

## PEPERANCANGAN CETAKAN *SAFETY GLASSES FRAME* DENGAN MEMODIFIKASI CETAKAN TIDAK TERPAKAI DI POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA

Eko Ari Wibowo<sup>1</sup>, Agung Kaswadi<sup>2</sup>, dan Suroto<sup>3</sup>

1.Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi, Politeknik Manufaktur Astra, JL. Gaya Motor Raya No. 8  
Sunter II Jakarta 14330 Telp. (021) 651 9555 ext. 2880 Fax. (021) 651 9821

E-mail : eko.ariwibowo@polman.astra.ac.id<sup>1</sup>, agung.kaswadi@polman.astra.ac.id<sup>2</sup>,  
suroto@polman.astra.ac.id<sup>3</sup>

**Abstrak** - Politeknik Manufaktur Astra memiliki beberapa cetakan digunakan untuk proses cetak injeksi plastik. Cetakan tersebut berasal dari unit cetakan untuk produksi masal. Kondisi saat ini, sebagian unit cetakan yang tersedia sudah tidak digunakan untuk produksi masal, karena produk yang dihasilkan sudah tidak digunakan lagi. Hal ini menyebabkan cetakan tersebut tidak produktif. Di lain pihak, UPT Manufaktur Dua mempunyai empat proyek. Salah satunya yaitu proyek *safety glasses*, dimana proyek tersebut belum bisa terealisasi karena tidak adanya cetakan *sub assy* dari komponen *frame*. Hal ini dikarenakan belum adanya rancangan dari cetakan komponen tersebut. Oleh karena itu, akan dirancang cetakan komponen tersebut dengan memodifikasi cetakan yang tidak terpakai (*reused mold*) tapi masih memiliki spesifikasi material yang memungkinkan untuk dilakukan proses perancangan dan pemesinan. Dengan batasan material, mesin dan peralatan yang tersedia di Polman Astra, sehingga dalam merancang perlu mempertimbangkan batasan-batasan tersebut. Pada penelitian ini dibahas rancangan dan perhitungan konstruksi cetakan meliputi: *cavity layout*, *undercut mechanics*, *ejection system*, *cooling system*, *runner* dan *gate system* serta simulasi aliran material menggunakan *moldflow* untuk mengetahui potensi cacat yang terjadi. Setelah rancangan konstruksi cetakan *safety glasses frame* dibuat dan disimulasikan hasilnya minim cacat, langkah selanjutnya dilakukan proses pemesinan.

**Kata Kunci** : *reused mold*, *safety glasses frame*, *cavity layout*, *undercut mechanics*

### I. PENDAHULUAN

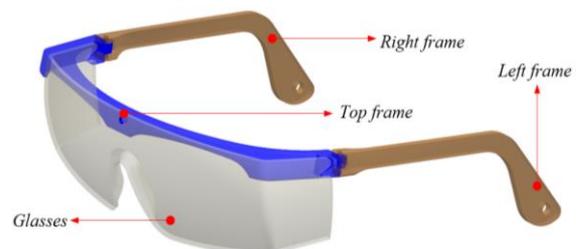
Proses cetak plastik injeksi merupakan salah satu proses pembuatan produk plastik yang digunakan secara luas dewasa ini, hal ini dikarenakan kemampuan dalam memproduksi secara cepat[1]. Selain itu, proses tersebut mempunyai kemampuan produksi masal yang tinggi, geometri yang rumit, kualitas permukaan yang baik dan biaya yang rendah[1].

Namun dalam pembuatan cetakan plastik injeksi diperlukan perencanaan yang benar, agar produk yang dihasilkan sesuai yang diharapkan dengan biaya operasional yang minim. Biaya operasional yang digunakan yaitu meliputi biaya pembelian *mold base*, proses pemesinan, harga material *polymer* dan harga proses injeksi produk[2]. Diantara biaya operasional tersebut biaya yang digunakan untuk pembelian *mold base* cukup tinggi, hal ini dikarenakan harga baja didunia dewasa ini semakin meningkat tiap tahunnya. Tetapi ini dapat diminimalisir dengan memanfaatkan kembali cetakan yang sudah tidak dipakai (*reused mold*) untuk dijadikan *mold base*, akan tetapi dalam merancang cetakan yang baru perlu memperhitungkan posisi dari komponen-komponen cetakan yang sudah ada.

Polman Astra saat ini memiliki dua puluh dua unit cetakan, tujuh diantaranya sudah tidak dipakai untuk produksi. Cetakan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai

*mold base* untuk dirancang cetakan produk baru dengan beberapa ketentuan, meliputi: jenis cetakan, dimensi *core* dan *cavity* serta posisi komponen pendukung[2]. Selain itu juga perlu dipertimbangkan beberapa aspek terkait ketersediaan peralatan, mesin dan material di *Workshop* Polman Astra.

Produk yang akan dibuatkan cetakannya yaitu *safety glasses frame*, berfungsi untuk mengaitkan *safety glasses* dengan daun telinga manusia yang terdiri dari *top*, *right* dan *left frame* (**gambar 1**). Produk ini dirancang menggunakan material termoplastik jenis *Polypropylene* (PP) dan menggunakan tipe cetakan dua plat, sehingga pada bagian produk akan meninggalkan sisa dari *gate* yang harus dihilangkan setelah produk selesai diproses[3].



Gambar 1. Model 3D *safety glasses*

Pada penelitian ini akan dibahas perancangan konstruksi cetakan *safety glasses frame* dengan memodifikasi cetakan tidak terpakai sekaligus pendekatan simulasi menggunakan

*software moldflow* untuk mengetahui potensi cacat yang terjadi sebelum cetakan tersebut dibuat.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan cetakan plastik injeksi dimulai dengan pengumpulan informasi teknis berupa data spesifikasi produk, *mold base* dan mesin injeksi yang digunakan. Data tersebut digunakan sebagai referensi untuk membuat rancangan cetakan plastik injeksi karena berpengaruh terhadap konstruksi dari cetakan.

### II.1 Data Produk

Model 3D produk *frame safety glasses* digambar menggunakan *software siemens NX 8.0*. seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Model 3D produk *safety glasses frame*

Data produk diperlukan untuk menentukan rancangan cetakan, seperti *lay outing*, *parting line*, *contour core* dan *cavity* serta *runner system* dan *gate system*. Data produk ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Data produk *safety glasses frame*

Data produk <i>safety glasses frame</i>	
<i>Mat. Spec / colour</i>	PP / Black
<i>Shrinkage factor</i>	2%
<i>Part dimention</i>	167,445 x 156,925 x 107,175
<i>Projection area</i>	285, 219 cm <sup>2</sup>
<i>Standard thickness</i>	2,5 mm
<i>Part weight</i>	15,252 gr

Material yang digunakan untuk produk ini adalah termoplastik *Polypropylene AP03B* yang dibuat oleh *Exxon Mobil Chemical Asia Pacific Pte Ltd*, material tersebut memiliki spesifikasi *melt temperature 230° C*, *max. shear stress 0.30 Mpa*, *melt density 10.9 gr/cm<sup>3</sup>* dan *shrinkage factor 2%*[4].

### II. 1.1 Perhitungan produk

#### 1. Project area

*Project area* adalah luas area yang digunakan bagian *core* dan *cavity* untuk mencetak produk menjadi serupa dengan bentuk cetakan. *Project area* untuk *cavity frame* yaitu 285,219 cm<sup>2</sup>[5].

#### 2. Clamping force

*Clamping force* atau gaya pengekaman adalah gaya yang digunakan untuk menahan cetakan pada saat proses injeksi agar material plastik berbentuk produk sesuai dengan gambar kerja. Hasil perhitungan *clamping force* dan *safety factor* produk *frame* yaitu 14260,96 kgf atau 14,2 ton[5].

### II.2 Data Mold Base

Objek pada perancangan ini menggunakan salah satu cetakan tidak produksi, yaitu cetakan *pad collar*. Berikut merupakan spesifikasinya:

Tabel 2. Spesifikasi cetakan *pad collar*

Spesifikasi cetakan <i>pad collar</i>	
<i>Type mold</i>	<i>Two plate</i>
<i>Mold system</i>	<i>Normal</i>
<i>Surface finish</i>	<i>Polish</i>
<i>Ejection system</i>	<i>Pin ejector</i>
<i>Mold operation</i>	<i>Semi manual</i>
<i>Type gate</i>	<i>Side gate</i>
<i>Manufacturing methode</i>	<i>Programming (CAM)</i>
<i>Material mold</i>	S 50 C
<i>Dimension mold</i>	350 x 350 x 200 mm
<i>Dimension cavity plate</i>	350 x 250 x 50 mm
<i>Dimension core plate</i>	350 x 250 x 50 mm

Komponen standar, seperti *locating ring*, *sprue bush*, *guide pin*, *guide bush*, *pin ejector*, *spring* dan *return pin* tidak dibuat sendiri tetapi dibeli dalam bentuk komponen jadi sedangkan proses pemesinan lanjutan dilakukan hanya untuk bagian yang berhubungan dengan *core-cavity*, lubang baut dan *pin*.

### II.2 Data Mesin Plastik Injeksi

Mesin plastik injeksi *Hwa Chin tipe HC-Series 160 SE* memiliki kapasitas injeksi 160 ton, dengan ruang pengekaman 450 mm x 460 mm dan *injection rate 180 cm<sup>3</sup>/s*. Mesin ini dilengkapi dengan unit sistem pendingin untuk cetakan yang dapat diatur temperaturnya[6].

Tabel 3. Spesifikasi *Hwa Chin tipe HC-Series 160 SE*

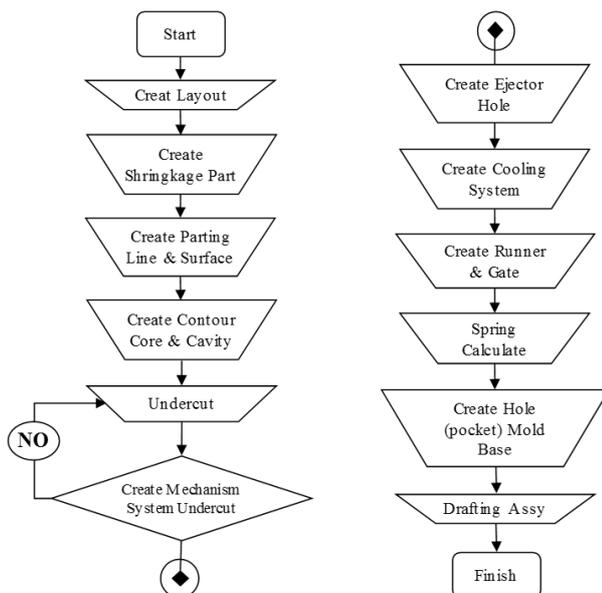
Specifications	Value
<i>Clamping force</i>	160
<i>Screw diameter</i>	42
<i>Nozzle radius</i>	10
<i>Injection pressure</i>	1440
<i>Theoretical Shot Volume</i>	276
<i>Shot weight</i>	248
<i>Injection rate</i>	180
<i>Screw revolving speed</i>	0 - 276
<i>Clamping stroke</i>	500
<i>Space between tie bars</i>	450 - 460
<i>Mold platen dimensions</i>	660 - 660
<i>Range of mold height</i>	150 - 500
<i>Hydraulic ejector stroke</i>	130
<i>Machine size</i>	4.5 x 1.2 x 1.8

## III. PERANCANGAN

Perancangan konstruksi cetakan produk *safety glasses frame* menggunakan prosedur berdasarkan referensi dan disesuaikan dengan kebutuhan untuk merancang cetakan.

Prosedur merancang konstruksi cetakan dimulai dengan menentukan *layout* dari produk sebagai referensi

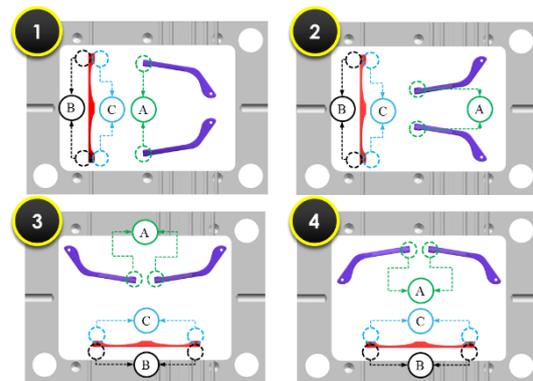
untuk membuat *parting line* dan *parting surface*, dalam pembuatannya harus disesuaikan dengan fungsional dan penampilan atau *performance* produk tersebut. Karena *parting surface* dijadikan sebagai referensi untuk memisahkan kontur *core* dan *cavity* cetakan. Selanjutnya membuat sistem mekanik pembebas *undercut* menggunakan mekanik *hidraulic*, *slider* ataupun *lifter* untuk mengatasi *undercut* pada produk tersebut. Hal yang menjadi pertimbangan dalam membuat sistem mekanik yaitu konstruksi mekanik tersebut. Selain itu posisi lubang *ejector*, *cooling system*, *runner system* dan *gate system*. Ditambahkan pula aksesoris *standard part* cetakan seperti *spring*, *locating ring*, *sprue bush*, *guide pin*, *guide bush* dan *return pin*. Setelah semua komponen ter-assembly, *output* akhir dari perancangan konstruksi cetakan adalah *drafting*. Gambar 3 memperlihatkan prosedur perancangan cetakan[7].



Gambar 3. Prosedur perancangan konstruksi cetakan

### III.1 Layout

Data produk berupa 3D *part* dan ukuran *cavity* digunakan sebagai referensi untuk menentukan *layout* produk. Ada empat alternatif desain *layout* yang dibuat dengan referensi posisi *sprue*, *gate* dan ukuran *insert* sama. Berikut merupakan rancangan *layout* produk beserta pertimbangan pemilihan rancangan *layout* tersebut, apabila dibandingkan dari aspek sistem mekanik pembebas *undercut*, panjang *runner* dan kemudahan dalam proses pemesinan.



Gambar 4. Layout

Berdasarkan pertimbangan sistem mekanik pembebas *undercut* menggunakan *slider* dan *lifter*, panjang *runner* yang seimbang dan kemudahan proses pemesinan, maka *layout* yang digunakan yaitu *layout* pertama.

### III.2 Penyusutan produk

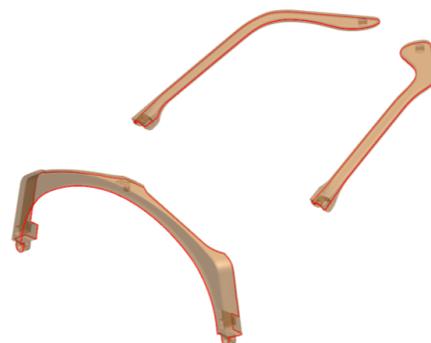
Produk yang akan dirancang cetaknya diperbesar dengan cara volume produk dikalikan dengan besarnya *shrinkage factor* dari material yang digunakan[8].

$$\begin{aligned} V_{sf} &= V_{top\ frame} \times (1 + Sf) \\ &= 5532,17 \times (1 + 2,0\%) \\ &= 5642,813 \text{ mm}^3 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} V_{sf} &= V_{left/right\ frame} \times (1 + Sf) \\ &= 3650,39 \times (1 + 2,0\%) \\ &= 4029,398 \text{ mm}^3 \end{aligned} \quad (2)$$

### III.3 Parting line

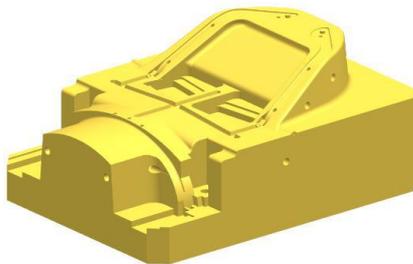
*Parting line* adalah garis pemisah antara *contour core* dan *cavity*. Pada produk *safety glasses frame* posisi *parting line* berada ditengah dari ketebalan produk, karena pertimbangan tuntutan fungsi dan penampilan dari produk.



Gambar 5. Parting line

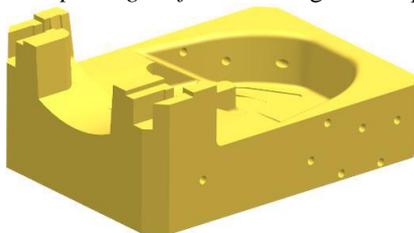
### III.4 Kontur core dan cavity

Pemisahan bidang pertemuan menjadi bagian *core* dan *cavity*. *Core* adalah kontur cetakan yang posisinya pada bagian bawah *parting surface* atau bagian dalam produk



Gambar 6. Kontur *core*

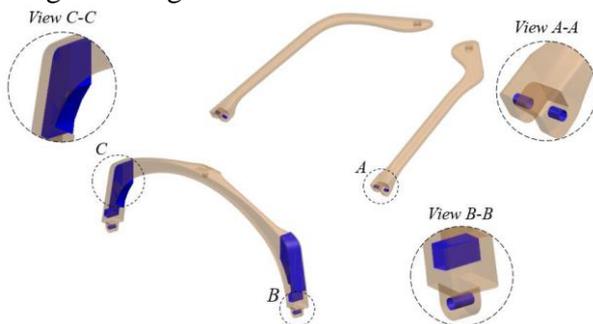
Sedangkan *cavity* adalah kontur cetakan yang posisinya dibagian atas *parting surface* atau bagian luar produk.



Gambar 7. Kontur *cavity*

### III.5 Undercut

Profil *undercut* yaitu suatu bentuk pada produk plastik yang memiliki fungsi khusus. Gambar 8 memperlihatkan letak *undercut* pada produk *safety glasses frame* yang ditandai dengan bidang berwarna biru.



Gambar 8. Profil *undercut*

### III.6 Mekanik sistem *undercut*

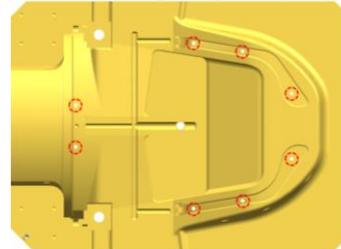
Penentuan mekanik sistem *undercut* dilakukan dengan pertimbangan aspek konstruksi. Tabel 4 memperlihatkan perbandingan penggunaan mekanik sistem untuk mengatasi profil *undercut*.

Tabel 4. Perbandingan mekanik sistem

Profil	Mekanik sistem	Konstruksi
A	Lifter	-
	Hydraulic	-
	Slider	√
B	Lifter	-
	Hydraulic	-
	Slider	√
C	Lifter	√
	Hydraulic	-
	Slider	-

### III.7 Lubang *ejector*

Penempatan *ejector* harus disesuaikan dengan letak komponen lain seperti lubang pendingin (*cooling*), *lifter* dan *slider*. Agar dapat beroperasi dengan baik dan tidak merusak produk, *ejector* harus diatur pada posisi yang tepat.



Gambar 9. Lubang *ejector*

Jumlah unit *ejector* yang terdapat pada kontur *core* yaitu delapan unit, terdiri dari lubang dan *pin* berdiameter 3 mm, karena dengan pertimbangan fungsional untuk proses eaksi dan *performance* yang dihasilkan. Hal ini didasai pertimbangan *safety factor* sebagai berikut:

$$S = \frac{P}{P_1} = \frac{107,023}{77,754} = 2,447$$

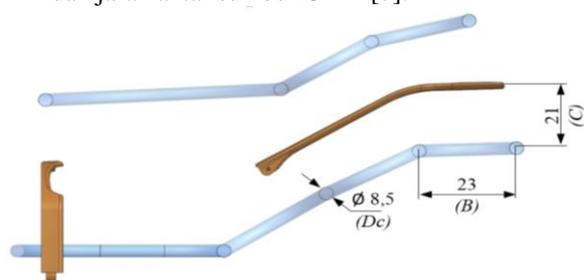
Jika *safety factor* mendapatkan nilai  $\geq 2$ , maka *ejector pin* dikatakan memiliki angka keamanan yang baik dan bisa digunakan[9].

Selain itu dari hasil perhitungan panjang langkah pembebas yaitu 30 mm sedangkan tebal maksimum produk 3,226 maka produk tersebut bisa di bebaskan dari cetakan.

### III.8 Sistem pendingin

Jenis *cooling system* pada konstruksi cetakan ini adalah *channel*, karena dilihat dari kompleksitas dari produk yang akan dicetak.

Berdasarkan tebal rata-rata produk *frame safety glasses* yaitu 3,56 mm. sehingga diameter *cooling system*  $\varnothing$  8,5 mm dengan jarak antar sumbu *cooling* terhadap permukaan yaitu 21 mm dan jarak antar sumbu 23 mm[7].



Gambar 10. *Cooling system*

### III.9 Sprue, runner dan gate

#### 1. Sprue

*Sprue* berfungsi sebagai tempat awal masuknya aliran material plastik dari *nozzle* mesin ke dalam rongga cetakan. Bentuk dan ukuran *sprue* menyesuaikan dengan ukuran radius dari *nozzle* pada mesin. Sedangkan panjang dari *sprue* menyesuaikan dari tebal *cavity plate* pada cetakan[10].

Diketahui:

$$\text{Tebal max produk } (S_{max}) = 4,982 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter nozzle } (d_N) = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang sprue } (L) = 70 \text{ mm}$$

Ditanya:

Sudut sprue ( $\alpha$ )?

Jawab:

$$d_f = S_{max} + 1,0 \text{ mm} \\ = 4,982 + 1,0 \\ = 5,982 \text{ mm}$$

$$d_s = d_N + 1,5 \text{ mm} \\ = 2 + 1,5 \\ = 3,5 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha = \frac{(d_f/2) - (d_s/2)}{L}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(5,982/2) - (3,5/2)}{70} \\ = 1,01^\circ$$

## 2. Runner

Jalur masuknya material plastik cair setelah melalui sprue selanjutnya adalah melalui runner. Bentuk dari runner berbeda-beda berdasarkan tebal produk dan ukuran runner menentukan dari cepat aliran plastik cair masuk ke rongga cetakan[10].

Diketahui:

$$\text{Tebal max produk } (S_{max}) = 4,982$$

$$\text{Konstanta } (K) = 1,5$$

Ditanya:

Diameter runner ( $D_{runner}$ )?

Jawab:

$$D_{primary \text{ runner}} = S_{average} + K \\ = 4,982 + 1,5 \\ = 6,482 \text{ mm}$$

$$D_{secondary \text{ runner}} = \frac{D_{primary \text{ runner}}}{\sqrt{2}} \\ = \frac{6,482}{\sqrt{2}} \\ = \varnothing 4,583 \text{ mm}$$

$$D_{tertiary \text{ runner}} = \frac{D_{secondary \text{ runner}}}{\sqrt{2}} \\ = \frac{4,583}{\sqrt{2}} \\ = \varnothing 2,646 \text{ mm}$$

## 3. Gate

Saluran yang menghubungkan runner dan produk disebut gate. Bentuk dan besarnya gate sangat penting dalam menentukan kualitas produk. Tebal gate biasanya dua per tiga dari ketebalan produk [10].

Diketahui:

$$\text{Tebal max produk } (S_{max}) = 4,982 \text{ mm}$$

Ditanya :

Panjang gate ( $L$ ), tebal gate ( $t$ ) dan lebar gate ( $w$ ) ?

Jawab :

Gate pada top frame

$$L = 1 \sim 1,5 \times S_{max} \\ = 1,2 \times 4,982 \\ = 5,978 \text{ mm}$$

$$t = 0,15 \sim 0,30 \times S_{max} \\ = 0,2 \times 4,982 \\ = 0,996 \text{ mm}$$

$$w = 2 \times D \\ = 2 \times D_{secondary \text{ runner}} \\ = 2 \times 3,742 \\ = 7,484 \text{ mm}$$

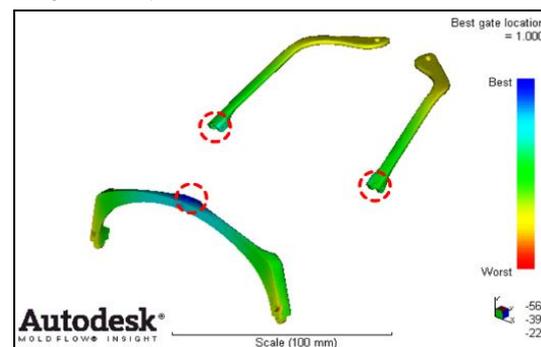
Gate pada left dan right frame

$$L = 1 \sim 1,5 \times S_{max} \\ = 1,2 \times 4,982 \\ = 5,978 \text{ mm}$$

$$t = 0,15 \sim 0,30 \times S_{max} \\ = 0,2 \times 4,982 \\ = 0,996 \text{ mm}$$

$$w = 2 \times D \\ = 2 \times D_{tertiary \text{ runner}} \\ = 2 \times 2,646 \\ = 5,292 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk menentukan posisi gate dilakukan dengan simulasi gate analysis[11].



Gambar 11. Rekomendasi posisi gate

## III.10 Keseimbangan produk

Keseimbangan produk digunakan untuk mengeliminir perbedaan waktu pengisian material atau fill time produk dengan cara menyesuaikan panjang dari runner agar perbedaan volume material yang mengalir dari runner, gate dan produk minimum[2].

Tabel 5. Volume material produk

Product	Volume runner	Volume gate	Volume product	Total
Top frame	606.92	43.04	5532.17	6182.14
Left frame	2490.42	43.04	3650.39	6183.85
Right frame	2490.42	43.04	3650.39	6183.85

## III.11 Perhitungan pegas

### 1. Berat yang diterima spring

Diketahui:

$$\text{Panjang plat ejector } (p) = 350 \text{ mm} = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar plat ejector } (l) = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal plat ejector } (t) = 15 \text{ mm} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\text{Stroke} = 90 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter return pin} = \varnothing 20 \text{ mm}$$

$$\text{Berat jenis baja } (m) = 7,81 \text{ gr/cm}^2$$

Ditanya:

Berat ( $w$ ) ?

Jawab:

$$W_{\text{plat ejector}} = 2 \times (A \times m) \\ = 2 \times ((p \times l \times t) \times 7,81 \text{ gr/cm}^2) \\ = 2 \times ((35 \times 15 \times 1,5) \text{ cm} \times 7,81 \text{ gr/cm}^2) \\ = 12300,75 \text{ gr}$$

$$W_{\text{total}} = 12,301 \text{ kg} + (8 \text{ ejktr pin} + 2 \text{ bgt lift} + 2 \text{ lifter}) \\ = 12,3 \text{ kg} + (0,079 \text{ kg} + 0,109 \text{ kg} + 0,174 \text{ kg}) \\ = 12,572 \text{ kg}$$

## 2. Gaya yang diterima *spring*

Diketahui:

$$\text{Gaya gravitasi } (g) = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Berat total } (W_{total}) = 12,572 \text{ kg}$$

Ditanya:

$$\text{Gaya } (F) ?$$

Jawab:

$$\begin{aligned} F_{normal} &= W \times g \\ &= 12,572 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 123,206 \text{ N} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\text{Koefisien gesek kinetis } (\mu_k) = 0,6$$

$$\text{Berat 8 unit } \textit{ejector pin} \text{ } (\varnothing 3) (W_{pin}) = 0,079 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} (F) \text{ 8 pin} &= W \times g \\ &= 0,079 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 0,774 \text{ N} \end{aligned}$$

Ditanya:

$$\text{Gaya gesek kinetis } (F_k) ?$$

Jawab:

$$\begin{aligned} F_k &= F_{normal} \times \mu_k \\ &= 0,774 \text{ N} \times 0,6 \\ &= 0,465 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan demikian beban yang diterima *spring* adalah:

$$\text{Berat } (W) = 25,64 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya } (F_{total}) &= F_{normal} + F_k \\ &= 123,206 \text{ N} + 0,774 \text{ N} \\ &= 123,671 \text{ N} \end{aligned}$$

*Spring* yang digunakan sebanyak empat unit agar keseimbangan atau *balancing* tercapai. Maka gaya sebesar 123,671 N dibagi untuk empat *spring*, sehingga masing-masing *spring* menerima beban sebesar 30,918 N. Jenis *spring* yang digunakan yaitu menggunakan *return pin*  $\varnothing 20$  mm, sehingga di dapat tipe *spring* yaitu SWY 30-90[13].

### III.12 Lubang pada *mold base*

*Mold base* yang digunakan sebelumnya sudah memiliki lubang ataupun *pocket*, sehingga perlu dipertimbangkan dalam menentukan bentuk yang baru.

Tabel 6. Komponen modifikasi

No	Komponen	Modifikasi
1	<i>Cavity plate</i>	<i>Pocket</i> untuk <i>insert cavity</i>
2	<i>Core Plate</i>	<i>Pocket</i> untuk <i>insert core</i>
3	<i>Support plate</i>	Lubang <i>ejector pin</i> , <i>ejector guide bush</i> , batang <i>lifter</i> , <i>retainer pin</i> dan <i>support pillar</i>
4	<i>Upper plate ejector</i>	Lubang <i>ejector pin</i> , <i>ejector guide bush</i> , batang <i>lifter</i> , <i>retainer pin</i> dan <i>support pillar</i>
5	<i>Lower plate ejector</i>	Lubang batang <i>lifter</i> , <i>ejector guide pin</i> dan <i>ejector guide pin</i> dan <i>suport pillar</i>

## IV. Pengujian Dengan Simulasi *Moldflow*

Pengujian dengan simulasi diperlukan untuk mengetahui dan mengantisipasi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi pada hasil produk. Sehingga diperlukan parameter masukan untuk mendapatkan hasil simulasi[12].

Tabel 7. Parameter awal proses simulasi

Parameter	Value	Unit
<i>Melt temperature</i>	$T_m$	230 °C
<i>Ejection temperature</i>	$T_e$	93 °C
<i>Mold temperature</i>		40 °C
<i>Injection pressure</i>		44 Mpa
<i>Packing pressure</i>		35 Mpa
<i>Packing time</i>		10 s
<i>Mold opening time</i>	$t_o$	5 s
<i>Reynold number</i>	$Re$	2500

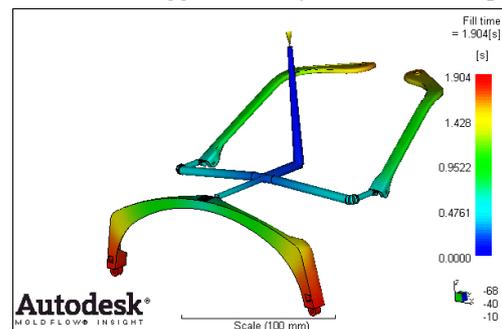
Selanjutnya data-data hasil *meshing* produk sebagai berikut:

- *Mesh type* : *Dual domain*
- *Number of nodes* : 4755
- *Total number part of element* : 9244
- *Total number of sprue/runner/gate* : 149
- *Total number of element* : 9393

Proses simulasi dengan data-data grid atau *mesh* tersebut memerlukan waktu kurang lebih 10 menit untuk sekali proses.

### IV.1 *Fill time*

Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian material ke dalam rongga cetakan yaitu 1,904 detik/produk.

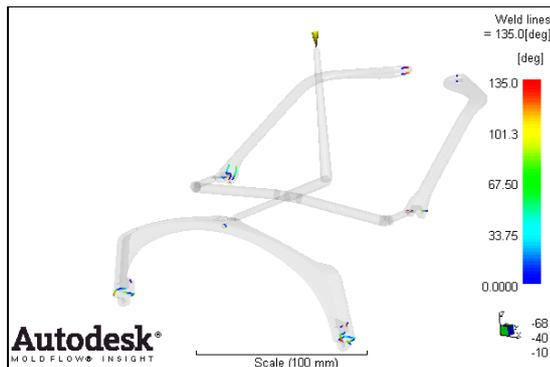


Gambar 12. Profil *fill time*

### IV.2 *Weld lines prediction*

Cacat yang terjadi karena pertemuan dua aliran dingin yang terjadi pada produk. Untuk mengatasi cacat tersebut dapat dilakukan dengan:

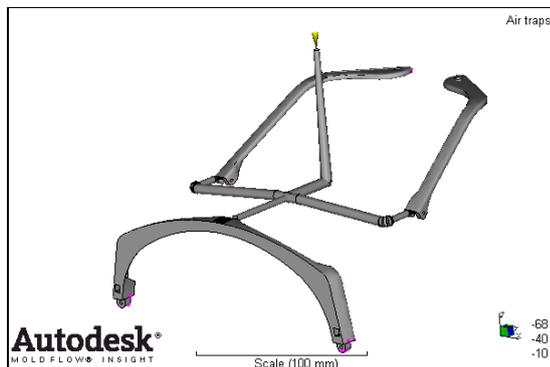
1. Menambah temperatur *barrel* secara bertahap sebesar 5,5 °C
2. Menambah volume material 2-3 *point* dari *index* standar yang ditetapkan
3. Menambah *holding pressure* dan *holding time* agar material yang di-*inject* menyatu dengan sempurna[7]



Gambar 13. Profil *weld line* hasil simulasi

### IV.3 Air trap prediction

Cacat *air trap* terjadi saat material plastik masuk ke dalam rongga cetakan membentuk produk, tetapi tidak terisi penuh oleh material tersebut.



Gambar 14. Profil *air trap* hasil simulasi

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, terdapat cacat *air trap* yang ditandai dengan lingkaran berwarna merah. Maka untuk mengatasi masalah *air trap* pada cetakan tersebut dengan cara sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran material diperlambat agar rongga *core-cavity* benar-benar terisi material
2. *Clamping force* dikurangi
3. *Holding pressure* ditambah
4. Dibuat *die venting* pada *parting line*[7]

## V. Penutup

### V.1 Kesimpulan

Desain cetakan *safety glasses frame* dapat dibuat menggunakan cetakan yang sudah tidak dipakai, yaitu menggunakan cetakan *pad collar*. Tabel VI.1 menunjukkan spesifikasi cetakan *safety glasses frame*:

Tabel 8. Spesifikasi cetakan *safety glasses frame*  
Spesifikasi cetakan *frame safety glasses*

<i>Tipe mold</i>	<i>Two plate</i>
------------------	------------------

<i>Mold system</i>	<i>Normal</i>
<i>Surface finish</i>	<i>Polish</i>
<i>Ejection system</i>	<i>Pin ejector</i>
<i>Mold operation</i>	<i>Semi manual</i>
<i>Tipe gate</i>	<i>Side gate</i>
<i>Manufacturing methode</i>	<i>Programming (CAM)</i>
<i>Material mold</i>	<i>S 50 C</i>
<i>Dimension mold</i>	<i>350 x 350 x 200 mm</i>
<i>Dimension cavity plate</i>	<i>350 x 250 x 50 mm</i>
<i>Dimension core plate</i>	<i>350 x 250 x 50 mm</i>

Hasil desain produk *safety glasses frame* yang disimulasikan menggunakan *software autodesk moldflow insight* minimum cacat, hal ini ditunjukkan dengan adanya cacat berupa *weld line* dan *air traps* yang mana cacat tersebut dapat diminimalisir dengan cara mengatur parameter injeksi dan membuat *die venting* pada *parting line* dengan *clearance* berdasarkan rekomendasi.

### V.2 Saran

Secara perancangan desain cetakan memiliki hasil yang baik sehingga untuk dilakukan ke tahap selanjutnya yaitu proses pemesinan. Sebelum itu, hal yang perlu dilakukan yaitu penambahan simulasi sistem pendingin atau *cooling system* pada konstruksi cetakan dengan *software autodesk moldflow insight 2010* untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan yang terjadi setelah di tambah dengan analisa tersebut. Sehingga kesalahan dalam rancangan bisa lebih minimum.

## V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dmonick V. Rosato., Donald V. Rosato., Marlene G. Rosato. (2000). *Injection Molding Handbook*: Kluwer Academic Publishers Group.
- [2] Eko Ari Wibowo., Agung Kaswadi., Suroto. (2015). *Perancangan Cetakan Safety Glasses Frame Dengan Memodifikasi Cetakan Tidak Terpakai Di Politeknik Manufaktur Astra*: Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta.
- [3] Sigit Yuwono., Agung Kaswadi., Suroto. (2015). *Studi Eksperimental Proses Cetak Injeksi Plastik Dengan Mengaplikasikan Saluran Pendingin Konformal Dan Optimalisasi Parameter*: Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [4] Exxon Mobil. (2015). *ExxonMobil AP03B Polypropylene Impact Copolymer*: Springwoods Village Parkway Spring. USA
- [5] Sudarmawan, Roni. 2007. *Diktat Teknologi Plastik Injection Moulding*: Politeknik Manufaktur Astra. Jakarta
- [6] Hwa Chin. (2015). *Hwa Chin Machinery Factory*. Diakses 7 Februari 2015, dari <http://www.hwachin.com.tw/products.html>



- [7] Sudirman Iman. 2005. *Diklat Injection Moulding*: PT. Astra Honda Motor Dies Manufacturing Division. Jakarta
- [8] M. Bryce, Douglas. 1998. *Plastic Injection Moulding Vol.III*: Society of Manufacturing Engineers. Michigan
- [9] Gastrow. 2002. *Injection Molds 130 Proven Design*: Hanser. Munich
- [10] George Menges, Walter Michaeli, Paul Mohren. 1999. *How To Make Injection Mold*: Hanser. Munich
- [11] Autodesk, 2009. *Autodesk Moldflow Insight Standard 1 Theory and Concepts for Release*: Moldflow Corp. USA
- [12] Autodesk, 2009. *Autodesk Moldflow Insight Standard 2 Theory and Concepts for Release*. USA: Moldflow Corp.
- [13] Misumi. 2007. *Standar Components for Plastic Molds and Die Cast*. Japan: Misumi, Ltd.