

**ANALISIS KUALITAS PRODUK TUTUP BOTOL MODEL ULIR
DENGAN PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN
*INJECTION MOLDING***

SKRIPSI

OLEH:

**GIOT HOTMAR LUMBAN GAOL
188130116**



**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 12/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)12/9/23

**ANALISIS KUALITAS PRODUK TUTUP BOTOL MODEL ULIR DENGAN
PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN *INJECTION MOLDING***

SKRIPSI

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

OLEH:

**GIOT HOTMAR LUMBAN GAOL
188130116**

**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 12/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)12/9/23

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Kualitas Produk Tutup Botol Model Ulir
Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin
Injection Molding

Nama Mahasiswa : Giot Hotmar Lumban Gaol

NIM : 188130116

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.)

Pembimbing



(DR. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom)
Dekan



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.)
Pembimbing

Tanggal Lulus: 10 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

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 sorma, 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.



Medan, 10 Agustus 2023

Giot Hotmar Lumban Gaol
188130116

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

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 : Giot Hotmar Lumban Gaol
NPM : 188130116
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 Tutup Botol Model Ulir 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 memublikasikan 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 : 10 Agustus 2023
Yang menyatakan

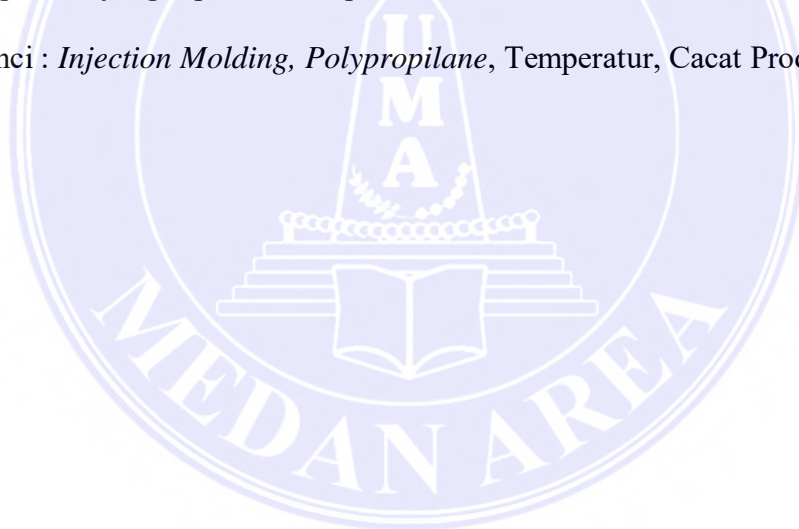


(Giot Hotmar Lumban Gaol)

ABSTRAK

Penggunaan plastik di indonesia sangatlah besar pada industri makanan dan minuman, terdapat 892 industri kemasan plastik yang mendapatkan rigid packaging, flexible packaging thermoforming, dan extrusion dengan kapasitas yang diperoleh yaitu kurang lebih 23,5 juta ton per tahun dengan utilitas sebesar 70%, dan produksi rata-rata yang didapat industri kemasan plastik yaitu sebesar 1,65 juta ton per tahun. Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara kuantitatif. Tempat yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan yaitu: bengkel Star Mesin di Jl. Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatra Utara 20227. Dengan mengukur volume menggunakan gelas ukur dengan volume mula-mula 30ml dan setiap produk dimasukkan kedalam gelas ukur untuk mengukur volume. pada pembuatan pertama pada suhu 160⁰C memiliki volume 3ml, pembuatan kedua pada suhu 180⁰C memiliki volume 5ml dan pembuatan ketiga pada suhu 200⁰C memiliki volume 4ml. suhu yang tepat pembuatan produk tutup botol jenis pp 180⁰C memiliki titik lebur tepat, pembuatan pada suhu 160⁰C memiliki cacat produk yang dimana produk tutup botol tidak rata kurang rapi, pada pembuatan ketiga 200⁰C memiliki kualitas produk yang rapuh mudah pecah dan retak.

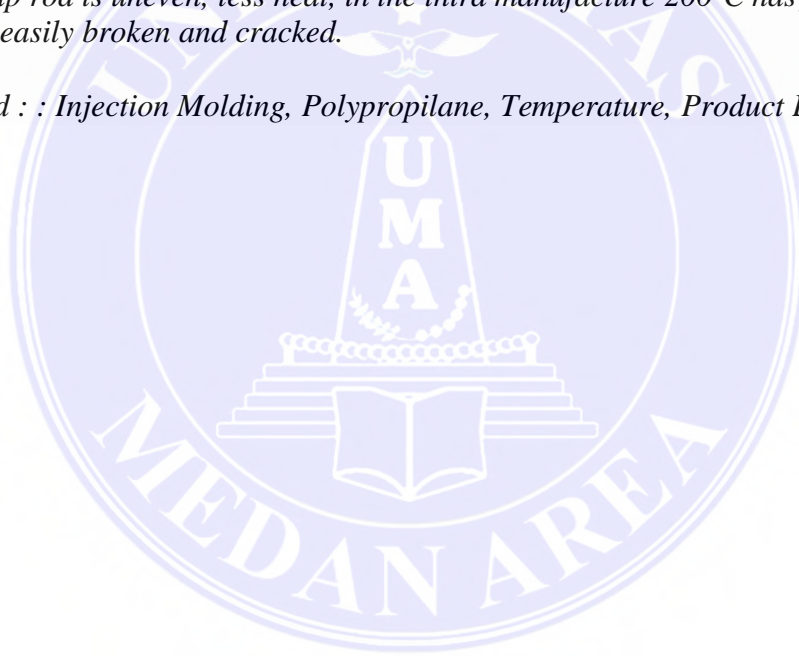
Kata kunci : *Injection Molding, Polypropilane, Temperatur, Cacat Produk*



ABSTRACT

The use of plastic in Indonesia is very large in the food and beverage industry, there are 892 plastic packaging industries that get rigid packaging, flexible packaging thermoforming, and extrusion with a capacity obtained of approximately 23.5 million tons per year with utility of 70%, and the average production obtained by the plastic packaging industry is 1.65 million tons per year. The method used in this study quantitatively. The place used in this study is planned, namely: Star Mesin workshop on Jl. Menteng VII Gg. Waqf No.10, Southeast Medan, Medan Denai District, Medan City, North Sumatra 20227. By measuring volume using a measuring cup with a volume of at first 30ml and each product is put into a measuring cup to measure volume. The first manufacture at 160°C has a volume of 3ml, the second manufacture at 180°C has a volume of 5ml and the third manufacture at 200°C has a volume of 4ml. The tepal temperature of the manufacture of PP 180°C type bottle cap products has the right melting point, manufacture at a temperature of 160°C has product defects where the bottle cap rod is uneven, less neat, in the third manufacture 200°C has fragile product quality, easily broken and cracked.

Keyword : : Injection Molding, Polypropilane, Temperature, Product Defects

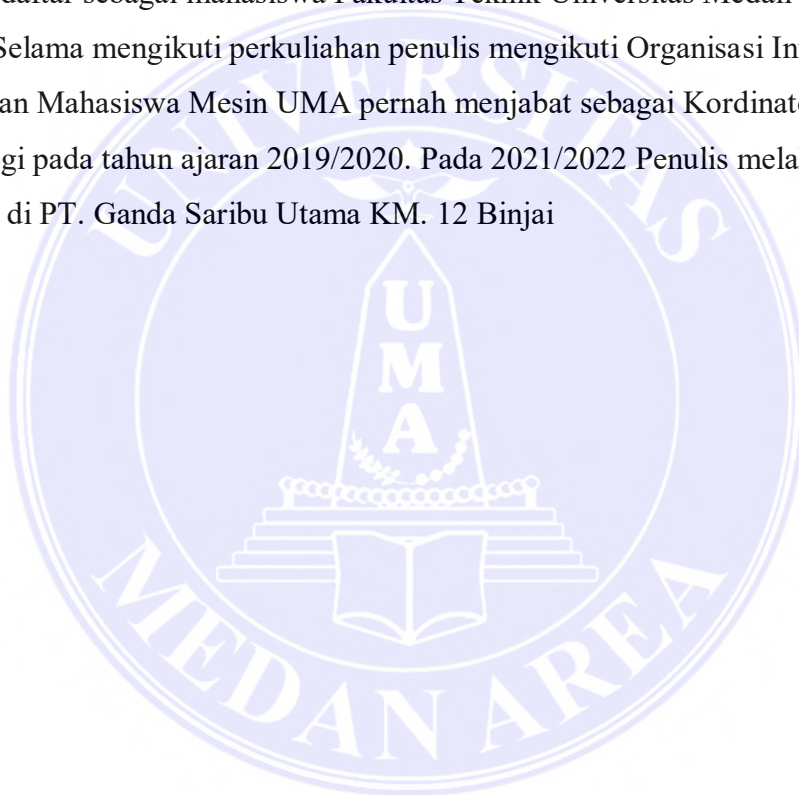


RIWAYAT HIDUP

Pada penulis dilahirkan di Desa Hutapaung Pada tanggal 30 Desember 1999 dari ayah Wesli Lumban Gaol dan ibu Dorpita Simatupang. Penulis merupakan putra pertama dari empat bersaudara.

Tahun 2018 Penulis lulus dari SMK Negeri 2 Dolok Sanggul dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan penulis mengikuti Organisasi Internal kampus Himpunan Mahasiswa Mesin UMA pernah menjabat sebagai Kordinator Riset dan Teknologi pada tahun ajaran 2019/2020. Pada 2021/2022 Penulis melaksanakan Magang di PT. Ganda Saribu Utama KM. 12 Binjai



KATA PANGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang dipilih penulis yaitu “Analisis Kualitas Produk Tutup Botol Model Ulir Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin Injection Molding”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku pembimbing yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 18 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah Wesli Lumban Gaol, ibu Dorpita Simatupang, serta keluarga seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Penulis,

(Giot Hotmar Lumban Gaol)

DAFTAR ISI

ANALISIS KUALITAS PRODUK TUTUP BOTOL MODEL ULIR DENGAN PARAMETER TEMPERATUR PADA MESIN INJECTION MOLDING	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jenis-Jenis Plastik	4
2.2 Tutup Botol.....	7
2.2.1 Tutup Botol Ulir	8
2.2.2 Tutup Botol Metal.....	8
2.2.3 Electromagnetic Induction Capper	9
2.2.4 Child Resistant Caps	10
2.3 Temperatur Injeksi.....	10
2.4 Cacat Produk	14
2.5 Ijection Molding	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.1.1 Tempat	18
3.1.2 Waktu	18
3.2 Bahan dan Alat	19

3.2.1	Alat.....	19
3.2.2	Bahan	21
3.3	Meteologi Penelitian	21
3.3.1	Sistematika Penelitian	22
3.3.2	Persiapan Bahan	23
3.3.3	Pengukuran Temperatur Pembuatan Tutup Botol	23
3.3.4	Pengujian Cacat Produk Tutup Botol	23
3.3.5	Pengujian Temperatur Pembuatan Tutup Botol	23
3.4	Diagram Alir.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Hasil.....	26
4.2	Pembahasan.....	27
4.2.1	Proses Kerja Mesin	27
4.2.2	Proses Kerja Pemanas	28
4.2.3	Analisis Parameter Temperatur	29
4.2.4	Waktu Pembuatan Produk.....	32
4.2.5	Penghitungan Putaran Mesin Pada Injection Molding.....	32
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Simpulan	33
5.2	Saran	34
DAFTAR PUSTAKA		35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Temperatur Injeksi.....	11
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir.....	18
Tabel 4. 1. Tabel Waktu Pembuatan Produk.....	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Plastik Polyethylene.....	5
Gambar 2.2. Plastik Polypropylane	6
Gambar 2.3. Polyethylene Terephthalate	6
Gambar 2.4. Poliviniclorida	7
Gambar 2.5. Polistirena	7
Gambar 2.6. Tutup Botol Ulir	8
Gambar 2.7. Tutup Botol Metal.....	9
Gambar 2.8. Electromagnetic Induction Capper	9
Gambar 2.9. Child Resistant Caps.....	10
Gambar 2.10. komponen komponen injection molding.....	15
Gambar 3.1. Injection Molding	19
Gambar 3.2. Termometer	19
Gambar 3.3. Cetakan (mold)	20
Gambar 3.4. Tachometer.....	20
Gambar 3.5. Gelas Ukur.....	21
Gambar 3. 6. Plastik Polypropylane (PP).....	21
Gambar 3.7. Diagram Alir Analisis Proses Pembuatan Tutup Botol.	25
Gambar 4. 1. Diagram Hasil Penelitian	26
Gambar 4. 2. Heater.....	28
Gambar 4. 3. Panel Kontrol dan suhu awal panel	28
Gambar 4. 4. Pembuatan Pertama Plastik Polypropylane (PP).....	29
Gambar 4. 5. Hasil Pembuatan dan pengukuran volume Pertama Plastik Polypropylane (PP).....	29
Gambar 4. 6. Pembuatan Kedua Plastik Polypropylane (PP)	30
Gambar 4. 7. Hasil Pembuatan dan pengukuran volume kedua Plastik Polypropylane (PP).....	30
Gambar 4. 8. Pengujian Ketiga Plastik Polypropylane (PP)	31

DAFTAR NOTASI

D_1	=	Putaran <i>Elekto Motor</i>	RPM
D_2	=	Putaran <i>Gearbox</i>	RPM
D_3	=	Putaran <i>Screw</i>	RPM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan plastik di indonesia sangatlah besar pada industri makanan dan minuman, terdapat 892 industri kemasan plastik yang *mendapatkan rigid packaging, flexible packaging thermoforming, dan extrusion* dengan kapasitas yang diperoleh yaitu kurang lebih 23,5 juta ton per tahun dengan utilitas sebesar 70%, dan produksi rata-rata yang didapat industri kemasan plastik yaitu sebesar 1,65 juta ton per tahun(Bahtiyar and Firmansyah 2019).

Dalam penanggulangan sampah plastik ini sudah bisa di tangani dengan cara memprosesnya kembali dan membuat suatu produk. Properti plastik yang paling menonjol saat ini adalah sifat mampu bentuk yang lebih baik dibandingkan dengan baja. Selain itu, selain bobotnya lebih ringan, plastik juga memiliki daya redam yang lebih baik (Firdaus Firdaus 2002).

Dari pembahasan diatas pembuatan produk dari bahan baku plastik harus memilik kualitas yang baik. Dimana kualitas yang baik terjadi karena porsi yang pas dan pembuatan yang sesuai dengan komposisi, pembuatan produk tutup botol plastik ini biasanya mesin injection molding. Injeksi plastik adalah teknik pembuatan hasil dari bahan plastik dengan berbagai fitur dan ukuran yang bermacam-macam(Cahyadi 2016).

Proses cetakan injeksi adalah proses pembuatan benda kerja dari gabungan bahan berupa butiran yang di tempatkan kedalam suatu penampung kemudian dimasukan ke silinder injeksi lalu dialirkan melalui nozzle dan sprue bushing ke dalam rongga cetakan dari cetakan tertutup. Kemudian didinginkan beberapa

saat, cetakan dibuka dan produk akan dilepaskan dari cetakan ditolak dengan bantuan ejector (Material and Energi 2022).

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, injection molding adalah metode pembuatan part dari bahan plastik. Cara kerja cetakan Injeksi dimana biji plastik mula-mula di masukkan ke tabung pemanas di lelehkan dengan temperatur tertentu, plastik tersebut kemudian didorong keluar dari tabung melalui nosel dan diinjeksikan ke dalam cetakan (mold). Juga biarkan cetakan membeku dan dingin di dalam cetakan sebentar sebelum melepas dan membuka cetakan untuk mengeluarkan cetakannya (Prasanko, Djumhariyanto, and Triono 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini membahas kualitas produksi tutup botol model ulir dengan pengujian parameter temperatur pada *injection molding*.

Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah:

- a. Bagaimana pengaruh variasi temperatur terhadap cacat pada hasil produksi tutup botol model ulir.
- b. Bagaimana menentukan waktu pengisian (*filling time*) yang tepat pada pembuatan kemasan tutup botol model ulir.

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui proses pembuatan produk tutup botol model ulir dengan *injection molding*.
- b. Mengetahui temperatur pada proses pembuatan produk tutup botol model ulir.

1.4 Hipotesis Penelitian

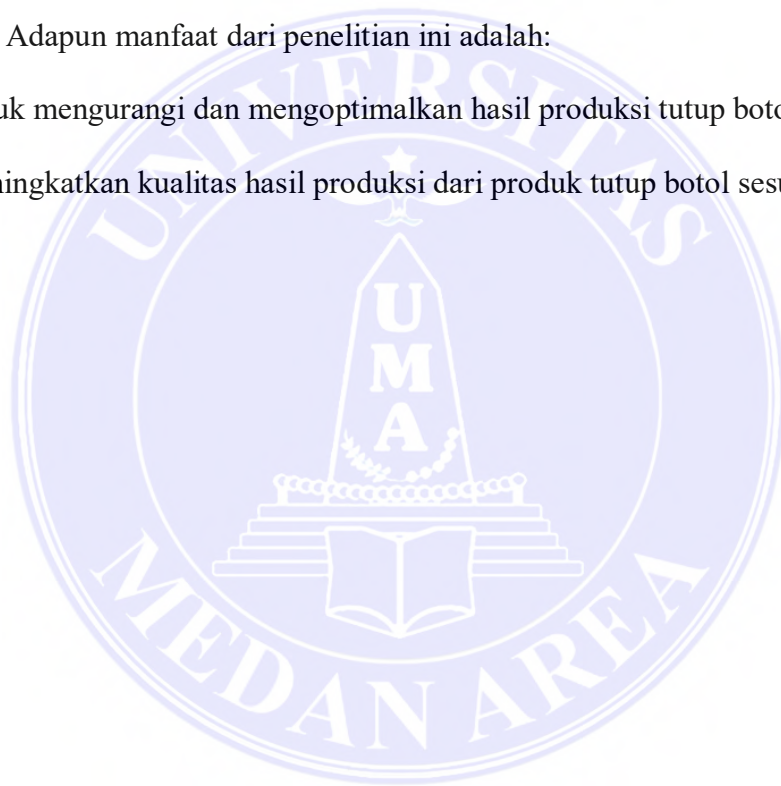
Adapun hipotesis pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Temperatur pada injection molding cepat bahan plastik.
- b. Suhu tertinggi mendapat hasil yang sempurna

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengurangi dan mengoptimalkan hasil produksi tutup botol.
- b. Meningkatkan kualitas hasil produksi dari produk tutup botol sesuai ketentuan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-Jenis Plastik

Siapa yang tidak mengenal plastik hampir semua barang yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari terbuat dari plastik seperti kemasan makanan, peralatan rumah tangga, botol minuman, sampai kantong kresek. Karena plastik merupakan bahan yang sangat praktis dan ekonomis diolah menjadi suatu produk. Penggunaan plastik terus mengalami peningkatan signifikan. Hanya saja yang tidak dipahami masyarakat luas bahwa plastik bisa berdampak buruk terhadap lingkungan. Alasan benda satu ini sulit untuk terurai di alam dan pemakaian dalam waktu lama juga berbahaya bagi kesehatan (Rimbakita 2019).

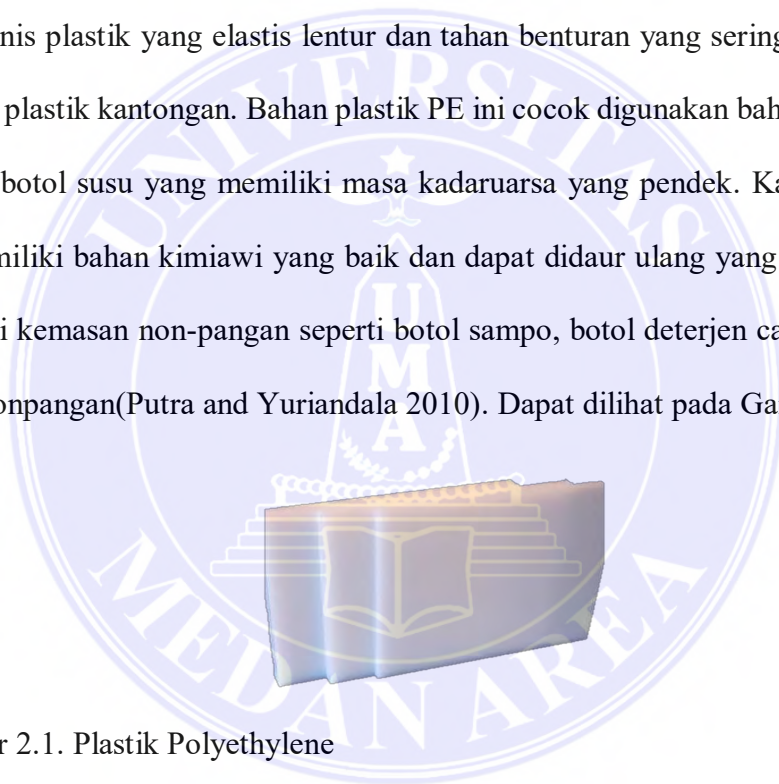
Plastik adalah salah satu makromolekul yang proses pembentukannya melalui tahap polimerisasi. Polimerisasi adalah suatu proses penggabungan dari beberapa molekul sederhana atau monomer menjadi molekul besar yang disebut makromolekul atau polimer melalui suatu proses kimia. Walaupun secara umum sifat plastik adalah kurang kuat dan kaku dibanding logam pada umumnya, tetapi rasio rasio kekuatan dan berat serta kekakuan terhadap berat lebih baik di banding logam.

Plastik ialah bahan sintesis yang dapat diubah bentuknya serta dipertahankan dengan cara menambah material lain seperti komposit didalamnya. Adapun sifat plastik pada umumnya adalah kurang kuat dibanding logam pada umumnya, tetapi rasio kekuatan dan berat (*strength to weight ratio*) serta kekuatan terhadap berat (*stiffness to weight ratio*) lebih baik dibanding logam (Mawardi 2015).

Adapun jenis plastik ini dapat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat reversible (dapat mengeras pada bentuk semula atau mengeras bila diinginkan). Jenis plastik ialah polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyethylene terephthalate (PET), polivinilorida (PVC), polistirena (PS)(Okatama 2017).

a. Polyethylene (PE)

Polyethylene (PE) atau disebut juga High Density Polyethylene (HDPE) ialah jenis plastik yang elastis lentur dan tahan benturan yang sering di sebut juga dengan plastik kantong. Bahan plastik PE ini cocok digunakan bahan baku botol, seperti botol susu yang memiliki masa kadaluarsa yang pendek. Karna bahan PE ini memiliki bahan kimiawi yang baik dan dapat didaur ulang yang hasil nya bisa menjadi kemasan non-pangan seperti botol sampo, botol deterjen cair dan lainnya yang nonpangan(Putra and Yuriandala 2010). Dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Plastik Polyethylene

b. Polypropylene (PP)

Polypropylene (PP) mempunyai daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Biasanya didaur ulang

menjadi casing baterai, sapu, sikat(Putra and Yuriandala 2010). Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Plastik Polypropylane

c. polyethylene terephthalate (PET)

polyethylene terephthalate (PET atau PETE) memiliki sifat transparan, jernih dan kuat. Bahan PET biasanya digunakan bahan botol minum olahraga, botol jus, botol air mineral, soft drink tapi tidak dengan air hangat atau panas. Daur ulang dari PET ini atau pellet PET dapat digunakan menjadi serat benang karpet, *fiberfill*, *geotextile*. Jenis ini bisa disebut Polyester(Putra and Yuriandala 2010). Dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Polyethylene Terephthalate

d. Poliv iniclorida (PVC)

Memiliki karakter fisik yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang

dan biasa digunakan untuk pipa dan konstruksi bangunan(Putra and Yuriandala 2010). Dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Poliviniclorida

e. Polistirena (PS)

PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum sekali pakai, tempat CD, karton tempat telur, dll. Pemakaian bahan ini sangat dihindari untuk mengemas makanan karena bahan styrene dapat masuk ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan Styrene berbahaya untuk otak dan sistem syaraf manusia. Bahan ini dibanyak negara bagian di Amerika sudah melarang pemakaian tempat makanan berbahan styrofoam termasuk negara cina (Putra and Yuriandala 2010). Dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Polistirena

2.2 Tutup Botol

Kemasan memegang peranan penting dalam penjualan. Konsumen dapat menilai kualitas barang dari kemasan. Bahkan kemasan pun bisa menentukan nilai

jual suatu produk. Dalam hal pengemasan, segel tidak dapat dipisahkan. Segel akan menjaga produk tetap aman di dalam kemasan. Misalnya tutup botol, tutupnya akan mencegah produk agar tidak mudah dikeluarkan dari kemasannya. Dengan daya tahan yang luar biasa, tutupnya akan melindungi produk dari guncangan. Tutup botol adalah segel paket yang tersedia dalam berbagai desain. Desain tutup botol tidak hanya digunakan untuk menarik pelanggan, tetapi juga untuk menyesuaikan produk yang dijual. Berikut beberapa jenis tutup botol dengan kegunaannya (Powerpack 2022).

2.2.1 Tutup Botol Ulir

Jenis tutup botol ini paling mudah ditemukan karena digunakan oleh banyak perusahaan minuman. Tutup botol memiliki ulir yang berputar di leher untuk menutup kemasan. Ulir ini bisa dibentuk dan diatur sesuai kebutuhan. Tutup ulir ini memiliki kelemahan karena sulit untuk di segel. Permukaan tutup dibuat tidak rata, yang nyaman bagi konsumen untuk membuka. Namun hal ini bisa menyulitkan produsen untuk menyegel botol karena bisa melukai tangan. Dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Tutup Botol Ulir

2.2.2 Tutup Botol Metal

Tutup logam atau tutup lug adalah tutup yang banyak digunakan untuk kemasan selai atau kaca. Tidak seperti tutup ulir, tutup jenis ini memiliki lebih

sedikit ulir. Tapi itu membuat produk tetap aman dan mencegah tumpahan produk lebih dari tutup sekrup. Keunggulan dari ear cap ini adalah terbuat dari bahan metal sehingga lebih tahan lama. Dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Tutup Botol Metal

2.2.3 Electromagnetic Induction Capper

Jenis segel ini adalah pilihan terbaik jika anda mencari segel yang akan melindungi produk anda dari kuman dan kotoran. Ini memiliki 4 lapisan yaitu aluminium, pulpboard, lilin dan lapisan polimer. Segel ini juga dapat digunakan sebagai tanda bahwa produk tersebut masih layak untuk di konsumsi. Oleh karena itu, segel macam ini banyak digunakan didunia medis. Dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Electromagnetic Induction Capper

2.2.4 Child Resistant Caps

Tutup botol ini adalah jenis yang jarang digunakan. Botol ini biasanya digunakan untuk cairan yang tidak boleh dikonsumsi oleh anak di bawah umur. Contoh produk yang menggunakan tutup ini adalah e-liquid. Ada juga beberapa obat cair menggunakan tutup ini, sehingga sulit dibuka. Tidak seperti tutup botol biasa, tutup botol child resistant cara menutup dan membukanya harus ditekan dulu baru di putar. Dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Child Resistant Caps

2.3 Temperatur Injeksi

Temperatur ialah besaran yang menyatakan derajat panas suatu benda dan menunjukkan tingkat energi panas suatu benda tersebut, adapun satuan dari temperature di Indonesia yang di pake adalah celcius dan alat ukurnya disebut termometer. Adapun temperatur injeksi ialah temperatur leleh plastik selama pencetakan injeksi melalui nozzle pada cetakan. Ditentukan oleh zona suhu pemanas pada barel dan nozzle yang telah disesuaikan dengan spesifikasi bahan yang telah ditentukan dalam industri bahan plastik. Secara umum, temperatur material plastik yang terjadi selama proses injection molding adalah dibawah 10°C - 20°C suhu pada nozzle mesin injeksi.

Temperatur injeksi adalah temperatur leleh plastik saat diinjeksikan kedalam cetakan melalui nozzle. Penentunya ditentukan menurut zona temperatur pemanas pada barrel dan nozzle yang disesuaikan menurut spesifikasi jenis material yang telah ditetapkan industri pengolah material plastik. Dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tabel Temperatur Injeksi

Material	Temperatur leleh (C°)	Tempertur Dinding (C°)	Temperatur Sentak Rata-rata (C°)	Cleff	Masa jenis	Masa jenis
ABS	200-270	50-80	60-100	0,084	1,03	1,06
HDPE	200-300	40-60	60-100	0,078	0,82	0,95
LDPE	170-245	20-60	50-90	0,087	0,79	0,92
PA6	235-275	60-95	70-110	0,089	1,05	1,13
PA6.6	260-300	60-90	80-140	0,089	1,05	1,14
PBTC	230-270	30-90	80-140	0,089	1,05	1,31
PC	270-320	85-120	90-140	0,112	1,14	1,20

a. Cavity Filling Time

Filling time adalah waktu yang diperlukan untuk mengisi rongga cetak. Pada umumnya waktu ini diatur dari mesin injeksi saat trial untuk mendapatkan hasil produk yang optimal. Lamanya waktu injeksi berpengaruh terdapat cycle time pencetakan. Secara teoritis, waktu injeksi dapat dihitung dari persamaan berikut.

$$t = \frac{v}{ca} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

t = waktu injeksi (detik)

V = Volume Pengisian (cm^3)

ca = kapasitas alir mesin (cm^3/detik)

b. Injection Pressure

Injection pressure adalah besarnya tekana yang diperlukan untuk menginjeksikan cairan plastik kedalam cetakan. Besarnya tekanan maksimal ditentukan berdasarkan spesifikasi spesifikasi tiap jenis material plastik. Besarnya injection pressure material yang dibutuhkan untuk mengisi rongga cetak, sangat berpengaruh terhadap besarnya gaya cekam mesin yang dibutuhkan untuk menahan kedua bagian mould pada saat pengisian dan pematatan produk. Tekanan permukaan yang terjadi pada daerah parting line disebabkan oleh besarnya tekanan yang dibutuhkan saat pembentukan produk dalam rongga, yang besarnya proporsional terhadap luas proyeksi rongga isian. Pengaruh yang ditimbulkan dari tekanan yang terlalu besar pada daerah bukaan dapat mengakibatkan kebocoran dan menimbulkan flashing di sekeliling produk.

c. Clamping Force

Clamping force adalah gaya yang dibutuhkan mesin untuk menahan kedua bagian cetakan agar tidak membuka pada saat pembentukan. Besarnya gaya pembentukan yang terjadi sangat dipengaruhi tekanan spesifik material, tebal dinding produk dan proyeksi isian (produk + tunner + sprue + gate) dan posisi gate terhadap sisi terjauh aliran yang dicapai dalam pembentukan produk.

Besarnya dapat dihitung dari persamaan berikut:

Tekanan isi spesifik:

$$P_{sf} = F_s \times L_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

P_{sf} = Tekanan isi spesifik (kg/cm³)

F_s = Faktor tebal dinding (kg/cm²)

L_p = Panjang aliran dari gate sampai titik terjauh (cm)

Gaya cekam cetak:

$$F_c = P_{sf} \times A_{proj} \text{ (kg.f)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

F_c = Gaya pembentukan (kg.f)

A_{proj} = Luas proyeksi isian (cm²)

Besarnya gaya cekam mesin (F_m = clamping force) harus lebih besar dari gaya cekam cetak ($F_m > F_c$).

d. Injection Speed

Injection speed adalah kecepatan alir material yang dibutuhkan untuk mengalirkan material kedalam rongga cetak. Besarnya sangat dipengaruhi putaran ulir transportir dan dibatasi oleh kapasitas alir mesin / injection rate mesin serta diameter nozzle mesin.

$$v = \frac{Ca}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

v = kecepatan alir material (cm/detik)

Ca = Kapasitas alir mesin (cm³/detik)

A = Penampang nozzle (cm²)

e. Waktu Pendinginan

Waktu pendinginan adalah waktu yang diperlukan untuk mendinginkan produk setelah pengisian. Lamanya waktu pendinginan dihitung mulai dari solidifikasi sampai waktu membuka

$$T_k = t_N + t_{ku} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

- t_k = Waktu pendinginan
- t_N = Waktu Pemadatan
- t_{ku} = Waktu Pendinginan Produk

f. Holding Time

Holding time adalah waktu yang dibutuhkan untuk membentuk secara keseluruhan rongga cetak setelah terisi penuh, sampai tekana akhir selesai dilakukan membentuk produk. Lamanya waktu pemadatan akan berpengaruh terhadap shrinkage dan berat produk. Umumnya waktu pemadatan diatur dimesin berdasarkan penampilan produk optimal yang dihasilkan. Pemadatan yang terjadi dalam rongga cetak, terbentuk karena adanya tekanan tambahan (holding pressure) setelah pengisian. Penekanan saat pemadatan dilakukan secara bertahap, umumnya terdiri dari 4 tahap dengan perbedaan tekanan tiap tahap sebesar 5-10 bar.

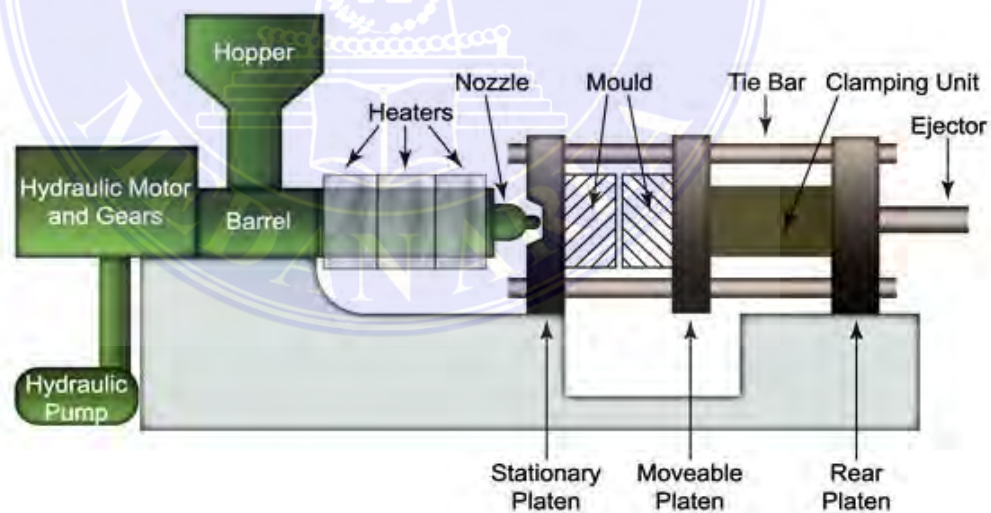
2.4 Cacat Produk

Produk cacat merupakan barang atau jasa yang dibuat dalam proses produksi namun memiliki kekurangan yang menyebabkan nilai mutunya kurang baik atau kurang sempurna. Dari definisi yang telah dijelaskan diketahui

bahwa produk cacat/rusak adalah produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga tidak mencapai standar kualitas yang ditentukan. Adapun cacat produk bisa dilihat dari volume benda dan spesifikasi kasat mata dari benda tersebut.

2.5 Injection Molding

Injection molding ialah teknik menyuntikkan plastik kedalam cetakan (mold) berupa biji plastik pada injection molding. Sebelum pengolahan bahan, bahan harus terlebih dahulu dalam wadah yang disebut hopper atau pelembab udara. Bahan ini dipanaskan untuk pengeringan bahan dari uap air yang diserap. Setelah bahan telah dipanaskan meleleh yang dimana plastik cair akan di dorong kecetakan (mold). Dimana dicetakan ada aliran air pendingin (cooler) yang mendinginkan plastik pada cetakan, adapun beberapa komponen dari injection molding^[13]. Dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.10. komponen komponen injection molding

a. Hopper

Hopper ini digunakan untuk tempat material atau bahan yang akan di proses dan hopper ini juga berfungsi sebagai dehumidifier atau penjaga kelembapan material.

b. Barrel

Barrel merupakan tempat untuk pemrosesan material sebelum di injeksi ke tooling.

c. Nozzle

Nozzle ialah bagian dari komponen injection molding yang berfungsi sebagai tempat peleburan plastik dan untuk menginjeksi material kedalam cetakan (mold).

d. Tie Bar

Tie Bar sering digunakan sebagai penyangga pada cetakan (mold), clamping, dan ejector.

e. Hydraulic Motor

Hydraulic motor berfungsi sebagai pendorong screw pada saat injeksi dan memutar screw pada saat pengisian material atau disebut plasticizing supaya biji plastik mencair.

f. Stationary Platen

Stationary platen adalah plate yang tidak bergerak (diam) sebagai tempat locating ring pada saat menaikkan tooling.

g. Moveable platen

Moveable platen adalah plate yang bergerak dengan arah maju dan mundur pada saat beroperasi/produksi.

h. Clamping Unit

Clamping unit adalah berfungsi untuk membuka dan menutup mold pada saat beroperasi atau produksi.

i. Ejector

Ejector adalah berfungsi sebagai pendorong produk yang sudah tercetak

j. Rear Platen

Rear platen berfungsi sebagai plate penyangga bagian belakang



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan yaitu: bengkel Star Mesin di Jl. Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatra Utara 20227.

3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September, dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1. sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2022-2023															
	Februari				Maret-april				Juni-Juli				Agustus			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pemesanan																
Cetakan																
Pengambilan Data																
Pengolahan Data																
Penyelesaian Laporan																
Seminar Hasil																
Evaluasi dan persiapan Sidang																
Sidang Sarjana																

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

a. Mesin Injection Molding

Injection Molding adalah metode pembentukan material termoplastik dimana material yang meleleh karena pemanasan karna di injeksikan oleh plunger kedalam cetakan yang sudah didinginkan oleh air hingga mengeras. Dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Injection Molding

b. Termometer

Termometer adalah alat pengukur suhu (temperatur) atau perubahan suhu. Jenis-jenis termometer banyak tergantung kegunaannya dan fungsinya. Paling sering digunakan dikehidupan sehari-hari adalah termometer air raksa dan ada juga termometer magnet dan ada beberapa lagi. Dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Termometer

c. Cetakan (mold)

Cetakan atau mold adalah rongga dimana bahan cair (plastik atau logam) dituangkan untuk mendapatkan bentuk. Cetakan terdiri dari dua bagian, pelat bergerak dan plat stasioner. Seperti namanya, dalam mesin cetak injeksi, pelat bergerak dipasang pada moveable platen, dan pelat tetap dipasang pada stationary platen. Ada garis saluran pendingin di cetakan, cetakan memiliki struktur yang kompleks dan pembuatannya membutuhkan mesin presisi tinggi seperti CNC. Dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Cetakan (mold)

d. Tachometer

Tachometer adalah perangkat yang mengukur kecepatan mesin, biasanya dalam RPM. Dengan ini dapat mengetahui kecepatan kendaraan dengan memindai kendaraan yang ingin akan ukur. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Tachometer

e. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur volume suatu bahan padat atau cair. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Gelas Ukur

3.2.2 Bahan

a. Plastik Polypropylene (PP)

Polypropylene (PP) Ketahanan kimia yang baik, kekuatan tinggi, titik leleh tinggi, cocok untuk produk terkait makanan dan minuman seperti wadah makanan, botol minuman, wadah farmasi, dan botol minuman bayi. Sering didaur ulang menjadi kotak baterai, sapu, sikat. Dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Plastik Polypropylene (PP)

3.3 Meteologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara kuantitatif metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis kualitas produk tutup botol model ulir dengan parameter temperatur pada mesin injection molding adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

1. Mencari informasi dari jurnal, internet, buku pendukung
2. Melakukan diskusi pada dosen pembimbing

b. Melakukan survei atau observasi lapangan

1. Mencari alat dan bahan yang digunakan pada penelitian
2. Membandingkan harga untuk pembuatan alat atau bahan yang baik di segi kualitas dan ekonomis
3. Pembuatan cetakan
4. Pembuatan spesimen
5. Persiapan alat dan bahan
6. Melakukan campuran biji plastik pp
7. Memasukkan biji plastik ke injection molding
8. Pendinginan dan pelepasan bahan dari cetakan
9. Pengecekan bahan sesuai dengan standart kualitas bahan (volume dan bentuk)

b. Menarik Kesimpulan

1. Setelah dilakukan penelitian maka akan membuat kesimpulan pengujian
2. Saran

3.3.2 Persiapan Bahan

- a. Melakukan pemilihan limbah plastik polypropylene (pp)

3.3.3 Pengukuran Temperatur Pembuatan Tutup Botol

Pengukuran temperatur pada pembuatan tutup botol dengan alat termometer dan kecepatan injection molding dengan alat tachmeter:

- a. Biji plastik yang sudah masuk peleburan pada injection molding selanjutnya akan didorong ke cetakan (mold) dengan titik lebur tertentu.
- b. Pelepasan tutup botol dari cetakan yang sudah melalui pendinginan terlebih dahulu.
- c. Pengecekan produk tutup botol yang sudah di ambil dari cetakan apa sesuai dengan standard yang sudah ditentukan.

3.3.4 Pengujian Cacat Produk Tutup Botol

Pengujian cacat produk tutup botol ini bisa dilihat dan diuji dengan mengukur volume menggunakan tutup botol:

- a. Produk yang sudah selesai tahap pembuatan kemudian akan dicek bentuk produknya apakah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
- b. Setelah itu akan diuji volumenya dengan menggunakan gelas ukur.

3.3.5 Pengujian Temperatur Pembuatan Tutup Botol

Penghitungan yang dilakukan ialah penghitungan Cavity Filling Time atau waktu yang diperlukan pengisian rongga cetakan. Dengan rumus penghitungan.

$$t = \frac{v}{ca} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

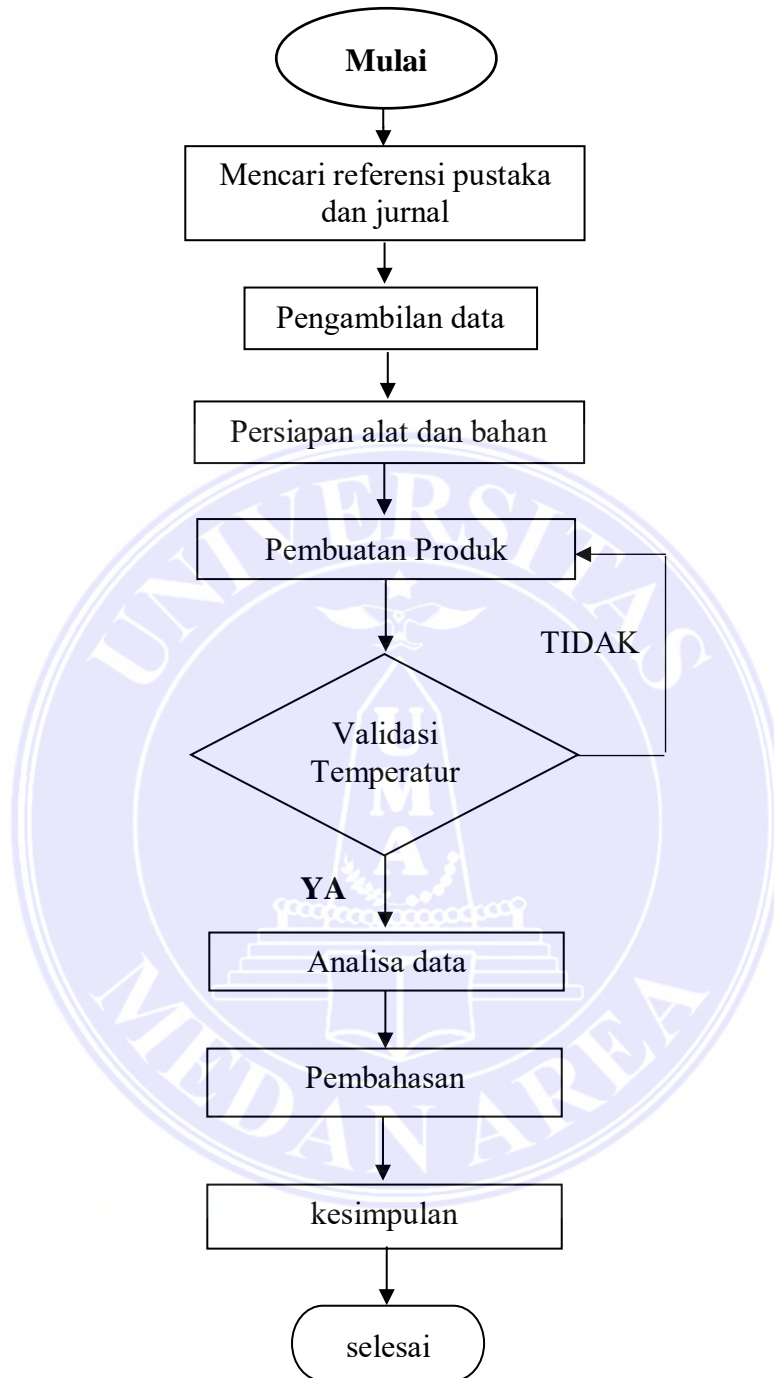
t = waktu injeksi (detik)

V = Volume Pengisian (cm^3)

ca = kapasitas alir mesin (cm^3/detik)



3.4 Diagram Alir



Gambar 3.7. Diagram Alir Analisis Proses Pembuatan Tutup Botol.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan Analisis Kualitas Produk Tutup Botol Model Ulir Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin Injection Molding maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- a. Suhu yang tepat dalam pembuatan tutup botol model ulir ialah 180°C memiliki titik lebur yang tepat dan memiliki kekuatan bahan yang tepat tidak rapuh dan memiliki cacat produk yang minim. Pada pengujian sebelumnya pada suhu 160°C kualitas produk yang kurang maksimal dimana cacat produk pada bentuk tutup botolnya yang tidak rata dan tidak rapi sedangkan pada pengujian selanjutnya menggunakan suhu 200°C memiliki kualitas produk yang rapuh dan mudah pecah dimana dalam pembukaan cetakan tutup botol model ulir produk tutup botolnya sudah retak.
- b. Pada pembuatan waktu sangat berpengaruh pada suhu temperatur pada injection molding dan kualitas bahan produk. Dimana waktu 53 menit kurang maksimal meleburnya bahan plastik sehingga tutup botol permukaannya kurang maksimal. Sedangkan pada waktu 56 menit titik lebur plastik mencapai titik lebur maksimal sehingga mendapat tutup botol yang maksimal. Pada waktu 60 menit memiliki titik lebur yang baik tapi mudah rapuh mengurangi kualitas kurang baik.

5.2 Saran

- a. Pada mesin injeksi molding perlu disempurnakan terlebih dibagian heater pemanas yang dimana heater terlalu lama panas dan panasnya tidak merata kesemua bagian, dan pada bagian sruew yang putaran sruew kurang sempurna pada bagian nozel dimana tembakan bahan kedalam cetakan sangatlah pelan mengakibatkan bahan tidak mencapai semua bagian cetakan.
- b. Pada penelitian selanjutnya plastik polipropylane harus memiliki campuran kalsium karbonat dan cairan pelumas pada cetakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiyar, Yulio, and Nurul Firmansyah. 2019. "Analisis Kecepatan Injection Moulding Terhadap Cacat Produk Tutup Botol 180 Ml." *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi* 2, no. 2: 17–22. <https://doi.org/10.31004/jutin.v2i2.448>.
- Cahyadi, Dadi. 2016. "Analisis Parameter Operasi Pada Proses Plastik Injection Molding Untuk Pengendalian Cacat Produk." *Sintek* 8, no. 2: 8–16.
- Firdaus Firdaus, Soejono Tjitro. 2002. "Studi Eksperimental Pengaruh Parameter Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan Pada ... (Firdaus, et Al.)." *Jurnal Teknik Mesin* 4, no. 2: 75–80. <http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/>.
- Material, Jurnal Rekayasa, and Manufaktur Energi. 2022. "FT-UMSU FT-UMSU" 5, no. 1: 39–45.
- Mawardi, Indra; Hasrin; Hanif; 2015. "Analisis Kualitas Produk Dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik Polypropylene (PP) Pada Proses Injection Molding." *Industrial Engineering Journal* 4, no. 2: 30–35.
- Okatama, Irvan. 2017. "Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik." *Jurnal Teknik Mesin* 5, no. 3: 20. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i3.1213>.
- Powerpack. 2022. "Tutup Botol Ulir," no. 0: 1–7.
- Prasanko, Andika Wahyu, Dwi Djumhariyanto, and Agus Triono. 2017. "ANALISIS PARAMETER INJECTION MOLDING TERHADAP WAKTU SIKLUS DAN CACAT FLASH PRODUK TUTUP BOTOL 180 ML MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI At Present Plastic Becomes Inseparable from Human Life Especially in the Food and Beverage Industry . One of the Methods Used I" 10, no. April: 45–50.
- Putra, Hijrah Purnama, and Yebi Yuriandala. 2010. "Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk Dan Jasa Kreatif." *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* 2, no. 1: 21–31. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol2.iss1.art3>.

Rimbakita. 2019. "Pengertian , Sejarah , Jenis , Bahan , Proses & Dampak
Pengertian Plastik Sejarah Plastik," 1–14.

