochamad Syamsiro, dkk, 2016) melakukan perancangan mesin pencacah plastik dengan hasil cacahan plastik dari mesin pencacah plastik ini di manfaatkan untuk menjadi bahan baku mesin pirolisis. Mesin pencacah plastik ini berkapasitas 14 kg/jam dengan menggunakan pisau pencacah berjumlah 5 buah terdiri dari 3 pisau putar dan 2 buah pisau tetap dan menggunakan motor bensin dengan kapasitas 5,5 HP putaran pada poros 450 rpm serta sabuk tipe V dan *pulley*. Pada mesin ini digunakan saringan cacahan plastik yang berfungsi untuk memfilter plastik yang akan keluar dari mesin, ini berguna agar hasil cacahan plastik yang belum sempurna tercacah dapat di *filter* dan dicacah kembali (Syamsiro et al. 2016).

(Napitupulu, dkk, 2013) melakukan rancang bangun mesin pencacah plastik dengan kapasitas 15 kg/jam, mesin tersebut menggunakan 6 buah pisau cacah dengan ukuran 170 mm x 70 mm x 8 mm dipasang menyatu dengan poros penggerak. Dengan putaran motor 1450 rpm dan putaran poros pencacah 363 rpm diperoleh hasil cacahan yang cukup baik yaitu 10-15 mm. Rancangan mesin ini, efektifitas kegiatan daur ulang sampah dapat terbantu dan berdampak positif serta efisien (Napitupulu, et al, 2011).

Dengan latar belakang ini, maka saya tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul : **“Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem *Screw Extruder*”**.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat di rumuskan masalahnya yaitu :

Bagaimana mengolah limbah plastik menjadi bahan baku untuk membuat bahan lain menggunakan sistem *screw extruder*.

1.3. Ruang Lingkup

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka dibuat ruang lingkup yang meliputi :

1. Merancang mesin daur ulang limbah plastik menjadi biji plastik dengan menggunakan *software solidworks*.
2. Kapasitas produksi mesin *extruder* 5 – 10 Kg/Jam
3. Material plastik yang digunakan sebagai bahan baku adalah botol plastik bekas yang terbuat dari bahan *polyethylene* (PE).

1.4. Tujuan

1. Untuk merancang sistem *screw extruder* sebagai mesin daur ulang plastik.
2. Untuk menganalisa numerik kekuatan rangka mesin *screw extruder*.
3. Untuk menganalisa numerik bagian pemanas.

1.5. Manfaat

1. Mengetahui teknik daur ulang limbah plastik PE yang tepat menggunakan sistem *screw extruder*.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah botol plastik.
3. Produk yang dihasilkan dari proses daur ulang menggunakan mesin *extruder* dapat memiliki nilai jual di pasaran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Plastik

Permasalahan sampah di Indonesia merupakan masalah yang belum terselesaikan hingga saat ini, Sementara itu dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan mengikuti pula bertambahnya volume timbulan sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal itu berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah itu ternyata setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastik (Jambeck, 2015).

Peningkatan yang cepat dalam produksi dan konsumsi plastik telah menyebabkan masalah serius terhadap plastik, sehingga para ahli menyebutnya *white pollution*, yaitu bagaimana pencemaran ini diakibatkan oleh polutan putih (asap) terutama dari kantong plastik, gelas plastik dan bahan plastik lainnya (David Plackett, 2003). Plastik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari umumnya berupa polioefin (polietilen, polipropilen) karena mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil, namun sulit terombak oleh mikroorganisme dalam lingkungan sehingga menyebabkan masalah lingkungan yang serius (Gonzales-Gutierrez, 2010).

Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, automotif dan berbagai sektor lainnya. karena memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002). Selain itu, untuk wadah utama biasanya diperlukan syarat-syarat tertentu bergantung pada jenis makanannya, misalnya melindungi makanan dari kontaminasi, melindungi kandungan air dan lemaknya, mencegah masuknya bau dan gas, melindungi makanan dari sinar matahari, tahan terhadap tekanan atau benturan dan transparan (Winarno, 1983).

Plastik merupakan polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Secara umum plastik tersusun dari polimer yaitu rantai panjang satuan yang lebih kecil yang disebut monomer (Siswono, 2008). 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 plastik juga dianggap lebih mudah dalam hal pengepakan dan pengiriman serta banyak dibutuhkan oleh pabrik-pabrik pengolahan plastik (Napitupulu et al, 2013).

Plastik digolongkan menjadi 4 macam, yaitu : *thermosets*, *thermoplastiks*, *elastomers*, dan *compound*. Termoplastik merupakan jenis plastik yang dapat mencair dengan pemanasan dan mengeras kembali dengan pendinginan tanpa perubahan signifikan dari sifat mekanik. Elastomer adalah jenis plastik yang memiliki renda silang yang lebar antar molekul, biasanya tidak dapat dicairkan tanpa degradasi struktur molekul. Thermoset adalah jenis plastik yang memiliki sifat fisik yang keras dan getas, sedangkan plastik compound adalah plastik yang dihasilkan dari campuran polimer yang berbeda untuk mendapatkan sifat khusus seperti elastisitas (Klein, 2011).

2.2. Klasifikasi plastik

Plastik merupakan salah satu bagian dari dua jenis polimer dengan penggunaan yang cukup luas. Menurut (Groover, 2010), polimer secara umum dibagi menjadi dua bagian utama yaitu plastik dan *rubber*. Klasifikasi plastik terdiri atas dua kategori utama yaitu :

1. *Thermoplastic Polymers* (TP)

Thermoplastic merupakan material yang berbentuk padat dalam suhu ruangan, namun akan berubah bentuk menjadi cair ketika dilakukan pemanasan. Karakteristik tersebut membuat material ini menjadi mudah dan ekonomis untuk dibentuk menjadi berbagai jenis produk. Selain itu struktur material juga tidak berubah selama dilakukannya proses pemansan dan pembentukkan secara berulang. Jenis plastik ini paling umum digunakan

dimana lebih dari 70% dari total plastic yang ada terbentuk dari material *thermoplastic*.

2. *Thermosetting Polymers* (TS)

Pemanasan dan pembentukkan berulang tidak dapat digunakan untuk material *thermoset*. Pada awal pemanasan, material ini akan melunak dan mencair. Namun peningkatan suhu selama pemanasan akan memberikan reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya pengerasan secara permanen. Jika dipanaskan kembali, material akan cenderung mengalami degradasi dan hangus.

Plastik berisi beberapa aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisiko kimia plastik itu sendiri. Bahan aditif yang sengaja ditambahkan itu disebut komponen non plastik, diantaranya berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap cahaya ultraviolet, penstabil panas, penurun viskositas, penyerap asam, pengurai peroksida, pelumas, peliat, dan lain-lain (Crompton, 1979).

2.3. Jenis-jenis Plastik

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu:

a. *Thermoplastic*

Thermoplastic adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan.

b. *Thermosetting*

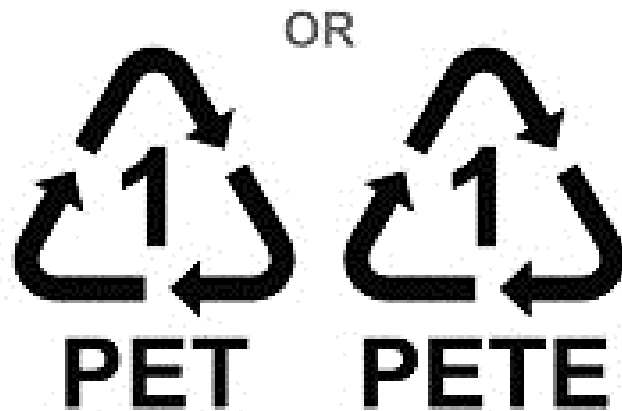
Thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Nomor kode plastik akan tercantum pada produk-produk berbahan plastik seperti gambar berikut ini.

1. PET – *Polyethylene Terephthalate*

Mayoritas bahan plastik PET di dunia untuk serat sintetis (sekitar 60%), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan

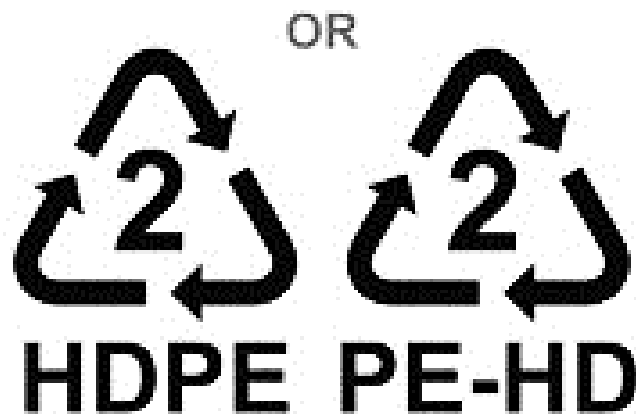
30%). Botol jenis PET / PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Jenis bahan plastik ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Plastik jenis PET / PETE (Unep, 2009)

2. HDPE – *High Density Polyethylene*

Umumnya, pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 2 di tengahnya, serta tulisan HDPE (*high density polyethylene*) di bawah segitiga. Biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, galon air minum, dan lain-lain seperti yang terlihat pada gambar 2.2.

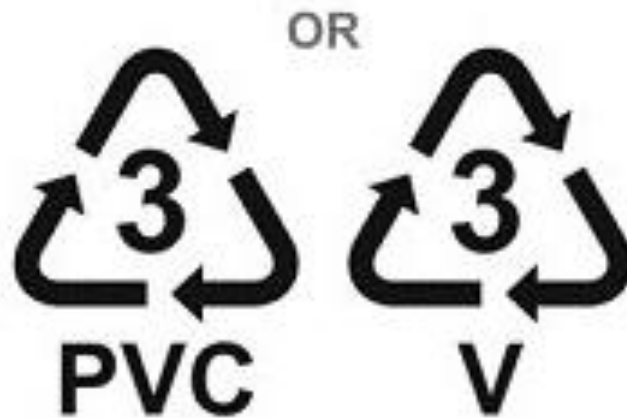


Gambar 2.2 Plastik jenis HDPE / PE-HD (Unep, 2009)

3. V – *Polyvinyl Chloride*

Tertera logo daur ulang (terkadang berwarna merah) dengan angka 3 di tengahnya, serta tulisan V — V itu berarti PVC (*polyvinyl chloride*), yaitu jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. Plastik ini bisa ditemukan pada plastik

pembungkus (*cling wrap*), dan botol- botol yang sulit di daur ulang seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Plastik jenis PVC / V (Unep, 2009)

4. LDPE – *Low Density Polyethylene*

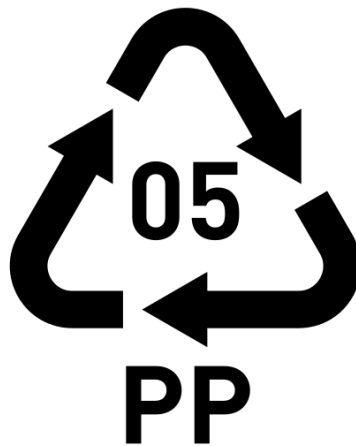
Plastik jenis ini biasanya tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE (*low density polyethylene*) yaitu plastik tipe cokelat (*thermoplastic* / dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Plastik jenis LDPE / PE-LD (Unep, 2009)

5. PP – *Polypropylene*

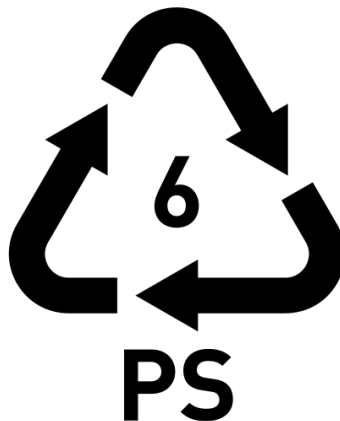
Tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP (*polypropylene*) adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik, terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, minyak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Melunak pada suhu 1500 derajat Celcius seperti yang terlihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Plastik jenis PP (Unep, 2009)

6. PS – *Polystyrene*

Tertera logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya, serta tulisan PS PS (*polystyrene*) ditemukan tahun 1839, oleh Eduard Simon, seorang apoteker dari Jerman, secara tidak sengaja. Terdapat dua macam plastik jenis *polystyrene*, yaitu yang kaku dan lunak / berbentuk foam seperti yang terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Plastik jenis PS (Unep, 2009)

7. *Other*

Tertera logo daur ulang dengan angka 7 di tengahnya, serta tulisan *OTHER* *Other* (SAN / *styrene acrylonitrile*, ABS - *acrylonitrile butadiene styrene*, PC - *polycarbonate*, *Nylon*). Dapat ditemukan pada tempat makanan dan minuman seperti botol minum olahraga, alat-alat rumah tangga, peralatan makan bayi dan plastik kemasan. PC - *polycarbonate* dapat ditemukan pada botol susu bayi, gelas anak batita (*sippy cup*) seperti yang tertera pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Plastik jenis *OTHER* (Unep, 2009)

2.4. Perancangan

Perancangan adalah suatu kreasi untuk mendapatkan suatu hasil akhir dengan mengambil suatu tindakan yang jelas, atau suatu kreasi atas sesuatu yang mempunyai kenyataan fisik. Dalam bidang teknik, hal ini masih menyangkut suatu proses dimana prinsip-prinsip ilmiah dan alat-alat teknik seperti matamatisasi komputer dan bahasa dipakai, dalam menghasilkan suatu rancangan yang kalau dilaksanakan akan memenuhi kebutuhan manusia. (Zainun, 1999).

Tujuan dari perancangan alat adalah untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan dalam proses manufaktur dengan menjaga kualitas dan menambah produktifitas. Perancangan alat berada diantara desain produk dan manufaktur produk. Karena posisinya perancangan alat menjadi sangat penting dan butuh penanganan khusus dalam mencapai tujuannya (Hoffman, 1996).

Tahapan perancangan yang terpenting adalah formulasi spesifik desain produk, karena dalam proses perancangan harus menggunakan pendekatan logis dan komperhensif terhadap desain. Proses perancangan selalu sama dan tidak tergantung pada ukuran atau tingkat kerumitan masalah. Proses perancangan selalu

dihadapkan pada masalah yang tak terduga, untuk itu suatu pendekatan manajemen perancangan yang fleksibel adalah esensial (Kenneth, 2006).

Perancangan (*design*) secara umum dapat diartikan sebagai formulasi suatu rencana untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sehingga secara sederhana perancangan dapat diartikan sebagai kegiatan pemetaan dari ruang fungsional (tidak kelihatan / khayalan) kepada ruang fisik (kelihatan dan dapat diraba / dirasa) untuk memenuhi tujuan-tujuan akhir perancang secara spesifik atau obyektif.

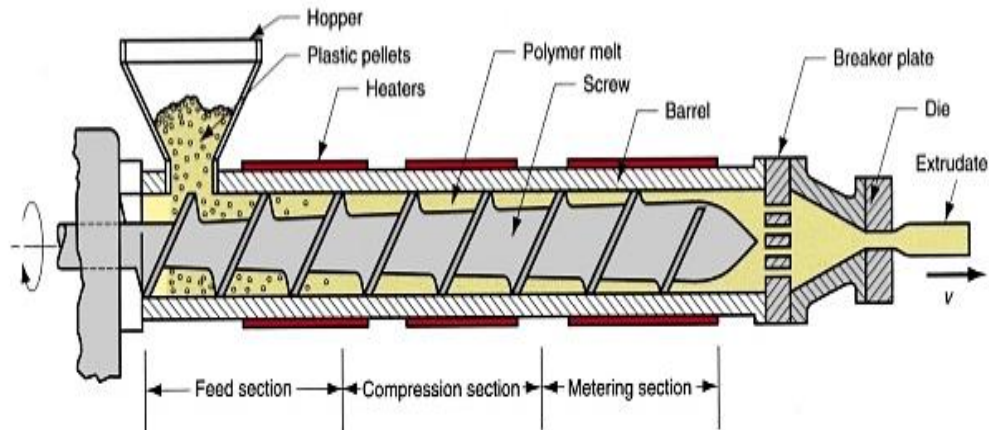
Perancangan mesin berarti perencanaan dari system dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin-mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrument (Joseph and Larry, 1986). Dalam sebuah perancangan, khususnya perancangan mesin banyak menggunakan berbagai ilmu yang harus diterapkan di dalamnya, antara lain ilmu-ilmu yang diterapkan ialah ilmu matematika, ilmu bahan, dan ilmu mekanika teknik (Shigley dan Mitchell, 2000). Ilmu-ilmu tersebut digunakan untuk mendapatkan sebuah rancangan yang baik, tepat dan akurat sesuai dengan apa yang diharapkan.

2.5. Mesin Extruder

Teknologi ekstrusi merupakan teknologi yang cukup tua. Pada tahun 1797 di Inggris Joseph Bramah menciptakan mesin untuk membuat pipa tanpa sambungan yang diperkirakan sebagai mesin ekstrusi pertama. Konsep awal yang diketahui mengenai ekstruder ulir tunggal ditemukan di tahun 1873 pada suatu gambar rancangan milik Phoenix Gummiwerke A.G. (Andrew, 2010). Ekstruder mendorong bahan/adonan dengan cara memompanya melalui sebuah lubang dengan bentuk tertentu. Ekstruder mampu melakukan proses pencampuran dengan baik yang bertujuan agar bahan homogen dan terdispersi dengan baik (Frame, 1994).

Mesin ekstrusi memiliki banyak jenis ukuran, bentuk dan metode pengoperasian. Ada mesin ekstrusi yang dioperasikan secara hidraulik dimana pada mesin ini piston berperan untuk mendorong adonan melalui lubang pencetak (*die*) yang terletak pada ujung ekstruder. Terdapat pula mesin ekstrusi tipe roda, dimana bahan adonan didorong keluar atas hasil kerja dua roda yang saling berputar. Kemudian yang telah banyak dikenal saat ini ialah mesin ekstrusi tipe ulir (*screw*)

dimana putaran ulir akan mendorong bahan adonan keluar melalui (*die*). *Screw* mengalirkan bahan yang telah meleleh ke ujung *extruder* yang telah dipasang *die*, setelah mengalami proses pencampuran yang homogen pada lelehan bahan tersebut. *Single Screw extruder* adalah salah satu jenis mesin ekstruder yang paling umum digunakan di industri untuk memproduksi komponen plastik, ekstruder jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Single Screw extruder* (John Wiley & Sons. Inc, 2007)

Ekstruder tipe ulir biasanya dikelompokkan berdasarkan seberapa banyak energi mekanis yang dapat dihasilkan. Sebagai contoh, ekstruder dengan energi mekanis yang rendah dirancang untuk mencegah proses pemasakan pada adonan bahan. Ekstruder tipe ini biasanya digunakan pada pembuatan pretzel, pasta dan beberapa jenis makanan ringan dan sereal. Ekstruder dengan energi mekanis tinggi dirancang untuk memberikan energi yang besar agar dapat diubah menjadi panas untuk mematangkan adonan bahan dan biasa digunakan dalam produksi makanan hewan, makanan ringan dengan bentuk mengembang dan sereal (Frame, 1994).

Peralatan ekstrusi utama adalah extruder, yang terdiri dari empat komponen utama, yaitu (John Wiley & Sons, Hoboken, 2006) :

- a. Sistem leleh
- b. Sistem ekstrusi atau penekanan
- c. Sistem cetak dengan die untuk membentuk profil yang diinginkan
- d. Sistem motor sebagai penggerak *screw*.

2.5.1. Komponen Utama Mesin Ekstruder

Secara umum cara kerja dari mesin ekstrusi ini hampir sama dengan mesin *injection molding*. hanya saja perbedaannya tipis sekali, kalau pada mesin *injection molding* mesin *injection* dalam mencetak satu persatu dan cetaknya berpisah dengan tabung *screwnya*, sedangkan pada mesin ekstrusi dalam mencetak biasanya akan berkesinambungan dan hasilnya akan di potong oleh pisau agar menjadi butiran atau *pellet* plastik agar mudah dalam pengemasannya. Komponen pada mesin ekstrusi (*extruder*) adalah sebagai berikut :

1. *Hopper*

Hopper adalah sebuah komponen dari mesin *extruder* dimana fungsi dari *hopper* ini adalah untuk memasukkan cacahan plastik sebagai bahan baku. biji plastik atau bahan baku biji plastik. Didalam *hopper* terdapat ruang pemanas yang bertujuan untuk memasak atau memanaskan plastik agar melumer. Biasanya *hopper* ini terbuat dari plat besi baja, *mild steel*, plat *stainlest steel* tergantung selera dan keinginan konsumen.

2. *Screw*

Salah satu komponen utama dari mesin ekstrusi adalah *screw*. *Screw* yang berfungsi sebagai poros pendorong dan pengaduk plastik yang telah lebur didalam *barrel*. Bentuk *single screw* yang dibuat adalah tipe *metering screw* dengan perbedaan kedalaman spiral untuk setiap daerah yaitu *feed section*, *compression section*, dan *metering section*. Dalam penggunaannya diameter *screw* mempengaruhi laju aliran plastik dalam *barrel*.

3. *Barrel*

Barrel adalah komponen pasangan *screw* yang berbentuk selongsong yang merupakan ruang pemanas dimana *screw* berada didalamnya. *Barrel* berfungsi sebagai tempat proses plastisisasi, tempat dimana berlangsungnya proses pengumpanan, pemanasan, dan pengadukan. Oleh karenanya *barrel* dirancang sedemikian rupa, sehingga dapat dijadikan tempat pemasangan elemen pemanas dan *die* produk.

4. Motor penggerak

Dalam hal penggerak ini kita bisa menggunakan berbagai macam pilihan yakni bisa menggunakan motor listrik atau bisa juga menggunakan mesin

diesel, atau bisa juga menggunakan motor bensin, dari masing-masing motor penggerak ini mempunyai kelebihan dan juga mempunyai kekurangan. Fungsinya adalah untuk memutar *screw* agar plastik yang telah meleleh bisa terdorong menuju ke arah cetakan

5. Elemen pemanas (*heater element*)

Elemen pemanas adalah komponen yang menghasilkan panas untuk pemrosesan plastik pada mesin ekstrusi ini. Elemen ini terdiri dari tiga buah dan dipasang pada *barrel*. Elemen ini diletakan pada bagian pengumpan (*feed section*), penekan (*compression section*) dan bagian pengaduk (*metering section*). Untuk pengaturan temperatur proses plastinisasi, elemen pemanas ini dihubungkan ke *box control* temperatur (*thermokopel*).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

a. Tempat

Tempat pelaksanaan dan pembuatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

b. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu di mulai tanggal di sah kannya usulan judul penelitian oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan di kerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Perancangan Alat						
4	Penyelesaian Tulisan						
5	Seminar Hasil						

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

1. Kertas

Kertas berfungsi sebagai media untuk rancangan awal pada perancangan mesin daur ulang limbah plastik yang akan di rancang di aplikasi solidworks 2015, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kertas

3.2.2. Alat

2. Laptop

Laptop digunakan untuk melakukan perancangan mesin daur ulang limbah plastik menggunakan *software Solidworks* sebagai perangkat lunak. Adapun laptop yang digunakan dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada gambar 3.2.

- AMD A4-9120 Radeon R3, 4 Compute Core 2C+2G 2.20GHz
- Memory RAM 4 GB
- Sistem Operasi Windows 10 64-bit



Gambar 3.2 Laptop

3. Mouse

Mouse merupakan *hardware* yang dihubungkan dengan komputer yang memiliki fungsi untuk mendapatkan efisiensi dalam memakai kursor saat merancang dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mouse

4. *Software Solidworks*

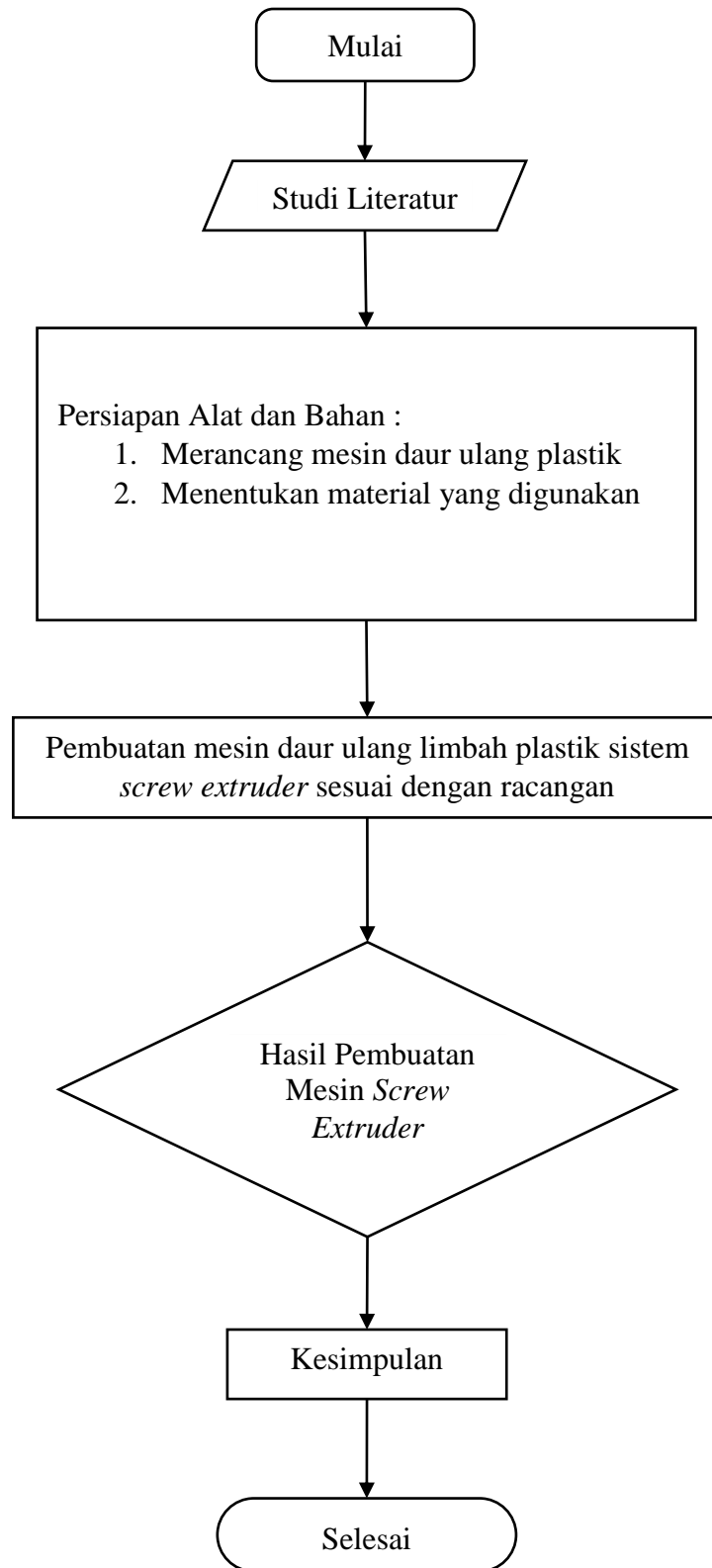
Program *solidworks* merupakan program komputer yang berfungsi untuk merancang mesin punch, dapat dilihat pada gambar 3.4. Spesifikasi minimum untuk menjalankan perangkat lunak solidworks 2014.

- Intel® Core™ i3-5005 CPU @ 2.00 GHz
- Memory 2 GB
- Sistem Operasi Windows 8.1 64-bit



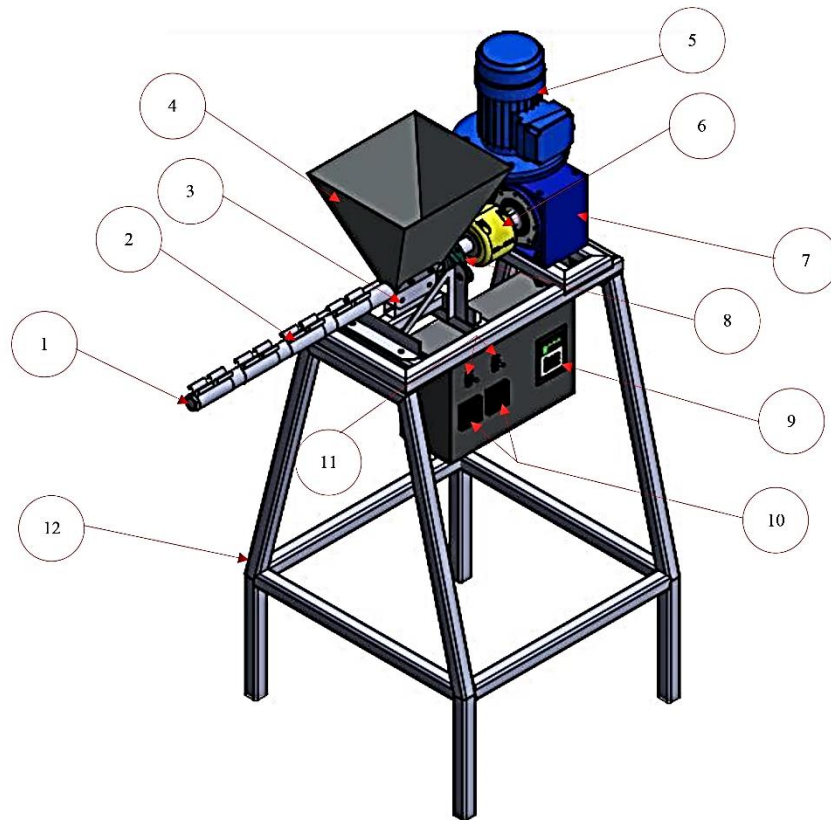
Gambar 3.4 *Software Solidworks 2014*

3.3. Bagan Aliran Penelitian



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

3.4. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.6 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

1. *Extruder Nozzle*
2. *Heater*
3. Dudukan *Funnel* (Corong)
4. *Funnel* (Corong)
5. *Alliance Motor 3 Phase*
6. *Alliance Gearbox*
7. *Oil Haeter Copling*
8. *Bearing UCFL 206*
9. Inverter (Pengatur Kecepatan Motor)
10. PID Controller
11. Saklar *ON / OFF*
12. *Frame* (Rangka)

3.5. Prosedur Perancangan

Adapun prosedur pembuatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan untuk merancang mesin *screw extruder* seperti laptop dan *software solidworks*.
2. Membuat rancangan skematik untuk menentukan jenis ukuran dari mesin *screw extruder* yang akan dibuat.
3. Memilih material yang akan digunakan untuk membuat mesin *screw extruder* guna mendapatkan hasil rancangan dan pembuatan yang efisien.
4. Merancang *frame* atau rangka sebagai dudukan seluruh komponen mesin *screw extruder* menggunakan bahan besi *hollow* dengan dimensi 30 mm x 30 mm x 2 mm.
5. Merancang *screw* dengan dimensi *screw* berdiameter 27,5 mm dengan panjang *screw* 600 mm dan dirancang menggunakan material *stainless steel* 304.
6. Merancang *barrel screw* sebagai tempat pemanas yang akan melelehkan plastik dengan ukuran panjang 600 mm dan diameter 28 mm dengan ketebalan 2 mm menggunakan bahan *stainless steel* 304.
7. Merancang *nozzle* sebagai cetakan atau *die* pada proses peleburan plastik pada mesin *screw extruder* dengan dimensi ukuran *nozzle* yang dirancang berdiameter 25 mm, panjang 25 mm dan diameter lubang *nozzle* 1,75 mm menggunakan material kuningan (*brass*).
8. Merancang *hopper* yang berfungsi sebagai jalan masuk plastik kedalam *screw* dan *barrel* dengan bentuk corong, *hopper* yang dirancang dengan dimensi tinggi *hopper* 230 mm dengan ketebalan plat 0,85 mm menggunakan material *stainless steel*.
9. Perakitan seluruh komponen yang telah di rancang pada *solidworks* dengan perintah *assembly* untuk mendapatkan gambaran mesin secara utuh dan realistik.
10. Selesai.

BAB 4

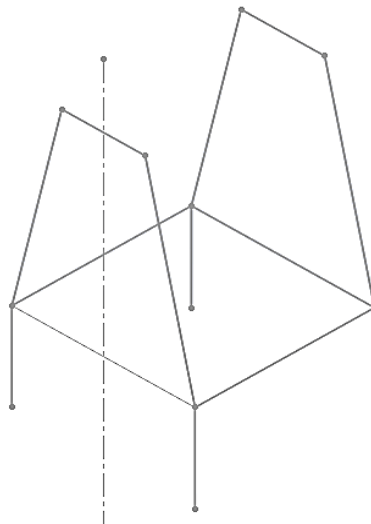
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Tahapan awal pada pembuatan desain adalah penentuan spesifikasi dari rangka. Secara umum desain rancangan rangka harus dimulai dari pembuatan desain rangka terlebih dahulu. Berikut ini langkah – langkah pembuatan desain rangka.

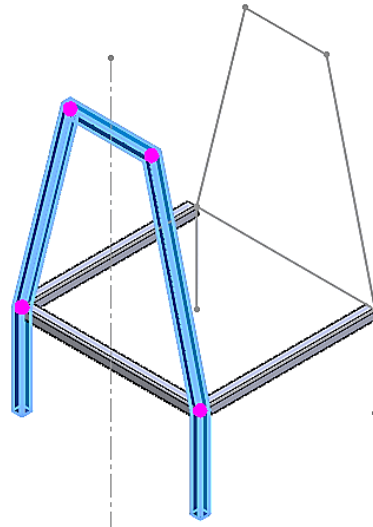
4.1.1. Tahap Perancangan Rangka

1. Buka *software solidworks* > klik *New* > pilih *Part* > klik OK
2. Klik perintah *3D Sketch* > pilih perintah *Line*
3. Buat sketsa gambar seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini > *Exit Sketch*.



Gambar 4.1 Sketsa Rangka

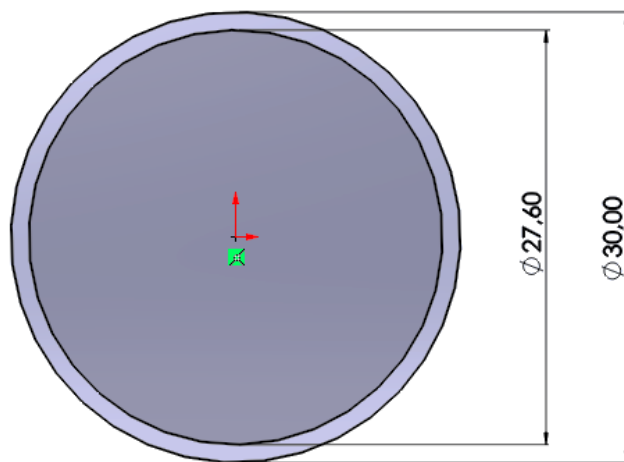
4. Pilih menu *weldment* > *standard ISO* > *Square Tube – Configured* > *Size 30 x 30 x 1,8* > OK



Gambar 4.2 Perintah *Weldments*

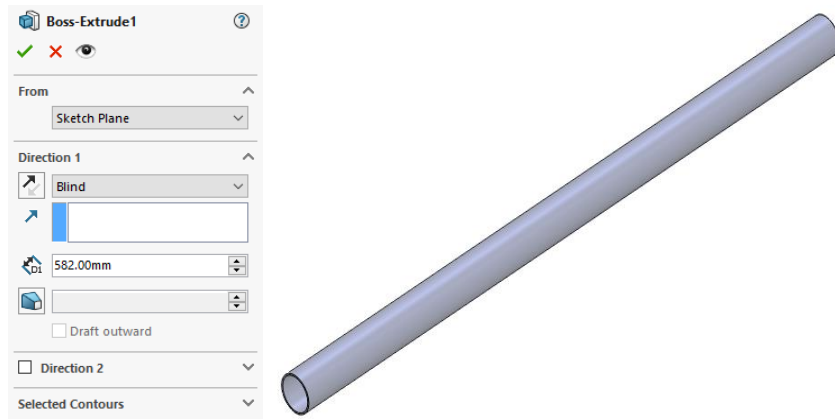
4.1.2. Tahap Perancangan *Barrel*

1. Buka *software solidworks* > klik *New* > pilih *Part* > klik OK
2. Pilih *Sketch* > pilih *Front Plane* > pilih *Circle* > pilih *Smart Dimension* > berikan ukuran diameter dalam 27,6 mm dan diameter luar 30 mm.



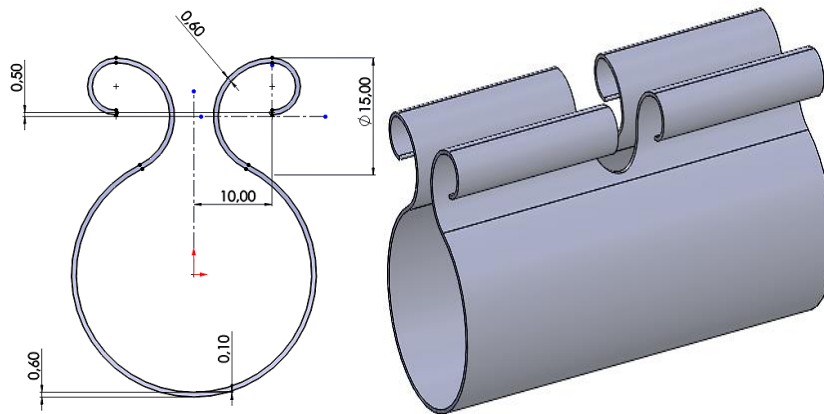
Gambar 4.3 Sketsa *Barrel*

3. Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Extruded Boss/Base* > berikan ukuran 582 mm untuk panjang *Barrel*



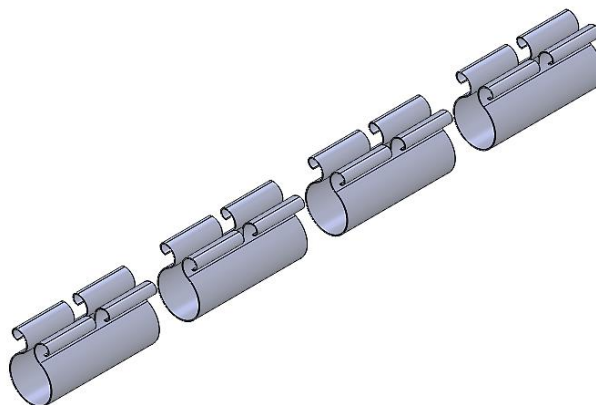
Gambar 4.4 Perancangan *Barrel*

4. Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Reference Geometry* > pilih *Plane* > pilih *Front Plane* > jarak 581,75 mm.
5. Pilih perintah *Circle* dan *Line* > buat profil seperti pada gambar dibawah ini > pilih menu *Feature* > pilih perintah *Extruded Boss/Base* > 80 mm



Gambar 4.5 Sketsa Pemanas *Barrel*

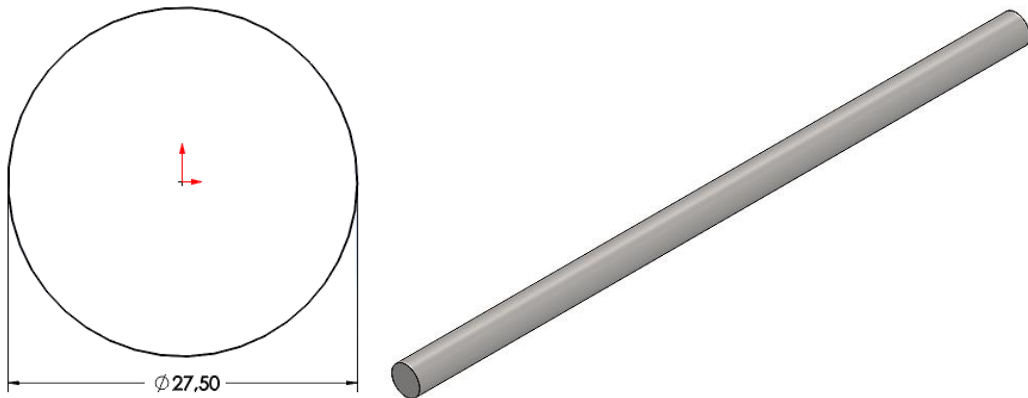
6. Pilih menu *feature* > pilih perintah *linear pattern* > pilih batang barrel pada perintah *direction 1* > *spacing and instances* > 110 mm > 4



Gambar 4.6 Desain Pemanas *Barrel*

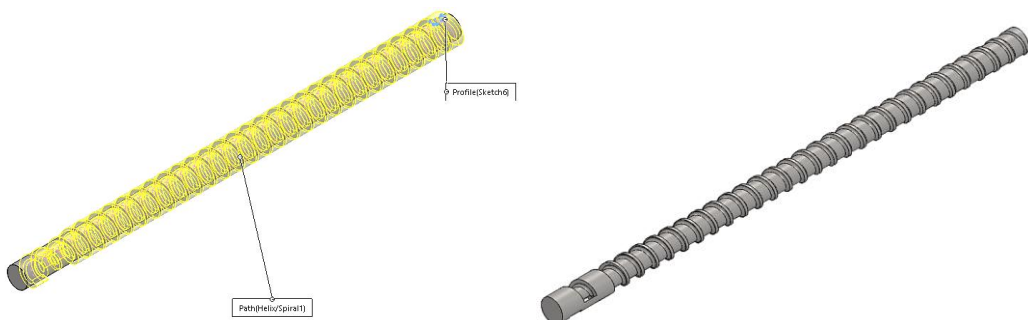
4.1.3. Tahap Perancangan *Screw*

1. Buka *software solidworks* > klik *New* > pilih *Part* > klik OK
2. Pilih *Sketch* > pilih *Front Plane* > pilih *Circle* > pilih *Smart Dimension* > berikan ukuran diameter 27,5 mm.
3. Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Extruded Boss / Base* > berikan ukuran panjang *screw* 600 mm.



Gambar 4.7 Sketsa Perancangan *Screw*

4. Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Helix And Spiral* > pilih *Height And Pitch* > *Variable Pitch* > OK
5. Pilih menu *feature* > pilih *swept cut* > *profile and path* > pilih *sketch diameter* > *helix / spiral*

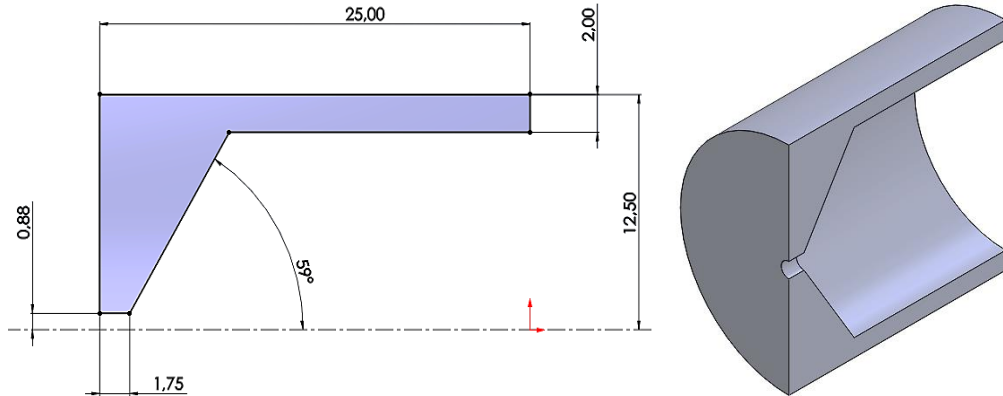


Gambar 4.8 Perancangan Ulir *Screw*

4.1.4. Tahap Perancangan *Nozzle*

1. Buka *software solidworks* > klik *New* > pilih *Part* > klik OK
2. Pilih *Sketch* > pilih *Right Plane* > pilih *Line* > pilih *Smart Dimension* > buat sketsa gambar dan berikan ukuran seperti yang terlihat pada gambar dibawah.

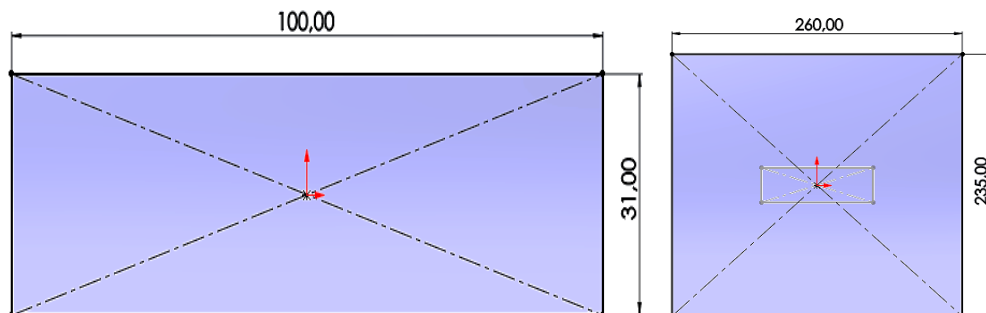
- Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Revolved Boss / Base* > pilih garis bantu pada *Axis Of Revolution* > OK



Gambar 4.9 Desain *Nozzle*

4.1.5. Tahap Perancangan *Hopper / Corong*

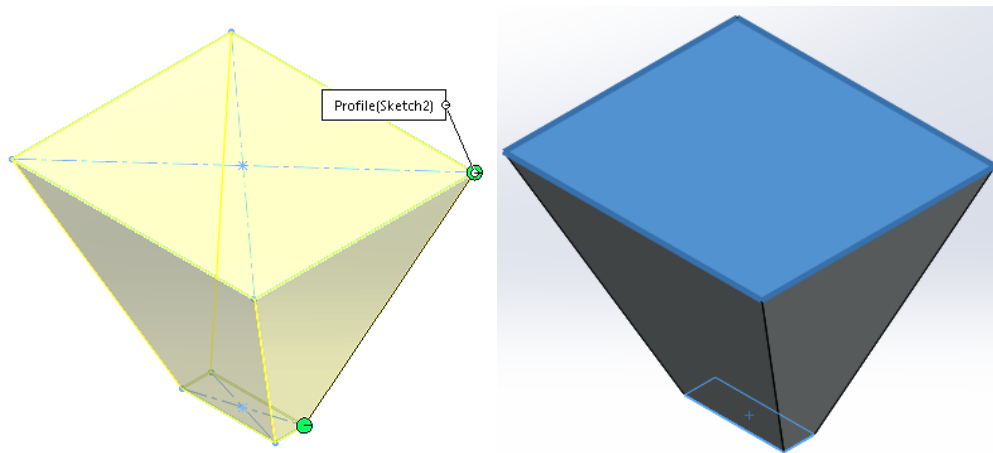
- Buka *software solidworks* > klik *New* > pilih *Part* > klik OK
- Pilih menu *Feature* > *Reference Geometry* > *Plane* > pilih *Top Plane* pada *First Reference* > *Distance 223,50 mm*
- Pilih *Sketch* > pilih *Top Plane* > pilih *Center Rectangle* > buat sketsa gambar pilih *Smart Dimension* > dan berikan ukuran > *Exit Sketch*
- Pilih *Sketch* > pilih *Plane 1* > pilih *Center Rectangle* > pilih *Smart Dimension* > buat sketsa gambar dan berikan ukuran seperti yang terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.10 Sketsa *Hopper / Corong*

- Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Lofted Boss/Base* > pada kolom *Profiles* pilih *Sketch 1* dan *Sketch 2* > OK

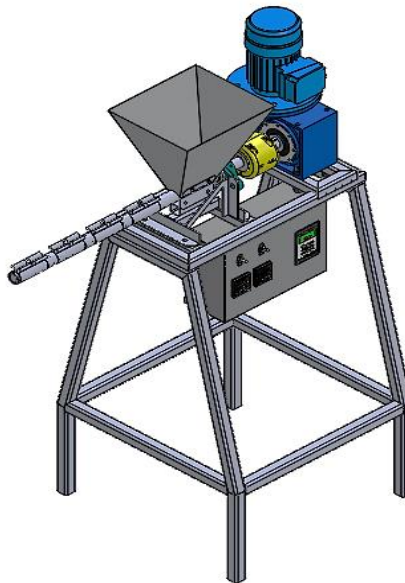
6. Pilih menu *Feature* > pilih perintah *Shell* > pada kolom *Parameters* 1,2 mm > pilih *Face 1* dan *Face 2* > OK



Gambar 4.11 Desain *Hopper* / Corong

4.2 Pembuatan Desain

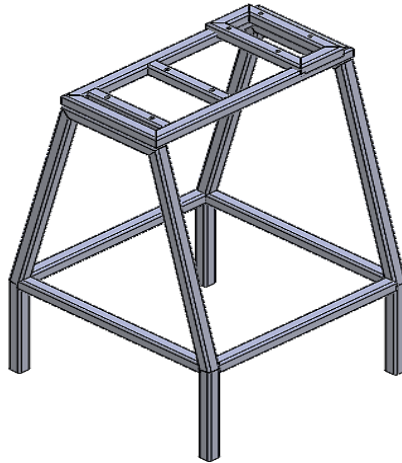
Perancangan dan permodelan mesin daur ulang limbah plastik menggunakan sistem *single screw extruder* didapat dari pendesainan menggunakan *software solidworks 2020*. Pemilihan model didapatkan dengan mempertimbangkan kriteria yang dibutuhkan dengan kriteria desain alat. Adapun perencanaan rancangan mesin daur ulang limbah plastik menggunakan sistem *single screw extruder* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Rancangan Mesin *Screw Extruder*

4.2.1. Perancangan Rangka

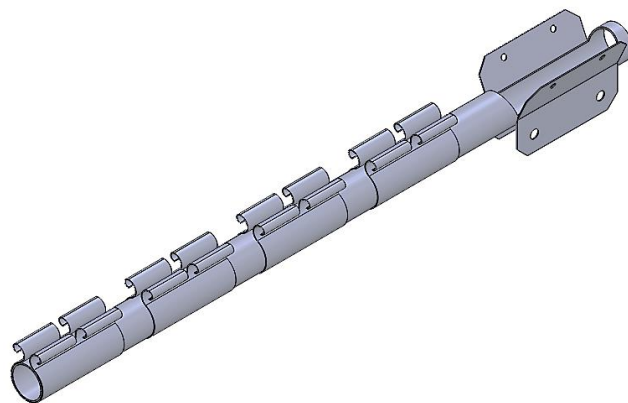
Rangka pada perancangan ini digunakan sebagai tempat dudukan barel dan screw agar bisa berputar. Desain rangka yang dibuat dari bahan *hollow* yang ada di pasaran dengan ukuran 30 x 30 x 2 mm, rangka yang di rancang memiliki ukuran panjang 520 mm, lebar 530 mm pada bagian bawah, lebar 250 pada bagian atas dan tinggi 845 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Perancangan Rangka

4.2.2. Perancangan Barrel

Untuk desain barel disesuaikan dengan ukuran pipa *stainless steel* yang memiliki diameter lubang dalam 27,6 mm dan panjang 582 mm yang ujungnya disambungkan dengan nepel baja. Ukuran ini didapatkan dengan mempertimbangkan ukuran *screw* yang memiliki diameter 27,5 mm dengan panjang gigi 290 mm dan juga jumlah *heater band* yang akan dipakai seperti yang terlihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Perancangan Barrel

4.2.3. Perancangan *Screw*

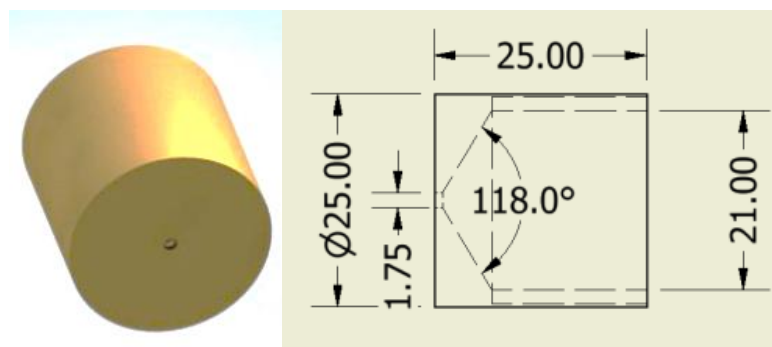
Pada perancangan ini *screw* digunakan untuk mentransferkan biji plastik dari *hopper* menuju *nozzle*. *Screw* yang digunakan terbuat dari baja yang terbuat dari material stainless steel dan memiliki diameter 27,5 mm dan panjang ulir 515 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perancangan *Screw*

4.2.4. Perancangan *Nozzle*

Nozzle pada perancangan ini digunakan untuk mencetak plastik menjadi berbentuk filamen. Material yang digunakan dalam pembuatan *nozzle* adalah silinder kuningan dengan diameter 25 mm pada bagian tengah dibuat lubang dengan ukuran 1.75 mm. Ukuran ini didapatkan untuk mendapatkan hasil filamen yang memiliki ukuran 1,75 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.16.

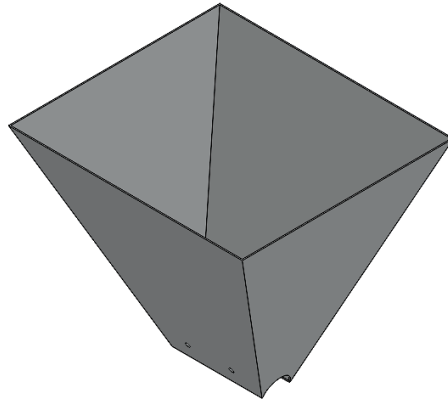


Gambar 4.16 Perancangan *Nozzle*

4.2.5. Perancangan *Hopper* / Corong

Hopper atau corong yang digunakan sebagai tempat penampung biji plastik sebelum masuk ke *barrel* dibuat dari plat baja dengan tebal 1 mm. *Hopper* atau

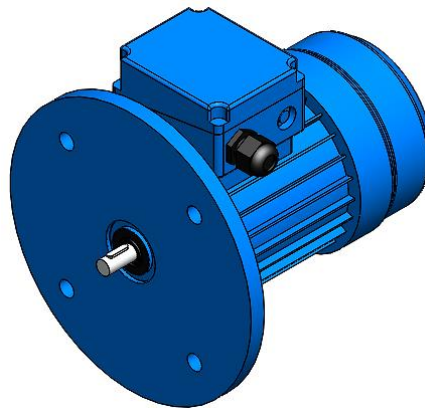
corong yang dirancang untuk memudahkan dalam mengolah bijih plastik dalam jumlah banyak seperti yang terlihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Perancangan *Hopper* / Corong

4.2.6. Perancangan Motor Listrik

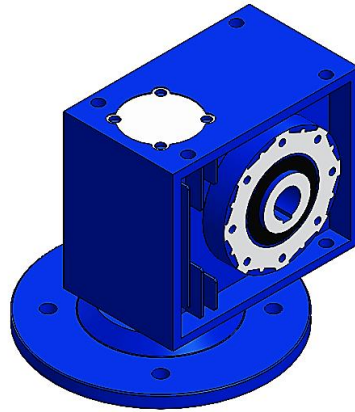
Perancangan motor listrik dibuat berdasarkan spesifikasi yang dimiliki oleh motor listrik alliance A-Y3A dengan *voltage* 220 V (50 Hz), 20 HP, dan putaran 1500 Rpm seperti yang terlihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Perancangan Motor Listrik

4.2.7. Perancangan *Gearbox*

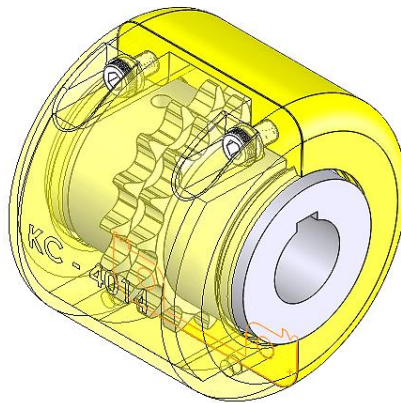
Perancangan *gearbox* memiliki fungsi utama untuk memindahkan tenaga penggerak pada mesin yang ingin digerakkan. Dua alasan utama mengapa *gearbox* penting adalah karena berfungsi untuk memperlambat kecepatan putaran dari tenaga motor listrik *gearbox* yang dirancang merupakan *gearbox* alliance NMRV-063 yang tersedia di pasaran dengan *ratio* 1 : 15 seperti yang terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Perancangan *Gearbox*

4.2.8. Perancangan *Coupling*

Coupling yang dipilih pada perancangan ini merupakan jenis *chain coupling* atau rantai kopling yang memiliki fungsi untuk menghubungkan dua poros pada kedua ujungnya. Kedua ujung poros yang telah dihubungkan dengan rantai kopling ini akan memindahkan daya mekanik. *Chain coupling* yang dipilih memiliki tipe KC-4014 dengan spesifikasi diameter luar 80 mm, diameter konde 55 mm, maksimal bubut 28 mm, dan tinggi total 93 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Perancangan *Coupling*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan mesin daur ulang limbah plastik menjadi bijih plastik menggunakan sistem *conventional single screw extruder* dengan *software solidworks 2020* dapat di ambil kesimpulan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan diperoleh spesifikasi mesin *screw extruder* yang dirancang sebagai berikut :
 - Diameter *Screw* (D) : 27,5 mm
 - Panjang *Screw* (L) : 600 mm
 - Kapasitas *Screw* (Q) : 5 – 10 kg/jam
 - Daya Pemanas (P) : 650 Watt
 - Putaran Motor (n) : 71,2 Rpm
2. Berdasarkan hasil pengujian, untuk dapat melelehkan plastik hingga dapat keluar dari *nozzle* membutuhkan waktu pemanasan awal 30 menit dengan temperatur 169,5°C. Efisiensi mesin *screw extruder* adalah 87,5% dan sisanya 12,5% atau sekitar 10 gr dari total material plastik yang di proses yaitu 80 gr.
3. Beberapa komponen yang digunakan pada perancangan ini merupakan komponen yang tersedia di pasaran seperti :
 - a. *Alliance Motor 3 Phase*
 - Daya : 3 HP
 - Putaran : 1500 Rpm
 - *Voltage* : 220 V (50 Hz)
 - Berat : 29 Kg
 - b. *Alliance Gearbox*
 - *Type* : A-Y3A-90L-4B5
 - *Ratio* : 1 / 10
 - *Output Diameter* : 25 mm
 - c. Inverter Motor Listrik
 - Model : AT4-2200X

- *Power* : 2,2 kW
- *Output Current* : 12 A
- *Input Voltage* : AC 220 V
- *Output Voltage* : 380 V
- *Capacity* : 50 Hz / 60 Hz

d. *PID Controller*

- *Model* : REX-C100 *Temperature Controller Kit*
- *Measuring Accuracy* : 0,5% FS
- *Power Supply* : 90 – 240 V AC
- *Temperature Range* : 0 - 400°C
- *Input Type* : *Thermocouple Type – K*

e. *Sakelar*

- *Type* : E-TEN C 1221
- *Contactactor* : 250 V (6A)

f. *Kabel Power*

- *Connector Type* : Schuko EU Plug IEC320 C13
- *Outlet Rated* : 250V, 16A
- *Panjang* : 1,5 m
- *Weight* : 239 gr

4. *Komponen yang dibuat dari hasil perancangan meliputi :*

- Frame (Rangka)*
- Screw*
- Barrel*
- Heater (Pemanas)*
- Hopper (Corong)*
- Nozzle*

5.2. *Saran*

Berdasarkan hasil perancangan yang dilakukan didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. *Kapasitas mesin ditingkatkan untuk menunjang produksi limbah plastik menjadi bijih plastik*

2. Ukuran *nozzle* dibuat bervariasi untuk mendapatkan ukuran bijih plastik yang berbeda-beda.
3. Agar panas tidak banyak yang keluar, sebaiknya *nozzle* dibungkus dengan alumunium *foil*.
4. Untuk memudahkan pemindahan mesin *screw extruder* sebaiknya dipasang roda pada ujung atau bagian bawah rangka.

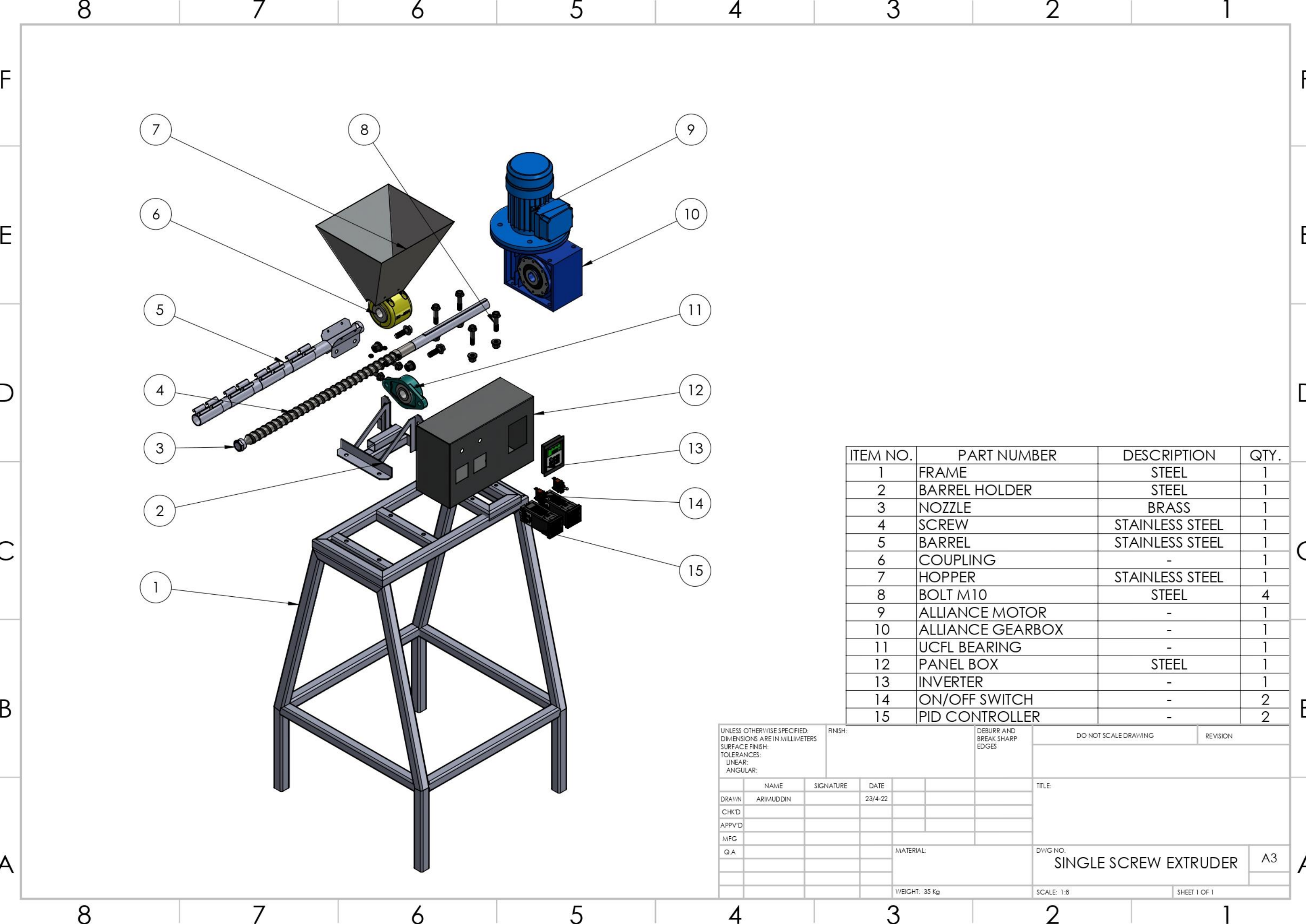
DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, M. et al. 2018. Pengaruh Model Pisau Pada Mesin Sampah Botol Plastik. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks 'Soliditas' (J-Solid)* 1 (1), pp. 29–33. doi: 10.31328/js.v1i1.569.
- Chandra, B., 2006. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Crompton, T.R. 1979. Additive Migration from Plastic into Food. Pergamon Press. Oxford.
- Frame, N.D., 1994. Operational characteristics of the co-rotating twin-screw extruder. In *The technology of extrusion cooking* (pp. 1-51). Springer, Boston, MA.
- Gonzalez-Gutierrez, J., P.Partal., M. GarciaMorales., dan Gallegos, C. 2010. Development of highly-transparent protein/starch-based bioplastics. *Bioresource Tecnology*, 101-109.
- Hoffman, E.G., Jig and Fixture Design, 1996.
- Hui, Y.H., Chandan, R.C., Clark, S., Cross, N.A., Dobbs, J.C., Hurst, W.J., Nollet, L.M., Shimoni, E., Sinha, N., Smith, E.B. and Surapat, S. eds., 2006. *Handbook of food products manufacturing: health, meat, milk, poultry, seafood, and vegetables* (Vol. 2). John Wiley & Sons.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. and Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), pp.768-771.
- Johnson, H. V. 1984. Manufacturing Processes (2nd ed). USA : Glencoe Publishing Company
- Junaidi et al. 2015. Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik Dengan Sistem Crusher dan Silinder Pemotong Tipe Reel. *Poli Rekayasa* 10 (April), pp. 66–73.
- Klein, R. 2011. Materials Properties of Plastics in Laser Welding of Plastics : Materials Processes and Industrial Application. Wiley-VHC GmbH & co.kGaA, Weinheim, Germany.
- Mahida, U. N., 1984, Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri, Rajawali, Jakarta.
- Mawardi, I., & Lubis, H. (2019). *Proses Manufaktur Plastik dan Komposit*. Penerbit Andi.

- Napitupulu, R., Subkha, M., dan Nita L.D., 2013. Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik. Skripsi Program Studi Perancangan Mekanik. Universitas Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan yang Dikemas. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- OSPAR & UNEP, 2009. Marine Litter Preventing a Sea of Plastic. UNEP and OSPAR Commission
- P Groover, M., 2010. Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes.
- Plackett, D., Andersen, T.L., Pedersen, W.B. and Nielsen, L., 2003. Biodegradable composites based on L-poly lactide and jute fibres. *Composites science and technology*, 63(9), pp.1287-1296.
- Purwaningrum, P. 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 141–147.
- Rajagukguk, J. 2013. Analisis perancangan mesin penghancur plastik. *Jurnal Dinamis* 2(12), pp. 60–69.
- Rohman, M. A. 2016. Pengaruh Penambahan Glutaraldehida terhadap Karakteristik Film Bioplastik Kitosan Terplastis *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC).
- Shigley, J.E. and Mitchell, L.D., 1986. perencanaan teknik mesin edisi keempat jilid 2. *Jakarta: Erlangga*.
- Shigley, J.E. and Mitchell, L.D., 2000. Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat Jilid 1 (Harahap, G. Terjemahan). *Jakarta: Erlangga*.
- Siregar, R. A., Khan, S. F., & Umurani, K. 2017. Design and development of injection moulding machine for manufacturing maboratory. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 908, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Siregar, C. A., & Siregar, A. M. (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 165-170.
- Siswono. 2008. Jaringan Informasi Pangan dan Gizi Volume XIV. Ditjen Bina gizi Masyarakat. Jakarta.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A. and İbanoğlu, Ş., 2010. The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. *Food chemistry*, 121(1), pp.156-164.

- Suroso, B., & Rajali, R. 2019. Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Syamsiro, M. et al. 2016. Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal* 1(2), pp. 43–48.
- Waluyo, L., 2008. Teknik Metode Dasar dalam Mikrobiologi. *UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Winarno, F.G. and Jenie, B.S.L., 1983. *Kerusakan bahan pangan dan cara pencegahannya*. Ghalia Indonesia.
- Zainun, A., 1999. Elemen Mesin I. *Refika Aditama, Bandung*.

LAMPIRAN



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	FRAME	STEEL	1
2	BARREL HOLDER	STEEL	1
3	NOZZLE	BRASS	1
4	SCREW	STAINLESS STEEL	1
5	BARREL	STAINLESS STEEL	1
6	COUPLING	-	1
7	HOPPER	STAINLESS STEEL	1
8	BOLT M10	STEEL	4
9	ALLIANCE MOTOR	-	1
10	ALLIANCE GEARBOX	-	1
11	UCFL BEARING	-	1
12	PANEL BOX	STEEL	1
13	INVERTER	-	1
14	ON/OFF SWITCH	-	2
15	PID CONTROLLER	-	2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE
DRAWN ARIMUDDIN		23/4-22	
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

MATERIAL:

WEIGHT: 35 Kg

DWG NO. SINGLE SCREW EXTRUDER A3

SCALE: 1:8

SHEET 1 OF 1

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji
Plastik Menggunakan Sistem Screw Extruder**

Nama : ARIMUDDIN

NPM : 1607230014

Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	15-12-2021	/ Perbaiki Tugas Penulisan	k
2.	05-01-2022	/ Perbaiki Tinjauan Pustaka	k
3.	06-01-2022	/ Perbaiki Bahan dan Alat	k
4.	10-01-2022	/ Perbaiki Prosedur Penelitian	k
5.	15-01-2022	/ Perbaiki Analisa	k
6.	20-02-2022	/ Perbaiki Kesimpulan	k
7.	4-02-2022	/ Perbaiki Daftar	k
8	7-02-2022	/ Acc Seminar	k

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

Peserta seminar

Nama : Arimuddin

NPM : 1607230014

Judul Tugas Akhir : Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem Screw Extruder

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT <i>Khairul Umurani</i>
Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT <i>Ahmad Marabdi Siregar</i>
Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT <i>Arya Rudi Nasution</i>

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607230014	ARIMUDDIN	<i>AR</i>
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Ramadan 1443 H
23 April 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A. Siregar, ST, MT

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

Nama : Arimuddin
NPM : 1607230014
Judul Tugas Akhir : Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem Screw Extruder

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 1. prosedur seminar dgn Hasil
 2. Hasil seminar dengan kesimpulan.
 3. Daftar pustaka tambah dosen daur.
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan, 22 Ramadan 1443 H
23 April 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

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

Nama : Arimuddin
NPM : 1607230014
Judul Tugas Akhir : Perancangan Mesin Daur Ulang Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Menggunakan Sistem Screw Extruder

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Arya Rudi Nasution, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

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

..... * Penambahan Hasil Desain Dengan
..... Menambahkan Drawing Part-part Mesin
..... * Menambahkan Dokumentasi Video Hasil Desain
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 22 Ramadan 1443 H
23 April 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Arya Rudi Nasution, ST, MT



**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 460/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 14 Maret 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : ARIMUDDIN
Npm : 1607230014
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XII (DUA BELAS)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN MESIN DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK MENJADI BIJIH PLASTIK MENGGUNAKAN SISTEM SCREW EXTRUDER
Pembimbing : KHAIRUL UMURANI, ST, MT

Dengan 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. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

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

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 11 Sya'ban 1443 H

14 Maret 2022 M

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Arimuddin
NPM : 1607230014
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Cengkering / 25 November 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum Kawin
Alamat : Dusun Tengah
Kecamatan : Medang Deras
Kabupaten : Batu Bara
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 0821-6890-1842
E-mail : arimuddin2016@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Syahrial
Ibu : Kholijah

PENDIDIKAN FORMAL

2004-2010 : SD Negeri 015866 Pematang Cengkering
2010-2013 : SMP Swasta Islam Terpadu Al-Ihya
2013-2016 : SMK Swasta Budhi Darma
2016-2021 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara