

**ANALISIS SYSTEM KENDALI MESIN IJECTION MOULDING
HAIDA HDX-328 UNTUK PRODUKSI PREFORM 65 GR**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh :

IMMANUEL SIANTURI
NPM : 1407220110



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Immanuel Sianturi
NPM : 1407220110
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis System Kendali Mesin Injection Moulding Haida HDX-328 Untuk Produksi Preform 65 Gr

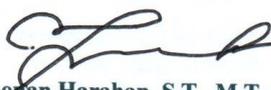
Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan diterima menjadi salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara

Mengetahui dan menyetujui:

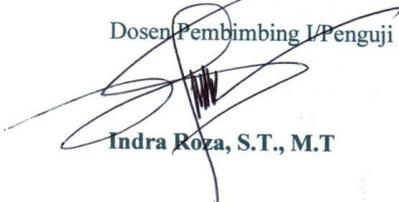
Dosen Pembimbing I/Penguji


Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

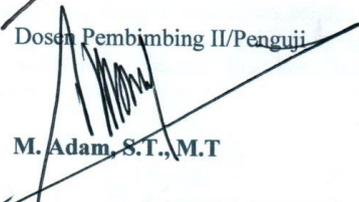
Dosen Pembimbing II/Penguji


Partaonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I/Penguji


Indra Roza, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II/Penguji


M. Adam, S.T., M.T


Program Studi Teknik Elektro
Ketua,
Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Immanuel Sianturi
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 31 Juli 1994
NPM : 1407220110
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

ANALISIS SYSTEM KENDALI MESIN IJECTION MOULDING HAIDA HDX-328 UNTUK PRODUKSI PREFORM 65 GR"

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 hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2021
Saya yang menyatakan,



IMMANUEL SIANTURI

ABSTRAK

Injection Blow Molding adalah proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara menginjeksikan terlebih dahulu bijih plastik yang akan diproses menjadi bakalan plastik (*preform*). Pada sistem injeksi terdiri dari komponen *injection* (*pengisi*) dan *blower* (*peniup*). Secara umum digunakan untuk profil produk dengan ukuran yang relatif kecil dan terdapat ulir mulut botol. Penghitungan arus yang dilakukan dengan menganalisa sehingga diperoleh nilai 23.2 A dan 20 A. Kemudian dilakukan perhitungan daya pada *Injection molding* dengan data yang diperoleh sebesar 8.7 KW dan 7.5 KW.

Kata Kunci : Injection Molding, Prinsip Kerja Injection Molding, Rangkaian Kontrol, Daya Injection Molding.

ABSTRACT

Injection Blow Molding is the process of forming plastic products by first injecting plastic ore which will be processed into plastic preform. The injection system consists of an injection component (filler) and a blower (blower). Generally used for product profiles with relatively small sizes and a bottle mouth thread. Calculation of the current is done by analyzing to obtain the values of 23.2 A and 20 A. Then the calculation of the power on the injection molding with the data obtained is 8.7 KW and 7.5 KW.

Keywords: Injection Molding, Injection Molding Working Principle, Control Circuit, Injection Molding Power.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang maha ESA atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beryukur dan mudah-mudahan berguna bagi banyak orang. Serangkaian ucapan terimakasih saya panjatkan kepada junjungan saya yaitu orang tua yang merupakan suri tauladan bagi saya semua yang telah membawa saya menjadi anak yang berbakti dan penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“ANALISIS SISTEM KENDALI MESIN INJECTION MOLDING HAIDA HDX-328 UNTUK PRODUKSI PREFORM 65 GRAM”**

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan yang maha ESA, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Drs.Jahombang Sianturi) dan ibunda (Aslina Sinaga) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.

3. Bapak Munawar Alfansury S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ade Faisal S.T, M,T selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Khairul Umurani S.T, M,T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan sebagai Pembimbing I yang mengarahkan saya dalam menulis laporan tugas akhir ini.
7. Bapak Partaonan Harahap, S.T, M.T sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai Pembimbing II yang mengarahkan saya dalam menulis laporan tugas akhir ini.
8. Abangda Tubagus Cahyono S.T yang memberikan arahan untuk penyelesaian tugas akhir ini.
9. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Segenap, kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa.
11. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, Februari 2021

Penulis

Immanuel Sianturi

1407220110

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRAC	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Mekanisme Sistem kerja <i>Extrusion Moulding</i>	6
2.2.2 Mekanisme Sistem Kerja <i>Injection Blow Moulding</i>	7
2.2.3 Mekanisme Sistem Kerja <i>Blow Moulding</i>	8
2.3 Klasifikasi Plastik Berdasarkan Jenis Golongan	10

2.4 Jenis <i>Thermoplastics</i>	12
2.4.1 <i>Polypropylene</i>	12
2.4.2 <i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i>	14
2.5 Penentuan Material <i>Injection Blowing Tools</i>	14
2.5.1 Spesifikasi Material Baja	14
2.5.2 Spesifikasi Material Aluminium	17
2.6 Penentuan dan Perhitungan Rancang Bangun Mesin	21
2.7 Perhitungan Tekanan Injeksi.....	21
2.8 Motor Listrik Pada Mesin <i>Injection</i>	22
2.8.1 Motor Induksi.....	22
2.9 Daya Listrik.....	24
2.10 Segitiga Daya	25
2.10.1 Daya Aktif	26
2.10.2 Daya Semu.....	27
2.10.3 Daya Reaktif	27
2.10.4 Faktor Daya	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Lokasi Penelitian.....	29
3.2 Metode Penelitian Eksperimen	29
3.3 Alat dan Bahan Dalam Penelitian	29
3.3.1 Perangkat Lunak	30
3.3.2 Perangkat Keras	30
3.4 Metode Penelitian.....	32
3.5 Rangkaian Kontrol	33

3.6 Diagram Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>).....	37
BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN	38
4.1 Prinsip Kerja Mesin Injection Moulding.....	38
4.2 Sistem Kontrol Injection Moulding HDX-328	40
4.3 Sistem Kelistrikan dan Kontrol Motor	41
4.4 Analisa Penelitian.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Extrusion Moulding (Amri, 2009)	7
Gambar 2.2 <i>Proses Injection Blow Moulding (Harper, 2006)</i>	8
Gambar 2.3 <i>Proses Blow Moulding (Norman, 2000)</i>	9
Gambar 2.4 <i>Klasifikasi Plastik Berdasarkan Fungsi Pokok (Klein, 2011)</i> .	11
Gambar 2.5 Klasifikasi Plastik (Klein, 2011	11
Gambar 2.6 Kurva Plastik (Domininghaus, 1993)	12
Gambar 2.7 Kurva Tegangan-Regangan Baja (Salmon, 1971).....	17
Gambar 2.8 Jenis Bentuk Baja	17
Gambar 2.9 Grafik P-V	22
Gambar 2.10 <i>Rangkaian Pengendali Motor Injection</i>	23
Gambar 2.11 Segitiga Daya.....	26
Gambar 3.1 Editing Gambar Menggunakan Photoshop CS 6.....	30
Gambar 3.2 Injection Molding HDX-328	30
Gambar 3.3 Manual Teknik Mesin Injection	31
Gambar 3.4 Tang Ampere Kyoritsu	31
Gambar 3.5 Sistem Blok Diagram Penelitian	32
Gambar 3.6 Lubrikasi Pada Mesin Injection.....	33
Gambar 3.7 Rangkaian Kontrol Motor.....	34
Gambar 3.8 Setting Clamping Unit.....	34
Gambar 3.9 Setting Injection Unit	35
Gambar 3.10 Setting Fast Unit	35
Gambar 3.11 Core 1 Setting	35

Gambar 3.12	Temperatur <i>Nozzle Unit</i>	36
Gambar 3.13	Setting <i>Charer</i>	36
Gambar 3.14	Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1	<i>Mesin Injection Moulding</i>	38
Gambar 4.2	<i>Cooling Water Connection</i>	39
Gambar 4.3	<i>PLC TECH2 Injection Moulding</i>	40
Gambar 4.4	Rangkaian Kontrol Motor.....	41
Gambar 4.5	Rangkaian Star-Delta.....	42
Gambar 4.6	Ilustrasi Mesin Injection	43
Gambar 4.7	Name Plate Mesin Injection	45
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Arus Terhadap Daya	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan <i>Spesific Grafity</i> Material Thermoplastik (Mujiarto, 2005)	13
Tabel 2.2 Temperatur Leleh Material Thermoplastik (Mujiarto, 2005)	13
Tabel 2.3 Sifat Fisik Aluminium (Majansastra, 2016)	18
Tabel 2.4 Klasifikasi Aluminium (Davis, 1994)	20
Tabel 4.1 Spesifikasi Komponen Injection Molding	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini plastik merupakan bahan atau material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, sebagai bahan yang sangat mudah didapat, praktis, ringan dan tentu saja modern, Untuk bisa membuat sebuah produk plastik yang sesuai dengan apa yang kita kehendaki tentunya dibutuhkan teknologi yang memadai baik itu dari sisi mesin injection, cetakan injeksi, material, metode dan manusia, Dari berbagai macam parameter tersebut, salah satu faktor yang dominan adalah pengaturan parameter setting pada mesin injection molding. Di perusahaan tempat saya bekerja misalnya, masih banyak terjadi cacat produk, terutama masalah penyusutan (shrinkage) yang mengakibatkan menurunnya jumlah produksi.

Produk plastik yang diteliti adalah produk kemasan toples. Dimana produk ini dicetak dengan mesin injection molding yang menggunakan material polystyrene. Pada saat produksi pernah terjadi kegagalan produk fitting terlalu kendur dan ada juga fitting yang kencang atau seret antara tutup dengan badan akibatnya produk tidak lolos produksi oleh quality control.

Waktu proses (cycle time) pembuatan produk ini bervariasi, tergantung dari berbagai macam parameter yang berpengaruh dalam pembuatan produk tersebut, Dari berbagai macam parameter tersebut, salah satu faktor yang dominan adalah pengaturan parameter setting pada mesin injection molding. Dimana parameter tersebut yang berpengaruh besar terhadap cacat produk

shrinkage, yaitu injection time dan backpressure.

Selama ini para teknisi di tempat saya bekerja melakukan setting parameter proses mesin melalui cara trial and error, untuk mendapatkan produk yang sesuai standar. Hal ini menyebabkan waktu proses (cycle time) kurang optimal. Dengan berkurangnya waktu proses (cycle time) maka terjadi peningkatan jumlah produksi dengan biaya produksi yang lebih efisien. Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka masalah yang dapat penulis rumuskan yaitu sejauh mana pengaruh Injection time dan backpressure terhadap hasil cetak kemasan toples dengan menggunakan proses injection molding.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menganalisa pengaruh injection time dan backpressure ketika proses injection terhadap seberapa besar tekanan yang diperlukan untuk melakukan injec. Oleh sebab itu, pada tugas akhir ini penulis akan membahas tentang menganalisa mesin injection.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun mesin injection molding ?
2. Sistem kendali yang digunakan injection molding ?
3. Bagaimana mengetahui arus setiap pressure High – Low ?
4. Bagaimana mengetahui pemakaian daya yang digunakan oleh mesin injection ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana prinsip kerja mesin injection molding ?
2. Untuk mengetahui Sistem kendali yang digunakan injection molding ?
3. Untuk mengetahui arus setiap pressure High – Low ?
4. Untuk mengetahui pemakaian daya yang digunakan oleh mesin injection ?

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun batasan masalah ini meliputi sebagai berikut :

1. Membahas tentang prinsip kerja mesin injection molding dan tidak membahas tentang bagian lain seperti: clamping unit, heater, dan hooper dryer.
2. Penggunaan sistem kendali pada injection molding tipe Haida HDX-328.
3. Menganalisa pengaruh pressure high-low terhadap sistem kerja mesin dengan beberapa kali percobaan hingga mendapatkan data yang relevan.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui bagaimana rancang bangun mesin injection molding ?
2. Dapat mengetahui Sistem kendali yang digunakan injection molding ?
3. Dapat mengetahui arus setiap pressure High – Low ?
4. Dapat mengetahui pemakaian daya yang digunakan oleh mesin injection ?

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman, maka sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penyusunan Tugas Akhir, latar belakang, rumusan masalah, dan batasan masalah, manfaat penulisan, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan konsep teori yang menunjang kasus Tugas Akhir, memuat tentang dasar teori yang digunakan dan menjadi ilmu penunjang bagi peneliti, berkenaan dengan masalah yang akan diteliti yaitu pengujian pressure mesin injection.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan menerangkan mengenai lokasi dilaksanakannya penelitian, jenis penelitian, jadwal penelitian, jalannya penelitian, serta langkah-langkah pemecahan masalah.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai analisa data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat tentang kesimpulan dari seluruh hasil penelitian pengujian dengan mengukur arus yang akan dihasilkan pressure yang disetting dari low-high dan juga saran-saran yang berhubungan dengan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Proses *blow molding* merupakan proses pembentukan sebuah benda yang terbuat dari material plastik dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam sebuah material plastik yang telah dibentuk menjadi *bottle preform*. Kemudian *bottle preform* (bakalan plastik) yang telah dipanaskan pada suatu suhu tertentu dimasukkan ke dalam sebuah cetakan, sehingga nantinya *bottle preform* (bakalan plastik) dapat membentuk suatu pola atau model benda yang diinginkan sesuai cetakan (*mold*).

Dalam proses perancangan sistem konstruksi *injection blowing tools* yang akan digunakan untuk proses *blowing* (meniup) dengan menggunakan bahan plastik jenis PET atau PE, dibutuhkan perhitungan dan beberapa pertimbangan agar nantinya saat proses *blowing* dapat beroperasi dengan baik sehingga dapat menghasilkan produk (botol) yang baik tanpa cacat. Adapun beberapa penelitian yang berkaitan dengan sistem *blow molding* diantaranya sebagai berikut.

Produk plastik biasanya dibuat menggunakan mesin injeksi *molding*. Mesin ini memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat memproduksi massal dengan berbagai bentuk cetakan dan biaya produksi persatuan produk relatif murah. Cara kerja mesin ini adalah dengan memasukan biji plastik ke dalam sebuah barel yang kemudian dipanaskan hingga meleleh. Plastik yang telah meleleh tersebut diinjeksi ke dalam cetakan yang kemudian didinginkan. Setelah itu, dilepaskan dari cetakan dan terbentuk suatu produk plastik .

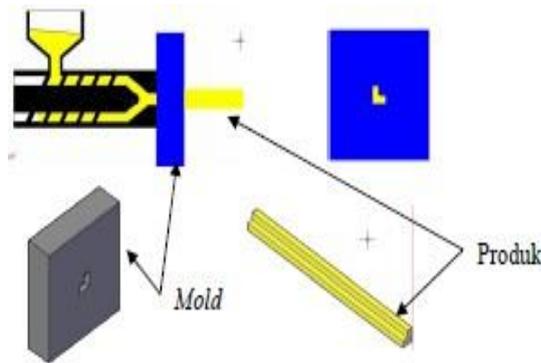
Menurut penelitian yang dilakukan oleh S.L. Belcher (2017). *Blow molding* mencakup tiga proses termoplastik utama, yaitu *extrusion blow molding*, *stretch blow molding*, dan *injection blow molding*. *Blow molding* adalah proses pembuatan atau pembentukan produk berongga dengan cara mengembungkan atau meniup tabung termoplastik cair yang biasa disebut “*parison*” atau memakai “*preform*” yang terbuat dari bahan *polyethylene terephthalate* (PET).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Herbert Rees (1994). *Blow molding* melibatkan proses pembentukan benda berongga dengan cara injeksi panas yang disalurkan secara otomatis ke cetakan dan mesin akan meniupkan udara bertekanan tinggi untuk membentuk bahan (plastik) sesuai profil cetakan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mekanisme Sistem Kerja *Extrusion Molding*

Proses *extrusion molding* memiliki kesamaan dengan proses *injection blow molding*, dimana pada *extrusion blow molding* produk yang dihasilkan berupa material dengan bentuk yang panjang.



Gambar 2.1. Proses *Extrusion Molding* (Amri, 2009)

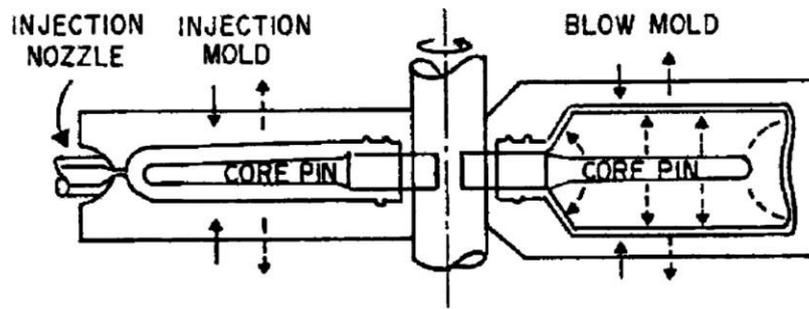
Berikut tahapan proses *extrusion molding* :

- 1) Pada bagian silinder mesin, bahan plastik (bakalan plastik) dipanaskan pada suhu tertentu hingga menjadi lunak (semi fluida).
- 2) Bakalan plastik yang sudah melunak kemudian dikeluarkan melalui *forming die* (sebuah lubang cetakan atau *mold* dengan dengan profil tertentu) menggunakan tekanan tertentu.
- 3) Bakalan plastik yang telah dibentuk kemudian menghasilkan produk yang masih panas dan dilakukan proses pendinginan.
- 4) Setelah produk memiliki panjang yang diinginkan kemudian dipotong dengan alat pemotong khusus pada mesin *extrusion* tersebut.

2.2.2 Mekanisme Sistem Kerja *Injection Blow Molding*

Injection Blow Molding adalah proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara menginjeksikan terlebih dahulu bijih plastik yang akan diproses menjadi bakalan plastik (*preform*). Pada sistem injeksi terdiri dari komponen *injection* (pengisi) dan *blower* (peniup). Secara umum digunakan untuk profil produk dengan ukuran yang relatif kecil dan terdapat ulir mulut botol.

(Krismasurya, 2015).



Gambar 2.2. Proses *Injection Blow Molding* (Harper, 2006)

Berikut tahapan proses *injection blow molding*:

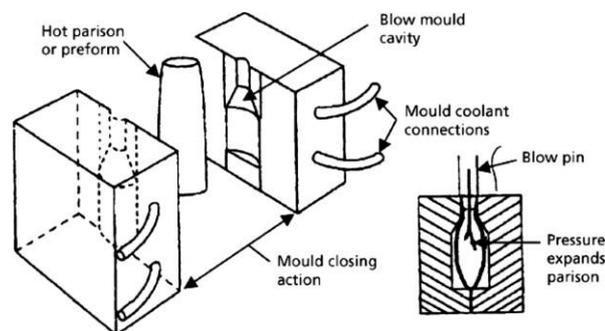
- 1) Biji plastik dalam keadaan *melting* akan diinjeksikan ke dalam *cavity* dengan bentuk *preform*.
- 2) Kemudian plastik dipindahkan ke proses *blowing injection*.
- 3) Udara ditiupkan sehingga bakalan plastik (*preform*) dapat mengembang dan membentuk sesuai dengan bentuk profil dari *mold* (cetakan).
- 4) Cetakan terbuka untuk mengeluarkan produk.

2.2.3 Mekanisme Sistem Kerja *Blow Molding*

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh David Kazmer (1992). *Blow molding* merupakan suatu metode mencetak benda kerja atau produk berongga dengan cara meniupkan atau menginjeksikan udara dengan tekanan tertentu ke dalam suatu material. Pada umumnya material yang digunakan berupa plastik. Proses *blow molding* menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan atau sisi cetakan (*mold*) yang tidak menggunakan inti (*core*) sehingga bentuk produk dari proses *blow molding* merupakan produk berongga.

Material plastik akan keluar dan secara perlahan akan turun dari sebuah *extruder head* kemudian setelah cukup panjang kedua belahan cetakan (*mold*) akan menjepit bakalan plastik tersebut hingga menyatu sedangkan bagian bawahnya akan dimasuki sebuah alat peniup (*blow pin*) yang berfungsi untuk menginjeksikan udara ke dalam material plastik yang masih lunak atau bakalan plastik (*preform*) tadi, sehingga bakalan plastik tersebut akan mengembang dan membentuk seperti bentuk profil rongga *mol*nya.

Material yang telah terbentuk akan mengeras dan bisa untuk dikeluarkan dari cetakan (*mold*) hal ini karena cetakan dilengkapi dengan saluran pendingin di dalam kedua sisi cetakan tersebut. Untuk memperlancar proses peniupan atau injeksi, pada proses ini dilengkapi dengan pisau pemotong pipa plastik yang dapat keluar dari *extruder head* yang berguna memotong bakalan plastik.



Gambar 2.3. Proses *Blow Molding* (Norman, 2000)

Berikut tahapan proses *blow molding* secara garis besar:

- 1) Peleburan resin (*plasticizing*).
- 2) Pembuatan *parison* dengan cara *extrusion* atau pembuatan *perform* dengan cara *injection*.
- 3) Peniupan atau pemompaan dengan udara bertekanan pada *parison* atau

preform dengan diikuti proses pendinginan.

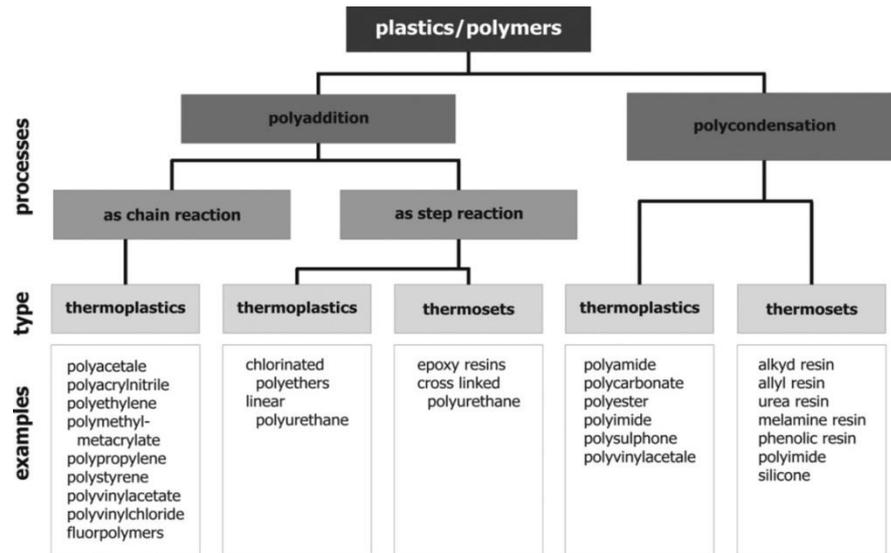
- 4) Pelepasan produk dari bagian cetakan (*mold*).
- 5) Pemangkasan (*finishing*) produk.

Langkah pemangkasan biasanya dilakukan. Namun, diantara yang lainnya hanya sampai pada langkah ke 4 saja.

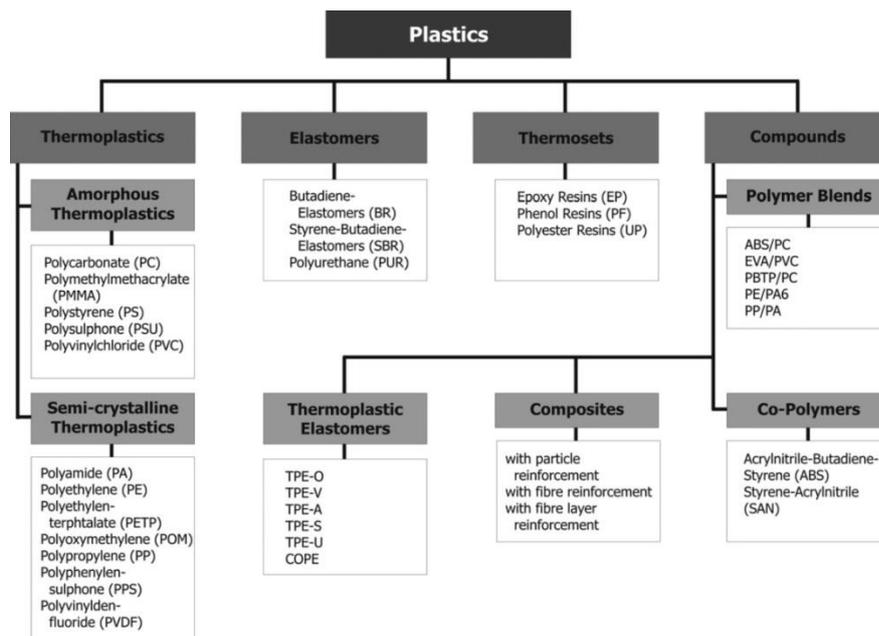
2.3 Klasifikasi Plastik Berdasarkan Jenis Golongan

Plastik merupakan jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerasi, proses polimerasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul*). Dalam pembuatan plastik bahan yang sering digunakan adalah *naptha*, yaitu sejenis bahan yang dihasilkan dari residu penyulingan minyak bumi dan gas (Kumar, 2011).

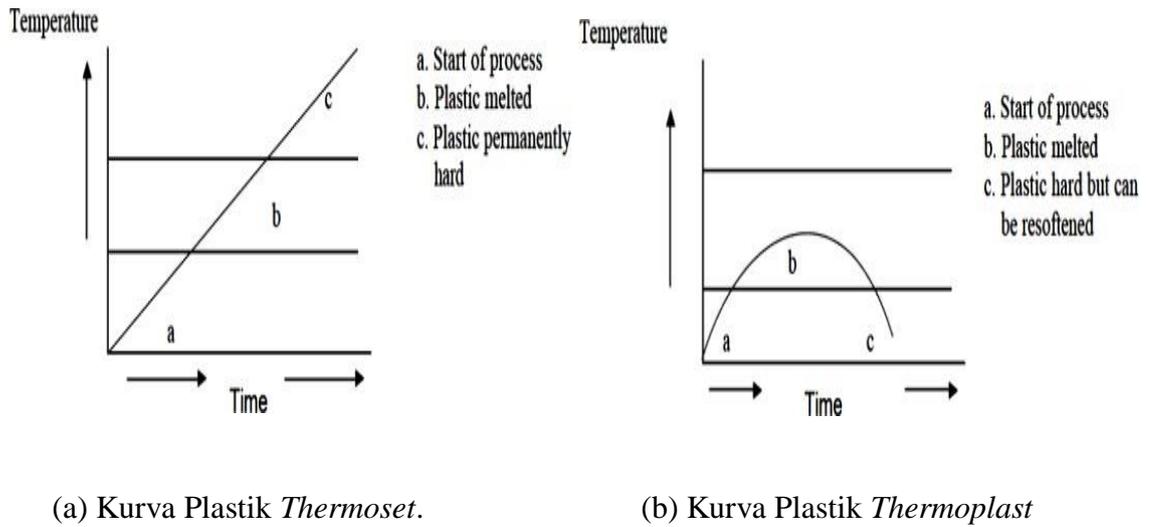
Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastik* merupakan bahan plastik yang mudah mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu dan dapat dibentuk kembali dengan metoder daur ulang atau dengan cara menggunakan cetakan, plastik jenis ini juga dimungkinkan untuk diproses kembali sebagai bahan daur ulang. *Thermosetting* merupakan jenis plastik yang dibuat dalam bentuk padatan, sehingga tidak dimungkinkan untuk dibentuk kembali dengan cara dicairkan atau tidak dapat didaur ulang (Surono, 2013).



Gambar 2.4. Klasifikasi Plastik Berdasarkan Fungsi Pokok (Klein, 2011)



Gambar 2.5. Klasifikasi Plastik (Klein, 2011)



Gambar 2.6. Kurva Plastik (Domininghaus, 1993)

2.4 Jenis *Thermoplastics*

Plastik jenis *thermoplastics* merupakan jenis plastik yang memiliki kemampuan untuk didaur ulang atau dicetak kembali dengan beberapa proses dan metode. Jenis plastik yang termasuk dalam golongan *thermoplast* adalah : PE, PET, PP, dll (Mujiarto, 2005).

2.4.1 *Polypropylene (PP)*

Polypropylene adalah jenis polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Gas propilena memiliki *specific gravity* yang rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain.

Tabel 2.1. Perbandingan *Specific Grafity* Material Thermoplastik (Mujiarto, 2005)

Resin	Specific Grafity
PP	0,85 - 0,90
LDPE	0,91 – 0,93
HDPE	0,93 - 0,96
ABS	0,99 – 1,10
Polistirena	1,05 – 1,08
Nylon	1,09 – 1,14
PVC	1,15 – 1,65
Poli Karbonat	1,20
Asetil Selulosa	1,23 – 1,34

Tabel 2.2. Temperatur Leleh Material Thermoplastik (Mujiarto, 2005)

Temperatur Leleh Material Thermoplastik		
Material	°C	°K
PVC	160 – 180	320 – 365
LDPE	160 – 240	320 – 464
ABS	180 – 240	356 – 464
PS	180 – 260	356 – 500
HDPE	200 – 280	392 – 536
PP	200 – 300	392 – 572
Nylon	260 – 290	500 – 554
PC	280 – 310	536 – 590

Polypropylene (PP) juga mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200), sedangkan titik kristalisasinya dikisaran 130-135. *Polypropylene* juga memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang cukup baik, namun lemah dalam menerima pukulan (*impact*).

2.4.2 *Polyethylene Terephthalate* (PET)

PET adalah jenis plastik dari golongan *thermoplast* yang terbuat dari *glikol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *dimethyl ester* atau *terephthalic acid* (DMT).

PET masuk dalam keluarga polyester yang memiliki daya serap uap air dan air yang rendah. PET dapat diproses dengan metode *extrusion* pada suhu sekitar 518-608, dan juga dapat diproses dengan metode *injection* maupun *blow molding*. Jenis plastik PET banyak digunakan diberbagai bidang diantaranya untuk botol kemasan makanan maupun produk rumah tangga.

2.5 Penentuan Material *Injection Blowing Tools*

Dalam proses perancangan *injection blowing tools* penentuan bahan material yang akan digunakan ketika proses pembuatan merupakan hal yang utama, material yang nantinya akan dipilih yaitu material dengan harga yang terjangkau, mudah diperoleh dipasaran serta memiliki ketangguhan dan kekuatan yang baik.

2.5.1 Spesifikasi Material Baja

Dalam hal ini baja dipilih sebagai salah satu material utama dalam perancangan untuk membuat alat *injection blowing*. Dikarenakan baja memiliki

beberapa sifat mekanik, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Kekuatan (*strength*) : Baja memiliki daya tahan yang lumayan baik terhadap beberapa kemungkinan dalam menghadapi beban tarik, tekan, geser, puntir, maupun bengkok.
- 2) Kekerasan (*hardness*) : Terdapat beberapa proses dalam pembuatan baja terutama pada proses pendinginan, pada proses pendinginan tersebut dapat mempengaruhi sifat kekerasan dari baja tersebut.
- 3) Kekenyalan (*elasticity*) : Beberapa baja memiliki kemampuan dalam menerima tegangan yang diberikan tanpa mengakibatkan perubahan bentuk. Kemampuan tersebut juga dipengaruhi ketika proses pendinginan dilakukan dan juga campuran-campuran yang digunakan ketika proses pembuatan baja.
- 4) Kekakuan (*stiffness*) : Seperti halnya dengan sifat kekenyalan, beberapa baja juga memiliki sifat kekakuan dalam menerima beban, biasanya jika semakin tinggi nilai kekakuan suatu baja maka semakin kecil nilai elastisitasnya.
- 5) Plastisitas (*plasticity*) : Plastisitas merupakan sifat dimana suatu baja dapat menerima suatu tegangan tertentu untuk menjadi suatu bentuk yang diinginkan, contohnya pada proses *rolling*, *extruding*, dll.
- 6) Ketangguhan (*toughness*) : Ketangguhan suatu baja dalam menerima suatu pembebanan cukup baik namun tergantung dari dimensi ukuran baja tersebut, proses pembuatan dan pendinginan, serta campuran bahan yang digunakan.

Baja karbon dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan kandungan kadar karbonnya.

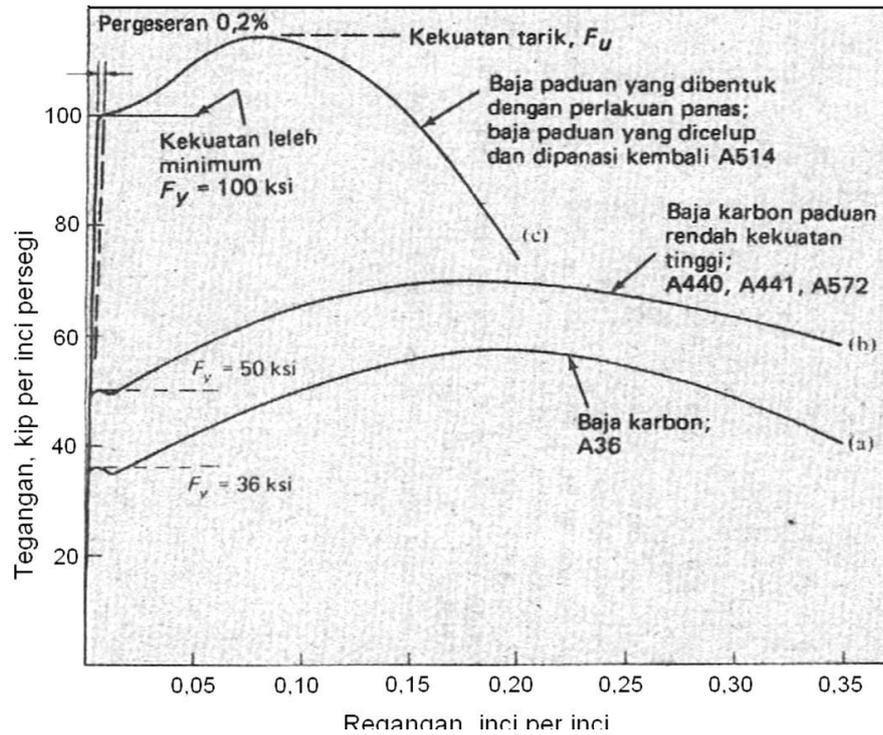
- 1) Baja karbon rendah (*low carbon steel*) : 0,05% - 0,30% C
- 2) Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) : 0,30% - 0,60% C

3) Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) : 0,60% - 1,50% C

Dari sifat-sifat mekanis ini baja memiliki kemungkinan besar untuk dijadikan sebagai material pokok dalam perancangan *injection blowing tools*. Dalam perancangan ini dituntut untuk mencari material yang mudah ditemukan dipasaran dengan harga yang terjangkau. Beberapa jenis baja yang sering ditemukan dipasaran diantaranya adalah baja plat, strip dan baja batangan. Baja plat, strip dan baja batangan merupakan golongan dari baja jenis karbon rendah.

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) merupakan jenis baja dengan kadar karbon sekitar 0,10–0,30 %. Baja tersebut sering diperdagangkan dalam bentuk plat baja, baja strip, dan baja batangan atau profil dengan kode A36 (Murtiono, 2012).

Baja karbon A36 mengandung karbon maksimum antara 0,25 % s/d 0,29 % tergantung kepada tebalnya. Baja karbon struktural ini memiliki titik leleh 36 ksi (250 Mpa). Dengan begitu material baja dengan kadar karbon rendah dapat dipilih sebagai material utama dikarenakan dengan sifat mekanisnya yang memiliki keuletan yang tinggi sehingga mudah untuk ditekuk (*bending*) agar dapat membentuk rangka yang diinginkan dan mudah untuk dilas dengan las listrik (SMAW) serta mudah untuk didapatkan dipasaran.



Gambar 2.7. Kurva Tegangan – Regangan Baja (Salmon, 1971)



a) Baja Plat



b) Baja Strip

Gambar 2.8. Jenis Bentuk Baja

2.5.2 Spesifikasi Material Aluminium

Aluminium digunakan sebagai bahan utama dalam perancangan *injection tools* dikarenakan aluminium memiliki karakteristik logam yang mudah dibentuk,

lunak, dan ringan. Aluminium memiliki kekuatan tarik sebesar 90 MPa, namun kekuatan tersebut dapat bertambah hingga 600 MPa tergantung dengan bahan paduannya. Aluminium digolongkan sebagai logam ringan dikarenakan aluminium memiliki berat sekitar sepertiga dari baja dan mudah ditekuk maupun *machining*, hingga dicor.

Tabel 2.3. Sifat Fisik Aluminium (Majansastra, 2016)

Sifat Fisik Aluminium	
Nama – Nomor Unsur	Aluminium (Al - 13)
Masa Jenis (cair)	2,375 gram /cm ³
Massa Jenis (padat)	2,70 gram /cm ³
Titik Didih	2792 K. 2519. 4566
Titik Lebur	933,47 K. 660,32. 1220,58
Kalor Jenis (25)	24,2 J/mol K
Konduktivitas Thermal (300K)	237 W/m K
Pemuaian Thermal (25)	23,1 μm/m K
Resistansi Listrik (20)	28,2 nΩ m
Modulus Geser	26 GPa
Yield strength	70 GPa
Poisson Ratio	0,35
Kekerasan Skala Mohs	2,75
Kekerasan Skala Vickers	167 MPa = 1.7034 x 10 ⁻⁸ kgf/mm ²
Kekerasan Skala Brinnel	245 MPa = 2.499 x 10 ⁻⁸ kgf/mm ²
1 mPa = 1.02 x 10 ⁻¹⁰ kgf/mm ²	

Aluminium dapat dipadukan dengan bahan lain, menurut *Standart Aluminium Association* (AA) jenis paduan aluminium dapat dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu sebagai berikut (Davis, 1994) :

1) Aluminium murni

Jenis aluminium dengan kadar kemurnian antara 99,0% - 99,9%. Memiliki sifat tahan karat, konduksi thermal dan listrik yang baik. Namun kekuatannya rendah.

2) Aluminium paduan Tembaga (Al – Cu)

Jenis aluminium yang dipadukan dengan tembaga sebesar 4,5%. Bersifat seperti baja lunak dengan kekuatan yang cukup baik, mudah dikerjakan dengan mesin. Namun daya tahan terhadap korosinya rendah. Contoh *duralumin* (2017) dan *super duralumin* (2024).

3) Aluminium paduan Mangan (Al – Mn)

Jenis aluminium paduan yang dalam proses pembuatannya tanpa (tidak dapat) melalui perlakuan panas. Bersifat tahan terhadap korosi dan kekuatan yang baik. Biasa digunakan pada industri bahan kimia dan pangan.

4) Aluminium paduan Silicon (Al – Si)

Jenis aluminium paduan yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Paduan yang terkandung adalah 8% - 12% Si. Sehingga memiliki sifat yang baik dalam proses pengecoran dikarenakan pada keadaan cair memiliki sifat mampu alir yang baik sehingga kecil kemungkinan terjadi retakan dan mudah untuk dicetak serta mampu dalam menghadapi korosi. Aluminium paduan silicon sering digunakan sebagai bahan logam las maupun cor tempa.

5) Aluminium paduan Magnesium (AL – Mg)

Jenis aluminium dengan kadar paduan sekitar 4% - 10% magnesium yang mengakibatkan paduan ini memiliki sifat yang sulit untuk diproses dengan perlakuan panas dan lebih sulit untuk dituang tetapi memiliki daya tahan terhadap korosi yang sangat baik. Jenis paduan ini banyak digunakan untuk konstruksi

umum, tabung penyimpanan gas serta oksigen.

6) Aluminium paduan Magnesium dan Silicon (Al – Mg – Si)

Jenis paduan dengan kadar 7-9% Si dan 0,3-1,7% Mg yang mengakibatkan aluminium memiliki sifat kuat terhadap korosi dan juga sebagai penghantar listrik yang baik. Namun sifat yang kurang baik adalah mudah terjadinya pelunakan di daerah las dikarenakan panas dari proses pengelasan.

7) Aluminium paduan Seng (Al – Zn)

Jenis paduan aluminium yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Biasanya paduan ini ditambahkan juga dengan unsur Mg, Cu, dan Cr. Sehingga mengakibatkan kekuatannya bisa lebih dari 50 kg/mm² dan sering dinamakan dengan ultra duralumin. Jenis paduan ini sering digunakan dalam konstruksi las, karena memiliki sifat mampu las dan daya tahan terhadap korosi yang baik.

Tabel 2.4. Klasifikasi Aluminium (Davis, 1994)

Aluminium paduan untuk dimensi	Paduan jenis tidak dapat diproses dengan perlakuan panas (non – heat treatable)	Al murni	Seri 1000
		Al – Mn	Seri 3000
		Al – Si	Seri 4000
		Al – Mg	Seri 5000
	Paduan jenis dapat diproses dengan perlakuan panas (heat treatable)	Al – Cu	Seri 2000
		Al – Mg – Si	Seri 6000
Al – Zn		Seri 7000	
Aluminium paduan untuk coran	Non – heat treatable Alloy	Al – Si	Silumin
		Al – Mg	Hydronarium
	Heat treatable Alloy	Al – Cu	Lautal
		Al – Si – Mg	Silumin, Lo-ex

2.6 Penentuan dan Perhitungan Rancang Bangun Mesin

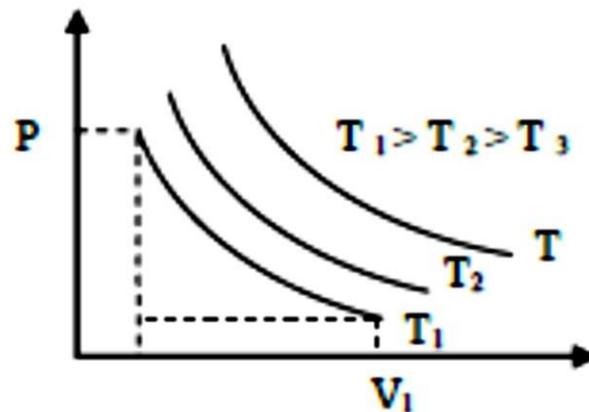
Dalam hal ini proses perhitungan adalah proses yang sangat penting dikarenakan dari hasil perhitungan ini akan didapatkan nilai angka aman ketika proses perancangan dilanjutkan ke proses pembuatan. Pada proses perancangan *injection blowing tools* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing tools*, analisa jenis sambungan las dan menghitung besar kekuatan sambungan las, serta menentukan jenis *bolt*, *nuts*, dan *washer* yang akan digunakan pada *injection blowing tools*.

2.7 Perhitungan Tekanan Injeksi

Pada perancangan *injection blowing tools* perlu di analisa untuk pemakaian tekanan udara yang akan digunakan ketika proses injeksi dilakukan agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan model dari profil *mold cavity*. Tekanan merupakan suatu jenis gaya yang berkerja pada satuan luas bidang tekan atau dengan definisi lain bahwa tekanan adalah gaya persatuan luas. Pada perancangan *injection tools* menggunakan jenis tekanan pada zat gas. Pada saat proses injeksi, udara dari kompresor akan diteruskan menuju *bottle preform* yang telah dipanaskan melalui *injection tools* sehingga *bottle preform* dapat mengembang dan membentuk model sesuai profil dari *mold cavity*.

Dalam perencanaan berapa besar tekanan yang akan digunakan pada proses injeksi dapat digunakan rumus dari hukum Boyle “hasil kali tekanan dan volume

dalam ruang tertutup adalah tetap (konstan) selama suhu gas tetap". Persamaan hukum Boyle : $P V = C$. $P_1 V_1 = P_2 \cdot V_2$.



Grafik 2.9 Grafik P – V

2.8 Motor Listrik Pada Mesin *Injection*

2.8.1 Motor Induksi

Motor Induksi adalah peralatan elektromekanik yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri untuk mengubah tenaga listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi digunakan di berbagai bidang seperti pada pembangkit tenaga listrik, industri kertas, ladang minyak dan pabrik. Penggunaannya sebagian besar untuk penggerak pompa, *conveyor*, mesin press, elevator dan masih banyak lagi. Diantara mesin listrik yang ada, motor induksi paling banyak digunakan karena kuat, kokoh, harganya cukup murah, handal, perawatannya mudah, dan efisiensi daya cukup tinggi.

Karena proses penuaan alami dan berbagai faktor lain yang terkait dengan pola operasi motor induksi kerusakan pada motor induksi dapat terjadi. Stres elektrik dan mekanik adalah contoh dari kerusakan akibat pola operasi. Stres mekanik terjadi akibat kelebihan beban dan perubahan beban yang tiba-tiba yang

dapat mengakibatkan kerusakan bearing dan patahnya rotor bar. Stress elektrik biasanya dihubungkan dengan permasalahan sumber tegangan. Sebagai contoh motor induksi yang bersumber pada AC drive memiliki kecenderungan mengalami stres elektrik akibat frekuensi tinggi dari komponen arus stator, *overvoltage* akibat panjang kabel antara motor dan AC drive akibat pantulan gelombang tegangan transien. Stres elektrik ini dapat menyebabkan hubung singkat belitan stator yang berarti kerusakan total motor induksi (I Gusti Putu Yudiastawan, 2009).



Gambar 2.10 Rangkaian Pengendali Motor Injection

2.9 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas seperti pada pemanas listrik, cahaya seperti pada bola lampu, energi kinetik motor listrik, dan suara loudspeaker. Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai.

Listrik Arus bolak-balik listrik AC adalah arus listrik dimana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Berbeda dengan listrik arus searah

dimana arah arus yang mengalir tidak berubahubah dengan waktu. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinusoida, karena ini yang memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi-aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga (*triangular wave*) atau bentuk gelombang segi empat (*square wave*).

Secara umum, listrik bolak-balik berarti penyaluran listrik dari sumbernya misalnya PLN ke kantor-kantor atau rumah-rumah penduduk. Namun ada pula contoh lain seperti sinyal-sinyal radio atau audio yang disalurkan melalui kabel, yang juga merupakan listrik arus bolak-balik. Di dalam aplikasiaplikasi ini, tujuan utama yang paling penting adalah pengambilan informasi yang termodulasi atau terkode di dalam sinyal arus bolak-balik tersebut.

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan International daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir persatuan waktu (Joule/s) dan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

Dimana: P = adalah daya (watt atau W).

I = adalah arus (ampere atau A).

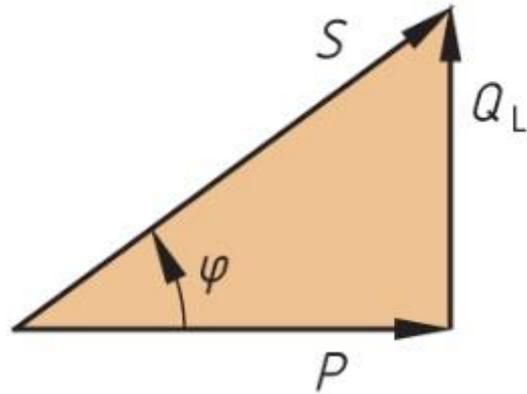
V = adalah perbedaan potensial (volt atau V).

2.10 Segitiga Daya

Daya semu, daya nyata, dan daya reaktif dianggap sebagian engineer sebagai sesuatu yang sulit untuk dipahami. Terutama karena sulitnya untuk mengimajinasikan daya-daya tersebut. Namun sebenarnya cukup mudah untuk memahami apa itu daya semu, daya nyata, dan daya reaktif. Hanya dibutuhkan sebuah pandangan yang lebih luas mengenai sistem jaringan listrik AC.

Memahami daya semu, daya nyata, dan daya reaktif tidak mungkin dapat kita lakukan jika kita tidak terlebih dahulu memahami tiga macam beban listrik AC yaitu beban resistif, induktif, dan kapasitif. Jika Anda belum memahami ketiga jenis beban tersebut, silahkan Anda baca pembahasan kami di artikel [pengertian beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif pada jaringan Listrik AC](#).

Daya listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran energi listrik pada satu titik jaringan listrik tiap satu satuan waktu. Dengan satuan watt atau Joule per detik dalam SI, daya listrik menjadi besaran terukur adanya produksi energi listrik oleh pembangkit, maupun adanya penyerapan energi listrik oleh beban listrik. Dari penjelasan ketiga macam daya diatas tersebut, dikenal juga dengan Segitiga Daya. Dimana Pengertian umum dari Segitiga Daya adalah suatu hubungan antara daya nyata, daya semu, dan daya reaktif, yang dapat dilihat hubungannya pada gambar bentuk segitiga dibawah ini :



Gambar 2.11 Segitiga Daya

2.10.1 Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*), disebut juga daya nyata yaitu merupakan daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Atau daya yang tertulis atau tertera pada suatu alat listrik seperti bola lampu. Satuan daya aktif adalah Watt. Daya nyata disebut juga dengan daya aktif (P) atau pada gambar di atas disebut dengan real power dan memiliki satuan Watt. Daya nyata sederhananya adalah daya yang diperlukan oleh beban resistif murni. Daya nyata dimanfaatkan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain. Contoh penggunaannya adalah pada perangkat elektronik misalnya pada setrika listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas.

Daya ini sering digunakan secara umum oleh konsumen dan sebagai satuan yang digunakan untuk daya listrik dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

2.10.2 Daya Semu

Daya semu adalah merupakan hasil kali dari Tegangan rms (root mean square) dan Arus rms. Daya semu dinyatakan dengan satuan Volt-Ampere, menyatakan kapasitas peralatan listrik, seperti yang tertera pada peralatan generator, transformator dan bahkan di KWh meter rumah kita daya semu atau disebut juga dengan daya total (S), pada gambar di atas adalah apparent power. Daya total tersebut ada yang dihamburkan atau diserap kembali pada rangkaian arus bolak balik (AC).

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S = V \times I$$

Keterangan :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

2.10.3 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var. Daya reaktif (Q) cukup sulit untuk didefinisikan, secara sederhana daya reaktif adalah daya imajiner (khayal) yang menunjukkan adanya pergeseran arus dan tegangan listrik akibat adanya beban reaktif.

$$Q = V \cdot I \sin \rho \text{ (1 phase)}$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (Var)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

$\sin \rho$ = Faktor daya

2.10.4 Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \rho$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

Faktor Daya = Daya Aktif (P) / Daya Nyata (S)

$$= kW/Kva$$

$$= V.I \cos q / V.I$$

$$= \cos q$$

Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

Apabila tegangan mendahului arus, maka faktor daya ini dikatakan *lagging*. Faktor daya *lagging* ini terjadi apabila bebannya induktif, seperti motor induksi, AC dan transformator.

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 20 Januari 2021 di PT.Union Confectionery KIM I (Kawasan Indusri Medan I) Jln. Medan-Marelan KM.10.5 Medan.

3.2 Metode Penelitian Eksperimen

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder.
- 2) Mengumpulkan referensi-referensi sebagai sumber informasi dalam melukan penelitian.
- 3) Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran arus pada saat mesin sedang melakukan pressure.
- 4) Melihat name plate mesin sebagai acuan perhitungan data-data yang diperlukan.
- 5) Setelah itu, data dikumpulkan sebagai bukti bahwasannya percobaan sudah dilakukan.

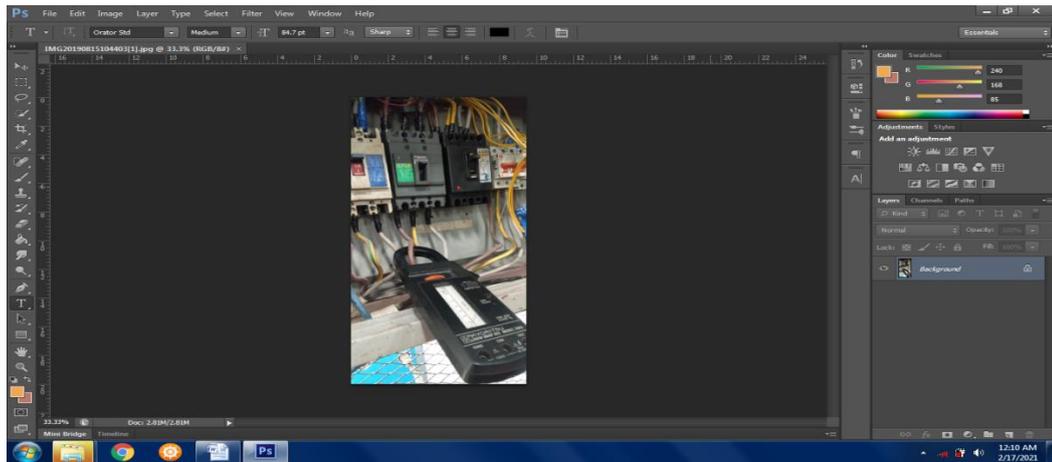
3.3 Alat Dan Bahan Dalam Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam analisis mesin injection molding terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan untuk

membantu dalam proses perhitungan matematis. Sedangkan perangkat keras digunakan untuk alat fabrikasi dan pengukuran.

3.3.1 Perangkat Lunak

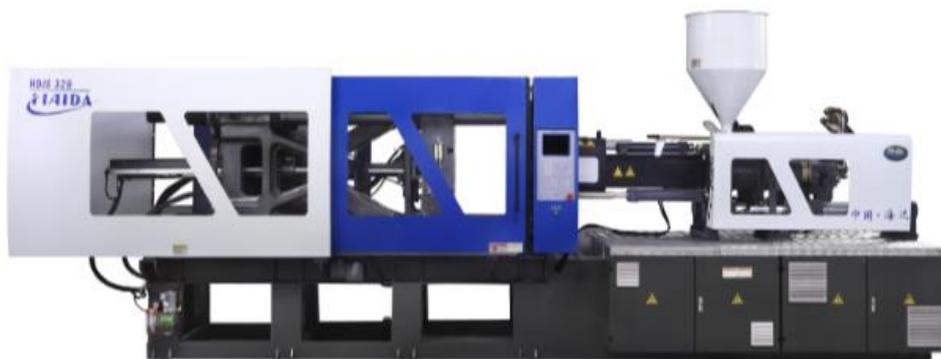
- 6) Photoshop CS6, perangkat lunak ini digunakan sebagai pengedit gambar yang diambil dari osiloskop menggunakan kamera smartphone.



Gambar 3.1 Editing Gambar Menggunakan Photoshop CS 6

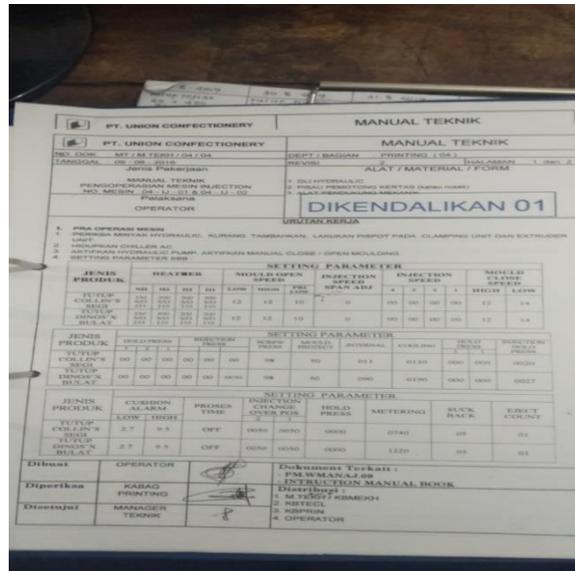
3.3.2 Perangkat Keras

- 1) Mesin Injection, mesin yang digunakan sebagai objek penelitian.



Gambar 3.2 Injection Molding HDX 328

- 2) Manual Teknik, digunakan untuk mensetting mesin sesuai dengan standart yang telah ditentukan pabrik.



Gambar 3.3 Manual Teknik Mesin Injencion

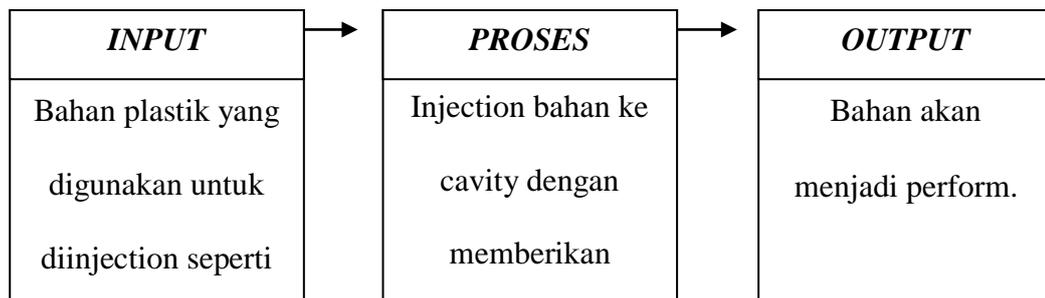
- 3) Tang Ampere, digunakan sebagai alat yang menggunakan untuk mengambil data penelitian dari percobaan analisa mesin injection.



Gambar 3.4 Tang Ampere Kyoritsu

3.4 Metode Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai apa yang akan dilakukan dalam menganalisa arus dan daya dari tekanan yang dihasilkan dari mesin *injection molding*. Penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram seperti yang terlihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.5 Sistem Blok Diagram Penelitian

Blok diagram diatas merupakan proses penelitian yang dilakukan setelah diimplementasikan. Berikut adalah keterangan dari setiap blok diagram pada gambar 3.1

1. Input

Pada blok input, akan dilakukan pemilihan bahan yang akan diinjection sesuai dengan kebutuhan. Pada proses ini bahan akan dikeringkan terlebih dahulu menggunakan hooper dryer agar tidak adanya air pada bahan PET atau PP yang akan diinjection untuk mengurangi cacat produk.

2. Proses

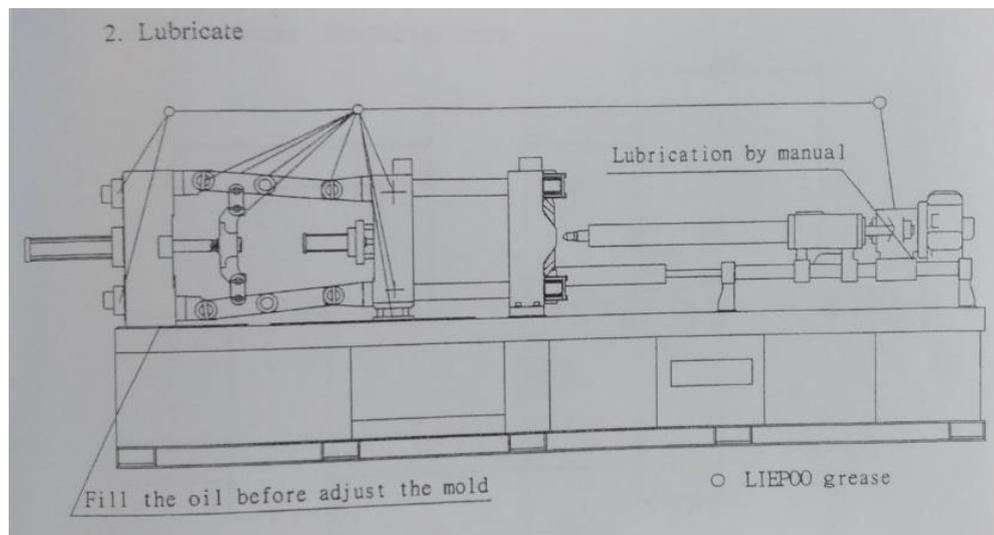
Proses ini merupakan proses *injection* bahan *cavity* mesin *injection* dan pada saat proses ini kita akan mendapatkan hasil *pressure* yang dihalikan kemudian daya yang digunakan motor untuk menggerakkan *nozzle screw*.

3. Output

Proses ini akan menghasilkan perform yang akan digunakan untuk membuat toples plastic.

Mesin injection yang digunakan sudah didesain untuk melakukan inject yang akan menghasilkan 16 buah dalam satu menit, dimana pada proses ini disebut dengan *cycle time*. Proses menganalisa mesin injection ini , ada beberapa langkah penting yang akan dilakukan guna memperoleh sebuah data yang sesuai dengan yang diinginkan penulis. Beberapa langkah tersebut diantaranya adalah:

1. Mengecek semua komponen dalam keadaan aman.
2. Memberikan lubrication pada bagian penggerak mesin agak mengurangi gesekan yang akan merusak mesin.



Gambar 3.6 Lubrikasi Pada Mesin Injection

3.5 Rangkaian Kontrol

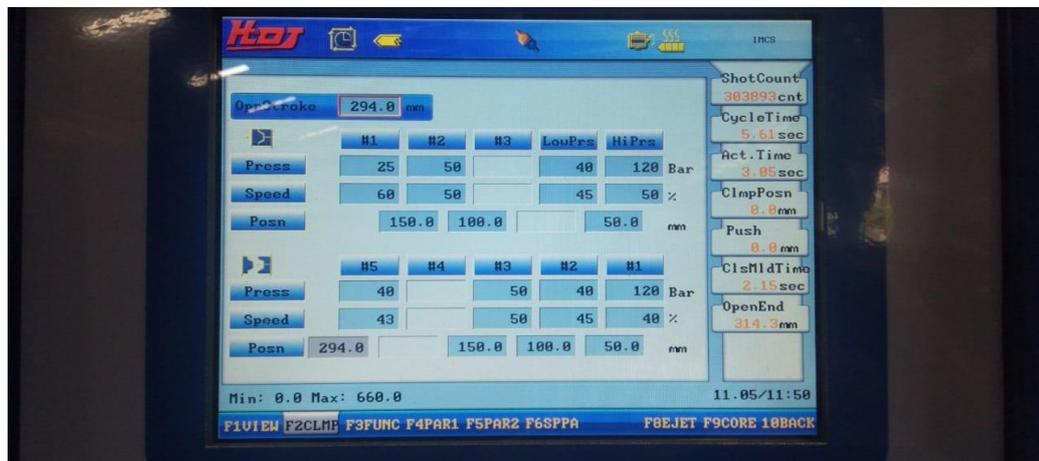
Dalam analisis mesin injection ini, rangkaian motor didesain menggunakan rangkaian star delta yang berfungsi untuk mengurangi beban arus pada saat

pertama motor berjalan. Motor berfungsi untuk mengalirkan minyak *turalic* untuk menggerakkan piston.



Gambar 3.7 Rangkaian Kontrol Motor

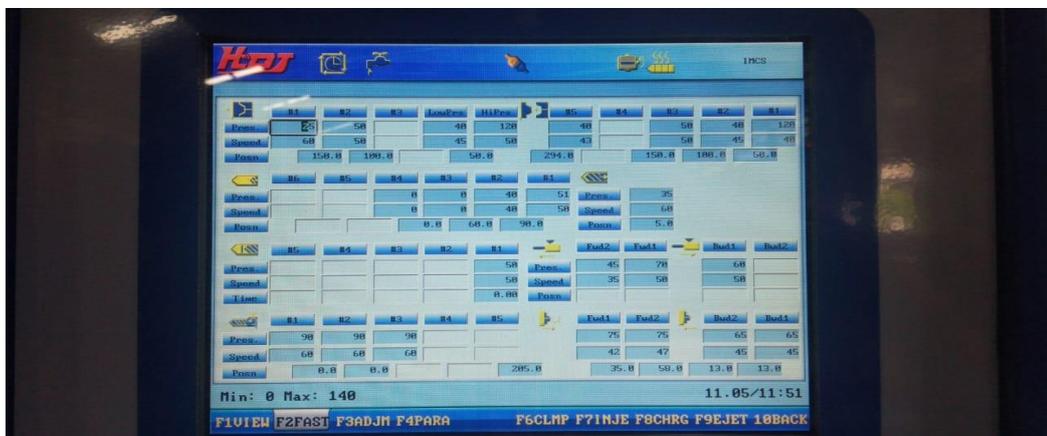
Adapun settingan yang digunakan untuk menjalankan mesin sesuai agar mesin berjalan dengan baik.



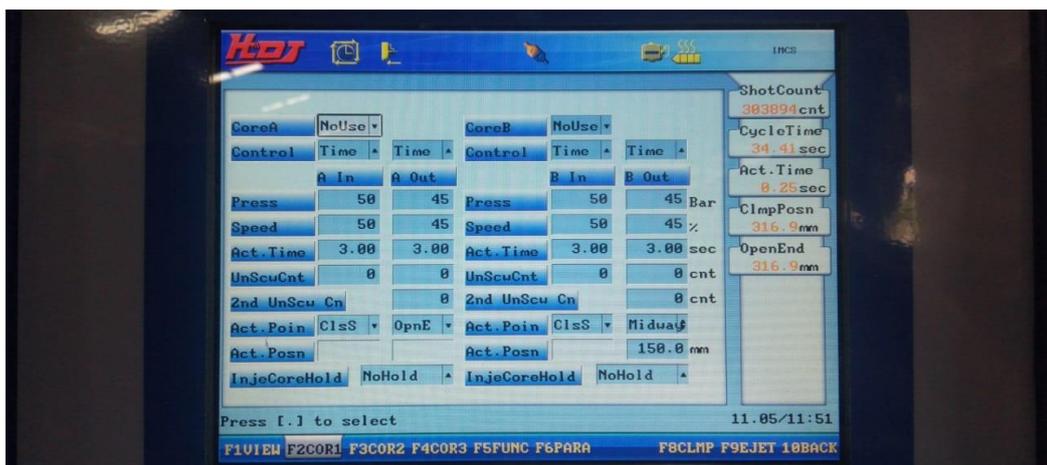
Gambar 3.8 Setting Clamping Unit



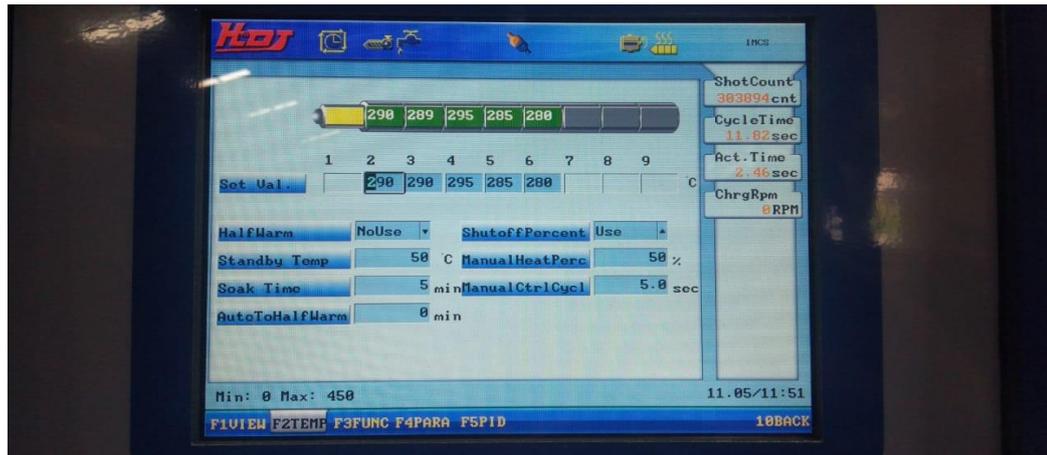
Gambar 3.9 Setting Injection Unit



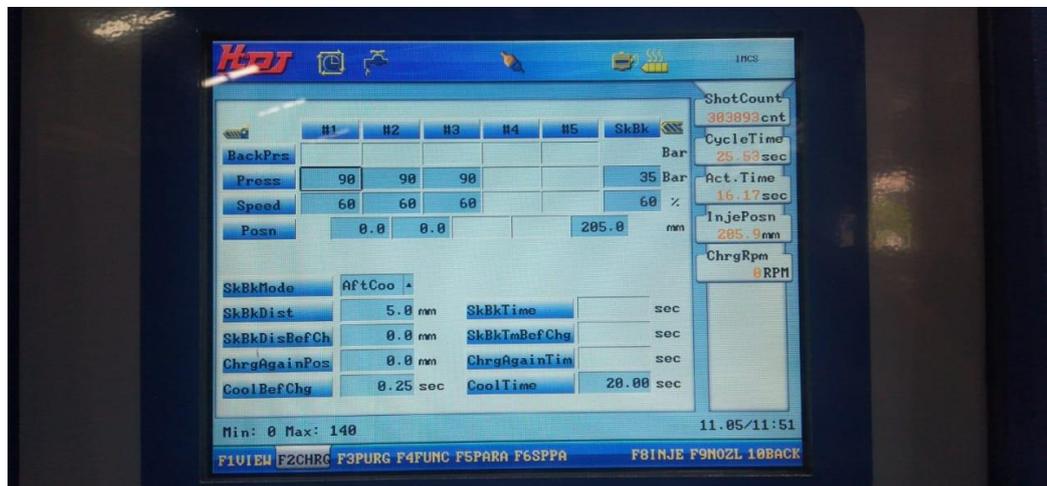
Gambar 3.10 Setting Fast Unit



Gambar 3.11 Core 1 Setting

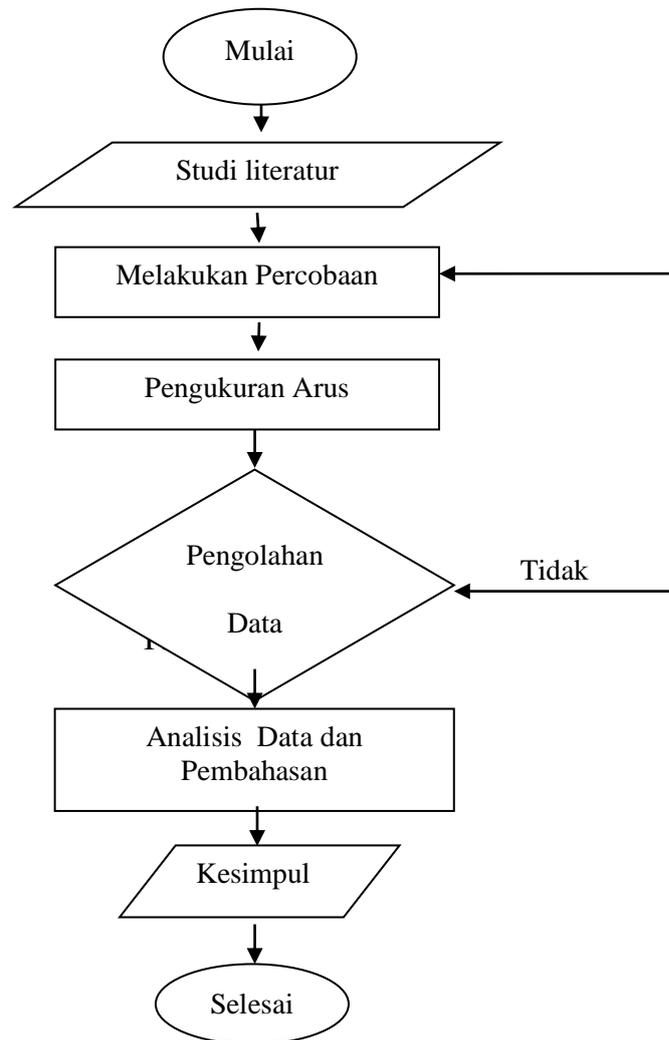


Gambar 3.12 Temperatur *Nozzle Unit*



Gambar 3.13 Setting *Charger*

3.6 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



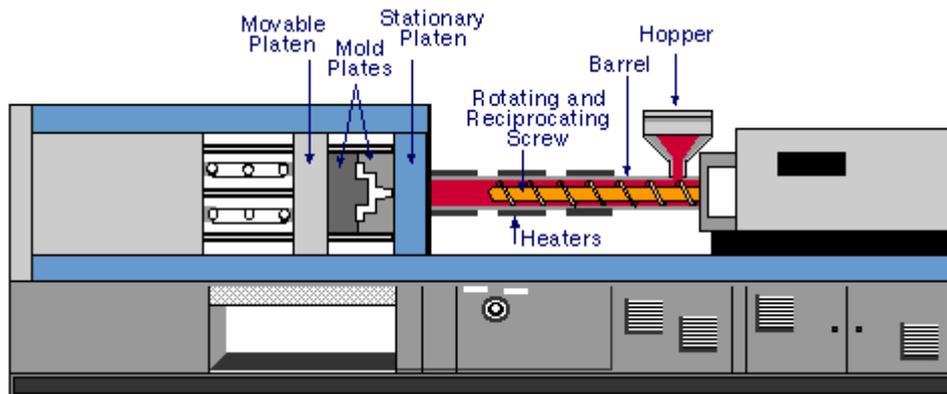
Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

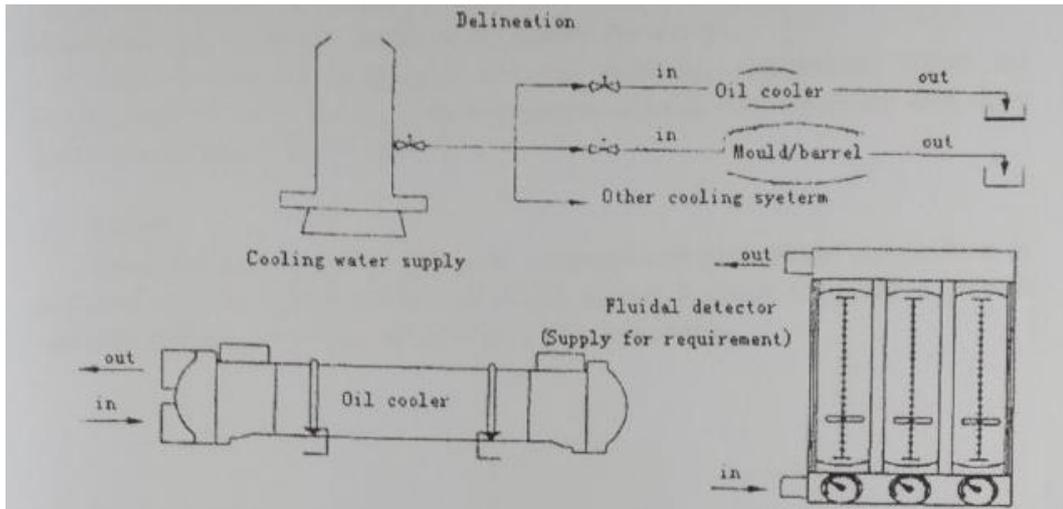
4.1 Prinsip Kerja Mesin Injection Molding

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya dan tegangan yang dihasilkan oleh *injection molding* dengan *pressure* yang berbeda. Untuk melakukan penelitian terlebih dahulu mahasiswa melakukan pemahaman tentang rancang bangun *injection molding*, dan komponen-komponen penting yang ada pada mesin *injection molding*.



Gambar 4.1 Mesin Injection Molding

. Pada proses perancangan *injection blowing tools* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing tools*, analisa jenis sambungan las dan menghitung besar kekuatan sambungan las, serta menentukan jenis *bolt*, *nuts*, dan *washer* yang akan digunakan pada *injection blowing tools*.



Gambar 4.2 Cooling Water Connection

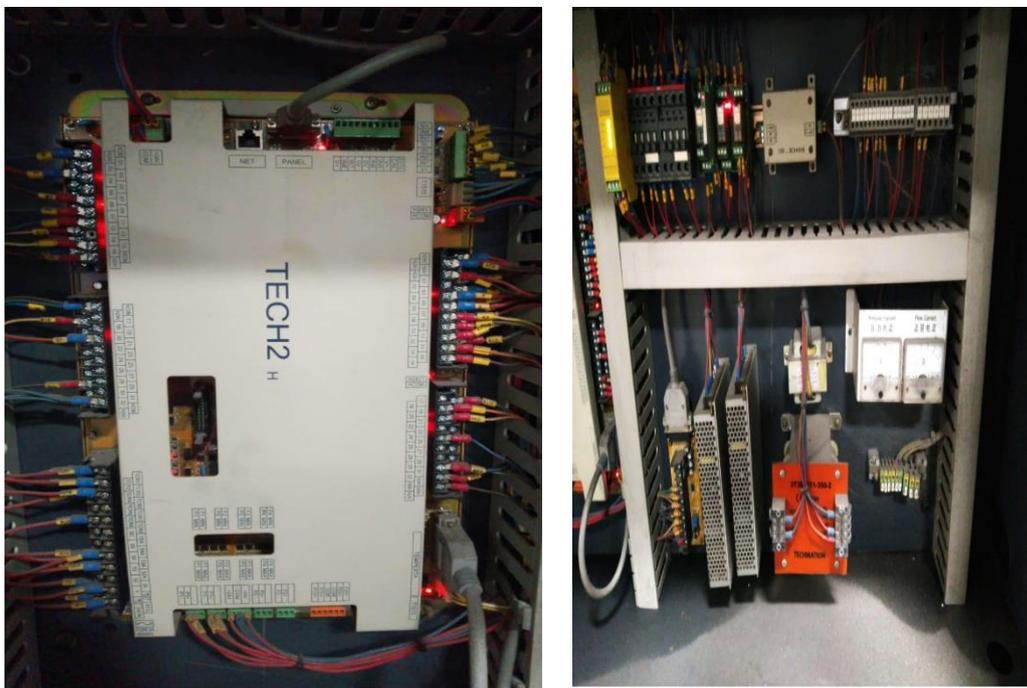
Tabel 4.1 Spesifikasi Komponen Injection Molding

Number	Parts No.	Name	Model	Instruction	Memo
1	P1, P2	Sliding Vane Pump	4525V-60A21-1AA-22R	System Power	
2	F1, F5	Oil Filter	Wu-160*100-J	Clean Oil	
3	F2	Oil Level Indicator	WZ-105T	Indicate Oil Level	
4	F3	Air Filter	EF5-65	Clean Air	
5	F4	Oil Cooler	BC1-1.7	Decrease Oil Temperature	
6	B1, B2	Pressure Gauge	YN-601-25MPQ	Show Pressure and Flow Control	
7	V1	Pressure Flow Proportional Valve	EFBG-06-250C	System Pressure and Flow Control	
8	V2	Electromagnetic Relief Valve	HSRF-F-G06-1PN-1	Reduce Mold Open Impact	
9	V3	Directional Valve	SWH-G02-C2	Mold Thickness Adjustment	
10	V4	Directional Valve	SW-G06-C2	Mold Open and Mold Close	
11	V5	Directional Valve	DC-G02-B2S	Hydraulic Insure	
12	V6	Directional Valve	SWH-G02-C2	Core in and Core Out	Optional
13	V7	Directional Valve	SWH-G03-C8S	Eject	
14	V8	Directional Valve	SWH-G02-C2	Nozzle Adv. and Nozzle Ret.	
15	V9	Directional Valve	SWH-G06-C8S	Suck Back, Proof Slobbering	
16	V10	Overflow Valve	AJ-Ha32B	Charge	
17	V11	Directional Valve	SWH-G02-B3	Charge	
18	V12	Overflow Valv	AJ-Ha32B		
19	V13	Electromagnetic Relief Valve	HSRF-F-G06-1PN-2	Adjust Pump Pressure	
20	V14	Relief Valve	RF-G06-1-32	Charge Back Pressure	
21	M1	Hydraulic Motor	JMDG1400	Charge	
22	M2	Hydraulic Motor	JS305	Adjust Mold	
23	D	Motor	SZY-250M-6-37	Power	

4.2 Sistem Kontrol Injection Molding HDX-328

Sistem Pengendalian Motor Listrik adalah adalah sejumlah kegiatan mulai dari memasang, merakit, mengamankan, dan mengoperasikan motor hingga pesawat tersebut dapat bekerja dengan aman. Pengawatan motor listrik adalah kegiatan merakit atau menghubungkan motor listrik dengan perlengkapan-perlengkapannya sehingga membentuk suatu sistem instalasi motor listrik. Sistem pengendalian motor listrik bisa dilakukan secara manual, semi otomatis dan otomatis.

Sistem control yang digunakan pada mesin injection molding HDX 328 menggunakan PLC TECH2 yang berfungsi sebagai prosesor mesin untuk memberikan perintah keseluruhan dan untuk rangkaian motor injection ini menggunakan rangkaian star-delta.

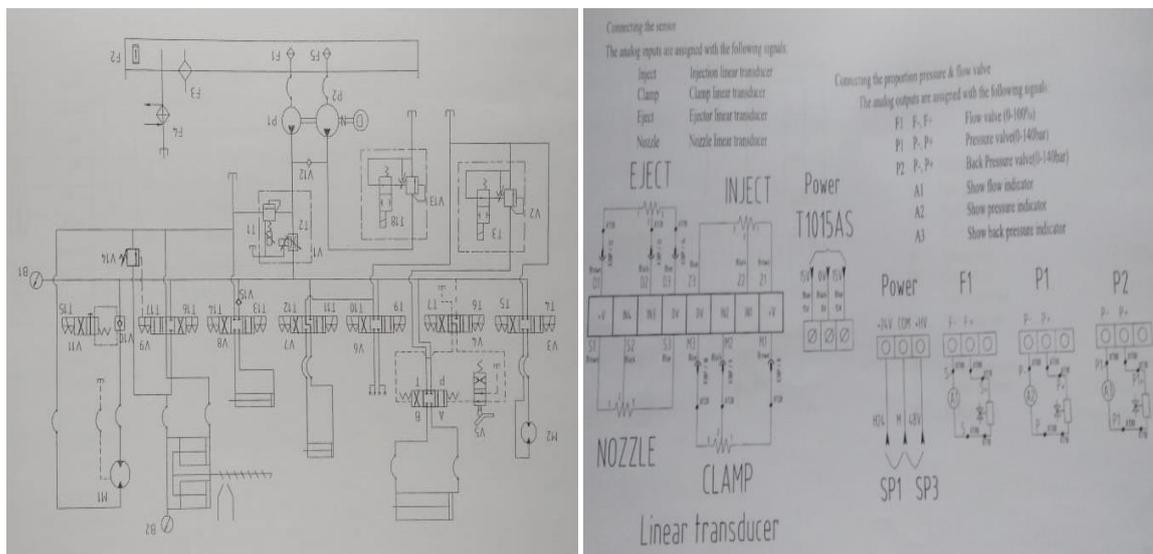


Gambar 4.3 PLC TECH2 *Injection Molding*

4.2 Sistem Kelistrikan dan Kontrol Motor

Pada mesin injection molding dalam penelitian ini motor yang akan menggerakkan piston untuk melakukan press dan menggerakkan bagian-bagian penting pada mesin menggunakan system star delta.

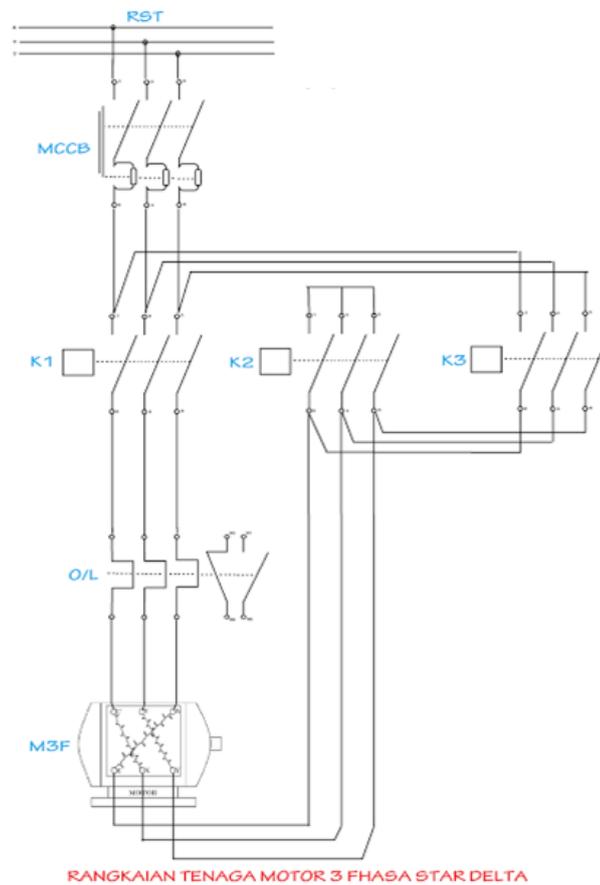
Rangkaian Star Delta adalah Rangkaian *Stater Device* yang berfungsi untuk mengurangi lonjakan arus Starting yang tinggi atau bisa disebut *Inrush Current*. Tetapi tidak mengurangi Torsi pada Elektro Motor tersebut. Dengan mengubah Gulungan Elektro Motor dari hubungan Star yang memiliki lonjakan arus kecil saat starting. Kemudian menggunakan timer untuk menjeda perpindahan dari Hubungan Star ke Delta yang mempunyai Arus kecil dan Torsi yang kuat.



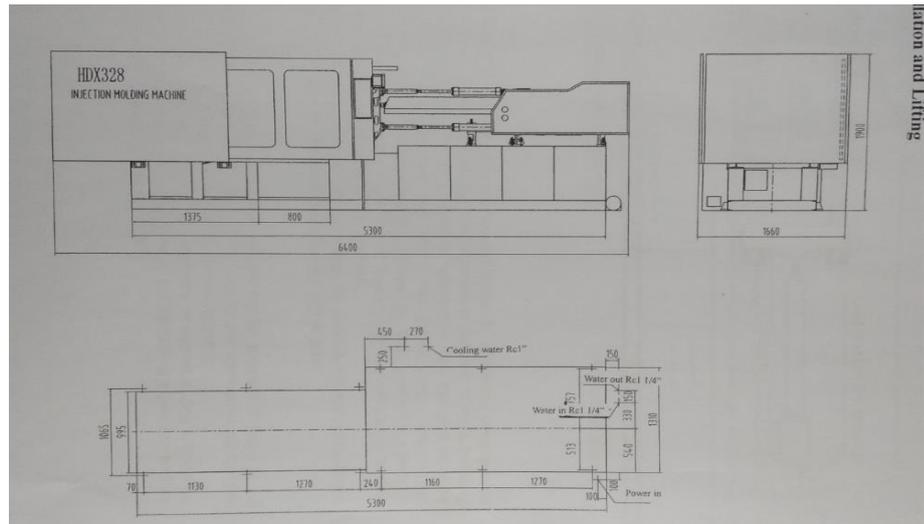
Gambar 4.4 Rangkaian Kontrol Motor

Adanya rangkaian start dan delta di motor adalah untuk mengurangi beban power supply saat pertama kali motor di hidupkan. Dengan rangkaian delta saat pertama kali motor dihidupkan lonjakan arus bisa sampai 6x arus nominal (I_n)

motor itu sendiri karena setiap coil langsung diberikan tegangan di RST sebesar 380VAC lihat di gambar (R-S, R-T, S-T = 380V). Dengan beban awal yang begitu besar akan membuat sumber listrik trip/down, dengan menggunakan rangkaian start beban awal bisa lebih kecil karena diberi tegangan masing masing coil hanya sebesar 220 VAC saja lihat digambar (R-N, S-N, T-N = 220 V) dan teknisi akan menggunakan koneksi start di awal.



Gambar 4.5 Rangkaian Star-Delta



Gambar 4.6 Ilustrasi Mesin Injection

Pada Gambar 4.4, gambar tersebut memperlihatkan bagian-bagian pada mesin injection. Dimana perancangan menjadi tahap penting dalam proses produksi, terlepas dari produk apa yang ingin dibuat. Proses ini ditujukan guna menghindari kesalahan-kesalahan produksi yang dapat merugikan Anda.

Secara sederhana, Ada beberapa objektif yang perlu ditentukan dalam proses perancangan, antara lain: fungsi, estetika, *manufacturability*, dan masih banyak lagi. Produk yang berhasil, nantinya akan ditentukan dari apakah objektif yang telah Anda desain di awal berhasil terpenuhi atau tidak.

Namun, produk yang sesuai dengan rancangan produk tidak selalu merupakan produk yang baik. Bisa saja terjadi kecacatan atau malfungsi pada produk Anda, karena proses desain produk yang kurang cermat. Maka dari itu, biasanya proses perancangan produk akan diakhiri dengan tahap uji produksi.

4.3 Analisa Penelitian

Mengetahui total daya dan arus dari pressure yang diberikan injection molding yang digunakan sangat penting, terutama jika kita ingin mendapatkan hasil yang baik bagi perform dan untuk memperpanjang umur mesin, karena dengan mengetahui daya dan arus kita bisa menyesuaikan data yang didapatkan dengan spesifikasi mesin yang harusnya dicapai. Dari table dibawah ini penulis mendapatkan hasil pengukuran dengan melakukan beberapa kali percobaan, yang sesuai dengan yang penulis inginkan. Maka penulis ingin memberitahukan hasil dari penelitian yang dilakukan dimana dalam pengambilan data setiap 5 menit, dan melakukan jeda percobaan setiap 20 menit dan pengumpulan data yang dilakukan, data diambil dari Tang ampere. Berikut data tabel penelitian:

o	Waktu Cycle Time	Pefor m	Tang Ampere
	40 s	8 Buah	 <p data-bbox="1018 1794 1254 1827">A = 23.2 Ampere</p>

	40 s	8 Buah	 <p style="text-align: center;">A = 20 Ampere</p>
--	------	--------	--

Tegangan didapatkan dari name plate mesin atau bisa juga dengan melihat tegangan menggunakan 1 phase (220 V) atau 3 phase (380 V).



Gambar 4.7 Name Plate Mesin Injection

1) Percobaan I

$$\text{Dik : } V = 380 \text{ V}$$

$$I = 23,2 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \rho = 0,99$$

$$\text{Dit : } P, Q, S = \dots ?$$

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \rho$$

$$= 380 \cdot 23,2 \cdot \text{Cos } (0,98)$$

$$= 8,7 \text{ KW}$$

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sin } \rho$$

$$= 380 \cdot 23,2 \cdot \text{Sin } (0,98)$$

$$= 149,8 \text{ VAR}$$

$$S = V \cdot I$$

$$= 380 \cdot 23,2$$

$$= 8,8 \text{ KVA}$$

2) Percobaan II

$$\text{Dik : } V = 380 \text{ V}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \rho = 0,98$$

$$\text{Dit : } P, Q, S = \dots ?$$

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \rho$$

$$= 380 \cdot 20 \cdot \text{Cos } (0,98)$$

$$= 7,5 \text{ KWatt}$$

$$Q = V \cdot I \cdot \text{Sin } \rho$$

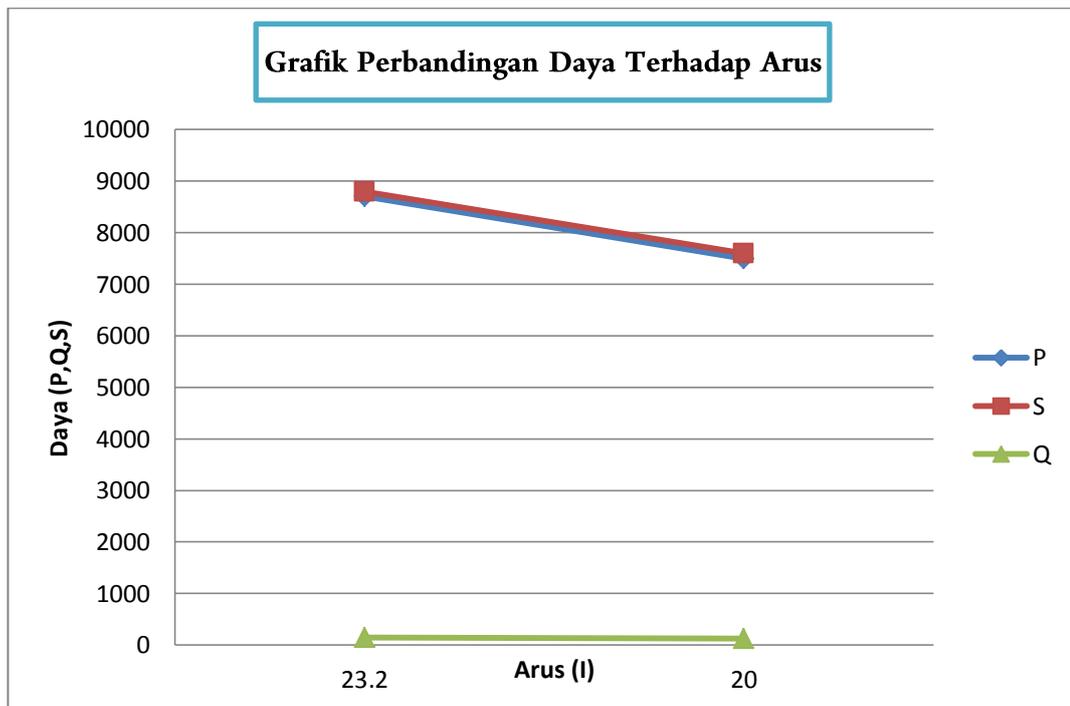
$$= 380 \cdot 20 \cdot \text{Sin } (0,98)$$

$$= 129 \text{ VAR}$$

$$S = V.I$$

$$= 380 \cdot 20$$

$$= 7.6 \text{ KVA}$$



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Arus Terhadap Daya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian Analisis Sistem Kendali Mesin Injetion Molding Haida HDX-328 baik secara pengukuran maupun secara perhitungan dari titik-titik uji yang telah ditentukan. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Proses perancangan *injection blowing* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing*.
- 2) Sistem kontrol yang digunakan pada mesin injection molding HDX 328 menggunakan PLC TECH2 yang berfungsi sebagai prosesor mesin untuk memberikan perintah keseluruhan dan untuk rangkaian motor injection ini menggunakan rangkaian star-delta.
- 3) Dari penelitian mesin injection maka didapatkan Arus 23.2 A dan 20 A yang menandakan pada saat proses *pressure* pertama, Injection akan menghasilkan Arus yang lebih besar dikarenakan Nozzle akan lebih ringan untuk mendorong bahan plastic setelah pertama kali digunakan. Dan daya yang dihasilkan sebesar 8.7 KW dengan perubahan daya menjadi 7.5 KW.

5.2 Saran

Adapun saran yang akan diperlukan sebagai berikut :

- 1) Untuk kedepannya diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menghitung besar komponen lainnya seperti Hooper Dryerr Injection, *Heater Noozle*, dan Sisten Automatiassi Solenoid pada mesin Injection tersebut.
- 2) Mesin *Injection Molding* seharusnya memberikan lebih banyak data. dikarenakan waktu yang sedikit, jadi penulis tidak membuat analisa yang kompleks. Untuk kedepannya diharapkan untuk mendapatkan lebih banyak data yang bisa memerikan penjelsaan yang lebih signifikan dibandingkan tugas akhir ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “No Title,” vol. 2, pp. 0–9.
- [2] I. Yulianto and H. Prasetyo, “RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING *,” vol. 2, no. 3, pp. 140–151, 2014.
- [3] D. Wahjudi *et al.*, “Aplikasi Rekayasa Mutu untuk Mengurangi Cacat pada Mesin Injection Molding,” vol. 1, no. 2, pp. 134–142, 1999.
- [4] B. L. Tahap, *PROVINSI SUMATERA UTARA*, no. 1. .
- [5] N. Noor, B. Triyono, and K. Kunci, “Perancangan Mesin Injeksi Plastik Portabel,” pp. 26–27, 2020.
- [6] A. K. Mufid *et al.*, “PERANCANGAN INJECTION MOLDING DENGAN SISTEM THREE,” vol. 1, no. 2, pp. 72–81, 2017.
- [7] I. Molding, “Pendingin pada mesin ini terdapat 2 yaitu pendingin pada cetakan dan pendingin pada oli . Pendinginan ini dilakukan melewati pipa-pipa yang ada pada mesin , saat sirkulasi pendinginan suhu oli atau air pendinginan terjadi pada suatu tank pendingin yang didinginkan oleh kompresor .”
- [8] M. Hidayat and A. Kunnaifi, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SILICON SPRAYER PADA ROBOT ABB IRB 4600 MESIN PLASTIK INJEKSI HWA CHIN 1060-3 DI PT API,” vol. 6, no. 3, pp. 197–206, 2015.
- [9] Paschalis Adhi Krismasurya, “SIX SIGMA APPROACH TO REDUCE PROCESS DEFECT IN PLASTIC BOTTLE PRODUCTION PROCESS AT THE ASB IN 2000 ML BLOW MOLDING MACHINE” vol. 3, no. 1 pp. 189-199
- [10] Irwan Yulianto, “RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING” vol. 03, no. 2, pp. 140-151.
- [11] Subkhan Nur Ikhsan “PERANCANGAN INJECTION BLOWING TOOLS DENGAN LINE SLIDER UNTUK MESIN BLOW MOLDING DENGAN KAPASITAS VOLUME 300 MI” vol. 2, no. 1, pp. 43-55

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : IMMANUEL SIANTURI
Tempat /Tgl Lahir : Medan, 31 Juli 1994
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Kristen Protestan
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Sempurna Ujung Gg. Bersama No. 4 Medan
Anak Ke : 6 dari 7 bersaudara
Email : sianturimmanuel431@gmail.com

Nama Orang Tua

Ayah : Jahombang Sianturi
Ibu : Aslina Sinaga
Alamat : Sempurna Ujung Gg. Bersama No. 4 Medan

Pendidikan Formal

1. SD ST Antonius VI Medan Tamat Tahun 2006
2. SMP Negeri 6 Medan Tamat Tahun 2009
3. SMA Negeri 14 Medan Tamat Tahun 2012
4. Kuliah pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2021

Medan, Mei 2021

IMMANUEL SIANTURI

ANALISIS SYSTEM KENDALI MESIN IJECTION MOULDING HAIDA HDX-328 UNTUK PRODUKSI PREFORM 65 GR

Immanuel Sianturi¹, Faisal Irsan Pasaribu², Partaonan Harahap³
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapt. Mughtar Basri No. 110-112, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan, Sumatera Utara, Indonesia
Email: Wiwinskyahputra237@gmail.com

ABSTRAK, *Injection Blow Molding* adalah proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara menginjeksikan terlebih dahulu bijih plastik yang akan diproses menjadi bakalan plastik (*preform*). Pada sistem injeksi terdiri dari komponen *injection* (*pengisi*) dan *blower* (*peniup*). Secara umum digunakan untuk profil produk dengan ukuran yang relatif kecil dan terdapat ulir mulut botol. Penghitungan arus yang dilakukan dengan menganalisa sehingga diperoleh nilai 23.2 A dan 20 A. Kemudian dilakukan perhitungan daya pada *Injection molding* dengan data yang diperoleh sebesar 8.7 KW dan 7.5 KW.

Kata Kunci : **Injection Molding, Prinsip Kerja Injection Molding, Rangkaian Kontrol, Daya Injection Molding.**

ABSTRACT, *Injection Blow Molding* is the process of forming plastic products by first injecting plastic ore which will be processed into plastic preform. The injection system consists of an injection component (*filler*) and a blower (*blower*). Generally used for product profiles with relatively small sizes and a bottle mouth thread. Calculation of the current is done by analyzing to obtain the values of 23.2 A and 20 A. Then the calculation of the power on the injection molding with the data obtained is 8.7 KW and 7.5 KW.

Keywords: **Injection Molding, Injection Molding Working Principle, Control Circuit, Injection Molding Power.**

PENDAHULUAN

Saat ini plastik merupakan bahan atau material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia, sebagai bahan yang sangat mudah didapat, praktis, ringan dan tentu saja modern, Untuk bisa membuat sebuah produk plastik yang sesuai dengan apa yang kita kehendaki tentunya dibutuhkan teknologi yang memadai baik itu dari sisi mesin injection, cetakan injeksi, material, metode dan manusia, Dari berbagai macam parameter tersebut, salah satu faktor yang dominan adalah pengaturan parameter setting pada mesin injection molding. Di perusahaan tempat saya bekerja misalnya, masih banyak terjadi cacat produk, terutama masalah penyusutan (*shrinkage*) yang mengakibatkan menurunnya jumlah produksi.

Produk plastik yang diteliti adalah produk kemasan toples. Dimana produk ini dicetak dengan mesin injection molding yang menggunakan material polystyrene. Pada saat produksi pernah terjadi kegagalan produk fitting terlalu kendor dan ada juga fitting yang kencang atau seret antara tutup dengan badan akibatnya produk tidak lolos produksi oleh quality control.

Waktu proses (*cycle time*) pembuatan produk ini bervariasi, tergantung dari berbagai macam parameter yang berpengaruh dalam pembuatan produk tersebut, Dari berbagai macam parameter tersebut, salah satu faktor yang dominan adalah pengaturan parameter setting pada mesin injection molding. Dimana parameter tersebut yang berpengaruh besar terhadap cacat produk *shrinkage*, yaitu injection time dan backpressure.

Selama ini para teknisi di tempat saya bekerja melakukan setting parameter proses mesin melalui cara trial and error, untuk mendapatkan produk yang sesuai standar. Hal ini menyebabkan waktu proses (*cycle time*) kurang optimal. Dengan berkurangnya waktu proses (*cycle time*) maka terjadi peningkatan jumlah produksi dengan biaya produksi yang lebih efisien. Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka masalah yang dapat penulis rumuskan yaitu sejauh mana pengaruh Injection time dan backpressure terhadap hasil cetak kemasan toples dengan menggunakan proses injection molding.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menganalisa pengaruh injection time dan backpressure ketika proses injection terhadap seberapa besar tekanan yang diperlukan untuk melakukan injec. Oleh sebab itu, pada tugas akhir ini penulis akan membahas tentang menganalisa mesin injection.

TINJAUAN PUSTAKA

Proses *blow molding* merupakan proses pembentukan sebuah benda yang terbuat dari material plastik dengan cara meniupkan udara bertekanan ke dalam sebuah material plastik yang telah dibentuk menjadi *bottle preform*. Kemudian *bottle preform* (bakalan plastik) yang telah dipanaskan pada suatu suhu tertentu dimasukkan ke dalam sebuah cetakan, sehingga nantinya *bottle preform* (bakalan plastik) dapat membentuk suatu pola atau model benda yang diinginkan sesuai cetakan (*mold*).

Dalam proses perancangan sistem konstruksi *injection blowing tools* yang akan digunakan untuk proses *blowing* (meniup) dengan menggunakan bahan plastik jenis PET atau PE, dibutuhkan perhitungan dan beberapa pertimbangan agar nantinya saat proses *blowing* dapat beroperasi dengan baik sehingga dapat menghasilkan produk (botol) yang baik tanpa cacat. Adapun beberapa penelitian yang berkaitan dengan sistem *blow molding* diantaranya sebagai berikut.

Produk plastik biasanya dibuat menggunakan mesin injeksi *molding*. Mesin ini memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat memproduksi massal dengan berbagai bentuk cetakan dan biaya produksi persatuan produk relatif murah. Cara kerja mesin ini adalah dengan memasukan biji plastik ke dalam sebuah barel yang kemudian dipanaskan hingga meleleh. Plastik yang telah meleleh tersebut diinjeksi ke dalam cetakan yang kemudian didinginkan. Setelah itu, dilepaskan dari cetakan dan terbentuk suatu produk plastik .

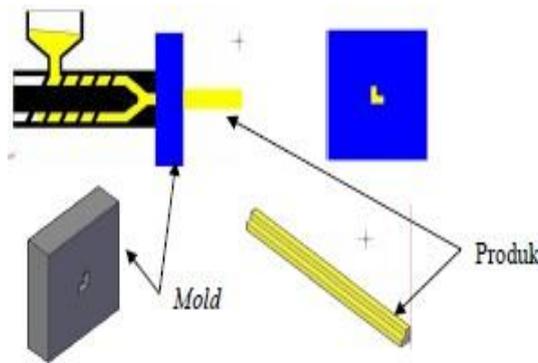
Menurut penelitian yang dilakukan oleh S.L. Belcher (2017). *Blow molding* mencakup tiga proses thermoplastik utama, yaitu *extrusion blow molding*, *stretch blow molding*, dan *injection blow molding*. *Blow molding* adalah proses pembuatan atau pembentukan produk berongga dengan cara mengembungkan atau meniup tabung thermoplastik cair yang biasa disebut "*parison*" atau memakai "*preform*" yang terbuat dari bahan *polyethylene terephthalate* (PET).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Herbert Rees (1994). *Blow molding* melibatkan proses pembentukan benda berongga dengan cara injeksi panas yang disalurkan secara otomatis ke cetakan dan mesin akan meniupkan udara bertekanan tinggi untuk membentuk bahan (plastik) sesuai profil cetakan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mekanisme Sistem Kerja *Extrusion Molding*

Proses *extrusion molding* memiliki kesamaan dengan proses *injection blow molding*, dimana pada *extrusion blow molding* produk yang dihasilkan berupa material dengan bentuk yang panjang.



Gambar 2.1. Proses *Extrusion Molding* (Amri, 2009)

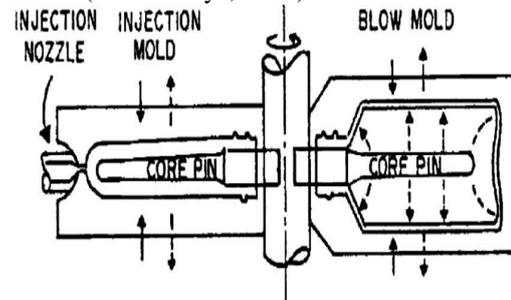
Berikut tahapan proses *extrusion molding* :

- 1) Pada bagian silinder mesin, bahan plastik (bakalan plastik) dipanaskan pada suhu tertentu hingga menjadi lunak (semi fluida).
- 2) Bakalan plastik yang sudah melunak kemudian dikeluarkan melalui *forming die* (sebuah lubang cetakan atau *mold* dengan dengan profil tertentu) menggunakan tekanan tertentu.
- 3) Bakalan plastik yang telah dibentuk kemudian menghasilkan produk yang masih panas dan dilakukan proses pendinginan.
- 4) Setelah produk memiliki panjang yang diinginkan kemudian dipotong dengan alat pemotong khusus pada mesin *extrusion* tersebut.

Mekanisme Sistem Kerja *Injection Blow Molding*

Injection Blow Molding adalah

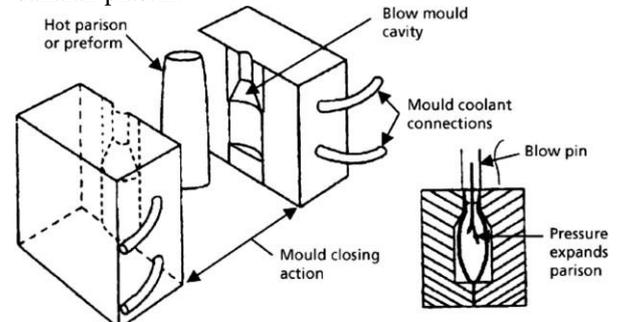
proses pembentukan produk berbahan plastik dengan cara menginjeksikan terlebih dahulu bijih plastik yang akan diproses menjadi bakalan plastik (*preform*). Pada sistem injeksi terdiri dari komponen *injection* (pengisi) dan *blower* (peniup). Secara umum digunakan untuk profil produk dengan ukuran yang relatif kecil dan terdapat ulir mulut botol. (Krismasurya, 2015).



Gambar 2.2. Proses *Injection Blow Molding* (Harper, 2006)

Mekanisme Sistem Kerja *Blow Molding*

Material yang telah terbentuk akan mengeras dan bisa untuk dikeluarkan dari cetakan (*mold*) hal ini karena cetakan dilengkapi dengan saluran pendingin di dalam kedua sisi cetakan tersebut. Untuk memperlancar proses peniupan atau injeksi, pada proses ini dilengkapi dengan pisau pemotong pipa plastik yang dapat keluar dari *extruder head* yang berguna memotong bakalan plastik.



Gambar 2.3. Proses *Blow Molding* (Norman, 2000)

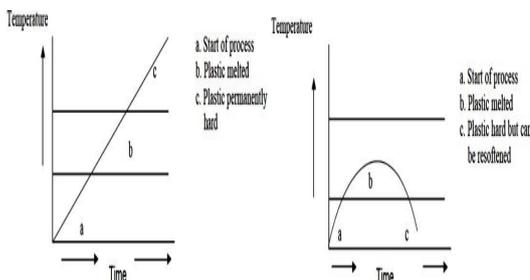
Berikut tahapan proses *blow molding* secara garis besar:

- 1) Peleburan resin (*plasticizing*).
- 2) Pembuatan *parison* dengan cara *extrusion* atau pembuatan *perform* dengan cara *injection*.
- 3) Peniupan atau pemompaan dengan udara bertekanan pada *parison* atau *perform* dengan diikuti proses pendinginan.
- 4) Pelepasan produk dari bagian cetakan (*mold*).

5) Pemangkasan (*finishing*) produk. Langkah pemangkasan biasanya dilakukan. Namun, diantara yang lainnya hanya sampai pada langkah ke 4 saja.

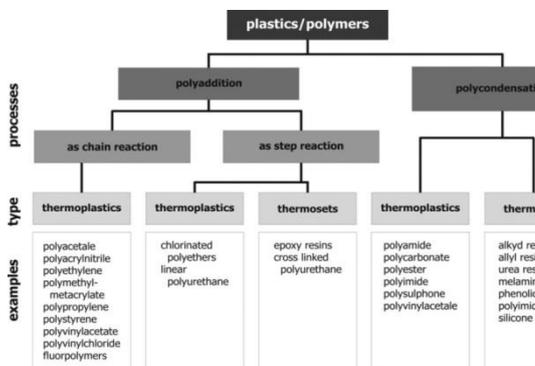
Klasifikasi Plastik Berdasarkan Jenis Golongan

Plastik merupakan jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerasi, proses polimerasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (*monomer*) melalui proses kimia menjadi molekul besar (*makromolekul*). Dalam pembuatan plastik bahan yang sering



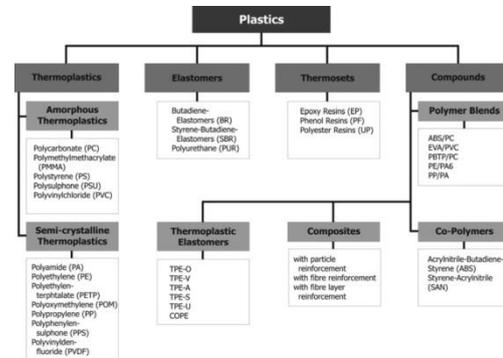
digunakan adalah *naphtha*, yaitu sejenis bahan yang dihasilkan dari residu penyulingan minyak bumi dan gas (Kumar, 2011).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastik* merupakan bahan plastik yang mudah mencair jika dipanaskan pada suhu tertentu dan dapat dibentuk kembali dengan metoder daur ulang atau dengan cara menggunakan cetakan, plastik jenis ini juga dimungkinkan untuk diproses kembali sebagai bahan daur ulang. *Thermosetting* merupakan jenis plastik yang dibuat dalam bentuk padatan, sehingga tidak dimungkinkan untuk dibentuk kembali dengan cara dicairkan atau tidak dapat didaur ulang (Suroño, 2013).



Gambar 2.4. Klasifikasi Plastik

Berdasarkan Fungsi Pokok (Klein, 2011)



Gambar 2.5. Klasifikasi Plastik (Klein, 2011)

Gambar 2.6. Kurva Plastik (Dominghaus, 1993)

- (a) Kurva Plastik *Thermoset*.
- (b) Kurva Plastik *Thermoplast*

Jenis Thermoplastics

Plastik jenis *thermoplastics* merupakan jenis plastik yang memiliki kemampuan untuk didaur ulang atau dicetak kembali dengan beberapa proses dan metode. Jenis plastik yang termasuk dalam golongan *thermoplast* adalah : PE, PET, PP, dll (Mujiarto, 2005).

Polypropylene (PP)

Polypropylene adalah jenis polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Gas propilena memiliki *specific gravity* yang rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain.

Penentuan Material Injection Blowing Tools

Dalam proses perancangan *injection blowing tools* penentuan bahan material yang akan digunakan ketika proses pembuatan merupakan hal yang utama, material yang nantinya akan dipilih yaitu material dengan harga yang terjangkau, mudah diperoleh dipasaran serta memiliki ketangguhan dan kekuatan yang baik.

Spesifikasi Material Baja

Dalam hal ini baja dipilih sebagai salah satu material utama dalam perancangan untuk membuat alat *injection*

blowing. Dikarenakan baja memiliki beberapa sifat mekanik, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Kekuatan (*strength*) : Baja memiliki daya tahan yang lumayan baik terhadap beberapa kemungkinan dalam menghadapi beban tarik, tekan, geser, puntir, maupun bengkok.
- 2) Kekerasan (*hardness*) : Terdapat beberapa proses dalam pembuatan baja terutama pada proses pendinginan, pada proses pendinginan tersebut dapat mempengaruhi sifat kekerasan dari baja tersebut.
- 3) Kekenyalan (*elasticity*) : Beberapa baja memiliki kemampuan salam menerima tegangan yang diberikan tanpa mengakibatkan perubahan bentuk. Kemampuan tersebut juga dipengaruhi ketika proses pendinginan dilakukan dan juga campuran-campuran yang digunakan ketika proses pembuatan baja.
- 4) Kekakuan (*stiffness*) : Seperti halnya dengan sifat kekenyalan, beberapa baja juga memiliki sifat kekakuan dalam menerima beban, biasanya jika semakin tinggi nilai kekakuan suatu baja maka semakin kecil nilai elastisitasnya.
- 5) Plastisitas (*plasticity*) : Plastisitas merupakan sifat dimana suatu baja dapat menerima suatu tegangan tertentu untuk menjadi suatu bentuk yang diinginkan, contohnya pada proses *rolling*, *extruding*, dll.
- 6) Ketangguhan (*thoughness*) : Ketangguhan suatu baja dalam menerima suatu pembebanan cukup baik namun tergantung dari dimensi ukuran baja tersebut, proses pembuatan dan pendinginan, serta campuran bahan yang digunakan.

Baja karbon dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan kandungan kadar karbonnya.

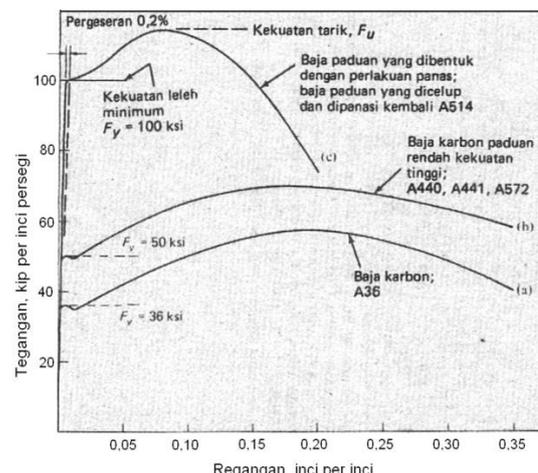
- 1) Baja karbon rendah (*low carbon steel*) : 0,05% - 0,30% C
- 2) Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) : 0,30% - 60% C
- 3) Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) : 0,60% - 1,50% C

Dari sifat-sifat mekanis ini baja memiliki kemungkinan besar untuk dijadikan sebagai material pokok dalam perancangan *injection blowing tools*. Dalam perancangan ini dituntut untuk mencari material yang mudah ditemukan dipasaran dengan harga yang

terjangkau. Beberapa jenis baja yang sering ditemukan dipasaran diantaranya adalah baja plat, strip dan baja batangan. Baja plat, strip dan baja batangan merupakan golongan dari baja jenis karbon rendah.

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) merupakan jenis baja dengan kadar karbon sekitar 0,10–0,30 %. Baja tersebut sering diperdagangkan dalam bentuk plat baja, baja strip, dan baja batangan atau profil dengan kode A36 (Murtiono, 2012).

Baja karbon A36 mengandung karbon maksimum antara 0,25 % s/d 0,29 % tergantung kepada tebalnya. Baja karbon struktural ini memiliki titik leleh 36 ksi (250 Mpa). Dengan begitu material baja dengan kadar karbon rendah dapat dipilih sebagai material utama dikarenakan dengan sifat mekanisnya yang memiliki keuletan yang tinggi sehingga mudah untuk ditekuk (*bending*) agar dapat membentuk rangka yang diinginkan dan mudah untuk dilas dengan las listrik (SMAW) serta mudah untuk didapatkan dipasaran.



Gambar 2.7. Kurva Tegangan – Regangan Baja (Salmon, 1971)

- a) Baja Plat
- b) Baja Strip

Gambar 2.8. Jenis Bentuk Baja

Spesifikasi Material Aluminium

Aluminium digunakan sebagai bahan utama dalam perancangan *injection tools* dikarenakan aluminium memiliki karakteristik logam yang mudah dibentuk, lunak, dan ringan. Aluminium memiliki kekuatan tarik sebesar 90 MPa, namun kekuatan tersebut dapat bertambah hingga

600 MPa tergantung dengan bahan paduannya. Aluminium digolongkan sebagai logam ringan dikarenakan aluminium memiliki berat sekitar sepertiga dari baja dan mudah ditekuk maupun *machining*, hingga dicor.

Aluminium dapat dipadukan dengan bahan lain, menurut *Standart Aluminium Association (AA)* jenis paduan aluminium dapat dibagi menjadi tujuh jenis, yaitu sebagai berikut (Davis, 1994) :

1) Aluminium murni

Jenis aluminium dengan kadar kemurnian antara 99,0% - 99,9%. Memiliki sifat tahan karat, konduksi thermal dan listrik yang baik. Namun kekuatannya rendah.

2) Aluminium paduan Tembaga (Al – Cu)

Jenis aluminium yang dipadukan dengan tembaga sebesar 4,5%. Bersifat seperti baja lunak dengan kekuatan yang cukup baik, mudah dikerjakan dengan mesin. Namun daya tahan terhadap korosinya rendah. Contoh *duralumin* (2017) dan *super duralumin* (2024).

3) Aluminium paduan Mangan (Al – Mn)

Jenis aluminium paduan yang dalam proses pembuatannya tanpa (tidak dapat) melalui perlakuan panas. Bersifat tahan terhadap korosi dan kekuatan yang baik. Biasa digunakan pada industri bahan kimia dan pangan.

4) Aluminium paduan Silicon (Al – Si)

Jenis aluminium paduan yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Paduan yang terkandung adalah 8% - 12% Si. Sehingga memiliki sifat yang baik dalam proses pengecoran dikarenakan pada keadaan cair memiliki sifat mampu alir yang baik sehingga kecil kemungkinan terjadi retakan dan mudah untuk dicetak serta mampu dalam menghadapi korosi. Aluminium paduan silicon sering digunakan sebagai bahan logam las maupun cor tempa.

5) Aluminium paduan Magnesium (AL – Mg)

Jenis aluminium dengan kadar paduan sekitar 4% - 10% magnesium yang mengakibatkan paduan ini memiliki sifat yang sulit untuk diproses dengan perlakuan panas dan lebih sulit untuk dituang tetapi memiliki daya tahan terhadap korosi yang sangat baik. Jenis paduan ini banyak digunakan untuk konstruksi umum, tabung penyimpan gas serta oksigen.

6) Aluminium paduan Magnesium dan Silicon (Al – Mg – Si)

Jenis paduan dengan kadar 7-9% Si dan 0,3-1,7% Mg yang mengakibatkan aluminium memiliki sifat kuat terhadap korosi dan juga sebagai penghantar listrik yang baik. Namun sifat yang kurang baik adalah mudah terjadinya pelunakan di daerah las dikarenakan panas dari proses pengelasan.

7) Aluminium paduan Seng (Al – Zn)

Jenis paduan aluminium yang dapat diproses dengan perlakuan panas. Biasanya paduan ini ditambahkan juga dengan unsur Mg, Cu, dan Cr. Sehingga mengakibatkan kekuatan tariknya bisa lebih dari 50 kg/mm² dan sering dinamakan dengan ultra duralumin. Jenis paduan ini sering digunakan dalam konstruksi las, karena memiliki sifat mampu las dan daya tahan terhadap korosi yang baik.

Tabel 2.4. Klasifikasi Aluminium (Davis, 1994)

Aluminium paduan untuk dimensi	Paduan jenis tidak dapat diproses dengan perlakuan panas (non-heat treatable)	Al – Si	Seri 1000	
		Al – Mn	Seri 3000	
		Al – Si	Seri 4000	
		Al – Mg	Seri 5000	
	Paduan jenis dapat diproses dengan perlakuan panas (heat treatable)	Al – Cu	Seri 2000	
		Al – Mg – Si	Seri 6000	
		Al – Zn	Seri 7000	
	Aluminium paduan untuk coran	Non-heat treatable Alloy	Al – Si	Silumin
			Al – Mg	Hydronium

		g	
	Heat treatable Alloy	Al - Cu	Lautal
		Al - Si - Mg	Silumin, Lo-ex

2.6 Penentuan dan Perhitungan Rancang Bangun Mesin

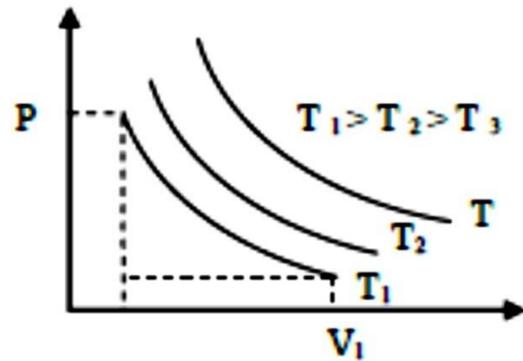
Dalam hal ini proses perhitungan adalah proses yang sangat penting dikarenakan dari hasil perhitungan ini akan didapatkan nilai angka aman ketika proses perancangan dilanjutkan ke proses pembuatan. Pada proses perancangan *injection blowing tools* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing tools*, analisa jenis sambungan las dan menghitung besar kekuatan sambungan las, serta menentukan jenis *bolt*, *nuts*, dan *washer* yang akan digunakan pada *injection blowing tools*.

Perhitungan Tekanan Injeksi

Pada perancangan *injection blowing tools* perlu di analisa untuk pemakaian tekanan udara yang akan digunakan ketika proses injeksi dilakukan agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan model dari profil *mold cavity*. Tekanan merupakan suatu jenis gaya yang berkerja pada satuan luas bidang tekan atau dengan definisi lain bahwa tekanan adalah gaya persatuan luas. Pada perancangan *injection tools* menggunakan jenis tekanan pada zat gas. Pada saat proses injeksi, udara dari kompresor akan diteruskan menuju *bottle preform* yang telah dipanaskan melalui *injection tools* sehingga *bottle preform* dapat mengembang dan membentuk model sesuai profil dari *mold cavity*.

Dalam perencanaan berapa besar tekanan yang akan digunakan pada proses injeksi dapat digunakan rumus dari hukum Boyle "hasil kali tekanan dan volume dalam

ruang tertutup adalah tetap (konstan) selama suhu gas tetap". Persamaan hukum Boyle : $P \cdot V = C$. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$.



Grafik 2.9 Grafik P – V

Motor Listrik Pada Mesin *Injection Motor Induksi*

Motor Induksi adalah peralatan elektromekanik yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri untuk mengubah tenaga listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi digunakan di berbagai bidang seperti pada pembangkit tenaga listrik, industri kertas, ladang minyak dan pabrik. Penggunaannya sebagian besar untuk penggerak pompa, *conveyor*, mesin press, elevator dan masih banyak lagi. Diantara mesin listrik yang ada, motor induksi paling banyak digunakan karena kuat, kokoh, harganya cukup murah, handal, perawatannya mudah, dan efisiensi daya cukup tinggi.

Karena proses penuaan alami dan berbagai faktor lain yang terkait dengan pola operasi motor induksi kerusakan pada motor induksi dapat terjadi. Stres elektrik dan mekanik adalah contoh dari kerusakan akibat pola operasi. Stres mekanik terjadi akibat kelebihan beban dan perubahan beban yang tiba-tiba yang dapat mengakibatkan kerusakan bearing dan patahnya rotor bar. Stress elektrik biasanya dihubungkan dengan permasalahan sumber tegangan. Sebagai contoh motor induksi yang bersumber pada AC drive memiliki kecenderungan mengalami stres elektrik akibat frekuensi tinggi dari komponen arus stator, *overvoltage* akibat panjang kabel antara motor dan AC drive akibat pantulan gelombang tegangan transien. Stres elektrik ini dapat menyebabkan hubung singkat belitan stator yang berarti kerusakan total motor induksi (I Gusti Putu Yudiastawan, 2009).



Gambar 2.10 Rangkaian Pengendali Motor Injection

2.9 Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt. Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Peranti mengkonversi kerja ini ke dalam berbagai bentuk yang berguna, seperti panas seperti pada pemanas listrik, cahaya seperti pada bola lampu, energi kinetik motor listrik, dan suara loudspeaker. Listrik dapat diperoleh dari pembangkit listrik atau penyimpan energi seperti baterai.

Listrik Arus bolak-balik listrik AC adalah arus listrik dimana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Berbeda dengan listrik arus searah dimana arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah dengan waktu. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinusoida, karena ini yang memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi-aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga (*triangular wave*) atau bentuk gelombang segi empat (*square wave*).

Secara umum, listrik bolak-balik berarti penyaluran listrik dari sumbernya misalnya PLN ke kantor-kantor atau rumah-rumah penduduk. Namun ada pula contoh lain seperti sinyal-sinyal radio atau audio yang disalurkan melalui kabel, yang juga merupakan listrik arus bolak-balik. Di dalam aplikasi-aplikasi ini, tujuan utama yang paling penting adalah pengambilan informasi yang termodulasi atau terkode di dalam sinyal arus bolak-balik tersebut.

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan International daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir

persatuan waktu (Joule/s) dan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

Dimana: P = adalah daya (watt atau W).

I = adalah arus (ampere atau A).

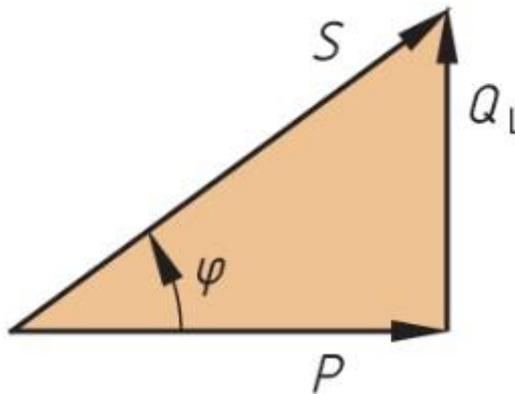
V = adalah perbedaan potensial (volt atau V).

Segitiga Daya

Daya semu, daya nyata, dan daya reaktif dianggap sebagian engineer sebagai sesuatu yang sulit untuk dipahami. Terutama karena sulitnya untuk mengimajinasikan daya-daya tersebut. Namun sebenarnya cukup mudah untuk memahami apa itu daya semu, daya nyata, dan daya reaktif. Hanya dibutuhkan sebuah pandangan yang lebih luas mengenai sistem jaringan listrik AC.

Memahami daya semu, daya nyata, dan daya reaktif tidak mungkin dapat kita lakukan jika kita tidak terlebih dahulu memahami tiga macam beban listrik AC yaitu beban resistif, induktif, dan kapasitif. Jika Anda belum memahami ketiga jenis beban tersebut, silahkan Anda baca pembahasan kami di artikel [pengertian beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif pada jaringan Listrik AC](#).

Daya listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran energi listrik pada satu titik jaringan listrik tiap satu satuan waktu. Dengan satuan watt atau Joule per detik dalam SI, daya listrik menjadi besaran terukur adanya produksi energi listrik oleh pembangkit, maupun adanya penyerapan energi listrik oleh beban listrik. Dari penjelasan ketiga macam daya diatas tersebut, dikenal juga dengan Segitiga Daya. Dimana Pengertian umum dari Segitiga Daya adalah suatu hubungan antara daya nyata, daya semu, dan daya reaktif, yang dapat dilihat hubungannya pada gambar bentuk segitiga dibawah ini :



Gambar 2.11 Segitiga Daya

Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*), disebut juga daya nyata yaitu merupakan daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Atau daya yang tertulis atau tertera pada suatu alat listrik seperti bola lampu. Satuan daya aktif adalah Watt. Daya nyata disebut juga dengan daya aktif (P) atau pada gambar di atas disebut dengan real power dan memiliki satuan Watt. Daya nyata sederhananya adalah daya yang diperlukan oleh beban resistif murni. Daya nyata dimanfaatkan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain. Contoh penggunaannya adalah pada perangkat elektronik misalnya pada setrika listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas.

Daya ini sering digunakan secara umum oleh konsumen dan sebagai satuan yang digunakan untuk daya listrik dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

Daya Semu

Daya semu adalah merupakan hasil kali dari Tegangan rms (root mean square) dan Arus rms. Daya semu dinyatakan dengan satuan Volt-Ampere, menyatakan kapasitas peralatan listrik, seperti yang tertera pada peralatan generator, transformator dan bahkan di KWh meter rumah kita daya semu atau disebut juga dengan daya total (S), pada gambar di atas adalah apparent power. Daya total tersebut ada yang dihamburkan atau diserap kembali pada rangkaian arus bolak balik (AC). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S = V \times I$$

Keterangan :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

2.10.3 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var. Daya reaktif (Q) cukup sulit untuk didefinisikan, secara sederhana daya reaktif adalah daya imajiner (khayal) yang menunjukkan adanya pergeseran arus dan tegangan listrik akibat adanya beban reaktif.

$$Q = V \cdot I \sin \rho \text{ (1 phase)}$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (Var)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

Sin ρ = Faktor daya

2.10.4 Faktor Daya

Faktor daya (Cos ρ) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam cos ϕ .

Faktor Daya = Daya Aktif (P) / Daya Nyata (S)

$$= \text{kW/Kva}$$

$$= V \cdot I \cos \phi / V \cdot I$$

$$= \cos \phi$$

Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

Apabila tegangan mendahului arus, maka faktor daya ini dikatakan *lagging*. Faktor daya lagging ini terjadi apabila bebannya induktif, seperti motor induksi, AC dan transformator.

METEDOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian Eksperimen

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder.
- 2) Mengumpulkan referensi-referensi sebagai sumber informasi dalam melukan penelitian.
- 3) Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran

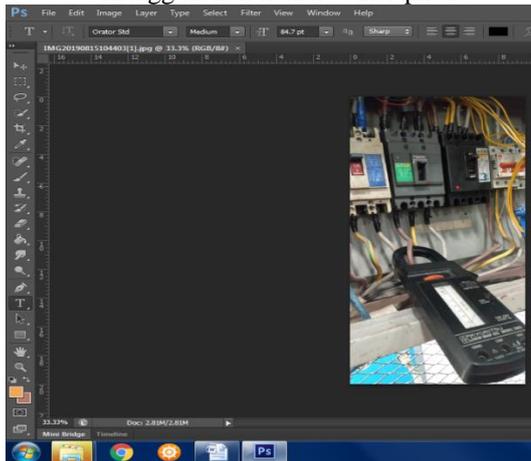
- arus pada saat mesin sedang melakukan pressure.
- 4) Melihat name plate mesin sebagai acuan perhitungan data-data yang diperlukan.
 - 5) Setelah itu, data dikumpulkan sebagai bukti bahwasannya percobaan sudah dilakukan.

Alat Dan Bahan Dalam Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam analisis mesin injection molding terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan untuk membantu dalam proses perhitungan matematis. Sedangkan perangkat keras digunakan untuk alat fabrikasi dan pengukuran.

Perangkat Lunak

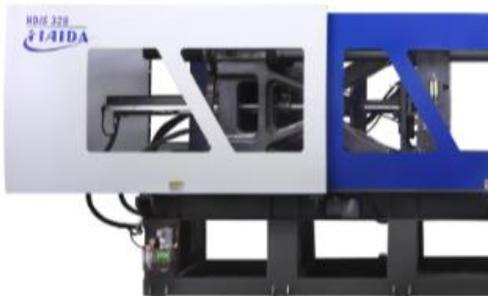
- 6) Photoshop CS6, perangkat lunak ini digunakan sebagai pengedit gambar yang diambil dari osiloskop menggunakan kamera smartphone.



Gambar 3.1 Editing Gambar Menggunakan Photoshop CS 6

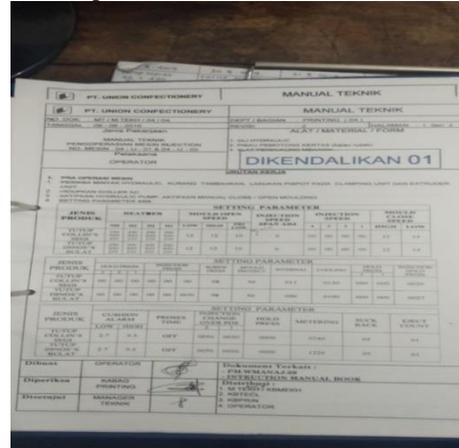
Perangkat Keras

- 1) Mesin Injection, mesin yang digunakan sebagai objek penelitian.



Gambar 3.2 Injection Molding HDX 328

- 2) Manual Teknik, digunakan untuk mensetting mesin sesuai dengan standart yang telah ditentukan pabrik.



Gambar 3.3 Manual Teknik Mesin Injection

- 3) Tang Ampere, digunakan sebagai alat yang menggunakan untuk mengambil data penelitian dari percobaan analisa mesin injection.



Gambar 3.4 Tang Ampere Kyoritsu

Metode Penelitian

Pada bab ini akan dibahas mengenai apa yang akan dilakukan dalam menganalisa arus dan daya dari tekanan yang dihasilkan dari mesin *injection molding*. Penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan dengan lebih baik melalui blok diagram

Blok diagram diatas merupakan proses penelitian yang dilakukan setelah diimplementasikan. Berikut adalah keterangan dari setiap blok diagram pada gambar 3.1

1. Input

Pada blok input, akan dilakukan pemilihan bahan yang akan diinjection sesuai dengan kebutuhan. Pada proses ini bahan akan dikeringkan terlebih dahulu menggunakan hooper dryer agar tidak adanya air pada bahan PET atau PP yang akan diinjection untuk mengurangi cacat produk.

2. Proses

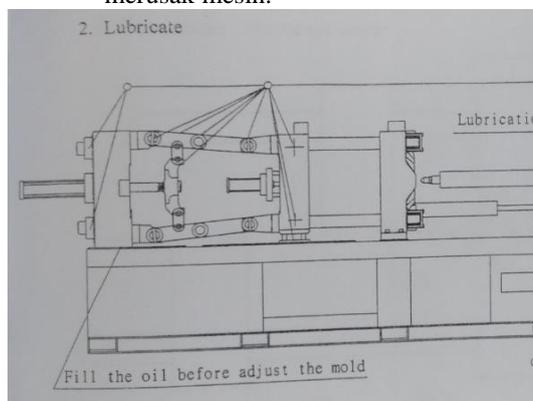
Proses ini merupakan proses *injection* bahan *cavity* mesin *injection* dan pada saat proses ini kita akan mendapatkan hasil *pressure* yang dihaikan kemudian daya yang digunakan motor untuk menggerakkan *nozzle screw*.

3. Output

Proses ini akan menghasilkan perform yang akan digunakan untuk membuat toples plastic.

Mesin injection yang digunakan sudah didesain untuk melakukan inject yang akan menghasilkan 16 buah dalam satu menit, dimana pada proses ini disebut dengan *cycle time*. Proses menganalisa mesin injection ini , ada beberapa langkah penting yang akan dilakukan guna memperoleh sebuah data yang sesuai dengan yang diinginkan penulis. Beberapa langkah tersebut diantaranya adalah:

1. Mengecek semua komponen dalam keadaan aman.
2. Memberikan lubrication pada bagian penggerak mesin agak mengurangi gesekan yang akan merusak mesin.



Gambar 3.6 Lubrikasi Pada Mesin Injection

Rangkaian Kontrol

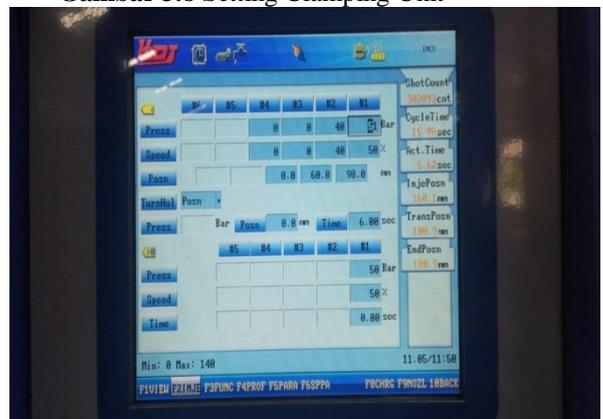
Dalam analisis mesin injection ini, rangkaian motor didesain menggunakan rangkaian star delta yang berfungsi untuk mengurangi beban arus pada saat pertama motor berjalan. Motor berfungsi untuk mengalirkan minyak *turalic* untuk menggerakkan piston.



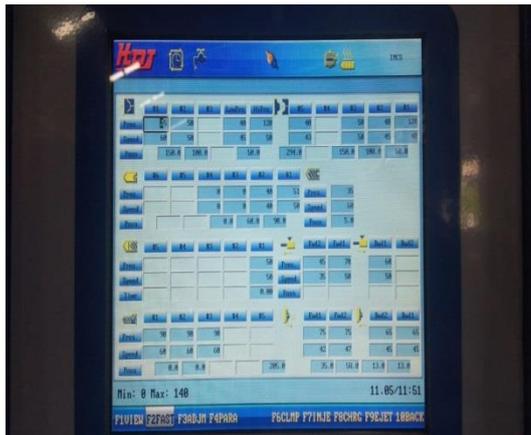
Gambar 3.7 Rangkaian Kontrol Motor Adapun settingan yang digunakan untuk menjalankan mesin sesuai agar mesin berjalan dengan baik.



Gambar 3.8 Setting Clamping Unit



Gambar 3.9 Setting Injection Unit



Gambar 3.10 Setting Fast Unit



Gambar 3.13 Setting Charger

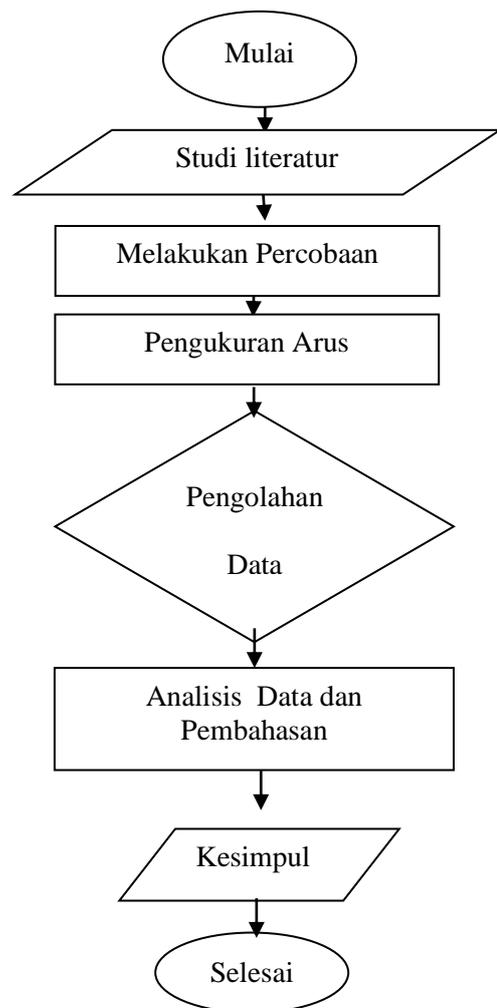


Gambar 3.11 Core 1 Setting



Gambar 3.12 Temperatur Nozzle Unit

Diagram Alir Penelitian (Flowchart)

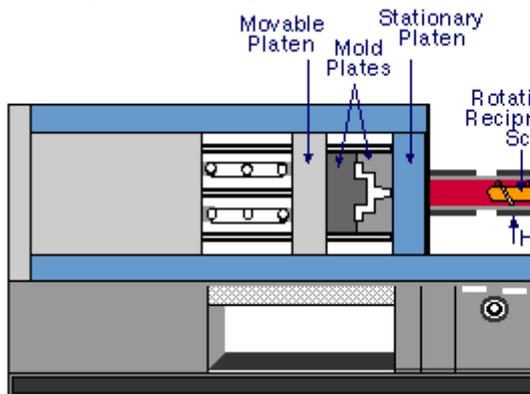


Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian

ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

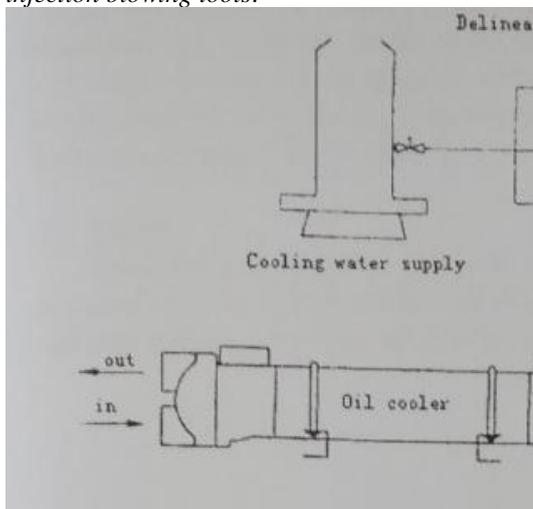
Prinsip Kerja Mesin Injection Molding

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya dan tegangan yang dihasilkan oleh *injection molding* dengan *pressure* yang berbeda. Untuk melakukan penelitian terlebih dahulu mahasiswa melakukan pemahaman tentang rancang bangun *injection molding*, dan komponen-komponen penting yang ada pada mesin *injection molding*.



Gambar 4.1 Mesin Injection Molding

Pada proses perancangan *injection blowing tools* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing tools*, analisa jenis sambungan las dan menghitung besar kekuatan sambungan las, serta menentukan jenis *bolt*, *nuts*, dan *washer* yang akan digunakan pada *injection blowing tools*.



Gambar 4.2 Cooling Water Connection
Tabel 4.1 Spesifikasi Komponen Injection Molding

Number	Part No	Name	Model	Instruction	Memo
1	F1, F2	Sliding Valve Pump	4325V-60A21-1AA-2DR	System Power	
2	F1, F5	Oil Filter	Wu-160P100-1	Clean Oil	
3	F2	Oil Level Indicator	WZ-10ST	Indicate Oil Level	
4	F3	Air Filter	EF3-65	Clean Air	
5	F4	Oil Cooler	BC1-1.7	Decrease Oil Temperature	
6	B1, B2	Pressure Gauge	YN-601-25MPQ	Show Pressure and Flow Control	
7	V1	Pressure Flow Proportional Valve	EFBG-06-250C	System Pressure and Flow Control	
8	V2	Electromagnetic Relief Valve	HSRF-F-G06-1PN-1	Reduce Mold Open Impact	
9	V3	Directional Valve	SWH-G02-C2	Mold Thickness Adjustment	
10	V4	Directional Valve	SW-G06-C2	Mold Open and Mold Close	
11	V5	Directional Valve	DC-G02-B2S	Hydraulic Issue	
12	V6	Directional Valve	SWH-G02-C2	Core In and Core Out	Optional
13	V7	Directional Valve	SWH-G03-C8S	Eject	
14	V8	Directional Valve	SWH-G02-C2	Nozzle Adv. and Nozzle Ret.	
15	V9	Directional Valve	SWH-G06-C8S	Stick Back/Proof Slabbing	
16	V10	Overflow Valve	A1-Ha12B	Charge	
17	V11	Directional Valve	SWH-G02-B3	Charge	
18	V12	Overflow Valve	A1-Ha12B	Charge	
19	V13	Electromagnetic Relief Valve	HSRF-F-G06-1PN-2	Adjust Pump Pressure	
20	V14	Relief Valve	RF-G06-1-32	Charge Back Pressure	
21	M1	Hydraulic Motor	JMDG1400	Charge	
22	M2	Hydraulic Motor	J5305	Adjust Mold	
23	D	Motor	SZY-250M-6-17	Power	

Sistem Kontrol Injection Molding HDX-328

Sistem Pengendalian Motor Listrik adalah adalah sejumlah kegiatan mulai dari memasang, merakit, mengamankan, dan mengoperasikan motor hingga pesawat tersebut dapat bekerja dengan aman. Pengawatan motor listrik adalah kegiatan merakit atau menghubungkan motor listrik dengan perlengkapan-perengkapannya sehingga membentuk suatu sistem instalasi motor listrik. Sistem pengendalian motor listrik bisa dilakukan secara manual, semi otomatis dan otomatis.

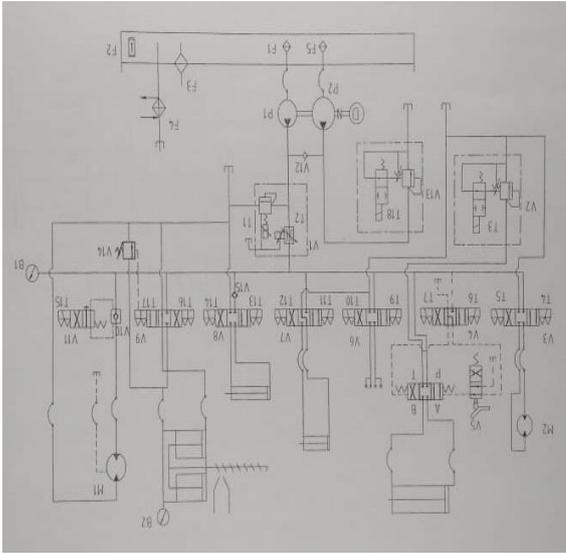
Sistem control yang digunakan pada mesin *injection molding* HDX 328 menggunakan PLC TECH2 yang berfungsi sebagai prosesor mesin untuk memberikan perintah keseluruhan dan untuk rangkaian motor *injection* ini menggunakan rangkaian star-delta.

Sistem Kelistrikan dan Kontrol Motor

Pada mesin *injection molding* dalam penelitian ini motor yang akan menggerakkan piston untuk melakukan press dan menggerakkan bagian-bagian penting pada mesin menggunakan system star delta.

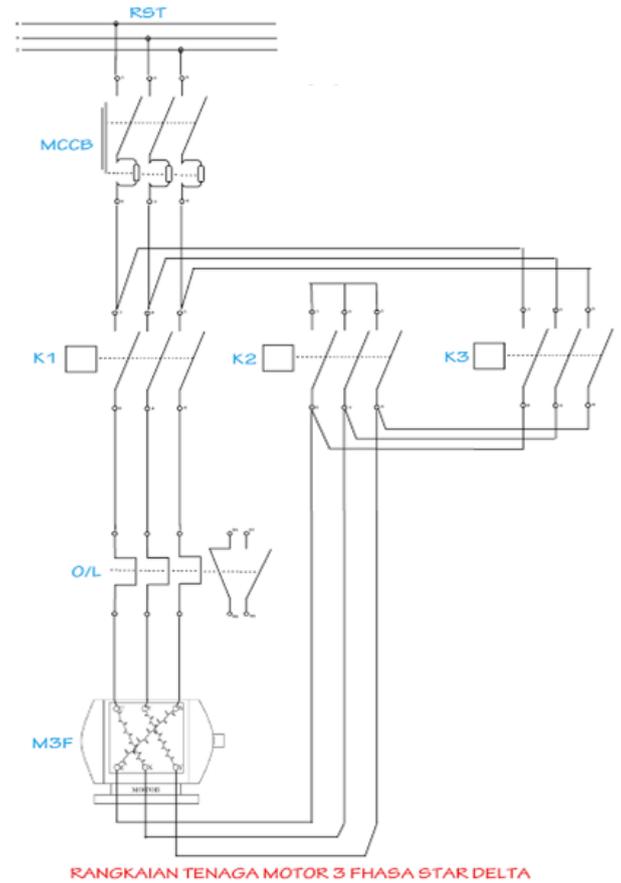
Rangkaian Star Delta adalah Rangkaian *Stater Device* yang berfungsi untuk mengurangi lonjakan arus Starting yang tinggi atau bisa disebut *Inrush Current*. Tetapi tidak mengurangi Torsi pada Elektro Motor tersebut. Dengan mengubah Gulungan Elektro Motor dari hubungan Star yang memiliki lonjakan arus kecil saat starting. Kemudian menggunakan timer untuk menjeda perpindahan dari Hubungan

Star ke Delta yang mempunyai Arus kecil dan Torsi yang kuat.



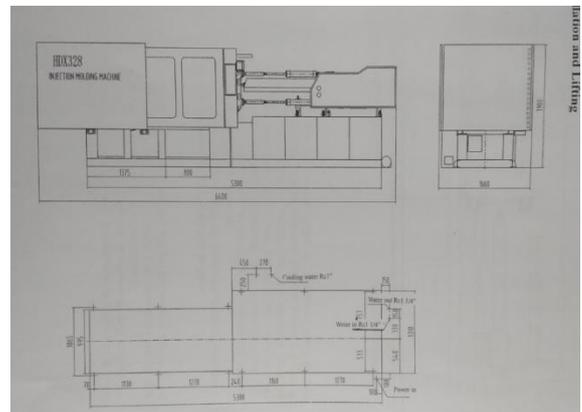
Gambar 4.4 Rangkaian Kontrol Motor

Adanya rangkaian start dan delta di motor adalah untuk mengurangi beban power supply saat pertama kali motor di hidupkan. Dengan rangkaian delta saat pertama kali motor dihidupkan lonjakan arus bisa sampai 6x arus nominal (I_n) motor itu sendiri karena setiap coil langsung diberikan tegangan di RST sebesar 380VAC lihat di gambar ($R-S, R-T, S-T = 380V$). Dengan beban awal yang begitu besar akan membuat sumber listrik trip/down, dengan menggunakan rangkaian start beban awal bisa lebih kecil karena diberi tegangan masing masing coil hanya sebesar 220 VAC saja lihat digambar ($R-N, S-N, T-N = 220V$) dan teknisi akan menggunakan koneksi start di awal.



RANGKAIAN TENAGA MOTOR 3 FHASA STAR DELTA

Gambar 4.5 Rangkaian Star-Delta



Gambar 4.6 Ilustrasi Mesin Injection

Pada Gambar 4.4, gambar tersebut memperlihatkan bagian-bagian pada mesin injection. Dimana perancangan menjadi tahap penting dalam proses produksi, terlepas dari produk apa yang ingin dibuat. Proses ini ditujukan guna menghindari kesalahan-kesalahan produksi yang dapat merugikan Anda.

Secara sederhana, Ada beberapa objektif yang perlu ditentukan dalam proses perancangan, antara lain: fungsi,

estetika, *manufacturability*, dan masih banyak lagi. Produk yang berhasil, nantinya akan ditentukan dari apakah objektif yang telah Anda desain di awal berhasil terpenuhi atau tidak.

Namun, produk yang sesuai dengan rancangan produk tidak selalu merupakan produk yang baik. Bisa saja terjadi kecacatan atau malfungsi pada produk Anda, karena proses desain produk yang kurang cermat. Maka dari itu, biasanya proses perancangan produk akan diakhiri dengan tahap uji produksi.

Analisa Penelitian

Mengetahui total daya dan arus dari pressure yang diberikan injection molding yang digunakan sangat penting, terutama jika kita ingin mendapatkan hasil yang baik bagi perform dan untuk memperpanjang umur mesin, karena dengan mengetahui daya dan arus kita bisa menyesuaikan data yang didapatkan dengan spesifikasi mesin yang harusnya dicapai. Dari table dibawah ini penulis mendapatkan hasil pengukuran dengan melakukan beberapa kali percobaan, yang sesuai dengan yang penulis inginkan. Maka penulis ingin memberitahukan hasil dari penelitian yang dilakukan dimana dalam pengambilan data setiap 5 menit, dan melakukan jeda percobaan setiap 20 menit dan pengumpulan data yang dilakukan, data diambil dari Tang ampere. Berikut data tabel penelitian:

no	waktu Cycle Time	reform	Tang Ampere
	0 s	Buah	 <p style="text-align: center;">A = 23.2 Ampere</p>

	0 s	Buah	 <p style="text-align: center;">A = 20 Ampere</p>
--	-----	------	--

Tegangan didapatkan dari name plate mesin atau bisa juga dengan melihat tegangan menggunakan 1 phase (220 V) atau 3 phase (380 V).



Gambar 4.7 Name Plate Mesin Injection

1) Percobaan I

Dik : $V = 380 \text{ V}$

$I = 23.2 \text{ A}$

$\text{Cos } \rho = 0,99$

Dit : $P, Q, S = \dots ?$

$$P = V.I.\text{Cos } \rho$$

$$= 380 \cdot 23,2 \cdot \text{Cos } (0,98)$$

$$= 8.7 \text{ KW}$$

$$Q = V.I.\text{Sin } \rho$$

$$= 380 \cdot 23,2 \cdot \text{Sin } (0,98)$$

$$= 149,8 \text{ VAR}$$

$$S = V.I$$

$$= 380 \cdot 23,2$$

$$= 8.8 \text{ KVA}$$

2) Percobaan II

Dik : $V = 380 \text{ V}$

$$I = 20 \text{ A}$$

$$\cos \rho = 0,98$$

Dit : $P, Q, S = \dots ?$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \rho$$

$$= 380 \cdot 20 \cdot \cos (0,98)$$

$$= 7.5 \text{ KWatt}$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \rho$$

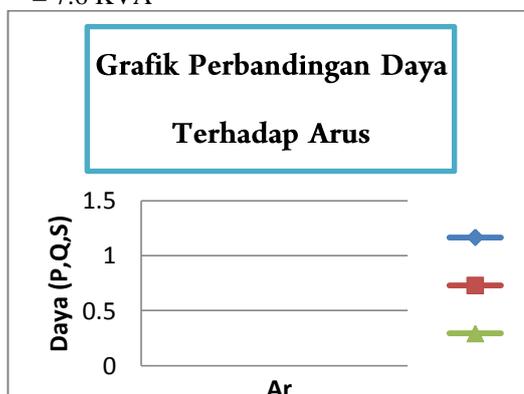
$$= 380 \cdot 20 \cdot \sin (0,98)$$

$$= 129 \text{ VAR}$$

$$S = V \cdot I$$

$$= 380 \cdot 20$$

$$= 7.6 \text{ KVA}$$



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Arus Terhadap Daya

ESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian Analisis Sistem Kendali Mesin Injection Molding Haida HDX-328 baik secara pengukuran maupun secara perhitungan dari titik-titik uji yang telah ditentukan. Maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Proses perancangan *injection blowing* ada beberapa komponen yang harus dianalisa yaitu menentukan bahan material apa yang akan digunakan kemudian menentukan besar kekuatan suatu susunan rangka kemudian dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jika material yang digunakan tersebut sesuai kriteria sebagai bahan baku pembuatan *injection blowing*.
- 2) Sistem kontrol yang digunakan pada mesin injection molding HDX 328

menggunakan PLC TECH2 yang berfungsi sebagai prosesor mesin untuk memberikan perintah keseluruhan dan untuk rangkaian motor injection ini menggunakan rangkaian star-delta.

- 3) Dari penelitian mesin injection maka didapatkan Arus 23.2 A dan 20 A yang menandakan pada saat proses *pressure* pertama, Injection akan menghasilkan Arus yang lebih besar dikarenakan Nozzle akan lebih ringan untuk mendorong bahan plastic setelah pertama kali digunakan. Dan daya yang dihasilkan sebesar 8.7 KW dengan perubahan daya menjadi 7.5 KW.

Saran

Adapun saran yang akan diperlukan sebagai berikut :

- 1) Untuk kedepannya diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menghitung besar komponen lainnya seperti Hooper Dryerr Injection, *Heater Noozle*, dan Sisten Automatiassi Solenoid pada mesin Injection tersebut.
- 2) Mesin *Injection Molding* seharusnya memberikan lebih banyak data. dikarenakan waktu yang sedikit, jadi penulis tidak membuat analisa yang kompleks. Untuk kedepannya diharapkan untuk mendapatkan lebih banyak data yang bisa memerikan penjelsaan yang lebih signifikan dibandingkan tugas akhir ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "No Title," vol. 2, pp. 0–9.
- [2] I. Yulianto and H. Prasetyo, "RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING *," vol. 2, no. 3, pp. 140–151, 2014.
- [3] D. Wahjudi *et al.*, "Aplikasi Rekayasa Mutu untuk Mengurangi Cacat pada Mesin Injection Molding," vol. 1, no. 2, pp. 134–142, 1999.
- [4] B. L. Tahap, *PROVINSI SUMATERA UTARA*, no. 1. .
- [5] N. Noor, B. Triyono, and K. Kunci, "Perancangan Mesin Injeksi Plastik Portabel," pp. 26–27, 2020.

- [6] A. K. Mufid *et al.*, “PERANCANGAN INJECTION MOLDING DENGAN SISTEM THREE,” vol. 1, no. 2, pp. 72–81, 2017.
- [7] I. Molding, “Pendingin pada mesin ini terdapat 2 yaitu pendingin pada cetakan dan pendingin pada oli . Pendinginan ini dilakukan melewati pipa-pipa yang ada pada mesin , saat sirkulasi pendinginan suhu oli atau air pendinginan terjadi pada suatu tank pendingin yang didinginkan oleh kompresor .”
- [8] M. Hidayat and A. Kunnaifi, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SILICON SPRAYER PADA ROBOT ABB IRB 4600 MESIN PLASTIK INJEKSI HWA CHIN 1060-3 DI PT API,” vol. 6, no. 3, pp. 197–206, 2015.
- [9] Paschalis Adhi Krismasurya, “SIX SIGMA APPROACH TO REDUCE PROCESS DEFECT IN PLASTIC BOTTLE PRODUCTION PROCESS AT THE ASB IN 2000 ML BLOW MOLDING MACHINE” vol. 3, no. 1 pp. 189-199
- [10] Irwan Yulianto, “RANCANGAN DESAIN MOLD PRODUK KNOB REGULATOR KOMPOR GAS PADA PROSES INJECTION MOLDING” vol. 03, no. 2, pp. 140-151.
- [11] Subkhan Nur Ikhsan “PERANCANGAN INJECTION BLOWING TOOLS DENGAN LINE SLIDER UNTUK MESIN BLOW MOLDING DENGAN KAPASITAS VOLUME 300 MP” vol. 2, no. 1, pp. 43-55

