

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada tahun 1868, inovator Amerika John Wesley Hyatt menemukan bentuk plastik yang dikenal sebagai “seluloid”. Bahan ini memiliki kemampuan untuk diolah dan membentuk bentuk akhir sesuai dengan keinginan. Pada tahun 1872, Hyatt dan saudaranya, Yesaya, berhasil mematenkan mesin injeksi molding pertama. Seiring berjalannya waktu, mesin tersebut mengalami perkembangan bertahap, dan dalam periode tersebut, mesin tersebut mampu menghasilkan berbagai produk, seperti tombol dan sisir rambut.

Pada tahun 1920-an di Jerman terjadi kemajuan dalam perkembangan mesin injection molding, meskipun masih mengandalkan sistem operasional manual. Pada periode tersebut, proses pencekaman mold masih bergantung pada penggunaan tuas. Dan pada era 1930-an, dengan ketersediaan berbagai jenis resin, mesin injeksi molding mulai dikembangkan dan dioperasikan secara hidraulik.

Pada tahun 1946, James Watson Henry memperkenalkan mesin injeksi molding sekrup bolak-balik satu tahap pertama. Mesin tersebut memberikan kemampuan untuk mengatur kecepatan injeksi serta meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Keunggulan dari mesin ini terletak pada kemampuannya untuk mencampur material sebelum proses injeksi dimulai. Selama tahun 1950-an, sebagai bagian dari evolusinya, penerapan relai dan pengatur waktu mulai mengawasi proses injeksi.

Pada tahun 1970-an, Henry terus mengembangkan mesinnya, memperkenalkan proses pencetakan injeksi berbantuan gas/udara yang pertama. Sistem desain yang dapat disesuaikan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga mengurangi biaya, berat, dan limbah. Saat ini, mesin injeksi dengan sistem sekrup sebagian besar diproduksi oleh beragam produsen mesin injeksi.

## **2.2 Pengertian Polypropilene**

Polipropilena atau polipropena adalah polimer termoplastik yang diproduksi oleh industri kimia dan digunakan di berbagai industri seperti pengemasan, tekstil, alat tulis, peralatan laboratorium, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Sifat fisik dan kimia polipropilena dirinci dalam ilustrasi terlampir..



Gambar 2.1 Polipropilene

(Sumber : id.wikipedia.org)

### **2.2.1 Termoplastik**

Termoplastik adalah polimer yang dapat dicetak atau dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu, seperti melalui proses peniupan untuk membentuk film. Meskipun semua plastik termasuk dalam kelompok polimer, namun tidak semua polimer dapat dianggap sebagai plastik. Sebagai contoh, selulosa adalah bahan polimer yang memerlukan modifikasi substansial sebelum dapat diolah menggunakan metode yang umumnya digunakan untuk pembuatan plastik.

Karakteristiknya yang memiliki tingkat kelembutan yang tinggi dan mudah meleleh membuat termoplastik kurang sesuai untuk aplikasi di wilayah dengan suhu tinggi. Meskipun begitu, keunggulannya terletak pada kemampuannya untuk diubah bentuk kembali sesuai kebutuhan.

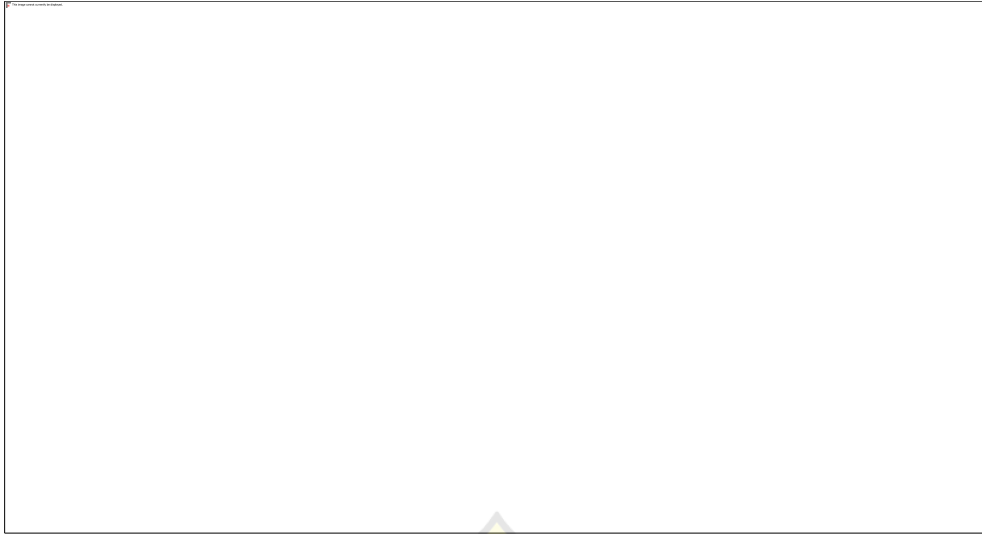
Termoplastik yang umum digunakan adalah polietilen. Ikatan molekul yang ada selama fase peleburan memungkinkan polimer ini menunjukkan aliran seperti cairan, kemudian mengeras menjadi struktur yang diinginkan. Polimer linier terdiri dari molekul-molekul dengan berat molekul beragam yang saling berhubungan (terpilin) dalam berbagai konfigurasi. Meskipun polimer tertentu seperti polietilen bersifat amorf, polimer lain menunjukkan karakteristik kristal.

Jenis plastik tertentu, seperti nilon dan selulosa asetat, mempunyai kemampuan untuk berubah menjadi serat, suatu kategori yang, dalam perspektif tertentu, dianggap berbeda dari polimer, meskipun ada beberapa persinggungan dengan plastik. Seperti yang dijelaskan pada bagian kristal cair, rantai utama spesifik polimer kristal cair merupakan unsur penting dalam serat. Meluasnya penggunaan plastik seperti polietilen dan poli(vinil klorida) secara progresif menggantikan bahan-bahan tradisional seperti kertas dan tembaga dalam berbagai aplikasi.

Plastik memiliki beragam sifat dan variasi jenis yang sesuai dengan berbagai keperluan penggunaan.

### **2.3 Definisi Mesin Injection Moulding**

Menurut Yulianto (2014), proses *injection molding* dapat diibaratkan seperti pengoperasian jarum suntik, dimana resin plastik cair dilebur dalam tong dan kemudian disuntikkan ke dalam cetakan yang tertutup rapat di dalam mesin. Akibatnya, plastik cair menempati ruang cetakan, sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Dalam siklus *injection molding* terdapat empat tahapan, dimulai dari tahap penjepitan yang terjadi sebelum material diinjeksikan ke dalam  *mold*. Selama fase ini, kedua bagian cetakan harus terpasang erat pada mesin. Berikutnya tahap injeksi, dimana plastik cair dimasukkan ke dalam cetakan, menempati ruang sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan tahap *cooling* yang meliputi proses pendinginan bahan plastik pasca prosedur injeksi. Fase terakhir adalah *ejection*, yang terjadi saat mold dibuka, dan mekanisme sistem ejsi mendorong komponen produk plastik keluar dari cetakan.



Gambar 2.2 Proses Kerja injeksi Molding

(Sumber: [www.sinotech.com](http://www.sinotech.com))

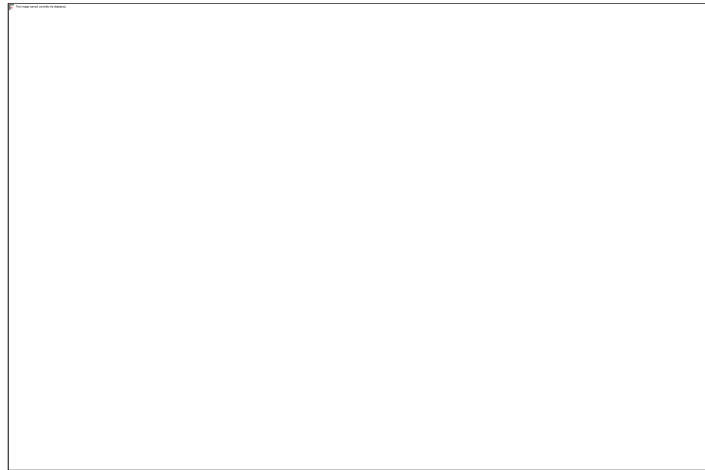
Secara umum mesin injeksi plastik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Unit injeksi - komponen mesin injeksi *molding* yang bertanggung jawab untuk melelehkan bahan plastik, terdiri dari *hopper*, *barrel* dan *screw*.
2. Mold - bagian dari mesin cetak injeksi tempat plastik cair dicetak dan didinginkan.
3. Unit Pencekam - bagian dari mesin injeksi yang berfungsi untuk menjepit *mold* pada saat menginjeksikan material ke dalam *mold* serta menyediakan mekanisme untuk mengeluarkan produk dari *mold*.

#### **2.4 Komponen-komponen *Molding Unit***

*Molding Unit* merupakan komponen kunci dari mesin injeksi plastik yang memiliki bentuk datar dengan ruang internal yang berperan sebagai cetakan.

Komponen-komponen *molding unit* terdiri dari:



Gambar 2.3 Molding unit

(Sumber : ABIS Mold Company)

Table 2.1 Komponen-komponen *Mold Unit*

1	<i>Top Plate</i>	Berfungsi untuk mengikatkan (menempelkan) <i>mold</i> dengan <i>Machine Stationary Plate</i> .
2	<i>Striper runner</i> ( <i>runner plate</i> )	Berfungsi untuk mendorong keluar <i>runner</i> dari <i>moldbase</i> .
3	<i>Cavity plate</i>	Untuk membuat product pada sisi <i>cavity</i> atau tempat menaruh <i>Cavity Insert</i>
4	<i>Core plate</i>	Untuk membuat produk dari sisi <i>core</i> atau menaruh <i>Core Insert</i> .
5	<i>Support plate</i>	Berfungsi untuk menahan pressure yang terjadi saat process injection atau menahan <i>Core Insert</i> .
6	<i>Spacer Block</i>	Membererikan jarak pada pada saat <i>ejector</i> bergerak maju dan mundur, atau stroke untuk mengeluarkan produk dari molding.
7	<i>Ejector plate</i>	Digunakan untuk menaruh <i>ejector pin</i> , <i>ejector angular</i>

		dan <i>return pin</i>
8	<i>Ejector Retainer Plate</i>	Untuk menahan / mengikat <i>ejector-ejector</i> supaya tidak lepas, dan plat ini yang akan di dorong oleh <i>ejector rod</i> pada <i>machine injection</i> .
9	<i>Bottom plate (moveable clamping plate)</i>	Berfungsi untuk mengikatkan (menempelkan) mold dengan <i>Machine Moveable Plate</i> .

#### 2.4.1 Sistem Controller

Tempat tombol untuk mengoperasikan mesin injeksi.

Parameter yang dapat diatur menggunakan *Control panel* antara lain:

- a. Suhu: sesuaikan suhu pemanasan barel ke tingkat yang lebih rendah untuk mencegah pembusukan, dan sesuaikan suhu cetakan ke pengaturan yang lebih tinggi.
- b. Tekanan: Atur tekanan injeksi, tekanan penahan, dan tekanan balik pada tingkat yang rendah untuk menghindari potensi kerusakan pada cetakan dan mesin akibat pengisian berlebih.
- c. Kekuatan penjepit: ditetapkan dari nilai tinggi.
- d. Kecepatan: Sesuaikan kecepatan injeksi menjadi lambat; sesuaikan kecepatan putaran sekrup menjadi rendah; atur kecepatan pembukaan/penutupan cetakan menjadi lambat pada awalnya; dan memulai volume injeksi dari posisi kecil.

- e. Waktu: Atur durasi penahanan tekanan dan waktu pendinginan yang lama pada mesin cetak injeksi.

### 2.4.2 Menghitung Laju Kalor Konduksi Pada Slinder Berlapis

Apabila terdapat perbedaan suhu pada suatu benda, maka energi berpindah dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah, dan proses perpindahan energi ini disebut konduksi (Asyari, 2009).

Laju perpindahan kalor konduksi:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots(2.1)$$

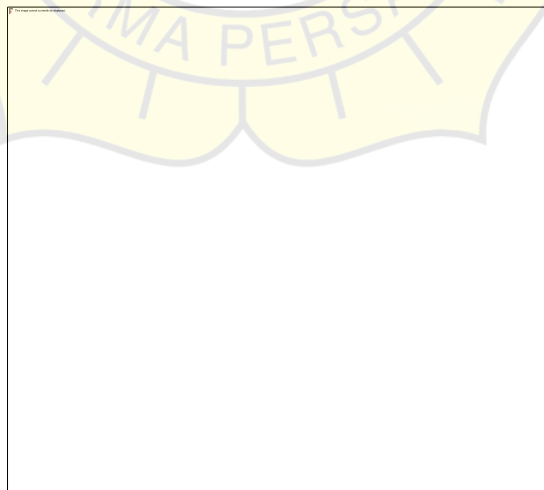
Dimana :

$q$  = Laju perpindahan (watt)

$\frac{\partial T}{\partial x}$  = Gradien suhu pada arah aliran kalor

$k$  = Konduktivitas thermal bahan (watt/m°C)

Untuk Menghitung Besi panas berlapis, perlu dicari dahulu radius dan laju kalor yang mengalir pada batas besi tersebut.



Gambar 2.4 Analogi Bentuk Aliran Listrik



Kondisi tunak pada silinder 3 lapis

$$R_A = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_A L} \quad R_B = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_B L} \quad R_C = \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_C L} \dots\dots\dots(2.2)$$

maka laju perpindahan panas yang terjadi adalah

$$q_r = \frac{T_3 - T_1}{R_t} \dots\dots\dots(2.3)$$

### 2.2.3 Perhitungan Volume

Menghitung volume sebuah tabung diperlukan agar mengetahui berapa kapasitas volume yang dipergunakan.

$$\text{Volume Tabung} = \pi r^2 t \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Volume Kerucut} = \frac{1}{3} \pi r^2 T \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{Volume Bola} = \frac{4}{3} \pi r^3 \dots\dots\dots(2.6)$$

### 2.5 Perhitungan Kalor untuk Mencairkan Plastik *Polypropylene*

Kebutuhan kalor yang digunakan untuk mencairkan plastik dalam mesin Injection Molding adalah sebagai berikut:

$$M = V \cdot \rho$$

Keterangan =

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

V = Volume total Silinder

$\rho$  = kalor jenis plastic

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu benda (J)

m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

C = kalor jenis zat (J/kg<sup>0</sup> C),  $\Delta T$  = perubahan suhu (<sup>0</sup> C)

## 2.6 Elemen Mesin Utama

### 2.6.1 Mur dan Baut

Mur dan baut adalah elemen-elemen mesin yang sangat krusial dalam menghubungkan komponen-komponen pada sebuah mesin. Keunggulan dari jenis sambungan ini terletak pada kemudahan dalam proses pemasangan dan pembongkaran. Dalam menentukan baut yang tepat, diperlukan perhitungan untuk menetapkan spesifikasi baut yang akan digunakan pada tahap selanjutnya. Dibawah ini terlihat beberapa jenis baut yang dijelaskan pada gambar.



Gambar 2.5 Mur dan Baut

Untuk menetapkan dimensi yang tepat dari mur dan baut, diperlukan perhitungan yang mempertimbangkan faktor-faktor seperti gaya, tekanan, tegangan, dan kekuatan yang terjadi pada permukaan baut. Menentukan beban konsentrik ( $F_b$ ) Untuk menentukan beban konsentrik pada baut dapat dilihat berikut.

$$F_b = m \times g$$

Dimana :

$$F_b = \text{Beban Konsentrik} / \text{Gaya (N)}$$

$m = \text{Massa (kg)}$

$g = \text{Gaya gravitasi (m/s}^2\text{)}$

