

**ANALISIS KUALITAS PRODUK BOTOL 30ML DENGAN
PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN *INJECTION*
MOLDING MODEL *BLOW***

SKRIPSI

OLEH:

**BIMA YOEL ELAPRI
188130114**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

HALAMAN JUDUL

ANALISIS KUALITAS PRODUK BOTOL 30ML DENGAN PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN *INJECTION* *MOLDING MODEL BLOW*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

BIMA YOEL ELAPRI
188130114

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/9/23

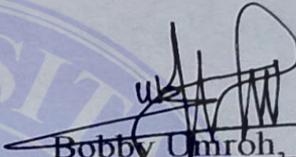
Access From (repository.uma.ac.id)18/9/23

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Kualitas Produk Botol 30ml dengan
Parameter Temperatur pada Mesin *Injection Molding*
Model *Blow*
Nama Mahasiswa : Bima Yoel Elapri
NIM : 188130114
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc
Pembimbing I


Bobby Umroh, S.T, M.T
Pembimbing II



DR. Rahmatsyah, S. Kom, M. Kom
Dekan



Muhammad Idhis, S.T., M.T
Kaprodi/ WD I

Tanggal Lulus : 21 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



21 Agustus 2023

Bima Yoel Elapri
188130114



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bima Yoel Elapri
NPM : 188130114
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Kualitas Produk Botol 30ml dengan Parameter Temperatur pada Mesin Injection Molding.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasi tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 21 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Bima Yoel Elapri)

ABSTRAK

Injection molding merupakan salah satu metode yang banyak digunakan karena biaya yang dibutuhkan lebih murah, dasar pembentukan plastik *molding* bertujuan untuk mendapatkan produk yang sesuai, kelebihan dari proses *injection molding* dibanding proses produksi lainnya adalah tidak ada batasan kerumitan desain produk, ukuran produk, dapat dicetak mulai dari produk kecil hingga produk besar. Produk yang dihasilkan adalah plastik tidak terlepas dari masalah cacat produk. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan survei dan pengumpulan data atau kelengkapan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah itu menganalisis setiap parameter. Hasil dari penelitian ini terjadinya beberapa kecacatan pada produk yang dihasilkan yaitu cacat produk *short molding* memiliki kecacatan yang paling banyak yaitu 3, sementara cacat produk *over mold*, *sink mark* dan *weldmark or flow* yaitu 2 dan yang sedikit yaitu cacat produk *hole* yaitu 1. Pengaturan pada suhu sangat menentukan kualitas terutama dari segi tampilan, pada temperatur suhu 190 °C memberikan kualitas produk yang jauh lebih baik dibandingkan dengan suhu 180 dan 200 °C. Analisis kecepatan *screw* yang optimal yaitu 8 Rpm sehingga produk yang dihasilkan dapat menjadi sebuah produk botol yang di inginkan. Analisis cacat produk yang terjadi yaitu *Sink Mark*, *Weldmark or flow mark*, *Shrinkage* dan *Over Mold* yang terjadi di suhu 180 – 200 °C. Kecacatan yang paling sering muncul dikarenakan pada cetakan memiliki garis-garis yang tidak rata sehingga terjadi kecacatan pada produk botol.

Kata Kunci : *Injection Molding*, Analisis Parameter Temperatur, Analisis Cacat Produk Botol 30ML.

ABSTRACT

Injection molding is one method that is widely used because the costs required are cheaper, the basic formation of plastic molding aims to get the appropriate product, the advantages of the injection molding process compared to other production processes are no restrictions on the complexity of product design, product size, can be molded ranging from small products to large products. The resulting product is plastic inseparable from the problem of product defects. This study uses quantitative methods by using surveys and data collection or field on the subject of research as a research method, after which analyzing each parameter. The results of this study the occurrence of several defects in the products produced, namely short molding product defects have the most defects, namely 3, while over mold, sink mark and weldmark or flow product defects are 2 and the least is the hole product defect, namely 1. The temperature setting determines the quality, especially in terms of appearance, at a temperature of 190 0C provides a much better product quality compared to temperatures of 180 and 200 0C. Analyze the optimal screw speed of 8 Rpm so that the resulting product can be a desired bottle product. Analysis of product defects that occur are Sink Mark, Weldmark or flow mark, Shrinkage and Over Mold which occurs at temperatures of 180 - 200 0C. The defects that most often arise because the mold has uneven lines so that defects occur in bottle products.

Keywords : *Injection Molding, Temperature Parameter Analysis, Defect Analysis 30Ml Bottle Product.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Duri, Kab. Bengkalis Riau Pada tanggal 30 April 1999 dari Ayah Bonatua Lumban Tobing dan Ibu Ritha Rusmina Baiti Napitupulu. Penulis merupakan putra ke 2 dari 3 bersaudara.

Tahun 2017 Penulis lulus dari SMA N 1 Mandau Duri, Kab. Bengkalis, Riau dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah menjadi anggota Organisasi Mahasiswa pada Jurusan Teknik Mesin yaitu Himpunan Mahasiswa Mesin Universitas Medan Area (HMM-UMA) selama menjadi anggota HMM-UMA penulis pernah menjabat 2 kali menjadi Badan Pengurus Harian Himpunan Mahasiswa Mesin UMA (BPH HMM-UMA) pada tahun ajaran 2019/2020 menjabat sebagai Ketua Divisi Bidang Riset dan Teknologi, pada tahun ajaran 2021/2022 menjabat sebagai Bendahara Umum BPH HMM UMA.

Penulis Melaksanakan Kerja Praktek di PTP Nusantara II (PTPN II) Operasional PKS Rayon Utara – Unit PKS Sawit Seberang terhitung mulai KP tanggal 22 November 2021 sampai dengan 22 Januari 2022 dengan memperoleh Hasil yang Baik.

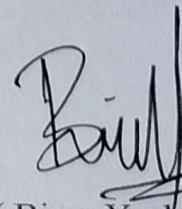
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah analisis dengan judul “ Analisis Kualitas Produk Botol 30ml Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin *Injection Molding Model Blow*”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramadan, M.Eng, MSc dan Bapak Bobby Umroh, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Pimpinan CV. Star Umroh Engineering dan Jajaran nya yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak saya Bonatua Lumban Tobing dan Ibu saya Ritha Rusmina Baiti Napitupulu yang telah memberikan motivasi, dukungan hingga materi kepada saya dan juga kepada Kakak saya Petra Wulanti Beathria. A.Md, Adik saya Brainstorm Dominggus yang telah memberikan motivasi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan Pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis Ucapkan terima kasih.

Penulis

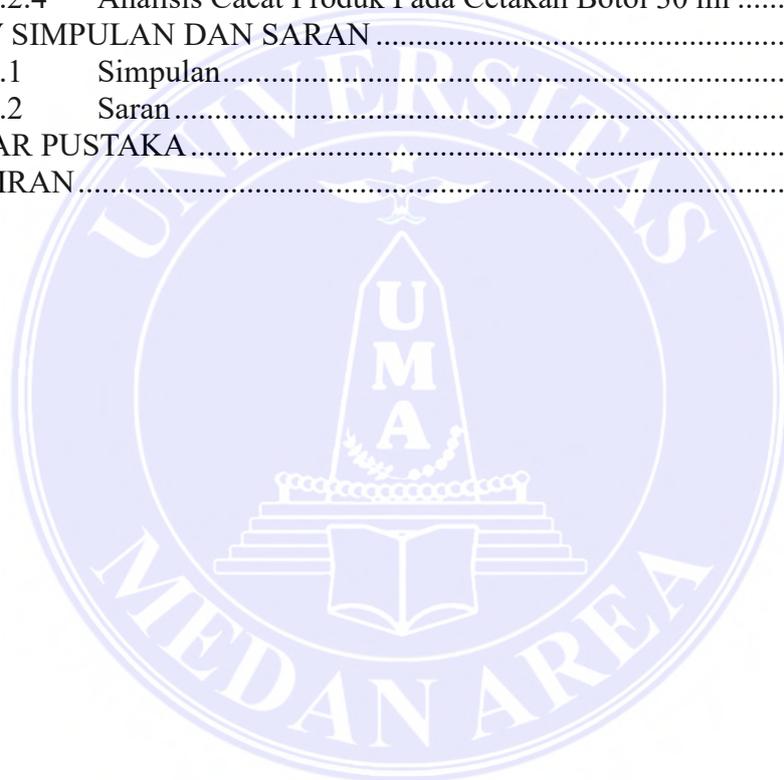


(Bima Yoel Elapri)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mesin Injection Molding	5
2.1.1 Injection Blow Molding	6
2.1.2 Extrusion Blow Molding	7
2.2 Extrusion Blow Molding	8
2.2.1 Clamping Unit	8
2.2.2 Injection Unit.....	9
2.2.3 Mold Unit	10
2.3 Parameter Temperatur.....	11
2.3.1 Parameter Proses Blow Molding	11
2.3.2 Temperatur Suhu	13
2.3.3 Cacat Produk	14
2.3.4 Waktu Siklus.....	15
2.4 Pengertian Plastik	16
2.4.1 Thermoplastics	17
2.4.2 Thermosetting.....	18
2.4.3 Elastomer.....	18
2.5 Limbah Plastik.....	19
2.6 High Density Polyethylene (HDPE).....	21
2.7 Produk Yang Dihasilkan	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Peralatan	24
3.2.2 Bahan.....	27
3.3 Metode Penelitian	27
3.3.1 Sistematika Penelitian	27

3.4	Prosedur Kerja	28
3.4.1	Prosedur Penelitian	28
3.4.2	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	29
3.4.3	Parameter Pengukuran	29
3.5	Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil	31
4.1.1	Hasil Pengukuran Volume Botol	32
4.1.2	Hasil Pengujian Cacat Produk	32
4.2	Pembahasan	33
4.2.1	Proses Kerja Heater	34
4.2.2	Proses Analisis Variasi Suhu Pemanas	40
4.2.3	Analisis Kecepatan Screw Mesin Injection Molding	46
4.2.4	Analisis Cacat Produk Pada Cetakan Botol 30 ml	47
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Simpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN		51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Titik Leleh Thermoplastik	17
Tabel 2.2. Propertis HDPE	22
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	24
Tabel 4.1. Proses Penaikan Suhu Heater 4,5,6	39
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Suhu 180 °C	42
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Suhu 190 °C	44
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Suhu 200 °C	46

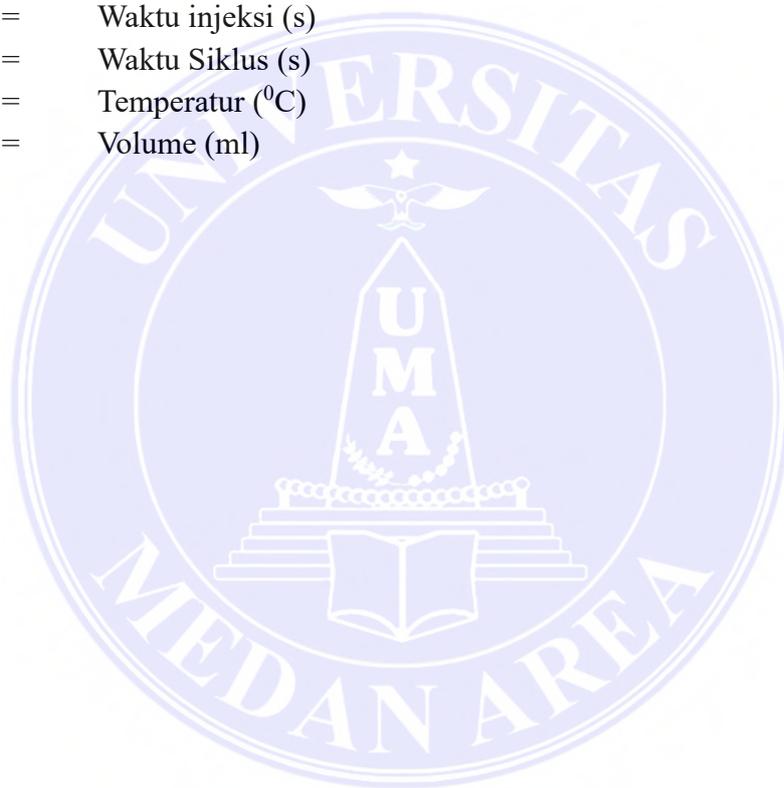


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Injection Blow Molding	7
Gambar 2.2. Extrusion Blow Molding	7
Gambar 2.3. Clamping Unit	9
Gambar 2.4. Injection Unit	10
Gambar 2.5. Mold unit	10
Gambar 2.6. Thermoplastic Poliethilin	17
Gambar 2.7. Thermosetting Epoxy	18
Gambar 2.8. Elastomer	19
Gambar 2.9. Limbah Plastik	20
Gambar 2.10. High Density Polyethylene (HDPE)	22
Gambar 2.11. Produk Botol Plastik	23
Gambar 3.1. Mesin Injection Molding Model Blow	25
Gambar 3.2. Thermocouple	26
Gambar 3.3. Stopwatch	26
Gambar 3.4. Limbah Plastik yang dicacah	27
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.1. Produk Botol 30ml	31
Gambar 4.2. Pengukuran Volume Botol	32
Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian Cacat Produk	33
Gambar 4.4. Heater	34
Gambar 4.5. Panel Kontrol	35
Gambar 4.6. Suhu Awal	36
Gambar 4.7. Tekanan Udara	36
Gambar 4.8. Proses Suhu 180 °C	37
Gambar 4.9. Proses Suhu 190 °C	38
Gambar 4.10. Proses Suhu 200 °C	38
Gambar 4.11. Proses Penurunan Suhu	39
Gambar 4.12. Pengujian 1 Suhu 180 °C	41
Gambar 4.13. Pengujian 2 Suhu 180 °C	41
Gambar 4.14. Pengujian 3 Suhu 180 °C	42
Gambar 4.15. Pengujian 1 Suhu 190 °C	43
Gambar 4.16. Pengujian 2 Suhu 190 °C	43
Gambar 4.17. Pengujian 3 Suhu 190 °C	44
Gambar 4.18. Pengujian 1 Suhu 200 °C	45
Gambar 4.19. Pengujian 2 Suhu 200 °C	45
Gambar 4.20. Pengujian 3 Suhu 200 °C	46

DAFTAR NOTASI

D1	=	Diameter gear bawah (Inci)
D2	=	Diameter gear atas (Inci)
GB	=	Waktu rotasi gear box (rpm)
n1	=	Putaran motor listrik (rpm)
n2	=	Hasil Putaran (rpm)
n3	=	Hasil Kecepatan screw mesin injeksi molding (rpm)
P	=	Tekana udara (bar)
tb	=	Waktu peniupan (s)
tc	=	Waktu pendinginan (s)
ti	=	Waktu injeksi (s)
tsiklus	=	Waktu Siklus (s)
T	=	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
V	=	Volume (ml)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Plastik hampir ditemukan di mana-mana, seperti kemasan pembungkus bahan makanan, perangkat elektronik, hingga kendaraan, dan peralatan yang ada dirumah. Plastik sedikit demi sedikit menjadi pengganti bahan kaca dan logam. Dalam sektor perindustrian merupakan bahan sintetis yang dapat mengalami perubahan wujud dan juga mampu untuk dijaga serta dikeraskan secara terpadu dalam menggabungkan material lainnya sebagai bahan tambahan.

Meskipun sifat plastik tersebut biasanya cenderung lemah dibandingkan dengan logam kualitas baik secara umum, namun perbandingan kekuatan terhadap bobot plastik lebih tinggi dibandingkan dengan logam. serta kekakuan terhadap berat lebih unggul ketimbang material logam secara global. Plastik dapat ditempa, berbobot ringan, non-korosif, serta mampu digunakan kembali. Plastik gampang dicetak dan tidak mudah rusak serta memiliki karakteristik yang elastis, mudah meleleh disuhu yang sangat minim.

Plastik secara umum digolongkan menjadi 3 (tiga) jenis, antara lain: termoplastik, *termoset* dan *elastomer*. Termoplastik (*thermoplastics*) contoh bahan termoplastik antara lain: *polietilena*, *polipropilena*, dan PVC (*polivinil klorida*). Misalnya bahan material *termoset* adalah : *bakelit*, *silikon*, *epoksi*, bahan plastik yang selanjutnya yaitu elastomer. Elastomer terdiri dari gabungan kata elastis dan mer, jenis plastik seperti ini memiliki karakteristik layaknya *rubber* (Mawardi, Hasrin dan Hanif 2015).

Proses pembuatan memerlukan beberapa perubahan pengaturan terhadap parameter injeksi, diantaranya adalah variasi pemanasan, perubahan waktu pendinginan, dan tingkat putaran, dari parameter-parameter inilah yang dapat menentukan nilai kualitas, maka perlu diketahui kombinasi variasi yang tepat untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data hubungan antara variabel pemanasan suhu leleh, pendinginan, dan waktu (Kristanto dan Kusharjanta 2013).

Injection Molding merupakan suatu teknik pembuatan barang atau komponen dengan bahan material plastik berupa ukuran dan berbentuk tertentu melalui proses pencetakan menggunakan peralatan yang berupa cetakan atau molding kemudian diberi pengepresan serta pemanasan. Injeksi merupakan cara paling populer dipakai karena biayanya relatif terjangkau sehingga memungkinkan menghasilkan komponen yang kecil dan beragam. (Ajis 2010).

Secara garis besar proses pembuatan produk plastik memiliki sasaran agar memperoleh hasil yang tepat sesuai harapan dalam bentuk, maupun luas permukaan, dimensi, rancangan, ukuran panjang produk, dan beberapa toleransi tertentu yang wajib diperhatikan. Jenis plastik yang diterapkan menjadi suatu unsur utama sehingga mempengaruhi dalam pengerjaan suatu hasil produk (Mulana, Budiyanoro dan Sosiati 2017).

Sehingga mampu menghasilkan berbagai macam produk, mulai dari skala produk dicetak sampai dengan yang berukuran kecil, sehingga produk yang berukuran lebih besar, dan tentunya mampu memproduksi. Produk yang diproduksi dengan cara ini adalah plastik yang tentunya tidak lepas dari permasalahan

kecacatan yang timbul terhadap produk, misalnya wujud yang tidak sesuai, pengerutan, ukuran produk dan keretakan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka ditemukan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun identifikasi masalah dan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Bagaimana temperatur suhu yang tepat pada mesin *injection molding* model *blow* pada produk yg dihasilkan?
- b. Bagaimana cara menghitung kecepatan *screw* agar proses injeksi berjalan dengan baik?.
- c. Cacat produk apa saja yang dapat terjadi pada saat proses pembuatan botol 30 ml dengan mesin menggunakan mesin injeksi *molding*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisa temperatur pada proses mesin *Injection Molding* model *blow* untuk menghasilkan produk botol 30ml.
- b. Menghitung kecepatan pada *screw* yang terdapat pada mesin *Injection Molding* model *blow* sehingga proses injeksi dapat berjalan dengan baik.
- c. Menganalisa berbagai cacat produk yang terjadi pada saat proses injeksi berlangsung.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian diatas, adapun hipotesis pada penelitian ini adalah menunjukkan jika parameter temperatur dan kecepatan *screw* pada mesin injeksi sangat mempengaruhi dalam proses pencetakan produk botol 30 ml dikarenakan temperatur suhu sangat berpengaruh terhadap proses meleleh nya suatu bahan plastic yang akan digunakan dalam peneletian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian berkenan dengan manfaat ilmiah dan praktis dari hasil Penelitian. Adapun manfaat ilmiah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Dapat mengetahui temperatur proses pada mesin *Injection Molding* model *blow*.
- b. Dapat mengetahui kecepatan pada *screw* yang terdapat pada mesin *Injection Molding* model *blow*.
- c. Dapat mengetahui berbagai macam cacat produk yang terjadi selama proses injeksi.
- d. Memberikan pengetahuan serta pemahaman khususnya didalam hal menganalisis parameter temperatur pada mesin *injection molding* model *blow*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin *Injection Molding*

Mesin *injection molding* adalah mesin yang digunakan untuk pembentukan-pembentukan material termoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh *plunger* ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air sehingga mengeras. Meskipun banyak variasi dari proses dasar ini, 90 persen injeksi *molding* adalah memproses material termoplastik. Sekarang ini bisa dipastikan bahwa setiap kantor, kendaraan, rumah, pabrik terdapat barang-barang dari plastik yang dibuat dengan cara injeksi *molding*.

Mesin injeksi *molding* tercatat telah dipatenkan pertama kali pada tahun 1872 di Amerika Serikat. Faktor yang mempengaruhi dalam *Injection Molding* adalah material plastik yang dipergunakan, mesin injeksi dan proses *Injection Molding*. Secara kuantitatif proses *injection molding* sangat dipengaruhi Temperatur Material, tekanan, kecepatan aliran material dalam silinder *molding*, temperatur *molding*, kekentalan resin, laju pendinginan.

Namun tidak semua faktor ini dapat terukur dalam ruangan *Injection Molding* yang terisolasi (Yanto, Saputra dan Satoto 2018). Jendela proses atau juga disebut *Molding Area Diagram* adalah sebuah indikator seberapa jauh kita bisa memvariasikan proses dan masih bisa membuat produk yang memenuhi syarat. Idealnya jendela proses cukup lebar sehingga bisa mengakomodasi variasi alami yang terjadi selama proses injeksi.

Jendela proses berbeda-beda untuk tiap resin karena masing-masing resin memiliki titik leleh yang berbeda-beda. Jika temperatur proses terlalu rendah maka ada kemungkinan material tidak meleleh dan jika meleleh maka viskositasnya sangat tinggi. Sehingga memerlukan tekanan injeksi yang sangat tinggi jika tekanan injeksi terlalu tinggi.

Maka akan menimbulkan *flash* atau *burr* pada garis pemisah cetakan akibat gaya pencekaman lebih kecil dari tekanan injeksi. Dan jika temperatur proses terlalu tinggi maka material akan mengalami kerusakan atau terbakar. Mesin *Molding* dapat dibedakan atas beberapa jenis, yaitu: *injection blow molding* dan *extrusion blow molding*.

2.1.1 *Injection Blow Molding*

Metode *Injection Molding* Proses *injection molding* merupakan proses yang sering digunakan dalam industry manufaktur plastik. Termoplastik dalam bentuk butiran atau bubuk ditampung dalam sebuah *hopper* kemudian turun ke dalam *barrel* secara otomatis karena gaya gravitasi dimana ia dilelehkan oleh pemanas yang terdapat di dinding *barrel* dan oleh gesekan akibat perputaran sekrup injeksi.

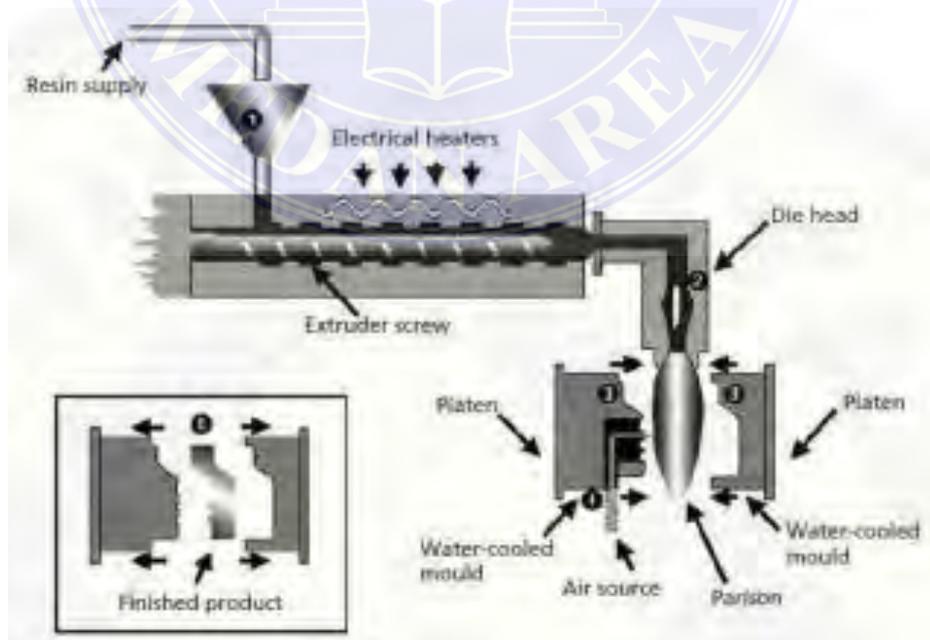
Plastik yang sudah meleleh diinjeksikan oleh sekrup injeksi yang juga berfungsi sebagai *plunger* melalui *nozzle* ke dalam cetakan yang didinginkan oleh air. Produk yang sudah dingin dan mengeras dikeluarkan dari cetakan oleh pendorong hidrolik yang tertanam dalam rumah cetakan selanjutnya diambil oleh manusia atau menggunakan robot. Gambar *injection molding* dapat kita lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Injection Blow Molding*

2.1.2 *Extrusion Blow Molding*

Metode *Extrusion Blow Molding* merupakan suatu metode mencetak benda kerja berongga dengan cara meniupkan atau menghembuskan udara ke dalam material bahan yang menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan *mold* yang tidak menggunakan inti core sebagai pembentuk rongga tersebut. Digunakan untuk membuat barang termoplastik lengkung, cembung, misalnya botol. *Extrusion blow molding* injeksi dipakai untuk membuat wadah kecil di bawah 3 liter. Gambar injection molding dapat kita lihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Extrusion Blow Molding*

2.2 *Extrusion Blow Molding*

Extrusion blow molding merupakan proses pembentukan material plastic menjadi sebuah botol. Pada proses ini, material *highdensity polyethylene* (HDPE) paling sering di gunakan. *Extrusion blow molding* di bagi menjadi dua yaitu *continuous extrusion* dan *intermittent extrusion*. *Continuous extrusion* merupakan proses pengeluaran *parisson* secara terus menerus. *Parisson* keluar secara terus menerus ini di akibatkan dorongan yang di lakukan oleh *screw extruder* dan mendorong plastik cair keluar melalui *die head*.

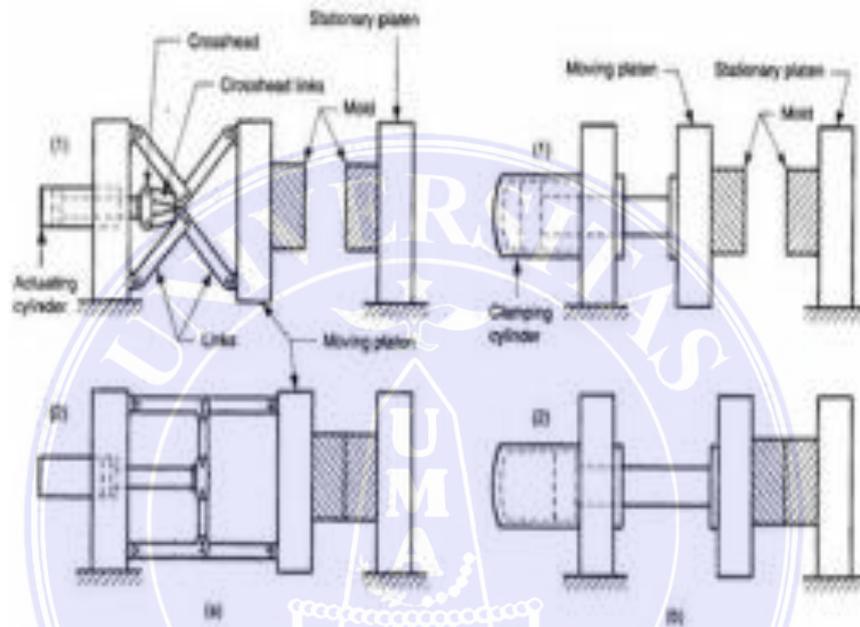
Setelah *parisson* di potong, *clamping unit* dan cetakan akan bergerak ke stasiun *blow molding* yaitu proses pembentukan benda kerja dengan cara memberi tekanan udara pada *blow pin*. *Blow pin* kemudian masuk ke celah rongga *parisson* pada rongga cetakan dan meniup udara bertekanan di dalam *parisson* panas untuk membentuk *parisson* menjadi benda kerja seperti rongga pada cetakan.

Ketika *parisson* sudah terbentuk menjadi benda kerja, produk di keluarkan dari cetakan (Haq 2018). Mesin *Extrusion Blow Molding* terdapat bagian bagian yang berperan penting dalam proses pembuatan produk plastik. Adapun bagian – bagian mesin *extrusion blow molding* dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

2.2.1 *Clamping Unit*

Clamping Unit merupakan salah satu bagian dari mesin injeksi yang berfungsi untuk pencekam dua bagian *mold*, menjaga agar *mold* tetap dalam keadaan tertutup rapat dengan bantuan tekanan *calmping* yang cukup untuk menahan tekanan injeksi, serta dapat membuka dan menutup *mold* pada saat proses injeksi berlangsung.

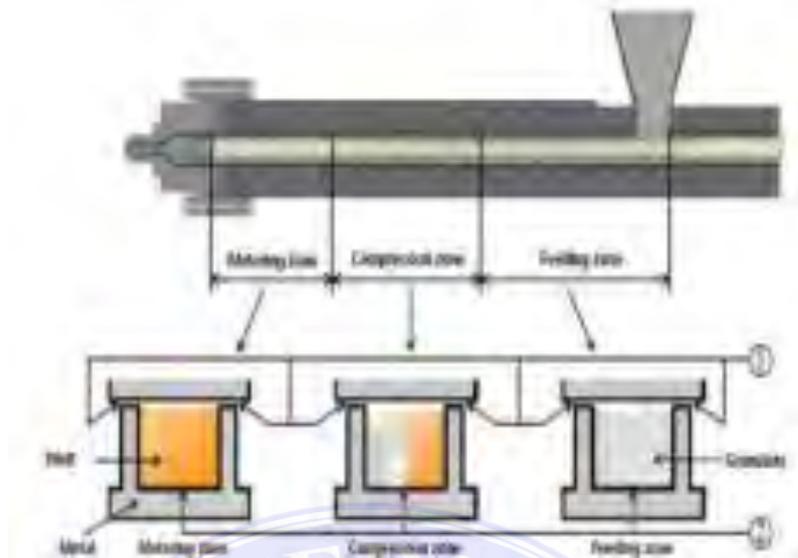
Pada *clamping unit* terdapat gaya yang dipergunakan untuk menahan tekanan injeksi pada saat proses atau siklus injeksi berlangsung. Besarnya mesin injeksi ditentukan oleh kekuatan *clamping*, dan besarnya tekanan injeksi akan berbanding lurus dengan kekuatan *clamping* (Mulana, Budiyanoro dan Sosiati 2017). Gambar *clamping unit* dapat kita lihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. *Clamping Unit*

2.2.2 *Injection Unit*

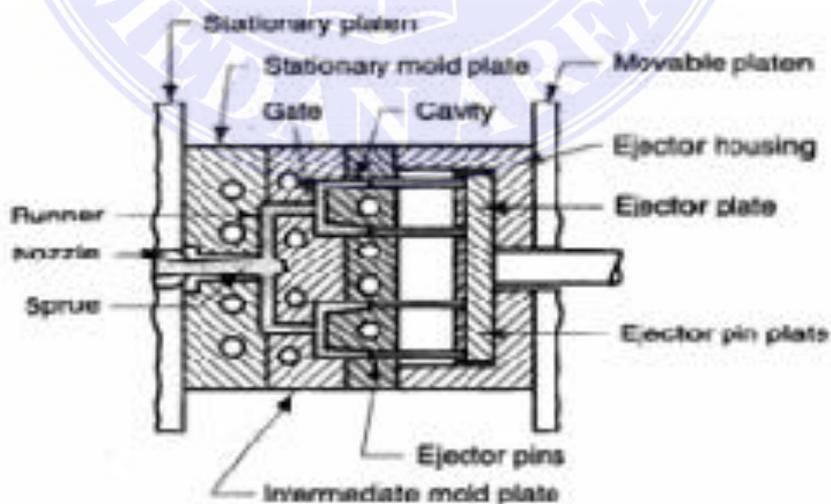
Injection unit berfungsi untuk melelehkan dan memasukan material plastik ke rongga cetakan atau *mold* (Mulana, Budiyanoro dan Sosiati 2017). Gambar *injection unit* dapat kita lihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Injection Unit

2.2.3 Mold Unit

Mold unit merupakan bagian yang terpenting pada mesin injeksi, *mold* memiliki fungsi utama yaitu untuk membentuk atau mencetak sebuah produk, bentuk dan ukuran dari suatu produk sangat bergantung pada cetakan yang digunakan pada proses injeksi. Gambar *mold unit* dapat kita lihat pada Gambar 2.5. (Mulana, Budiyanoro dan Sosiati 2017).



Gambar 2.5. Mold unit

2.3 Parameter Temperatur

Parameter temperatur injeksi merupakan parameter kritis yang dibutuhkan agar plastik meleleh dapat mengisi rongga cetakan. Pada pengujian ini, penentuan variasi temperatur injeksi didasari pada temperatur leleh (*melting temperature*). Temperatur leleh adalah temperatur dimana material mulai mengalami perubahan dari wujud padat menjadi lelehan. Pada dasarnya semakin tinggi temperatur leleh maka temperatur proses semakin tinggi.

2.3.1 Parameter Proses *Blow Molding*

Hasil kualitas produk yang optimal, perlu mengatur beberapa parameter yang mempengaruhi jalannya proses produksi. Parameter-parameter suatu proses tentu saja ada yang berperan sedikit adapula yang mempunyai peran signifikan dalam hasil produksi yang diinginkan.

Biasanya orang perlu melakukan beberapa kali percobaan hingga ditemukan parameter-parameter apa saja yang cukup berpengaruh terhadap produk akhir. Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui metode *blow molding* adalah :

a. Temperatur Leleh (*Melt Temperature*)

Temperatur leleh sangat berpengaruh terhadap kualitas *parisson* yang keluar maupun hasil produk yang di peroleh. Semakin tinggi titik leleh material maka semakin tipis ketebalan produk yang di hasilkan. Jika semakin rendah titik leleh material, maka semakin tebal produk yang di hasilkan.

b. *RPM Extruder*

RPM Extruder yaitu kecepatan *screw* yang berputar untuk mendorong material leleh menuju *die head*. Pada *blow molding*, kecepatan *extruder*

mempengaruhi panjang *parisson* yang di hasilkan. Kecepatan *Screw* dapat dihitung dengan persamaan 2.1 dan 2.2 :

$$n2 = \frac{n1}{GB} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\frac{D1}{D2} = \frac{n3}{n2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

n1 = Putaran Motor

n2 = Hasil Putaran

n3 = Hasil Putaran Screw Mesin Injection

GB = Waktu Rotasi Gear Box

D1 = Diameter Gear Bawah

D2 = Diameter Gear Atas

c. *Blowing Pressure*

Blowing time yaitu tekanan yang di butuhkan untuk meniup *parisson* pada cetakan udara berfungsi untuk mengembangkan *parisson* panas sampai menyentuh dinding rongga cetakan agar menghasilkan sebuah produk. Jika *blowing pressure* terlalu rendah maka produk tidak akan terbentuk dengan sempurna dan dimensi tidak sesuai dengan standart perusahaan. Bila *blowing pressure* terlalu tinggi menyebabkan produk tidak sempurna dan akhirnya menjadi pecah karena kelebihan udara.

d. *Blowing Time*

Blowing time yaitu waktu lamanya peniupan untuk mengembangkan *parisson*. Besar kecilnya waktu peniupan yang digunakan dapat mempengaruhi proses pendinginan. Kebutuhan karena semakin lama peniupan akan berakibat

produk yang akan dicetak meletus karena kelebihan udara dan dimensi produk menjadi lebih besar begitu pula sebaliknya semakin pendek waktu peniupan dapat berakibat temperatur produk masih tinggi dan penyusutan lebih besar sehingga *volume* produk tidak sesuai kualitas perusahaan. *Blowing time* berpengaruh terhadap waktu.

e. *Stop Time*

Stop Time yaitu waktu proses berhenti sebentar / jeda pada saat *blow pin* keluar sampai cetakan terbuka. *Stop time* di gunakan untuk mendinginkan produk pada saat setelah pembuangan udara sampai *mold* terbuka (Haq 2018).

2.3.2 Temperatur Suhu

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), suhu diartikan sebagai ukuran kuantitatif dari temperatur, panas atau dingin, dan diukur menggunakan termometer. Suhu menjadi besaran yang akan menyatakan ukuran derajat dingin dan panas suatu benda. Selain bisa dinyatakan secara kualitatif, suhu juga dapat dinyatakan secara kuantitatif dengan satuan derajat tertentu. Berdasarkan pengertian suhu yang telah dijelaskan di atas, dapat diketahui bahwa suhu sebuah benda dapat berubah menjadi panas atau dingin.

Tentu ada banyak hal yang menjadi penyebab sebuah benda memiliki suhu rendah atau tinggi. Nilai derajat sebuah suhu dapat diatur ke dalam empat jenis skala suhu, yaitu *Celsius* (C), *Fahrenheit* (F), *Reamur* (R), dan *Kelvin* (K). Adapun skala suhu akan didasarkan pada dua titik tepat, yaitu titik tetap bawah dan titik tetap atas. Titik bawah menandakan titik beku, sementara itu titik atas menunjukkan titik didih.

2.3.3 Cacat Produk

Proses produksi menggunakan mesin *Injection Molding* ini tidak terlepas dari cacat produk, Beberapa permasalahan yang sering ditemukan pada produk hasil injeksi *molding* (Yanto, Saputra dan Satoto 2018). antara lain:

a. *Short moulding*

Short moulding adalah cacat produk akibat pengisian yang tidak sempurna.

b. *Sink mark*

Sink mark adalah keadaan cacat produk berupa bentuk cembung pada permukaan produk.

c. *Air bubble*

Air bubble ditemukanya gelembung udara didalam produk.

d. *Warpage*

Warpage adalah kondisi cacat produk yang terlihat pada permukaan produk yang melengkung atau bengkok.

e. *Weldmark or flow mark*

Weldmark or flow mark merupakan cacat produk berupa garis di permukaan produk.

f. *Discolored moulding*

Discolored moulding merupakan cacat berupa pelunturan warna pada produk/buram.

g. *Black spot*

Black spot Keadaan cacat produk dimana ditemukan seperti bintik hitam pada produk, yang terjadi pada bagian-bagian tertentu pada produk.

h. *Hole*

Hole adalah cacat produk yang terjadi pada suatu produk yang dihasilkan seperti berlubang berlubang pada suatu permukaan pada bagian part yang di cetak.

i. *Over mold*

Over mold cacat produk yang terjadi karena cairan yang terisi pada cetakan terlalu penuh (Yanto, Saputra dan Satoto 2018).

j. Penyusutan/*shrinkage*

Proses *molding* yang dijalankan dengan tujuan mencairkan material plastik kemudian di padatkan untuk menghasilkan produk, penyusutan dan bentuk melengkung akan terjadi pada produk. Penyusutan tergantung pada ketebalan dinding atau ketebalan *parison*, karena tingkat pendinginan yang berbeda dan terlalu cepat pendinginan (Haq 2018).

2.3.4 Waktu Siklus

Pada suatu mesin, waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk dalam menghasilkan 1 produk dan pada mesin *blow molding* yaitu merupakan waktu sirkulasi (perputaran) rotasi cetakan (*mold*) yang diawali dengan pembukaan cetakan kemudian diikuti oleh penurunan *parison*, dimana kemudian untuk dilakukan proses selanjutnya.

Kemudian *blow pin* masuk melalui cetakan pada salah satu ujung *parison* ke dalam cetakan untuk melakukan proses meniupan dengan ekanan tertentu hingga *parison* mengembang mengikuti bentuk cetakan untuk mendapatkan *volume* tertentu sekaligus proses pendinginan dan pembentukan produk.

2.4 Pengertian Plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "*monomer*". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis (Gusniar 2018)

Plastik adalah bahan sintesis yang dapat diubah bentuknya serta dapat juga dipertahankan dan diperkeras dengan cara menambahkan material lain secara komposit ke dalamnya. Walaupun secara umum sifat plastik adalah kurang kuat dan kaku dibanding logam pada umumnya, akan tetapi rasio kekuatan dan berat (*strength to weight ratio*) serta kekakuan terhadap berat (*stiffness to weight ratio*) lebih baik dibanding logam pada umumnya.

Peningkatan penggunaan produk-produk dari plastik oleh industri karena memiliki beberapa keunggulan. Plastik memiliki sifat mudah dibentuk, ringan, tidak korosif, dan dapat didaur ulang. Plastik mudah dibentuk karena memiliki sifat ulet, lumer dan temperatur leleh yang rendah. Di dalam dunia industri semakin dituntut adanya peningkatan efisiensi dan produktifitas dalam menghasilkan suatu produk.

Salah satu hal yang menjadi tolak ukur dalam menilai produktifitas dan efisiensi suatu industri adalah dengan melihat tingkat cacat produk yang terjadi dalam menghasilkan suatu produk. Dengan tingkat cacat produk yang tinggi suatu industri bisa dikategorikan sebagai industri dengan produktifitas dan efisiensi yang buruk (Mawardi, Hasrin dan Hanif 2015).

2.4.1 Thermoplastics

Polimer thermoplastik adalah polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Jika polimer jenis ini dipanaskan, maka akan menjadi lunak dan jika didinginkan akan mengeras. Thermoplastik mempunyai beragam titik leleh. Titik leleh thermoplastik dapat dilihat pada Tabel 2.1. (Haq 2018).

Tabel 2.1. Titik Leleh Thermoplastik

Material	°C	°F
<i>Polyethylene-low density (LDPE)</i>	149 – 232	300 – 450
<i>Polyethylene-high density (HDPE)</i>	177 – 260	350 – 500
<i>Polypropylene (PP)</i>	190 – 288	374 – 550
<i>Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)</i>	117 – 260	350 – 500
<i>Nylon</i>	260 – 327	500 – 620
<i>Polyethylene terephthalate (PET)</i>	227 – 349	440 – 660
<i>Polycarbonate (PC)</i>	271 – 300	520 – 572
<i>Polyphenylene oxide (PPO)</i>	204 – 354	400 – 670

Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk. Jenis-jenis bahan thermoplastik yaitu, *Polyethylene (PE)*, *Polysterene (PS)*, *Polypropylene (PP)*, *ABS*, *PVC*, *Polistiren*, *Polycarbonat*, *Polimida*. Gambar *Thermoplastic poliethilin* dapat kita lihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Thermoplastic Poliethilin*

2.4.2 *Thermosetting*

Plastik *thermosetting* merupakan jenis plastik yang akan mengeras bila dipanaskan dan tidak dapat didaur ulang (*recycle*), contoh plastik *thermosetting* adalah: *bakelit*, *silikon*, *epoxy* dan lain-lain. Gambar *thermosetting* dapat kita lihat pada Gambar 2.7. (Mawardi, Hasrin dan Hanif 2015).



Gambar 2.7. *Thermosetting Epoxy*

2.4.3 *Elastomer*

Jenis ketiga dari bahan plastik adalah *elastomer*. *Elastomer* berasal dari kata *elastic* dan *mer*. Jenis plastik ini mempunyai sifat yang sangat elastis seperti karet. *Elastomer* pertama kali ditemukan oleh *Charles Goodyear* pada tahun 1839. contoh bahan elastis adalah karet sintetis. Gambar *elstomer* dapat kita lihat pada Gambar 2.8. (Yanto, Saputra dan Satoto 2018).



Gambar 2.8. Elastomer

2.5 Limbah Plastik

Dari data KLH 2007 dalam *Greenpress Network* (2009) menunjukkan, *volume* timbunan sampah di 194 kabupaten dan kota di Indonesia mencapai 666 juta liter atau setara 42 juta kilogram, dimana komposisi sampah plastik mencapai 14 persen atau enam juta ton. Dari data ini bisa dilihat bahwa, apabila limbah sampah ini tidak dapat dikurangi maka akan berdampak negatif bagi lingkungan dan juga alam.

Dengan kesadaran tersebut, dilakukan beberapa cara untuk mengurangi limbah plastik yang makin banyak jumlahnya, diantaranya dengan melakukan metode 3R yaitu *reuse*, *reduce*, dan *recycle*. Metode ini sudah banyak dilakukan oleh beberapa industri, lembaga swadaya dan individu yang peduli lingkungan untuk membantu mengurangi dampak limbah plastik bagi lingkungan. Dari ketiga metode tersebut, metode yang dinilai cukup efektif dalam mengurangi dampak limbah plastik adalah metode *recycle* (daur ulang).

Metode daur ulang merupakan proses menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah. Dengan melakukan proses daur ulang ini, diharapkan limbah plastik dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang dapat digunakan kembali dan dapat membantu mengurangi limbah yang ada. Gambar Limbah Plastik dapat kita lihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Limbah Plastik

Metode daur ulang juga dapat menghemat sumber daya alam dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku tertentu. Melimpahnya limbah plastik merupakan potensi yang sangat besar apabila bisa dapat di daur ulang menjadi alternatif bahan baku pengganti bahan baku alam. Limbah plastik tersebut dapat dikreasikan menjadi bahan baku atau pelapis (*upholstery*) tanpa harus melalui peleburan terlebih dahulu.

Proses ini lebih mudah dan murah dibandingkan melebur plastik dengan bahan tambahan (aditif). Proses daur ulang limbah plastik menjadi bahan baku pelapis (*upholstery*) dilakukan dengan mengolah limbah plastik dengan beberapa cara, yaitu dengan menggabungkan lembaran-lembaran plastik menjadi bahan dasar, baik dengan menjahitnya atau menempelkannya pada bahan baku lain.

Hasilnya berupa lembaran-lembaran atau panel, dan siap diaplikasikan ke produk yang telah didesain.

Untuk mengetahui jenis plastik yang digunakan sebagai material dasar sebuah produk, dapat dilihat dari kode yang tercetak pada plastik. Kode tersebut berupa angka dari 1-7. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

- a. Plastik dengan kode 1 yaitu PET/PETE atau *Polyethylene telephthalate*.
- b. Plastik dengan kode 2 HDPE atau *Polyethylene* densitas tinggi.
- c. Plastik dengan kode 3 yaitu PVC atau *Polyvinyl chloride*.
- d. Plastik dengan kode 4 adalah LDPE atau *Polyethylene* densitas rendah.
- e. Plastik dengan kode 5 adalah PP atau *Polypropylene*.
- f. Plastik dengan kode 6 adalah PS atau *Polystyrene*.
- g. Plastik dengan kode 7 adalah *Policarbonate*.

2.6 *High Density Polyethylene* (HDPE)

HDPE atau *High Density Polyethylene*. Merupakan plastik serba guna, dapat didaur ulang menjadi botol, keramik, pipa dan *outdoor furniture*. Biasanya digunakan untuk botol susu warna putih, *Tupperware* dan galon air minum. Sifat bahannya lebih kuat, buram, tahan terhadap suhu tinggi (Sofiana 2010). Gambar *High Density Polyethylene* (HDPE) dapat kita lihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. *High Density Polyethylene* (HDPE)

Jenis plastic HDPE Merupakan jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. Ditemukan pada plastik botol shampo, botol oli kendaraan, dan botol detergen. Sifat dari plastik ini serbaguna, mudah dicampur, kuat, tahan minyak dan tahan kimia. Propertis HDPE dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Propertis HDPE

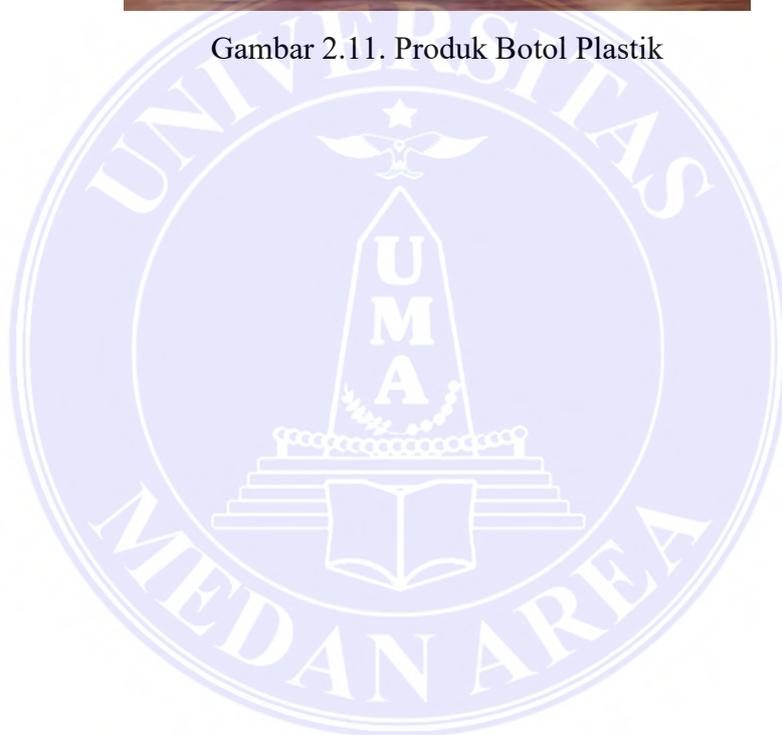
<i>Density</i>	0,940 – 0,965 g/cm ³
<i>Tensile strength</i>	17,3-44.8 MPa
<i>Tensile modulus</i>	620-1089 MPa
<i>Tear strength</i>	20-60 g
<i>Crystallinity</i>	65-90 %

2.7 Produk Yang Dihasilkan

Botol merupakan salah satu bentuk kemasan yang mempunyai ciri bagian leher bulat, dan menyempit untuk memudahkan penuangan isi dan memiliki lubang mulut yang ber ulir dan sempit untuk memperkecil ukuran tutup. Gambar produk botol plastik dapat kita lihat pada Gambar 2.11.(Haq 2018).



Gambar 2.11. Produk Botol Plastik



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Pada Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2022 sampai dengan Bulan Desember 2022. Penelitian ini dilaksanakan di CV. Star Umroh Engineering Jl. Menteng VII Gg. Wakaf Ujung, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada Tabel 3.1. sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2022												2023																							
	Juni.				Juli.				Agu.				Sep.				Okt.				Nov.				Des.				Mei.				Juni.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■	■	■																																
Penyelesaian Proposal					■	■	■	■																												
Seminar Proposal									■	■	■	■																								
Pengumpulan Data													■	■	■	■																				
Analisis data																	■	■	■	■																
Penyelesaian Laporan																					■	■	■	■												
Seminar Hasil																									■	■	■	■								
Sidang Sarjana																													■	■	■	■				

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Peralatan

a. Mesin *Injection Molding* Model *Blow*

Mesin *injection molding* model *blow* adalah peralatan utama yang digunakan untuk memproduksi produk botol 30ml dan digunakan untuk

menganalisis parameter temperatur. Mesin *injection molding* model *blow* dapat kita lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Mesin *Injection Molding* Model *Blow*

b. *Thermocouple*

Thermocouple (Termokopel) adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu yang cukup populer dan biasa dipakai pada Industri. Beberapa kelebihan *thermocouple* yaitu responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas, berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain responnya yang cepat dan rentang suhu yang luas.

Thermocouple juga tahan terhadap guncangan atau getaran dan mudah untuk digunakan. Cara kerja *thermocouple* cukup mudah dan sederhana. Dua jenis logam konduktor yang berbeda jenis digabung pada ujungnya. Satu jenis logam konduktor pada *thermocouple* akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. *Thermocouple* dapat kita lihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. *Thermocouple*

c. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran durasi waktu yang diperlukan, disini *stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu siklus yang optimal untuk menghasilkan produk botol yang baik. *Stopwatch* dapat kita lihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Stopwatch*

3.2.2 Bahan

a. Limbah Plastik yang dicacah

Limbah plastik yang telah dicacah merupakan bahan utama yang akan digunakan untuk proses pembuatan produk botol 30ml. Contoh Limbah plastik dapat kita lihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4. Limbah Plastik yang dicacah

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan survei dan pengumpulan data atau kelengkapan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah data selesai dikumpulkan, maka akan dapat disimpulkan langkah selanjutnya dalam pengujian.

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis kualitas produk botol 30ml dengan parameter temperatur pada mesin *injection molding* model *blow* adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur.

- b. Pengumpulan data ke lapangan guna mendapatkan data untuk dianalisis kualitas dengan parameter temperatur pada mesin *injection molding* model *blow*.
- c. Melakukan perhitungan terhadap parameter temperatur pada mesin *injection molding* terhadap produk yang dihasilkan.
- d. Menganalisis dan membandingkan hasil yang telah diperoleh terhadap parameter temperatur pada mesin *injection molding*.
- e. Menarik kesimpulan.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Prosedur Penelitian

Prosedur yang akan dikerjakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Mencari informasi dari buku dan jurnal sebagai pembelajaran literatur dan melakukan diskusi dengan pembimbing.
- b. Persiapan alat dan bahan memilih dan mencari bahan apa saja yang digunakan.
- c. Menganalisa temperature proses pada mesin *Injection Molding* model *blow* untuk menghasilkan produk botol 30ml.
- d. Menganalisa kecepatan pada *screw* yang terdapat di mesin *Injection Molding* model *blow* untuk menghasilkan produk botol 30ml.
- e. Menganalisa berbagai permasalahan cacat produk yang terjadi pada saat proses injeksi berlangsung.
- f. Melakukan pembahasan dan kesimpulan.

3.4.2 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian yang akan dilakukan dengan cara penumpulan data yang telah dilakukan pencatatan semua parameter pengukuran dan analisis sebuah data setelah data yang diperlukan tersedia. Setelah semua dilaksanakan kemudian barulah ditarik kesimpulan.

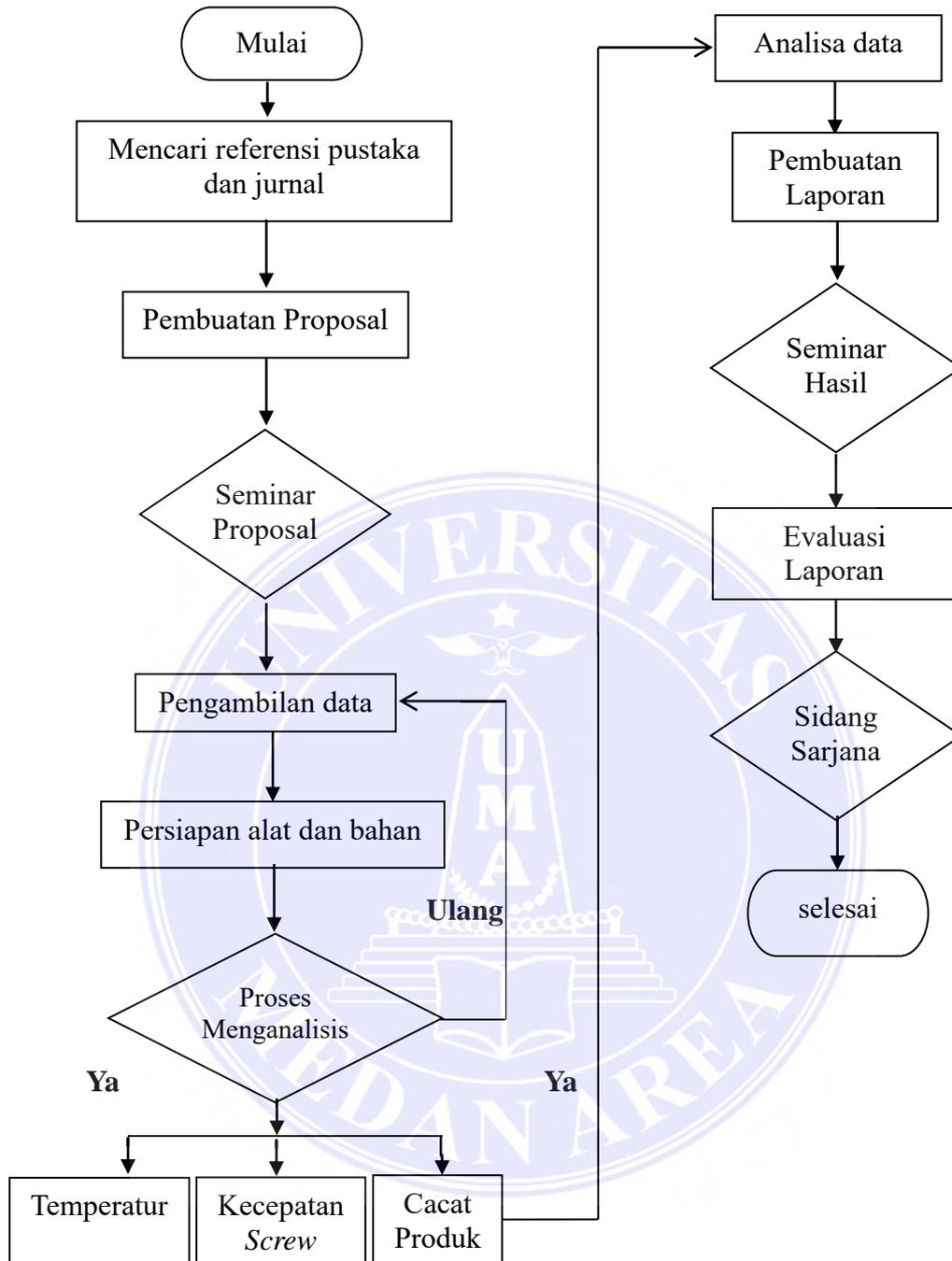
3.4.3 Parameter Pengukuran

Parameter yang akan diukur selama analisis kualitas produk botol 30ml dengan parameter temperatur pada mesin *injection molding* model *blow* adalah sebagai berikut:

- a. Parameter Suhu.
- b. Tekanan Udara saat meniup.
- c. Waktu Siklus yang optimal.
- d. Kecepatan pada *screw*.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan suatu garis besar yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan suatu langkah. Begitupun dengan perancangan dan penelitian, diperlukan diagram alir untuk mempermudah proses dalam pelaksanaan analisis pada produk botol 30ml. Diagram alir proses analisis pada produk botol 30ml pada mesin *injection molding*. Diagram Alir Penelitian dapat kita lihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Setelah selesai dalam mengerjakan tugas akhir dengan judul “ANALISIS KUALITAS PRODUK BOTOL 30ML DENGAN PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN *INJECTION MOLDING MODEL BLOW*” sampai dengan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Produk Botol 30 ml pada temperatur suhu 190 °C menggunakan mesin injeksi *molding model blow* memberikan kualitas produk yang jauh lebih baik dibandingkan dengan suhu 180 dan 200 °C.
- b. Kecepatan *screw* yang optimal yaitu 8 *Rpm* sehingga produk yang dihasilkan dapat menjadi sebuah produk botol yang di inginkan.
- c. Proses analisis cacat produk yang terjadi pada tugas akhir ini yaitu berupa *Sink Mark, Weldmark or flow mark, Shrinkage* dan *Over Mold* yang terjadi di suhu 180 – 200 °C. Kecacatan produk yang paling sering muncul dikarenakan pada cetakan memiliki garis-garis yang tidak rata sehingga terjadi kecacatan pada produk botol.
- d. Pengaturan pada suhu dan waktu sangat menentukan kualitas dari sebuah produk botol plastik, terutama dari segi tampilan.

5.2 Saran

Dari penelitian dan pengambilan data yang telah dilakukan maka penulis memiliki beberapa saran yaitu :

- a. Disarankan agar lebih memperhatikan kecepatan pada *screw* karena terlalu

pelan sehingga pada waktu proses injeksi plastik yang telah meleleh dapat mengeras sebelum sampai pada cetakan sehingga menghambat proses pembuatan suatu produk.

b. Disarankan kepada peneliti berikutnya agar memperbaiki *heater*, sehingga *heater* dapat bekerja secara optimal pada saat proses injeksi berlangsung.



DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiyar, Y., & Firmansyah, N. (2019). ANALISIS KECEPATAN *INJECTION MOULDING* TERHADAP CACAT PRODUK TUTUP BOTOL 180 ML. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 2(2), 17-22.
- Cahyadi, D. (2014). Analisis Parameter Operasi pada Proses Plastik *Injection Molding* untuk Pengendalian Cacat Produk. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2).
- Erwin, E. (2013). Analisa Pengaruh Parameter Tekanan dan Waktu Penekanan Terhadap Sifat Mekanik dan Cacat Penyusutan dari Produk *Injection Molding* Berbahan *Polyethylene (PE)*. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1).
- Gusniar, I. N. (2018). Metode pembuatan *paving block* segi enam berbahan sampah plastik dengan mesin *injection molding*. *Barometer*, 3(2), 130-133.
- Haq, H. R. (2018). ANALISIS PROSES BLOW MOLDING TERHADAP WAKTU SIKLUS PRODUK BOTOL 100 ml DENGAN MENGGUNAKAN METODE RESPONSE SURFACE.
https://id.wikipedia.org/wiki/Injeksi_molding.
<https://text-id.123dok.com/document/6zk5p48zx-jenis-jenis-mesin-plastik-molding.html>.
- Kristanto, Y., & Kusharjanta, B. (2013). Pengaruh Suhu Pemanas Terhadap Shrinkage Pada Proses Injeksi Polypropylene. *Mekanika*, 12(1).
- Mawardi, I., Hasrin, H., & Hanif, H. (2015). Analisis Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses *Injection Molding*. *Industrial Engineering Journal*, 4(2).
- Mulana, M. P., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Pada ABS Recycle Material Untuk Memperoleh Shrinkage Longitudinal dan Transversal Minimum. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, 1(1), 1-10.
- Prasanko, A. W., Djumhariyanto, D., & Triono, A. (2017). Analisis Parameter *Injection Molding* Terhadap Waktu Siklus dan Cacat Flash Produk Tutup Botol 180 ml Menggunakan Metode Taguchi. *ROTOR*, 10(1), 45-50.
- Sidiq, M. F., Taufiqi, A. K., & Hidayat, R. (2020). Analisa Variasi Suhu Pemanas Mesin Injeksi Plastik Pada Pengolahan Limbah Plastik. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 11(1), 1-6.
- Sofiana, Y. (2010). Pemanfaatan limbah plastik sebagai alternatif bahan pelapis (upholstery) pada produk interior. *Humaniora*, 1(2), 331-3.
- Yanto, H., Saputra, I., & Satoto, S. W. (2018). Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan Injeksi *Moulding* Terhadap Cacat Produk. *Jurnal Integrasi*, 10(1), 1-6.
- Zulianto, D. (2015). *Analisa Pengaruh Variasi Suhu Plastik Terhadap Cacat Warpage dari Produk Injection Molding Berbahan PolyProphylene (PP)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

LAMPIRAN

Data yang digunakan berdasarkan data hasil eksperimen lapangan yang didapat dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data sejalan dengan perhitungan secara teoritis sehingga menghasilkan kesimpulan data.

Menghitung Kecepatan *Screw* Pada Mesin *Injection Molding*

Merujuk pada persamaan 2.1 dan 2.2 untuk menghitung kecepatan *screw* adalah sebagai berikut :

$$n_2 = \frac{n_1}{GB}$$

$$n_1 = 1450$$

$$GB = \frac{1}{60}$$

$$n_2 = \frac{1450}{60}$$

$$n_2 = 24,1 \text{ rpm}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_3}{n_2}$$

$$D_1 = 3''$$

$$D_2 = 9''$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_3}{n_2}$$

$$\frac{3}{9} = \frac{n_3}{24}$$

$$3 \times 24 = n_3 \times 9$$

$$n_3 = \frac{3 \times 24}{9}$$

$$n_3 = 8 \text{ Rpm}$$