

**ANALISIS CETAKAN GELAS PLASTIK 200ml DENGAN
MATERIAL ALUMINIUM ALLOY 6061 UNTUK
PROSES *INJECTION MOULDING*
AKTUATOR PNEUMATIK**

SKRIPSI

**OLEH:
ANDRE NICOLAS SILITONGA
218130032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 30/7/26

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

Access From (repositori.uma.ac.id)30/7/26

HALAMAN JUDUL

ANALISIS CETAKAN GELAS PLASTIK 200ml DENGAN MATERIAL ALUMINIUM ALLOY 6061 UNTUK PROSES INJECTION MOULDING AKTUATOR PNEUMATIK

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

**OLEH:
ANDRE NICOLAS SILITONGA
218130032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Cetakan Gelas Plastik 200ml dengan Material
Aluminium Alloy 6061 untuk Proses *Injection*
Moulding Aktuator Pneumatik

Nama Mahasiswa : Andre Nicolas Silitonga

NIM : 218130032

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh Komisi
Pembimbing


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


(Dr. Chus Supriatno, ST, MT)
Dekan

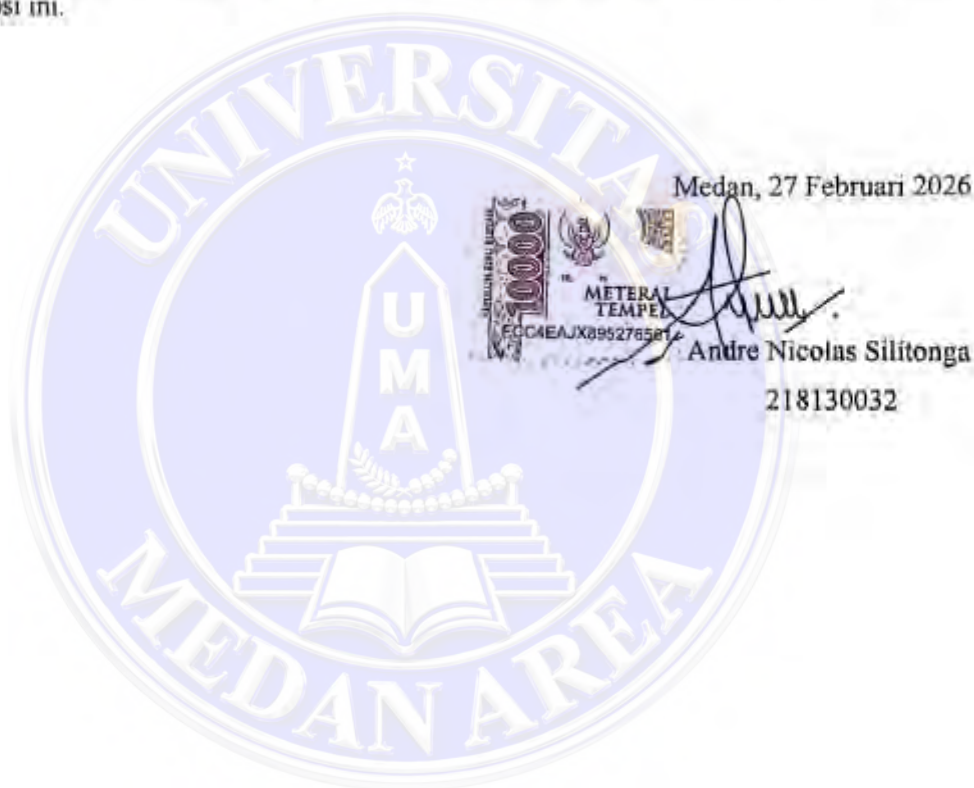

(D. Iswandi, ST, MT)
Ka. Prodi Teknik Mesin

Tanggal Lulus : 27 Februari 2026

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 dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



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 di bawah ini,

Nama : Andre Nicolas Silitonga

NPM : 218130032

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas *Royalti Noneksklusif (non-exclusive Royalti- Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Cetakan Gelas Plastik 200ml dengan Material Aluminium Alloy 6061 untuk Proses *Injection Moulding* Aktuator Pneumatik. 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 mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya.

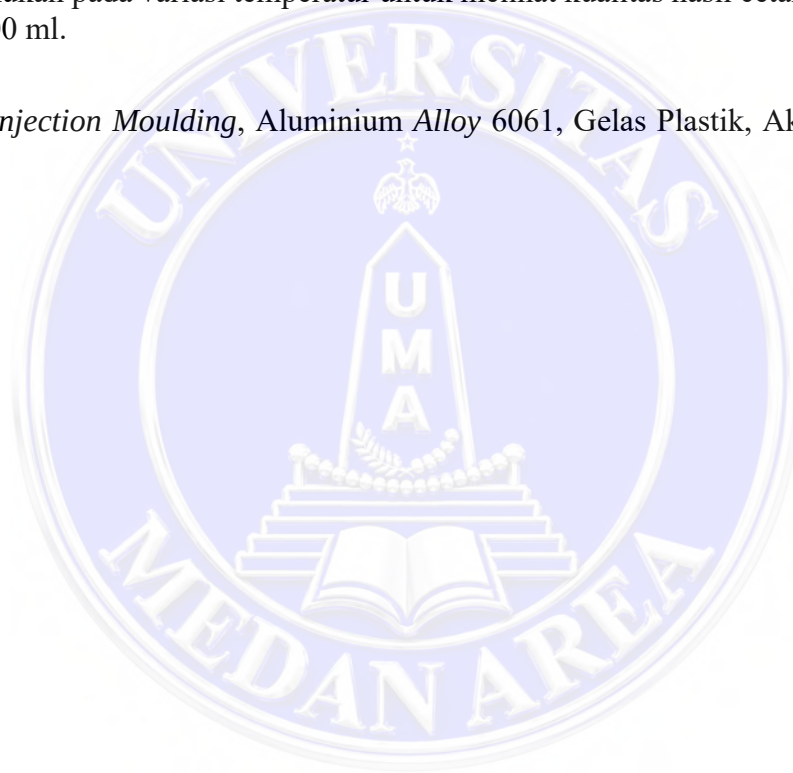
Medan, 27 Februari 2026


Andre Nicolas Silitonga
218130032

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh terjadinya peningkatan volume sampah plastik yang sulit terurai sehingga membutuhkan solusi dalam pengeolohannya dengan pembuatan produk yang bermanfaat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja cetakan Moulding gelas plastik berkapasitas 200ml dengan menggunakan material Aluminium Alloy 6061. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan pengumpulan data lapangan di Laboratorium Universitas Medan Area. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cetakan dengan dimensi 105 mm x 100 mm mampu menghasilkan produk gelas plastik yang presisi menggunakan bahan baku *Polypropylene* (PP). Pada pengujian fungsional, material Aluminium Alloy 6061 terbukti efektif dalam melepas panas dengan cepat sehingga mempersingkat waktu pendinginan. Analisis pada sistem saluran masuk menunjukkan diameter sebesar 9,5 mm sangat optimal untuk memastikan pengisian cairan plastik yang merata ke seluruh bagian *cavity*. Pengujian dilakukan pada variasi temperatur untuk melihat kualitas hasil cetakan produk berupa gelas plastik 200 ml.

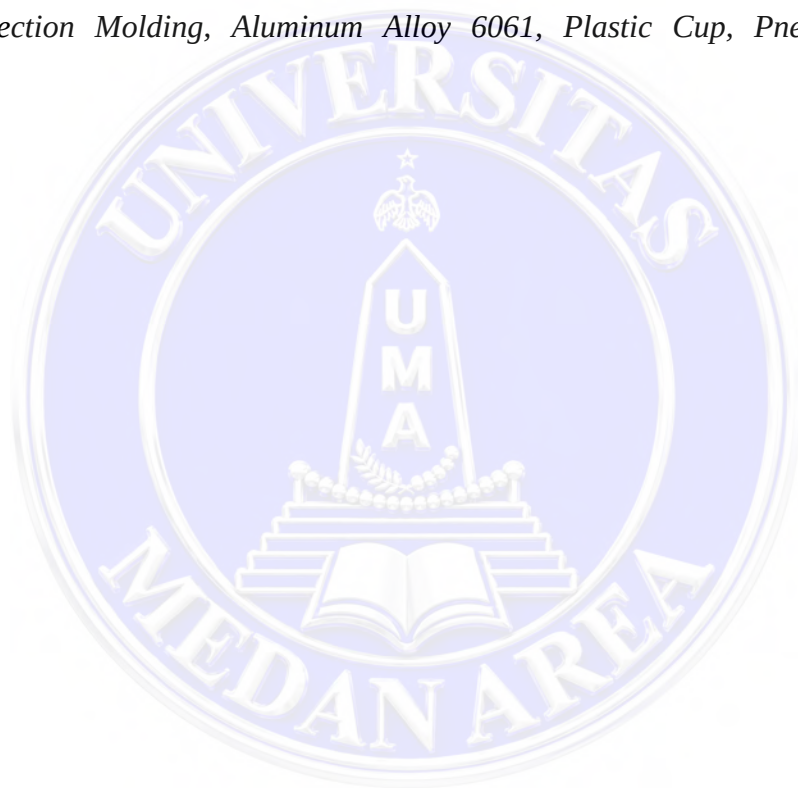
Kata kunci : *Injection Moulding*, Aluminium Alloy 6061, Gelas Plastik, Aktuator Pneumatik, *Polypropylene*.



ABSTRACT

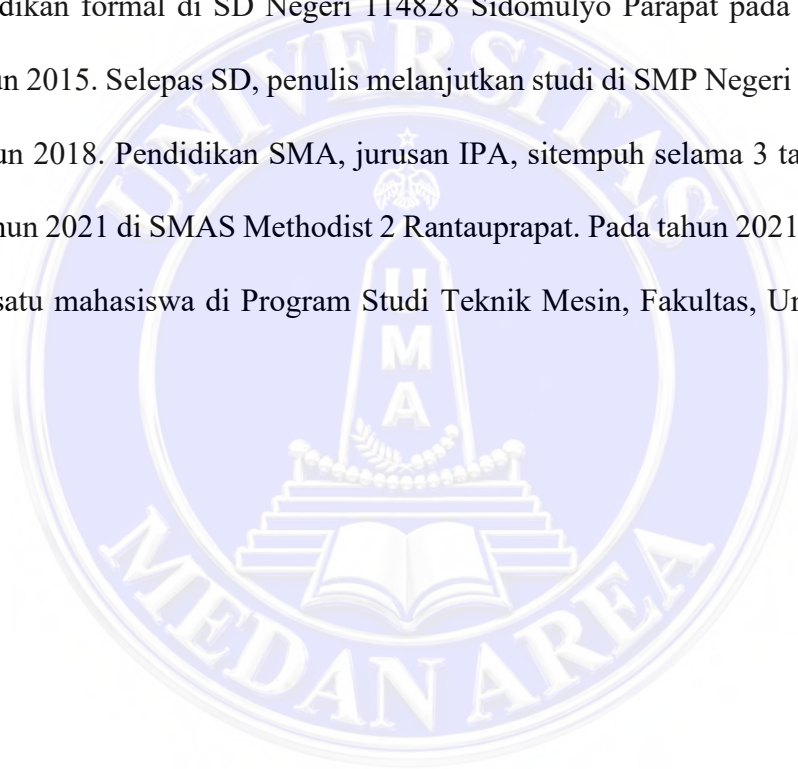
This research is motivated by the increasing volume of difficult-to-decompose plastic waste, necessitating solutions for processing it to create useful products. This study aims to analyze the performance of a 200ml plastic cup mold using Aluminum Alloy 6061. The method used in this study was a experiment and field data collection at the Medan Area University Laboratory. The results showed that a 105 mm x 100 mm mold is capable of producing precise plastic cups using Polypropylene (PP) as the raw material. In functional testing, Aluminum Alloy 6061 proved effective in rapidly dissipating heat, thereby shortening cooling time. Analysis of the inlet system showed that a diameter of 9.5 mm was optimal for ensuring even filling of the plastic liquid throughout the cavity. Testing was conducted at varying temperatures to assess the quality of the molded product, a 200ml plastic cup.

Keywords: Injection Molding, Aluminum Alloy 6061, Plastic Cup, Pneumatic Actuator, Polypropylene.



RIWAYAT HIDUP

Andre Nicolas Silitonga, penulis skripsi berjudul Analisis Cetakan Gelas Plastik 200ml dengan Material Aluminium Alloy 6061 untuk Proses *Injection Moulding* Aktuator Pneumatik. Lahir pada tanggal 17 Mei 2003 di Negeri Lama, Desa Sidomulyo, Kecamatan Bilah Hilir, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara. Penulis merupakan anak keempat dari empat (dari 4 bersaudara) dari pasangan Kores Silitonga (Ayah) dan Ronauli Br. Pakpahan (Ibu). Penulis memulai Pendidikan formal di SD Negeri 114828 Sidomulyo Parapat pada tahun 2009, dan tamat pada tahun 2015. Selepas SD, penulis melanjutkan studi di SMP Negeri 3 Bilah Hilir dan tamat pada tahun 2018. Pendidikan SMA, jurusan IPA, ditempuh selama 3 tahun mulai tahun 2019 hingga tahun 2021 di SMAS Methodist 2 Rantauprapat. Pada tahun 2021 penulis diterima menjadi salah satu mahasiswa di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas, Universitas Medan Area.



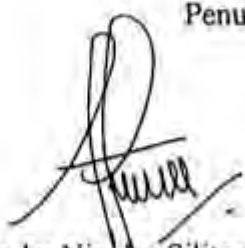
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah gelas dengan judul Analisis Cetakan Gelas Plastik 200 ml dengan Material Aluminium Alloy 6061 untuk Proses *Injection Moulding* Aktuator Pneumatik.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 2021 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga kepada ayah Kores Silitonga, ibu Ronauli Br Pakpahan, serta 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 terima kasih.

Penulis



Andre Nicolas Silitonga

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	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	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Mesin <i>Injection Moulding</i>	4
2.1.1 Proses <i>Injection Moulding</i>	11
2.1.2 Bagian-bagian <i>Injection Moulding</i>	13
2.2 Aluminium Alloy 6061	15
2.2.1 Aluminium Murni	15
2.2.2 Aluminium Tembaga Alloy (Al-Cu)	16
2.2.3 Aluminium Magnesium Alloy (Al-Mn)	16
2.2.4 Aluminium Seng Alloy (Al-Zn)	17
2.2.5 Aluminium Besi Alloy (Al-Fe)	17
2.3 Cetakan Gelas Plastik	18
2.3.1 Rongga Cetak (<i>cavity and core</i>)	18

2.3.2 Sistem Saluran	18
2.4 Plastik	19
2.4.1 <i>Thermoplastic</i>	21
2.4.2 <i>Polyethylene Terephthalate</i>	21
2.4.3 <i>Thermoset</i>	22
2.4 Teori Cacat.....	23
2.4 Literatur Polimer.....	25
2.4 Thermal dan Internal.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.1.1 Waktu.....	29
3.1.2 Tempat	29
3.2 Bahan Dan Alat	30
3.2.1 Bahan	30
3.2.2 Alat.....	31
3.3 Metode Penelitian	36
3.4 Proses Penelitian.....	36
3.4.1 Pengujian Temperatur Pembuatan Gelas Plastik.....	37
3.4.2 Diagram Alir Analisis Cetakan Gelas Plastik.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil	40
4.2 Pembahasan	41
4.2.1 Proses Pembuatan Gelas Plastik dengan Menggunakan <i>Injection Moulding</i> Vertical	41
4.2.2 Langkah-Langkah Pengujian Terhadap Cetakan.....	44
4.2.3 Hasil Pengujian Cetakan	45
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Simpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis Plastik Sesuai Dengan Titik Leleh	20
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian	29
Tabel 3. 2 Komposisi Kimia	35
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Suhu Aktual Barel.....	42
Tabel 4. 2 Hasil Aktual Analisis Temperatur Leleh	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Mesin <i>Injection Moulding</i>	5
Gambar 2. 2	Komponen-komponen dasar <i>Injection Moulding</i>	10
Gambar 2. 3	Aluminium Murni.....	15
Gambar 2. 4	Aluminium Tembaga Alloy (Al-Cu).....	16
Gambar 2. 5	Aluminium Magnesium Alloy (Al-Mn).....	16
Gambar 2. 6	Aluminium Seng Alloy (Al-Zn).....	17
Gambar 2. 7	Aluminium Besi Alloy (Al-Fe).....	17
Gambar 2. 8	Rongga Cetak (<i>Cavity and Core</i>)	18
Gambar 2. 9	Sistem Saluran	18
Gambar 2. 10	<i>Thermoplastic</i>	21
Gambar 2. 11	<i>Polyethylene Terephthalate</i>	21
Gambar 2. 12	<i>Thermoset</i>	22
Gambar 3. 1	Mesin <i>Injection Moulding</i>	30
Gambar 3. 2	Aluminium Batangan.....	31
Gambar 3. 3	Gelas Ukur.....	31
Gambar 3. 4	Panel Kontrol.....	32
Gambar 3. 5	Regulator	32
Gambar 3. 6	Jangka Sorong	33
Gambar 3. 7	Kompresor	33
Gambar 3. 8	<i>Stop Watch</i>	33
Gambar 3. 9	Diagram Alir Analisis Cetakan Gelas Plastik	39
Gambar 4. 1	(a) Tampak Atas	40
Gambar 4. 1	(b) Tampak Tengah	40
Gambar 4. 1	(c) Gabungan 2 Cetakan	40
Gambar 4. 2	Ukuran Cetakan	45
Gambar 4. 3	Hasil pengujian Temperatur 240°C	46
Gambar 4. 4	Hasil pengujian Temperatur 250°C	47
Gambar 4. 5	Hasil pengujian Temperatur 260°C	47

DAFTAR NOTASI

t = Waktu (s)

Ca = Kapasitas aliran Mesin (cm^3/detik)

A = Penampang nozzle (cm^2)

T_k = Waktu pendinginan

T_n = Waktu pemadatan

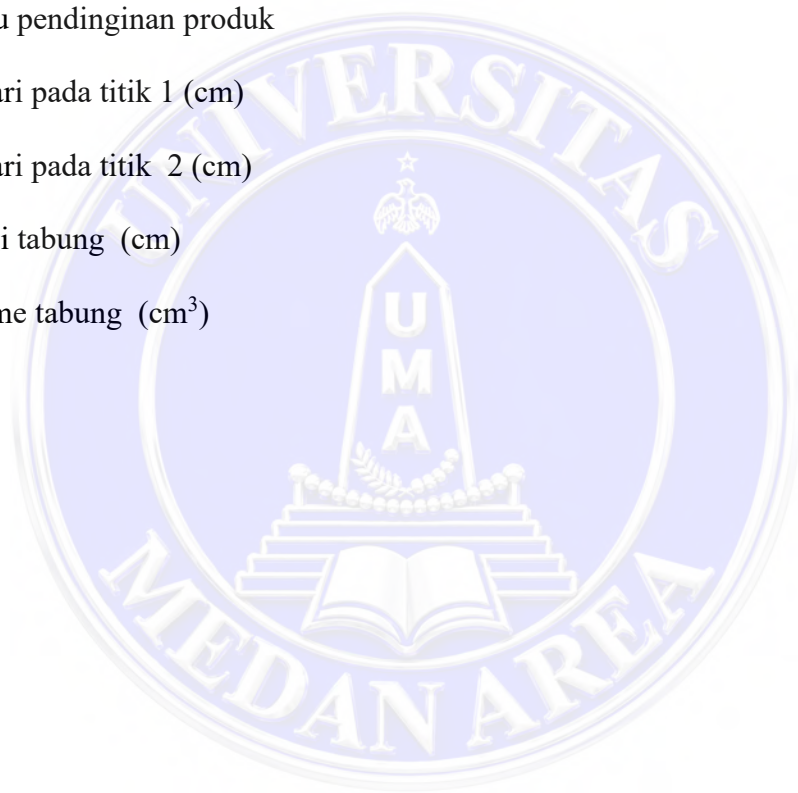
T_{ku} = Waktu pendinginan produk

r_1 = Jari-jari pada titik 1 (cm)

r_2 = Jari-jari pada titik 2 (cm)

h = Tinggi tabung (cm)

V = Volume tabung (cm^3)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan penggunaan bahan plastik ini mengakibatkan peningkatan produksi sampah plastik setiap tahun, seperti telah kita ketahui bersama bahwa plastik sangat sulit terurai dalam tanah, membutuhkan waktu bertahun-tahun dan ini akan menimbulkan permasalahan tersendiri dalam penanganannya. Cara mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan membuat mesin atau alat pembentukan dari limbah plastik. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk membentuk plastik, yaitu cetakan tiup (*blow molding*), cetakan alir (*extrusion molding*), cetakan tekan (*compression molding*), dan cetakan injeksi (*injection molding*) (Saifuddin, 2018).

Proses pembentukan plastik dengan cara *injection molding* yaitu dengan cara melelehkan material plastik kemudian diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan. Dalam pembuatan desain cetakan banyak sekali software-software yang mempermudah dalam merancang atau mendesain suatu produk mulai dari perencanaan sampai dengan proses produksi, seperti software CAD/CAM, *SolidWork*, *MoldFlow*, *Moldex3D*.

Proses desain cetakan harus disertai dengan banyak perhitungan dan analisis untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan pada proses produksi dan berpengaruh penting pada kualitas akhir produk. Kemudian menghitung waktu yang dihabiskan selama proses perancangan akan dapat menghemat biaya untuk penyesuaian tambahan ke dalam cetakan. Desain cetakan injeksi harus sesuai

dengan kebutuhan dan permintaan pasar serta persyaratan teknologi, dan data yang tertulis dalam gambar produk tentang informasi bahan dan jumlah produksi. Dalam pembuatan cetakan dapat digunakan *SolidWorks Plastics* agar cetakan injeksi lebih efektif dan dapat memprediksi potensi kegagalan pada tahap pengembangan produk. Perangkat ini bisa untuk perancangan komponen plastik serta produsen alat cetakan (Rosato dkk; 2000. p 24).

Pada penelitian sebelumnya peneliti merancang sebuah alat *mock-up* cetakan yang nantinya bisa membantu membuat produk yang berasal dari limbah plastik. Dalam penelitian ini penulis bermaksud mengubah limbah plastik menjadi produk gelas plastik, dengan menggunakan cetakan yang didesain berbentuk lingkaran yang berbahan aluminium. Dengan latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian skripsi dengan judul “**Analisis Cetakan Gelas Plastik 200ml dengan Material Aluminium Alloy 6061 untuk Proses Injection Moulding Aktuator Pneumatik**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana proses cetakan gelas plastik pada mesin *injection moulding* yang menghasilkan produk berupa gelas plastik ?
- b) Bagaimana hasil cetakan produk cair menjadi produk berupa gelas plastik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Untuk mengukur dan menganalisis cetakan *injection moulding* gelas plastik 200ml yang menggunakan material aluminium *alloy* 6061 melalui hasil cetakan.
- b) Menguji hasil cetakan dalam volume, bentuk serta dimensi.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah menganalisis dan membuat sebuah cetakan gelas plastik yang diterapkan pada mesin *injection moulding*, dengan memanfaatkan limbah plastik menjadi sebuah produk gelas plastik yang dapat digunakan kembali dan memiliki nilai jual.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Menghasilkan produk dari limbah plastik menjadi produk yg dapat digunakan kembali serta mengurangi limbah plastik
- b) Memberikan pengetahuan kepada peneliti dan pembaca proses pembuatan cetakan *injection moulding* dari bahan aluminium
- c) Dapat digunakan sebagai referensi lanjutan kepada peneliti berikutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin *Injection Molding*

Injection Molding merupakan tahap pembuatan plastik dimana cara kerjanya seperti pada penggunaan jarum suntik, yaitu lelehan plastik yang telah dilebur pada pemanas selanjutnya disuntikkan/diinjeksikan pada cetakan/wadah yang tertutup rapat kemudian dipanaskan sehingga meleleh dan mencair, *injection* yaitu plastik yang sudah cair akan diinjeksikan/dimasukkan kedalam cetakan yang tertutup rapat dan lelehan plastic akan memenuhi seluruh ruangan cetakan sesuai bentuk produk yang dikehendaki.

Cooling adalah proses mendinginkan material plastic dibuka dan tahap *ejection* yaitu tahap ketika cetakan yang berisi plastik dibuka dan mekanisme yang dipakai pada tahap ini yaitu mendorong/menekan plastic yang telah di dinginkan keluar dari cetakan (Anggun Angkasa, dkk, 2019). *Injecion Molding* adalah suatu teknik atau alat yang digunakan dalam pengolahan limbah plastik yang dimana proses ini yang paling menggunakan sedikit biaya. Oleh sebab itu penulis akan membuat cetakan gelas 200 ml yang menggunakan mesin *Injection Molding* yang pada umumnya cetakan ini masih banyak yang menggunakan metode manual. Mesin *Injection Moulding* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Adapun dengan menggunakan mesin *injection molding* model *vertical* memiliki keuntungan antara lain:

- a. Penghematan ruang, meggunakan mesin *injection molding vertical* dapat meminimalisir penggunaan ruang dibandingkan mesin model *horizontal*.

- b. Mesin *injection molding vertical* memungkinkan untuk pencetakan komponen gabungan sisipan atau plastic – logam.
- c. Dislokasi gravitasi dapat dihilangkan karena penyelarasan cetakan mesin model *vertical* didukung dalam mesin *vertical* dengan daya tahan lebih lama.

Bentuk-bentuk partikel yang sulit, besar dan jumlah *cavity* yang banyak serta



Gambar 2. 1 Mesin *Injection Molding*

runner yang panjang menyebabkan tuntutan temperatur yang tinggi atau naik
Injeksi molding mempunyai beberapa komponen dasar sebagai berikut:

- a. Kompresor

Kompresor adalah alat atau mesin yang berfungsi untuk memampatkan udara atau gas, sehingga tekanannya menjadi lebih tinggi dari tekanan awal. Karena proses pemampatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara lingkungan (1atm). Dasarnya fungsi dari kompresor ini adalah untuk mengambil udara yang ada diluar atau disekita mesin, kemudian akan diberi tekanan langsung Ketika berada didalam tabung yang selanjutnya akan dialirkan Kembali menjadi sebuah bentuk udara yang bertekanan.

b. Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik adalah salah satu perangkat mekanis atau akuator yang memanfaatkan udara dengan tekanan tinggi untuk menghasilkan kekuatan yang menggerakkan piston dengan Gerakan bolak-balik secara linier (Subhan M,2016). Silinder Pneumatik yang berfungsi sebagai pengubah energi potensial bertekanan yang berasal dari kompresor dan diubah menjadi energi kinetik melalui Gerakan yang dihasilkan.

c. Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik melalui *solenoida*, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, *solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang masukan dan lubang keluaran. Lubang masukan berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*. Lubang pembuangan berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke pneumatik, dan lubang pembuangan berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat plunger bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve pneumatic* bekerja. *Solenoid valve* adalah elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam fluidics. Tugas dari *solenoid valve* adalah untuk mematikan, *release, dose, distribute* atau *mix fluids*.

d. Hopper

Berfungsi untuk menempatkan material di mesin dan juga berfungsi sebagai *dehumidifier*.

e. *Barrel*

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

f. *Heater* atau *Band Heater*

Band heater disini juga menjadi komponen alat dalam pembuatan mesin *Injection Moulding*. *Band Heater* ialah sebuah komponen pemanas yang digunakan pada pengolahan plastik yang memiliki bentuk silinder atau tabung, band heater digunakan juga pada pemanas cetakan pada industri pengolahan karet. Pada umumnya diameter standart sebuah band heater yang dipakai industri yaitu Ø 25 mm hingga 500 mm. Daya yang digunakan *band heater* mulai 50 hingga 10.000 Watt yang dapat diaplikasikan pada mesin injeksi/ekstruder. *band heater* digunakan sebagai pemanas pada *plastic injection*, *extrusion barrels*, *nozzle blow moulders*, *holding tanks*, dan beberapa permukaan silinder atau pipa. (Anggun Angkasa, dkk, 2019).

g. *Thermocouple*

Thermocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor yang berbeda sehingga menimbulkan efek *thermoelectric*. Pada penggunaanya sensor termokopel membutuhkan sebuah modul sebagai pengolah sinyal. Fungsi dari *thermocouple* sendiri sebagai sensor suhu yang mengubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam (Mardiyah Noviyanti, Hufri, 2020).

h. *Air Filter Regulator*

Air filter regulator adalah peralatan yang berfungsi untuk menyaring dan mengatur aliran angin. Alat ini sering digunakan dalam system pneumatic untuk menjaga kualitas udara/angin dan juga untuk mencegah kerusakan pada peralatan pneumatik. Cara kerja *air filter regulator* sendiri adalah dengan mengumpulkan angin dari luar ruangan dan masuk melewati sebuah penyaring (*filter*). Kemudian angin yang sudah disaring dialihkan ke regulator, yang dimana akan mengatur alirannya agar sesuai dengan tekanan yang diinginkan.

i. *Pneumatic Fitting*

Pneumatic fitting berfungsi untuk menghubungkan berbagai elemen dalam system pneumatic, seperti pipa, selang, atau akuator. Ada dua jenis utama dari *pneumatic fitting* antara lain adalah *fitting* konektor dan *fitting* adaptor. *Fitting* konektor digunakan untuk menghubungkan pipa atau selang, sedangkan *fitting* adaptor digunakan untuk menghubungkan komponen lain seperti akuator atau sensor.

j. *Thermostat*

Thermostat adalah salah satu jenis sensor kotak yang menggunakan prinsip *electro magnetical*. *Thermostat* pada dasarnya terdiri dari dua jenis logam yang berbeda seperti nikel, tembaga, aluminium. Dari dua jenis logam tersebut kemudian ditempel sehingga membentuk *Bi-Metallic strip*. Bentuk tersebut akan bengkok jika mendapatkan suhu tertentu sehingga dapat memutuskan atau menyambungkan sirkuit (*on/off*).

k. Panel Listrik

Panel listrik adalah suatu susunan peralatan listrik atau komponen listrik yang dirangkai atau disusun sedemikian rupa didalam suatu papan control sehingga saling berkaitan dan membentuk fungsi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

1. Nozzle

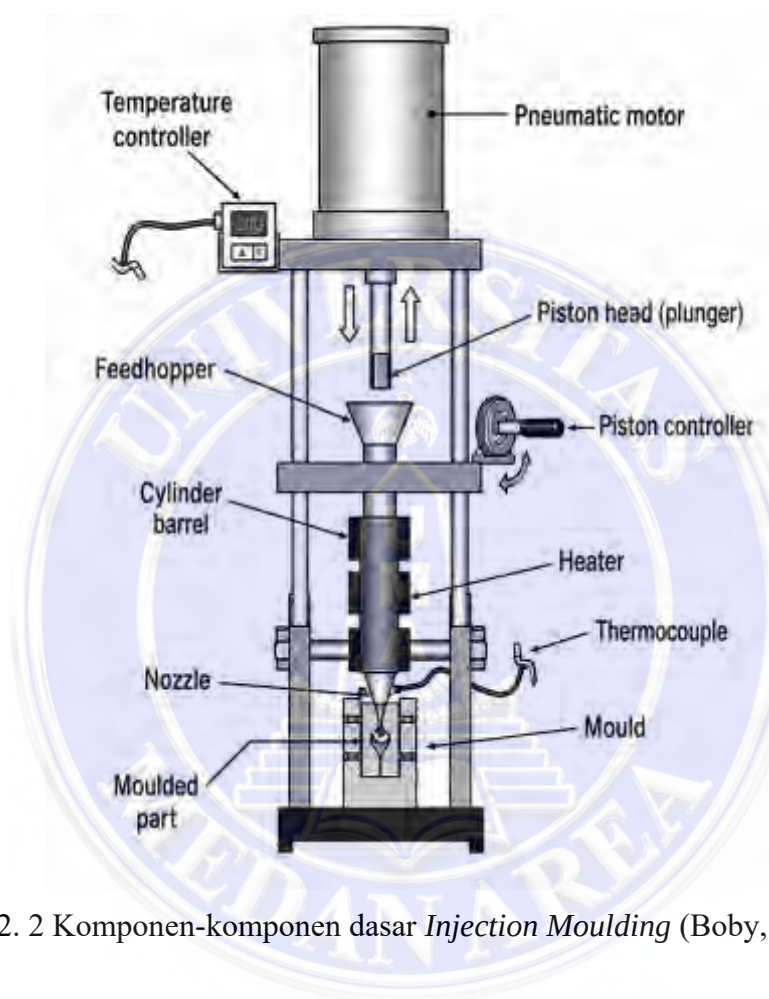
Nozzle merupakan bagian dari mesin yang berfungsi untuk menginjeksikan plastik ke dalam *mold* atau cetakan.



m. *Air Hose* (Selang Angin)

Selang udara berfungsi untuk menyalurkan udara pada bagian komponen-komponen pneumatik (Anhar Khalid dan H. Raihan, 2016).

Komponen-komponen *injection moulding* dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 Komponen-komponen dasar *Injection Moulding* (Boby, 2018)

2.1.1 Proses *Injection Molding*

Untuk memperoleh hasil terbaik dari proses *injection molding plastic* ada beberapa proses yang harus dilakukan antara lain:

a. *Melt Temperatur*

Langkah dimana batas temperature yang berbahan plastik mulai meleleh ketika diberikan energi panas.

b. *Pressure Limit*

Langkah berikut dimana batas tekanan udara juga perlu diberikan guna menggerakkan piston, yang dimana piston akan menekan bahan plastic yang telah dilelehkan. Saat tekanan terlalu rendah, maka bahan plastik kemungkinan tidak akan keluar atau terinjeksi kedalam cetakan. Tetapi saat tekanan tinggi akan mengakibatkan keluarnya bahan *plastic* dari dalam cetakan dan hal ini akan berakibat proses produksi menjadi tidak efisien.

c. *Holding Time*

Holding time sering juga disebut dengan waktu tahan, dimana saat waktu yang diukur dari saat temperatur leleh yang telah di atur telah tercapai hingga keseluruhan bahan plastik yang ada didalam tabung pemanas telah benar -benar meleleh semuanya.

d. *Holding Pressure*

Waktu penekanan dimana durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada piston yang mendorong plastik yang telah leleh. Dalam pengaturan waktu tekan ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa bahan plastic leleh benar – benar mengisi ke seluruh rongga cetak.

e. *Injection Rate*

Kecepatan injeksi adalah kecepatan lajunya bahan plastic yang telah meleleh keluar dari *nozzle* untuk mengisi rongga cetak. Untuk mesin injeksi tertentu kecepatan ini dapat terukur, tetapi mesin injeksi sederhana kadang tidak dilengkapi dengan pengukur kecepatan ini.

f. *Wall Thickness*

Ketebalan dinding yang berfungsi untuk menyangkut desain secara keseluruhan dari cetakan (*Molding*). Yang dimana semakin tebal dinding cetakan, semakin besar juga kemungkinan untuk terjadinya cacat *shrinkage*.

2.1.2 Bagian-bagian *Injection Molding*

a. *Plastic Injection System*

Fungsi utama dari *plastic injection system* adalah untuk melelehkan polimer sebelum “ditembakkan” ke cetakan dan dicetak sesuai kebutuhan. Di dalam sistem injeksi ini, terdapat pula sebuah *barrel* yang dilengkapi dengan baut untuk mencampur serta memanaskan polimer. Baut juga berperan sebagai “penekan” plastik yang sudah meleleh ke cetakan. Khusus untuk bagian cetakan, operator dapat mengganti cetakan ketika proses produksi selesai serta menggunakan cetakan baru sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Sistem injeksi plastik bekerja pada kecepatan yang konsisten dengan waktu tertentu. Jumlah material yang tepat untuk setiap proses diukur berdasarkan volume atau berat. Sementara plastik cair yang di injeksikan tidak boleh melebihi 80% dan kurang 20% dari kapasitas injektor.

b. *Clamping System*

Sistem clamping adalah bagian dari *injection molding* yang tak kalah penting. Fungsi utama dari *clamping system* adalah menutup cetakan dengan pelat bergerak serta menahannya agar tetap tertutup di bawah tekanan selama injeksi dan pendinginan. Jika hasil cetakan sudah selesai, maka *clamp* akan terbuka.

c. *Ejecting Unit*

Bagian *ejecting unit* akan mengeluarkan plastik yang sudah selesai dicetak dari cetakan dan mengeluarkan bagian cetakan dari rongga pada akhir siklus pencetakan. Pada bagian *ejection unit* ini pula terdapat *ejection pin* atau bisa juga berbentuk plat serta *sleeve* yang berfungsi untuk menekan dan melepaskan plastik dari cetakan ketika cetakan sudah terbuka.

d. *Electric Hydraulic Control System*

Sistem pengontrolan *hydraulic eclectic* dapat dipasang di selungkup secara terpisah atau berada pada di mesin. Penempatan lokasi komponen *hydraulic* dan motor listrik tergantung pada masing-masing mesin. Panel kontrol manual dipasang pada alat berat untuk kenyamanan operator sementara pemasangan kontrol *hydraulic* dipasang untuk kenyamanan dalam proses pemipaan.



2.2 Aluminium Alloy 6061

Aluminium 6061 adalah paduan penguatan presipitasi, artinya diperkuat selama proses perlakuan panas yang melibatkan pencairan partikel dalam struktur butiran logam, menghambat gerak dan secara efektif meningkatkan kekuatan dan daya tahan. Di antara elemen-elemen paduan utamanya adalah silikon dan magnesium, selain unsur-unsur seperti besi, tembaga, dan seng. Dikembangkan pada tahun 1935, aluminium 6061 adalah salah satu opsi paduan aluminium yang paling fleksibel. Ini karena dapat dibuat oleh banyak teknik yang paling sering digunakan, menawarkan kemampuan kerja yang baik dan berbagai sifat mekanik. Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekakuan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Zn, Ni dan sebagainya. Jenis-jenis aluminium adalah sebagai berikut.

2.2.1 Aluminium Murni

Aluminium murni pada Gambar 2.3 di bawah merupakan logam yang mempunyai karakter ringan, lunak, ringan, kuat, dan mudah dibentuk. Adapun mengenai tingkat kemurnian aluminium yang dimilikinya mencapai 99,0% dan 99,9%, sedangkan tingkat kekuatan tensilnya mencapai 90 Mpa.



Gambar 2. 3 Aluminium Murni

2.2.2 Aluminium Tembaga Alloy (Al-Cu)

Dari namanya saja sudah jelas, yang mana ia merupakan perpaduan antara aluminium dengan tembaga sehingga memiliki tekstur keras dan kuat. Bahkan yang lebih hebatnya lagi, aluminium tembaga *alloy* pada Gambar 2.4 di bawah ini mampu menyamai sifat dari baja lunak.



Gambar 2. 4 Aluminium Tembaga Alloy (Al-Cu)

2.2.3 Aluminium Magnesium Alloy (Al-Mn)

Inilah salah satu jenis aluminium yang tahan terhadap korosi. Ya, sebab materialnya terbuat dari aluminium seri 5000 yang memiliki daya tahan terhadap korosi. Tak hanya itu, terdapat juga kandungan magnesium yang membuatnya mampu bekerja dengan baik meski berada di temperatur yang sangat rendah. Karena sifat tersebutlah yang membuat aluminium magnesium *alloy* pada Gambar 2.5 sering digunakan untuk tangki penyimpanan gas alam maupun konstruksi skala berat.



Gambar 2. 5 Aluminium Magnesium Alloy (Al-Mn)

2.2.4 Aluminium Seng Alloy (Al-Zn)

Menurut informasi yang didapat, aluminium seng *alloy* pada Gambar 2.6 memiliki tingkat kekuatan yang paling tinggi diantara jenis aluminium lainnya. Hal itu bukan tanpa alasan, karena materialnya terbuat dari gabungan aluminium seri 7000 yang diberi tambahan Mg, Cu, dan Cr. Sehingga tak heran jika aluminium seng *alloy* selalu diandalkan untuk pembuatan sayap dan bodi pesawat terbang.



Gambar 2. 6 Aluminium Seng Alloy (Al-Zn)

2.2.5 Aluminium Besi Alloy (Al-Fe)

Komposisi pada aluminium yang satu ini terdiri dari kandungan besi, sehingga wajar saja jika tingkat kekuatan tensilnya dapat menurun secara signifikan. Meski demikian, tingkat kekerasan pada aluminium besi *alloy* pada Gambar 2.7 ini terbilang cukup baik.



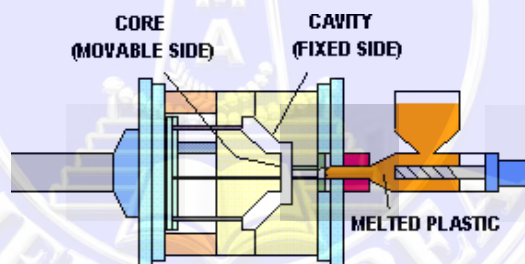
Gambar 2. 7 Aluminium Besi Alloy (Al-Fe)

2.3 Cetakan Gelas Plastik

Cetakan plastik adalah sebuah rongga cetak yang dibuat menyerupai bentuk produk yang akan dicetak dan memiliki beberapa saluran masuk untuk mengalirkan plastik kedalam rongga cetak. Cetakan plastik yang akan dibahas adalah cetakan *injection molding*. Cetakan jenis *injection* memiliki beberapa jenis cetakan dan didalam cetakan tersebut terdapat beberapa sistem saluran.

2.3.1 Rongga Cetak (*cavity and core*)

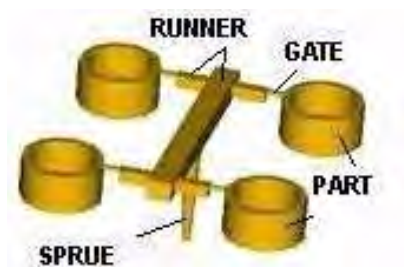
Cetakan terbentuk atas dua bagian utama yaitu *core* dan *cavity*. Dalam cetakan *injection molding* keduanya tidak dapat dipisahkan dan menjadi satu kesatuan, karena gabungan dari *core* dan *cavity* ini yang akan membentuk produk sesuai dengan yang diinginkan. Gambar *core* dan *cavity* dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2. 8 Rongga Cetak (*Cavity and Core*)

2.3.2 Sistem Saluran

Dalam cetakan *injection* terdapat beberapa bagian sistem saluran yang sangat penting dan selalu ada dalam sebuah cetakan, yaitu *sprue*, *runner*, dan *gate* pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Sistem Saluran

2.4 Plastik

Plastik merupakan polimer, molekul yang sangat besar yang terdiri atas unit-unit kecil yang disebut monomer yang bergabung bersama dalam sebuah rantai melalui proses yang disebut polimerisasi. Polimer umumnya mengandung karbon dan hidrogen namun terkadang terdapat unsur lain seperti oksigen, nitrogen, klorin atau *fluor*. Selain polimer, plastik juga membutuhkan bahan tambahan lain dalam proses produksinya, *United Nations Environmental Programme* (2009).

Plastik merupakan material yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Plastik telah banyak digunakan untuk membuat produk atau barang-barang yang berguna bagi kehidupan manusia. Sejak abad ke-20, penggunaan plastik telah berkembang secara luar biasa. Pada kemasan yang terbuat dari plastik, biasanya ditemukan simbol atau logo daur ulang yang berbentuk segi tiga dengan kode-kode tertentu. Kode ini dikeluarkan oleh *The Society of Plastik Industri* pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*International Organization for Standardization*). Secara umum tanda pengenal plastik tersebut (Charles A. Harper, A John Wiley & Sons, 2003). Berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, Adapun jenis-jenis plastik sesuai dengan titik leleh yang berbeda terlihat pada Tabel 2.1.

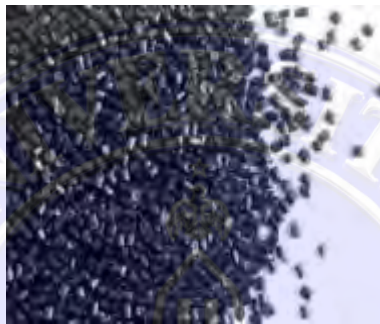
Tabel 2. 1 Jenis- Jenis Plastik Sesuai dengan Titik Leleh

Jenis Plastik	Titik Leleh
<i>Polietilen Tereftalat (PET)</i>	250 – 255
<i>Polietilen densitas tinggi (HDPE)</i>	130 – 149
<i>Polivinil Klorida (PVC)</i>	100 – 260
<i>Polietilen densitas rendah (LDPE)</i>	110 – 120
<i>Polipropilena (PP)</i>	160 – 165
<i>Polistirena (PS)</i>	210– 249



2.4.1 *Thermoplastic*

Thermoplastic pada Gambar 2.10 merupakan jenis plastik yang meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat *reversible* (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila didinginkan). Contoh: *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Poliviniclorida* (PVC), *Polistirena* (PS).



Gambar 2. 10 *Thermoplastic*

2.4.2 *Polyethylene Terephthalate*

Semakin lama sebuah cairan berada di dalam kemasan yang terbuat dari bahan PET pada Gambar 2.11, semakin besar potensinya untuk mengaktifkan antimony. Suhu panas di dalam mobil, garasi, dan lemari penyimpanan tertutup juga bisa meningkatkan kemungkinan terlepasnya zat berbahaya tersebut.



Gambar 2. 11 *Polyethylene Terephthalate*

2.4. 3 *Thermoset*

Thermoset merupakan jenis plastik yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak *reversible*) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. (Surono et al., 2016) Pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. Karena sifat *thermoset* yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel. Adapun gambar *thermoset* dapat dilihat pada Gambar 2.12 di bawah ini.



Gambar 2. 12 *Thermoset*

2.5 Teori Cacat

Cacat (*defect*) adalah ketidaksempurnaan atau penyimpangan pada produk hasil proses manufaktur yang menyebabkan produk tidak memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Dalam proses injection molding, cacat sering terjadi akibat ketidaksesuaian parameter proses, sifat material, maupun desain cetakan. Menurut Ilmu Material, cacat pada material dapat terjadi karena faktor internal (struktur material) dan faktor eksternal (proses manufaktur). Produk plastik yang dihasilkan melalui *injection moulding* juga berpotensi atau cacat produk. (Muhammad Arif, et al., 2024)

Berikut beberapa jenis cacat yang umum terjadi pada produk polimer:

1. Tanda Ambles (Cekungan)

Cacat berupa lekukan pada permukaan produk akibat penyusutan material yang tidak merata saat pendinginan.

Penyebab:

- a. Pendinginan tidak merata
- b. Ketebalan produk terlalu besar
- c. Temperatur cetakan terlalu tinggi

2. Melengkung

Cacat berupa perubahan bentuk (melengkung/tidak rata) akibat distribusi suhu yang tidak seragam.

Penyebab:

- a. Perbedaan laju pemanasan
- b. Tegangan sisa dalam material
- c. Desain produk tidak simetris

3. Tembakan Jarak Pendek

Produk tidak terisi penuh karena material tidak mengisi seluruh rongga cetakan.

Penyebab:

- a. Tekanan rendah
- b. Suhu material rendah
- c. Aliran material terhambat

4. Kilat (*Burr*)

Bahan keluar dari celah cetakan sehingga terbentuk kelebihan tipis pada produk.

Penyebab:

- a. Tekanan terlalu tinggi
- b. Cetakan tidak rapat
- c. Cetakan Keausan

Hubungan Thermal dan Cacat Produk

Aspek thermal sangat berpengaruh terhadap terbentuknya cacat. Distribusi suhu yang tidak merata dapat menyebabkan:

- a. penyusutan tidak seragam → *warp*
- b. kecepatan lambat → tanda tenggelam
- c. aliran tidak sempurna → pukulan pendek

Semakin baik kontrol suhu dalam proses *injection moulding*, maka kualitas produk akan semakin baik dan cacat dapat diminimalkan.

Upaya Mengurangi Cacat

Beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan cacat:

1. Mengatur suhu bahan dan cetakan secara optimal
2. Menyesuaikan tekanan dan kecepatan injeksi
3. Mendesain produk dengan ketebalan seragam
4. Menggunakan sistem pendingin yang efisien
5. Mengeringkan materi sebelum proses

2.6 Literatur Polimer

Polimer adalah senyawa makromolekul yang terbentuk dari penggabungan unit-unit kecil yang disebut monomer melalui reaksi kimia. Kata polimer berasal dari bahasa Yunani, yaitu *poli* (banyak) dan *meros* (bagian). Menurut Herman F. Mark, polimer merupakan molekul besar yang memiliki struktur berulang dan dapat memiliki sifat fisik serta mekanik yang sangat beragam tergantung pada jenis dan susunan monomernya. Dengan polimer yang meluas, tidak hanya sifat makro yang dapat ditingkatkan tetapi juga perilaku mikroskopis harus dieksplorasi pada tingkat yang dalam. (Pratama dan Setiawan, 2022) Polimer banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan industri, seperti:

- a. plastik
- b. karet
- c. serat sintetis
- d. bahan komposit

Polimer yang digunakan dalam *injection moulding* umumnya adalah jenis termoplastik karena dapat dilelehkan dan dibentuk ulang. Karakteristik polimer untuk cetakan injeksi:

- a. viskositas rendah saat cair
- b. stabil terhadap panas
- c. mudah mengalir dalam cetakan

Proses ini melibatkan:

- a. pemanasan polimer hingga meleleh
- b. penyusup ke dalam cetakan
- c. Pertimbangan hingga penyembahan

Sifat termal sangat penting dalam menentukan keberhasilan proses pembentukan polimer. Beberapa parameter termal:

- a. konduktivitas termal
- b. kapasitas panas
- c. difusivitas termal

Perpindahan panas dalam polimer umumnya rendah karena sifatnya sebagai isolator, sehingga proses pendinginan memerlukan waktu yang cukup lama. Beberapa penelitian terkait polimer menunjukkan bahwa:

1. Struktur rantai polimer berpengaruh terhadap kekuatan dan pembekuan material.
2. Temperatur proses sangat mempengaruhi kualitas produk hasil *injection moulding*.
3. Sifat termal polimer menentukan kecepatan dan efisiensi produksi.

Polimer memiliki sifat fisik, mekanik, dan termal yang dipengaruhi oleh struktur molekulnya. Dalam proses manufaktur seperti *injection moulding*, pemahaman terhadap sifat-sifat ini sangat penting untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Dengan memahami hubungan antara:

- a. struktur polimer
- b. sifat termal
- c. proses pembentukan

2.7 Thermal dan Internal

Dalam bidang teknik, khususnya teknik mesin, termal atau termal berkaitan dengan panas dan perpindahan panas (perpindahan panas) yang terjadi pada suatu sistem. Perpindahan panas merupakan proses perpindahan energi akibat perbedaan suhu dari suatu daerah ke daerah lainnya. Pada proses *injection moulding*, aspek thermal sangat penting terutama pada proses pemanasan bahan plastik, aliran material cair, dan proses pendinginan dalam cetakan (*mold*). (Rosato et al., 2000)

Menurut Yunus A. Çengel , perpindahan panas dapat terjadi melalui tiga mekanisme utama, yaitu:

1. Konduksi → perpindahan panas melalui medium padat tanpa perpindahan partikel
2. Konveksi → perpindahan panas melalui fluida (cair/gas)
3. Radiasi → perpindahan panas tanpa media perantara

Pada proses *injection moulding*, aspek thermal sangat penting terutama pada:

- a. proses pemanasan bahan plastik
- b. proses aliran material cair
- c. proses pendinginan dalam cetakan (cetakan)

Energi internal adalah energi total yang tersimpan dalam suatu sistem akibat gerakan molekul dan interaksi antar partikel. Energi ini meliputi energi kinetik dan energi potensial mikroskopik. Dalam proses manufaktur seperti injection molding, energi internal berubah akibat:

- a. bahan pemanasan (penambahan kalor)
- b. tekanan selama penyucian
- c. Penurunan dalam cetakan

Injection moulding adalah proses manufaktur untuk membentuk produk plastik dengan cara melelehkan material kemudian menghabiskannya ke dalam cetakan (*mold*). Menurut Saifuddin , tahapan utama proses *injection moulding* meliputi:

1. Penjepitan → pelemparan cetakan
2. Injeksi → penyuntikan bahan cair
3. Pendinginan → mendinginkan bahan dalam cetakan
4. Ejeksi → pengeluaran produk

Tahap pendinginan merupakan tahap paling kritis karena sangat dipengaruhi oleh suhu distribusi. Perpindahan panas dalam proses *injection moulding* terjadi dari material plastik panas ke cetakan yang memiliki suhu lebih rendah. Termal dan energi internal memiliki hubungan yang sangat erat dalam sistem termodinamika. Ketika suatu sistem menerima kalor, maka energi internalnya akan meningkat. Sebaliknya, saat sistem melepaskan panas, energi internal akan menurun. Dalam pencetakan injeksi:

- a. saat pemanasan → energi internal meningkat
- b. saat pendinginan → energi internal menurun
- c. perubahan ini mempengaruhi sifat mekanik produk

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Penelitian dilakukan pada jangka waktu yang ditentukan pada tanggal dan pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai. Adapun jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1. Waktu Penelitian di bawah ini.

Tabel 3. 1 Waktu Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	2025-2026						
		Des 2024	Jan 2025	Feb 2025	Apr 2025	Mei 2025	Juli 2025	Feb 2026
1.	Pengajuan Judul Skripsi							
2.	Penulisan Proposal							
3.	Seminar Proposal							
4.	Proses Pembuatan Alat							
5.	Pengolahan Data							
6.	Penyelesaian Laporan							
7.	Seminar Hasil							
8.	Sidang Meja Hijau							

3.1.2 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Medan Area yang berada di Jalan Kolam Pancing Kab. Deli Serdang, Kec. Medan Tembung, Sumatera Utara.

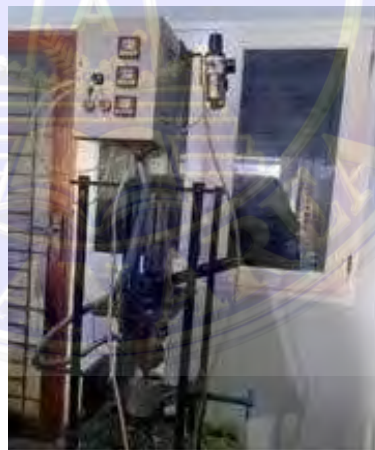
3.2 Bahan Dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan cetakan gelas plastik pada mesin *injection molding* ini yaitu:

a. Mesin *Injection Molding*

Injection Molding pada Gambar 3.1 digunakan pada tahap pembuatan plastik dimana cara kerjanya seperti pada penggunaan jarum suntik, yaitu lelehan plastik yang telah dilebur pada pemanas selanjutnya disuntikkan/diinjeksikan pada cetakan/wadah yang tertutup rapat untuk melihat Efisiensi cetakan yang sudah di desain dalam mencetak gelas plastic yang diharapkan.



Gambar 3. 1 mesin *Injection Molding*

b. Aluminium Batangan

Bahan utama pembuatan cetakan gelas plastik adalah aluminium murni pada Gambar 3.2 merupakan logam yang mempunyai sifat ringan, lunak, kokoh, dan mudah dibentuk. Tingkat kemurnian aluminium mencapai 99,0% dan 99,9%, dan tingkat kekuatan tensilnya mencapai 90 Mpa.



Gambar 3. 2 Aluminium Batangan

c. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur volume suatu bahan padat atau cair sehingga kita dapat mengetahui ukuran volume yang sedang di butuhkan untuk membuat sebuah produk. Dapat dilihat pada Gambar 3.3. berikut.



Gambar 3. 3 Gelas Ukur

3.2.2 Alat

a. Panel Kontrol

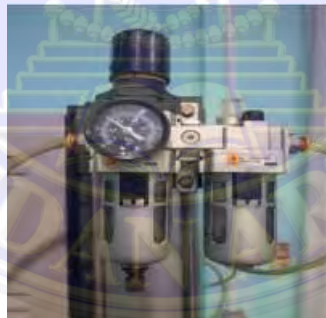
Panel kontrol adalah alat yang digunakan untuk mengatur suhu pada baret saat pelaksanaan pengujian temperatur pada bahan plastik yang dilelehkan dapat dilihat Gambar 3.4. di bawah ini:



Gambar 3. 4 Panel Kontrol

b. Regulator

Regulator adalah alat yang berfungsi untuk mengatur udara yang masuk kedalam mesin injection molding vertical sehingga tekanan tidak terlalu besar dan tidak merusak komponen komponen pneumatik dapat dilihat pada Gambar 3.5. di bawah ini:



Gambar 3. 5 Regulator

c. Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur dimensi suatu benda dengan ketelitian tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 3.6. berikut.



Gambar 3. 6 Jangka sorong

d. Kompresor

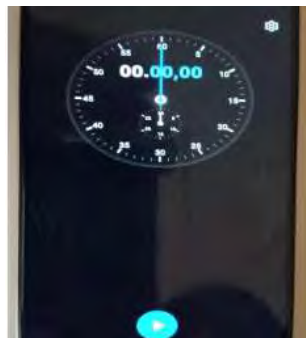
Kompresor adalah alat yang berpungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. kompresor digunakan untuk menggerakkan silinder pneumatik. Dapat di lihat pada Gambar 3.7. berikut ini.



Gambar 3. 7 Kompresor

e. Stop Watch

Stop watch adalah alat yang digunakan untuk menghitung waktu berdasarkan lama pemakaian yang diperlukan pada saat pengujian injection molding vertikal dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Stop Watch

f. Karakteristik mekanik aluminium *alloy* 6061

Dalam karakteristik aluminium *alloy* 6061 terdapat kekuatan serta ketahanan korosi pada material tersebut.

a. Kekuatan

Aluminium 6061 memiliki kekuatan sedang hingga tinggi, yang dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas. Kekuatan tarik tipikal untuk 6061-T6 adalah sekitar 42.000 psi (290 MPa) dan kekuatan luluh sekitar 35.000 psi (241 MPa). Kekuatan luluh adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan material sebelum mengalami deformasi permanen, sedangkan kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan sebelum material putus. Kekuatan luluh dan tarik juga bervariasi tergantung pada ketebalan material dan kondisi temper (perlakuan panas). Aluminium seri 6061, merupakan jenis paduan aluminium yang dapat diperlaku panaskan (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

b. Ketahanan Korosi

Aluminium 6061 memiliki ketahanan korosi yang baik karena kemampuannya membentuk lapisan oksida pelindung di permukaannya. Lapisan oksida ini melindungi material dari korosi lebih lanjut, terutama di lingkungan yang lembab atau terpapar air laut. Aluminium seri 6061 adalah salah satu jenis material yang banyak penerapannya pada industri maju karena memiliki keunggulan dari bagian sisi yaitu seperti kemampuan permesinan yang baik, penyelesaian permukaan sempurna, kekuatan yang tinggi dan ringan, serta tahan terhadap korosi (Husaini, 2006).

g. Komposisi Kimia

Tabel 3. 2 Komposisi Kimia

Elemen	Konten(%)
Aluminium, Al	95.8 – 98.6
Magnesium, Mg	0.80 – 1.2
Besi, Fe	≤ 0.70
Mangan, Mn	≤ 0.15
Silikon, Si	0.40 – 0.80
Kromium, Cr	0.04 – 0.35
Seng, Zn	≤ 0.25
Tembaga, Cu	$\leq 0.15 - 0.40$
Titanium, Ti	≤ 0.15

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengumpulan data atau kelengkapan pada subjek penelitian sebagai metode penelitiannya, setelah data selesai dikumpulkan, maka akan dapat disimpulkan langkah selanjutnya dalam pembuatan alat uji.

3.4 Proses Penelitian

Proses yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Mencari informasi dari buku dan jurnal sebagai pembelajaran.
- b. Literatur dan melakukan diskusi dengan pembimbing.
- c. Persiapan alat dan bahan memilih dan mencari bahan apa saja yang digunakan dan membelinya.
- d. Melakukan pembuatan cetakan gelas plastik untuk mesin *injection molding*.
- e. Menganalisa hasil cetakan, melakukan pembahasan hasil cetakan

3.4.1 Pengujian Temperatur Pembuatan Gelas Plastik

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

$$t = v / Ca \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

t = waktu injeksi (detik)

v = Volume pengisian (cm^3)

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

Penghitungan *injection speed* dimana disini akan menghitung kecepatan alir mater yang dibutuhkan untuk mengalir material kedalam rongga cetakan. Dengan rumus perhitungan.

dimana:

V	=	kecepatan alir material (cm/detik)
Ca	=	Kapasitas alir mesin (cm^3/detik)
A	=	Penampang <i>nozzel</i> (cm^2)

Dan adapun penghitungan pendinginan disini menghitung waktu yang diperlukan untuk mendinginkan cetakan untuk mengeluarkan produk dari cetakan yang sudah siap diinjeksi. Dengan rumus perhitungan

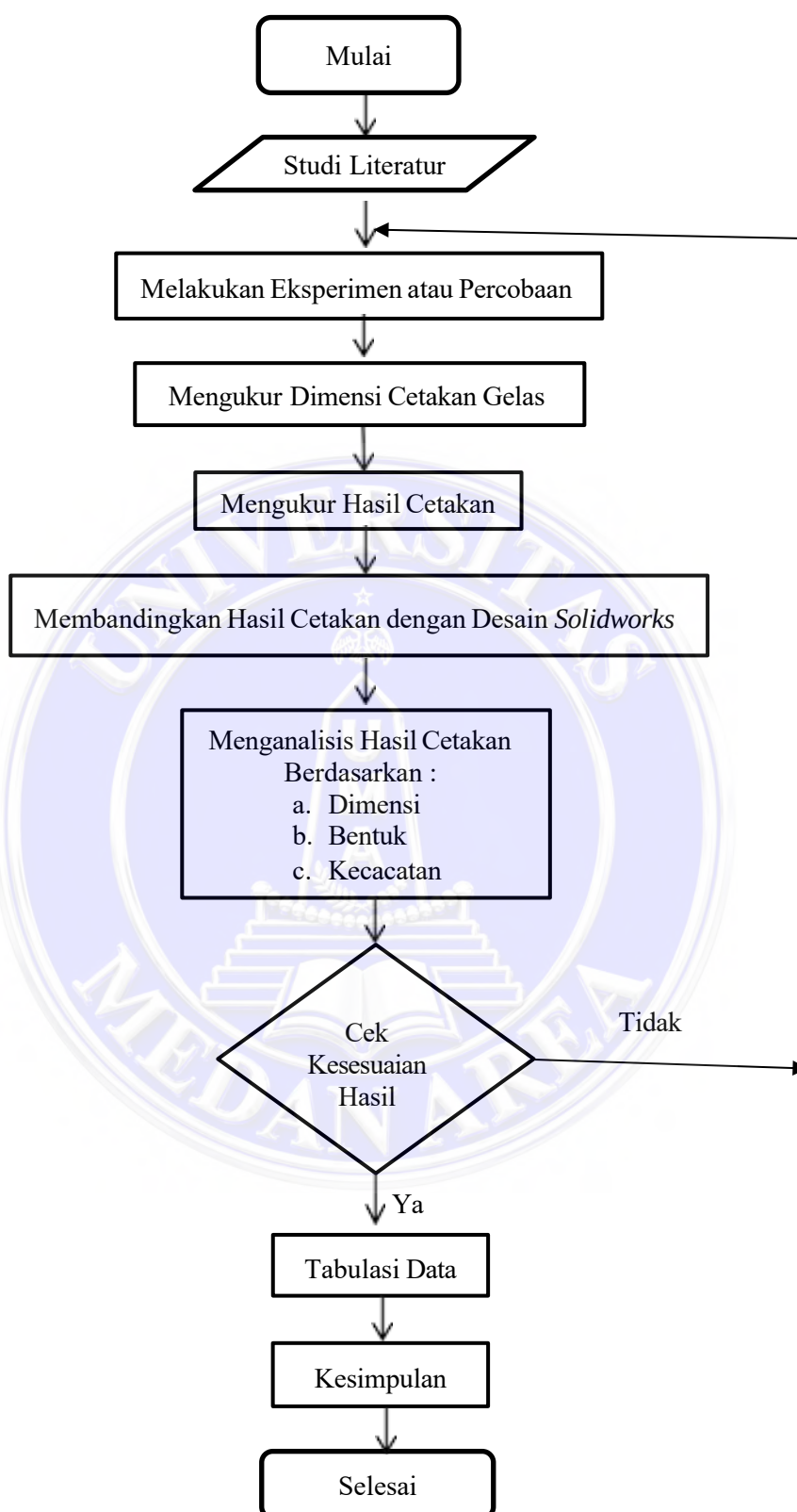
dimana:

T_k	=	$T_n + T_{ku}$
T_k	=	Waktu pendinginan
T_n	=	Waktu Pemadatan
T_{ku}	=	Waktu Pendinginan Produk

3.4.2 Diagram Alir Analisis Cetakan Gelas Plastik

Diagram alir adalah gambaran utama yang menjadi dasar kinerja. Sama halnya dengan desain dan penelitian, diperlukan *flowchart* yang dirancang untuk memudahkan implementasi proses desain. Diagram alir Analisis cetakan gelas pada mesin *injection moulding* secara umum dapat ditunjukkan pada Gambar 3.9.





Gambar 3. 9 Diagram Alir Analisis Cetakan Gelas Plastik

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis kualitas produk gelas plastik dengan parameter temperatur pada mesin *Injection Molding Vertikal* maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- a. Proses cetakan gelas plastik dibutuhkan suhu sebesar 250°C yang memiliki titik leleh yang tepat untuk kekuatan PP: 40%, dan ABS sebesar : 60% menghasilkan cetakan yg cukup kuat tanpa cacat.
- b. Hasil pengujian gelas plastik, hasil cetakan maka diperoleh :
 1. Ketebalan lapisan bawah gelas: 1 cm
 2. Volume cangkir atau gelas: $187,69\text{ cm}^3$
 3. Ketebalan dinding cangkir atau gelas: 1,5 mm
 4. Tinggi gelas atau cangkir: 9,7 cm

5.2 Saran

Pada mesin *injection molding vertical* perlu disempurnakan terlebih dibagian *heater* pemanas yang dimana *heater* terlalu lama panas dan panasnya tidak merata kesemua bagian, dan pada bagian barel kurang sempurna sehingga menyebabkan pada bagian nozel dimana tembakan bahan kedalam cetakan sangatlah pelan dan tidak teratur dikarenakan antara *heater* sama barel panasnya tidak merata mengakibatkan titik leleh pada bahan tidak merata dengan sempurna sehingga tidak mencapai semua bagian cetakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fajr, M. A., & Setiawan, A. A. (2019). Penggunaan Material Limbah High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Widyakala Journal*, 6, 6.
- Angkasa, A. B. P., Zulkifli, & Haris. (2019). Perancangan Rangkaian Sistem Pemanas pada Plastic Injection Molding. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2).
- Asminarti. (2013). Meningkatkan kemampuan makan dengan sendok melalui pendekatan kontekstual bagi anak tunagrahita sedang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Khusus*, 1(2), 27–36.
- Arifin, S., & Syamsuri, S. (2021). Analisis Cacat Produk pada Proses Injection Molding Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 19(1), 25-32.
- Azizah, A., Lathifah, N. S., & PutraFirdaus, A. (2018). Degradasi polystyrene dengan mikrobial. *Univ. Gadjah Mada*.
- Boby. (2018). Komponen-komponen *Injection Moulding* dan Pneumatik.
- Deglas, W. (2023). Pengaruh Jenis Plastik Polyethylene (Pe), Polypropylene (Pp), High Density Polyethylene (Hdpe), Dan Overheated Polypropylene (Opp) Terhadap Kualitas Buah Pisang Mas. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 5(1).
- Hadi, S., Yandri, Y., & Suhartati, T. (2022). Penyuluhan Keselamatan Penggunaan Plastik Kemasan pada Makanan Bagi Ibu-Ibu PKK dan Masyarakat Di Desa Bumi Raharjo, Kecamatan Bumi Ratu Nuban, Lampung Tengah. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 210.
- Haryono, J., Santosa, A., & Hanifi, R. (2023). Pengaplikasian Pembuatan Molding Untuk Pembuatan Sendok Plastik Berbahan Hdpe Guna Keperluan Industri Rumahan Dengan Bantuan CAD/CAM/CNC. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 2023(6), 225–233.
- Hasanudin, M. I., & Widaningroem, S. R. (2008). Kajian dampak penggunaan plastik PVC terhadap lingkungan dan alternatifnya di Indonesia.
- Hidayat, A., & Irvanda, M. (2022). Optimalisasi Penyusunan dan Pembuatan Laporan untuk Mewujudkan Good Governance. *Hospitality*, 11(1), 281–290.
- Hudoyo, P. P., dkk. (2021). Analisis Penggunaan Limbah Plastik Jenis Polystyrene (Ps) Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran (Hrs-Wc). *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 213. doi: 10.31602/jk.v4i1.5158.

Ibrahim, S. (2022). Mesin Vertical Plastic Injection Molding Untuk Mendaur Ulang Sampah Plastik Rumah Tangga. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri*, 4(1), 43–51. doi: 10.36870/jvti.v4i1.271.

Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67.

Khalid, A., & Raihan, H. (2016). Rancang Bangun Alat Pembuka Dan Pemasang Ban Otomatis Berbasis Pneumatik. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1).

Lusi, N., Prayogo, G. S., & Rifky, K. (2020). Perancangan Mesin Injection Molding Sistem Screw. *Techno Bahari*, 7(1), 29–36.

Maulana, P. M. I. M., dkk. (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.

Nabila, I. D. (2017). Pemanfaatan Limbah Sendok Plastik. *e-Proceeding of Art & Design*, 4(3), 1009–1028.

Noviyanti, M., & Hufri. (2020). Rancang Bangun Sistem Karakterisasi Termokopel Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Pillar of Physics*, 13(1), 33-40.

Prabowo, T. (2021). Pembuatan Prototype Mesin Injection Molding Plastik.

Pradani, Y. F., Sulaiman, M., & Hardiyanto, S. (2020). Analisis tingkat kekerasan aluminium 6061 berdasarkan variasi media pendingin pada proses pack carburizing. *STEAM Engineering (Journal of Science, Technology, Education and Mechanical Engineering)*, 2(1), 1-10.

Pratama, A. Y., & Setiawan, D. (2022). Pengaruh Laju Pendinginan terhadap Struktur Kristalinitas dan Sifat Mekanik Polipropilena pada Proses Injection Molding. *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*, 10(2), 88-95.

Rahmawati, A. (2015). Pengaruh Penggunaan Plastik Polyethylene (PE) dan High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Lataston - WC Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 18(2), 147–159.

Rattu, P. N., Pioh, N. R., & Sampe, S. (2022). Optimalisasi Kinerja Bidang Sosial Budaya dan Pemerintahan dalam Perencanaan Pembangunan (Studi di Kantor Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Minahasa). *Jurnal Governance*, 2(1), 1–9.

Rosato, D. V., Rosato, D. V., & Rosato, M. G. (2000). *Injection Molding Handbook* (3rd ed.). Kluwer Academic Publishers.

Saifuddin, Usman, R., & Zuhaimi. (2018). Desain Model Miniatur Mesin Cetak Plastik Injeksi Sebagai Alat Bantu Ajar. *Info-Teknik*, 19(2), 143-156.

Saifuddin, Usman, R., & Zuhaimi. (2018). Pembuatan Gelas dengan Bahan Polypropylene dengan Menggunakan Cetakan Plastik. *Jurnal Polimesin*, 16(2), 43-48.

Sari, N. H. (2018). Analisis Laju Perpindahan Panas pada Pencetakan Produk Plastik dengan Metode Injection Molding. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(2), 15-22.

Siagian, M. S., Ramdan, D., & Umroh, B. (2023). Rancang Bangun Cetakan Botol Ukuran 30 ml Model Blow Pada Mesin Injection Molding. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Elektro*, 2(1), 11–20.

Sonita, A., & Sari, M. (2018). Implementasi Algoritma Sequential Searching Untuk Pencarian Nomor Surat Pada Sistem Arsip Elektronik. *Pseudocode*, 5(1).

Subhan, M. (2016). Analisa Gaya dan Kecepatan Silinder Pneumatik pada Alat Pemindah Barang Otomatis. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2).

Sugiyanto, D., Chan, Y., & Taoupik, A. (2023). Mesin Injection Molding Vertikal: The Influence of Temperature and Pressure on the Results of Polypropylene Molding. *Jurnal Teknik Mesin*, 8, 131–141.

Supriyanto, E. (2020). Manufaktur Dalam Dunia Teknik Industri. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 3(3), 1.

Surono, & Ismanto. (2016). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik Unisfat*, 11(1), 32-40.

Susilawati, D., Mustafa, I., & Maulina. (2011). Biodegradable Plastics From a Mixture of Low Densitiy Polyethylene (LDPE). *Jurnal Natural*, 11(2), 70–73.

Sutrisno, V. L. P., et al. (2023). Sosialisasi Pembuatan Kerajinan Berbahan Dasar Kantong Kresek Sebagai Upaya Pengurangan Limbah Plastik Rumah Tangga di Desa Ketaon, Boyolali. *Dedikasi: Community Service Reports*, 5(1), 103–111. doi: 10.20961/dedikasi.v5i1.68203.

Urrachman, T. (2023). Operasi Manufaktur Overview. *Otomasi Sistem Produksi*, 7.