

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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.

2.2 Klasifikasi *Press Tool*

Ditinjau dari prinsip kerjanya, alat ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu :

a. Simple Tool

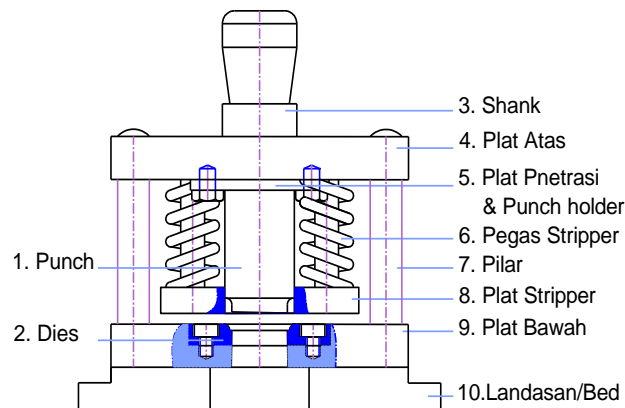
Simple Tool adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya *Blanking* atau bending saja.

Keuntungan *simple tool*:

1. Dapat melakukan proses pengerjaan tertentu dalam waktu yang singkat.
2. Kontruksinya relatif sederhana sehingga mudah proses pembuatannya.
3. Menghasilkan kualitas produk lebih terjamin
4. Mudah di assembling
5. Harga alat relatif murah

Kerugian *Simple Tool*:

1. Hanya mampu melakukan proses-proses pengerjaan untuk produk yang sederhana sehingga untuk jenis pengerjaan yang rumit tidak dapat dilakukan oleh jenis *Press Tool* ini.
2. proses pengerjaan yang dapat dilakukan hanya satu jenis saja.



Gambar 2.1 *Simple Tool*

b. Compound Tool

Compound Tool atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja, atau mengerjakan satu jenis pekerjaan pada setiap *Station*. Pemakaian jenis alat ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian.

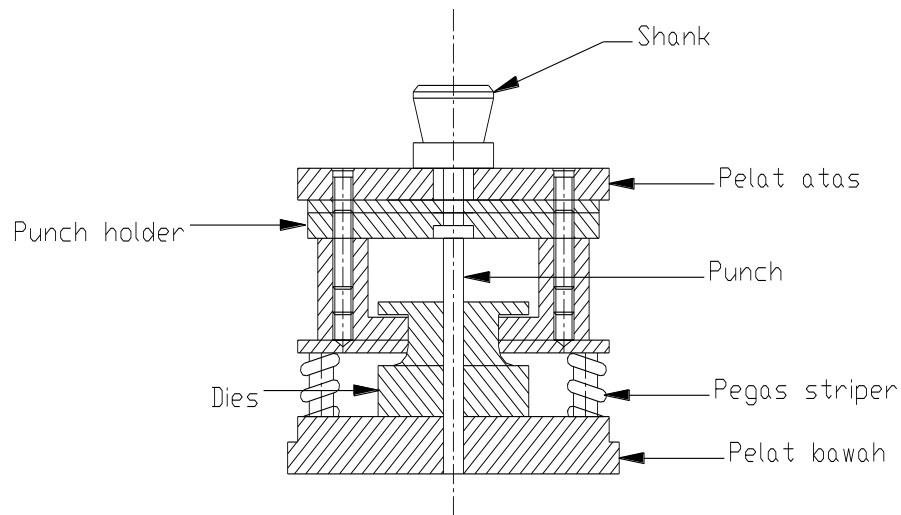
Keuntungan *Compound Tool* :

1. Dapat melakukan beberapa proses pengerjaan dalam waktu yang bersamaan pada *Station* yang sama
2. Dapat melakukan pekerjaan yang lebih rumit
3. Hasil produksi yang dicapai mempunyai ukuran yang teliti.

Kerugian *Compound Tool* :

1. Konstruksi *dies* menjadi lebih rumit.
2. Terlalu sulit untuk mengerjakan material yang tebal.

3. Dengan beberapa proses pengerjaan dalam satu *Station* menyebabkan perkakas cepat rusak.



Gambar 2.2 *Compound Tool*

c. *Progressive Tool*

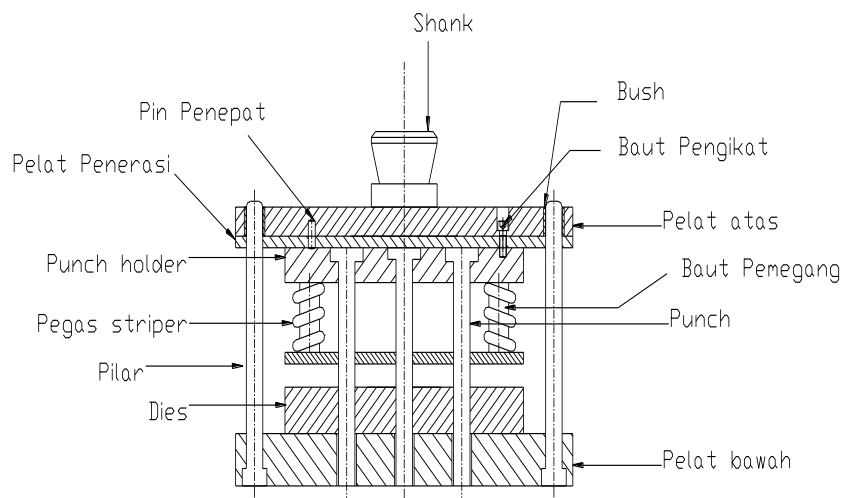
Progressive Tool atau perkakas tekan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja. Pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang berbeda, misalnya langkah pertama terjadi proses *Pierching*, kedua *Notching* dan seterusnya.

Keuntungan *Progressive Tool* :

1. Dapat memproduksi bentuk produk yang lebih rumit
2. Waktu pengerjaan bentuk produk yang rumit lebih cepat
3. Proses produksi lebih efektif
4. Dapat melakukan pemotongan bentuk yang rumit pada langkah yang berbeda.

Kerugian *progressive tool*:

1. Ukuran alat lebih besar bila dibandingkan *Simple Tool* dan *Compound Tool*.
2. Biaya perawatan besar.
3. Harga relatif lebih mahal karena bentuknya rumit.
4. Lebih sulit proses *Assembling*.



Gambar 2.3 *Progressive Tool*

Dari ketiga jenis *Press Tool* di atas, konstruksinya mempunyai jumlah komponen yang berbeda tetapi bentuk, nama dan fungsinya hampir sama tergantung pada geometris produk yang akan dibuat. Bentuk geometris dan ukuran benda kerja merupakan faktor utama dalam proses desain suatu *Press Tool*. Semakin kompleks bentuk produk maka semakin banyak komponen dan station kerja dari *Prees Tool* sehingga biasanya lebih baik menggunakan *Progresive Tool*.

2.3 Jenis-Jenis Pengerjaan Pada *Press Tool*

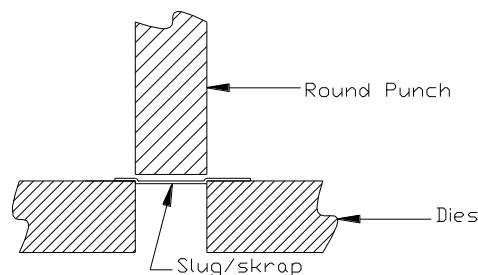
Bentuk dan proses pengerjaan pada *Press Tool* dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu:

2.3.1 *Cutting Tool*

Yaitu suatu proses pengerjaan yang dilakukan dengan cara menghilangkan sebagian material atau pemotongan menjadi bentuk yang sesuai dengan keinginan. Adapun proses yang tergolong dalam *Cutting Tool* ini adalah sebagai berikut :

a. *Pierching*

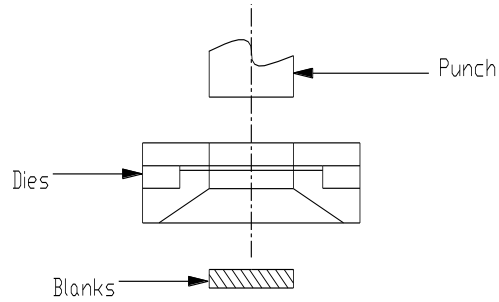
Pierching adalah proses pemotongan material oleh *Punch* dengan prinsip kerjanya sama dengan proses *Blanking*, namun seluruh sisi potong *Punch* melakukan proses pemotongan. Proses *Pierching* adalah proses pembuatan lubang melalui penekanan *Punch* pada material.



Gambar 2.4 Proses *Pierching*

b. *Blanking*

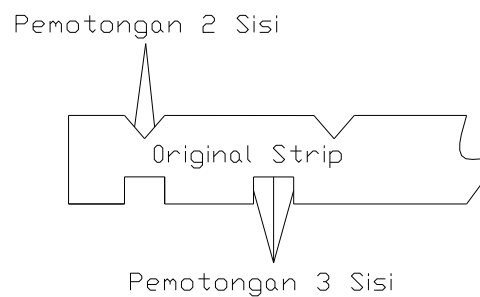
Merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mengambil hasil produksi yang sesuai dengan *Punch* yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah penekanan. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.



Gambar 2.5 Proses *Blanking*

c. Notching

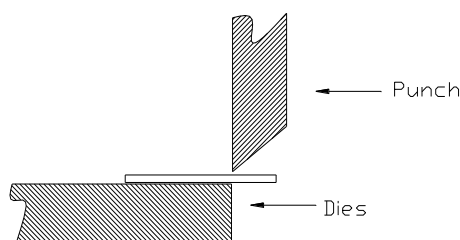
Notching adalah proses pemotongan oleh *Punch*, dengan minimal dua sisi yang terpotong, namun tidak seluruh sisi *Punch* melakukan pemotongan. Tujuan dalam pemotongan ini adalah untuk menghilangkan sebagian material pada tempat-tempat tertentu yang diinginkan.



Gambar 2.6 Proses *Notching*

d. Parting

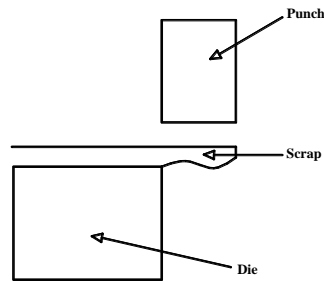
Parting adalah proses pemotongan untuk memisahkan *komponen* melalui satu garis potong atau dua garis potong antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Biasanya proses ini digunakan pada pengerjaan bentuk-bentuk yang tidak rumit atau bentuk material yang sederhana.



Gambar 2.7 Proses *Parting*

e. Shaving

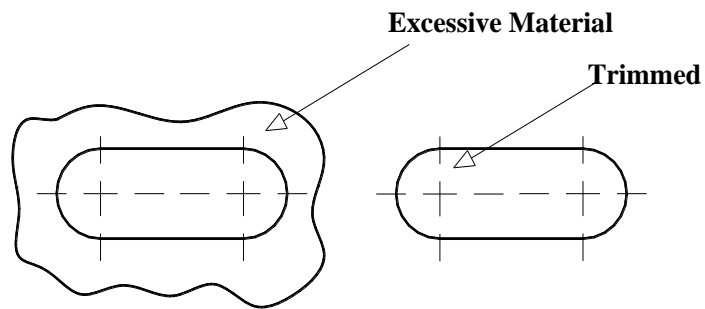
Shaving merupakan proses pemotongan material dengan sistem mencukur, dengan maksud untuk menghaluskan permukaan hasil proses *Blanking* atau *Piercing* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang sudah dilakukan terlebih dahulu.



Gambar 2.8 Proses *Shaving*

f. Trimming

Trimming adalah merupakan proses pemotongan material sisa, guna mendapatkan *Finishing*, ini digunakan untuk memotong sisa penarikan dalam maupun benda hasil penuangan.

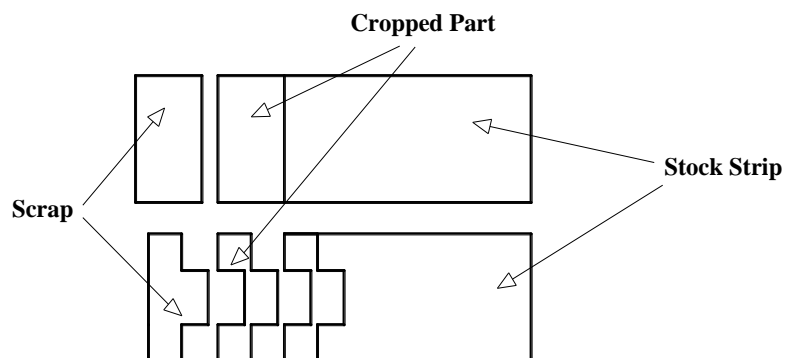


Gambar 2.9 Proses *Trimming*

g. Cropping

Cropping adalah merupakan proses pemotongan material atau benda kerja tanpa meninggalkan sisa. Proses yang terjadi pada *Cropping* ini sama dengan proses yang terjadi pada *Blanking*, akan tetapi dalam

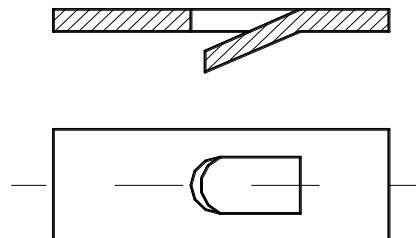
Cropping tidak ada bagian yang tertinggal. Benda kerja akan terpotong dan cenderung sudah mempunyai ukuran lebar yang sama dengan ukuran yang diminta serta mempunyai panjang material sesuai dengan jumlah komponen yang diminta. Proses *Cropping* ini digunakan untuk membuat komponen *Blanking* berbentuk sederhana, tidak rumit dan teratur.



Gambar 2.10 Proses *Cropping*

h. *Lanzing*

Lanzing adalah merupakan proses pengerjaan gabungan antara penekukan (*Bending*) dan pemotongan (*Cutting*). Hasil proses ini berupa suatu tonjolan. Sedangkan *Punch* yang digunakan sedemikian rupa, sehingga *Punch* dapat memotong pelat pada dua sisi sampai tiga sisi serta pembengkokannya pada sisi *Punch* yang keempat.



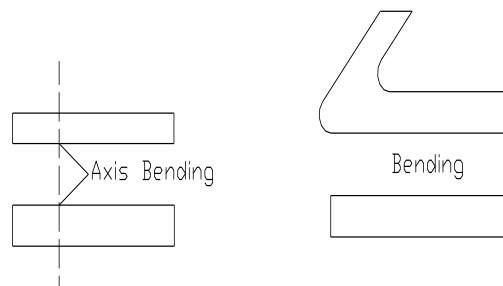
Gambar 2.11 Proses *Lanzing*

2.3.2 Forming Tool

Yaitu proses pengerjaan material yang dilakukan tanpa pengurangan atau penghilangan, akan tetapi hanya mengubah bentuk geometris benda kerja. Yang tergolong dalam *forming tool* adalah *bending*, *flanging*, *deep drawing*, *curling* dan *embossing*.

a. *Bending*

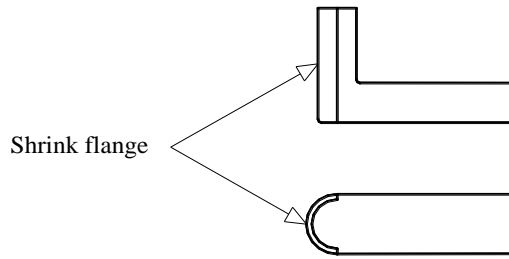
Proses *bending* merupakan proses pembengkokan material sesuai dengan yang dikehendaki. Proses pembendungan dapat dilakukan pada proses dingin ataupun pada proses panas. Perubahan yang terjadi pada proses ini hanya bentuknya saja namun volume material yang dibending adalah tetap.



Gambar 2.12 Proses *Bending*

b. *Flanging*

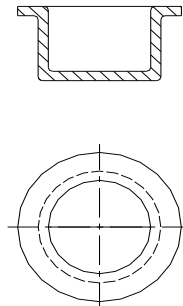
Flanging adalah proses yang menyerupai proses *bending* hanya perbedaannya terletak pada garis bengkok yaitu bukan merupakan garis lurus namun merupakan radius. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.13 Proses *Flanging*

c. *Deep Drawing*

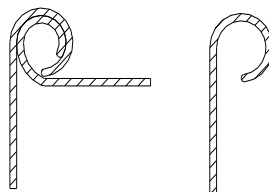
Deep Drawing merupakan proses penekanan benda yang diinginkan dengan kedalaman cetakan sampai batas deformasi plastis. Tujuannya adalah untuk memperoleh bentuk tertentu dan biasanya tebal material akan berubah setelah proses ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.14 Proses *Deep Drawing*

d. *Curling*

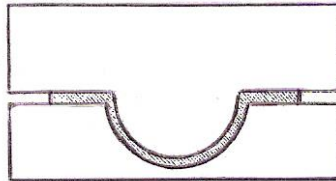
Merupakan pembentukkan profil (menggulung dan melipat) yang dilakukan pada salah satu ujung material.



Gambar 2.15 *Curling*

e. **Embossing**

Embossing merupakan proses pembentukkan contour material pada salah satu atau kedua sisi material tersebut.



Gambar 2.16 *Embossing*

2.4 Prinsip Kerja Alat

Press Tool digunakan untuk memotong logam dengan cara penekanan. Secara operasional *Press Tool* ini dapat bekerja sebagai alat potong ataupun sebagai pembentukkan pelat atau lembaran yang dikehendaki. *Press Tool* berfungsi memproduksi ratusan atau ribuan dari komponen yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

Terkadang didalam suatu *Press Tool* terjadi proses pengerjaan secara bersamaan antara proses *Proses Tool* dan proses pembentukkan sekaligus. Proses pengerjaan secara bersamaan inilah yang akan penulis rancang.

Adapun prinsip kerja rancangan adalah :

- a. Pelat lembaran dimasukkan kedalam mesin *Compound Tool*
- b. Mesin *Compound Tool* akan turun dengan ditekan secara manual yang akan kemudian akan membuat *Punch* bergerak turun dan mampu memberikan tekan atau reaksi terhadap pelat.
- c. Mesin *Compound Tool* terus bergerak turun dan tetap ditekan secara manual sehingga membuat *Punch* dapat melubangi lembaran pelat dengan ukuran yang telah ditentukan. Kemudian *Punch* berikutnya langsung membentuk lembaran tersebut menjadi produk yang direncanakan.

- d. Setelah selesai *Punch* akan bergerak ke atas, kembali ke posisi semula dan secara bersamaan melontarkan (bila ada) lembaran pelat yang berbentuk pelat jadi.

2.5 Pemilihan Material

Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin perlu sekali menghitung dan memilih material yang akan dipergunakan. Bahan merupakan unsur utama disamping unsur-unsur lainnya. Bahan yang diproduksi harus kita ketahui guna meningkatkan nilai produk. Hal sangat akan mempengaruhi peralatan tersebut karena kalau material tersebut tidak sesuai dengan fungsi dan kebutuhan maka akan berpengaruh pada keadaan peralatan dan nilai produknya.

Pemilihan material sangat sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk, dengan sendirinya sifat-sifat material akan sangat menentukan proses pembentukan.

2.5.1 Faktor Pemilihan Material

adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan material dalam pembuatan suatu alat adalah :

1. kekuatan material

kekuatan material adalah kemampuan material yang dipergunakan untuk menahan beban yang mempunyai kekuatan tarik dan beban lentur.

2. Kemudahan mendapatkan material

Dalam perencanaan ini diperlukan pertimbangan apakah material yang diperlukan ada dan mudah didapatkan. Hal ini dimaksudkan apabila terjadi kerusakan sewaktu-waktu maka material yang rusak dapat diganti atau dibuat dengan cepat sehingga waktu untuk pergantian alat lebih cepat sehingga alat dapat berproduksi dengan cepat pula.

3. Fungsi dari material

Dalam pembuatan perencanaan peralatan ini komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan bentuknya. Oleh karena itu perlu dicari material yang sesuai dengan komponen yang dibuat.

4. Harga bahan relatif murah

Untuk membuat komponen yang direncanakan maka diusahakan agar material yang digunakan untuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tidak mengurangi atau menekan biaya produksi dari pembuatan alat tersebut.

5. Daya guna yang efisiensi

Dalam pembuatan komponen permesinan perlu juga diperhatikan penggunaan material yang seefisien mungkin, dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen yang akan dibuat. Dengan cara ini maka material yang akan digunakan untuk pembuatan komponen tidak akan terbuang dengan percuma dengan demikian dapat menghentikan biaya produksi.

6. Kemudahan proses produksi

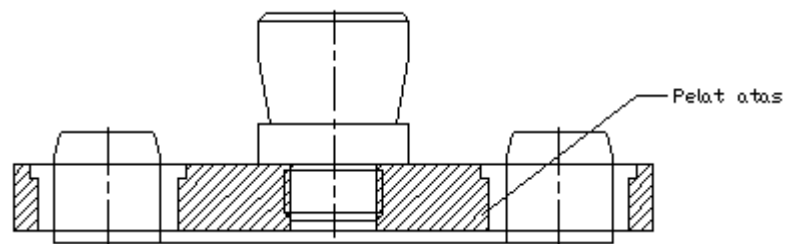
Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sulit untuk dibentuk maka akan memakan banyak waktu untuk memproduksi material tersebut, yang akan menambah biaya produksi.

2.5.2 Pemilihan Material Komponen *Progressive Tool*

Berdasarkan faktor-faktor pemilihan material maka pada komponen *Progressive Tool* harus dipilih bahan yang sesuai, adapun komponen-komponen tersebut antarlain :

1. Pelat atas

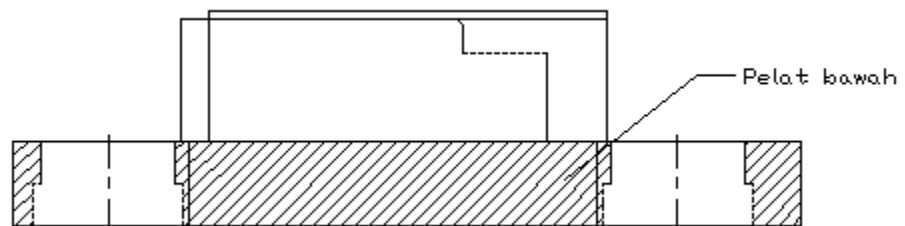
Menurut Budiarto (2001:28) pelat atas merupakan tempat dudukan dari komponen-komponen bagian atas, seperti *Shank*, *Bush* dan pelat penetrasi. Pada saat proses pengerjaan berlangsung pelat atas akan menerima tekanan oleh karena itu dipilih bahan St 42 dengan kekuatan tarik 420 N/mm^2 . Bahan ini dapat dikerjakan dan mudah didapatkan dipasaran.



Gambar 2.17 Pelat Atas

2. Pelat Bawah

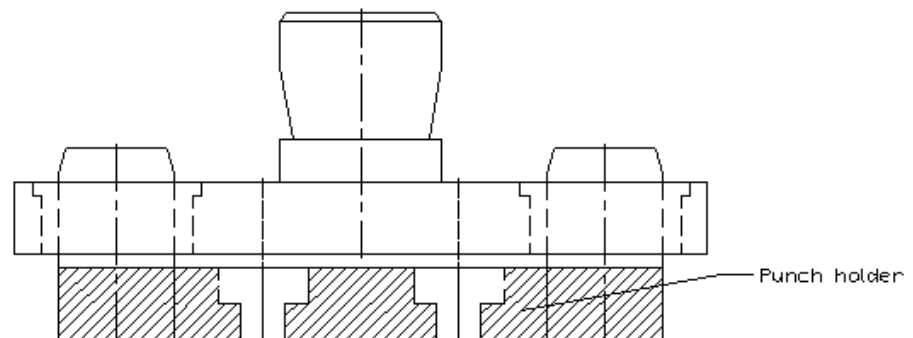
Menurut Budiarto (2001:43) Pelat bawah merupakan dudukan dari *Dies* dan tiang pengarah. Bahan Pelat bawah dipilih St 42, karena bahan ini memiliki tegangan tarik 420 N/mm^2 dan mudah dikerjakan.



Gambar 2.18 Pelat Bawah

3. *Punch Holder*

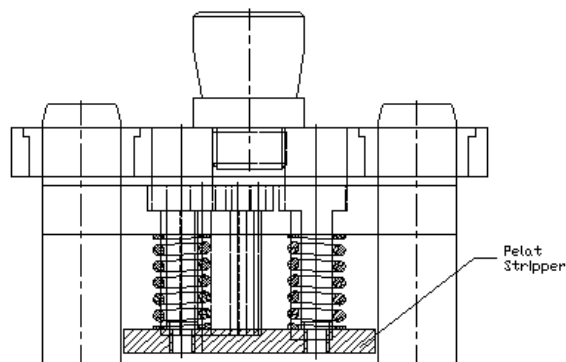
Menurut budiarto (2001:30) pelat pemegang *Punch* sebagai tempat kedudukan *Punch* agar posisi *Punch* kokoh dan mantap pada tempatnya. Pelat pemegang *Punch* akan mengalami tegangan permukaan terhadap *Punch*, sehingga dipilih bahan St 42 dengan kekuatan tarik 42 N/mm^2 .



Gambar 2.19 *Punch Holder*

4. *Pelat Stripper*

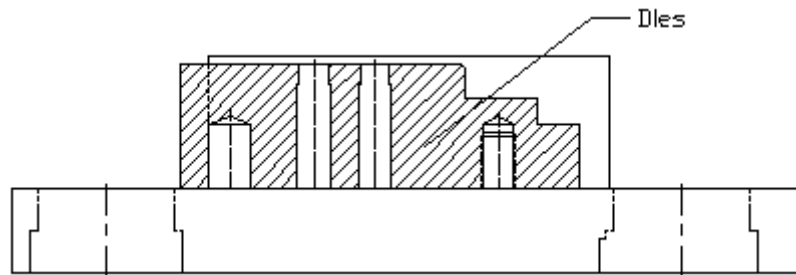
Menurut budiarto (2001:60) *Pelat Stripper* adalah bagian yang bergerak bebas naik turun beserta pegas yang terpasang pada baut pemegangnya. Pelat ini berfungsi sebagai penjepit benda kerja pada saat proses berlangsung, sehingga benda kerja tidak akan bergeser, oleh sebab itu dipilih bahan St 37 dan kekuatan tarik 370 N/mm^2 .



Gambar 2.20 *Pelat Stripper*

5. *Dies*

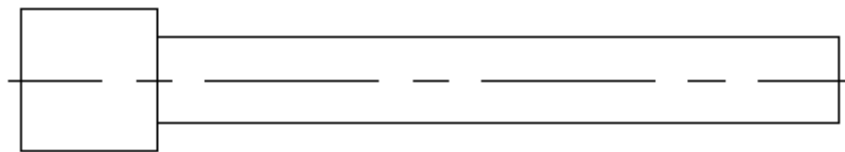
Menurut Budiarto (2001:42) *Dies* terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk *Dies* dipilih bahan *Amuntits*.



Gambar 2.21 *Dies*

6. *Punch*

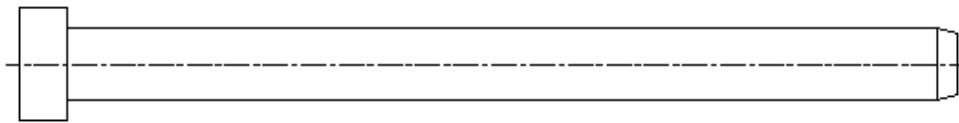
Menurut Budiarto (2001:45) *Punch* merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *Stripper* sesuai dengan pasangan pada *Dies*. Material yang dipilih yaitu baja dengan kandungan karbon minimal 0,02% Yng mempunyai kekuatan tarik 60 Kg/mm² yang dikeraskan supaya material memiliki daya potong yang lebih keras dan tajam.



Gambar 2.22 *Punch*

7. Pillar

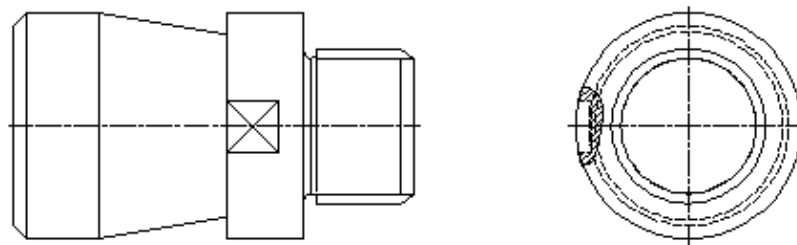
Menurut Budiarto (2001:46), Pillar adalah tiang yang berfungsi untuk mengarahkan *Punch* dan *Dies* agar tidak bersinggungan. Apabila hal ini terjadi maka *punch* dan *dies* akan cepat rusak. Selain sebagai pengarah, pillar juga berfungsi sebagai penyangga bagian atas dengan bagian bawah. Untuk itu material yang dipilih adalah St 42 dengan tegangan tarik 420 N/mm^2 .



Gambar 2. 23 Pillar

8. Shank

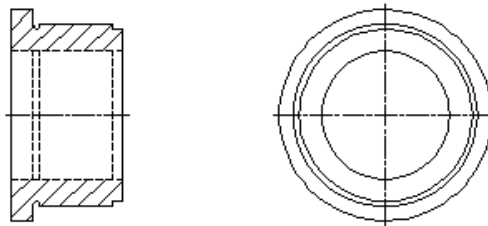
Menurut Budiarto (2001:47), *Shank* adalah suatu komponen alat bantu produksi yang berfungsi sebagai penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya potong dan gaya pembentukan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata pada pelat atas. Dalam pemakaiannya *shank* akan mengalami beban dinamis, sehingga bahan untuk *shank* akan mengalami beban dinamis sehingga bahan untuk *shank* harus aman dari beban tersebut. Untuk itu bahan *shank* dipilih St 42 dengan kekuatan tarik 420 N/mm^2 .



Gambar 2.24 Shank

9. *Bush*

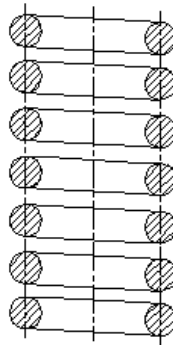
Menurut Budiarto (2001:48), *Bush* berfungsi sebagai media gesek pillar pada penggerakannya selama proses pengerjaan untuk menghindari terjadinya keausan yang terlalu besar pada pillar. Material yang dipilih adalah kuningan.



Gambar 2.25 *Bush*

10. Pegas

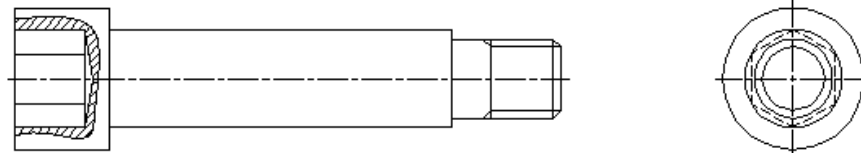
Menurut Budiarto (2001:72), Pada perencanaan *Press Tool* ini pegas yang digunakan adalah pegas *Stripper*. Pegas *Stripper* berfungsi untuk menjaga kedudukan *Stripper*, mengembalikan posisi *Punch* ke posisi awal dan memberikan gaya tekan pada *Stripper* agar dapat mantap (tidak bergeser) pada saat dikenai gaya potong dan gaya pembentukan. Pegas yang digunakan berdasarkan standart *FIBRO*.



Gambar 2.26 Pegas

11. Baut Pemegang

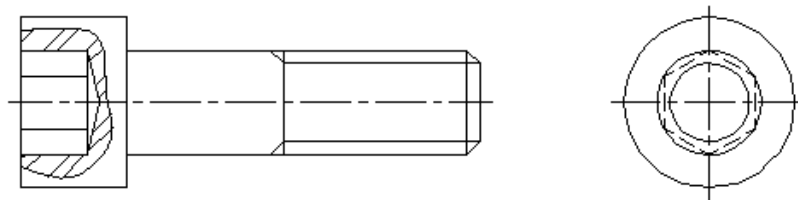
Baut pemegang berfungsi sebagai tempat meletakkan pegas *stripper* dan mengikat pelat *stripper* terhadap pelat pegas atas.



Gambar 2.27 Baut Pemegang

12. Baut Pengikat

Baut pengikat berfungsi untuk mengikat *dies* ke pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke pelat atas.



Gambar 2.28 Baut Pengikat

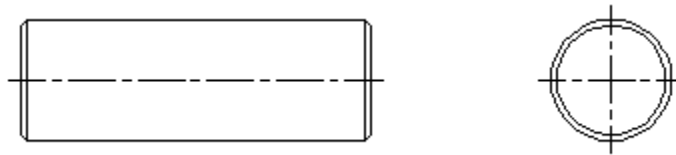
Tabel 2.1 Standar Baut Pengikat

Ukuran Baut	Jarak minimu	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

Sumber(Lit. 1, Hal. 16)

13. Pin Penepat

Menurut Budiarto (2001:51), Pin penepat berfungsi untuk menepatkan *dies* pada pelat bawah dan pelat pemegang *punch* ke pelat atas, sehingga posisi *dies* ke pelat bawah dan posisi pada pelat pemegang *punch* ke pelat atas dapat terarah dan kokoh.



Gambar 2.29 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

Sumber (Lit. 1, Hal. 17)

2.6 Perhitungan 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 :

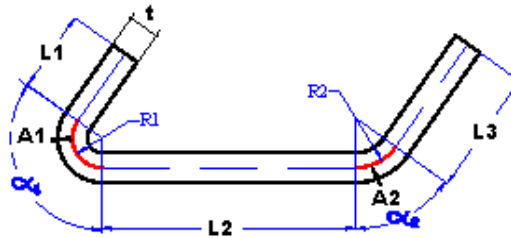
Panjang Plat total (Lt)

$$L_t = L_1 + A_1 + L_2 + A_2 + L_3 \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal. 19)$$

Panjang Busur :

$$A = (R + x) \frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha}{360} \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal. 19)$$

- Dimana,
- | | |
|-----------------|--------------|
| $R < 2t$ | $x = 0,33.t$ |
| $R = (2 - 4).t$ | $x = 0,4.t$ |
| $R > 4.t$ | $x = 0,5.t$ |



Gambar 2.30 Pelat sudah di bending

2. Gaya Pierching, Blanking dan Notcching

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 :

$$\tau_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(Lit 2, Hal. 30)$$

$$F_p = A \times \tau_g \dots\dots\dots (Lit. 2, Hal. 32)$$

$$\tau_g = \frac{\mu}{(\mu + 1)} \dots\dots\dots (Lit. 3 Hal.59)$$

Dimana :

angka Poisson untuk logam $\mu = 3 - 4$

A = Keliling potong x tebal

τ_g = tegangan geser bahan

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

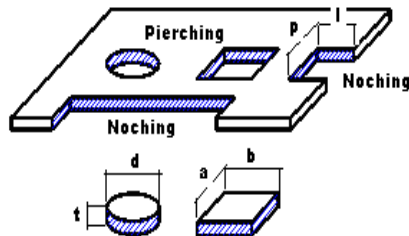
Keliling bekas potong (U) :

$$U = \pi \times d \quad \text{untuk lingkaran}$$

$$U = 2(a + b) \quad \text{untuk segi empat}$$

$$U = 2.l + p \quad \text{untuk nothing seperti}$$

pada gambar bawah ini :



Gambar 2.31 Permukaan pelat yang di *Notching* dan *Pierching*

Jadi, besarnya Gaya Potong untuk *Pierching*, *Blanking* dan *Notching* adalah sama yaitu :

$$F_p = 0,8 \cdot U \cdot t \cdot \sigma_m \text{ (N)} \dots\dots\dots (Lit. 1, Hal. 20)$$

dimana :

U = panjang sisi potong (mm)

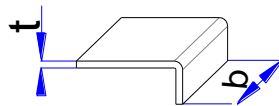
t = tebal material proses (mm)

σ_m = Tegangan maksimum bahan (N/mm²)

3. Gaya Bending

Rumus yang digunakan yaitu :

$$F_b = 0,5 \cdot b \cdot t \cdot \sigma_m \text{ (N)} \dots\dots\dots (\text{Lit. 4, Hal. 63})$$



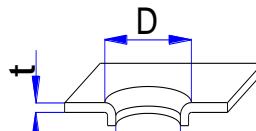
Gambar 2.32 Permukaan pelat yang di Bending

4. Gaya Forming (Deep Drawing)

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

$$F_d = \pi \times d \times t \times R_m \left(\frac{D}{d} - K \right) \text{ (N)} \dots\dots\dots (\text{Lit. 1, Hal.20})$$

$$\text{Atau } F_d = \pi \cdot d_i \cdot t \cdot \sigma_m \cdot \alpha \text{ (N)} \dots\dots\dots (\text{Lit. 1, Hal. 20})$$



Gambar 2.33 Permukaan pelat yang di Deep Drawing

Dimana :

- F = Gaya pembentukan (N/mm²)
- d = Diameter pembentukan benda kerja (mm)
- R_m = Tegangan Tarik (N/mm²)
- D = Diameter bentangan benda kerja sebelum dibentuk (mm)
- t = Tebal Pelat (mm)
- K = Konstanta (0,6 ÷ 0,7)

5. Gaya Forming (Curling)

Proses pelipatan/penggulungan ujung plat dibutuhkan gaya yang besarnya dapat dihitung dengan rumus :

$$F_c = \frac{b \times t \times \sigma_m}{3,6 \times R_M} \text{ (N)} \dots \dots \dots \text{ (Lit. 5, Hal. 45)}$$

dimana :

- b = lebar tekukan (mm)
- R_m = Radius penggulangan (mm)
- t = tebal plat (mm)
- σ_m = Tegangan maks. bahan (N/mm²)

6. Gaya Pegas *Stripper*

Pelat *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 ketebalaan material yang mana harganya dapat ditentukan dengan rumus :

untuk cutting :

$$F_{ps} = (5 \div 20)\% \times F_{total} \dots \dots \dots \text{ (Lit. 1, Hal. 21)}$$

untuk forming

$$F_{ps} = 0,40 \times F_{total} \dots \dots \dots \text{ (Lit. 1, Hal. 21)}$$

Bila tebal pelat, $t \leq 0,5 \text{ mm}$

$$F_{ps} = 0,30 \times F_{total} \dots \dots \dots \text{ (Lit. 1, Hal. 21)}$$

Bila tebal pelat, $t = 0,5 - 1,0 \text{ mm}$

$$F_{ps} = 0,25 \times F_{total} \dots \dots \dots \text{ (Lit. 1, Hal. 21)}$$

Bila tebal pelat, $t \geq 1,0 \text{ mm}$

Dimana:

F_{ps} = Gaya pegas *Stripper* (N)

F_t = Gaya Total (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 besarnya gaya pegas pelontar dapat dicari dengan menghitung berat benda sebagai berikut :

Rumus volume benda/material untuk selinders (m^3) :

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot t}{4} \dots\dots\dots (Lit. 6. Hal.$$

70)

Rumus untuk balok , tergantung bentuknya :

$$V = p \times l \times t \dots\dots\dots (Lit. 6, Hal. 72)$$

Dimana :

$$\text{Massa benda (m)} = \text{massa jenis} \times \text{volume (Kg)}$$

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

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

Dimana :

$$V = \text{Volume benda yang di angkat pegas pelontar (m}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{massa jenis bahan (kg/m}^3\text{)}$$

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

$$m = \text{Massa benda yang akan diangkat (kg)}$$

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

8. Perhitungan Panjang *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 :

$$L_{maks} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_b}} \dots\dots\dots (Lit. 1, Hal. 22)$$

Dimana: L_{maks} = Panjang *Punch* maksimum (mm)

E = Modulus Elastisitas (N/mm²)

I = Momen *Inersia* bahan (mm⁴)

F_b = Gaya *Punch* maksimum (N)

Bila rumus di atas dikuadratkan dan F_b diletakkan di depan maka didapat gaya *buckling* sesuai dengan rumus Euler yaitu :

$$F_b = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(L_{maks})^2} \dots\dots\dots (Lit. 1, Hal. 22)$$

dimana : F_b = Gaya Buckling (N)

E = Modulus Elastisitas (N/mm²)

I = Momen Inersia minimum (mm⁴)

L_{maks} = Panjang *Punch* (mm)

Gaya buckling dapat juga dicari berdasarkan kerampingannya, yaitu :

$\lambda \geq \lambda_0$ Digunakan untuk rumus *Euler*

$\lambda < \lambda_0$ Digunakan untuk rumus *Tetmejer*

$$\lambda = \frac{S}{i} \dots\dots\dots (Lit.6, Hal. 86)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \dots\dots\dots (Lit.6, Hal. 86)$$

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

A = Luas penampang (mm²)

I = jari- jari girasi (mm)

Λ = kerampingan

I = Momen Inersia (mm⁴)

Tabel 2.3 Harga Elastisitas Pada Rumus *Tetmejer*

Bahan	E (N/mm ²)	λ ₀	Rumus <i>Tetmejer</i>
ST 37	210.000	105	δB = 310 – 1,14 λ
ST 50 dan ST 60	210.000	89	δB = 335 – 0,6 λ
Besi tuang	100.000	80	δB = 776 - 12λ + 0,053λ

Sumber (Lit. 6, Hal. 87)

9. Perhitungan Tebal Pelat Atas dan Bawah

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

Tegangan *Bending* :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \leq \sigma_{bi} \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal. 23)$$

$$W_b = \frac{b \cdot h^2}{6} \dots\dots\dots (Lit. 1, Hal. 23)$$

Kedua persamaan diatas disubstitusikan. Maka, diperoleh tebal pelat atas (h) :

$$h = \sqrt{\frac{6 \times Mb_{maks}}{b \times \sigma_{bi}}} \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal. 23)$$

$$\sigma_{bi} = \frac{\sigma_m}{v} \dots\dots\dots(Lit 1., Hal. 23)$$

Dimana :

H = Tebal pelat atas/bawah (mm)

Mb_{maks} = Momen bengkok maksimu (Nmm)

B = Lebar pelat atas yang direncanakan (mm)

σ_{bi} = Tegangan bending izin bahan (N/ mm²)

v = Faktor keamanan beban searah (4 – 6)

10. Menentukan Tebal Die

Tebal *Die* dapat dihitung dari rumus *Empires* yaitu :

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{tot}}{g}} \dots\dots\dots(Lit.5, Hal.24)$$

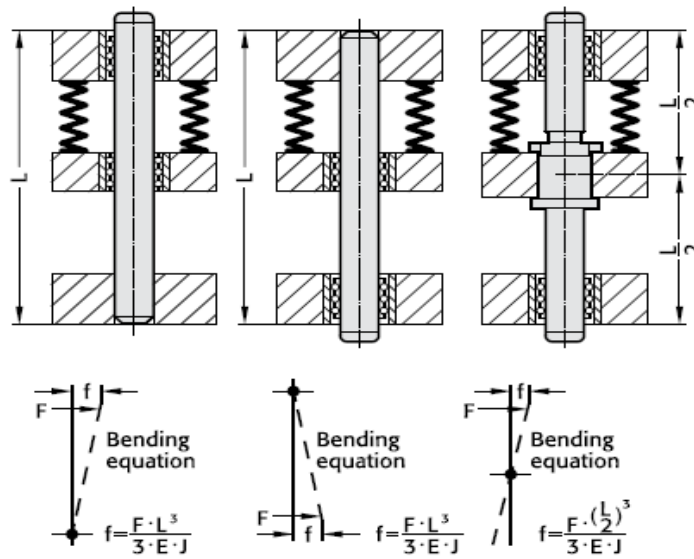
- Dimana : H = Tebal *Die* (mm)
 g = Gravitasi bumi (9,81 m/det²)
 F_{tot} = Gaya total (Kgf)

11. Perhitungan Diameter Pillar

Pemasangan pilar umumnya fit di Pelat bawah, tapi kadang kala ada yang fit di tengah atau di plat atas. Pada prinsipnya, sewaktu plat atas bergerak turun maka terjadi gesekan antara busung dengan pilar yang menimbulkan gaya radial (Fr) pada pilar tersebut. Gaya radial ini akan menimbulkan tegangan geser, bending dan defleksi radial (δr) membuatnya bengkok. Untuk mencegah hal tersebut maka perhitungan ukuran diameter *Pillar* yang terjadi yaitu :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot \mu \cdot F_{tot}}{\pi \cdot n \cdot \tau_{gi}}} \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal.24)$$

- dimana : D = diameter pilar menurut (mm)
 F_{tot} = Gaya total yang bekerja (N)
 n = Jumlah pilar yang digunakan
 l = jarak senter antara palat atas dan bawah (mm)
 σ_{bi} / τ_{gi} = Tegangan bending dan geser izin pilat (N/mm²)



Gambar 2.34 Defleksi Radial Pada Pilar

12. Clearance Punch dan Die

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

Untuk tebal pelat (s) ≤ 3 mm

$$U_s = C.S. \sqrt{\tau_g} \dots\dots\dots(Lit. 1, Hal.25)$$

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)

τ_g = Tegangan geser bahan (N/mm^2)

Dari hasil perhitungan gaya yang bekerja maka dapat ditentukan ukuran komponen *Press Tool*. Berdasarkan ukuran dan fungsi komponen tersebut maka dilanjutkan proses penggambaran dengan menyesuaikan standard dan toleransi yang berlaku.

2.7 Perhitungan Waktu Permesinan

Dalam pembubutan dan pengerjaan komponen dari *Compound Tool* ini dibutuhkan waktu pengerjaan teoritis.

1. Proses pengerjaan pada mesin bubut

Rumus :

Kecepatan putaran mesin :

$$n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} \text{ [rpm]}$$

Waktu untuk bubut muka :

$$t_m = \frac{L}{S_r.n} \text{ [menit]} \dots\dots\dots(\text{Wesstermann Tables 1961, Hal :102})$$

Waktu untuk bubut luar :

$$t_m = \frac{L}{Z.n} \text{ [menit]} \dots\dots\dots(\text{Wesstermann Tables 1961, Hal :103})$$

Dimana :

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

V_c = Kecepatan potong (mm/menit)

S_r = Gerakan pemakanan (mm/put)

t_m = Waktu pemotongan untuk bubut muka (menit)

L = Panjang benda kerja (mm)

D = Diameter benda kerja (mm)

z = Kecepatan pemakanan (mm/put)

2. Pengerjaan Pada Mesin Milling

Rumus yang digunakan :

$$V_c = \frac{a.b.z}{1000} \dots\dots\dots (Wesstermann Tables 1961, Hal :108)$$

$$s = \frac{V_c \cdot 1000}{a.b}$$

$$t_m = \frac{L}{Z} \dots\dots\dots (Wesstermann Tables 1961, Hal :109)$$

Untuk pengerjaan halus :

$$L = 1 + d + 4$$

Untuk pengerjaan kasar :

$$L = 1 + \frac{1}{2} + 2$$

Dimana :

V_c = Kecepatan potong (mm/menit)

Z = kecepatan pemakanan (mm/mnt)

t_m = Waktu pemotongan untuk bubut muka (menit)

L = Panjang benda kerja (mm)

D = Diameter benda kerja (mm)

a = Kedalaman pemakanan (mm)

b = Lebar pemakanan (mm)

3. Pengerjaan pada mesin bor

Rumus yang digunakan :

$$t_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots (Wessternann Tables 1961, Hal :106)$$

Dimana :

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

V_c = Kecepatan potong (mm/menit)

S_r = pemakanan (mm/put)

t_m = Waktu pemotongan untuk bubut muka (menit)

L = Kedalaman pemakanan (mm)

$$= 1 + 0,3 \cdot d$$

D = Diameter cutter (mm)

z = Kecepatan pemakanan (mm/put)

4. Pengerjaan Pada Mesin Gerinda

1. Untuk gerinda permukaan

$$t_m = \frac{b \cdot l \cdot x}{V_c \cdot 1000 \cdot S_r} \dots\dots\dots (Wessternann Tables 1961, Hal :117)$$

2. Untuk Gerindra *Cylindrical*

$$t_m = \frac{L \cdot x}{S_r \cdot n} \dots\dots\dots (Wessternann Tables 1961, Hal :117)$$

Dimana :

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

V_c = Kecepatan potong (mm/menit)

S_r = Kecepatan pemakanan (mm/put)

t_m = Waktu pemotongan untuk bubut muka (menit)

L = Panjang pemakanan (mm)

x = Jumlah pemakanan

b = Lebar pemakanan (mm)

2.8 Proses *Heat Treatment*

Menurut Khurmi (1982:29) *Heat Treatment* adalah adalah perlakuan panas yang diberikan kepada logam secara terkontrol untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik yang diperlukan, dalam perencanaan ini proses *heat treatment* bertujuan untuk meningkatkan nilai kekerasan pada komponen *punch* dan *dies* sehingga didapatkan sifat-sifat potong yang sesuai. Adapun proses yang dilakukan mencakup proses *preheating*, proses *Hardning*, dan *Tempering*.

Keterangan :

1. Waktu pemanasan awal (*Strees Releaving*)
2. Waktu persiapan untuk proses *pierching*
3. Waktu *Preheating*
4. Waktu *Hardening*
5. Waktu proses *Tempering*
6. Waktu *Tempering*

a. Proses *Preheating*

Pada proses ini benda kerja dinaikan suhunya ke suhu persiapan untuk menerima cukup panas sehingga proses perubahan *fase* struktur kristal logam pada suhu *rekristalisasi* dapat berlangsung.

b. Proses *Hardening*

Proses *hardening* bertujuan untuk merubah struktur logam (*Amutits*) sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur martensit yang keras. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan baja sampai suhu tertentu antara 780-820°C (tergantung dari kadar karbon) kemudian ditahan pada suhu tersebut beberapa saat, kemudian didinginkan mendadak dalam media air, oli, udara atau media pendinginan lainnya. Dengan pendinginan mendadak maka, tidak cukup waktu bagi *fase martensit*, untuk merubah menjadi *pearlit* dan *felit* atau *pearlit* dan *sementit*. Pendinginan yang dapat menyebabkan *Austenit* berubah menjadi *Martensit*.

c. Proses *Tempering*

Proses *Tempering* adalah proses memanaskan kembali baja yang lebih dikeraskan untuk menghilangkan tegangan dalam dan mengurangi kekerasan berlebihan, proses ini yang dilakukan adalah proses *Tempering* suhu rendah (150-300°C) dengan tujuan untuk mengurangi tegangan-tegangan kerut dan kerapuhan dari baja. Suhu yang digunakan pada proses *Tempering* sebesar 200°C dan dibutuhkan waktu 10 detik tiap kenaikan 1°C.

2.9 Perhitungan Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan sejumlah pengorbanan ekonomis untuk memproduksi suatu barang.

Rumus yang digunakan :

$$W = V \times \rho \dots\dots\dots(Lit. 7 Hal. 85)$$

$$TH = HS \times W \dots\dots\dots(Lit. 7 Hal. 85)$$

Dimana :

W = Berat bahan (Kg)

V = Volume Bahan (mm³)

ρ = Massa jenis bahan (Kg/mm³)

HS = Harga satuan

TH = Total harga per satuan material (Rupiah)