

BAB II

LANDASAN TEORI

3.3.1 Injection moulding

Injection moulding merupakan suatu proses dimana memasukkan biji plastik dengan cara proses dipanaskan hingga mencair sampai suhu tertentu lalu didorong oleh *Screw* atau As pendorong biji plastic tersebut lalu keluar melalui *Nozzle* yang di injeksikan kedalam cetakan yang didinginkan oleh air pendingin hingga mengeras.

Proses *Injection Moulding* dilakukan untuk membuat bentuk plastic yang sangat rumit sehingga diperlukan pemanasan atau peleburan biji plastic terlebih dahulu agar bisa dibuat menyesuaikan cetakan yang telah tersedia. Dan membuat proses produksi menjadi lebih efisien jika menggunakan Mesin *Injection Moulding* ini dan bisa membuat ratusan bahkan ribuan produk dengan waktu yang sangat singkat dengan menggunakan biaya yang relatif rendah.

2.2 Material

Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Namun plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (non biodegradable) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan. (Jatmiko Wahyudi, Hermain Teguh, Arieanti Dwi 2018)

Berdasarkan jenis produknya, terdapat 6 jenis plastik yaitu Polyethylene Terephthalate (PET), High Density Polyethylene (HDPE), Polyvinyl Chloride (PVC), Low Density Polyethylene (LDPE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS) dan Other. (Hartulistiyoso, dkk, 2014). Umumnya sampah plastik memiliki komposisi 46% Polyethylene (HDPE dan LDPE), 16% Polypropylene (PP), 16% Polystyrene (PS), 7% Polyvinyl Chloride (PVC), 5% Polyethylene Terephthalate (PET), 5% Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) dan polimer-polimer lainnya. Lebih dari 70% plastik yang dihasilkan saat ini adalah Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), dan Polyvinyl Chloride (PVC) sehingga sebagian besar studi yang dilakukan berhubungan dengan keempat jenis polimer tersebut. (Praputri, Mulyazmi, Sari 2016)

Tabel 2.1.Karakteristik Jenis Plastik (Pareira B.C. 2009)

Kode	Tipe Plastik	Beberapa Penggunaan Plastik
	PET atau PETE	Botol minuman ringan dan air mineral, bahan pengisi kantong tidur dan serat tekstil
	HDPE	Kantong belanja, kantong freezer, botol susu dan krim, botol sampo dan pembersih
	PVC atau V	Botol juice, kotak pupuk, pipa saluran

	LDPE	Kotak ice cream, kantong sampah, lembar plastik hitam
	PP	Kotak ice cream, kantong kentang goreng, sedotan, kotak makanan
	PS	Kotak yoghurt, plastik meja, cangkir minuman panas, wadah makanan siap saji, baki kemasan
	OTHER	Botol minum olahraga, acrylic dan nylon

Berdasarkan sifatnya, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang bila digunakan untuk membuat material tertentu dapat didaur ulang dan dibuat menjadi bentuk material yang lain melalui proses pemanasan. Contoh *thermoplastic* antara lain yaitu *Polyethylene*, *Polypropylene*, *Nylon*, *Polycarbonate*. *Thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam material tertentu, tidak dapat dicairkan untuk didaur ulang atau dibuat produk lain. Contoh plastik yang termasuk *thermosetting* antara lain *Phenol formaldehyde*, *Urea Formaldehyde*, *Melamine Formaldehyde*. (Das S, Pandey S 2007).

Pada penelitian ini, material plastik yang akan digunakan yaitu jenis *Polyethylene*, *Polyethylene* adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110-137°C. Umumnya *Polyethylene* tahan terhadap zat kimia. Monomernya, yaitu etana, diperoleh dari hasil perengkahan (*cracking*) minyak atau gas bumi. (Billmeyer, 1994). dengan

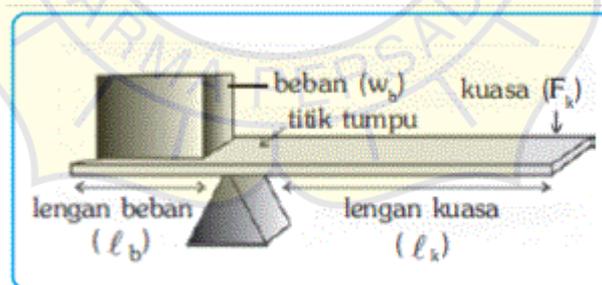
menggunakan limbah botol plastik yang dicacah kemudian dipanaskan melalui komponen heater mesin , lalu kemudian dicetak pada tempat cetakan yang sudah dibuat.

2.3 Mekanisme Alat

Sistem pada Mesin Injection moulding ini yaitu dengan cara menggunakan Tuas Pengungkit yang tersambung dengan As Piston untuk mendorong Plastik yang sudah di cacah dan langsung dipanaskan oleh band heater pada tempat pipa pemanas dan Panas tersebut diatur dengan Temperatur Controller lalu cairan fluida plastic keluar melalui nozzle dan masuk kedalam cetakan.

2.3.1 Mekanisme Tuas Penekan

Mekanisme yang digunakan untuk menekan keluarnya cairan fluida plastic yaitu dengan menggunakan Tuas Penekan. Tuas ini Merupakan bagian dari mesin yang langsung ditekan oleh penginjeksi, alat ini berperan penting untuk pemberi tekanan pada Mesin Injeksi Moulding tipe tuas. Berikut gambar 2.1 untuk Tuas .



Gambar 2.1 Contoh gambar pada tuas.[10]

Persamaan yang berlaku pada tuas :

$$W \cdot L_k = F \cdot L_B \dots\dots\dots(2.1)$$

Keuntungan Mekanik (KM) :

$$KM = \frac{W}{K} = \frac{L_K}{L_B} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

KM = Keuntungan Mekanik

W = Berat Beban (Newton)

F_B = Gaya Beban (Newton)

F_K = Gaya Kuasa (Newton)

L_B = Lengan Beban (Meter)

L_K = Lengan Kuasa (Meter) . (Muhammad Syaifudin, 2017)

Jenis pengungkit	Penerapan dalam kehidupan	Konsep fisika pengungkit
Jenis Pertama		
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		

Gambar 2.2 Jenis-Jenis Tuas Pengungkit. (Muhammad Syaifudin, 2017)

2.4 Sistem Pegas

Di samping energi potensial gravitasi, energi potensial lain yang dapat kita jumpai adalah energi potensial pegas. Misalkan sebuah benda diikat di ujung sebuah pegas. Benda kemudian ditarik sehingga pegas bertambah panjang sebesar

x dari posisi setimbang (posisi setimbang adalah posisi ketika pegas tidak terdorong atau tertarik). (Mikrajuddin Abdullah, 2016)

Berdasarkan hukum Hooke, gaya yang dilakukan pegas pada benda memenuhi persamaan

$$F = K \cdot \Delta x \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

K = Konstanta Gaya Pegas (N/M)

Δx = Pertambahan Panjang (m)

2.4.1 Konstanta Pegas

Konstanta pegas merupakan karakteristik dari suatu pegas. Besarnya konstanta pegas dipengaruhi oleh besarnya gaya pemulih. Dan gaya tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor dari besarnya jarak simpangan yang diberikan pada pegas dan oleh faktor tetapan pegas itu sendiri. (Elisa, Yenni Claudya, 2016)

$$K = \frac{m \cdot g}{\Delta x} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

K = Konstanta Pegas (N/m)

g = Konstanta Gravitasi Bumi (m/s^2)

m = massa (kg)

Bila beberapa pegas disusun paralel, maka panjang pegasnya akan tetap sama dengan panjang pegas semula, namun luas penampangnya menjadi lebih besar. Sehingga penulisan secara sistematisnya adalah (Elisa, Yenni Claudya, 2016)

$$K_p = n \cdot K \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

K_p = Persamaan pegas susunan paralel

n = Jumlah Pegas

k = Konstanta Pegas (N/m)

2.4.2 Tegangan Pada Pegas

Tegangan yang dialami oleh suatu benda yang memiliki luas penampang A akibat gaya yang diberikan F, (Elisa, Yenni Claudya, 2016)

Dapat ditentukan menggunakan formula rumus berikut :

$$\sigma = F/A \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

σ = Tegangan (N/m^2)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m^2)

2.4.3 Regangan Pada Pegas

Besar Regangan pada pegas, dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (Elisa, Yenni Claudya, 2016) :

$$e = \Delta L/L_0 \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

e = Regangan

ΔL = Pertambahan Panjang (m)

L_0 = Panjang Awal (m)

2.4.4 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas menggambarkan perbandingan antara tegangan dengan regangan suatu benda. Bila ditulis secara sistematis maka (Elisa, Yenni Claudya, 2016):

$$E = \sigma / e \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

E = Modulus Elastisitas

σ = Tegangan (N/m^2)

e = Regangan

2.4 Menghitung Laju Kalor Konduksi Pada Silinder Berlapis

Jika ada perbedaan temperatur pada suatu benda, maka akan ada perpindahan energi dari suhu tinggi ke suhu rendah, perpindahan energi ini disebut konduksi. (Asyari Darami Yunus, 2009).

Laju perpindahan kalor konduksi:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots(2.9)$$

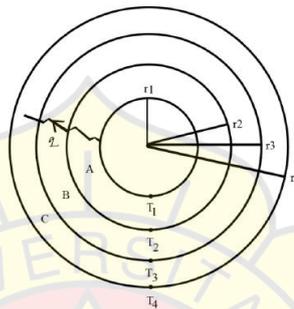
Dimana :

q = Laju Perpindahan, watt

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

k = Konduktivitas termal bahan. Watt/m.^oc

Untuk Menghitung Besi panas berlapis, perlu dicari dahulu radius dan laju kalor yang mengalir pada batas besi tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3 Analogi Bentuk Aliran Listrik

Kondisi Tunak pada Silinder 3 Lapis [4]

$$R_A = \frac{\text{Ln}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_A L} \quad R_B = \frac{\text{Ln}\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi K_B L} \quad R_C = \frac{\text{Ln}\left(\frac{r_4}{r_3}\right)}{2\pi K_C L} \dots\dots\dots(2.10)$$

Maka laju perpindahan panas yang terjadi adalah [5] :

$$q_r = \frac{T_3 - T_1}{R_t} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.5 Perhitungan Volume

Untuk Menghitung volume sebuah tabung diperlukan agar mengetahui berapa kebutuhan kapasitas yang dipergunakan. (Didik Sugiyanto,2008)

$$\text{Volume bola} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Volume Tabung} = \pi \cdot r^2 \cdot t \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{Volume Kerucut} = \frac{1}{3} \pi r^2 T \dots\dots\dots(2.14)$$

2.6 Perhitungan untuk gaya tekan mendorong fluida plastik

Untuk mengetahui aliran fluida plastik yang diakibatkan gaya dorong oleh piston (F2) digunakan rumus berikut (Muhammad Syaifudin 2017) :

$$\frac{F1}{A1} \times \frac{F2}{A2} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

F1 = Tekanan yang terjadi pada batang piston

F2 = Aliran yang diakibatkan oleh gaya dorong piston

A1 = Luas Penampang Tabung

A2 = Luas Penampang Lubang keluar/ nozzle [10]

2.7 Perhitungan Kebutuhan Kalor untuk mencairkan Plastik

Polypropylene

Kebutuhan kalor yang digunakan untuk mencairkan plastik dalam mesin Injection Molding adalah sebagai berikut (Prof. Dr. Ir. Santosa ,Omil S.TP, M.Si. 2020):

$$m = V \cdot \rho \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan =

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

V = Volume total Silinder

ρ = kalor jenis plastic

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T \dots\dots\dots(2.17)$$

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

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

c = kalor jenis zat ($J/kg^{\circ}C$)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

2.8 Elemen Mesin Utama

2.8.1 Sambungan mur dan Baut

Mur dan baut merupakan elemen mesin yang sangat penting untuk menyambungkan komponen pada mesin, sambungan ini mempunyai keunggulan tersendiri, yaitu lebih mudah untuk di lepas pasang. Untuk pemilihan baut yang benar, diperlukan perhitungan untuk menentukan spesifikasi baut yang akan dipakai nantinya. Berikut macam-macam spesifikasi baut yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.4 jenis jenis mur dan baut (Tomi,2013)

Untuk menentukan Jenis dan ukuran mur dan baut, diperlukan perhitungan supaya memperhatikan factor gaya, tekanan, tegangan dan kekuatan yang terjadi pada permukaan baut nantinya.

Menentukan beban konsentrik (Fb) Untuk menentukan beban konsentrik pada baut dapat dilihat berikut (Tomi,2013) :

$$F_b = m \times g \dots\dots\dots(2.18)$$

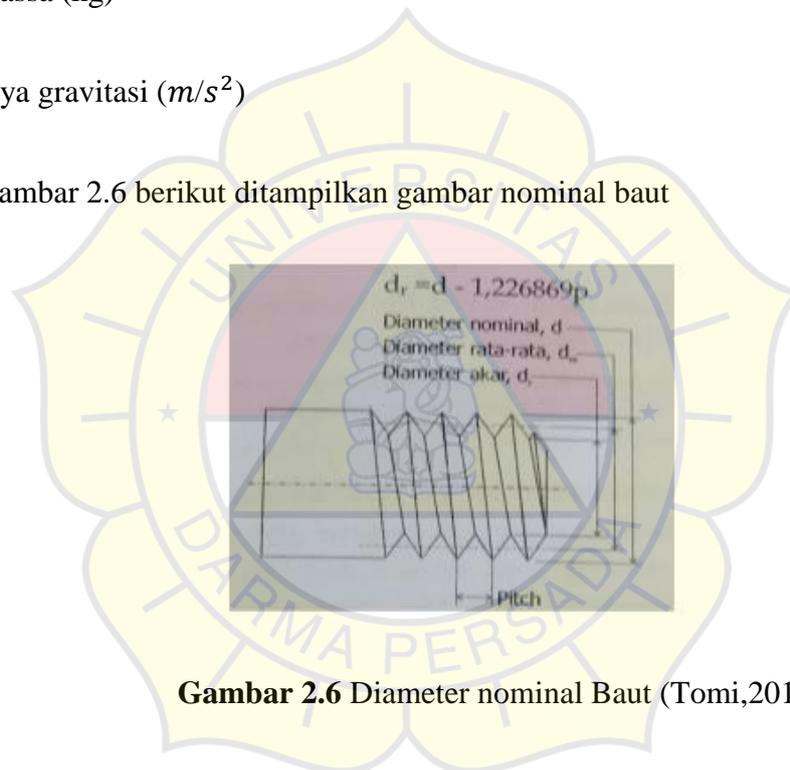
Dimana :

Fb = Beban Konsentrik / Gaya (N)

m = Massa (kg)

g = Gaya gravitasi (m/s^2)

Pada gambar 2.6 berikut ditampilkan gambar nominal baut



Gambar 2.6 Diameter nominal Baut (Tomi,2013)

Untuk menentukan luas penampang pada baut dapat digunakan persamaan berikut :

$$AS = \frac{\pi(D^2 - Dr^2)}{4} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

A_s = Luas Penampang Baut (m^2)

D = Diameter baut (mm)

D_r = Diameter akar baut (mm)

Menentukan tegangan baut (σ)

Untuk menentukan tegangan pada baut dapat digunakan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F_b}{A_s} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

σ = Tegangan N/ m^2 (Pa)

F_b = Beban Konsentrik / Gaya (N)

A_s = Luas Penampang Baut (m^2)

