

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

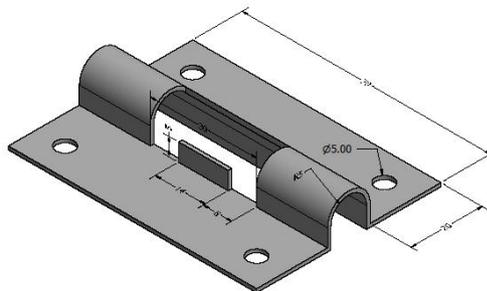
#### 2.1 Dudukan Kunci Slot



Gambar 2.1 Dudukan Kunci Slot

Dudukan kunci slot adalah sebuah alat penopang bagi slot (besi silinder) agar bisa menempel di tempat yang dikehendaki. Dudukan ini juga berfungsi agar pintu/jendela bisa terkunci. Ada banyak jenis dari dudukan kunci slot sendiri, seperti pada gambar diatas salah satu dudukan dilengkapi fasilitas lobang gembok sedangkan satunya tidak. Ada beberapa bagian slot yang ada saat ini. Bagian slot yang silinder dan bagian slot yang persegi. Pada kesempatan kali ini kami akan membuat dudukan kunci slot bagian slot yang silinder dan tidak dilengkapi lubang gembok.

Berikut adalah gambar 3d dari produk dari alat yang akan kami buat:



Gambar 2.2 Benda Kerja 3D

## 2.2 *Jig dan Fixture*

*Jig* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan suatu produk. Dalam proses produksi, *Jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa pelubangan maupun perluasan lubang. Alat bantu ini merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Beberapa jenis *jig* juga disebut alat bantu atau juga pengarah. **Tujuan utama jig adalah untuk pengulangan dan duplikasi yang tepat dari bagian benda kerja untuk proses produksi massal.** Sebuah contoh *jig* adalah kunci yang diduplikasi, asli digunakan sebagai *jig* sehingga yang baru dapat memiliki jalur yang sama dengan yang aslinya.

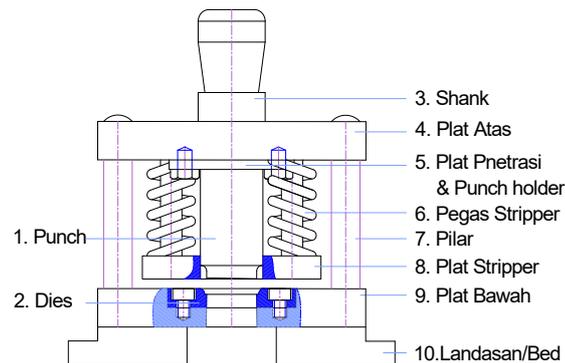
*Fixture* adalah suatu alat bantu yang berfungsi untuk mengarahkan dan mencekam benda kerja dengan posisi yang tepat dan kuat. *Fixture* adalah elemen penting dari proses produksi massal seperti yang diperlukan dalam sebagian besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menempatkan benda kerja ke posisi yang tepat yang diberikan oleh alat potong atau alat pengukur, atau terhadap komponen lain, seperti misalnya dalam perakitan atau pengelasan. Penempatan tersebut harus tepat dalam arti bahwa alat bantu ini harus mencekam dan memposisikan benda kerja di lokasi untuk dilakukan proses permesinan.

*Jig dan Fixture* adalah alat bantu produksi yang mempunyai fungsi utamamengarahkan/menempatkan,mencekam/mengklemdanmendukung/menahan benda kerja pada saat benda tersebut dikerjakan dengan tujuan mendapatkan kualitas produk yang seragam dan efisien. Keseragaman kualitas baik bentuk, ukuran dan tingkat kehalusaan permukaan memiliki tingkat mampu tukar yang tinggi. Efisien dalam penggunaan waktu dan dapat menurunkan jumlah kegagalan produk (*reject*) walaupun operator tidak memiliki skill khusus akan meningkatkan nilai jual produk tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut maka elemen-elemen *Jig dan Fixture* dikelompokkan menjadi tiga bagian utama yang mempunyai fungsi berbeda walaupun kadang-kadang ketiganya merupakan satu bagian yang tak dapat

dipisahkan. Elemen sebagai penepat disebut *Locator*, yang berfungsi untuk mencekam disebut Klem dan sebagai pendukung disebut *Support* atau *body*.

### 2.3 Pengertian *Press Tool*

*Press tool* adalah salah satu alat gabungan Jig dan Fixture yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan. Bagian atas dari alat ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari *punch* yang berfungsi sebagai *Jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan Dies sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *fixture*. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh *punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk *output* yang sama dalam waktu yang relatif singkat.



Gambar 2.3 *Press Tool*

### 2.4 Komponen *Press Tool*

Sesuai dengan fungsinya yaitu memotong atau membentuk material dari plat maka harus kuat dan keras. Spesifikasi komponen *press tool* didesain berdasarkan ukuran, bentuk dan material benda kerja dimana hal ini akan berpengaruh terhadap besar gaya yang dibutuhkan guna pemotongan ataupun pembentukan benda kerja tersebut. Adapun nama dan fungsi komponen *Press Tool* dapat diuraikan sebagai berikut :

### 1. Tangkai Pemegang (*Shank*)

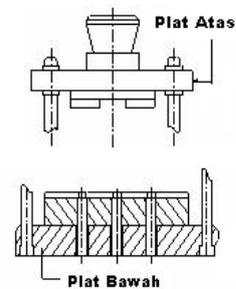
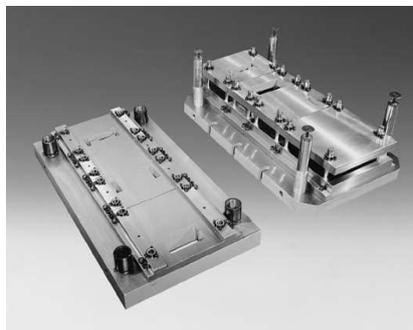
Tangkai pemegang merupakan komponen *Press Tool* yang berfungsi sebagai penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya-gaya potong dan gaya-gaya pembentukkan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata pada pelat atas.



Gambar 2.4 *Shank*

### 2. Pelat Atas (*TopPlate*)

Merupakan tempat dudukan dari *shank* dan *guidebush* (sarung pengarah).



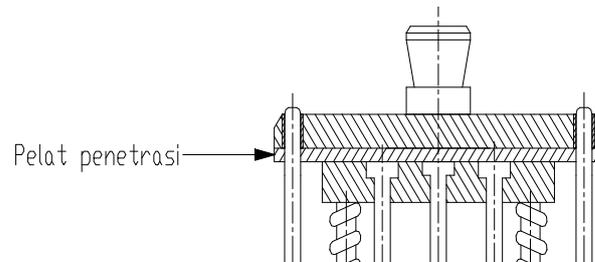
Gambar 2.5 Pelat Atas dan Bawah

### 3. Pelat Bawah (*Bottom Plate*)

Pelat bawah merupakan dudukan dari *dies* dan tiang pengarah sehingga mampu menahan gaya bending akibat dari reaksi yang di timbulkan oleh *punch*.

#### 4. Pelat Penetrasi

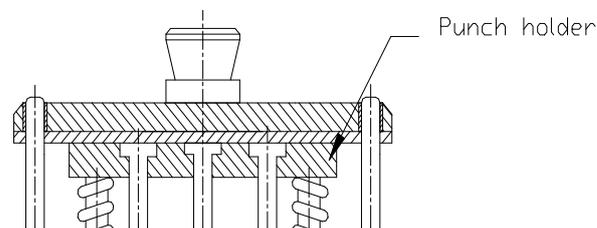
Pelat penetrasi berfungsi untuk menahan tekanan balik saat operasi berlangsung serta untuk menghindari cacat pada pelat atas, oleh karena itu pelat ini harus lebih lunak dari pelat atas.



Gambar 2.6 Pelat Penetrasi

#### 5. Pelat Pemegang *Punch* (*PunchHolderPlate*)

Pelat pemegang *punch* berfungsi untuk memegang *punch* agar posisi *punch* kokoh dan mantap pada tempatnya.



Gambar 2.7 *Punch Holder*

#### 6. *Punch*

*Punch* berfungsi untuk memotong dan membentuk material menjadi produk jadi. Bentuk *Punch* tergantung dari bentuk produk yang dibuat. Bentuk *punch* dan *dies* haruslah sama. *Punch* haruslah dibuat dari bahan yang mampu menahan gaya yang besar sehingga tidak mudah patah dan rusak. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk *punch* dipilih bahan Amutits, Assab, HSS dan lainnya yang dikeraskan pada suhu  $780 - 820^{\circ} \text{C}$  lalu di *Tempering* pada suhu  $200^{\circ} \text{C}$  agar diperoleh sifat yang keras tetapi masih memiliki kekenyalan.

Gambar 2.8 *Punch*

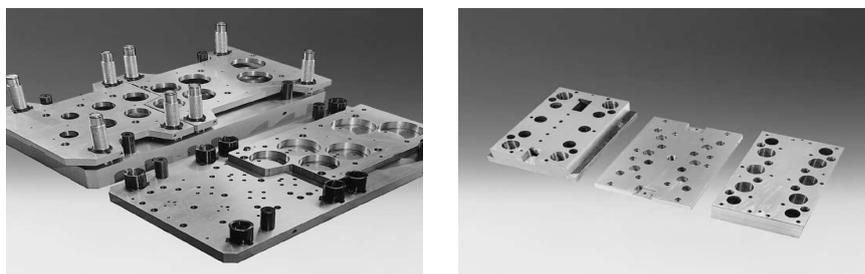
### 7. Tiang Pengarah (*Guide Pillar*)

Tiang pengarah berfungsi mengarahkan unit atas, sehingga *punch* beradatepat pada *dies* ketika dilakukan penekanan.

Gambar 2.9 *Pillar*

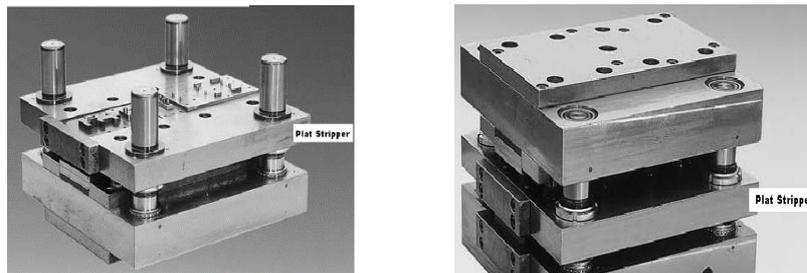
### 8. *Dies*

Terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk.

Gambar 2.10 *Dies*

## 9. Pelat *Stripper*

Pelat *stripper* adalah bagian yang bergerak bebas naik turun beserta pegas yang terpasang pada baut pemegangnya. Pelat ini berfungsi sebagai pelat penjepit material pada saat proses berlangsung, sehingga dapat menghindari terjadinya cacat pembentukan permukaan benda kerja seperti kerut dan lipatan, juga sebagai pengarah *punch*.



Gambar 2.11 Pelat *Stripper*

## 10. Pegas *Stripper*

Pegas *stripper* berfungsi untuk menjaga kedudukan *striper*, mengembalikan posisi *punch* ke posisi awal, dan memberikan gaya tekan pada *strip* agar dapat mantap (tidak bergeser) pada saat dikenai gaya potong dan gaya pembentukan.



Gambar 2.12 Pegas *Stripper*

## 11. Baut Pengikat

Baut pengikat berfungsi untuk mengikat *dies* ke pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke pelat atas. Diameter dan panjang baut pengikat disesuaikan dengan ukuran dua komponen yang diikatnya.



Gambar 2.13 Baut Pengikat

Tabel 2.1 Standar Baut Pengikat

Ukuran Baut	Jarak minimum	Jarak maksimum	Tebal Dies
M5	15	50	10 ÷ 18
M6	25	70	15 ÷ 25
M8	40	90	22 ÷ 32
M10	60	115	27 ÷ 38
M12	80	150	> 38

## 12. Pin Penepat/Pengarah

Pin penepat berfungsi untuk menepatkan *dies* pada pelat bawah dan pelat pemegang *punch* (*Punch holder*) ke pelat atas, sehingga posisi *dies* ke pelat bawah dan posisi pelat pemegang *punch* ke pelat atas dapat terarah dan kokoh.



Gambar 2.14 Pin Penepat

Tabel 2.2 Standar Pin Penepat

Tebal Dies	Minimum Baut	Minimum Pena
19	M8	Φ6
24	M8	Φ8
29	M10	Φ10
34	M10	Φ10
41	M12	Φ12
48	M16	Φ16

### 13. Sarung Pengarah (Bush)

Sarung pengarah berfungsi untuk memperlancar gerak plat atas terhadap dan mencegah cacat pada pelat atas. Pada perencanaan alat bantu ini biasanya menggunakan bahan kuningan.



Gambar 2.15 Sarung Pengarah

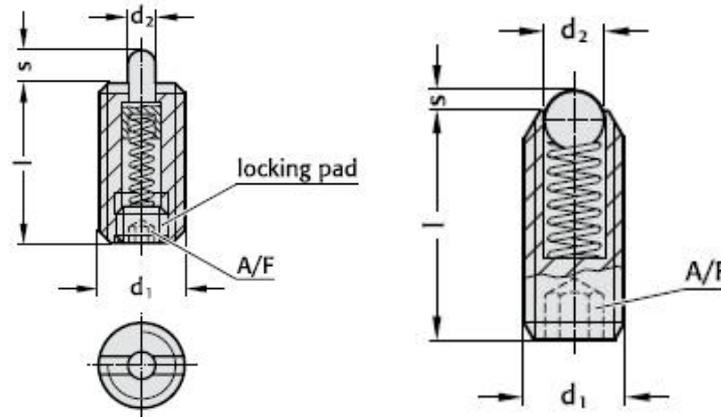
### 14. Pin/Pegas Pelontar

Dalam beberapa proses seperti deep drawing, bending, emboshing dan lainnya, sebagian material masuk ke dalam dies. Untuk mengeluarkan atau menggerakkan benda kerja ke proses berikutnya maka diperlukan pin/pegas pelontar untuk mendorong benda keluar dari dies. Alat ini sering juga digunakan sebagai stopper untuk menjaga jarak pergerakan material ke dalam Press Tool.



Gambar 2.16 Pegas/Pin Pelontar

Bagian dalam dari alat ini terdapat ruangan tempat pemasangan pegas



Gambar 2.17 Konstruksi Pegas/Pin Pelontar

## 2.5 Perhitungan Dasar Komponen Press Tool

Langkah awal yang dilakukan untuk merencanakan komponen press tool biasanya dimulai dari adanya kebutuhan konsumen intern atau ekstern. Kebutuhan konsumen ini diterjemahkan oleh desainer dan dituangkan dalam bentuk sketsa atau gambar/foto yang bertujuan untuk memperjelas bentuk geometris dan material produk yang akan dibuat. Mengingat fungsi *press tool* sebagai alat potong atau pembentukan yang umumnya dari plat maka perlu perhitungan gaya dan ukuran yang sesuai guna menjaga supaya alat ini aman dan tahan lama, menghasilkan kualitas produk yang seragam dan efisien.

### 1. Perhitungan Bentangan Pelat

Proses pembentukan plat seperti bending, deep drawing dan lainnya, kebutuhan plat biasanya lebih panjang dari ukuran produk jadi. Untuk mendapat ukuran kebutuhan sesungguhnya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Panjang Plat total (Lt)

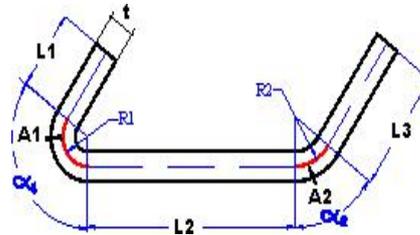
$$L_t = L_1 + A_1 + L_2 + A_2 + L_3$$

$$\text{Panjang Busur } A = (R + x) \frac{2\pi}{360}$$

$$\text{dimana, } R < 2t \quad x = 0,33.t$$

$$R = (2 - 4).t \quad x = 0,4.t$$

$$R > 4.t \quad x = 0,5.t$$



Gambar 2.18 Perhitungan Bending

## 2. Gaya Pierching, Blanking dan Notiching

Untuk menentukan besarnya gaya potong plat maka dapat dijelaskan dengan memperhatikan arah gaya terhadap permukaan geser benda. Arah gaya sejajar dengan bidang geser dan tegak lurus dengan permukaan benda kerja maka tegangan yang terjadi adalah tegangan geser yang besarnya dapat diturunkan dari rumus mekanika sebagai berikut :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad F_p = A \times \tau_g \quad A = \text{Keliling potong} \times \text{tebal}$$

$\tau_g$  = Tegangan geser bahan

$$\tau_g = \frac{\mu}{(\mu+1)\sigma_m} \quad \text{dimana : angka Poisson untuk logam } \mu = 3 - 4$$

Tegangan geser bahan  $\tau_g = (0,75 - 0,8) \sigma_m$

Keliling bekas potong (U)

$U = \pi \times d$  untuk lingkaran

$U = 2(a + b)$  untuk segi empat

$U = 2.1 + p$  untuk notching

Jadi besarnya gaya potong untuk pierching, blanking, dan notching adalah sama yaitu:  **$F_p = 0,8 \cdot U \cdot t \cdot \sigma_m$  (N)**

Dimana : U : panjang sisi potong (mm)

t : tebal material proses (mm)

$\sigma_m$  : tegangan maksimum bahan ( $N/mm^2$ )

### 3. Gaya Bending

Gaya Bending  $F_b = 0,5 \cdot b \cdot t \cdot \sigma_m$  (N)

### 4. Gaya Forming (*Deep Drawing*)

Gaya pembentukan dan penekanan untuk kedalaman tertentu dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$F_d = \pi \cdot d \cdot t \cdot R_m \left( \frac{D}{d} - K \right) \text{ (N)}$$

$$\text{Atau } F_d = \pi \cdot d_i \cdot t \cdot \sigma_m \cdot \alpha \text{ (N)}$$

Dimana :

F : Gaya pembentukan ( $N/mm^2$ )

d : Diameter pembentukan benda kerja (mm)

R<sub>m</sub> : Tegangan tarik ( $N/mm^2$ )

D : Diameter bentangan benda kerja sebelum dibentuk (mm)

t : tebal pelat (mm)

K : Konstanta (0,6/0,7)

### 5. Gaya Forming (*Curling*)

Proses pelipatan, penggulangan ujung plat dibutuhkan gaya yang besarnya dapat dihitung dengan rumus :  $F_c = \frac{b \cdot t \cdot \sigma_m}{3,6 \cdot R_m}$  (N)

Dimana :

b : lebar tekukan (mm)                      R<sub>m</sub> : radius penggulangan (mm)

t : tebal plat (mm)                       $\sigma_m$  Tegangan maksimum bahan ( $Nmm^2$ )

### 6. Gaya Pegas Stripper

Plat stripper berfungsi untuk menjaga gerakan punch supaya tetap pada sumbunya dan sekaligus menekan/ memegang material plat pada saat proses penekanan atau pemotongan terjadi. Untuk mengatur besarnya gaya penjepitan maka di atasnya dipasang pegas. Besar gaya pegas yang

dibutuhkan tergantung pada ketebalan material yang mana harganya dapat ditentukan dengan rumus :

Untuk cutting  **$F_{ps} = (5/20)\% \times F_{total}$**

Untuk forming  $F_{ps} = 0,40 \times F_{total}$  bila tebal plat  $t < 0,5$  mm

$$F_{ps} = 0,30 \times F_{total} \quad t = 0,5-1,0 \text{ mm}$$

$$F_{ps} = 0,25 \times F_{total} \quad t > 1,0 \text{ mm}$$

Dimana:  $F_{ps}$  = Gaya pegas stipper (N)

$F_t$  = Gaya total pemotongan (N)

## 7. Perhitungan Gaya Pegas Pelontar

Fungsi pin/pegas pelontar adalah untuk mendorong material yang masuk ke dalam dies. Untuk mendorong/melepas material tersebut diperlukan gaya dorong pin/pegas yang harganya harus lebih besar dari berat material tersebut. Untuk mencari gaya pegas pelontar dapat dicari dengan menghitung berat benda sebagai berikut:

Volume benda/material :  $V = \frac{\pi.D.t}{4}$  untuk silinders ( $m^3$ )

:  $V = p \times l \times t$  untuk balok, tergantung bentuknya

Masa benda  $m = \text{massa jenis} \times \text{volome (Kg)}$

Berat benda  $W = m \times g$  (N)

Jadi besarnya gaya pegas pelontar  **$F_{pp} > m \times g$  (N)**

Dimana :

$V$  = Volume benda yang di angkat pegas pelontar ( $m^3$ )

$p$  = Massa jenis bahan ( $kg/ m^3$ )

$F_{pp}$  = Gaya pegas (N)

$m$  = Massa bahan (kg)

$g$  = Gravitasi bumi ( $9,81 m/s^2$ )

## 8. Perhitungan Punch Maksimum

Dalam perencanaan ukuran *punch*, penampangnya tergantung pada bentuk benda kerja sedangkan panjangnya disesuaikan dengan langkah

gerak, tinggi pegas dan ketebalan stripper maupun tebal benda kerja. Untuk menjaga supaya *punch* tidak bengkok akibat *buckling* maka panjang *punch* yang direncanakan harus lebih kecil atau sama dengan dari panjang batang *buckling* menurut rumus Tetmajer yaitu sebagai berikut:

$$L_{maks} = \sqrt{\frac{\pi \cdot E \cdot I}{F_b}}$$

Dimana :  $L_{maks}$  = Panjang *Punch* maksimum (mm)  
 $E$  = Modulus Elastisitas ( $N/mm^2$ )  
 $I$  = Momen *Inersia* bahan ( $mm^4$ )  
 $F_b$  = Gaya *Punch* maksimum (N)

Bila rumus di atas dikuadratkan dan  $F_b$  diletakkan didepan maka didapat gaya *Buckling* sesuai dengan rumus Euler yaitu:

$$F_b = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{L_{maks}^2}$$

Dimana :

$F_b$  = Gaya *Buckling* (N)  
 $E$  = Modulus Elastisitas ( $N/mm^2$ )  
 $I$  = Momen *Inersia* minimum ( $N/mm^2$ )  
 $L_{maks}$  = Panjang *Punch* (mm)

Gaya *buckling* dapat juga dicari berdasarkan kerampingan nya,yaitu:

$$\lambda \geq \lambda_0 \text{ digunakan untuk rumus Euler}$$

$$\lambda \geq \lambda_0 \text{ digunakan untuk rumus Tetmejer}$$

$$\lambda = S/i \quad i = \sqrt{I/A}$$

Dimana :  $S = L_{maks}$  = Panjang Batang (mm)

$A$  = Luas Penampang ( $mm^2$ )

$i$  = Jari-jari girasi (mm)

$\lambda$  = Kerampingan

$I$  = Momen *Inersia* ( $mm^4$ )

## 9. Perhitungan Plat Atas dan Bawah

Pada saat proses produksi berlangsung maka terjadi gaya dorong yang memungkinkan plat atas mengalami bending, untuk itu maka perhitungan tebal plat didasarkan pada tegangan bending yaitu:

$$\text{Tegangan bending : } \sigma b - \frac{Mb}{Wb} \leq \sigma bi \quad Wb = \frac{\sigma b}{6}$$

Kedua persamaan diatas disubstitusikan maka diperoleh tebal plat atas (h)

$$h = \sqrt{\frac{6xMbmax}{bx\sigma bi}} \quad \text{O } bi - \frac{\sigma \dots}{v}$$

Dimana :

- h = Tebal plat atas/bawah (mm)
- MB maks = Momen bengkok maksimum (Nmm)
- b = Lebar plat atas yang direncanakan (mm)
- $\sigma bi$  = Tegangan bending izin bahan ( $N/mm^2$ )
- v = Faktor keamanan beban searah (4-6)

## 10. Menentukan Tebal Die

Tebal *Die* dapat dihitung dari rumus empiris yaitu

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}}$$

- dimana : H = Tebal die (mm)
- g = Gravitasi Bumi ( $9,81 m/det^2$ )
- Ftot = Gaya total (Kgf)

## 11. Perhitungan Diameter *pillar*

Pemasangan Pilar umumnya Fit di plat bawah, tapi kadang kala ada yang fit ditengah atau di plat atas. Pada prinsipnya, sewaktu plat atas bergerak turun maka terjadi gesekan antara busing dengan pillar yang menimbulkan gaya radial (Fr) pada pillar tersebut. Gaya radial ini akan menimbulkan tegangan geser, bending dan defleksi radial membuatnya bengkok. Untuk mencegah hal tersebut maka perhitungan ukuran diameter didasarkan pada jenis tegangan yang terjadi yaitu:

- a. Menentukan diameter berdasarkan Tegangan Geser

$$\tau_{gi} = \frac{t}{A} \leq \tau_{gi} \quad Fr = \mu \times Ftot \quad A = \pi/4xD^2$$

Ketiga persamaan di substitusi maka didapat diameter pilar (D)

$$\text{Diameter pilar } D = \sqrt{\frac{4 \cdot \mu \cdot Ftot}{\pi \cdot nx \cdot t_{gi}}} \text{ harganya relatif kecil}$$

b. Menentukan diameter berdasarkan tegangan bending

$$\sigma_b = \frac{mb}{wb} \leq \sigma_{bi} \quad Mb = Fr \times I \quad Wb = \frac{\pi}{32} D^2$$

Dengan mensubstitusikan ketiga persamaan tersebut maka didapat

$$\text{Diameter pilar } D = \sqrt[3]{\frac{uxFtotxl}{32xnx\sigma_{bi}}}$$

Dari kedua perhitungan diameter diatas diambil yang terbesar

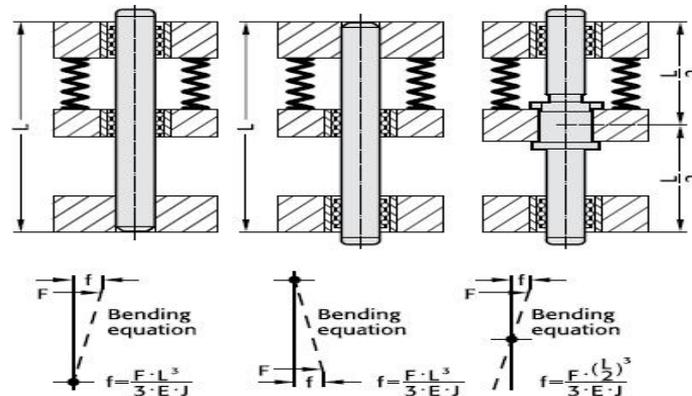
Dimana : D : diameter pilar menurut (mm)

$F_{tot}$  : gaya total yang bekerja (N)

n : jumlah pilar yang digunakan

I : jarak senter antara plat atas dan plat bawah (mm)

$\sigma_{bi}/\tau_{gi}$  : Tegangan bending dan geser izin plat ( $N/mm^2$ )



Gambar 2.19 Defleksi Radial pada pilar

## 12. Clearance Punch and Die

Setiap operasi pemotongan yang dilakukan *Punch* dan *Die* selalu ada nilai kelonggaran antara keduanya yang besarnya dapat ditentukan dengan rumus berikut :

Untuk tebal plat ( $s$ )  $\leq 3$  mm

$$U_s = C.S \sqrt{T_g} \quad \text{dan} \quad U_s = \frac{D_d - D_p}{2}$$

Dimana

$U_s$  = Kelonggaran tiap sisi (mm)

$D_p$  = Diameter *Punch* (mm)

$D_d$  = Diameter lubang *Die* (mm)

$C$  = Faktor kerja (0,005 ÷ 0,025)

$S$  = Tebal pelat (mm)

$t_g$  = Tegangan geser bahan ( $\text{N/mm}^2$ )