

# PERANCANGAN *MOULD BACK COVER PHONE CASE* DI CV. BUDI MULIA MANDIRI

**Bustami Ibrahim, Sulthan C. Fiddin**

Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur

Jl. Kanayakan no. 21, 022-25002541, [bustami@polman-bandung.ac.id](mailto:bustami@polman-bandung.ac.id)

## ABSTRAK

Dunia industri yang selalu berkembang dari waktu ke waktu, menuntut para produsen untuk selalu mengasah kreatifitas mereka dalam melakukan inovasi suatu produk. Salah satu solusinya adalah memodifikasi suatu produk yang sudah ada, dengan menambahkan bentukan baru ataupun fungsi baru dari produk tersebut. Hal ini merupakan solusi dalam menghemat biaya penerapan ide, karena inovasi suatu produk umumnya membutuhkan waktu yang tidak sebentar dan biaya yang lumayan besar. Oleh karena itulah solusi ini banyak digunakan.

Bidang kajian dalam karya tulis ini mengedepankan masalah dimana tuntutan yang diminta adalah perubahan bentukan produk (modifikasi) yang selanjutnya dibuatkan cetakannya, karena perubahan dari bentuk produk tersebut berpengaruh langsung pada konstruksi rancangan, beberapa penambahan fungsi *part* dilakukan untuk merubah bentukan produk tersebut. Pengurangan suatu bentukan juga dilakukan karena mempertimbangkan kerumitan permesinan. Hanya saja target yang akan dicapai adalah kesesuaian bentuk produk dengan tuntutan yang diminta.

Tahapan dalam merancang mengacu dari buku *How To Make Injection Mould* karangan *Menges Mohren*, dimana tahapan dalam merancang dilakukan sesuai kaidah merancang dalam buku tersebut. Dalam perancangan cetakan ada beberapa permasalahan yang muncul, salah satunya adalah penempatan *slide* pada *cavity plate* sehingga menyebabkan konstruksi cetakan seperti *three plate mould*, hal ini dikarenakan bentukan dari produk yang memiliki bentukan lubang lebih mengarah pada *cavity* (bukan pada *core*) sehingga pelepasan bentukan tersebut harus dilakukan lebih dahulu sebelum bukaan *parting line*.

Penyelesaian masalah tersebut biasanya yaitu dengan mengkonstruksikan silinder hidrolik atau pneumatik sebagai aktuater untuk membuka slider lebih dulu. Namun dalam karya tulis ini, penulis ingin memaksimalkan perancangan secara mekanis, yaitu dengan menggunakan *part-part* umum (biasa digunakan) untuk pembuatan *mould* sederhana, sehingga diharapkan hasil dari rancangan ini adalah sebuah cetakan plastik yang berfungsi baik dari segi teknis dan murah dari sisi ekonomis konstruksi.

Kata Kunci : Perancangan, mold, *three plate mould*

## 1. PENDAHULUAN

Tuntutan dunia industri dan perkembangannya saat ini lebih mengacu kepada inovasi ataupun modifikasi suatu produk, sehingga pembuatan suatu produk lebih banyak pada penyesuaian dari suatu bentuk produk yang sudah ada sebagai referensi. Tuntutan tersebut disebabkan karena biaya yang akan dikeluarkan suatu perusahaan akan lebih minimalis apabila memanfaatkan sesuatu yang sudah ada sebelumnya karena tidak adanya biaya inovasi yang umumnya mahal.

CV. Budi Mulia Mandiri sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang *mould*, adalah salah satu perusahaan yang mengambil peran dalam memenuhi tuntutan-tuntutan tersebut dalam menghadapi persaingan dalam dunia industri, mengingat biaya dalam memenuhi tuntutan *costumer* biasanya tidak sesuai dengan *income* yang didapat perusahaan.

Permintaan *costumer* adalah produk berupa *back cover phone case* untuk telepon (pada bagian bawahnya), yang cukup untuk menampung *PC Board* yang diletakkan pada bagian dalam *cover*. Oleh karena itu dibutuhkan modifikasi *back cover phone case* yang sudah ada sebelumnya, sedangkan untuk

2012/10020

06 MAR 2012

*front cover* menggunakan *front cover* yang sudah ada diproduksi dipasaran, sehingga harus dibuat *back cover* yang sesuai dan mengacu dari *front cover* tersebut, referensi utama dari *cover* telepon tersebut adalah produk *cover* telepon keluaran “Sahitel” .

Produk “*Casing Back Cover Telephone*” ini adalah modifikasi dari *back cover* bagian bawah telepon yang sudah ada sebelumnya dipasaran, produk telepon yang akan diproduksi memiliki tuntutan sebagai berikut :

- Produk yang akan di buat adalah modifikasi dengan penambahan beberapa fungsi di dalamnya.
- Jumlah *cover* Telepon yang akan diproduksi terbatas hanya sebanyak 1000 buah produk.
- *Back cover* mampu menampung *PC board*
- Bentuk *back cover* sesuai dengan Bagian *front cover* dan mudah untuk di *assembly*.
- Material dari *back cover* adalah ABS.

Dari permasalahan dan tuntutan yang dijelaskan sebelumnya diatas maka di ambil solusi sebagai berikut :

- Modifikasi atau desain ulang *back cover* yaitu dengan memperbesar bagian bawah *cover* untuk menampung *pc board* .
- Simulasi aliran material dengan software *cad*, untuk menguji modifikasi produk tersebut ketika di cetak.
- Beberapa lubang dari modifikasi *back cover* yang berfungsi untuk menambahkan fungsi baru dari produk telepon, pada cetakannya dibuat konstruksi slider yang dapat di setting untuk menghindari aus / atau kerusakan slider.
- Konstruksi gate adalah sprue gate karena jumlah cavity yang diminta hanya Satu.
- Pemilihan material cetakan akan disesuaikan dengan material ABS yang digunakan
- Pengaturan *cooling* yang baik untuk mendinginkan produk.

### 1.1 Tujuan Penulisan

Tujuan yang diharapkan dapat tercapai adalah :

- Mengatasi permasalahan yang terjadi dari proses modifikasi produk sampai dengan perancangan cetakan.
- Dapat menghasilkan rancangan sesuai dengan kaidah perancangan yang baik, sehingga dapat mengatasi permasalahan dalam pembuatan cetakan.
- Menghasilkan rancangan cetakan plastik yang tepat dan cetakan tersebut dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan tuntutan customer.

## 2. TEORI PENDUKUNG

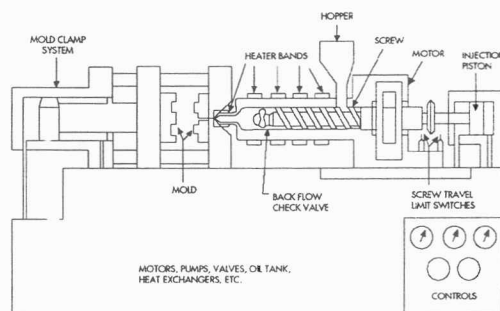
Berikut ini akan dibahas beberapa teori kepustakaan mengenai proses perancangan dan pembuatan *mould* injeksi plastik yang selanjutnya akan digunakan sebagai landasan dalam pembahasan materi penelitian.

### *Injection Moulding*

*Injection Moulding* adalah salah satu proses yang sangat populer digunakan untuk menghasilkan produk-produk plastik dari jenis thermoplastik dengan cara menginjeksikan cairan plastik panas kedalam cetakan (*mould*). *Mould* tersebut baru berfungsi sebagai cetakan ketika terpasang pada mesin injeksi plastik, mesin inilah yang kemudian menjalankan mekanisme pencetakan produk plastik.

### Mesin *Injection Moulding*

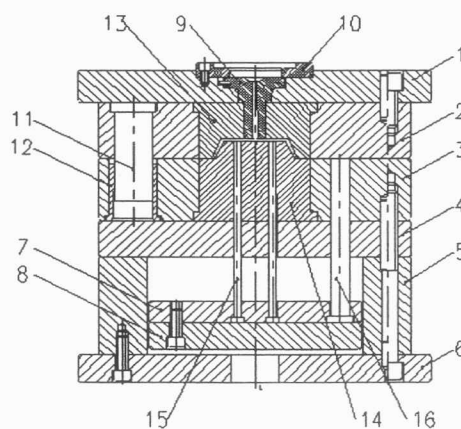
Mesin Injeksi adalah suatu mesin yang digunakan untuk menyuntikan atau mengisi cairan plastik ke dalam cetakan.



Gambar 1 Mesin Injeksi

### Cetakan Plastik (*Mould*)

Berikut bagian – bagian dari cetakan plastik (*Mold*)



Gambar 2 Cetakan Plastik

1. Pelat cekam atas (*top plate*)
2. Pelat cavity (*cavity plate*)
3. Pelat core (*core plate*)
4. Pelat pendukung (*support plate*)
5. Pelat penyangga (*spacer*)
6. Pelat cakam bawah (*bottom plate*)
7. *Ejektor retainer plate*
8. *Ejektor plate*
9. *Sprue bush*
10. Ring penepat (*locating ring*)
11. Tiang pengarah (*leader pin*)
12. Sarung pengarah (*sprue bush*)
13. *Insert cavity*
14. *Insert core*
15. *Ejector pin*
16. *Return pin*

#### Jenis – jenis Cetakan Plastik ( *Mould* )

Cetakan injeksi plastik terdiri dari beberapa jenis cetakan yang disesuaikan dengan tuntutan dari bentuk produk yang akan dihasilkan antara lain:

##### 1. Cetakan Dua Pelat (*two plate mould*)

Cetakan dua pelat atau *two plate mould* adalah jenis cetakan yang paling sederhana karena hanya memiliki satu bukaan, tanpa memiliki mekanisme gerakan lain selain pada sistem *ejector* nya. Cetakan ini lebih dikenal dengan istilah "*two plate mould*" produk yang dihasilkan bervariasi tetapi bukaan untuk mengeluarkan produk hanya menunjukkan satu arah bukaan.

##### 2. Cetakan Tiga Pelat (*three plate mould*)

Cetakan tiga pelat atau lebih dikenal dengan istilah "*three plate mold*" adalah jenis cetakan yang dirancang untuk proses otomatis, karena pemutusan *gate* dari produknya tidak dilakukan secara terpisah akan tetapi menjadi bagian dari proses injeksi. Posisi *gate* ditempatkan pada puncak produk dan merupakan patahan lingkaran kecil atau berupa garis memanjang tergantung penerapan jenis *gate* dan produk yang dihasilkan akan tampak lebih rapih. Cetakan *three plate* terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain dapat terbuka, antara lain :

- Sisi tetap (*fixed side*)
- Sisi mengambang (*floating side*)
- Sisi bergerak *moving side*

##### 3. Cetakan Slider

Cetakan dirancang untuk menghasilkan produk yang memiliki lubang atau bentuk tertentu, yang inti cetaknya harus dikeluarkan dari arah samping pada bukaan utamanya. Prinsip dasar cetakan sama dengan cetakan dua pelat, tetapi memiliki mekanisme yang

dapat menggerakkan kedudukan inti pada arah *transversal* dari gerakan utamanya. Mekanisme gerakan inilah yang diklasifikasikan sebagai *slider*.

##### 4. Cetakan Setangkup (*split mould*)

Cetakan setangkup (*split*) ini juga dikenal dengan istilah cetakan belah, dirancang untuk menghasilkan produk yang memiliki bentuk *undercut* atau produk yang tidak mungkin dihasilkan hanya dengan satu arah bukaan. Cetakan ini mirip dengan cetakan *slider*, tetapi keseluruhan produk berada pada rongga cetak yang terbentuk dari dua belahan dan bergerak transversal terhadap bukaan utamanya. Mekanisme penggerak bukaan belahannya sama dengan pada cetakan *slider* atau juga dapat menggunakan pendorong pegas.

Walaupun cetakan ini memiliki dua bukaan dengan arah yang berbeda, tetapi secara keseluruhan tergolong dalam cetakan *two plate*, karena pengeluaran produk dan *runner* berada pada sisi yang sama.

##### 5. Cetakan Berulir (*unscrewing*)

Cetakan ini dirancang untuk menghasilkan produk plastik yang memiliki ulir dibagian dalam, dan tidak dapat dilakukan dengan paksa pada cetakan dua pelat. Mekanisme pelepasan produk dari inti ulirnya dilakukan dengan penggerak *spiral spindle* yang dihubungkan pada konstruksi roda gigi, atau menggunakan penggerak lain berupa penggerak motor, konstruksi *rack pinion* atau *mould machine divider*.

### 3. METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah dengan:

- Melakukan diskusi dan tanya jawab dengan pihak-pihak yang memahami materi tentang perancangan dan pembuatan mold baik di lingkungan Politeknik Manufaktur Bandung maupun lingkungan CV. Budi Mulia Mandiri.
- Metode dalam merancang menggunakan metode perancangan cetakan *menges mohren*.
- Mempelajari konstruksi-konstruksi rancangan yang sudah ada sebagai referensi
- Mempelajari referensi-referensi yang didapat dari *internet*
- Studi literatur, yaitu mempelajari beberapa buku, katalog, serta catatan kuliah yang didapatkan di POLMAN.

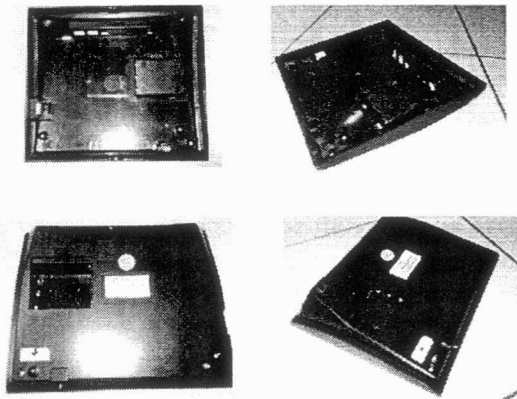
#### 4. PERANCANGAN INJECTION MOLD

Sebelum memulai perancangan dibutuhkan suatu sistematis atau tahapan-tahapan sistematis, agar penyelesaian rancangan terstruktur berdasarkan pembagian sistem, proses maupun fungsinya. Sehingga hasil rancangan dapat optimal. Pada Bab III ini akan dibahas mengenai tahapan perancangan mold (Lampiran-2) dengan mengacu pada tahapan perancangan menurut buku *HOW TO MAKE INJECTION MOLD* karangan Menges/Mohren.

##### Rincian Pemesanan Identifikasi Produk

##### Data Produk

Data produk yang diperoleh penulis adalah berupa model produk yang didapat dari *costumer CV. Budi Mulia Mandiri*. Model tersebut merupakan sebuah produk jadi yang sudah dibuat. Yaitu *cover* bagian bawah telepon yang diproduksi oleh *Sahitel. Costumer CV. Budi Mulia* tersebut menginginkan agar *cover* telepon ini dijadikan model sebagai referensi Karena pasangan dari produk tersebut (*cover* bagian atasnya), tidak perlu disesain ulang sehingga dibutuhkan *cover* bagian bawah saja yang cocok atau dapat di *Assy* dengan *cover* bagian atasnya. Berikut adalah foto produk yang dijadikan referensi dari *cover* telepon tersebut.(Gambar 3.1).



Gambar 3 Gambar produk awal

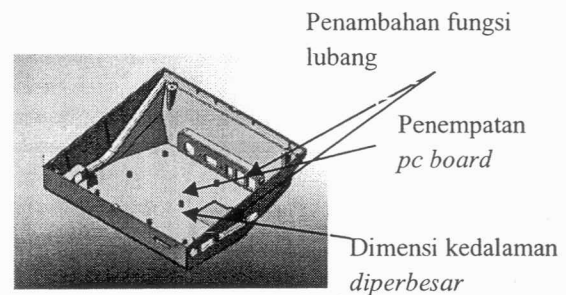
##### Material dan Penyusutan Produk

Material yang dipakai untuk mencetak ' *Back Cover Phone Case* ' ini adalah *thermoplastic* jenis *ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)* dengan nilai *shrinkage* antara 0,4 – 0,6 %. ( Lampiran 3 –*Data's of Thermoplastic* ).

##### Tuntutan Produk

Produk *cover* telepon yang akan diproduksi memiliki beberapa tuntutan yang diminta, secara teknis

rancangan dan teknis produk (Lampiran 4-Daftar Tuntutan).



Gambar 4 Tuntutan produk

##### Data Mesin

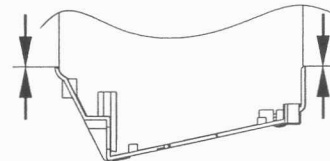
Data mesin yang akan dipakai mengacu berdasarkan hasil analisa dan perhitungan dari rancangan nantinya. Oleh karena itu proses produksi produk sendiri kemungkinan akan di *subkont* ke perusahaan lain, tetapi untuk kontrol rancangan nantinya akan digunakan mesin *JSW J180AD* (Lampiran-5 *JSW J180AD*) sebagai parameter tolak ukur rancangan.

##### Jumlah Cavity

Untuk pembuatan  *mold* ini, *costumer CV. Budi Mulia Mandiri* menentukan *Cavity* sebanyak satu *Cavity*.

##### Parting Line

Dari hasil analisa dan gambar produk(Lampiran 6-Gambar Produk) *Phone case ini*, ditentukan posisi *parting line* seperti di bawah ini.



Gambar 5 Parting line produk

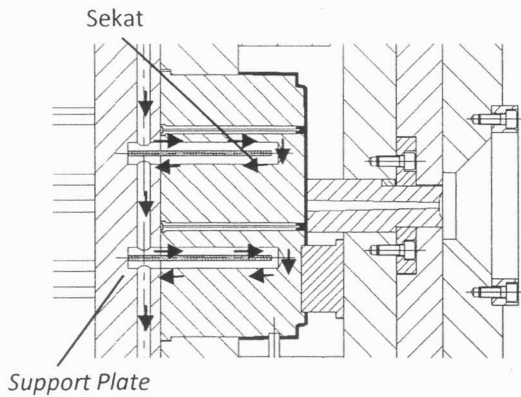
##### Perancangan Sprue

Untuk perancangan *sprue* pada  *mold* ini terdapat dua alternatif, yaitu konstruksi tanpa *sprue bush* dan konstruksi dengan menggunakan *sprue bush* alternatif terpilih berdasarkan penilaian adalah konstruksi dengan *sprue bush*, hal ini dikarenakan secara teknis dibutuhkan mekanisme pengarahannya antara *moving plate* dan *fix plate*, dengan menggunakan *sprue* lebih memungkinkan sebaliknya sulit dilakukan apabila tanpa *sprue bush*.

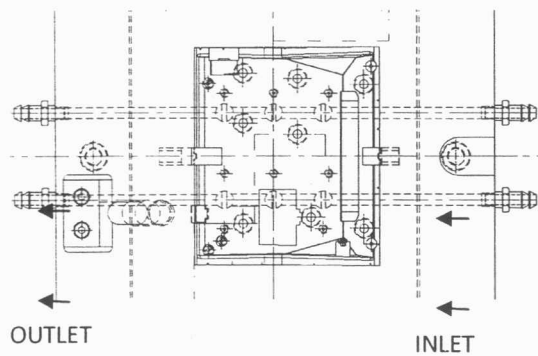
##### Perancangan Sistem Cooling

##### Sistem Cooling Pada Core

Perencanaan sistem pendingin pada bagian *core*, adalah seperti pada gambar berikut:



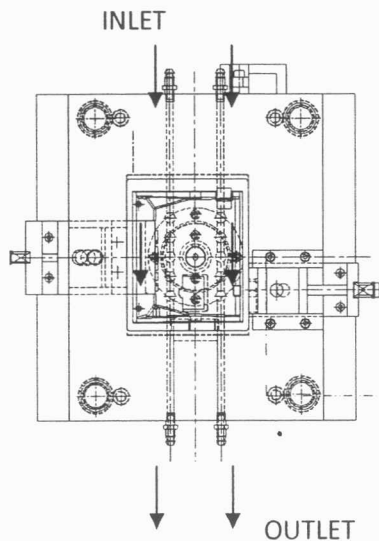
Support Plate



Gambar 6 Cooling pada Core

### 3.5.1 Sistem Cooling Pada Cavity

Pendingin pada bagian *cavity* yang dirancang sebenarnya sama dengan bagian *core* hanya saja karena bentuk dari produk yang miring mengakibatkan lubang pendingin mengalami penyesuaian kedalaman terhadap bentuk dalam *cavity*.



Gambar 7 Layout Cooling pada Cavity

### Perancangan Sistem Mekanis

#### Perancangan Sistem Ejector

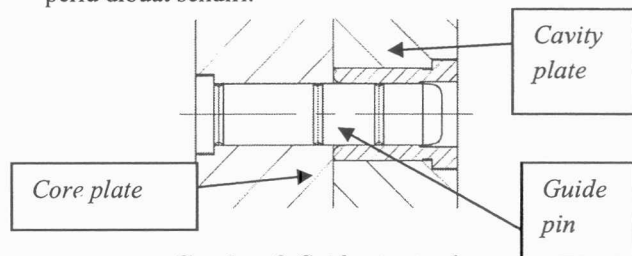
Pada perancangan sistem *ejector* ada dua alternatif konstruksi yang dapat digunakan, yaitu dengan menggunakan *sleeve ejector* dan *ejector pin*. Sistem *ejector* yang digunakan adalah Alternatif-2.

#### Perancangan Sistem Pengarah

Pada bagian lubang belakang produk, pembentukannya harus menggunakan slider dari bagian *fix side*. Sehingga pelat *Cavity* tidak terbuka lebih dahulu, untuk membuka slider. Karena konstruksi pelat *Cavity* yang mengambang maka dibutuhkan dua pengarah yang bekerja pada bagian tetap (*fix side*) dan bergerak (*moving side*).

#### Sistem Pengarah Pada Moving plate

Untuk mengarahkan pergerakan *moving plate* (*core plate*) terhadap *cavity plate*, digunakan *guide pin* yang berasal dari bawaan *mould base* standar. Karena sistem pengarah tersebut sudah tersedia dan tidak perlu dibuat sendiri.

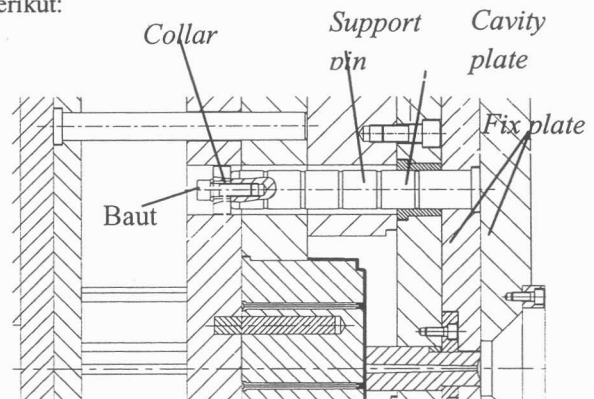


Gambar 8 Guide pin standar

#### Sistem Pengarah Pada Fix Plate

Untuk mengarahkan *fix plate* yang memegang angular pin terhadap *cavity plate* digunakan *support pin* bawaan dari standar *mould base* yang dilengkapi dengan *support collar* sebagai pembatas gerak pelat *cavity*.

Hasil dari konsep tersebut adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 9 Pengarahan *fixplate* dan *cavityplate*

### Sistem Kontrol Buka-an

Pada konstruksi cetakan bukaan *parting line* tidak boleh terbuka lebih dulu, karena posisi *slider* yang berada pada *cavity* akan mengait pada produk sehingga dapat menimbulkan cacat produk. Untuk itu *angular pin* harus dilepas dulu dari *slider* baru kemudian bukaan untuk *parting line* untuk pelepasan produk. Dari skema bukaan tersebut, dibutuhkan *part* untuk menahan bukaan *parting line*. Dari permasalahan tersebut beberapa alternatif *part standard* dari *Misumi* yang dapat digunakan, alternatif yang dipakai adalah dengan menggunakan *Roller lock / cam PLL 250*. (Lampiran 9 Tabel 3.5 dan Lampiran 10 Tabel 3.6 Alternatif dan penilaian)

### Perancangan Sistem Slider

Pelepasan produk pada bagian *slider* yang dilakukan adalah dengan aktuasi pengubah gerak horizontal cetakan menjadi gerak vertikal pelat *slider*. Untuk itu penulis memilih beberapa alternatif konstruksi yang dapat digunakan, yang kemudian dinilai dan alternatif yang dipakai adalah *Locking block with angular hole*. Pada bagian tertentu dari produk terdapat beberapa bentuk lubang dan *undercut* yang dibentuk dengan *insert*, yang pelepasannya menggunakan mekanisme *slider*, pada halaman berikutnya nanti akan dibahas permasalahannya.

### Konstruksi Pembebasan Insert Pada Bagian Moving Side.

Permasalahan awalnya adalah konstruksi *slider* biasa tidak memungkinkan untuk digunakan untuk pembebasan *Insert* dari *cavity*, karena *slider* akan mengait produk sebelum *slider* terbuka maksimal pada bukaan awal, secara mekanis, *slider* tersebut harus dibuka terlebih dahulu sebelum bukaan *parting line*, sehingga produk dapat terbawa pada bagian *moving side*. Alternatif yang ada yaitu : dengan menggunakan mekanisme *slider* dan dengan aktuasi silinder pneumatik.

### Konstruksi Pelepasan Internal Undercut

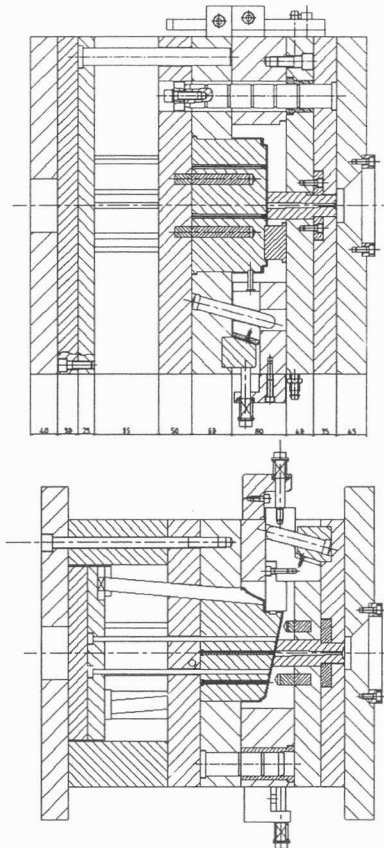
Ada dua alternatif konstruksi yang dapat digunakan untuk melepas undercut pada bagian dalam produk, kedua alternatif tersebut antara lain: dengan menggunakan Roller atau dengan menggunakan T-slot / keyway. Konstruksi yang dipilih adalah dengan T-slot / keyway.

### Penentuan Mould Base

Dari keseluruhan konstruksi yang akan digunakan, maka penulis memilih referensi *mould base* yang cukup menampung keseluruhan *layout* konstruksi yaitu *Mould Base HOOPT 4050*.

### Konsep Rancangan

Dari hasil pemilihan beberapa alternatif rancangan untuk sebelumnya maka didapat konsep rancangan sebagai berikut :



Gambar 10 Konsep rancangan mold

## 5. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

### Perhitungan Data Teknis

Berikut data – data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan data teknis pada perancangan *mold* ini :

Material produk	: ABS
Massa jenis	: 0,9 gr/cm <sup>3</sup>
Volume produk	: 3111,26 mm <sup>3</sup> *
Massa produk	: 154.39 gram*

\*diperoleh dengan menggunakan software *Solidwork*

### Gaya Cekam Mold ( Fc )

Untuk perhitungan gaya cekam *mould* ini dapat dilakukan dengan dua cara / metoda, yaitu metoda dari *DEMAG* dan metoda dari *TATMING*. Berikut data – data yang diperlukan untuk menghitung gaya cekam pada *mold* ini :

<i>Flow path</i> ( Lp )	
: 141 mm	= 14.1 cm

Luar proyeksi produk (Apro)  
 :  $340000 \text{ mm}^2 = 340 \text{ cm}^2$   
 Tebal dinding produk (T) : 2,5 mm

**Metoda DEMAG**

Berdasarkan data yang ada, ada tiga cara perhitungan dengan metoda ini, yaitu :

- **Berdasarkan Diagram Wall thickness & Flowpath**

L/T ratio = 141 : 2,5 ~ 70 : 1  
 \*Specific Internal Pressure =  $125 \text{ kg/cm}^2$   
 $F_c = 340 \text{ cm}^2 \times 125 \text{ kg/cm}^2 = 42500 \text{ kg}$   
 $= 425000 \text{ N}$   
 $= 425 \text{ kN}$

\*Berdasarkan diagram perbandingan L/T ratio- & diagrams demag

- **Berdasarkan Faktor Tebal dinding (Wall Thickness)**

→  $P_{\text{spec}} = L_p \times S_f$   
 $= 14,1 \text{ cm} \times 7 \text{ kg/cm}^3$   
 $= 98,7 \text{ kg/cm}^2$   
 →  $F_c = P_{\text{spec}} \times A_{\text{proj}}$   
 $= 98,7 \text{ kg/cm}^2 \times 340 \text{ cm}^2$   
 $= 33558 \text{ kg} = 335,5 \text{ kN}$

- **Berdasarkan Faktor Viskositas material plastik**

Viscosity factor = 1,3 ~ 1,4 (berdasarkan tabel. Lampiran 2 Table & diagram demag)  
 $F_c = p_{\text{spec}} \times A_{\text{proj}} \times \text{Viscosity}$   
 $= 98,7 \text{ kg/cm}^2 \times 340 \text{ cm}^2 \times 1,4$   
 $= 46981,2 \text{ kg}$   
 $= 469,81 \text{ kN}$

**Metoda TATMING**

Dengan cara ini juga ada beberapa cara perhitungan untuk memperkirakan Clamping force. Antara lain:

- **Simple estimation**

Berdasarkan Tabel empiris  
 Faktor empiris =  $e = 0,388 \sim 0,62 \text{ tonnes/cm}^2$   
 $A_{\text{proj}} = 340 \text{ cm}^2$   
 $F_c = e \times A_{\text{proj}}$   
 $= 0,62 \text{ tonnes/cm}^2 \times 340 \text{ cm}^2$   
 $= 210,8 \text{ tonnes}$   
 $\sim 210,8 \text{ tonnes} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 2067.948 \text{ kN}$   
 $= 206,7 \text{ ton}$

Jadi clamping force mesin sekitar > **206,7 ton**

- **More Accurate methode**

$A_{\text{proj}} = 340 \text{ cm}^2$   
 Flowpath to thickness ratio = 141 : 2,5 = 56,4 : 1 ~ 100 : 1  
 Dari diagram ketebalan 2,0 mm diperoleh cavity pressure sebesar 175 bar  
 $1 \text{ bar} = 1,02 \text{ kg/cm}^2$   
 $F_c = 175 \text{ bar} \times 1,02 \text{ kg/cm}^2 \times 340 \text{ cm}^2$   
 $= 60690 \text{ kg}$

$= 60,69 \text{ tonnes}$

- **Viscosity Factor**

Viscosity factor for ABS = 1,3 ~ 1,5  
 Berdasarkan perhitungan sebelumnya ;  $F_c = 60,69 \text{ tonnes}$   
 Maka :  
 $F_c = 60,69 \text{ tonnes} \times 1,5$   
 $= 91,03 \text{ tonnes}$

**Kesimpulan :**

Dari hasil perhitungan diatas, ditarik kesimpulan ; mesin yang sebaiknya digunakan untuk kontrol rancangan adalah mesin dengan kapasitas injeksi 100 ton (berdasarkan rata-rata hitungan) atau lebih, karena selain clamping force juga harus diperhatikan jarak tie bar mesin.

**Kontrol Jumlah Cavity**

Untuk estimasi kecukupan mesin diperlukan data dari suatu mesin, untuk itu sebelumnya penulis mengambil salah satu data mesin sebagai parameter atau tolak ukur kecukupan cetakan pada mesin. Sebagai tolak ukur dipilih mesin JSW J180AD (Lampiran-2 Data Mesin JSW J180AD) dengan kapasitas mesin 180 ton, sebagai parameter perhitungan. Pertimbangannya adalah karena mesin tersebut memiliki kecukupan tie bar yang mampu menampung cetakan dan kapasitas 180 ton mampu memenuhi kebutuhan clamping cetakan.

Dari data mesin :	
$F_c$	= 1770 kN
$P$	= 260 Mpa = 2600 N/cm <sup>2</sup>
$A_p$	= 340 cm <sup>2</sup>

**Berdasarkan gaya cekam mesin**

Untuk mengontrol jumlah cavity berdasarkan gaya cekam mesin dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :  $N = \frac{F_c}{(P \cdot A_p)} - \frac{A_r}{A_p}$

Dimana :

- $N_1$  = jumlah cavity
- $F_c$  = gaya cekam mesin (N)
- $p$  = tekanan injeksi (N/cm<sup>2</sup>)
- $A_p$  = luas proyeksi produk (cm<sup>2</sup>)
- $A_r$  = luas proyeksi runner (cm<sup>2</sup>)
- $A_r$  = karena jumlah cavity hanya satu, maka tidak ada runner

$A_r = 0$   
 $N = \frac{F_c}{(P \cdot A_p)}$   
 $= \frac{1770000 \text{ N}}{(2600 \times 340)}$   
 $= 2,002 \sim 2 \rightarrow \text{cukup}$

**Berdasarkan Kapasitas Injeksi Mesin**

<i>Injection Capacity</i> ( $S_v$ )	= 135 cm <sup>3</sup>
Volume Produk	= 15,32 cm <sup>3</sup>
$V_r = 0$	

$$N_2 = \frac{S_v}{(V_p + V_r)}$$

$$= \frac{135}{(15,32 + 0)}$$

$$= 8,81 \sim 9 \rightarrow \text{cukup}$$

**Berdasarkan Kapasitas Alir Mesin**

<i>Injection Rate</i> = $Q$	= 337 cm <sup>3</sup> /sec
<i>Cycle time</i> = $T_c$	= 12 detik (estimasi)

$$N_3 = \frac{t_c \times Q}{V_p + V_r}$$

$$= \frac{(12 \times 337)}{(15,32 + 0)}$$

$$= 263,96 \rightarrow \text{Cukup}$$

**Berdasarkan kapasitas plasticizing mesin**

$T_c$	= 12 detik
<i>Plasticizing Rate</i> ( $R$ )	= 92 kg/hr

$$N_4 = \frac{t_c \cdot R}{(V_p + V_r) \times \rho}$$

$$= \frac{(12 \times 92)}{((15,32 + 0) \times 0.9)}$$

$$= 80,06 \rightarrow \text{cukup}$$

**Penentuan Dimensi Pegas**

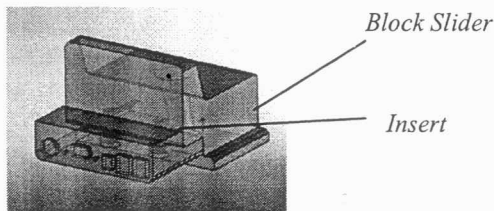
**Dimensi Pegas Slider**

**a. Secara Empiris**

Untuk penentuan dimensi pegas pada slider secara empirik dapat dilakukan berdasarkan diameter puller bolt yang digunakan. Pada konstruksi slider ini menggunakan puller bolt M10 x 80 dengan diameter 14 mm. Maka pegas yang digunakan dengan diameter dalam 16 mm dan defleksi 30 mm.

**b. Secara Analitis**

Masa slider berpengaruh langsung terhadap pegas, selanjutnya gaya gesek yang terjadi dapat dihitung.



Gambar 11 Slider

$$V_{\text{slider}} = 700638.78 \text{ mm}^3 = 700,63 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{insert}} = 210302.85 \text{ mm}^3 = 210,3 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{slider}} + V_{\text{insert pin}}$$

$$= 700,63 + 210,3$$

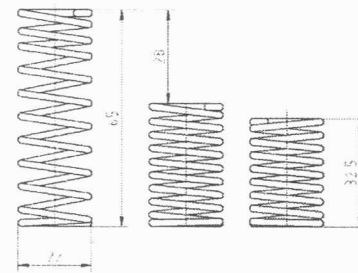
$$= 910,93 \text{ cm}^3$$

$$\rho \text{ (massa jenis k-456)} = 7,85 \text{ gr/cm}^3$$

$$\mu \text{ (koef. gesek baja)} = 0,1$$

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

Maka pegas yang digunakan pada konstruksi ini



Pegas ACME CSF - 22 - 65

**Dimensi Pegas Ejector (Push Back)**

**a. Secara Empiris**

Untuk penentuan pegas secara empiris yaitu dengan menyesuaikan diameter return pin dengan diameter pegas yang akan digunakan, Mouldbase yang digunakan untuk cetakan back cover phone case ini adalah HOPPT 4050 dengan diameter return pin 25 mm. Maka diambil dengan diameter dalam minimum yaitu 30 mm, sehingga ditentukan pegas yang digunakan adalah ACME CWS 33-100 dengan defleksi 50 mm (Lampiran-4 ACME Coil springs).

**b. Secara Analitis**

Penentuan dimensi pegas pada return pin secara analitis dapat dilakukan dengan menghitung gaya gesek akibat massa ejector plate dan ejector retainer plate yang akan dilawan oleh gaya pegas. Berikut Analisis dan perhitungannya.

$$g \text{ (percepatan gravitasi)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\mu \text{ (koef. Gesek baja)} = 0,1$$

$$M_{\text{total}} = V_{\text{total}} \times \rho$$

$$= 910,93 \text{ cm}^3 \times 7,85 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 7150,8 \text{ gram} = 7,15 \text{ kg}$$

$$F_N = M_{\text{total}} \times g$$

$$= 7,15 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

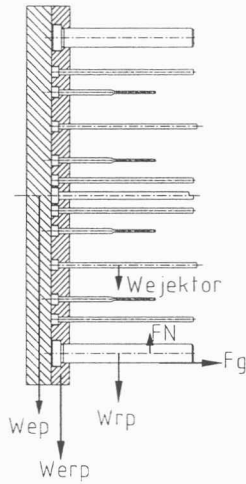
$$= 70,07 \text{ N}$$

$$F_{\text{gesek}} = F_N \times \mu$$

$$= 7 \text{ N} \times 0,1$$

$$= 7 \text{ N}$$





Gambar 12 Diagram Gaya Bebas pada pelat ejector  
 $F_{\text{pegas}} > F_{\text{gesek total}}$

Berat total konstruksi ejector :

* $W_{\text{EjectorPlate}}$	= 29,76 kg
* $W_{\text{RetainerPlate}}$	= 24,05 kg
* $W_{\text{ReturnPin}}$	= 0,88 kg x 4 = 3,5 kg
* $W_{\text{EjectorPin}}$	= 0,05 kg x 9 = 0,45 kg
* $W_{\text{Internal U-Cut1}}$	= 0,37 kg
* $W_{\text{InternalU-Cut2}}$	= 0,36 kg
* $W_{\text{Rel}}$	= 0,02 kg x 4 = 0,08 kg

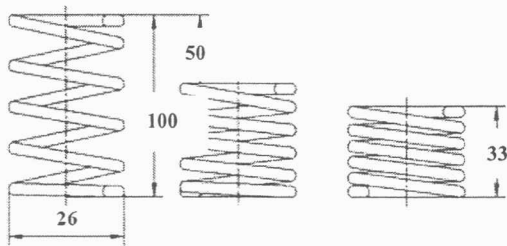
$$W_{\text{total}} = W_{\text{EjectorPlate}} + W_{\text{RetainerPlate}} + W_{\text{ReturnPin}} + W_{\text{EjectorPin}} + W_{\text{Internal U-Cut1}} + W_{\text{InternalU-Cut2}} + W_{\text{Rel}}$$

$$W_{\text{total}} = 29,76 + 24,05 + 3,5 + 0,45 + 0,37 + 0,36 + 0,08 = 58,66 \text{ kg}$$

$$F_N = W_{\text{total}} \times g = 58,66 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 575,45 \text{ N}$$

$$F_{\text{gesek}} = F_N \times \mu = 575,45 \times 0,1 = 57,5 \text{ N}$$

Maka pegas yang digunakan dengan beban maksimal 1274,9 N bisa digunakan untuk *mold* ini adalah pegas ACME berikut.



Pegas ACME CWS- 26- 50

**Kontrol pena miring**

**Kontrol pada Posisi slider menutup**

Kekuatan *angular pin* dapat dikontrol menggunakan teori tegangan bengkok dan momen bengkok. Berikut analisa gaya yang terjadi pada *angular pin*.

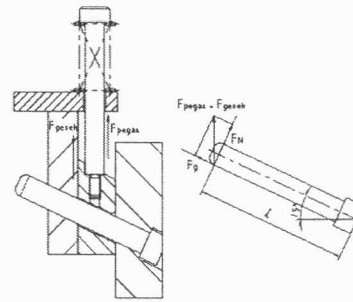
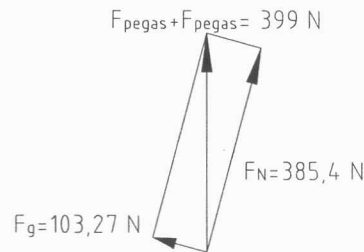


Diagram benda bebas *angular pin* pada posisi  $M_{bmax}$

Dengan menggunakan metoda poligon tertutup gaya Normal *angular pin* dapat diketahui, sehingga didapatkan gaya normal sebesar 385,4 N.



Poligon gaya

Dari poligon gaya didapat :

Maka,  $M_{bmax} = F_N \times s = 385,4 \text{ N} \times 90 \text{ mm} = 34686 \text{ Nmm}$   
 $\sigma_{iz} (\text{SUJ-2}) = 375 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{iz} = \frac{Mb}{Wb} \rightarrow Wb = \frac{Mb}{\sigma_{iz}} \rightarrow \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

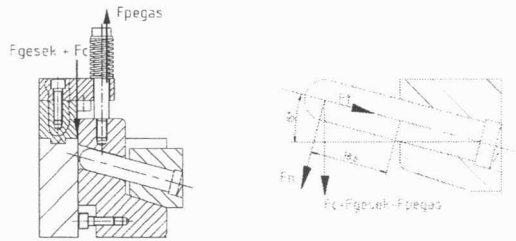
$$\frac{Mb}{\sigma_{iz}} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{Mb \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_{iz}}}$$

Maka,  $d = \sqrt[3]{\frac{34686 \text{ Nmm} \times 32}{\pi \times 375 \text{ N/mm}^2}} = 9,8 \text{ mm}$

Diameter *angular pin* yang digunakan minimal adalah 9,8 mm. Maka Diameter *angular pin* yang digunakan adalah 20 mm, dengan mempertimbangkan proporsionalitas ukuran antara *mould* dan *part nya (angular pin)*.

### Kontrol pada Posisi slider Terbuka

Diagram Benda Bebas keadaan membuka



$$\begin{aligned}
 F_{\text{pegas}} &= 392 \text{ N} \\
 F_{\text{gesek slider}} &= 7 \text{ N} \\
 \text{Modulus Elastisitas ABS (E)} &= 2300 \text{ N/mm}^2 \\
 A_{\text{pro, Total Insert}} &= 159,95 \text{ mm}^2 + (7,06 \times 2) \text{ mm}^2 + 99 \\
 &\quad \text{mm}^2 + (180 \times 2) \text{ mm}^2 + 176,7 \text{ mm}^2 \\
 &= 809,77 \text{ mm}^2 \\
 \Delta A &= A_{\text{pro, Insert}} \times S = 809,77 \text{ mm}^2 \times 05 \\
 \% &= 4,04 \text{ mm}^2 \\
 F_c &= \Delta A \times E = 4,04 \text{ mm}^2 \times 2300 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 9312,355 \text{ N} \\
 F_{\text{total}} &= F_c + F_{\text{gesek}} - F_{\text{pegas}} \\
 &= 9312,35 \text{ N} + 7 \text{ N} - 392 \text{ N} \\
 &= 8927,35 \text{ N} \\
 F_n &= F_{\text{total}} \times \sin 15^\circ = 8927,35 \text{ N} \times \\
 \sin 15^\circ &= 2084,048 \text{ N} \\
 M_{b_{\text{Max}}} &= F_n \times 38,6 \text{ mm} = 2084,048 \text{ N} \times 38,6 \text{ mm} \\
 &= 80444,27 \text{ Nmm} \\
 \sigma_{iz} (\text{SUJ-2}) &= 375 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{b_{\text{Max}}}}{\pi \times \sigma_{iz}}} = \sqrt[3]{\frac{80444,27 \text{ Nmm} \times 32}{\pi \times 375 \text{ N/mm}^2}} = \sqrt[3]{2185,06 \text{ mm}^3} = 12,9 \text{ mm}$$

Diameter pena minimum dalam keadaan membuka adalah 12,9 mm, sedangkan diameter *angular pin* yang digunakan adalah 20 mm sehingga ukuran pena miring cukup untuk menahan gaya dari slider.

### 6. KESIMPULAN

Dari proses perancangan *Back Cover Phone Case* dengan mekanisme *slide* pada *cavity plate* maka dapat ditarik kesimpulan, antara lain :

1. Rancangan *Back Cover Phone Case* yang dihasilkan adalah jenis *two plate*, menggunakan mekanisme *slider* pada *cavity plate* karena pembebasan *insert* tidak dapat dilakukan dari bagian *moving plate*, sedangkan pada bagian pengisian menggunakan *sprue bush* yang ikut bergerak pada bagian *cavity plate*, kemudian sistem pengeluaran yang digunakan yaitu dengan *ejector pin*.

2. Penggunaan sistem pengarah *internal*, yaitu dengan menggunakan *support pin* dan *collar* kemungkinan besar mampu berfungsi dengan baik dalam mengarahkan *floating plate* dengan bagian *fix plate*. Sehingga Pengarahan *sprue bush* pada *nozle* dan juga *core* pada *cavity* dapat diarahkan dengan baik dan mencapai kesatu sumbu (konsentris).
3. Penggunaan mekanisme *slider* pada *cavity plate* mampu menghindarkan kerusakan pada *floating cavity* dan *insert slider*, yang juga dapat mengakibatkan cacat pada produk.
4. *Clamping force* untuk cetakan yaitu sebesar 91,03 tonnes ~ 100 tonnes, dan mesin yang digunakan adalah mesin yang memiliki *daylight opening* lebih dari 1150 mm dan *distance between tie bar* lebih dari 500x500 mm.
5. Untuk modifikasi produk yang telah dilakukan, beberapa penyederhanaan bentuk dilakukan untuk mengurangi proses permesinan yang terlalu sulit.

### DAFTAR PUSTAKA

1. A.B. Glanvill and E.N. Denton: *Injection-Mold Design Fundamentals*. New York. Machinery Publishing Co, 1965.
2. Luchsinger, H.R. 1984. *Tool Design 2*. Bandung : Politeknik Mekanik Swiss ITB
3. Budiarto: *Perancangan Peralatan Pencetak (PPL 3)*. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung. 2001.
4. Bryce, Douglas M : *Plastic Injection Molding ...Material Selection And Product Design Fundamentals Volume II: Fundamentals of Injection Molding Series*. Dearborn, Michigan. Society of Manufacturing Engineers, 1997.
5. Bryce, Douglas M : *Plastic Injection Molding ...Mold design and Construction Fundamentals Volume III: Fundamentals of Injection Molding Series*. Dearborn, Michigan Dearborn, Michigan. Society of Manufacturing Engineers, 1998.
6. Campbell, Paul D.Q : *Plastic Component Design*. USA. Industrial Press Inc, 1996.
7. Herman Jütz and Eduard Scharkus : *Westerman Tables for the Metal Trade*. New Delhi. Wiley Eastern Limited, 1976.
8. Rees, Herbert : *Mold Engineering*. Munich. Hanser Publishers, 1995.
9. Stoeckert, Klaus : *Injection Molds: 102 Proven Designs/Gastrow*. Munich. Hanser Publishers, 1983.
10. Yasin, M. *Plastic Reference*. Bandung. Teknik Perancangan Manufaktur – Politeknik Manufaktur Bandung, 2003.