

TUGAS AKHIR

ANALISA KINERJA MESIN EKSTRUDER TERHADAP PRODUKSI PIPA PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)*

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

Disusun Oleh :

FEBRI MUHAMAD ROZI
1507230113



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Febri Muhamad Rozi
NPM : 1507230113
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik
Jenis *High Density Polyethylene* (HDPE)
Bidang Ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 26 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Affandi, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



Riadini Wanty Lubis, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Chandra A. Siregar, ST, M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Febri Muhamad Rozi
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 28 Februari 1988
NPM : 1507230113
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) ”,

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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 deri pihak manapun demi menegakkan intergritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Maret 2022

Saya yang menyatakan



Febri Muhamad Rozi

ABSTRACT

Ekstrusi plastik adalah proses manufaktur volume tinggi dimana plastik mentah dilebur dan dibentuk menjadi profil kontinyu. Bahan secara bertahap dilebur oleh energi mekanik yang dihasilkan dengan memutar screw dan oleh pemanas yang diatur disepanjang *barrel*. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah biji plastik *High Density Polyethylene* (HDPE). Pengujian dilakukan 5 kali dengan ketentuan pengujian menggunakan suhu yang berbeda - beda yaitu 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C dan menggunakan kecepatan *screw* dengan frekuensi sebesar 10Hz. Hasil analisa yang didapatkan, penggunaan suhu T1 mulai dari 105,8 °C sampai 140,5 °C menghasilkan lebih banyak ekstrusi akhir seberat 21 gram pada penggunaan suhu 112,1 dalam waktu 06:41 menit dan penggunaan suhu T2 mulai dari 103,7 °C sampai 142,4 °C menghasilkan lebih banyak ekstrusi akhir seberat 21 gram pada penggunaan suhu 110,7 dalam waktu 06:41 menit. Dengan menggunakan suhu sebesar 112,1°C / 110,7 °C (T1/T2) saja proses pemanasan sudah dapat membuat material plastik didalam barrel melunak dan tidak terlalu mencair. Sehingga dengan kondisi material yang seperti itu, *screw* dapat dengan mudah melakukan proses ekstrusi tanpa meninggalkan sisa material didalam barrel. Penggunaan suhu yang tidak terlalu tinggi dari pada *melting point*, akan menghasilkan permukaan yang lebih halus jika dibandingkan dengan penggunaan suhu diatas *melting point*.

Kata kunci : Suhu, Polietilen, Pemanas

ABSTRACT

Plastic extrusion is a high-volume manufacturing process in which raw plastic is melted and formed into continuous profiles. The material is gradually melted by the mechanical energy generated by turning the screw and by the heater which is adjusted along the length of the barrel. In this study, the material used was High Density Polyethylene (HDPE) plastic pellets. The test was carried out 5 times with the conditions of testing using different temperatures, namely 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C and using a screw speed with a frequency of 10Hz. The analysis results obtained, the use of T1 temperature ranging from 105.8 C to 140.5 C resulted in more final extrusion weighing 21 grams at the use of temperature 112.1 in 06:41 minutes and the use of T2 temperature ranging from 103.7 C to 142.4 C resulted in more final extrusion weighing 21 grams at a temperature of 110.7 in 06:41 minutes. By using a temperature of 112.1°C / 110.7 C (T1/T2) alone, the heating process can make the plastic material in the barrel soften and not melt too much. So that with such material conditions, the screw can easily carry out the extrusion process without leaving any residual material in the barrel. The use of a temperature that is not too high than the melting point will produce a smoother surface when compared to the use of temperatures above the melting point.

Keywords : Temperature, Polyethylene, heating

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) ” 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 terimakasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Bapak Khairul Ummurani, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji III yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Riadini Wanty Lubis, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji IV yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, ST, M.T selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi, ST, MT selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik Mesin 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 keteknikmesinan pada penulis.

7. Bapak/ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis : Yunhadi dan Lilis Suryani, yang telah bersusah payah membesarkan dan mendidik penulis hingga sekarang ini.
9. Istri dan anak penulis : Astrid Pasadena Harahap,S.Pd. dan Kamila Ghina Azzahra, yang telah banyak memberi dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis : Feri Pranata, Chairul Majid, Faisal Ardiansyah, Supriadi, Yudi Gunawan, Jumadi, Ajiprayoga, Sudarman Nur Abdi, Arimuddin, yang telah memberikan dukungan.

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 pengembangan ilmu keteknikmesinan.

Medan,16 Maret 2022

Febri Muhamad Rozi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. High Density Polyethylene	4
2.1.1. Karakteristik HDPE	6
2.2. Ekstrusi	7
2.2.1. Komponen Mesin Ekstrusi	9
2.2.2. Jenis – jenis Ekstrusi	11
2.2.3. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Ekstrusi	12
2.2.4. Proses Ekstrusi Plastik	13
BAB 3 METODOLOGI	16
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.1.1 Tempat	16
3.1.2 Waktu	16
3.2. Bahan dan Alat	16
3.2.1. Mesin Ekstruder	16
3.2.2. Timbangan <i>Digital</i>	19
3.2.3. Thermometer <i>Digital</i>	20
3.2.4. <i>Tachometer</i>	20
3.2.5. <i>Ammeter</i>	21
3.2.6. <i>Dies</i>	21
3.2.7. Biji Plastik HDPE	22
3.3. Bagan Alir Penelitian	23
3.3.1. Penjelasan Bagan Alir	24
3.4. Rancangan Alat Penelitian	25
3.5. Prosedur Penelitian	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Pengujian	30

4.1.1	Data Hasil Pengujian Proses Produksi Pipa Plastik	30
4.2.	Hasil Pengujian	32
4.3.	Pembahasan Penelitian	35
4.3.1	Penurunan Kecepatan <i>Screw</i>	35
4.3.2	Suhu Barrel	35
4.3.3	Hasil Ekstrusi	36
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1.	Kesimpulan	38
5.2.	Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SK PEMBIMBINGAN

BERITA ACARA SEMINAR

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat- sifat termoplastik yang umum digunakan (Hadi,2018)	4
Tabel 2.2 <i>Thermophysical properties of HDPE</i> (Thakare et al.,2015)	7
Table 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian Proses Produksi Pipa HDPE	16
Table 4.1 Data Percobaan	32
Table 4.2 Hasil Ekstrusi	37

DAFTAR GAMBAR

Gamabr 2.1 Schematic of linear and branched arrangements	5
Gambar 2.2 Rantai Polyethylene (HDPE)(Henri,2018)	6
Gambar 2.3 Mesin Ekstrusi (Koçak, 2018)	8
Gambar 2.4Ektruder Screw (Rauwendaal, 2018)	9
Gambar 2.5Ekstruder barrel (Rauwendaal, 2018)	10
Gambar 2.6 Feed throat (Rauwendaal, 2018)	10
Gambar 2.7 Hopper (Rauwendaal, 2018)	11
Gambar 2.8 Proses ekstrusi	15
Gambar 3.1 Conventional single screw extruder	17
Gambar 3.2Barrel & Screw	18
Gambar 3.3Hopper	18
Gambar 3.4 Motor listrik (dynamo)	18
Gambar 3.5 Control Panel	19
Gambar 3.6 Induction Heater	19
Gambar 3.7 Timbangan Digital SF-400	20
Gambar 3.8 Thermometer Digital GM1312	20
Gambar 3.9 Tachometer GM8905	21
Gambar 3.10 Ammeter wanf D02A	21
Gambar 3.11 Dies	22
Gambar 3.12 Biji plastik HDPE	22
Gambar 3.13 Rancangan Alat Penelitian	25
Gambar 3.14 Sambungan Listik Mesin	26
Gambar 3.15 Saklar Heater	26
Gambar 3.16 Speed Control Screw	27
Gambar 3.17 Berat Biji Plastik	27
Gambar 3.18 Proses Ekstrusi	28
Gambar 3.19 Posisi T1 dan T2	28
Gambar 3.20 Berat Hasil Ekstrusi	29
Gambar 4.1 Hasil Ekstrusi Dengan Suhu 100°C	30
Gambar 4.2 Hasil Ekstrusi Dengan Suhu 110°C	31
Gambar 4.3 Hasil Ekstrusi Dengan Suhu 120°C	31
Gambar 4.4 Hasil Ekstrusi Dengan Suhu 130°C	31
Gambar 4.5 Hasil Ekstrusi Dengan Suhu 140°C	32
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Massa Akhir dengan T1	33
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Massa Akhir dengan T2	33
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Daya dengan T1	34
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Daya dengan T2	34
Gambar 4.10 Penurunan Kecepatan Screw (1) kecepatan awal, (2-3) kecepatan turun	35
Gambar 4.11 Suhu Panel dan Suhu <i>Barrel</i>	36
Gambar 4.12 Hasil Ekstrusi Akhir	36

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi sampah nasional menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik. Kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik.

Persoalan sampah bukan lagi sekedar masalah kebersihan dan lingkungan saja, akan tetapi sudah menjadi persoalan sosial yang berpotensi menimbulkan konflik. Semua kota di Indonesia memiliki manajemen sampah yang sama yaitu menggunakan metode kumpul – angkut – buang yang merupakan metode manajemen persampahan yang masih klasik yang akhirnya berubah menjadi praktek pembuangan sampah secara sembarangan tanpa mengikuti ketentuan teknis dilokasi yang sudah ditentukan. Pengolahan sampah plastik menjadi masalah sebab plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga pengolahan sampah plastik dengan *landfill* maupun *open dumping* tidak dapat dilakukan.

Plastik merupakan produk material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang terpakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Berdasarkan jenis produknya terdapat 6 jenis, yaitu : *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Dendensity Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS) (Wahyudi et al., 2018).

Salah satu jenis sampah plastik yang memiliki potensi penyebab kekumuhan yang paling besar kedua adalah HDPE (*High Density Polyethylene*), karena HDPE merupakan plastik yang paling banyak sekali dimanfaatkan untuk kemasan keperluan rumah tangga seperti botol susu, botol shampo,botol sabun cair, botol, pipa air, kosmetik, kursi lipat,botol pelumas dll. Hal ini disebabkan oleh sifat

HDPE yang tahan panas dan tahan terhadap bahan kimia sehingga HDPE memiliki aplikasi yang sangat luas (Masyruroh & Rahmawati, 2021).

Untuk menangani sampah plastik perlu dilakukan dengan konsep 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah menggunakan kembali barang – barang yang terbuat dari plastic, *reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang – barang yang sekali pakai dan *recycle* adalah mendaur ulang barang – barang yang terbuat dari plastik. Dari konsep 3R tersebut maka beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan kembali plastic yang telah dibuang ke lingkungan, dalam hal ini menggunakan konsep *recycle* (Purwaningrum, 2016). *Recycle* sebenarnya adalah langkah yang paling banyak dilakukan. Produk bekas atau daur ulang sendiri sebenarnya lebih fleksibel, bahkan kerap memiliki nilai ekonomis.

Proses ekstruksi adalah pengolahan yang bersifat kontinyu melalui proses *mixing, kneding, shearing, cooling* dan *shaping* dengan cara mendorong bahan mentah yang akan diolah keluar melalui lubang cetakan. Lebih dari 66% plastik diproses melalui pencetakan injection dan ekstrusi. Ekstrusi plastik adalah proses manufaktur volume tinggi dimana plastik mentah dilebur dan dibentuk menjadi profil kontinyu. Ekstrusi menghasilkan barang-barang seperti pipa/tubing, bingkai jendela, film plastik, terpal, pelapis termoplastik dan isolasi kawat. Proses ini dimulai dengan memasukkan bahan plastik (pellet, butiran, serpihan atau bubuk) dari *hopper* ke dalam *barrel* ekstruder. Bahan secara bertahap dilebur oleh energy mekanik yang dihasilkan dengan memutar *screw* dan oleh pemanas yang diatur disepanjang *barrel*. Polimer cair kemudian dipaksa melewati *dies* yang membentuk polimer menjadi bentuk yang mengeras selama pendinginan. Keuntungan dari proses ekstruder adalah pengisian material pada hopper dapat dilakukan secara kontinyu yang dapat mengkompensasi penyusutan material. HDPE memiliki keunggulan dari polyethylene lainnya yaitu sebagai sifat mekanik yang baik seperti kekuatan tinggi, tekan, tarik, kakuatan tinggi, titik cair dan kristalinitas (Faisal & Herianto, 2019).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka saya melakukan penelitian yang berjudul “ Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis *High Density Polyethylene* (HDPE).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik beberapa hal yang menjadi permasalahan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja mesin ekstruder pada proses produksi pipa plastik HDPE.

1.3 Ruang Lingkup

1. Penelitian proses produksi pipa plastik HDPE menggunakan mesin ekstrusi
2. Material utama dalam pembuatan pipa adalah biji plastic HDPE
3. Variasi suhu yang dikembangkan 100°C,110°C,120°C,130°C,140°C.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk menganalisa hasil peleburan biji plastik dengan variasi suhu 100°C,110°C,120°C,130°C,140°C.
2. Untuk mengetahui dan menentukan temperatur suhu ideal pada proses ekstrusi.
3. Untuk mengidentifikasi faktor penentu yang mempengaruhi dalam proses produksi pipa plastik.

1.5 Manfaat

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat baik bagi masyarakat mau pun pembaca. Berikut merupakan manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian yang dilakukan.

1. Agar penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang proses produksi pipa plastik HDPE dengan menggunakan mesin ekstruder.
2. Agar hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 High Density Polyethylene

Termoplastik adalah jenis plastik yang melunak jika mengalami pemanasan dan akan mengeras jika mengalami pendinginan. Proses pelunakan dan pengerasan termoplastik dapat berlangsung berulang kali. Penamaan termoplastik diperoleh dari pembentukan ulang sifat plastik dengan proses pemanasan. Termoplastik mengandung resin hidrokarbon dan manik-manik kaca. Secara sederhana termoplastik adalah jenis plastik yang bisa didaur ulang. Termoplastik dibentuk menjadi produk jadi melalui proses *injection molding*, *blow molding*, *extrusi* (Ashby et al., 2018).

Termoplastik memerlukan panas untuk membentuknya, dan pendinginan untuk mempertahankan bentuknya. Bahan tersebut dapat dipanaskan dan dibentuk ulang ke dalam bentuk baru untuk beberapa kali tanpa perubahan nyata dari sifat – sifatnya (Hadi, 2018). Sifat – sifat termoplastik yang umum digunakan sebagaimana pada table 2.1.

Tabel 2. 1 Sifat – sifat termoplastik yang umum digunakan (Hadi, 2018)

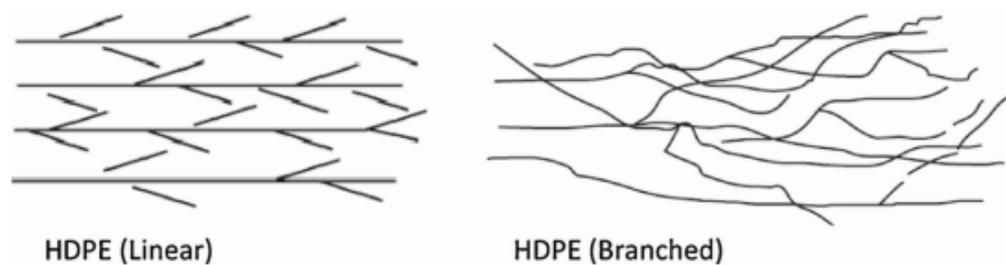
Polimer	State	T_g °C	Max. temp. °C	Tensile Strength MPa	Tensile Modulus GPa	Percentage Elongation	Impact Property
Polyethylene							
High density	SC	-120	125	22-38	0.4-1.3	50-800	2
Low density	SC	-90	85	8-16	0.1-0.3	100-600	3
Polypropylene	SC	-10	150	30-40	1.1-1.6	50-600	2
Polyvinyl chloride							
With no plasticiser	G	87	70	52-58	2.4-4.1	2-40	2
With low plasticizer	G		100	28-42		200-250	2

Keterangan dalam table :

Untuk kondisi semikristalin (SC), dalam keadaan bening/*amorf/glass* (G), sifat hasil uji pukul (*impact property*), 1: getas, 2: tangguh bila tidak ditakik

(*unnotched*), tetapi getas jika ditakik, dan 3: tangguh dalam semua kondisi pada sekitar suhu 120°C.

High density polyethylene (HDPE) adalah termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Dibutuhkan 1,75 kg minyak bumi (dalam hal energy dan bahan baku) untuk membuat 1kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang dan memiliki nomer 2 pada simbol daur ulang. HDPE merupakan bahan termoplastik yang terdiri dari atom karbon dan hydrogen yang bergabung membentuk produk dengan berat molekul tinggi. Gas metana diubah menjadi etilen, kemudian dengan penerapan panas dan tekanan menjadi polietilen. Rantai polimer mungkin memiliki panjang 500.000 – 1.000.000 unit karbon. HDPE memiliki struktur linier dengan sedikit atau panjang dengan molekul rantai utama, semakin banyak jumlah atom akibatnya semakin besar berat molekulnya. HDPE memiliki proporsi daerah kristalin yang lebih besar dari pada LDPE. Ukuran dan distribusi ukuran daerah kristali merupakan penentu kekuatan tarik dan ketahanan retakan terhadap lingkungan dari produk akhir (Kumar et al., 2011).

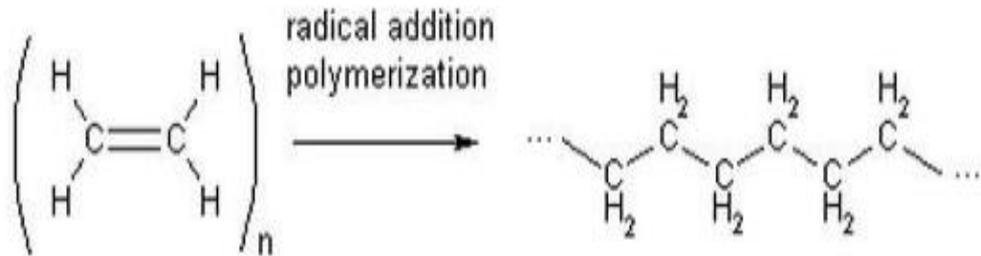


Gambar 2. 1Schematic of linear and branched arrangements (Kumar et al., 2011)

HDPE adalah resin yang liat, kuat dan kaku sering dibentuk dengan cara meniupnya. Rumus molekulnya adalah $(-CH_2-CH_2-)_n$. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan jenis katalis dalam produksinya dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, pipa HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi.

HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperature tinggi (120°C). HDPE dapat ditemukan pada botol susu, botol deterjen, botol obat, botol oil mesin, botol shampoo, kemasan jus, botol sabun, kemasan kopi dan botol sabun bayi. HDPE sebuah polimer termoplastik linear yang dibuat dari monomer etilen.

Merupakan salah satu jenis polimer dengan kerapatan tinggi bersifat fleksibel, tahan benturan, tahan suhu rendah, bahkan tahan suhu air beku dan juga tahan terhadap bahan kimia dan harganya yang ekonomis (Henri, 2018).



Gambar 2.2 Rantai *Polyethylene* (HDPE) (Henri, 2018)

2.1.1 Karakteristik HDPE

HDPE dikenal dengan rasio kekuatan terhadap kepadatannya yang tinggi. Kepadatan HDPE berkisar antara 930 hingga 970 kg/m³ (Omar et al., 2012). Meskipun HDPE hanya sedikit lebih tinggi dari pada LDPE, HDPE memiliki sedikit percabangan yang memberikan gaya anatarmolekul dan kekuatan tarik yang lebih kuat (38 MPa versus 21MPa) dari pada LDPE (Askeland et al., 2003). Perbedaan kekuatan dan kepadatan ini menjadikan HDPE memiliki nilai yang tinggi. Hal ini juga menjadikan HDPE menjadi lebih keras dan buram yang dapat menahan suhu lebih tinggi (120° C/248°F) untuk waktu yang singkat). HDPE tahan terhadap banyak pelarut yang berbeda, sehingga tidak dapat direkatkan. Sambungan pipa harus dibuat dengan pengelasan/pemanasan. Sifat fisik HDPE dapat bervariasi tergantung pada proses pencetakan yang digunakan untuk memproduksi sampel tertentu sampai tingkat tertentu. Faktor penentu adalah metode pengujian standar internasional yang digunakan untuk mengidentifikasi sifat – sifat tertentu. Karena sifat – sifat yang diinginkan ini, pipa yang dibuat dari HDPE idealnya dapat digunakan untuk air minum dan air limbah.

Tabel 2.2 Thermophysical properties of HDPE (Thakare et al., 2015)

Density	940 kg/m ³
Melting point	130.8 °C.
Temperature of crystallization	111.9 °C.
Latent heat of fusion	178.6 kJ/kg.
Thermal conductivity	0.44 W/m.°C. at °C.
Specific heat capacity	1330 to 2400 J/kg-K
Specific heat (solid)	1.9 kJ/kg. °C.
Crystallinity	60%

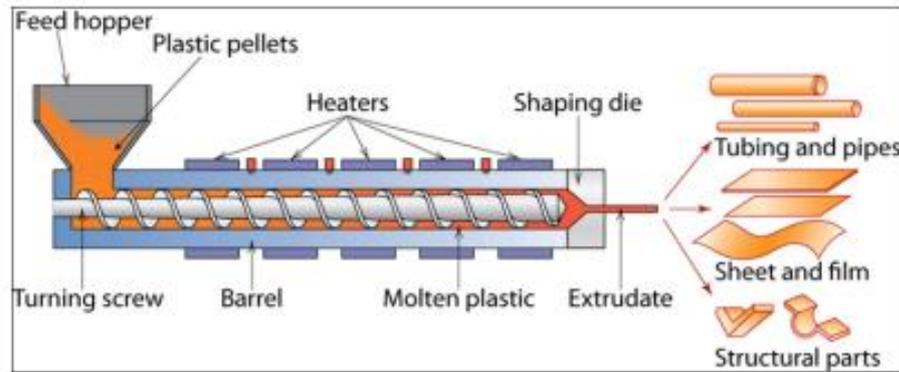
2.2 Ekstrusi

Irawan & Bisono (2018) melalui jurnalnya memaparkan, Ekstrusi adalah proses untuk membuat benda dengan penampang tetap. Keuntungan dari proses ekstrusi adalah bisa membuat benda dengan penampang yang rumit, bisa memproses bahan yang rapuh karena pada proses ekstrusi hanya bekerja dengan tekanan, sedangkan tegangan tarik tidak ada sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja dan plastik adalah contoh bahan yang paling sering diproses dengan ekstrusi.

Proses ekstrusi bahan plastik mempunyai prinsip yang hampir sama untuk ekstrusi logam hanya saja dalam mengekstrusi bahan polimer tidak lagi menggunakan ram seperti halnya ekstrusi logam. Tetapi menggunakan screw. Bahan baku yang digunakan dalam proses ekstrusi termoplastik ini juga berbeda dengan ekstrusi bahan logam. Jika pada ekstrusi logam bahan baku yang dimasukkan dalam bentuk batangan, plat atau pun lembaran. Pada ekstrusi polimer bahan baku yang digunakan adalah dalam bentuk biji plastik (pellet).

Secara umum ekstrusi pada termoplastik adalah suatu proses pembentukan material dengan cara dipanaskan hingga mencapai titik leleh dan melebur akibat panas dari luar atau akibat panas gesekan yang kemudian dialirkan ke cetakan oleh screw untuk menghasilkan material dengan bentuk penampang sesuai bentuk lubang cetakan (die). Proses ekstrusi adalah proses continue yang menghasilkan beberapa produk seperti, film plastik, tali, pipa, pellet, lembaran plastik, fiber, filament, selubung kabel, dan beberapa produk lainnya. Mesin ekstrusi untuk

termoplastik umumnya terdiri dari sebuah screw tunggal (single screw) atau juga dikatakan berkekuatan power screw, namun pada saat ini telah dikembangkan juga mesin ekstrusi plastik dengan menggunakan screw double dan multi. Mesin ekstrusi ini mempunyai bagian utama berupa sebuah poros berulir (screw) yang berfungsi untuk mendorong dan menekan pellet hingga keluar dari die. Bagian utama alat ekstruder ini adalah seperti gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3 Mesin Ekstrusi (Koçak, 2018)

Dalam prosesnya bahan baku polimer berbentuk pellet dimasukan ke dalam hopper, material akan turun dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan masuk ke dalam screw yang berputar. Putaran screw akan mengendalikan pergerakan material disepanjang barel. Pada awalnya, electric heater digunakan untuk melelehkan material padat, mencampurkan, dan selanjutnya material mekanik akan menimbulkan panas tambahan untuk menjaga material agar tetap cair. Dalam beberapa kasus, panas yang disalurkan pada saat proses pencampuran dan pemotongan sudah cukup dan tidak membutuhkan pemanasan secara eksternal. Material akan melewati barrel menuju kebagian die dengan menggunakan sebuah poros yang berulir yang berbentuk helical (screw conveyer). Srew memiliki beberapa fungsi sesuai dengan bagiannya.

Berikut adalah tiga bagian dari screw beserta fungsinya (Irawan & Bisono, 2018) :

- a. Feed section, bagian dimana material mentah akan bergerak dari hopper dan dipanaskan terlebih dahulu (preheat)
- b. Compression section, bagian dimana polimer akan berubah bentuk menjadi cair, udara yang terperangkap di sekitar barrel akan hilang, dan material dimampatkan.

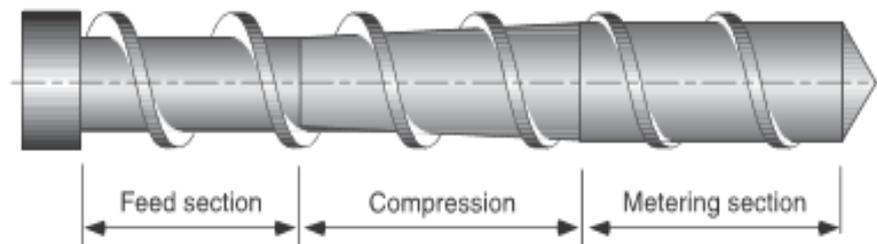
- c. Metering section, bagian dimana material cair akan homogeny dan tekanan yang cukup dapat memompanya melewati bagian cetakan.

2.2.1 Komponen mesin *extruder*

Seperti yang dikatakan Rauwendaal (2018), mesin *Extruder* terdiri beberapa komponen dalam 1 unitnya. semua komponen mempunyai peran penting dalam setiap proses produksi yang dikerjakan. Diantaranya sebagai berikut :

1. Extruder Screw

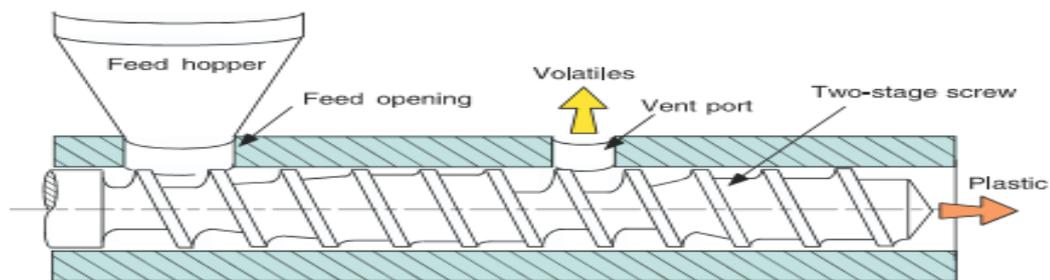
Inti dari extruder adalah *screw*, ini adalah silinder panjang dengan *helical flight* yang melilitnya. Lihat pada gambar 2.4, *screw* sangat penting sebagai pengangkut, pemanas, pelebur dan pencampuran plastic sebagian besar ditentukan oleh *screw*. Stabilitas proses dan kualitas produk yang diektrusi sangat tergantung pada desain *screw*.



Gambar 2.4 Ektruder Screw (Rauwendaal, 2018)

2. Extruder Barrel

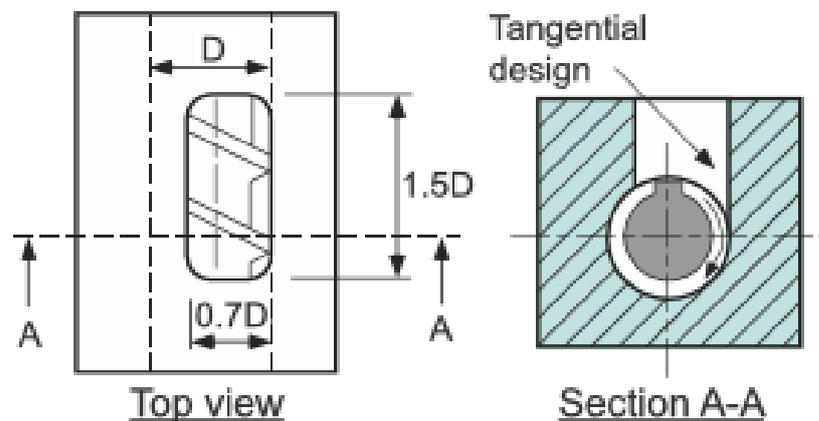
Disebut *cylinder barrel extruder*. Barrel adalah selinder lurus yang biasanya dilengkapi dengan *bimetallic liner*. *Liner* ini adalah lapisan integral yang keras dengan keausan yang tinggi. Dalam banyak kasus, ketahanan aus barrel harus lebih baik dari pada *screw*. Alasannya adalah bahwa *screw* jauh lebih mudah untuk di buat kembali dan diganti dari pada *barrel*. *Barrel bimetallic* biasanya sangat susah untuk diperbaiki kembali. *Barrel* mungkin memiliki lubang ventilasi di mana *volatile* dapat dikeluarkan dari plastic. Lihat gambar 2.4, proses yang disebut *devolatilization*. Contohnya adalah perpindahan uap air dari plastic *higroskopis*. Pengekstrusian dengan ventilasi harus menggunakan geometri *screw* khusus untuk mencegah lelehan plastic keluar dari ventilasi. *Screw* semacam ini disebut “*srew dua tahap*”, lihat gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ekstruder barrel (Rauwendaal, 2018)

3. Feed Throat

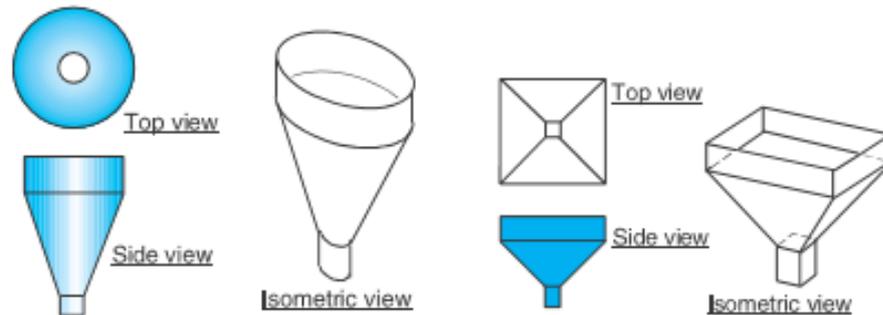
Feed throat terhubung ke barrel dimana bahan plastic dimasukan ke ekstruder. *Feed throat* biasanya memiliki pendingin air karena harus menjaga suhu pada *feed throat* cukup rendah untuk menjaga partikel plastic menempel ke dinding. Meningkatkan kemampuan asupan pemakanan, pembukaan pakan dapat diimbangi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 dan memiliki bentuk memanjang. Panjang bukaan umpan harus sekitar 1,5 kali diameter *barrel* dan lebarnya sekitar 0,7 kali diameter *barrel*. Beberapa ekstruder tidak memiliki *feed throat* terpisah, tetapi bukaan umpan dibuat *chined* tepat ke dalam *barrel* ekstruder. Ada kelebihan dan kekurangannya, keuntungannya adalah biaya lebih rendah, suku cadang lebih sedikit, dan tidak ada masalah dengan keselarasan *barrel* ke *feed throat*. Kekurangannya adalah lebih sulit untuk membuat penghalang termal antara daerah panas *barrel* dengan daerah dingin *feed throat* dan pendinginan lebih sulit.



Gambar 2.6 Feed throat (Rauwendaal, 2018)

4. Feed Hopper

Feed throat terhubung ke *hopper* dan *barrel* ekstruder. *Hopper* menampung pellet atau bubuk plastic dan menyalurkan material kedalam *feed throat*. *Hopper* harus dirancang untuk memungkinkan aliran material yang stabil. Kestabilan aliran paling baik dicapai dengan *hopper* melingkar dengan transisi bertahap dalam kerucut bagian *hopper*. Lihat gambar 2.7.



Gambar 2.7 Hopper (Rauwendaal, 2018)

2.2.2 Jenis – jenis ekstrusi

Menurut jurnal yang ditulis oleh Ikam, 2016. Jenis ekstrusi dapat dibedakan dari cara perlakuan terhadap material yang akan dibentuk. *Die* yang digunakan untuk proses ekstrusi pada setiap 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 temperature tertentu terhadap material yang akan diekstrusi. Seperti untuk pengerjaan panas yang lainnya, ekstrusi dengan pemanasan saat dibutuhkan panas yang sangat tinggi. Pada ekstrusi ini resiko terjadinya deformasi sangat besar terhadap hasil akhir. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pendinginan untuk menurunkan temperature 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.

1. Ekstrusi dingin

Ekstrusi dingin disini tidak menggunakan metode pemanasan seperti halnya ekstrusi panas, tetapi hanya menggunakan temperature 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 :

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

2. *Impact* ekstrusi

Impact ekstrusi sama dengan ekstrusi tidak langsung dan sering kali dimasukkan dalam kategori ekstrusi dingin. Ketebalan pipa ekstrusi lebih kecil dibandingkan *die*. Hal ini dimaksud agar material atau plat yang akan diekstrusi dengan mengisi ruang kosong pada sisi *die*.

3. *Hydrostatic exstrusion*

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 pertambahan 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 temperature tuang 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.

2.2.3 Faktor – factor yang mempengaruhi ekstrusi

Ada beberapa factor yang mempengaruhi pada proses ekstrusi suatu material (Ikam, 2016). Beberapa factor tersebut antara lain :

1. Jenis ekstrusi : jenis ekstrusi haruslah disesuaikan dengan jenis material yang akan digunakan.
2. Suhu kerja : setiap jenis ekstrusi mempunyai suhu kerja sendiri sendiri tergantung jenis material yang akan diekstrusi.
3. Reduksi penampang : penampang yang akan dipakai untuk setiap ekstrusi sangat tergantung pada kualitas bahan dan keadaan permukaan.
4. Gesekan : gesekan dapat terjadi pada semua komponen yang bersinggungan tidak terkecuali pada proses ekstrusi.

2.2.4 Proses ekstrusi plastik

Dalam ekstrusi plastik, bahan baku biasanya dalam bentuk *nurdles* (manik – manik kecil, sering disebut resin) yang diumpangkan secara gravitasi dari *hopper* yang dipasang diatas masuk kedalam *barrel* ekstruder. Aditif seperti pewarna dan penghambat UV sering di gunakan dan dapat dicampur kedalam resin sebelum sampai di *hopper*. Proses ini banyak kesamaan dengan *plastic injection molding* dari sudut teknologi ekstruder, meskipun berbeda karena biasanya merupakan proses yang berkesinambungan. Sedangkan pultrusi dapat menawarkan banyak profil serupa dalam panjang yang terus menerus, biasanya dengan tambahan penguat. Ini dapat dilakukan dengan menarik produk jadi dari cetakan pada saat lelehan polimer melewati cetakan (*die*).

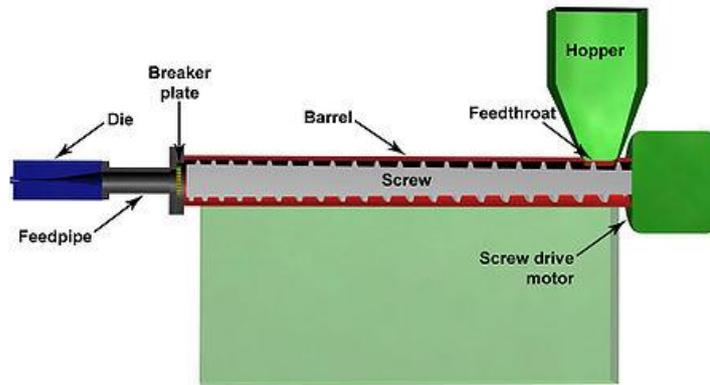
Bahan masuk melalui lubang umpan pada *barrel*, dan *screw* yang berputar memaksa butiran plastik menuju kedalam ruang pemanasan. Dalam sebagian besar proses pemanas diatur pada *barrel* dimana ada 3 atau lebih zona pemanas yang dikontrol oleh kontrol personal (PID) secara bertahap untuk meningkatkan suhu *barrel* dari belakang sampai depan.

Panas ekstra diperoleh dari tekanan kuat dan gesekan yang terjadi didalam *barrel*. bahkan, jika jalur ekstrusi berjalan cukup cepat maka pemanas dapat dimatikan dikarenakan suhu leleh dipertahankan oleh tekanan dan gesekan didalam *barrel*. Disebagian besar ekstruder, kipas pendingin digunakan untuk menjaga suhu dibawah nilai yang ditetapkan jika terlalu banyak panas yang dihasilkan. Jika pendinginan udara terbukti tidak mencukupi maka *cooling jackets* yang digunakan.

Pada bagian depan *barrel*, plastik cair akan melewati *screw* dan berjalan melewati *screen pack* untuk menghilangkan kontaminan dalam lelehan. *Screen* diperkuat oleh *breaker plate* karena tekanan pada titik ini dalam melebihi 5000 psi (34MPa). Pemasangan *screen pack* ini juga berfungsi untuk menciptakan tekanan balik dalam ruang pemanas. Tekanan balik diperlukan untuk peleburan seragam dan pencampuran polimer yang tepat, dan beberapa banyak tekanan yang dihasilkan dapat diubah dengan memvariasikan komposisi *screen pack*. Kombinasi *breaker plate* dan *screen pack* ini juga menghilangkan *rotational memory* dari plastik cair dan sebagai gantinya menciptakan *memory longitudinal*.

Setelah melewati *breaker plate*, plastic cair memasuki cetakan. Cetakan inilah yang memeberikan profil produk akhir dan harus dirancang agar plastik cair mengalir secara merata dari profil selinder ke bentuk profil produk. Produk yang dihasilkan harus didinginkan dan biasanya dilakukan dengan cara menarik hasil ekstrusi melalui penampang air. Plastik adalah isolator termal yang sangat baik dan oleh karena itu sulit untuk didinginkan dengan cepat. Dibandingkan dengan baja, plastic menghantarkan panasnya 2000 kali lebih lambat. Didalam ekstrusi tabung atau pipa, penampang air tertutup dan dilakukan vakum yang dikontrol dengan hati – hati untuk menjaga tabung atau pipa yang baru terbentuk tidak remuk. Untuk produksi seperti terpal plastic, pendinginan di dapatkan dengan cara menarik melalui satu set gulungan pendigin. Untuk film dan terpal yang sangat tipis, pendinginan udara dapat efektif sebagai tahap pendinginan awal, seperti pada ekstrusi film tiup.

Ekstrusi plastik juga banyak digunakan memproses ulang sampah plastik atau bahan mentah lainnya setelah dibersihkan, disortir dan dicampur. Haban ini biasanya diekstrusi menjadi filament yang cocok untuk dipotong menjadi pellet untuk digunakan sebagai bahan untuk proses lebih lanjut.



Gambar 2. 8 Proses ekstrusi
(https://en.wikipedia.org/wiki/File:Extruder_section.jpg)

Bahan plastic yang digunakan dalam ekstrusi termasuk tidak terbatas, diantaranya : *polyethylene* (PE), *polypropylene*, *acetal*, *acrylic*, *nylon*, *polystyrene*, *polyvinyl chloride* (PVC), *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dan *polycarbonate*

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu penelitian

3.1.1 Tempat

Kegiatan penelitian proses daur ulang limbah plastik jenis *high density polyethylene* (HDPE) menggunakan mesin ekstruder ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera utara.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti yang tertera pada table 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Jadwal kegiatan penelitian proses produksi pipa HDPE

No	Uraian Kegiatan	Waktu					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■	■	■		
3	Survey Lokasi			■	■	■	
4	Pengumpulan Data				■	■	■
5	Hasil dan Pembahasan					■	■

3.2 Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini di gunakan sebuah mesin ekstrusi dan beberapa alat bantu ukur dan lainnya seperti berikut :

3.2.1 Mesin ekstruder

Mesin ekstruder adalah mesin yang digunakan dalam proses ekstruksi. Proses ekstrusi adalah rangkaian dimana pencampuran bahan, peleburan bahan, dan pada proses akhirnya adalah pencetakan. Prinsip ekstrusi adalah proses melelehkan material dengan suhu panas dari luar atau gesekan yang kemudian

dialirkan ke *die* oleh screw yang kemudian dibuat produk sesuai bentuk yang diinginkan secara kontinyu.



Gambar 3. 1 *Conventional single screw extruder*

Spesifikasi dari mesin ekstruder yang digunakan :

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Tipe extruder | : <i>Conventional single screw extruder</i> |
| 2. Kapasitas | : 5 – 10 kg/jam |
| 3. PxLxT | : 85 x 50 x120 cm |
| 4. Berat | : 35 kg |
| 5. Dia. Screw | : 27,5 mm |
| 6. P. screw total | : 600 mm |
| 7. Fed, Met, Comp sect | : 180 mm, 160 mm, 150 mm |
| 8. Mat. (Screw & Barrel) | : Stainlees steel 304 |
| 9. Daya pemanas | : 650 watt (3x150 watt + 200 watt) |

Berdasarkan gambar 3.1, komponen utama mesin extruder terdiri dari :

1. *Barrel* dan *Screw*

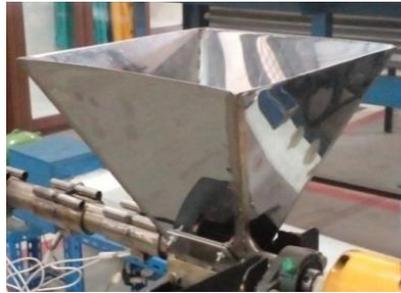
Berfungsi untuk melelehkan, mencampur, dan mendorong material palstik dari hopper menuju ke bagian *nozzle*. Pada barrel juga terdapat 4 buah *band heater* yang dapat mengatur temperature selama proses pelelehan dilakukan.



Gambar 3. 2Barrel & Screw

2. Hopper

Wadah besar yang berbentuk piramida terbalik atau kerucut yang digunakan dalam proses industry untuk menahan bahan yang dapat mengalir dalam bentuk apapun serta mengarahkan material menuju ke bagian *barrel*.



Gambar 3. 3Hopper

3. Motor listrik atau dynamo

Berfungsi untuk mengatur kecepatan putar *screw* saat mencampur ataupun mendorong material plastik. *Dynamo* yang di sambungkan pada *screw* melalui sebuah coupling menghasilkan gerakan putaran yang membuat semua bahan baku mengalir menuju ruang peleburan yang ada pada bagian dalam *barrel*.



Gambar 3. 4 Motor listrik (*dynamo*)

4. Control Panel

Terdiri atas rangkaian listrik mesin, *inverter*, *temperature controller*. *Inverter* berfungsi untuk mengatur kecepatan motor listrik AC dengan mengubah frekuensi inputnya. *Temperature controller* akan menunjukkan suhu actual yang didapat dari hasil pembacaan suhu *heater* dengan menggunakan *thermocouple*. *Set point* untuk suhu yang diinginkan juga dapat diatur pada bagian *temperature controller*.



Gambar 3. 5 Control Panel

5. Induction Heater

Sebuah alat pemanas dimana proses pemanasan bahan konduktif listrik seperti logam dengan induksi elektromagnetik. *Induction Heater* ini dipasangkan pada bagian sisi luar *barrel* dan diletakan pada 4 titik yang berbeda dengan tujuan menciptakan suhu yang berbeda-beda atau sama antara satu dengan yang lainnya pada barrel saat proses peleburan bahan plastik.



Gambar 3. 6 Induction Heater

3.2.2 Timbangan digital

Pada umumnya alat ini digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu benda yang berbentuk kecil dan ringan. Pada penelitian ini, timbangan digital digunakan untuk mengukur berat material sebelum dilebur dan sesudah dilebur

agar dapat mengetahui jumlah susut material yang tertinggal pada barrel mesin ekstrusi.



Gambar 3. 7 Timbangan Digital SF-400

3.2.3 Thermometer Digital

Fungsi thermometer biasa dikenal sebagai alat ukur suhu atau temperature, serta perubahan suhu. Fungsi thermometer sebagai alat ukur suhu sangat penting untuk berbagai aktivitas, termasuk industri, penelitian ilmiah, dan perawatan kesehatan. Dalam penelitian ini, fungsi thermometer digital adalah mengetahui temperature suhu yang diatur pada barrel agar mendapatkan temperature yang sesuai untuk proses peleburan.



Gambar 3. 8 Thermometer Digital GM1312

3.2.4 Tachometer

Tachometer merupakan alat yang digunakan untuk menguji kecepatan rotasi objek dari sebuah objek. Dalam penelitian ini, tachometer digunakan untuk mengetahui berapa kecepatan putar pada screw dalam proses melting. Dalam proses melting, kecepatan putar screw sangat penting. Maka dari itu tachometer dapat digunakan sebagai patokan dalam penentuan berapa kecepatan putar screw sesuai yang diinginkan.



Gambar 3. 9 Tachometer GM8905

3.2.5 Ammeter

Ammeter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus dalam sirkuit. Ammeter biasanya dihubungkan secara seri dengan rangkaian dimana arus akan diukur. Ammeter digunakan dalam penelitian ini agar dapat mengetahui konsumsi daya listrik pada tiap-tiap variable .



Gambar 3. 10 Ammeter wanf D02A

3.2.6 Dies

Ada beberapa cetakan yang digunakan dalam ekstrusi plastik. Meskipun mungkin ada perbedaan yang signifikan antara jenis dan kompleksitas cetakan. Semua cetakan memungkinkan dapat mengekstrusi secara terus menerus lelehan polimer. Seperti *dies* atau cetakan yang digunakan ini didesign berongga selinder pada bagian dalamnya sehingga lelehan biji plastik dapat memenuhi setiap ruang dan keluar dari cetakan dengan bentuk pipa sesuai yang di inginkan. *Dies* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3. 11 *Dies*

3.2.6.1 Langkah pembuatan *dies*

Pembuatan *dies* dilakukan dengan diawali mendesainnya menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor*. *Inventor* adalah sebuah aplikasi desain berbasis computer untuk mendesain mekanika 3d, simulasi, visualisasi dan dokumentasi yang dikembangkan oleh Autodesk.

Setelah hasil desain *dies* yang diinginkan telah selesai, desain gambar digunakan menjadi acuan pembuatan alat cetakan pipa. Cetakan atau *dies* dibuat menggunakan bahan *stainless steel*, bahan cetakan tersebut lalu diproses dengan menggunakan mesin hingga menjadi cetakan pipa yang sesuai dengan desain awal seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.11.

3.2.7 Biji Plastik HDPE

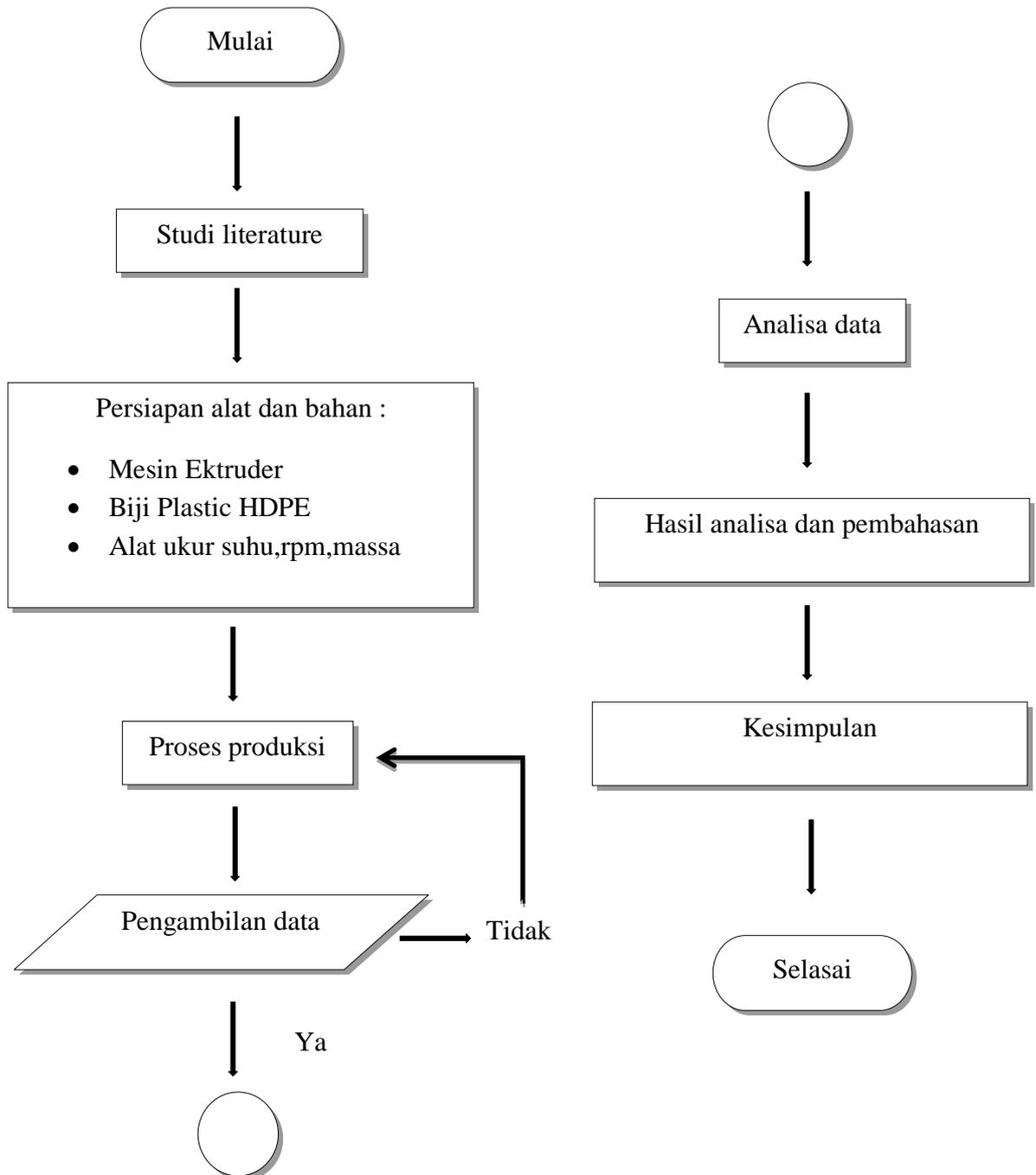
Bahan yang digunakan adalah biji plastik HDPE. Biji plastik dipilih dikarenakan agar mempermudah biji plastik masuk kedalam rongga screw pada saat berputar dan membawa biji plastik ke ruang pemanasan pada barell.



Gambar 3. 12 Biji plastik HDPE

3.3 Bagan Alir Penelitian

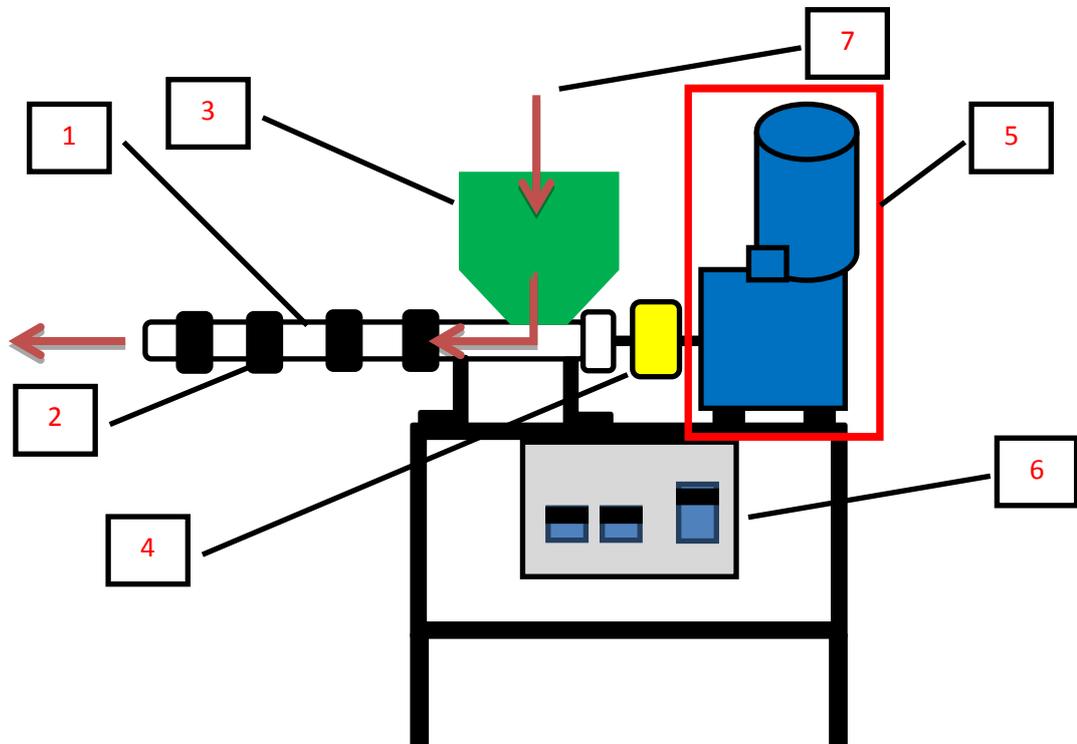
Bagan alir penelitian dapat dilihat sebagai berikut



3.3.1 Penjelasan Bagan Alir

1. Memulai penelitian, menetapkan judul “ Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis *High Density Polyethylene* (HDPE).
2. Studi literature, mencari jurnal yang membahas tentang HDPE, mesin ekstruder, pipa plastik.
3. Mempersiapkan alat dan bahan : mesin ekstruder, biji plastic HDPE, alat ukur dan alat bantu lainnya.
4. Menyalakan pemanas dan mengaturnya pada suhu 100°C pada percobaan pertama.
5. Menyalakan electro motor untuk memutar *screw* dan mengatur kecepatannya pada frekuensi 10 Hz.
6. Masukan material HDPE kedalam *hopper* untuk memulai ekstrusi pada mesin ekstruder
7. Mengambil data pada saat proses produksi berlangsung, data – data yang diambil diantaranya : temperatur, kecepatan putar *screw*, kecepatan produksi dari awal dimasukannya biji plastik sampai biji plastik menjadi pipa plasti, penggunaan daya mesin pada saat mesin beroperasi, dan menghitung selisih berat awal biji plastik sebelum peleburan sampai biji plastik menjadi pipa plastik.
8. Mengulang kembali proses ekstrusi dengan menggunakan temperatur yang berbeda (120-140 °C) pada percobaan kedua – kelima untuk diambil juga data-data yang diperlukan.
9. Menganalisa data – data yang telah diperoleh dan melakukan beberapa variasi uji coba lainnya untuk mendapatkan data yang berbeda.
10. Membahas hasil analisa dan menentukan factor – factor yang didapatkan pada saat produksi.
11. Berdasarkan perbandingan dan analisa data – data yang didapatkan, maka di buatlah kesimpulan mengenai apa saja yang dapat menjadi acuan pada saat proses produksi berlanjut. Hasil kesimpulan bisa saja berupa ketetapan penggunaan temperature, kecepatan screw yang digunakan dalam produksi pipa plastik yang lebih efisien.

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.13 Rancangan Alat Penelitian

Keterangan :

1. *Barrel dan screw*
2. *Band heater*
3. *Hopper*
4. *Coupling*
5. *Motor gearbox*
6. *Panel box*
7. Aliran proses ekstrusi

Melalui *hopper*, biji plastik dimasukkan lalu diteruskan ke dalam *barrel*. *Screw* yang berputar akan menghantarkan biji plastik ke ruang pemanas dan mendorong biji plastik menuju *die*.

3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan penelitian dan pengambilan data, terlebih dahulu dilakukan pengamatan dan pemeriksaan komponen dan instrument pada mesin ekstruder. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kesiapan mesin dalam menjalankan proses produksi pipa plastik HDPE. Jika ditemukan hal yang dapat mengganggu proses produksi dan pengambilan data, maka dilakukan perbaikan terlebih dahulu.

Adapun prosedur penelitian antara lain adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan Mesin Ekstruder

Menghidupkan mesin ekstruder dengan cara menyambungkan steker saklar mesin dengan listrik.



Gambar 3.14 Sambungan Listik Mesin

2. Mengatur Suhu

Sebelum mengatur suhu, terlebih dahulu menghidupkan *power heater* pada panel dengan cara memosisikan tuas saklar ke posisi *ON*. Setelah heater menyala, atur suhu sesuai dengan yang diinginkan (100 - 140°C).



Gambar 3.15 Saklar Heater

3. Menjalankan *Screw*

Screw dijalankan dengan cara memutar *tuning* pada *speed control* yang ada pada panel mesin. Kecepatan *screw* diatur pada frekuensi 10Hz sehingga menghasilkan kecepatan putaran yang rendah. Hal ini bermaksud untuk memberikan waktu yang cukup agar panas yang dihasilkan oleh *heater* dapat digunakan dengan efektif pada proses peleburan biji plastik saat berada didalam *barrel*.



Gambar 3.16 *Speed Control Screw*

4. Persiapan Bahan

Sebelum biji plastik dimasukkan kedalam *hopper*, biji plastik harus ditimbang terlebih dahulu dan dicatat untuk kelengkapan data. Berat biji plastik yang digunakan adalah sebanyak 20gram.



Gambar 3.17 Berat Biji Plastik

5. Proses Ekstrusi

Memulai proses ekstrusi dengan memasukan biji plastik ke dalam hopper sebanyak 20gram.

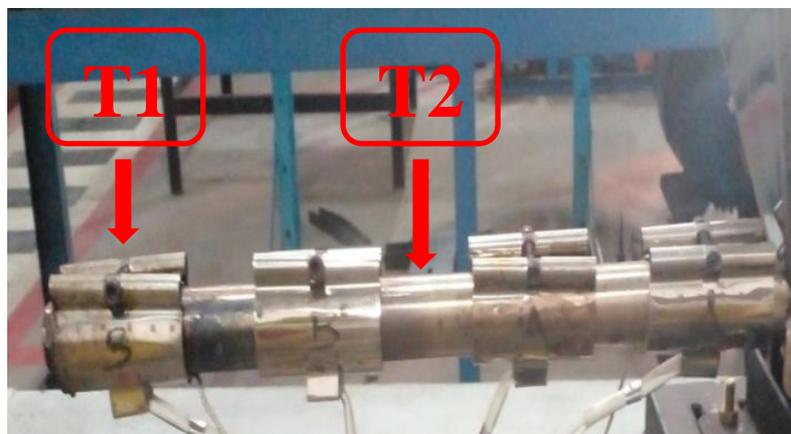


Gambar 3.18 Proses Ekstrusi

6. Pengambilan Data

Pada saat proses ekstrusi berjalan, dilakukan pengambilan data – data yang diperlukan yaitu kecepatan waktu ekstrusi menggunakan alat *stopwatch*, temperatur heater menggunakan alat *thermometer digital*, dan konsumsi daya listrik menggunakan alat *ammeter*.

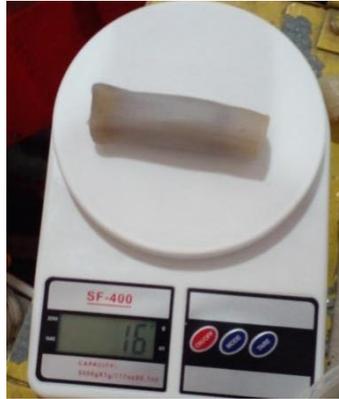
Untuk pengambilan data temperature, besaran suhu yang digunakan pada *barrel* diambil datanya menggunakan *thermometer digital* pada titik titik tertentu pada *barrel*. Gambar 3.18 dapat menjelaskan posisi data temperatur yang diambil pada saat proses ekstrusi.



Gambar 3.19 Posisi T1 dan T2

7. Menimbang Berat Hasil Ekstrusi

Setelah proses ekstrusi selesai, hasil ekstrusi akhir ditimbang kembali beratnya agar mengetahui perbandingan berat pada saat sebelum dan sesudah proses ekstrusi dilakukan.



Gambar 3.20 Berat Hasil Ekstrusi

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Berdasarkan pada hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data dan variable yang bisa menjawab persoalan – persoalan, serta memberikan suatu gambaran dengan data dalam bentuk table dan grafik.

Selanjutnya dibawah ini adalah bentuk data dari hasil percobaan dan pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian yang dilakukan pada mesin ekstruder.

4.1.1 Data hasil pengujian proses produksi pipa plastik

Pelaksanaan pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan ketentuan pengujian menggunakan temperature yang berbeda – beda yaitu 100°C,110°C, 120°C,130°C,140°C. Dalam penelitian ini, kecepatan *screw* ekstruder menggunakan frekuensi sebesar 10Hz dan jumlah biji plastik yang digunakan adalah sebanyak 20gram. Adapun hasil dan gambar pada saat pengujian dapat dilihat dibawah ini :

1. Pengujian ekstrusi menggunakan temperatur 100°C.

Hasil ekstrusi akhir yang didapat dengan berat akhir 17 gram dan panjang 7,5 cm dengan waktu ekstrusi 06:41 menit.



Gambar 4. 1 Hasil ekstrusi dengan temperatur 100°C

2. Pengujian ekstrusi menggunakan temperatur 110°C.

Hasil ekstrusi akhir yang didapat dengan berat akhir 21 gram dan panjang 12 cm dengan waktu ekstrusi 06:06 menit.



Gambar 4. 2 Hasil ekstrusi dengan temperatur 110°C

3. Pengujian ekstrusi menggunakan temperatur 120°C.

Hasil ekstrusi akhir yang didapat dengan berat akhir 16 gram dan panjang 8 cm dengan waktu ekstrusi 04:19 menit.



Gambar 4. 3 Hasil ekstrusi dengan temperatur 120 °C

4. Pengujian ekstrusi menggunakan temperatur 130°C.

Hasil ekstrusi akhir yang didapat dengan berat akhir 20 gram dan panjang 11 cm dengan waktu ekstrusi 05:20 menit.



Gambar 4. 4 Hasil ekstrusi dengan temperatur 130 °C

5. Pengujian ekstrusi menggunakan temperatur 140°C.

Hasil ekstrusi akhir yang didapat dengan berat akhir 20 gram dan panjang 11 cm dengan waktu ekstrusi 05:20 menit.



Gambar 4. 5 Hasil ekstrusi dengan temperatur 140°C

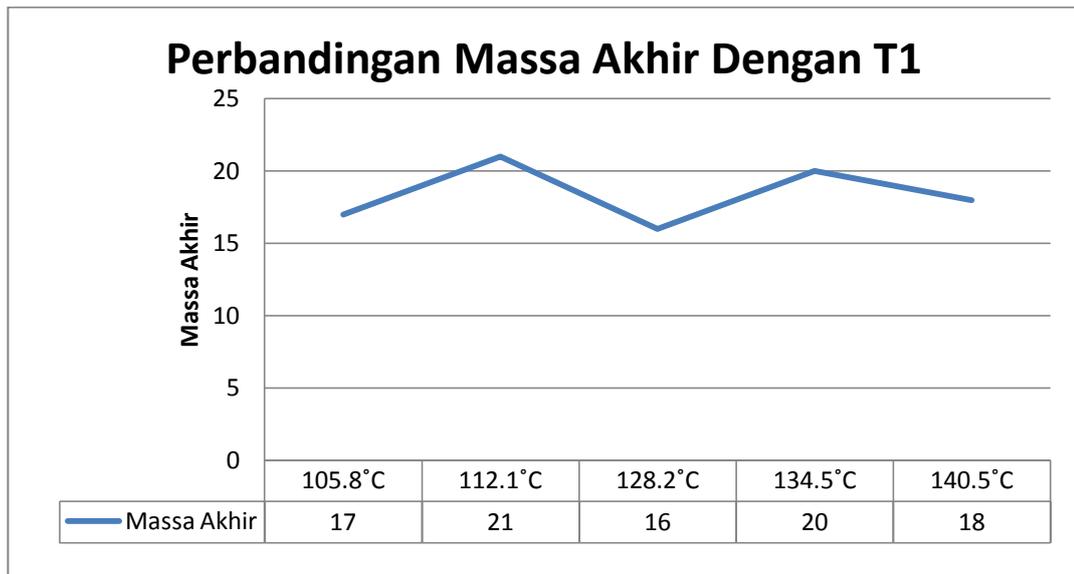
4.2 Analisa Data

Berdasarkan hasil percobaan pertama sampai percobaan ke lima, didapatkan data temperatur, dan kecepatan waktu produksi yang digunakan selama proses ekstrusi. Pada kelima percobaan tersebut terdapat perbedaan berat akhir material dan panjang material yang kemungkinan besar di pengaruhi oleh penggunaan temperatur yang mengakibatkan lambat atau cepatnya proses peleburan didalam *barrel*. Berikut perolehan data dari kelima percobaan ditulis pada tabel table 4.1.

Tabel 4.1 Data Percobaan

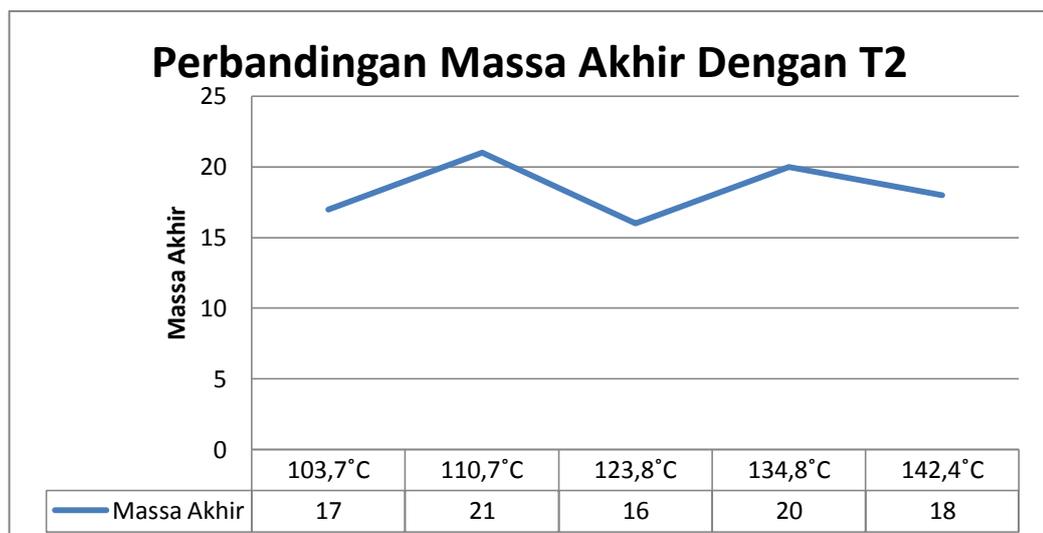
M. Awal (g)	M. Akhir (g)	P. Ext (cm)	Temp Barrel T1(°C)	Temp Barrel T2(°C)	Screw Hz	V	W	Kwh	waktu menit
20	17	7,5	105.8	103.7	10.20	224	483	18	06:41
20	21	12	112.1	110.7	10.20	224	205	18	06:06
20	16	8	128.2	123.8	10.20	230	415	18	04:19
20	20	11	134.5	134.8	10.20	231.4	450	18	05:20
20	18	10	140.5	142.4	10.20	231.8	416	18	05:04

Pada table 4.1 dapat dilihat perbandingan - perbandingan pada massa akhir dan daya yang digunakan. Hal ini terjadi dikarenakan pengaruh penggunaan temperatur pada proses peleburan. Untuk melihat perbandingan T1 dan T2 terhadap massa akhir dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7 , untuk melihat perbandingan daya terhadap T1 dan T2 dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9.



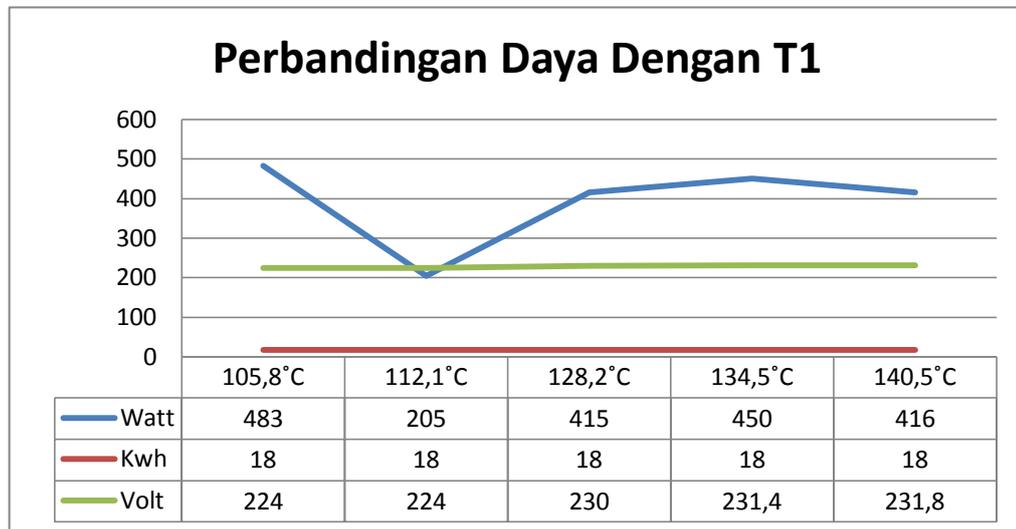
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Massa Akhir dengan T1

Pada gambar 4.6, dapat dilihat penggunaan temperature T1 mulai dari 105,8 °C sampai 140,5 °C menghasilkan lebih banyak ekstrusi akhir seberat 21 gram pada penggunaan temperatur 112,1 dalam waktu 06:06 menit.



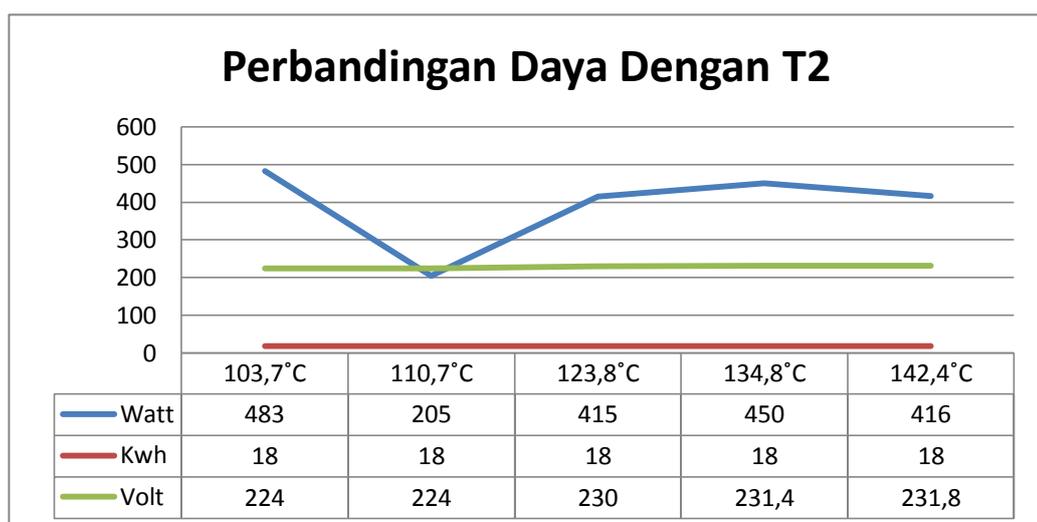
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Massa Akhir dengan T2

Dan Pada gambar 4.7, dapat dilihat juga penggunaan temperature T2 mulai dari 103,7 °C sampai 142,4 °C menghasilkan lebih banyak ekstrusi akhir seberat 21 gram pada penggunaan temperatur 110,7 dalam waktu 06:06 menit.



Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Daya dengan T1

Pada gambar 4.8, grafik perbandingan daya terhadap T1 menunjukkan adanya perbedaan jumlah konsumsi mesin pada masing – masing penggunaan temperatur selama percobaan. Dibandingkan dengan percobaan yang lain, pada percobaan kedua lebih sedikit mengkonsumsi daya listrik selama percobaan yaitu sebesar 205 *Watt*.



Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Daya dengan T2

Sama dengan yang ditunjukkan oleh gambar 4.8 sebelumnya, grafik pada gambar 4.9 ini juga menunjukkan penggunaan konsumsi daya listrik terhadap T2 juga lebih kecil konsumsinya pada percobaan kedua.

4.3 Pembahasan Penelitian

Selama proses penelitian berjalan, didapatkan beberapa temuan – temuan yang mempengaruhi hasil ekstrusi pada proses produksi pipa plastik.

4.3.1 Penurunan kecepatan screw

Pada percobaan yang pertama ini terjadi penurunan kecepatan screw saat proses ekstrusi berjalan. Kecepatan awal screw dengan frekuensi 10Hz atau 28.8 rpm turun menjadi 24 rpm sampai 5.2 rpm. Dari hasil pengamatan, penurunan kecepatan putar *screw* terjadi karena faktor suhu yang rendah sehingga proses peleburan yang terjadi didalam *barrel* sangat lambat. Material plastik yang masih keras tidak dapat diekstrusi dan membuat kinerja screw untuk mendorong material keluar dari dies menjadi berat.



1

2

3

Gambar 4. 10 Penurunan kecepatan Screw
(1)kecepatan awal,(2-3)kecepatan turun

4.3.2 Suhu barrel

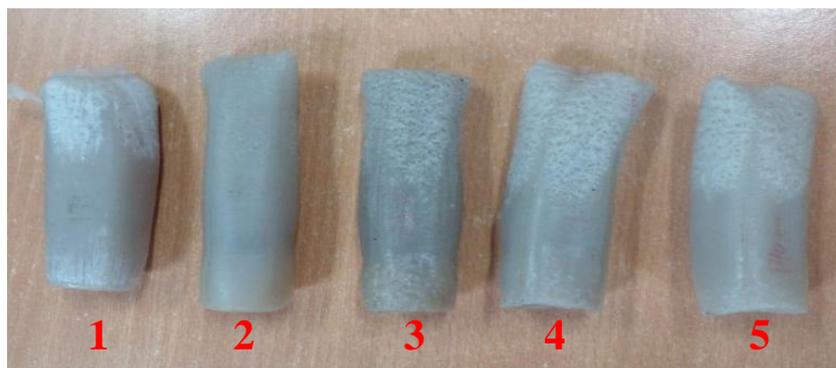
Penggunaan temperature yang tepat sangatlah mempengaruhi hasil ekstrusi. Saat proses penelitian, ditemukan kesulitan untuk mengatur besaran suhu yang digunakan untuk proses ekstrusi. Besaran suhu yang diatur pada alat pengatur pada panel tidak sesuai dengan besaran suhu yang ada pada *barrel*. Hal ini membuat pengaturan suhu pada *barrel* menjadi sulit dan tidak akurat.



Gambar 4. 11 Temperatur panel dan temperatur barrel

4.3.3 Hasil ekstrusi

Ukuran dan bentuk hasil ekstrusi sangat dipengaruhi oleh penggunaan suhu pada *barrel* saat proses peleburan. Dilihat dari kelima hasil penelitian yang menggunakan 5 variasi suhu, ada perbedaan bentuk, berat dan panjang hasil ekstrusi. Hasil ekstrusi dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4. 12 Hasil Ekstrusi Akhir

Pada gambar 4.11 dapat diamati hasil ekstrusi memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda. No1 adalah hasil ekstrusi pertama menggunakan suhu T1/T2 105°C/103°C, dikarenakan penggunaan suhu dibawah *temperature of crystallization* (111.9°C) seperti yang tertera pada table 2.2 maka proses ekstrusi sempat terhenti karena material yang ada didalam *die* mengeras dan membuat kerja *screw* untuk mendorong material plastik menjadi berat. Hal ini juga mempengaruhi kecepatan waktu ekstrusi serta jumlah berat dan panjang ekstrusi akhir.

No2 adalah hasil ekstrusi kedua menggunakan suhu T1/T2 112°C/110°C, penggunaan temperatur yang sesuai dengan standard *temperature of*

crystallization ini membuat hasil ekstrusi lebih berat dan panjang serta halus pada permukaannya. Hal ini disebabkan pemanasan didalam *barrel* berjalan dengan baik sehingga material yang dipanaskan dapat meleleh dengan cepat sebelum diekstrusikan oleh *screw*.

No3,4,5 adalah hasil ekstrusi selanjutnya, proses ekstrusi menggunakan suhu T1/T2 yang mendekati dan melebihi standard *melting point* (130.8°C). Jika diamati, permukaan pada hasil ekstrusi 3,4,5 terdapat pori-pori yang dihasilkan oleh gelembung udara. Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya penguapan pada saat biji plastik dipanaskan dengan temperatur yang tinggi sehingga gelembung udara tersebut ikut terjebak didalam material dan ikut terekstrusikan.

Table 4.2 Hasil Ekstrusi

No	Variasi Temp	Masa Akhir	Panjang	Bentuk Akhir
1	100 °C	17g	7,5cm	
2	110 °C	21g	12cm	
3	120 °C	16g	8cm	
4	130 °C	20g	11cm	
5	140 °C	18g	10cm	

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis berdasarkan variasi temperatur 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, untuk berat hasil yang diperoleh 17g, 21g, 16g, 20g, 18g dengan panjang ekstrusi 7.5cm, 12cm, 8cm, 11cm, 10cm dan waktu ekstrusi 06:41, 06:06, 04:19, 05:20, 05:04.
2. Berdasarkan hasil dari variasi point 1, dapat ditentukan percobaan no 2 (percobaan pada temperatur 112°C/110°C) menggunakan temperatur yang lebih ideal dengan hasil berat 21g, panjang 12cm dan waktu 06:06.
3. Berdasarkan dari hasil penelitian, faktor temperatur pada *barrel* sangat mempengaruhi hasil ekstrusi akhir. Dimana pada setiap variasi suhu yang berbeda akan menghasilkan ekstrusi akhir yang berbeda juga yang meliputi berat, panjang dan bentuk permukaan. Sedangkan faktor frekuensi input yang mengatur kecepatan screw tidak dilakukan perubahan variasi karena sudah ditetapkan sebesar 10Hz.

5.2 Saran

Diketahui mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin ekstrusi yang sangat sederhana. Tetapi secara teknis, mesin ini dapat melakukan proses ekstrusi semua material berbahan termoplastik. Untuk proses produksi pipa plastik sendiri, mesin ekstruder harus dilengkapi dengan beberapa mesin atau peralatan pendukung lainnya seperti mesin *vacuum*, mesin pending, mesin penarik dan mesin pemotong sehingga hasil produksi pipa plastik bisa mendapatkan bentuk dan ukuran yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A., Umurani, K., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2021). Edukasi Cara Menempa Besi Berstandart SNI Untuk Peningkatan Produksi Pandai Besi di Kecamatan Brandan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 2(3), 115–122.
- Ashby, M. F., Shercliff, H., & Cebon, D. (2018). *Materials: engineering, science, processing and design*. Butterworth-Heinemann.
- Askeland, D. R., Phulé, P. P., Wright, W. J., & Bhattacharya, D. K. (2003). *The science and engineering of materials*.
- Faisal, R. A., & Herianto. (2019). Analisis Pengaruh Parameter Operasional Mesin Ekstrusi Terhadap Konsistensi Produk Filamen. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*.
- Hadi, I. S. (2018). *Teknologi Bahan Lanjut*. Penerbit Andi.
- Henri. (2018). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 4–25.
- Ikam, B. (2016). PENGARUH TEMPERATUR DAN LINE SPEED PADA PROSES PEMBUATAN KABEL OPTIK YANG MENGALAMI KECACATAN DISELUBUNG KABEL PADA MESIN EXTRUDER. In *JTM* (Vol. 05, Issue 2).
- Irawan, D., & Bisono, R. M. (2018). Rancang bangun prototype mesin ekstrusi polimer single screw. *Seminar Nasional Multidisiplin 2018, September*, 13–19.
- Koçak, A. (2018). *Polymer Extrusion Experimental Report*. April, 1–9. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27553.30560>
- Kumar, S., Panda, A. K., & Singh, R. K. (2011). A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 893–910. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.05.005>
- Lubis, R. W., Yani, M., Siregar, C. A. P., & Gunawan, S. (2022). Development of cigarette butt fibre filter reinforced by opefb fiber composite material for trash can. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1), 12021.
- Masyuroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan Recycle Plastik HDPE Sederhana Menjadi Asbak. *Jurnal Abdikarya*, 3(1), 53–63.
- Omar, M. F., Akil, H. M., & Ahmad, Z. A. (2012). Effect of molecular structures

on dynamic compression properties of polyethylene. *Materials Science and Engineering: A*, 538, 125–134.

- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Rauwendaal, C. (2018). *Sample Pages Understanding Extrusion 3E by Chris Rauwendaal*.
- Siregar, C. A., Abdullah, I., & Ambarita, H. (2018). Kajian Peleburan dan Pembekuan Material Berubah Fasa Pada Thermal Storage. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 1(1), 129–136.
- Siregar, R. A., Khan, S. F., & Umurani, K. (2017). Design and development of injection moulding machine for manufacturing maboratory. *Journal of Physics: Conference Series*, 908(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/908/1/012067>
- Thakare, K. A., Vishwakarma, H. G., & Bhave, A. G. (2015). Experimental investigation of possible use of HDPE as thermal storage material in thermal storage type solar cookers. *Journal of Research in Engineering and Technology*, 4, 92–99.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 4(1), 37–46.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 14(1), 58–67. <https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa kinerja mesin ekstruder terhadap produksi pipa plastic jenis high density polyethylene

Nama : Febri Muhamad Rozi
NPM : 1507230113

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani S.T.,M.T
Dosen Pembimbing 2 : Riadini Wanty Lubis S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	20/02-21	- Pemberian spektakul tugas	u
2.	27/03-21	- Perbaikan rumusan masalah	u
3.	03/04-21	- Perbaikan tugas masalah	u
4.	10/07-21	- Perbaikan jurnal pustaka	u
5.	18/09-21	- Mengecap persamaan di jurnal	u
6.	13/11-21	- Perbaikan Metode	u
7.	22/01-22	- Perbaikan Analisa dan lanjut ke pembabak 2	u
8.	05/02-22	- Ace, semina	u

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa kinerja screw plastik extruder terhadap produksi pipa plastic jenis polyethylene terephthalate.

Nama : Febri Muhamad Rozi
NPM : 1507230113

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani S.T.,M.T
Dosen Pembimbing 2 : Riadini Wanty Lubis S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	22/02-21	Asistensi BAB I & REVISI	zf.
2.	29/03-21	Asistensi Metode	zf.
3.	05/04-21	Asistensi BAB IV	zf.
4.	25/01-22	Asistensi BAB IV & foto filis akhir	zf.
5.	8/02-22	ACC seminar Harat	zf.



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mengawat surat ini agar disertakan nomor dan tanggalnya

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

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<http://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 382/IL.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 04 Maret 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : FEBRI MUHAMAD ROZI
Npm : 1507230113
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XIV (EMPAT BELAS)
Judul Tugas Akhir : ANALISA KINERJA MESIN EKSTRUDER TERHADAP PRODUKSI PIPA PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)

Pembimbing -I : KHAIRUL UMURANI, ST, MT
Pembimbing -II : RIADINI WANTY LUBIS, 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, 01 Sya'ban 1443 H
04 Maret 2022 M

Dekan



Muhammad Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



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

Peserta seminar
 Nama : Febri Muhammad Rozi
 NPM : 1507230113
 Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE)

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT		: <i>Khairul Umurani</i>	
Pembimbing – II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT		: <i>Riadini</i>	
Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT		: <i>Chandra</i>	
Pembanding – II : Affandi, ST, MT		: <i>Affandi</i>	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230113	Febri Muhamad Rozi	<i>Febri</i>
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 16 Sya'ban 1443 H
19 Maret 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Febri Muhammad Rozi
NPM : 1507230113
Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE)

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Affandi, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

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

..... *liber buku tsn mwr*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

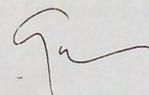
Medan, 16 Sya'ban 1443 H
19 Maret 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin




Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : Febri Muhammad Rozi
NPM : 1507230113
Judul Tugas Akhir : Analisa Kinerja Mesin Ekstruder Terhadap Produksi Pipa Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE)

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Affandi, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – II : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

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

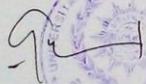
..... *Lihat buku Skripsi*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

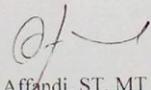
Medan 16 Sya'ban 1443 H
19 Maret 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin




Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II


Affandi, ST, MT

v DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Febri Muhamad Rozi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/28 Februari 1988
Alamat : Jl. Gedung Arca / Gang Jawa Kel.Pasar
Merah Timur Kec. Medan Area
Agama : Islam
E-mail : febrirozi49@gmail.com
No.Hp : 081266330893

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN Pisangan Timur 18 Jakarta Tahun 1995 – 2000
2. SMP Negeri 44 Jakarta Tahun 2000 – 2001
3. SMP Negeri 4 Medan Tahun 2001 – 2003
4. SMK Perkapalan Hang Tuah Belawan Tahun 2003 – 2006
5. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 – 2022