

# PERANCANGAN *INJECTION MOLD* DENGAN SISTEM *SLIDER* HIDROLIK PADA PRODUK *HANDLE TAS*

Sigit Widiyanto, Doni Tri Susilo

*Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa*

*Jl. Niaga Raya Ruko CBD Blok A. 11 & Jababeka 2. Cikarang*

*sigit.widiyanto@sttdb.ac.id, donitri92@gmail.com*

**Abstrak - *Injection mold* ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan produk *Handle Tas* sebanyak 250.000 pcs/bulan dengan material plastik yang digunakan adalah *PVC*. Produk tersebut memiliki dimensi Ø23 mm x 115 mm dengan ketebalan 2,2 mm dan terdapat area *undercut* yang panjang dan harus didukung dengan sistem *slider* hidrolik. Pada rancangan *mold* yang baru diharapkan memiliki keuntungan biaya yang lebih banyak daripada *mold* yang lama.**

Perubahan rancangan yang dilakukan adalah dengan menggeser titik tengah *sprue* dan dilakukan perhitungan ulang sehingga didapatkan *runner* yang lebih kecil dibanding *mold* yang lama. Mesin injeksi yang digunakan untuk proses produksinya adalah 200 Ton.

Perhitungan dilakukan pada sistem saluran material, sistem pendingin, *slider* sistem hidrolik serta dilakukan simulasi dan analisa *Break Event Point* pada *mold* lama dan rancangan *mold* baru sebagai perbandingan.

**Kata kunci : *Injection mold, Handle Tas, Material plastik PVC, Mesin Injeksi, Undercut, Slider Hidrolik, Sprue, Runner, Gate, Cooling System, Analisa BEP.***

## I. PENDAHULUAN

Di era modern seperti sekarang ini, plastik tidak lepas dari kebutuhan manusia sehari-hari. Hal tersebut menjadikan peluang bisnis bagi para pengusaha untuk menjalankan bisnisnya pada produk plastik. Dan salah satu cara untuk menghasilkan plastik adalah dengan menggunakan alat cetak (*mold*). Banyak keuntungan yang dapat diperoleh dari menghasilkan produk plastik dengan menggunakan *mold*, salah satunya adalah dapat menghasilkan produk dalam skala yang besar dengan biaya yang relatif kecil. Dengan meningkatnya kebutuhan plastik, banyak perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *mold* yang berusaha untuk menghasilkan produk yang berkualitas. salah satu dari perusahaan tersebut adalah PT. Y, yang bergerak di industri *Injection molding* dengan *customer* yang cukup banyak. Salah satu produk *mold* yang akan dikerjakan di PT. Y adalah produk *Handle Tas*, produk tersebut merupakan pesanan dari salah satu *customer* yaitu PT. S. produk tersebut mempunyai tuntutan produktifitas

yang tinggi yaitu mencapai 300.000 pcs / bulan. Dengan meningkatnya permintaan produk *Handle Tas* dari 300.000 pcs / bulan menjadi 550.000 pcs/bulan PT. S mengusulkan untuk menambah kapasitas produksi dengan membuat *mold* yang baru untuk memenuhi kekurangan produksi yang mencapai 250.000 pcs, pada rancangan *mold* yang baru diharapkan juga memiliki biaya produksi yang lebih rendah dibanding dengan *mold* yang sudah ada sebelumnya. Pada produk *Handle Tas* tersebut terdapat area produk yang *undercut* (berlubang) yang harus didukung dengan konstruksi *slider* karena pada area tersebut tidak dapat dibentuk hanya dengan konstruksi *cavity* (rongga cetakan) dan *core* (inti cetakan). Pada umumnya konstruksi *slider* pada *mold* dibuat dengan menggunakan *angular pin* untuk membantu pergerakannya, akan tetapi dengan panjangnya area *undercut* pada produk tersebut maka harus menggunakan hidrolik untuk menggantikan *angular pin* karena akan terlalu panjang dan mudah patah.

### A. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Bisa merancang *mold* yang dapat menghasilkan produk untuk memenuhi target produksi 250.000 pcs/bulan untuk memenuhi target yang ditetapkan oleh *customer*.
2. Bisa mengurangi biaya produksi pada *mold* yang akan dirancang sehingga meningkatkan keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan.

### B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang *mold* untuk memenuhi target produksi yang ditentukan yaitu 250.000 pcs/bulan ?
2. Bagaimana cara merancang saluran *mold* (*sprue, runner* dan *gate*) yang sesuai untuk *mold* tersebut agar tidak banyak material yang terbuang ?
3. Bagaimana cara merancang sistem pendingin (*cooling system*) untuk *mold handle tas* tersebut ?
4. Bagaimana perbandingan analisa biaya produksi pada rancangan *mold* yang lama dengan *mold* yang baru ?

5. Bagaimana cara menghitung dan memilih hidrolis pada sistem *slider mold handle* tas tersebut ?
6. Bagaimana melakukan analisa simulasi pada rancangan *mold handle* tas yang baru ?.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Injection Mold

Secara sederhana, proses *Injection molding* adalah seperti operasi jarum suntik. material plastik yang telah dipanaskan di dalam sebuah *barrel* disuntikkan (dengan menggunakan alat pendorong) kedalam cetakan (*mold*) yang tertutup rapat yang terdapat pada mesin injeksi, kemudian setelah plastik dingin dan mengeras maka *mold* akan dibuka oleh mesin injeksi dan produk akan dikeluarkan dari *mold*.

Pada dasarnya mesin injeksi terdiri dari *injection unit* untuk menyuntikkan material kedalam *mold* dan juga *clamping unit* yang berguna untuk menahan *mold* supaya tertutup ketika proses penyuntikkan material kedalam *mold*.

#### 1) Pengaturan tata letak (*cavity layout*)

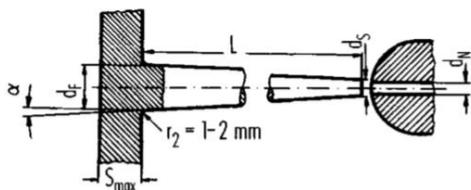
*Cavity layout* atau tata letak *cavity* merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan *mold*, terutama pada *mold* dengan jumlah *cavity* yang banyak, dalam menentukan jumlah *cavity* pada *mold* dapat dilakukan dengan pertimbangan kebutuhan jumlah produk dalam satu bulan, jam kerja, serta estimasi jumlah produk yang dihasilkan per *cavity* per jam, cara tersebut dapat dihitung dengan rumus (Alfreda Campo, 2006) :

$$\text{Jumlah Cavity} = \frac{\text{Kebutuhan produk dalam 1 bulan}}{\text{Jam kerja} \times (\text{jumlah produk/cavity/jam})}$$

#### 2) Merancang sistem saluran pada *mold* (*sprue*, *runner* dan *gate*)

Material plastik dialirkan dari mesin injeksi kedalam *mold* melalui *sprue*, *runner* dan *gate*.

- a. Rumus perhitungan diameter *sprue* (Dominick V. Rosato et al., 2000) :



Gambar 2.1 Perancangan *sprue* pada *injection mold*

$$\begin{aligned} dF &\geq S_{\max} + 1 \text{ mm} \\ dS &\geq dN + 1,5 \text{ mm} \\ \alpha &\geq 1^\circ \sim 4^\circ \end{aligned}$$

Dimana :

- dF = Diameter pangkal *sprue*.
- dS = Diameter ujung *sprue*.
- dN = Diameter *nozzle* mesin injeksi.
- Smax = Ukuran ketebalan atau diameter *runner*.

- b. Perhitungan diameter *runner* berdasarkan panjang *runner* dan berat produk (Yakub & Madinah, n.d.) :

$$D = \frac{\sqrt[3]{W} \times \sqrt[4]{L}}{3,7}$$

Dimana

- D = Diameter *runner* (mm)
- W = Berat produk (gram)
- L = Panjang *runner* (mm)

- c. Perhitungan ukuran *gate* (Handika, 2016) :

- Perhitungan lebar *gate* (W) :

$$W = \frac{n \times \sqrt{A}}{30}$$

- Perhitungan tebal *gate* (h) :

$$h = n \times t$$

Dimana:

- W = Lebar *gate* (mm).
- h = Tebal *gate* (mm)
- A = Luas permukaan *cavity* (mm)
- n = Konstanta material plastik
  - 0,6 untuk PE, PS
  - 0,7 untuk POM, PC, PP, ABS
  - 0,8 untuk CA, PMMA, PA
  - 0,9 untuk PVC

#### 3) Merancang saluran pendingin (*cooling system*)

*Cooling* merupakan salah satu parameter penting dari *mold* yang berfungsi sebagai pendingin pada *mold* yang menerima panas dari proses injeksi material plastik

Diameter *cooling* dapat dihitung (Kazmer, 2016) :

$$D_{\max} = \frac{4 \times \rho_{\text{coolant}} \times V_{\text{coolant}}}{\pi \times \mu_{\text{coolant}} \times 4000}$$

Dimana :

- Dmax = Diameter *cooling* (mm)
- Vcoolant = Laju pendinginan (m<sup>3</sup>/s)
- pcoolant = Massa jenis pendingin (kg/m<sup>3</sup>)
- μ coolant = Viskositas fluida pendingin (kg/ms)

#### 4) Perhitungan hidrolis pada sistem *slider*

Perancangan *undercut* dengan sistem hidrolis tidak berhubungan dengan gerakan buka tutup pada *mold*, pada sistem ini hidrolis bekerja dengan mandiri. salah satu contoh penggunaan sistem ini adalah apabila sisi *undercut* produk terdapat pada area *cavity* di *mold* atau pada produk tersebut memiliki area *undercut* yang panjang. Dalam menentukan diameter silinder hidrolis yang diperlukan untuk *slider* pada *mold* dapat dihitung dengan rumus (Nakazawa, 2010) :

$$\frac{D^2}{4} > \frac{P \times S1 + \frac{P}{5} \times S2}{a \times k \times \pi} + \frac{W}{a \times k \times \pi}$$

Dimana

D = Diameter silinder hidrolik (cm)

a = Koefisien tekanan silinder (0,8)

k = Tekanan proses (umumnya sekitar 60 ~ 70 kgf)

P = Tekanan plastik (500 kgf/cm<sup>2</sup>)

S1 = Area penerimaan tekanan plastik (cm<sup>2</sup>)

S2 = Area pertemuan (cm<sup>2</sup>)

W = Massa slider (kg)

### 5) Analisa BEP

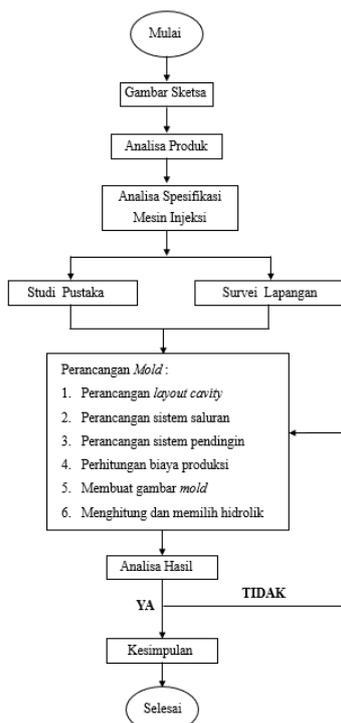
*Break Even Poin* atau *BEP* adalah suatu analisis untuk menentukan dan mencari jumlah barang atau jasa yang harus dijual kepada konsumen pada harga tertentu untuk menutupi biaya-biaya yang timbul serta mendapatkan keuntungan / profit. Berikut adalah rumus untuk menentukan *BEP* (Maruta, 2018) :

$$BEP \text{ (Unit)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel}}$$

$$BEP \text{ (Rupiah)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{(\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel}) / \text{Harga} / \text{unit}}$$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### B. Alat dan Bahan :

#### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop
2. Jangka Sorong
3. Timbangan Digital
4. *Software AutoCad 2007*
5. *Software NX 7*
6. *Software Autodesk Moldflow 2014*

#### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel produk dari produk *Handle Tas* beserta *runner* yang telah dihasilkan dari *mold* sebelumnya.



Gambar 3.2 Sampel Produk *Handle Tas*

#### Spesifikasi :

Nama Produk	: <i>Handle Tas</i>
Material Plastik	: <i>PVC</i>
Warna	: Hitam
Ukuran Produk	: Ø23 mm x 115 mm
Berat produk	: 16,9 gram
Berat <i>Runner</i>	: 21.3 gram

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1) Pengaturan Tata Letak *Cavity*

Dalam pengaturan tata letak *cavity* terlebih dahulu ditentukan jumlah *cavity* yang diperlukan untuk *mold* tersebut (Alfreda Campo, 2006) :

$$\text{Jumlah } Cavity = \frac{\text{Kebutuhan produk dalam 1 bulan}}{\text{Jam kerja} \times (\text{jumlah produk}/cavity/\text{jam})}$$

Dimana :

Kebutuhan produk dalam 1 bulan = 250.000 pcs

Jam Kerja (1 bulan) = 480 jam

Jumlah yang dihasilkan produk/jam = 120 pcs (estimasi)

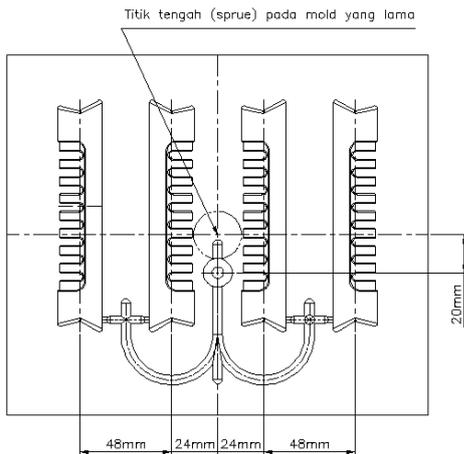
Maka :

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Kebutuhan produk dalam 1 bulan}}{\text{Jam kerja} \times (\text{jumlah produk}/cavity/\text{jam})}$$

$$= \frac{250.000 \text{ pcs}}{480 \text{ jam} \times (120/cavity/\text{jam})}$$

= 4,3 Cavity

= 4 Cavity



Gambar 4.4 Layout penempatan cavity mold handle tas

## 2) Perancangan sprue, runner dan gate

- a. Perancangan diameter runner berdasarkan panjang runner dan berat produk.

Berdasarkan penataan layout cavity yang telah dibuat maka panjang runner dapat diukur menggunakan software AutoCad. Ukuran diameter runner (D) dapat dihitung dengan rumus (Yakub & Madinah, n.d.) :

$$D = \frac{\sqrt[3]{W \times \sqrt[4]{L}}}{3,7}$$

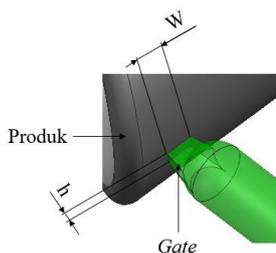
Dimana :

W = 16,9 gram  
L = 365 mm (Pengukuran dengan AutoCad)

Maka :

$$\begin{aligned} D &= \frac{\sqrt[3]{16,9 \times \sqrt[4]{365}}}{3,7} \\ &= \frac{4,111 \times 4,37}{3,7} \\ &= 4,856 \text{ mm} \\ &= 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. Perancangan ukuran gate.



Gambar 4.7 Gate mold handle tas

Adapun untuk menghitung ukuran lebar gate (W) dan tebal gate (h) dapat dilakukan dengan rumus (Handika, 2016) :

- Perhitungan lebar gate (W)

$$W = \frac{n \times \sqrt{A}}{30}$$

Dimana :

n = konstanta material plastik PVC = 0,9  
A = 7898,7 mm<sup>2</sup>

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned} W &= \frac{0,9 \times \sqrt{7898,7 \text{ mm}^2}}{30} \\ &= 2,66 \text{ mm} \\ &= 2,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Perhitungan tebal gate (h)

$$h = n \times t$$

Dimana :

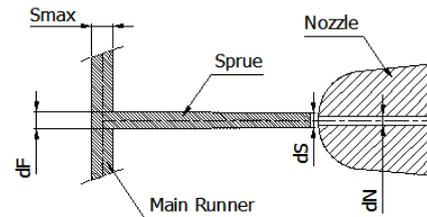
t = Tebal dinding rata rata = 2,2 mm.

Sehingga :

$$\begin{aligned} h &= 0,9 \times 2,2 \text{ mm} \\ &= 1,98 \text{ mm} \\ &= 2 \text{ mm} \end{aligned}$$

- c. Perancangan ukuran sprue.

Ukuran sprue dapat dihitung dengan cara (Menges et al., 1999) :



Gambar 4.8 Perancangan Sprue Mold Handle Tas

Perhitungan diameter pangkal sprue.

$$\begin{aligned} dF &= S_{\max} + 1 \text{ mm} \\ &= 5 \text{ mm} + 1 \text{ mm} \\ &= 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan diameter ujung sprue.

$$dS = dN + 1,5 \text{ mm}$$

Dimana

$$dN = \text{Diameter nozzle yaitu } 2 \text{ mm}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} dS &= 2 \text{ mm} + 1,5 \text{ mm} \\ &= 3,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 3) Perancangan cooling system

Diameter maksimum saluran pendingin (cooling) dapat dihitung dengan rumus (Kazmer, 2016) :

$$D_{\max} = \frac{4 \times \rho_{\text{pendingin}} \times V_{\text{pendingin}}}{\pi \times \mu_{\text{pendingin}} \times 4000}$$

Dimana :

$\rho_{\text{pendingin (air)}} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $\mu_{\text{pendingin (air)}} = 0,003 \text{ kg/ms}$

Maka :

$$\begin{aligned} D_{\max} &= \frac{4 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,000089 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times 0,003 \text{ kg/ms} \times 4000} \\ &= 9,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan maka diameter *cooling* untuk perancangan *mold* ini akan menggunakan diameter 9 mm menyesuaikan ukuran mata bor (*drill*) yang biasa digunakan.

#### 4) Analisa cycle time

Estimasi perhitungan *Cycle time* untuk *mold Handle* Tas dapat dilakukan dengan rumus (Handika, 2016) :

$$CT = tzul + tE + tN + tku + tpa$$

Dimana

- tzul = Waktu mesin bergerak (s)
- tE = Waktu Injeksi (s)
- tN = Waktu *Hoding Pressure* (s)
- tku = Waktu pendinginan (s)
- tpa = Waktu istirahat (s)

Diketahui

- tzul = 4 s (estimasi)
- tE = 3,18 s (simulasi  *moldflow*)
- tN = 5 s (estimasi)
- tku = 9,68 s (perhitungan *cooling*)
- tpa = 5 s (estimasi)

Maka untuk estimasi *Cycle time* didapatkan :

$$CT = tzul + tE + tN + tku + tpa$$

$$= 4 s + 3,18 s + 5 s + 9,68 s + 5 s$$

$$= 25,86 s$$

#### 5) Perhitungan perbandingan biaya produksi

Adapun perbedaan-perbedaan antara *mold* yang lama dengan *mold* yang baru adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perbandingan Ukuran Sistem Saluran Material

Perbandingan Ukuran ( <i>Sprue, Runner</i> )		
	<i>Mold</i> lama	<i>Mold</i> baru
Panjang saluran	392 mm	365 mm
Diameter <i>main runner</i>	8 mm	5 mm
Diameter <i>sub runner</i>	5 mm	4 mm
Diameter pangkal <i>sprue</i>	8,5 mm	6 mm
Berat total	23,1 gram	8,75 gram

Dari berat *runner* yang dihasilkan maka dapat dihitung pengurangan biaya produksi dalam beberapa segi :

a. Dalam segi jumlah material yang dipakai.

Dengan jumlah 4 *cavity*, untuk mendapatkan target 250.000 pcs produk per bulan, maka diperlukan :

$$\text{Total jumlah shot} = \frac{\text{Jumlah produk}}{\text{Jumlah cavity}}$$

$$= \frac{250\,000 \text{ pcs}}{4 \text{ cavity}}$$

$$= 62.500 \text{ shot}$$

Maka total berat material dan *runner* dalam 1 shot dapat ditentukan :

- *Mold* Lama

$$\text{Konsumsi material} = \text{Berat produk} + \text{Berat runner}$$

$$= (4 \text{ cavity} \times 16,9 \text{ gr}) + (21,3 \text{ gr})$$

$$= 67,6 \text{ gr} + 21,3 \text{ gr}$$

$$= 88,9 \text{ gram}$$

Total konsumsi material pada *mold* yang lama untuk memenuhi target produksi yaitu :

$$\text{Total konsumsi} = \text{Jumlah shot} \times \text{Konsumsi material}$$

$$= 62.500 \text{ shot} \times 88,9 \text{ gr}$$

$$= 5.556.250 \text{ gr}$$

$$= 5.556,25 \text{ kg}$$

$$\text{Biaya Material} = \text{Total Konsumsi} \times \text{Harga Material}$$

$$= 5.556,25 \text{ kg} \times \text{Rp. } 15.000 / \text{kg}$$

$$= \text{Rp. } 83.343.750$$

- Rancangan *Mold* Baru

$$\text{Konsumsi material} = \text{Berat produk} + \text{Berat runner}$$

$$= (4 \text{ cavity} \times 16,9 \text{ gr}) + (8,75 \text{ gr})$$

$$= 67,6 \text{ gr} + 8,75 \text{ gr}$$

$$= 76,35 \text{ gr}$$

Total konsumsi material pada rancangan *mold* yang baru untuk memenuhi target produksi yaitu :

$$\text{Total konsumsi} = \text{Jumlah shot} \times \text{Konsumsi material}$$

$$= 62.500 \text{ shot} \times 76,35 \text{ gram}$$

$$= 4.771.875 \text{ gram}$$

$$= 4.771,875 \text{ kg}$$

$$\text{Biaya Material} = \text{Total Konsumsi} \times \text{Harga Material}$$

$$= 4.771,875 \text{ kg} \times \text{Rp. } 15.000 / \text{kg}$$

$$= \text{Rp. } 71.577.750$$

Selisih biaya material dari rancangan *mold* yang lama dengan rancangan *mold* yang baru dapat dihitung :

$$\text{Selisih Biaya} = \text{Biaya material } \textit{mold} \text{ lama} - \textit{mold} \text{ baru}$$

$$= \text{Rp. } 83.343.750 - \text{Rp. } 71.577.750$$

$$= \text{Rp. } 11.766.000$$

b. Dalam segi biaya produksi untuk *recycle* material

Total konsumsi material pada *runner*.

- *Mold* Lama

$$\text{Berat total} = \text{Berat runner} \times \text{Jumlah shot}$$

$$= 21,3 \text{ gram} \times 62.500 \text{ shot}$$

$$= 1.331.250 \text{ gram}$$

$$= 1331,25 \text{ kg}$$

- Rancangan *Mold* Baru

$$\text{Berat total} = \text{Berat runner} \times \text{Jumlah shot}$$

$$= 8,75 \text{ gram} \times 62.500 \text{ shot}$$

$$= 546.875 \text{ gram}$$

$$= 546,875 \text{ kg}$$

Selisih jumlah konsumsi material untuk *runner* antara *modal* yang lama dengan rancangan *modal* yang baru.

$$\begin{aligned} \text{Selisih material} &= \text{Modal lama} - \text{Rancangan modal baru} \\ &= 1331,25 \text{ kg} - 546,875 \text{ kg} \\ &= 784,375 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kapasitas mesin *crusher* yang digunakan adalah 25 kg/jam. Maka selisih waktu produksi yang digunakan untuk *recycle* material antara *modal* lama dengan rancangan *modal* yang baru adalah :

$$\begin{aligned} \text{Waktu produksi} &= \frac{784,375 \text{ kg}}{25 \text{ kg/jam}} \\ &= 31,375 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jika harga biaya produksi untuk mesin *crusher* Rp.50.000/jam (estimasi). Maka pada rancangan *modal* yang baru dapat mengurangi biaya produksi untuk *recycle* material sebanyak :

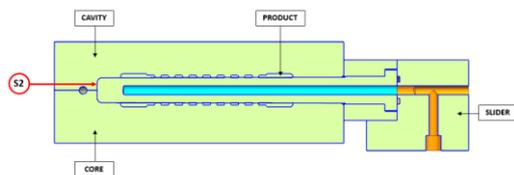
$$\begin{aligned} \text{Biaya recycle} &= \text{Waktu produksi} \times \text{Harga produksi/jam} \\ &= 31,375 \text{ jam} \times \text{Rp. } 50.000/\text{jam} \\ &= \text{Rp. } 1.568.750 \end{aligned}$$

Jumlah total biaya yang dapat dikurangi pada perancangan *modal* yang baru adalah dalam satu bulan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{Pengurangan biaya material} + \\ &\text{Pengurangan biaya recycle} \\ &= \text{Rp. } 11.766.000 + \text{Rp. } 1.568.750 \\ &= \text{Rp. } 13.334.750 \end{aligned}$$

### 6) Perhitungan hidrolis pada slider

Pemilihan hidrolis dilakukan setelah gambar 3D dari *slider* dibuat, karena diperlukan estimasi dari berat *slider*.

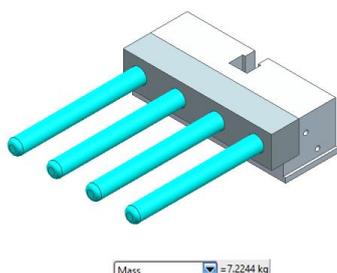


Gambar 4.11 Perhitungan Hidrolis Slider

Untuk memilih diameter silinder (D) untuk hidrolis yang diperlukan dapat dihitung dengan (Nakazawa, 2010) :

$$\frac{D^2}{4} > \frac{P \times S1 + (\frac{P}{5} \times S2)}{a \times k \times \pi} + \frac{W}{a \times k \times \pi}$$

Berat dari *slider* diperoleh dari perancangan 3D yang telah dibuat :



Gambar 4.13 Berat slider mold handle tas

Maka :

$$\frac{D^2}{4} > \frac{500 \text{ kg/cm}^2 \times 0 + (\frac{500 \text{ kg/cm}^2}{5} \times 10,868 \text{ cm}^2)}{0,8 \times 70 \text{ kg/cm}^2 \times 3,14} + \frac{7,22 \text{ kg}}{0,8 \times 70 \text{ kg/cm}^2 \times 3,14}$$

$$\frac{D^2}{4} > \frac{1086,8 \text{ kg}}{175,84 \text{ kg/cm}^2} + \frac{7,22 \text{ kg}}{175,84 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\frac{D^2}{4} > 6,18 \text{ cm}^2 + 0,041 \text{ cm}^2$$

$$D^2 > 4 (6,221 \text{ cm}^2)$$

$$D > \sqrt{24,884 \text{ cm}^2}$$

$$D > 4,988 \text{ cm}$$

$$D = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm}$$

### 7) Perhitungan BEP

Nilai BEP dapat diketahui dengan rumus (Maruta, 2018) :

$$\text{BEP (Unit)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel}}$$

$$\text{BEP (Rupiah)} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{(\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel}) / \text{Harga per unit}}$$

Dimana

Biaya Tetap = Hanya diambil dari biaya pembuatan *modal*.

Biaya per unit = Rp. 650/pcs, dalam 1 shot ada 4 pcs, maka dihitung biaya per shot yaitu Rp. 2600

Biaya Variabel = Hanya diambil biaya konsumsi material.

Maka :

- Nilai BEP *modal* lama :

$$\text{BEP (Unit)} = \frac{\text{Rp. } 70.000.000}{\text{Rp. } 2.600/\text{shot} - \text{Rp. } 1.333,5/\text{shot}}$$

$$= \frac{\text{Rp. } 70.000.000}{\text{Rp. } 1.266,5/\text{shot}}$$

$$= 55.270 \text{ shot}$$

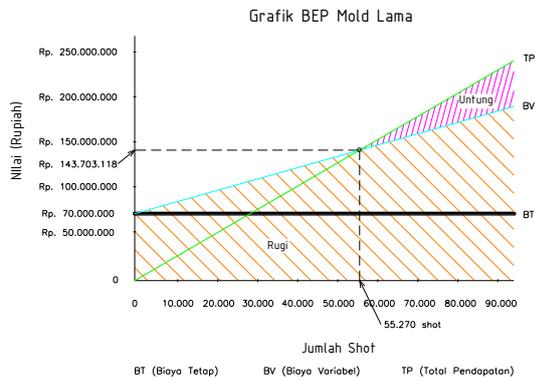
$$= 221.080 \text{ pcs}$$

$$\text{BEP (Rupiah)} = \frac{\text{Rp. } 70.000.000}{(\text{Rp. } 2.600 - \text{Rp. } 1.333,5) / \text{Rp. } 2.600}$$

$$= \text{Rp. } 143.703.118$$

Berikut adalah grafik BEP *Modal* lama.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN



Gambar 4.18 Grafik *BEP* Mold lama

- Nilai *BEP* rancangan *mold* baru.

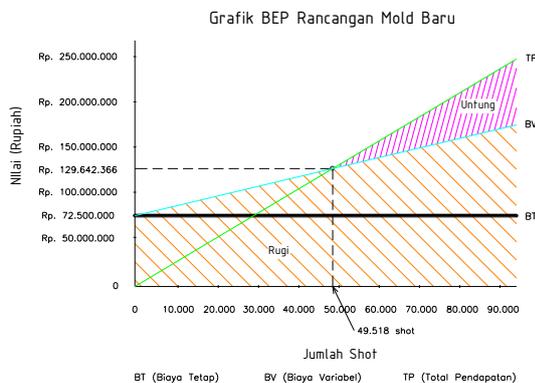
$$BEP \text{ (Unit)} = \frac{Rp. 72.500.000}{Rp. 2.600/\text{shot} - Rp.1.146/\text{shot}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{Rp. 72.500.000}{Rp. 1.454/\text{shot}} \\ &= 49.518 \text{ shot} \\ &= 198.072 \text{ pcs} \end{aligned}$$

$$BEP \text{ (Rupiah)} = \frac{Rp. 72.500.000}{(Rp. 2.600 - Rp.1.146) / Rp. 2.600}$$

$$= Rp. 129.642.366$$

Berikut adalah grafik *BEP* rancangan *mold* baru.



Gambar 4.19 Grafik *BEP* rancangan *mold* baru

Dari kedua nilai *BEP* diatas dapat diketahui bahwa pada rancangan *mold* yang baru memiliki titik impas yang lebih sedikit dibanding dengan *mold* yang lama, sehingga pada rancangan *mold* yang baru bisa mendapatkan keuntungan lebih cepat daripada *mold* yang lama.

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai *BEP*

Perbandingan Nilai <i>BEP</i>		
	<i>BEP</i> (Unit)	<i>BEP</i> (Rupiah)
<i>Mold</i> Lama	221.080 pcs	Rp. 143.703.118
Rancangan <i>mold</i> baru	198.072 pcs	Rp. 129.642.366
<b>Selisih</b>	23.008 pcs	Rp. 14.060.752

### • Kesimpulan

Dari Hasil dan Analisa data yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Untuk memenuhi kebutuhan produk *Handle* Tas sebanyak 250.000 pcs/bulan. Maka *mold* bisa dibuat dengan 4 *cavity*.
2. Pada rancangan *mold* yang baru didapat perhitungan sebagai berikut :
  - Diameter *runner* = Ø5 mm dan Ø4 mm
  - Ukuran *gate* (PxL) = 2,7 mm x 2 mm
  - Ukuran *sprue* = Ø6 mm dan Ø3,5 mm
  - Diameter *cooling* = Ø9 mm
  - Waktu pendingin = 9,68 s
  - Estimasi *Cycle Time* = 25,86 s
3. Pada rancangan *mold* yang baru dapat mengurangi biaya produksi dalam segi konsumsi material dan biaya *recycle* untuk *runner* yang dihasilkan dalam satu bulan adalah Rp. 13.334.750 dari *mold* yang lama.
4. Pemilihan hidrolik untuk sistem *slider* pada *mold* tersebut adalah berdasarkan katalog, berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh diameter silinder adalah Ø50 mm dan panjang langkah adalah 140 mm.
5. Simulasi pengisian material menggunakan *software Autodesk Moldflow 2014* dengan *setting parameter* yang digunakan menunjukkan tidak terdapat cacat *short mold* (pengisian kurang sempurna).
6. Ukuran *moldbase* pada rancangan *mold* baru adalah 500mm x 400mm, ukuran tersebut masih masuk ukuran spesifikasi mesin injeksi 200 Ton yang memiliki ukuran *Tie Bar* 510mm x 510mm.
7. Dari analisa *BEP* yang dilakukan pada rancangan *mold* yang baru memiliki titik impas 198.072 pcs produk, sedangkan pada *mold* lama adalah 221.080 pcs produk, selisihnya adalah 23.008 pcs produk.

### • Saran

Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Dalam merancang *mold* hendaknya diperhitungkan dengan baik untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, contohnya adalah dalam konsumsi material yang terdapat pada sistem saluran material (*sprue*, *runner* dan *gate*).
2. Dalam merancang *mold* dapat dilakukan simulasi terlebih dahulu dengan menggunakan *software Moldflow* untuk mendapatkan hasil rancangan yang baik sebelum diproses *machining*

### DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Alfreda Campo, E. (2006). *The Complete Part Design Handbook: for Injection Molding of Thermoplastics*. Hanser.
- [2.] Bryce, B. D. M. (1998). *Plastic Injection Molding ... mold design and construction fundamentals: Vol. III*. Society of Manufacturing Engineers Dearborn.
- [3.] Dominick V. Rosato, P. E., D., D. V. R. P., & Marlene G. Rosato, P. . (2000). *Injection Molding Handbook*. In *Injection Molding Handbook* (3rd ed.).

Springer Science+Business Media, LLC.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4597-2>

- [4.] Donald F. Heaney (Ed.). (2012). *Handbook of metal injection molding*.
- [5.] Handika, A. D. (2016). *Perencanaan Moulding Sistem Injeksi Untuk Gelas Plastik*.
- [6.] Kazmer, D. O. (2016). *Injection Mold Design Engineering* (2nd Editio). Hanser Publishers.
- [7.] Maruta, H. (2018). Analisis Break Even Point (Bep) Sebagai Dasar Perencanaan Laba Bagi Manajemen.
- [8.] Menges, G., Michaeli, W., & Mohren, P. (1999). *How to Make Injection Molds* (3rd ed.). Hanser.
- [9.] Nakazawa, M. (2010). *Mold Basic Design Textbook*. IMDIA.
- [10.] Yakub, Y., & Madinah. (n.d.). *Perencanaan sistem pendinginan cetakan plastik*.