

TUGAS AKHIR

ANALISA HASIL DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK BERBAHAN POLYPROPYLENE (PP) PADA MESIN INJECTION

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

Disusun Oleh:

**JUMADI
1507230074**



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Jumadi
NPM : 1507230074
Program Studi : Teknik Mesin
Judul skripsi : Analisa hasil daur ulang limbah plastik berbahan
polyprophylene (PP) pada mesin *injection*.
Bidang Ilmu : Manufaktur

Medan, Oktober 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



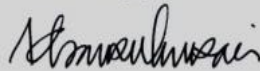
H. Muharnif, ST, M.SC

Dosen Penguji II



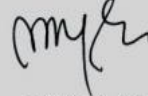
Iqbal Tanjung, ST, MT

Dosen Penguji III

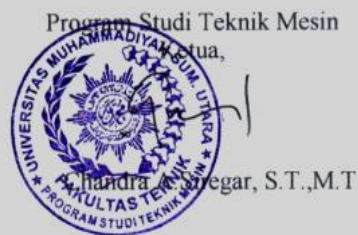


Khairul Umurani, ST, MT

Dosen Penguji IV



M. Yani, ST, MT



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama lengkap : Jumadi
Tempat tanggal lahir : Bulu Sari,10,Januari,1994
NPM : 1507230074
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul: " ANALISA HASIL DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK BERBAHAN *POLYPROPYLENE* (PP) PADA MESIN *INJECTION* "

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

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

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

Medan,Oktober 2022

Saya yang menyatakan



Jumadi

ABSTRAK

Injeksi plastik merupakan proses pembentukan produk dari material plastik dengan variasi bentuk dan ukuran. Hasil injeksi plastik harus memenuhi tuntutan antara lain, bentuk ukuran dan tampilan yang baik atau tidak boleh ada cacat pada permukaan misalnya shinkmark, air trap dan permukaan tidak halus. Material plastik yang digunakan antara lain polypropylene, polyethylene, polysterene, plastik campuran. Proses pembentukan produk plastik membutuhkan variasi parameter dari mesin injeksi antara lain suhu pemanas, suhu leleh, pendinginan, waktu tahan, kecepatan injeksi. Parameter tersebut dapat mempengaruhi hasil produk, sehingga harus menemukan variasi yang cocok sesuai dengan produknya. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode berupa variasi suhu 180-210 0C, tidak ada kecacatan hanya saja specimen menjadi hitam, di karenakan temperature terlalu tinggi. Pengaturan variasi suhu pada mesin extruder ke injeksi mempengaruhi kualitas produk plastic, baik dari dimensi maupun tampilan produk.

Kata Kunci : *Extruder, Polypropylene, injection*

ABSTRACT

*Plastic injection is the process of forming products from plastic materials with various shapes and sizes. The results of plastic injection must meet the demands of, among others, good shape, size and appearance or there should be no defects on the surface such as sinkmarks, air traps and non-smooth surfaces. Plastic materials used include polypropylene, polyethylene, polystyrene, mixed plastics. The process of forming plastic products requires a variety of parameters from the injection machine, including heating temperature, melting temperature, cooling, holding time, injection speed. These parameters can affect product results, so you have to find a suitable variation according to the product. In this study, the method used is a method in the form of a temperature variation of 180-210 0C, there are no defects, only the specimen turns black, because the temperature is too high. The setting of temperature variations on the extruder to injection machine affects the quality of plastic products, both in terms of dimensions and product appearance.***Keywords: Extruder, Polypropylene, injection.**

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 daur ulang limbah plastik berbahan *polypropylene* (PP) pada mesin *Injection*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

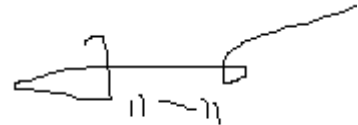
1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M,Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak H.Muharnif, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Iqbal Tanjung, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang juga banyak memberi arahan kepada penulis.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Ke teknik mesin kepada penulis.
8. Orang tua penulis : Ayah Alm,Kanimin dan Ibu Lasinem, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai Studi penulis.
9. Istri penulis : Sri Stiawan Ningsih A,Md.Kep yang telah mendukung penuh

mendorong dan kesemangatan dalam melakukan penulisan.

10. Sahabat-sahabat penulis: Febri Muhammad Rozi, Ferdiansyah Sinaga, Fauzan Akbar, Fachrul Aldi, Muhammad Reza, Muhammad Fajar Ramadhana dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Oktober 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Jumadi', written in a cursive style.

Jumadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1` Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Ruang lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Mesin injection	4
2.2. Langkah-Langkah Injection	5
2.2.1. Pengapitan	5
2.2.2. Suntikan	5
2.2.3. Penenangan	6
2.2.4. Pendinginan	6
2.2.5. Cetakan Dibuka	6
2.2.6. Pengeluaran	6
2.3. Komponen Utama Sistem Injection	6
2.3.1. Mold Clamp Unit (Unit Pencekam Cetakan)	7
2.3.2. Injection unit (Unit Injeksi)	8
2.4. Jenis-Jenis Plastik	10
2.4.1. PE (Polyethylene)	11
2.4.2. PP (Polypropylen)	11
2.4.3. PVC (Polivinilkhlorida)	11
2.4.4. HDPE (High Density Polyethylene)	12
2.4.5. PET (Polyester)	12
2.4.6. LDPE (Low Density Polyethylene)	12
2.5 Mengenal Proses pengecoran plastik	13
2.6 Jenis-jenis Cacat produk	15
2.7 Korelasi	20
2.7.1 Optimal	21
2.8 Parameter temperatur injeksi	23
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Tempat dan Waktu	26
3.1.1 Tempat	26
3.1.2 Waktu	26
3.2 Bahan Dan Alat	27

3.2.1	Bahan	27
3.2.2	Alat	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Langkah kerja mesin injection	40
4.2	Proses kerja	40
4.3	Proses pemanasan	43
4.4	Pengujian variasi suhu pada injection	43
4.4.1	Pengujian suhu 180°C	43
4.4.2	Pengujian suhu 190°C	43
4.4.3	Pengujian suhu 200°C	45
4.4.4	Pengujian suhu 210°C	47
4.5	Tabel Hasil Pengujian`	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	kesimpulan	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
SK PEMBIMBINGAN		
BERITA ACARA SEMINAR		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Waktu dan kegiatan pelaksanaan	26
Tabel 4.5	Hasil Pengujian	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Mesin Injeksi	5
Gambar	2.2	Injection Unit Dan Clamping Unit	6
Gambar	2.3	Cacat Sorht Shot	15
Gambar	2.4	Cacat Flashing	16
Gambar	2.5	Sine Mark	17
Gambar	2.6	Flow Mark	18
Gambar	2.7	Black Spot	19
Gambar	2.8	Spesimen Pada Temperatur Injeksi 160 ^O c	23
Gambar	2.9	Spesimen Pada Temperatur Injeksi 165 ^O c	24
Gambar	2.10	Spesimen Pada Temperatur Injeksi 170 ^O c	25
Gambar	3.1	Potongan Plastik Polypropylene	27
Gambar	3.2	Flame Gun	27
Gambar	3.3	Alat Uji Mesin Ekstruksi Plastik	28
Gambar	3.4	Motor Gearbox	30
Gambar	3.5	Screw	30
Gambar	3.6	Hopper	30
Gambar	3.7	Panel Box	30
Gambar	3.8	Digital Termometer Benetech Gm 8905	31
Gambar	3.9	Digital Termometer Benetech Gm 1312	32
Gambar	3.10	Watt Meter Valtase Kwh Checker	33
Gambar	3.11	Timbangan Digital	34
Gambar	3.12	Diagram Alir Penelitian	35
Gambar	3.13	Mesin Extroder	36
Gambar	3.14	Timbangan Digital	38
Gambar	3.15	Watt Meter Valvase Kwh Hecker	38
Gambar	3.16	Saklar	38
Gambar	3.17	Proportional Integral Derivative	38
Gambar	4.4	Proses Kerja	41
Gambar	4.5	Heater	41
Gambar	4.6	T1 Dan T2	42
Gambar	4.7	Temperatur 180 ^O c	42
Gambar	4.8	Suhu 180 ^O c	43
Gambar	4.9	Spesimen Pengujian Pertama Suhu 180 ^O c	43
Gambar	4.10	T1 Dan T2	43
Gambar	4.11	Temperatur 180 ^O c	44
Gambar	4.12	Suhu 190 ^O c	44
Gambar	4.13	Spesimen Pengujian Kedua Suhu 190 ^O c	45
Gambar	4.14	T! Dan T2	45
Gambar	4.15	Temperatur 200 ^O c	46
Gambar	4.16	Suhu 200 ^O c	46
Gambar	4.17	Spesimen Pengujian Ketiga Suhu 200 ^O c	47
Gambar	4.18	T1 Dan T2	47

Gambar	4.19	Temperatur 210 °C	48
Gambar	4.20	Suhu 210 °C	48
Gambar	4.21	Spesimen Pengujian Leempat Suhu 210 °C	49

DAFTAR NOTASI

Suhu (T) = (0C)

Tekanan (P) = (atm)

Panjang (l) = (cm)

Waktu (t) = (menit)

Arus Listrik (I) = kwh

Tegangan = Volt

Daya Listrik (P) = Watt

Putaran = rpm

Frekuensi = (Hz)

Massa (m) = (Gram)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini pemakaian barang-barang yang terbuat dari bahan baku material plastik semakin meningkat. Material ini semakin sering dijumpai sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga, mainan anak, sampai komponen otomotif. Hal ini disebabkan karena plastik dikenal sebagai suatu bahan serbaguna, tahan korosi, murah, dapat didaur ulang dan banyak digunakan untuk berbagai macam produk. Dalam memproduksi komponen menggunakan bahan plastik ada beberapa metode yang biasa digunakan seperti *blowing moulding*, *compression moulding*, *extrusion moulding*, *transfer moulding* dan *injection moulding*.

Extruder adalah teknik menyuntikkan plastik ke dalam cetakan (Mold). Material yang digunakan pada *extruder* berupa biji biji plastik. Sebelum material diproses, material harus dipanaskan terlebih dahulu dalam wadah yang bernama *hopper* atau *dehumidifier*. Pemanasan material ini dilakukan untuk mengeringkan material dari uap air yang diserap. Parameter yang signifikan pada proses *extruder* adalah *Setting* temperatur *barrel* idealnya naik bertahap dari rendah di belakang menjadi semakin tinggi di depan terutama di *nozzel*. Di *barrel* inilah tercampurnya pewarna dan bahan *polymer*. *Setting* temperatur yang terlalu panas juga bisa berakibat *silver* atau produk menjadi sangat mengkilap

Mathivanan, dkk. (2010) melakukan penelitian dengan mengatur parameter injeksi (temperatur *mold*, temperatur cairan plastik, tekanan injeksi, waktu tahan, waktu injeksi) menghasilkan variasi produk plastik bersirip. Material yang digunakan adalah *ABS*. Pendekatan perhitungan percobaan menggunakan metode Taguchi diharapkan bisa mendekati dengan kondisi sebenarnya. Pada suhu leleh yang besar akan memperbesar *shrinkage*.

Alireza Akbarzadeh, dkk. (2011) melakukan penelitian menggunakan plastik *polypropylene* dan *polystyrene*. Tujuan dari peneliti adalah untuk mengetahui pengaruh parameter injeksi terhadap shrinkage pada meterial tersebut. Metode penelitiannya menggunakan Taguchi. Dari percobaan dihasilkan pengaruh parameter suhu leleh, tekanan injeksi, tekanan tahan, dan waktu tahan dapat mempengaruhi dalam penentuan hasil *shrinkage*. Suhu leleh merupakan faktor utama dalam pengaruhnya pada *shrinkage* dibanding dengan parameter lain.

Namun dalam proses penelitian tentang pengaturan parameter suhu pemanas dan holding time untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *shrinkage* produk plastik dilakukan. Sehingga proses injeksi berikutnya dapat memprediksi parameter terbaik supaya menghasilkan produk injeksi terbaik pula.

Dari uraian diatas maka akan melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “ *ANALISA HASIL DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK BERBAHAN POLYPROPYLENE (PP) PADA MESIN INJEKTION.*”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh adalah bagaimana hasil daur ulang limbah plastik berbahan *polyprophyene* (pp) pada *mesin injection*.

1.3 Ruang Lingkup

Variasi suhu yang bakal digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Temperatur 180⁰C
2. Temperatur 190⁰C
3. Temperatur 200⁰C
4. Temperatur 210⁰C

1.4 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pada temperature berapa cacat produk terjadi.
2. Mengetahui suhu optimal yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk pada mesin *Extruder*.
3. Mengukur suhu *Heater* sebelum melakukan pengujian.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penulisan laporan akhir ini adalah:

1. Dengan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dengan tema yang sama.
2. Dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah plastik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

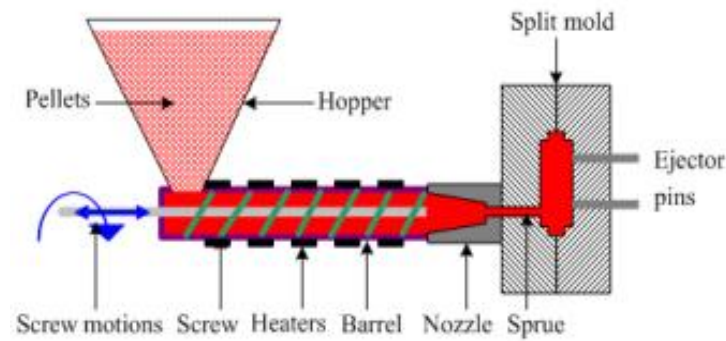
2.1 Definisi Mesin Injection

Injection adalah metode material termoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh plunger ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air dimana material tersebut akan menjadi dingin dan mengeras sehingga bisa dikeluarkan dari cetakan. Sedangkan injection molding machine adalah mesin yang digunakan untuk membuat plastik dengan sistem cetakan injeksi. Mesin ekstruder tercatat telah dipatenkan pertama kali pada tahun 1872 di Amerika Serikat untuk memproses celluloid.

Berikutnya pada tahun 1920-an di Jerman mulai dikembangkan mesin ekstruder, seperti pada Gambar 2.1 namun masih dioperasikan secara manual di mana pencekaman mold masih menggunakan tuas. Tahun 1930-an ketika berbagai macam resin tersedia dikembangkan mesin injection molding yang dioperasikan secara hidraulik. Pada era ini kebanyakan mesin injection moldingnya masih bertipe single stage plunger. Pada tahun 1946 James Hendry membuat mesin injection molding tipe single-stage reciprocating screw yang pertama.

Mulai tahun 1950- an relay dan timer mulai digunakan untuk pengontrolan proses injeksi nya¹. Proses injection memiliki beberapa proses sebagai berikut:

- a. Persiapan bahan
- b. Pemanasan bahan hingga titik lumer
- c. Material yang dilumerkan dikirim ke ujung injector untuk disuntikkan kedalam cetakan
- d. Material masuk kedalam cetakan
- e. Penahanan hingga plastik membeku
- f. Cetakan dibuka untuk melepaskan hasil produksi
- g. Pembersihan hasil produksi dari runner



Gambar 2.1 Mesin Injection (Sumber google, 2016)

2.2 Langkah-Langkah kerja Injection

Adapun langkah-langkahnya adalah:

2.2.1 Pengapitan

Suatu mesin injeksi memiliki tiga bagian utama, yaitu cetakan, pengapit dan unit penyuntik. Unit pengapit adalah pemegang cetakan yang mengalami tekanan selama proses penyuntikan dan pendinginan. Pada dasarnya, pengapit ini memegang kedua belah cetakan bersama-sama.

2.2.2 Suntikan

Pada saat penyuntikan, material plastik umumnya dalam bentuk butiran/pellet, diisi ke dalam suatu wadah saluran tuang (hopper) yang terdapat bagian atas unit mesin. Butir/pellet ini disuap ke dalam silinder untuk dipanaskan hingga mencair. Di dalam silinder (barrel) terdapat mesin screw (berputar) yang mencampur bahan butiran/pellet cair dan mendorong campuran ke bagian ujung silinder.

Ketika material yang dikumpulkan di ujung screw telah cukup, proses penyuntikan dimulai. Plastik yang dicairkan dimasukkan ke dalam cetakan melalui suatu nozzle injector, ketika tekanan dan kecepatan diatur oleh screw tersebut. Sebagian mesin injeksi menggunakan suatu pendorong sebagai pengganti screw.

2.2.3 Penenangan

Tahap ini adalah waktu penenangan sesaat setelah proses penyuntikan. Plastik cair telah disuntik ke dalam cetakan dan tekanan dipertahankan untuk meyakinkan segala sisi rongga cetakan telah terisi secara sempurna.

2.2.4 Pendinginan

Plastik didinginkan di dalam cetakan untuk mendapatkan bentuk padatnya di dalam cetakan. Pada proses ini sekaligus pengisian ulang bahan plastik dari hopper ke dalam barrel dengan screw yang berputar.

2.2.5 Cetakan Dibuka

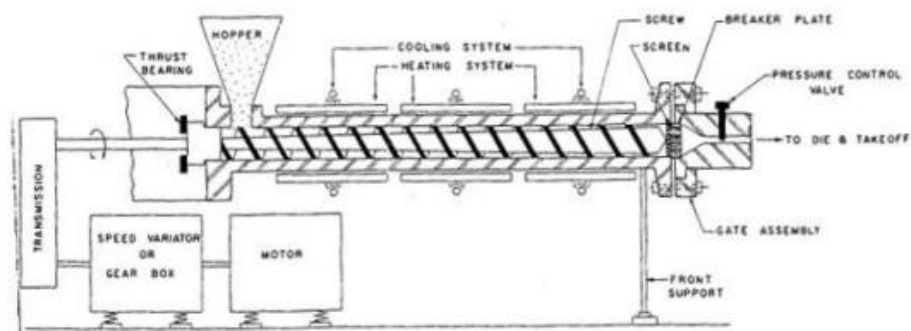
Unit pengapit dibuka, yang memisahkan kedua belah cetakan.

2.2.6 Pengeluaran

Pena dan plat ejector mendorong dan mengeluarkan hasil cetakan dari dalam cetakan. Geram dan sisa pada sisi-sisi hasil cetakan yang tidak dipakai dapat didaur ulang untuk digunakan pada pencetakan berikutnya.

2.3 Komponen Utama Sistem Injection

Seperti pada Gambar 2.2 menjelaskan tentang komponen-komponen *injection* ialah sebagai berikut.



Gambar 2.2 Injection unit dan clamping unit (Rochmad Winnarso, 2017)

Secara umum komponen-komponen utama dari sebuah Injection Molding adalah :

2.3.1 Mold Clamp Unit (Unit Pencekam Cetakan)

Clamping unit digunakan untuk memegang dan mengatur gerakan dari mold unit, serta gerakan ejector saat melepas benda dari molding unit, pada clamping unit lah kita bisa mengatur berapa panjang gerakan molding saat di buka dan berapa panjang ejektor harus bergerak. Clamping unit ini adalah tempat mold berada. Fungsi dari clamping unit ini adalah untuk menahan mold bersatu ketika material di injeksikan sampai material terbentuk dan mengeluarkan produk setelah benda kerja jadi. Clamping unit ini terdapat stationary plate, movable plate, mold, tie rod, clamping cylinder, dan hydraulic cylinder.

a. Stationary Plate

Stationary plate adalah plat tempat untuk pemasangan mold bagian cavity. Pada bagian atas stasionary plate ini terdapat tempat dudukan untuk robot. Plate ini mempunyai lubang lingkaran untuk locating ring. Fungsi dari locating ring pada mold adalah untuk memudahkan pemasangan mold agar center dengan lubang nozzle.

b. Movable Plate

Moving plate adalah plat tempat untuk pemasangan mold bagian core. Disebut moving plate karena plate tersebut dapat bergerak menutup atau membuka dan kecepatan serta pressurenya dapat kita atur sesuai dengan kebutuhan.

c. Mold

Mold (cetakan) adalah rongga tempat material leleh (plastik) memperoleh bentuk. Di dalam mold terdapat jalur saluran pendingin. Sebagian besar mold dibuat dari baja dan sebagian kecil terbuat dari aluminium (untuk produksi styrofoam). Untuk mold yang membutuhkan transfer panas yang tinggi memakai bahan paduan tembaga berilium.

d. Tie Rod

Tie rod berfungsi sebagai penyangga untuk mold, clamping, dan ejector. Tie rod yang terdapat pada mesin injection molding ada 4 buah.

e. Clamping Cylinder

Clamping cylinder berfungsi sebagai silinder yang digunakan untuk mencekam moving plate. Dengan kata lain yang mengatur pergerakan dari moving plate adalah silinder pencekam (clamping cylinder).

f. Hydraulic cylinder

Sistem hidrolik adalah suatu system pemindah tenaga dengan menggunakan zat cair atau fluida sebagai perantara. Hydraulic cylinder berfungsi sebagai pemindah tenaga untuk clamping cylinder, sehingga clamping cylinder dapat bekerja dengan baik.

2.3.2 Injection Unit (Unit Injeksi)

Disinilah pengolahan Polimer Plastik berlangsung, yang dimulai dengan masuknya Polimer dalam bentuk Pellet (Granule), kemudian dipanaskan didalam Tungku [Barrel] dengan suhu lumer Plastik yang bersangkutan sambil diperlakukan adukan (Mixing) oleh bentuk Screw di dalam Tungku. Dengan bentuk yang sedemikian rupa sehingga Screw ini berfungsi sebagai Feeder dan juga Sebagai Mixer Plastik cair agar pencampuran warna plastik menjadi rata dan seimbang (constant). Bagian dari injection unit adalah :

a. motor dan transmission gear unit

Bagian ini berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar screw pada barel, sedangkan tranmisi unit berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor ke dalam secREW, selain itu transmission unit juga berfungsi untuk mengatur tenaga yang di salurkan sehingga tidak pembebanan yang terlalu besar.

b. Cylinder screw ram

Bagian ini berfungsi untuk mempermudah gerakan screw dengan menggunakan momen inersia sekaligus menjaga perputaran screw tetap konstan, sehingga di dapat di hasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik dilakukan.

c. Hopper

Adalah tempat untuk menempatkan material plastik, sebelum masuk ke barrel, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembapan, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus.

d. Barrel

Adalah tempat screw, dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika di panasi oleh heater, pada bagian ini juga terdapat heater untuk memanaskan plastik sebelum masuk ke nozzle.

e. Screw

Reciprocating screw berfungsi untuk mengalirkan plastik dari hopper ke nozzle, ketika screw berputar material dari hopper akan tertarik mengisi screw yang selanjutnya di panasi lalu di dorong ke arah nozzle.

Untuk menghitung putaran *screw* berdasarkan kecepatan menggunakan rumusan:

$$v = \pi \times d \times n \text{ sehingga } n = \frac{v}{\pi \times d} \quad (2.1)$$

Maka untuk $v = 0,1 \text{ m/s}$, $N = 47$ putaran

Di mana n adalah putaran *screw* maksimal

f. Nonreturn valve

Valve ini berfungsi untuk menjaga aliran plastik yang telah meleleh agar tidak kembali saat screw berhenti berputar.

g. Heater

Heater ini berfungsi sebagai pemanas material (resin dan blues). Pemanasan dilakukan pada material yang dibawa screw dari hopper. Pemanasan yang dilakukan pada resin berkisar 280 C.

h. Nozzle

Nozzle berfungsi sebagai pemindah bahan yang sudah dipanaskan dari injection unit ke clamping unit. Dengan kata lain dari unit inilah di Injeksikan atau

disuntikkan ke dalam cetakan (mold). Unit Injeksi akan melakukan proses Injeksi Plastik setelah ada konfirmasi dari unit mold clamp, kemudian Unit Injeksi akan menyentuh nozzle ke sprue bush mold dengan tekanan minimum 100 kg/cm^2 . Tekanan ini untuk mencegah terjadinya kebocoran material plastik cair dari celah antara nozzle dan sprue bush mold.

i. Gaya Pencekaman

Gaya pencekaman adalah gaya yang menahan mold terhadap tekanan cavity dari arah nozzle sehingga molding dapat tertutup rapat selama proses injeksi dan tidak ada cairan plastik yang melebur keluar. Gaya pencekaman dihitung dengan rumus:

$$(2.2) \quad F = P \times A$$

Di mana:

F= gaya cekam (N)

P= tekanan cavity (Mpa)

A= area proyeksi produk dan runner (mm^2)

2.4 Jenis-Jenis Plastik

Plastik tentunya sudah menjadi bagian dari kehidupan manusia. Umumnya, manusia banyak menggunakan plastik untuk keperluan sehari-hari dan pada berbagai aktivitas. Ada berbagai jenis-jenis plastik yang mana digunakan untuk plastik kemasan. Berguna untuk melindungi sebuah produk dan tentunya juga tidak membahayakan kesehatan para konsumennya.

Terdapat berbagai jenis-jenis plastik sesuai dengan bahannya yang cocok digunakan untuk plastik kemasan. Berikut jenis-jenis plastik yang banyak digunakan, diantaranya :

2.4.1 PE (Polyethylene)

Untuk jenis plastik ini banyak dipergunakan di pasaran karena memiliki berbagai keunggulan dari segi sifatnya. Antara lain mudah dibentuk, termasuk plastik tahan lama terhadap kimia, dapat digunakan pada suhu yang dingin, sangat halus dan fleksibel, tidak mudah robek, tidak berbau, memiliki resisten yang baik dan transmisi gas yang ada cukup tinggi sehingga tidak cocok untuk mengemas bahan beraroma. Umumnya, sering digunakan sebagai pembungkus atau pengemas berbagai

aneka olahan berbahan makanan. Sesuai dengan karakteristiknya dan sifatnya, membuat PE banyak digunakan dalam bungkus makanan atau minuman. Bahan yang digunakan untuk plastik PE termasuk jenis termoplastik.

2.4.2 PP (Polypropylen)

Untuk jenis-jenis plastik berikutnya ada PP, yang mana berbahan dasar Polypropylene. Pada bahan ini termasuk jenis yang tahan lemak atau minyak, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap alkali dan asam dan memiliki bentuk yang lebih kaku dibandingkan jenis PE. Terkenal dengan keunggulannya dalam impact strength dan permukaan yang mengkilap. Sebagai contoh penggunaannya adalah kemasan rokok, keripik, roti dan masih banyak lainnya.

2.4.3 PVC (Polivinilklorida)

Jenis plastik selanjutnya adalah PVC. Umumnya dipakai untuk kemasan yang kaku dengan sifatnya memiliki permukaan yang keruh sampai transparan. Tak hanya itu, bahan ini juga tahan terhadap asam dan alkali. Namun, akan berwarna kuning apabila terkena panas dan tentunya tidak mudah sobek. Sangat cocok dipakai untuk produk yang mengandung sebuah senyawa volatil atau zat yang mudah menguap. Dikarenakan jenis ini memiliki kekuatan terhadap gas dan air yang rendah. Umumnya dimanfaatkan untuk mengemas barang-barang yang masih segar. Sebagai tambahan informasi bahwa, PVC termasuk jenis polimer yang sangat hemat minyak bumi.

2.4.4 HDPE (High Density Polyethylene)

Jenis-jenis plastik selanjutnya adalah HDPE, untuk jenis ini masih tergolong ke dalam keluarga PE. Hanya saja untuk mendapatkan hasil High Density Polyethylene diperlukan suatu proses yang sangat berbeda, sehingga mampu menghasilkan jenis yang berat dengan kualitas tinggi. Terkenal dengan sifatnya yang dapat dipakai untuk suhu sekitar 1200 C.

Tak hanya itu, bahan plastik ini sedikit kurang transparan dan umumnya dipakai untuk kemasan kaku atau bahkan sebagai bahan baku tutup wadah. Sangat cocok digunakan untuk mengemas makanan, dikarenakan mampu melindungi

produk agar tidak terjadi gesekan atau tekanan. Serta mampu menjaga produk dari air dan stabil terhadap panas. Tak heran banyak pihak yang menggunakan jenis ini untuk dijadikan plastik kemasan.

2.4.5 PET (Polyester)

Ada PET atau Polyester, yang termasuk ke dalam polimer ester dari sebuah asam dan alkohol. Termasuk jenis milar yang sangat populer, karena memiliki kristal dan sifat tembus istimewa. Tak hanya itu, PET mempunyai permeabilitas yang rendah terhadap air, dapat digunakan untuk kemasan beku, tahan terhadap pelarut organik, transmisi rendah terhadap CO₂. Sering digunakan untuk mengemas kopi, roti, kecap, selai, mentega bahkan keju. Umumnya, polyester tidak tahan panas bila tidak dilapisi dengan PE.

2.4.6 LDPE (Low Density Polyethylene)

LDPE termasuk ke dalam jenis-jenis plastik makanan yang aman. Umumnya seringkali digunakan untuk membungkus sayuran, makanan atau bahkan buah-buahan. Terkenal dengan sifatnya yang berwarna jernih dan tidak tembus pandang. Membuatnya memiliki ciri khusus dan tak heran banyak orang yang menggunakannya untuk plastik makanan.

Menurut Suryo Darmo dkk, 2015 pengembangan metode pembuatan injeksi *moulding* plastik dari serbuk komposit. *Insert mold* dapat di buat dari komposit bahan baku campuran serbuk aluminium, serbuk kaca, dan serbuk akrilik dengan perbandingan volume masing-masing 1:1:1 menggunakan proses *indirect layer manufaktur*. *Insert mold* mampu digunakan sampai menghasilkan produk plastik (jenis produk adalah *slinder plastic* sebanyak 120 buah).

Setiap kemasan terdapat kode-kode yang berbeda-beda sesuai dengan jenis plastik yang digunakannya. Menurut Siti Nurwati, M.Si (2010) bahwa kode-kode dalam kemasan yang tertera dalam produk dikeluarkan oleh *the society of plastic industry*. Pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh Lembaga-lembaga pengembangan sistem kode.

2.5 Mengenal Proses Pengecoran pelastik

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan material cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, dan dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin. Pengecoran digunakan untuk membuat bagian mesin dengan bentuk yang kompleks. Pengecoran digunakan untuk membentuk logam dalam kondisi panas sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat. Pengecoran dapat berupa material logam cair atau plastik yang bisa meleleh (*termoplastik*), material yang terlarut air misalnya beton atau gips, dan materi lain yang dapat menjadi cair atau pasta ketika dalam kondisi basah seperti tanah liat, dan lain-lain yang jika dalam kondisi kering akan berubah menjadi keras dalam cetakan, dan terbakar dalam perapian (widarto, 2008). Ada banyak cara yang bisa digunakan dalam memperoleh plastik, dengan menggunakan metode berbeda-beda dan alat yang berbeda-beda pula. Adapun cara memperolehnya adalah sebagai berikut :

a. Proses Ekstrusi

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 tegangan tekan, sedangkan tegangan tarik tidak ada

sama sekali. Aluminium, tembaga, kuningan, baja dan plastik adalah contoh bahan yang paling banyak diproses dengan *ekstrusi*. Seperti: barang dari baja yang dibuat dengan proses ekstrusi adalah rel kereta api. Khusus untuk *ekstrusi* plastik proses pemanasan dan pelunakan bahan baku terjadi di dalam *barrel* akibat adanya pemanas dan gesekan antar material akibat putaran *screw*. Variasi dari *ekstrusi plastic*:

1. *Blown film*
2. *Flat film and sheet*
3. *Ekstrusi pipa*
4. Ekstrusi profil
5. Pemintalan benang

6. Pelapisan kabel

b. Proses *Blow Molding*

Blow molding adalah proses manufaktur plastik untuk membuat produk-produk berongga (botol) dimana parison yang dihasilkan dari proses *ekstrusi* dikembangkan dalam cetakan oleh tekanan gas. Pada dasarnya *blow molding* adalah pengembangan dari proses *ekstrusi* pipa dengan penambahan mekanisme cetakan dan peniupan.

c. Proses *Thermoforming*

Thermoforming adalah proses pembentukan lembaran plastik termoset dengan cara pemanasan kemudian diikuti pembentukan dengan cara pengisapan atau penekanan ke rongga *mold*. Plastik termoset tidak bisa diproses secara *thermoforming* karena pemanasan tidak bisa melunakkan termoset akibat rantai tulang belakang molekulnya saling bersilangan. (Charis Muhammad, 2014).

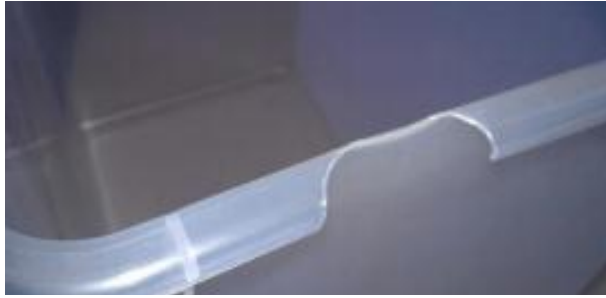
d. Proses *Extruder*

Proses pembuatan benda plastik dengan menggunakan cetakan yang diisi dengan bahan plastik yang terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai titik lumer dengan mekanisme injeksi atau suntikan.

2.6. Jenis-Jenis Cacat Produk

1. Short Shot

Short Shot adalah suatu kondisi dimana, plastik leleh yang akan diinjeksikan kedalam cavity tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai settingan mesin. Seperti pada gambar 2.3, Sehingga plastic yang di injeksikan kedalam cavity mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cavity.



Gambar 2.3 Cacat Short Shot (<https://tokoplas.com>)

Penyebab Short Shot :

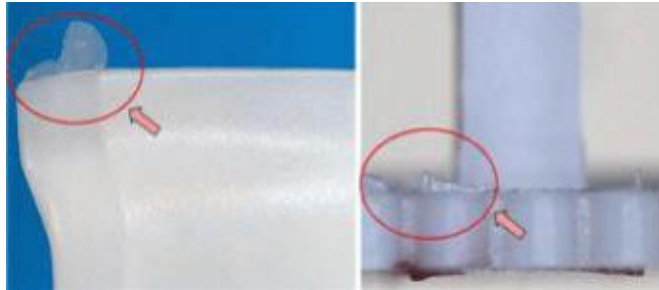
1. Karakteristik viskositas dan fluiditas dari pada plastik.
2. Design cetakan (mis: desain gate, desain keberadaan venting udara, konstruksi bushing& bosh etc).
3. Kondisi molding.
4. Performa molding dan mesin itu sendiri.

Pemecahan masalah :

1. Supply material harus selalu berkelanjutan jangan sampai ada jeda.
2. Meningkatkan kecepatan injeksi material.
3. Meningkatkan suhu material sesuai dengan batasannya.
4. Mengganti fluiditas material dengan yang lebih baik.
5. Menstandarisasi ketebalan dinding pada tiap-tiap cavity.

2. Flashing (Flash)

Flashing adalah jenis minor defect pada material, artinya material masih bisa dikatakan oktetapi harus dilakukan pembersihan pada produk. Flashing sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk.



Gambar 2.4. Cacat Flashing (<https://tokoplas.com>)

Penyebab Flashing :

1. Kurangnya pressure clamping mold pada mesinnya.
2. Kurangnya kerapatan mold pada pertemuan antara 2 plate dan pada saat injeksi material.
3. Desain produk yang kurang sesuai dengan mold.
4. Viscositas dari material yang kurang.
5. Umur daripada mold itu sendiri yang sudah memasuki titik kritis.

Pemecahan masalah :

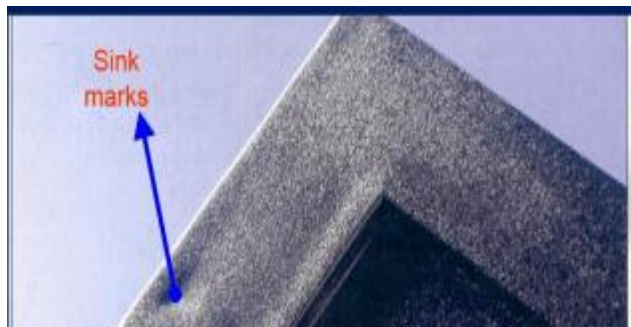
1. Jika masalahnya merujuk pada viskositas material, bisa diganti dengan grade yang memiliki laju aliran yang lebih baik. Atau bisa juga dengan mengurangi temperature plastik.
2. Jika masalahnya merujuk pada keausan mold, bisa dilakukan repair pada mold atau diganti dengan yang lebih baik.
3. Jika masalahnya terjadi pada pressure clamping, dapat mensetting ulang pressure clamping sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mesin.
4. Mengurangi injection pressure dan injection speed.
5. Turunkan holding pressure dan temperature silinder.

Cycle time jangan terlalu panjang, cushion jangan terlalu banyak.

3. Sink Mark (shrink mark).

Sink mark merupakan cekungan atau lengkungan yang terjadi pada permukaan luar pada komponen yang dibentuk. Terjadinya perbedaan ketebalan pada permukaan benda juga dapat disebut sebagai sink mark. Sink bisa juga bukan termasuk defect. Tetapi lain lagi bila pengaruh pada penampilan, sink mark dapat

diberlakukan pada produk yang memperhatikan kualitas penampilan. Fenomena ini sering menjadi masalah sebagai cacat tetapi masih tergantung pada kualitas produk. Fenomena sink mark tergantung dari padashringkage daripada plastik sendiri, dalam hal tertentu fenomena ini terjadi selama masa transisi dari kondisi cair pada injector dengan kondisi yang solid pada saat pendinginan. Seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.5. Sink Marks (<https://tokoplas.com>)

Penyebab :

1. Perbedaan ketebalan produk tetapi bukan dari desain produknya.
2. Perbedaan temperature core dan cavity.
3. Loading time material terlalu cepat.
4. Temperature resin, temperature die, injection speed terlalu tinggi atau rendah.
5. Kurangnya kemampuan pendinginan dari die itu sendiri.

Peningkatan suhu karena putaran screw terlalu cepat.

Pemecahan masalah :

- 1) Menstandarisasi ketebalan material.
- 2) Mensetting ulang temperature antara core dengan cavity.
- 3) Mengurangi loading time material sesuai dengan viskositas material yang digunakan.
- 4) Mereduksi temperature die, temperature resin, dan injection speed.
- 5) Menggunakan die dengan konduktivitas panas yang lebih baik.

6) Mengurangi putaran screw agar suhunya tidak terlalu tinggi.

4. Flow mark

Kondisi flow mark digunakan untuk menggambarkan fenomena dimana terdapat pola bergaris, seperti pada gambar di bawah ini, terbentuk disekitar gate pada saat material mengalir memasuki cavity. Dalam hal ini, plastik yang telah didinginkan sprue dan runner yang selanjutnya didinginkan oleh cavity dan mengisi dalam viskositas tinggi. Akibatnya plastik yang kontak dengan permukaan mold bertekanan dalam kondisi semi-padat dan garis-garis tegak lurus terhadap arah aliran material terbentuk pada permukaan produk yang dicetak.



Gambar 2.6. Flow Mark (<https://tokoplas.com>)

Penyebab :

- 1) Kecepatan alir material terlalu lambat.
 - 2) Kecepatan pendinginan terlalu cepat.
 - 3) Perubahan tekanan yang terjadi pada mold.
- Pemecahan masalah :
- 4) Meningkatkan temperature mold.
 - 5) Meningkatkan kecepatan aliran material tersebut.

Pemecahan masalah :

- 1) Meningkatkan temperature mold.
- 2) Meningkatkan kecepatan aliran material tersebut.

- 3) Meninjau bentuk komponen mold dan melengkapi sudut pada langkah antara area ketebalan yang berbeda sehingga aliran material yang lebih halus dapat tercapai.

5. Black spot

Black spot atau bintik hitam atau goresan pada permukaan produk, biasanya disebabkan oleh kerusakan thermal.



Gambar 2.7. Black Spot

Penyebab :

- 1) Material sisa yang terjebak didalam heater.
- 2) Kontaminasi produk oleh zat yang tidak diperlukan
- 3) Waktu tinggal produk terlalu lama, shot size terlalu kecil.
- 4) Kecepatan screw terlalu tinggi sehingga menyebabkan degradasi material.
- 5) Terlalu banyak konten regrind pada material.

Pemecahan masalah :

- 1) Periksa material untuk kemungkinan adanya kontaminasi.
- 2) Kurangi melt temperature dan overall cycletime.
- 3) Bersihkan screw dan barrel serta kurangi screw speed.
- 4) Material mungkin kurang tahan terhadap degradasi thermal mungkin bisa menggunakan material yang lebih stabil terhadap thermal.
- 5) Pastikan kelurusan antara nozzle mesin dan mold sprue benar.

2.7. Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan suatu besaran yang menyatakan bagaimana kuat hubungan suatu

variabel dengan variabel lain dengan tidak mempersoalkan apakah suatu variabel tertentu tergantung kepada variabel lain. Semakin nyata hubungan linier (garis lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus antara kedua variabel atau lebih. Terdapat dua dari beberapa teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang yaitu Korelasi Pearson Product Moment dan Korelasi Rank Spearman. Korelasi Pearson merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (dependent) dan satu variabel bebas (independent).

Korelasi Pearson menghasilkan koefisien korelasi yang berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Jika hubungan dua variabel tidak linier, maka koefisien korelasi Pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan hubungan dua variabel yang sedang diteliti, meski kedua variabel mempunyai hubungan kuat. Koefisien korelasi ini disebut koefisien korelasi Pearson karena diperkenalkan pertama kali oleh Karl Pearson tahun 1990.

1. Korelasi Product Moment Untuk menerapkan koefisien korelasi antara dua variabel yang masing-masing mempunyai skala pengukuran interval maka digunakan korelasi product moment yang dikembangkan oleh Karl Pearson. Rumus korelasi product momen ini ada dua macam, yaitu:

1. Korelasi product moment dengan rumus simpangan (deviasi).
2. Korelasi Product moment dengan rumus angka kasar.

Korelasi product moment dengan rumus simpangan (deviasi)

$$r_{xy} = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Dalam hal ini :

r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel X dan Y.

x = deviasi dari mean untuk nilai variabel X

y = deviasi dari mean untuk nilai variabel Y

$\sum x \cdot y$ = jumlah perkalian antara nilai X dan Y

x^2 = Kuadrat dari nilai x

$y^2 = \text{Kuadrat dari nilai } y$

2.7.1. Optimasi

Analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam pembuatan thesis ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya, proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai crashing proyek. Optimasi dalam penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kualitas optimal dari antena pengarah model yagi.

1. Pengertian Kualitas

Dalam proses produksi tujuan yang dicapai adalah untuk mendapatkan kualitas (mutu) hasil produksi yang optimal, dalam arti produk cacat (rusak) dapat diminimalisir. Definisi kualitas (mutu) dapat ditinjau dari sisi konvensional sampai yang lebih strategik. Secara konvensional standar mutu yang diberlakukan 8 dalam pasar global sering mengacu pada beberapa faktor mendasar, seperti: tahan lama (durability), dapat dipakai dengan baik (service ability) dan bentuk yang baik (performance) mendefinisikan bahwa produk yang bermutu, setidaknya ditentukan oleh delapan faktor, seperti: (1) Performance (penampilan suatu produk yang baik dibandingkan dengan produk lain yang sejenis), (2) Feature (keunggulan), (3) Reability (keterandalan produk), (4) Conformance (proses produksi yang baik), (5) Durability (ketahanan suatu produk), (6) Service Ability (kepuasan konsumen), (7) Aesthetics (mengandung nilai keindahan), (8) Perceived Quality (produk yang telah mendapat pengakuan standar universal). Sedangkan definisi strategik dari kualitas (mutu) adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*).

2. Rekayasa Kualitas (mutu)

Rekayasa kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk atau proses. Kerangka dasar dari rekayasa kualitas merupakan suatu hubungan antara dua disiplin ilmu yaitu teknik perancangan dan manufaktur, dimana mencakup seluruh aktifitas Pengendalian kualitas (mutu) dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, perancangan proses, perancangan produksi, dan kepuasan konsumen . Rekayasa kualitas pada dasarnya dibedakan menjadi 2.

3. Rekayasa Kualitas Secara Off-Line (Off-line Quality Engineering)

Dalam rekayasa kualitas secara off-line perancangan eksperimen merupakan peralatan yang sangat fundamental terutama pada kegiatan penelitian dan pengembangan produk. Teknik perancangan eksperimen pada dasarnya melalui dua hal yaitu mengidentifikasi sumber dari variasi dan menentukan perancangan proses yang optimal. Metodologi rekayasa kualitas secara off-line terbagi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Perancangan Konsep Tahap perancangan konsep berfungsi untuk dapat berhubungan dengan konsumen dan mendapatkansuara konsumen dengan kemampuan daya cipta dan kemampuan teknis untuk merancang konsep produk yang unggul.
2. Perancangan Parameter Tahap perancangan parameter berfungsi untuk mengoptimalkan level dari faktor pengendali terhadap efek yang ditimbulkan oleh faktor derau sehingga produk yang dihasilkan dapat kokoh/tangguh.
3. Perancangan Toleransi Tahap terakhir dari rekayasa kualitas secara off-line yaitu perancangan toleransi . perancangan toleransi ini dilakukan dengan menggunakan matriks ortogonal , fungsi kerugian, dan analisis varians untuk menyeimbangkan biaya dan mutu dari suatu produk.

2.8. Parameter Temperatur Injeksi

Parameter temperatur injeksi merupakan parameter kritis yang dibutuhkan agar plastik meleleh dapat mengisi rongga cetakan. Pada pengujian ini, penentuan variasi

temperatur injeksi didasari pada temperatur leleh (melting temperature). Temperatur leleh adalah temperatur dimana material mulai mengalami perubahan dari wujud padat menjadi lelehan. Pada dasarnya semakin tinggi temperatur leleh maka temperatur proses semakin tinggi. Pada aplikasi industri plastik, temperatur leleh ini digunakan sebagai identitas material plastik. Temperatur leleh untuk material plastic PP berkisar 155-165 oC. Kualitas produk plastik penyangga gantungan hanger untuk lemari pakaian dengan variasi temperatur injeksi 160, 165, dan 170 oC diperlihatkan pada gambar 2.12 s.d 2. 14.(Mawardi, 2015)

1.Temperatur 160 °C

Pada temperatur injeksi 160 °C spesimen yang dihasilkan tidak sempurna atau cetakan tidak terisi penuh yang dapat dilihat pada Gambar 2.12. Produk yang tidak terbentuk secara sempurna dapat terjadi dikarenakan temperatur injeksi yang kurang. Temperatur yang kurang panas dapat menyebabkan misrun (tidak mengalir cairan dalam memenuhi cetakan) sehingga dapat mengakibatkan terjadinya cacat short shot pada produk.



Gambar 2.8. Spesimen pada temperatur injeksi 160 °C. (Mawardi, 2015)

Selain cacat short shot, pada benda kerja juga terjadi bentuk bergaris-garis pada permukaan produk yang dikenal dengan cacat jetting. Material plastik yang kurang leleh akan cepat mengental akibat bersentuhan dengan cetakan. Plastik yang mengental tersebut terus diinjeksikan ke dalam cetakan, sehingga

meninggalkan bekas aliran pada permukaan produk. Kondisi proses ini yang menyebabkan terjadinya cacat jetting. Selain terdapat cacat short shot dan jetting, pada produk juga terlihat cacat sink mark yang ditandai dengan adanya cekungan pada permukaan benda produk. Parameter temperatur leleh juga sangat berpengaruh terhadap terjadinya cacat penyusutan (shrinkage) pada produk. Produk penyangga gantungan hanger yang diinjeksi pada temperatur 160 oC, mengalami cacat penyusutan sebesar 2,1%. Cacat susut dapat terjadi akibat perbedaan antara temperatur cairan plastik dengan temperatur cetakan.

2. Temperatur 165 °C

Produk yang diinjeksi pada temperatur 165 °C pada (Gambar 2.13). Produk mulai terbentuk secara penuh meskipun masih kurang baik (sempurna). Kurang terisinya cetakan disebabkan temperatur injeksi yang masih kurang tinggi sehingga masih terjadinya short shot pada produk. Pada kondisi temperatur ini, cacat jetting mulai menghilang. Hal ini tidak terlepas dari naiknya temperatur injeksi yang diberikan pada temperatur 165 °C cacat susut terjadi sebesar 1.6%.



Gambar 2.9. Spesimen pada temperatur injeksi 165 °C. (Mawardi, 2015)

3. Temperatur 170 °C

Spesimen yang dihasilkan pada temperatur injeksi 170 °C mempunyai kualitas cetakan yang baik. Cetakan terisi penuh sehingga produk terbentuk secara sempurna pada (Gambar 2.14). Temperatur injeksi yang tinggi dapat membantu menurunkan

viskositas plastik, yang dapat mempermudah aliran sehingga proses pengisiannya akan lebih mudah.



Gambar 2.10. Spesimen pada temperatur injeksi 170 oC. (Mawardi, 2015)

Pada kondisi ini cacat short shot tidak terjadi lagi, akan tetapi cacat sink mark dan jetting masih terjadi dalam luasan yang kecil. Meskipun sangat kecil, pada temperatur ini mulai terjadi cacat flashing. Flashing sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk. Penyebab flashing salah satunya dapat diakibatkan oleh kurangnya tekanan clamping cetakan. Pada temperatur injeksi 170 oC, cacat susut yang terjadi sama dengan pada temperatur injeksi 165 oC, yaitu sebesar 1,6%. Dengan menaikkan temperatur injeksi, dapat meminimalkan cacat dan mengurangi luas daerah cacat yang terjadi. Namun upaya ini masih belum signifikan untuk menghilangkan yang terjadi tanpa diikuti oleh pengaturan variabel lainnya seperti tekanan, kecepatan injeksi dan waktu pendinginan.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian Analisa pengaruh variasi suhu terhadap pembuatan biji plastik pada extruder dengan bahan Polypropylen (PP), dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jln. Kapten Mukhtar Basri No 3 medan.

3.1.2 Waktu

Tabel 3.1 Jadwal Waktu Dan Kegiatan Pelaksanaan

No	Kegiatan Penelitian	Bulan					
		5	6	7	8	9	10
1	Study Literatur Dan Desain	■					
2	Pembuatan Alat Dan Pengujian	■	■				
3	Pengambilan Data		■	■			
4	Analisa Data			■	■		
5	Seminar Hasil				■	■	
6	Sidang Sarjana						■

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Potongan Plastik Polypropylene

Potongan plastik berfungsi sebagai bahan baku dalam proses pembuatan produk, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Potongan Plastik Polypropylene.

2. Flame Gun

Flame Gun berfungsi untuk membantu memanaskan cetakan (*mold*) untuk pertama kali setelah mesin *injection molding* dihidupkan, dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Flame Gun*

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin Ekstruksi Plastik

Proses pelelehan resin berjalan seiring dengan Bergeraknya plastik di dalam barrel, seperti pada Gambar 3.1. Bergantung pada jenis termoplastik, suhu barrel dapat berkisar antara 200 hingga 270 derajat Celcius. Sebagian besar ekstruder memiliki barrel yang secara bertahap meningkatkan panas sampai pada titik tertingginya di bagian tengah barrel (barrier zone), lalu suhu menurun kembali seiring plastik mendekati feed pipe. Teknik tersebut diberlakukan guna memungkinkan peleburan bertahap dan meminimalkan kemungkinan degradasi plastic.



Gambar 3.3. Alat uji mesin ekstruksi plastik

2. Motor Gearbox

Gear box merupakan suatu komponen pumping unit yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari electric ke motor seluruh komponen pumping unit dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau torque (torsi), seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.4. Motor Gearbox

3. Screw

Screw berfungsi untuk mengalirkan plastik pada hopper ke nozzle, seperti pada Gambar 3.3. Ketika screw berputar material dari hopper akan tertarik mengisi screw yang selanjutnya di panasi lalu di dorong ke arah nozzle.



Gambar 3.5. Screw

4. Hopper

Hopper merupakan tempat untuk menempatkan material plastik, seperti pada Gambar 3.4. Sebelum masuk ke barrel, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur

kelembapan, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil injeksi yang tidak bagus.



Gambar 3.6. Hopper

5. Panel Box

Panel box berfungsi untuk menjaga keamanan pada saat terjadinya gangguan dalam aliran listrik, seperti pada Gambar 3.5. Selain itu box panel berguna untuk melindungi panel listrik dari kerusakan baik itu yang disengaja ataupun tidak disengaja.



Gambar 3.7. Panel Box

6. *Digital Tachometer Benetech GM 8905*

Tachometer digunakan untuk mengukur rpm motor *stepper nema 23* yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.8 *Digital Tachometer Benetech GM 8905*

Spesifikasi :

LCD Monitor : five large-screen LCD display, character

height Unit 18mm : rpm

Rentang : 2.5-99999rpm

Test distance : 50-500mm

Time base : quartz crystal

Automatic shutdown no key operation, the instrument will be turned off after 61s

7. *Digital Thermometer Benetech GM 1312*

Thermometer digunakan untuk mengukur panas nya *heater*, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.9 *Digital Thermometer GM 1312*

Spesifikasi :

Article : No. GM1312

Material: ABS , TPU

Operating Temperature: 0 ~ 40 Degree Celsius

Cable Length : Range -50 to 300C

Accuracy

Power Supply

Display Size

: +/- 0.1%+0.6C

: 3*1.5V AAA batteries (not included)

: 145.5*29*72mm

Alat Ukur Suhu Digital Thermometer Benetech GM1312

8. *Watt Meter Voltase Kwh Checker*

Watt meter Voltase Kwh Checker digunakan untuk mengukur daya yang digunakan pada mesin *extruder*, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.10 *Watt meter Voltase Kwh Checker*

Spesifikasi :

Tegangan AC	: 160 ~ 280 V
Daya	: 1 ~ 3000W
Konsumsi Energi	: 0.0001 ~ 999.9 kWh
Biaya	: 0 ~ 9999\$
Kondisi Rasio Operasi	: 0 ~ 100%
Waktu Pemakaian/ Operasi	: 0 ~ 60 menit sampai 24 jam sampai 999 hari

9. Timbangan Digital SF-400

Timbangan digital untuk mengukur berat massa jenis plastic yang akan di lakukan pengujian di mesin *extruder*, seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.11 Timbangan Digital SF- 400

Spesifikasi :

Kapasitas : 10 Kg (10,000 gr)

Ketelitian: 1 gr

Power : 2 baterai (AA) sudah termasuk

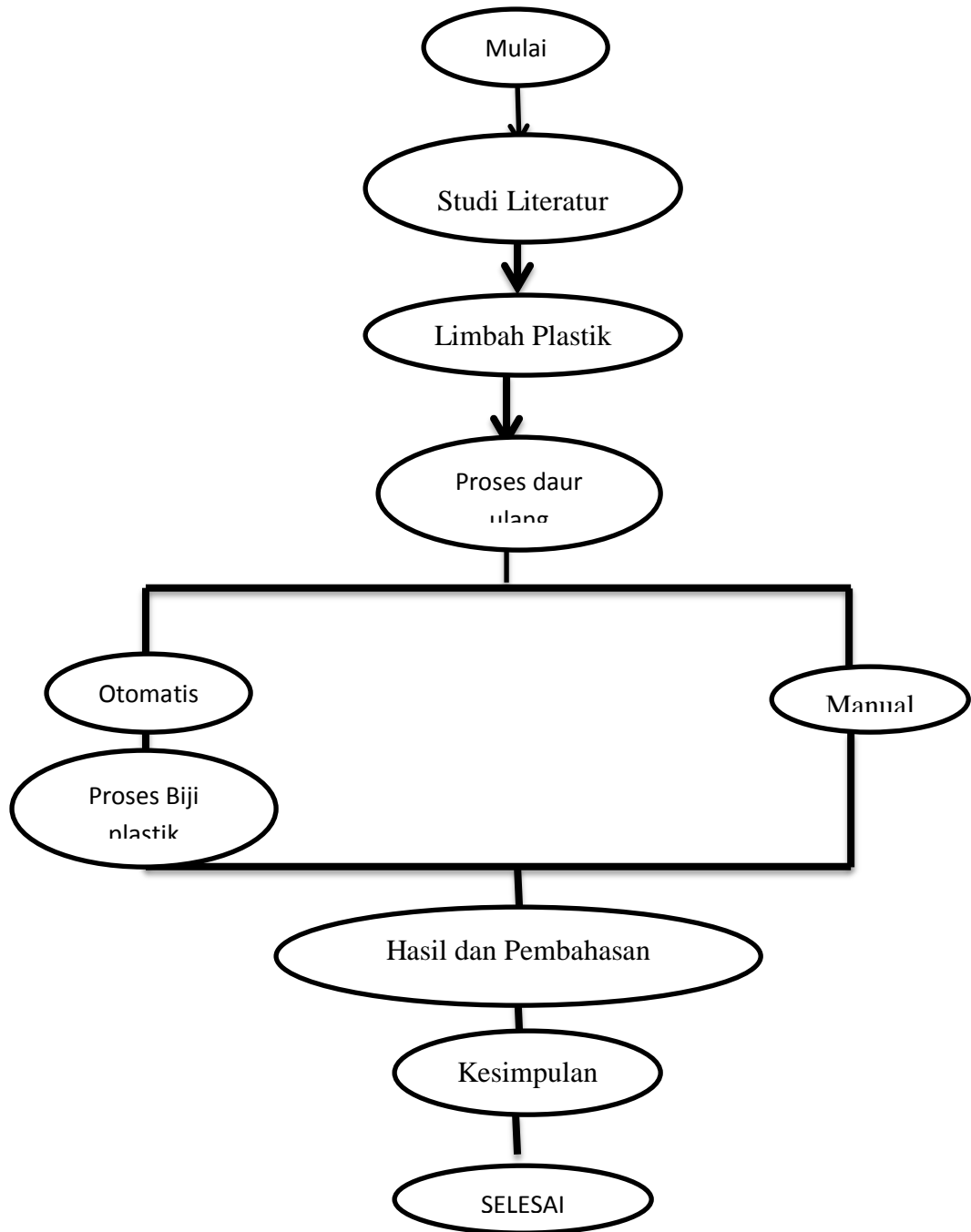
Ukuran: 25 x 17 x 4 Cm

3.7 Diagram Alir

Dalam penelitian yang dilakukan mengikuti langkah – langkah prosedur

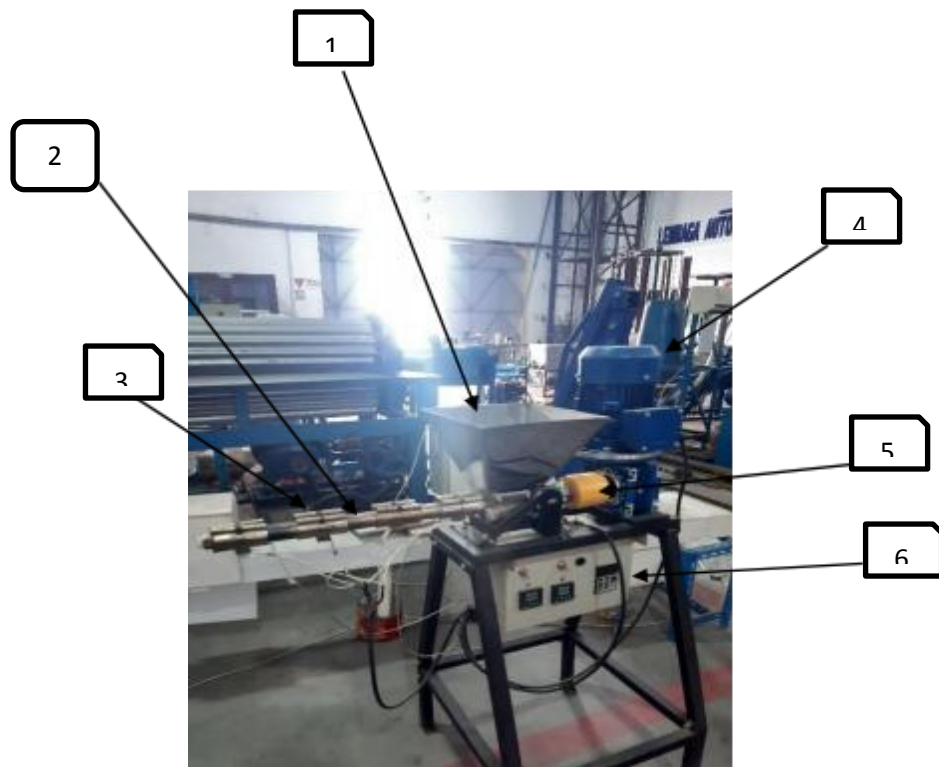
sebagai berikut :

Gambar 3.12 Diagram alir penelitian



Gambar 3.12 diagram Alir penelitian

3.4. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.13 Mesin *Extruder*

1) `

1. *Hopper*

Hopper merupakan tempat untuk menempatkan material plastik, seperti garis panah No 1. Sebelum masuk ke barrel, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastic.

2. *Screw*

Screw berfungsi untuk mengalirkan plastik pada hopper ke nozzle, seperti

garis panah No 2, Ketika screw berputar material dari hopper akan tertarik mengisi screw yang selanjutnya di panasi lalu di dorong ke arah nozzle.

3. *Heater*

Heater berfungsi untuk memastikan berapa temperature yang harus di lakukan dalam melelehkan potongan limbah plastic tersebut, seperti pada garis panah No 3.

4. Panel Box

Panel box berfungsi untuk menjaga keamanan pada saat terjadinya gangguan dalam aliran listrik, seperti pada garis panah No 4.

5. Kopling

Kopling berfungsi untuk memutar *screw* dengan putaran yang telah di tentukan, seperti pada garis panah No 5.

6. Motor *Gearbox*

Gear box merupakan suatu komponen pumping unit yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari electric ke motor seluruh komponen pumping unit dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau torque (torsi), seperti pada garis panah No 6.

3.5. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Menghidupkan dan mereset program mesin *extruder*.
2. Menimbang bahan yang akan di injeksikan pada biji plastik *polypropylene* (PP), seperti pada gambar 3.10



Gambar 3.14 timbangan digital

3. Mengatur temperatur suhu pemanas pada mesin extruder dimulai dari suhu 180°C , 190°C , 200°C , 210°C .
4. Menghubungkan mesin *extruder* kepada sumber daya *watt meter kwh hecker*, seperti pada gambar 3.13



Gambar 3.15 watt meter voltase kwh hecker

5. Menghidupkan mesin *extruder*, seperti pada gambar 3.14



Gambar 3.16 Saklar



Gambar 3.17 *proportional integral derivative* (PID)

6. Mengulangi percobaan sebanyak 4 kali dengan level parameter yang berbeda.
7. Mengamati dan menganalisa hasil dari cetakan (*modal*)
8. Menyimpulkan seluruh hasil analisa

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Langkah kerja mesin injection

- a) top/button side injection dengan spesifikasi antara lain, Panjang 100mm, lebar 100mm, tebal 20mm.
- b) letak baut injection dengan rincian, jarak antara baut 80mm, diameter baut 8mm.
- c) bagian ruang cetakan material pada injection dengan rincian, Panjang 50mm, lebar 50mm dan ke dalaman cetakan 13mm.
- d) lubang dudukan nozzle pada bagian tengah mold untuk jalur masuknya plastik yang sudah di cairkan. Diameter lubang 10mm dan kedalam 10mm.
- e) nozzle sebagai media penyalur plastic yang di cairkan dari barrel ke injection. Dengan ukuran Panjang nozzle keseluruhan 30mm, diameter luar 10mm, diameter dalam 10mm, Panjang drat 10m

4.2 Proses Kerja

Proses untuk menjalankan atau pengoperasiannya alat mesin ekstruder plastik ini yaitu, seperti pada Gambar Dengan menghubungkannya dengan sumber energi listrik, dan tekan tombol heater untuk melelehkan sisa plastik tersebut supaya pergerakan mekanismenya lancar, untuk proses selanjutnya nyalakan generator untuk memutar rotary screw atau mengantarkan biji plastik ke proses pencairan hingga ke proses injeksi, setelah itu pilih variasi suhu yang telah ditentukan pada layar LCD, ketika suhu sudah naik ke suhu yang kita tentukan, masukan biji plastik kedalam hopper bertujuan untuk menampung biji plastik sebelum masuk ke proses heater.



Gambar 4.4 Proses Kerja

4.3 Proses Pemanasan

Proses heater mesin ekstruder ke arah injection plastik ini menggunakan daya electricsepertipada Gambar 4.4, yaitu dengan nozzle heater bertegangan 650 watt dengan diameter 26 mm dan panjang 600 mm, untuk bisa menghasilkan panas yang maksimal memanaskan biji plastik sebelum masuk ke injektor atau nozzle tersebut.



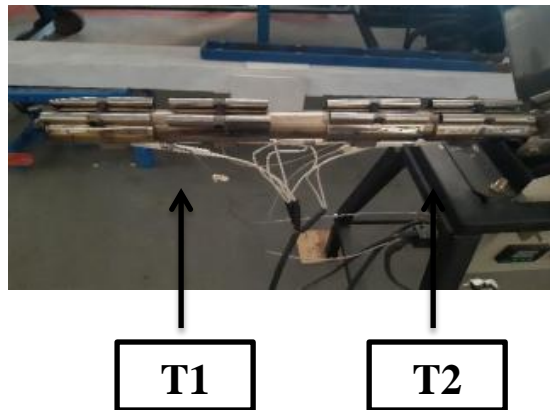
Gambar 4.5 Heater

4.4 Pengujian Variasi Suhu Pada *injection*

4.4.1 Pengujian suhu 180°C

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan pengecekan suhu menggunakan *thermometer digital* agar mendapatkan data

yang akurat perbandingan suhu antara *heater* dan silinder dengan yang terpampang pada *PID* dan hasilnya pada *thermometer digital* suhu pada *heater* 1, $T_1=110^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=125^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 2, $T_1=165^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=166^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 3, $T_1=170^{\circ}\text{C}$ dan Pengujian suhu 180°C $T_2=170^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 4, $T_1=182^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=173^{\circ}\text{C}$, seperti pada gambar 4.6, 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.6 T1 dan T2

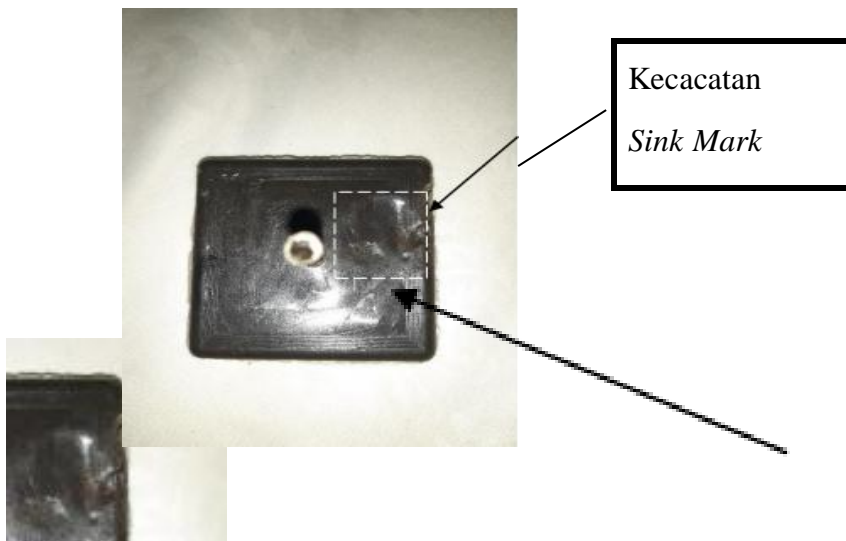


Gambar 4.7 Temperatur 180°C



Gambar 4.8 Suhu 180 C

Sedangkan untuk hasil cetakan terjadi kecacatan sink mart merupakan cacat produk dimana munculnya ceruk pada produk. Sink mart biasanya terjadi Ketika ada penyusutan bagian dalam komponen yang dicetak, seperti pada gambar 4.9.

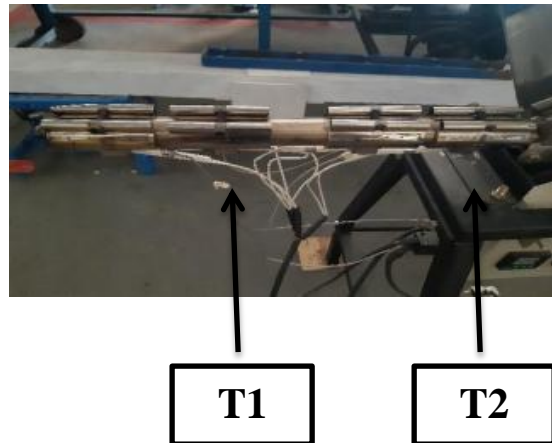


Gambar 4.9 Spesimen pengujian pertama suhu 180°C

4.4.2 Pengujian suhu 190°C

Sebelum melakukan pengujian juga dilakukan pengecekan suhu menggunakan *thermometer digital* dan hasilnya suhu pada *heater 1*, $T_1=175^{\circ}\text{C}$ dan $T_2= 156^{\circ}\text{C}$ pada *heater 2*, $T_1=192^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=208^{\circ}\text{C}$

pada *heater* 3, $T_1=203^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=202^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 4, $T_1=227^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=190^{\circ}\text{C}$, seperti pada gambar 4.10, 4.11 dan 4.12.



Gambar 4.10 T1 dan T2

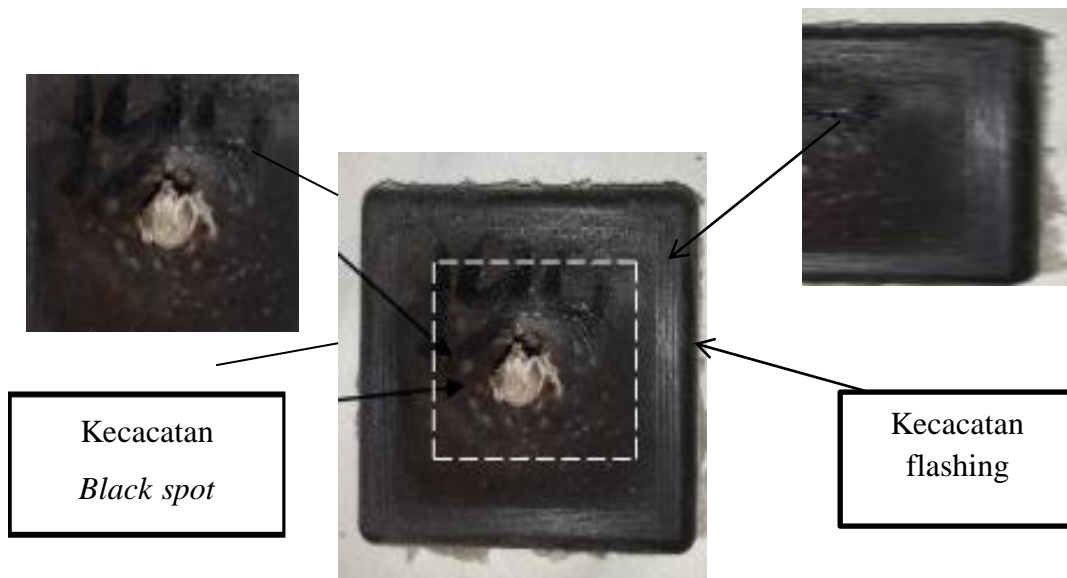


Gambar 4.11 Temperatur 180°C



Gambar 4.12 Suhu 190 C

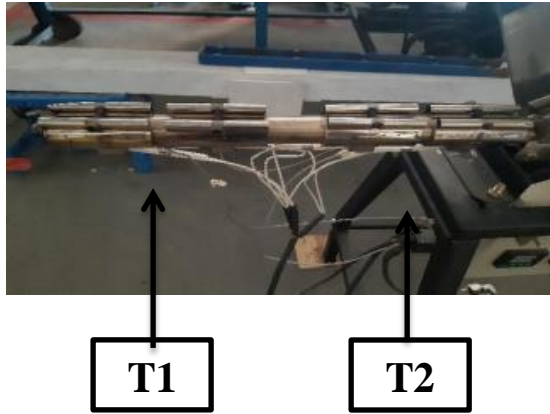
Sedangkan untuk hasil cetakan tidak terdapat kecacatan *short shot* namun ada sedikit kecacatan *flashing* adalah jenis minor defect pada material, artinya material masih bisa dikatakan oktetapi harus dilakukan pembersihan pada produk. Flashing sendiri berarti terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir produk, sedangkan kecacatan, *black spot* atau bintik hitam atau goresan pada permukaan produk, biasanya disebabkan oleh kerusakan thermal masih terlihat pada beberapa bagian spesimen, seperti pada gambar 4.12



Gambar 4.13 Spesimen pengujian kedua suhu 190°C

4.4.3 Pengujian suhu 200°C

Sebelum melakukan pengujian juga dilakukan pengecekan suhu menggunakan *thermometer digital* dan hasilnya suhu pada *heater 1*, T1=147°C dan T2= 187°C pada *heater 2*, T1=237°C dan T2=201°C pada *heater 3*, T1=228°C dan T2=178°C pada *heater 4*, T1=248°C dan T2=177°C, seperti pada gambar 4.14, 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.14 T1 dan T2

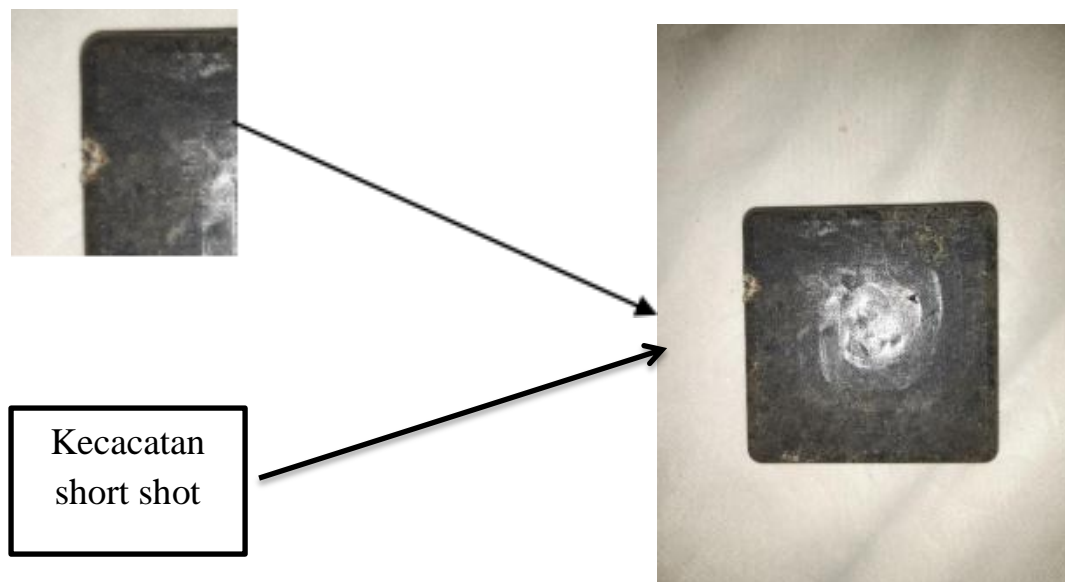


Gambar 4.15 Temperatur 200°C



Gambar 4.16 Suhu 200°C

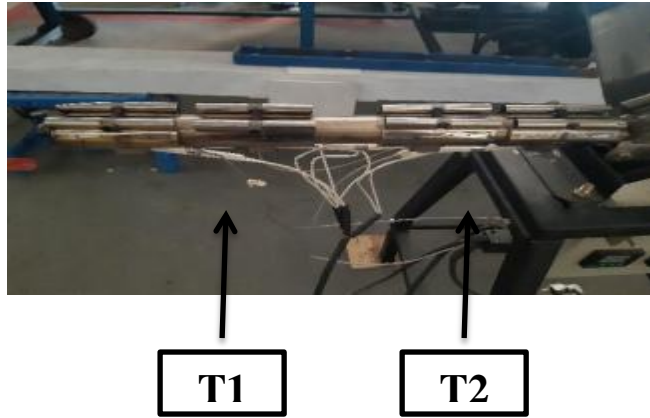
Sedangkan untuk hasil cetakan terjadi kecacatan *short shot* suatu kondisi dimana, plastik leleh yang akan diinjeksikan kedalam cavity tidak mencapai kapasitas yang ideal atau sesuai settingan mesin. Sehingga plastic yang di injeksikan kedalam cavity mengeras terlebih dahulu sebelum memenuhi cavity, seperti pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Spesimen pengujian ketiga suhu 200°C

4.4.4 Pengujian suhu 210°C

Sebelum melakukan pengujian juga dilakukan pengecekan suhu menggunakan *thermometer digital* dan hasilnya suhu pada *heater* 1, $T_1=212^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=192^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 2, $T_1=240^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=249^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 3, $T_1=256^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=237^{\circ}\text{C}$ pada *heater* 4, $T_1=282^{\circ}\text{C}$ dan $T_2=260^{\circ}\text{C}$, seperti pada gambar 4.18, 4.19 dan 4.20



Gambar 4.18 T1 dan T2



Gambar 4.19 Temperatur 210 °C



Gambar 4.20 Suhu 210°C

Sedangkan untuk hasil cetakannya pada pengujian tidak terjadi kecacatan *flashing* begitu juga dengan kecacatan *short shot* tidak terlihat dan kecacatan *black spot* menghilang tetapi warnanya masih sama berubah menjadi warna Hitam ini kemungkinan terjadi karena terlalu panas suhu yang diberikan sehingga plastic yang lelehkan berubah warna, seperti pada gambar 4.21



Gambar 4.21 Spesimen pengujian ke empat suhu 210⁰C

4.5 Tabel Hasil Pengujian

Pengujian produk ini berbahan biji plastik *Polypropylene* yang dilakukan empat kali pengujian pada setiap suhu injeksi yang diberikan dan hasilnya akan dijelaskan pada tabel 4.4

Tabel 4.4. Hasil pengujian

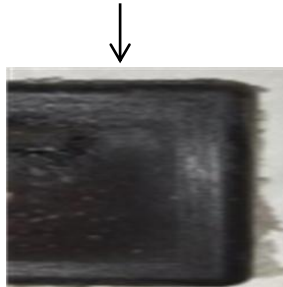
Pengujian	Suhu (oC)	Berat bahan (gr)	Noozl <i>e</i> (mm)	Hasil			
				Cacat <i>Flashing</i>	Cacat <i>Short shot</i>	Cacat <i>Black spot</i>	Cacat <i>Sink mark</i>
1	180	25	10	-	-	-	✓
2	190	25	10	✓	-	✓	-
3	200	25	10	-	✓	-	-
4	210	25	10	-	-	-	-

Keterangan:

1) Pengujian suhu 180⁰C Cacat Sink Mark



2. Pengujian suhu 190⁰C Cacat Flashing Dan Cacat Black Spot



3. Pengujian suhu 200⁰C Cacat Short Shot



4. Pengujian suhu 210⁰C tidak ada kecacatan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Suatu kecacatan produk terjadi pada percobaan mesin injection temperature 180°C cacat *Sink Mark*, 190°C cacat *Flashing* dan *Black spot* sedangkan 200°C cacat *Short shot* .
2. Pada suhu yang paling optimal pada pembuatan produk berbahan polypropylene terjadi pada suhu 210°C pada pengujian keempat ini tidak ada terjadi kecacatan.
3. Dalam penelitian menaikkan suhu Heater sangat mempengaruhi untuk hasil produk yang optimal.

5.2 Saran

Beberapa saran yang penting untuk penelitian sebagai berikut :

1. Untuk kepresisian dan tekanan pada injection unit harus di perhatikan agar hasil cetakan lebih baik lagi.
2. Untuk pemanas pada cetakan yang sebelumnya menggunakan hied gand di ganti dengan elemen panas agar proses pengerjaan lebih efesien.
3. Untuk kapasitas mesin lebih ditingkatkan lagi supaya proses pengerjaannya lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ega Holiyan M.L. 1, Syabani, M.W.2, Wulung, R.B.S.2. 2015. "Pengaruh Suhu Dan Tekanan Injeksi Terhadap Cacat Short Shot Produk Polikarbonat Pada Mesin Injection Molding." *Studi Kasus Di Pt. Sejong Matrasindo Semarang* 14: 1– 14.
- Budiyantoro, Cahyo. 2016. "Pengaruh Variasi Tekanan Dan Waktu Tahan Pada Proses Injeksi Plastik Terhadap Berat Serta Penyusutan Produk (The Influence Of Various Holding Pressure and Holding Time On Injection Process To The Weight And Shrinkage Values of Product)," no. Snttm Xv: 5–6.
- Hidayat, Taufiq, and Rochmad Winnarso. 2017. "Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus 2017."
- Kristanto, Yuli, and Bambang Kusharjanta. 2013. "Pengaruh Suhu Pemanas Terhadap Shrinkage Keywords : Abstract :." 12 (September): 7– 10.
- Yanto, Heri, Ihsan Saputra, and Sapto Wiratno Satoto. 2018. "Analisa Pengaruh Temperatur Dan Tekanan Injeksi Moulding Terhadap Cacat Produk." *Jurnal Integrasi* 10 (1): 1–6. <https://doi.org/10.30871/ji.v10i1.641>.
- Zulianto. 2015. "Cacat Warpaga Pada Produk Injetion Berbahan Polypropylene (Pp)."
- (Jun and Juwono 2011)Jun, Bernadeth Jong Hiong, and Ariadne L. Juwono. 2011. "Studi Perbandingan Sifat Mekanik Polypropylene Murni Dan Daur Ulang." *MAKARA of Science Series* 14 (1): 95– 100. <https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.461>.
- (Rahmawati 2017)Rahmawati, Anita. 2017. "Comparison Of Utilization Polypropilene (PP) And High Density Polyethylene (HDPE) On Laston_WC Mixture." *Media Teknik Sipil* 15: 11– 19. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/4414>.
- Tresno, Sutiawan, 2013, Jenis-jenis Defect (Cacat) Pada Produk Injection ,<https://www.scribd.com>/diakses April 2019
- Yusoff, S.M.M, Rohani, J.M, Hamid, W.H.W, Ramly, E. 2004. A Plastic



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan 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 [f umsumedan](#) [ig umsumedan](#) [t umsumedan](#) [u umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 737/II.3AU/UMSU-07/F/2022

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 21 Mei 2022 dengan ini Menetapkan :

Nama : JUMADI
Npm : 1507230074
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : XIV (EMPAT BELAS)
Judul Tugas Akhir : ANALISA HASIL DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK BERBAHAN POLYPROPYLENE (PP) PADA MESIN INJECTION

Pembimbing -I : KHAIRUL UMURANI, ST, MT
Pembimbing -II : M. YANI, 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, 20 Syawal 1443 H
21 Mei 2022 M



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





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
UPT. PERPUSTAKAAN

Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Perpustakaan Nasional Republik Indonesia No. 00059/LAP.PT/IX.2018

Pusat Administrasi : Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 66224567

🌐 <http://perpustakaan.umsu.ac.id> ✉ perpustakaan@umsu.ac.id 📞 [perpustakaan_umsu](https://www.instagram.com/perpustakaan_umsu)

SURAT KETERANGAN

Nomor : 3715 / KET/II.3-AU /UMSU-P/M/2022



Berdasarkan hasil pemeriksaan data pada Sistem Perpustakaan, maka Kepala Unit Pelaksana Teknis (UPT) Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan ini menerangkan :

Nama : Jumadi
NIM : 1507230074
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Mesin

Telah menyelesaikan segala urusan yang berhubungan dengan Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Demikian surat keterangan ini diperbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Medan, 14 Rabiul Awwal 1444 H
10 oktober 2022 M

Kepala UPT Perpustakaan

Muhammad Arifin, S.Pd, M.Pd

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**ANALISA HASIL DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK BERBAHAN
POLYPROPYLENE (PP) PADA MESIN INJECTION**

Nama : Jumadi
NPM : 1507230074

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : M. Yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembelian Spangki tugas	h
		- Pembeli pendakulan	h
		- Pembeli Angkutan mustalee	h
		- Pembeli Metode	h
		- Pembeli Analisa Data	h
		- Pembeli beapula	h
		- Ace sinura	h
		- Pembelian Forum penulisan, ikuti perdonan penulisan karya ilmiah	myfr
		- Pembeli penulisan pada bab 10	myfr
		- Pembeli Penulisan bab 1 & penyusunan daftar pustaka	myfr
		Ace	myfr

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

Nama : Jumadi
NPM : 1507230074
Judul Tugas Akhir : Analisa Hasil Daur Ulang Limbah Plastik Berbahan Polypropylene (PP) Pada Mesin Injection

Dosen Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : Iqbal Tanjung, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – II : M. Yani, 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 Shafar 1444 H
13 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



H. Muharnif, ST, M.Sc

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

Nama : Jumadi
NPM : 1507230074
Judul Tugas Akhir : Analisa Hasil Daur Ulang Limbah Plastik Berbahan Polypropylene (PP) Pada Mesin Injection

Dosen Pembanding –I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : Iqbal Tanjung, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing –II : M. Yani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
What perbaikan yang harus dilakukan pada mesin tersebut
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 16 Shafar 1444 H
13 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

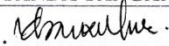
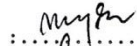

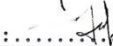








Dosen Pembanding- II



Iqbal Tanjung, ST, MT

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

Peserta seminar
 Nama : Jumadi
 NPM : 1507230074
 Judul Tugas Akhir : Analisa Hasil Daur Ulang Limbah Plastik Berbahan Polypropyhlene (PP) Pada Mesin Injection

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT			
Pembimbing – II : M. Yani, ST, MT			
Pemanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc			
Pemanding – II : Iqbal Tanjung, ST, MT			
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1807230057	Aulia Ferdanda	
2	1807230051	Mhd Maulana Husni	
3	1607230127	AHMADA SYAFI BANGSA	
4	1807230142	YUSUF WIS	
5	1607230007	Muhammad Akbar	
6	1707230078	RIZKI AGUSTIAR	
7	1607230020	RIZKI RUPNIAWAN	
8	1607230161	M. AFRANDI	
9			
10			

Medan, 16 Shafar 1444 H
 13 September 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan 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 [fumsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

Nomor : 1269/ II.3-AU/ UMSU-07/ F/2022
Lamp : -
Hal : Undangan Seminar Tugas Akhir
Program Studi Teknik Mesin

Medan, 12 Shafar 1444 H
09 September 2022 M

Kepada : Yth.Sdr.

1. H. Muharnif, ST, M.Sc
2. Iqbal Tanjung, ST, MT
3. Khairul Umurani, ST, MT
4. M. Yani, ST, MT

(Dosen Pembanding - I)
(Dosen Pembanding - II)
(Dosen Pembimbing - I)
(Dosen Pembimbing - II)

di-
Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.
Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan hormat, sesuai dengan Rekomendasi Ka. Prodi Teknik Mesin, pada hari Selasa, Tanggal 13 Agustus 2022 tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang Saudara untuk menghadiri Seminar Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama : Jumadi
NPM : 1507230074
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Hasil Daur Ulang Limbah Plastik Berbahan Polypropyhlene (PP) Pada Mesin Injection

InsyaAllah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Selasa / 13 Agustus 2022
Waktu : 10.00 Wib S/D Selesai
Tempat : Fakultas Teknik UMSU
Jalan Muktar Basri No. 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih. Akhimya selamat dan sejahteralah kita semua Amin.

Wassalam
Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Jumadi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat/Tanggal Lahir : Bulu Rejo,10 Januari 1994
Alamat : Bulu Rejo Desa Aek Tapa Kec.Merbau
Kab.Labuhanbatu Utara.
Email : jumady94@gmail.com
No.hp : 085261795040

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN Bulu Sari112319 Tahun 2000 - 2006
2. SMP Negeri 1 Marbau Tahun 2006 - 2009
3. SMK 2 Alwashliyah Marbau Tahun 2009 - 2012
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 - 2022