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

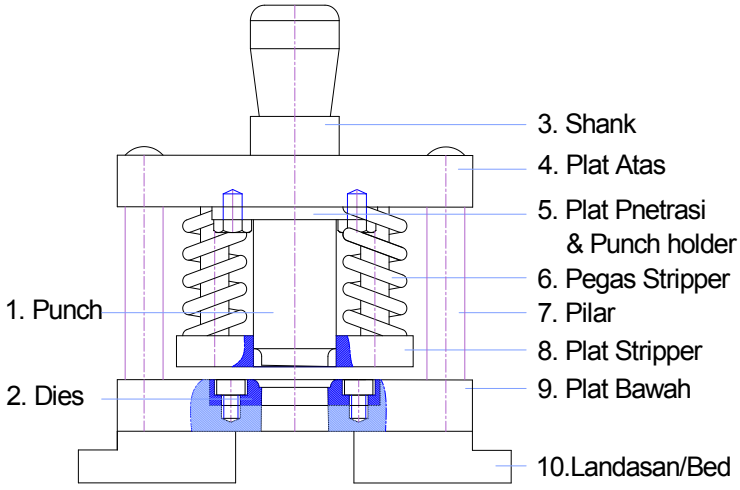
Simple Tool adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya *blanking* atau *bending* saja

Adapun 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.

Adapun 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

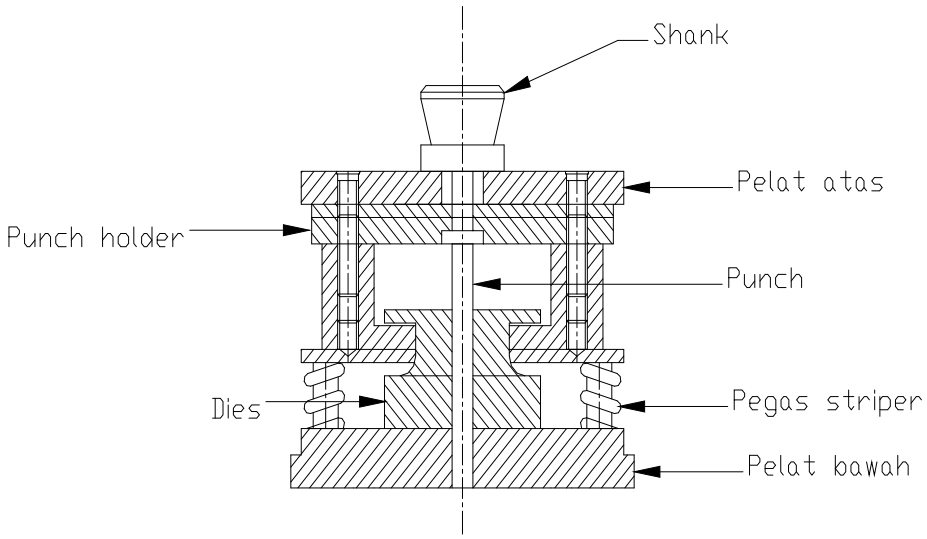
Compound Tool atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang utuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja, atau mengerjakan satu jenis pekerjaan pada setiap *station*. Pemakaian jenis alat ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian.

Adapun 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.

Adapun 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*

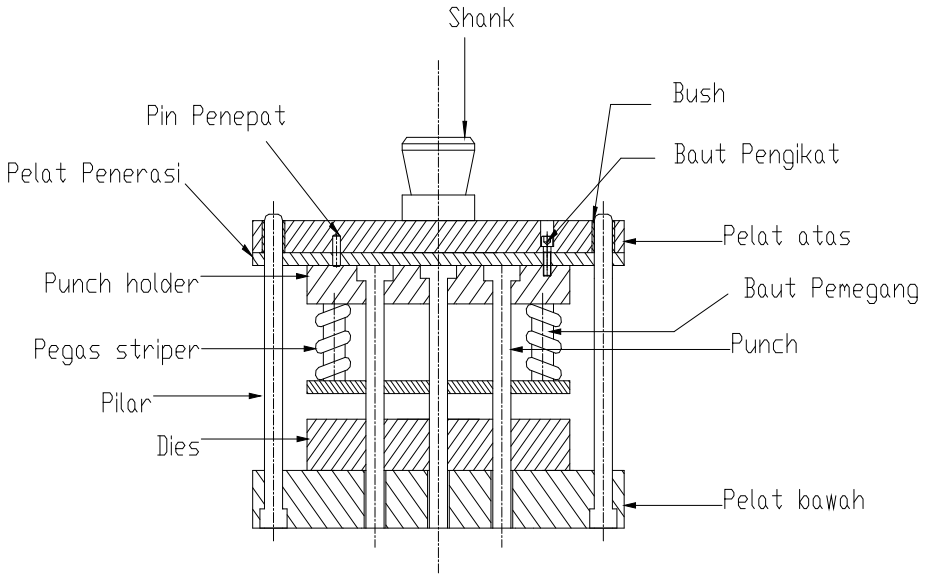
Progressive Tool atau perkakas tekan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja pada setiap langkah penekanan menghasilkan beberapa jenis pengerjaan dan setiap stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan yang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

Adapun 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.

Adapun 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 assemblingnya.



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 komplek 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*

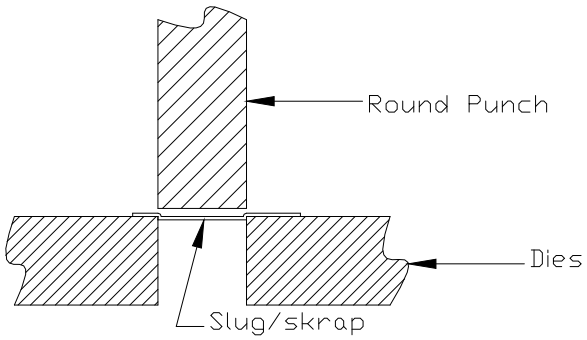
Bentuk dan proses pengerjaan pada Press Tool dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu:

a. Cutting Proces

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 :

1. Pierching

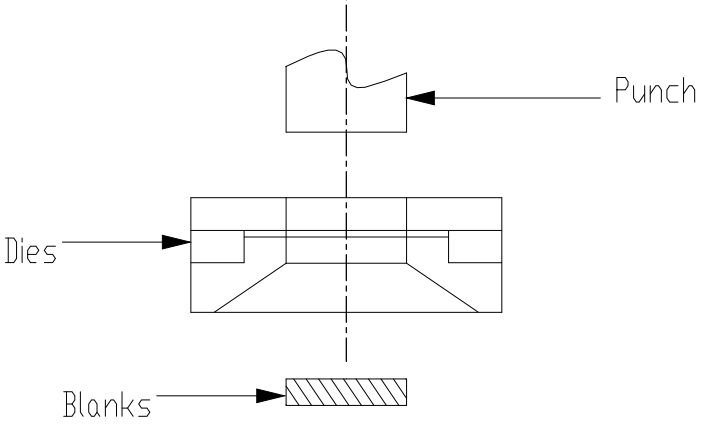
Pierching adalah proses pemotongan material oleh *punch* dengan prinsip kerjanya sama dengan proses *blanking*, namun seluruh sisi potong *punch* melakukan proses pemotongan. Proses *pierching* adalah proses pembuatan lubang melalui penekanan *punch* pada material.



Gambar 2.4 Proses *Pierching*

2. Blanking

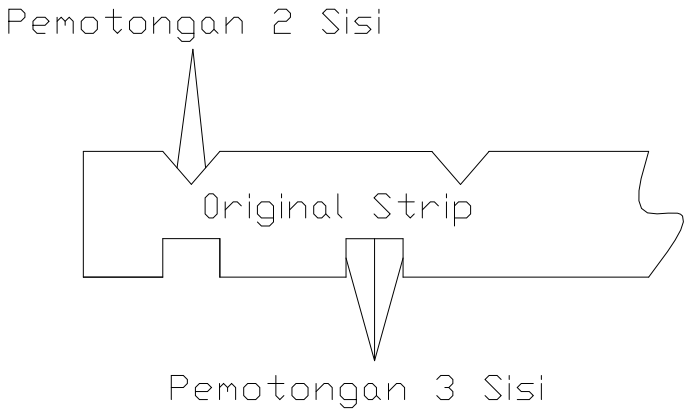
Merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mengambil hasil produksi yang sesuai dengan *punch* yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah penekanan. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.



Gambar 2.5 Proses *Blanking*

3. Notching

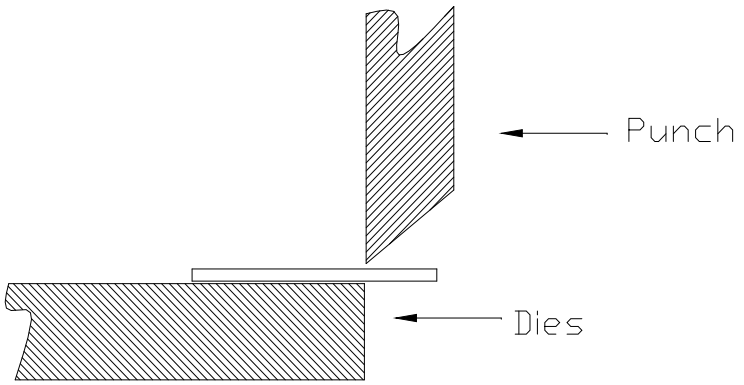
Notching adalah proses pemotongan oleh *punch*, dengan minimal dua sisi yang terpotong, namun tidak seluruh sisi *punch* melakukan pemotongan. Tujuan dalam pemotongan ini adalah untuk menghilangkan sebagian material pada tempat-tempat tertentu yang diinginkan.



Gambar 2.6 Proses *Notching*

4. Parting

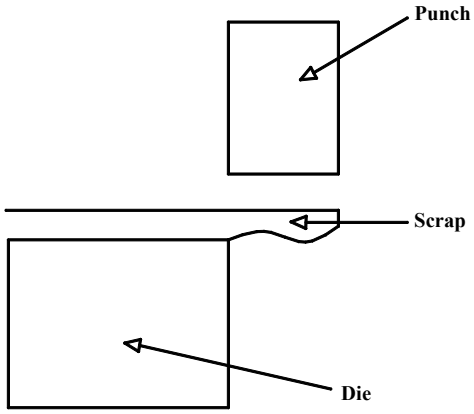
Parting adalah proses pemotongan untuk memisahkan *komponen* melalui satu garis potong atau dua garis potong antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Biasanya proses ini digunakan pada pengerjaan bentuk-bentuk yang tidak rumit atau bentuk material yang sederhana.



Gambar 2.7 Proses *Parting*

5. Shaving

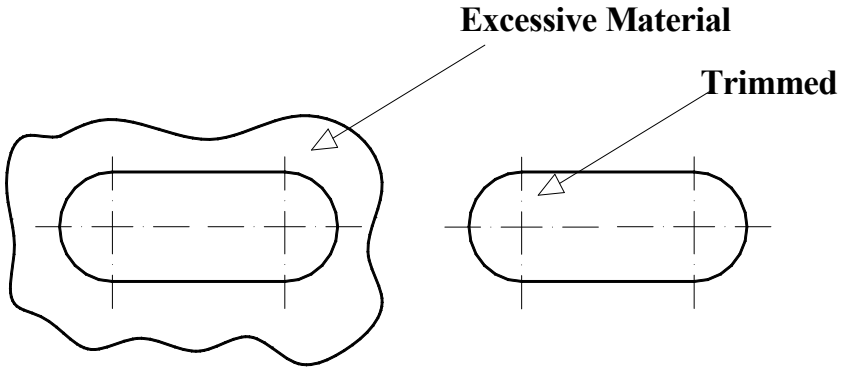
Shaving merupakan proses pemotongan material dengan sistem mencukur, dengan maksud untuk menghaluskan permukaan hasil proses *Blanking* atau *Pierching* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang sudah dilakukan terlebih dahulu.



Gambar 2.8 Proses *Shaving*

6. Trimming

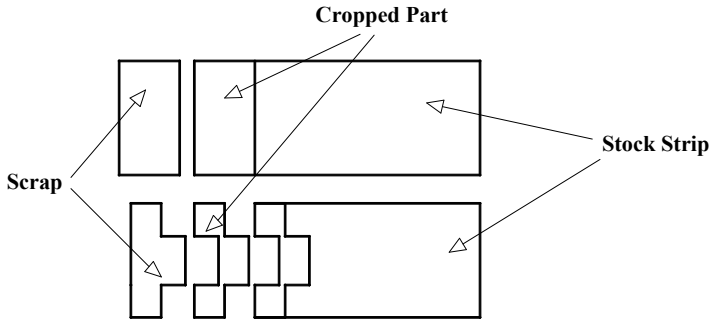
Trimming adalah merupakan proses pemotongaan material sisa, guna mendapatkan *Finishing,* ini digunakan untuk memotong sisa penarikan dalam maupun benda hasil penuangan.



Gambar 2.9 Proses *Trimming*

7. Cropping

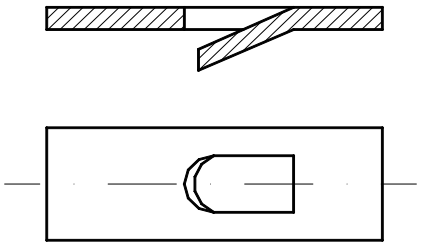
Cropping adalah merupakan proses pemotongan material atau benda kerja tanpa meninggalkan sisa. Proses yang terjadi pada *Cropping* ini sama dengan proses yang terjadi pada *Blanking,* akan tetapi dalam *Cropping* tidak ada bagian yang tertinggal. Benda kerja akan terpotong dan cenderung sudah mempunyai 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*

8. 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.



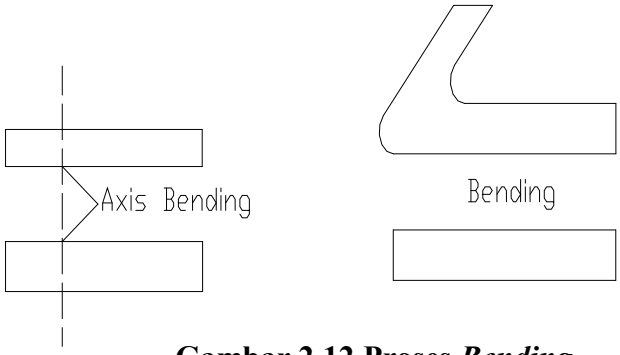
Gambar 2.11 *Proses Lanzing*

b. Forming Process

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*.

1. Bending

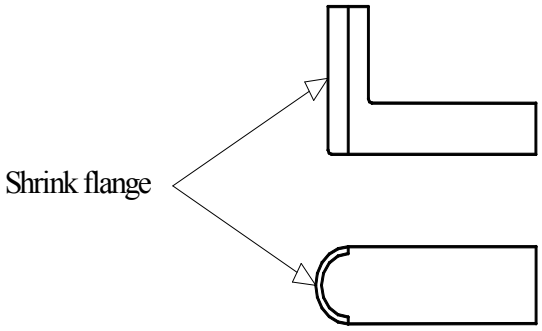
Proses *bending* merupakan proses pembengkokan material sesuai dengan yang dikehendaki. Proses pembendingan dapat dilakukan pada proses dingin ataupun pada proses panas. Perubahan yang terjadi pada proses ini hanya bentuknya saja namun volume material yang dibending adalah tetap.



Gambar 2.12 Proses *Bending*

2. Flanging

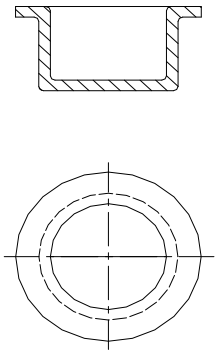
Flanging adalah proses yang menyerupai proses *bending* hanya perbedaanya terletak pada garis bengkok yaitu bukan merupakan garis lurus namun merupakan radius. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.13 Proses *Flanging*

3. Deep Drawing

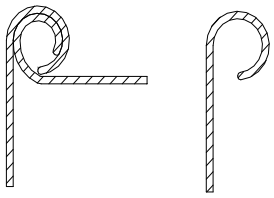
Deep Drawing merupakan proses penekanan benda yang diinginkan dengan kedalaman cetakan sampai batas deformasi plastis. Tujuannya adalah untuk memperoleh bentuk tertentu dan biasanya tebal material akan berubah setelah proses ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.14 Proses *Deep Drawing*

4. Curling

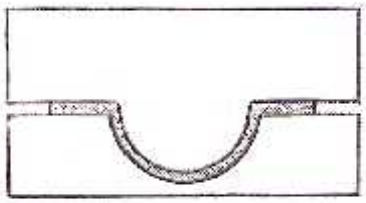
Merupakan pembentukkan profil (menggulung dan melipat) yang dilakukan pada salah satu ujung material.



Gambar 2.15 *Curling*

5. Embossing

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



Gambar 2.16 *Embossing*

Contoh dari bentuk komponen banyak ditemui dilapangan mulai dari alat rumah tangga, kesehatan , automotif maupun komponen permesinan antara lain adalah :

Gambar 2.17 Contoh produk *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 :

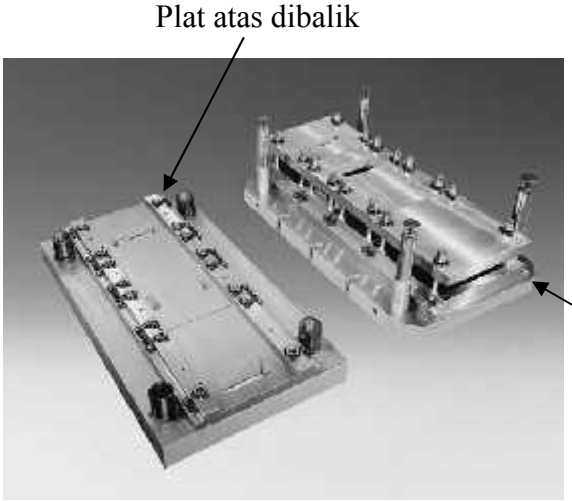
a. Tangkai Pemegang *(Shank)*

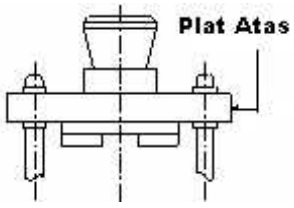
Tangkai pemegang merupakan komponen *Press Tool* yang berfungsi sebagai penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya-gaya potong dan gaya-gaya pembentukkan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata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

Gambar 2.18 *Shank*

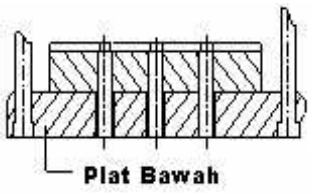
b. Pelat Atas *(Top Plate)*

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





Gambar 2.19 Pelat Atas



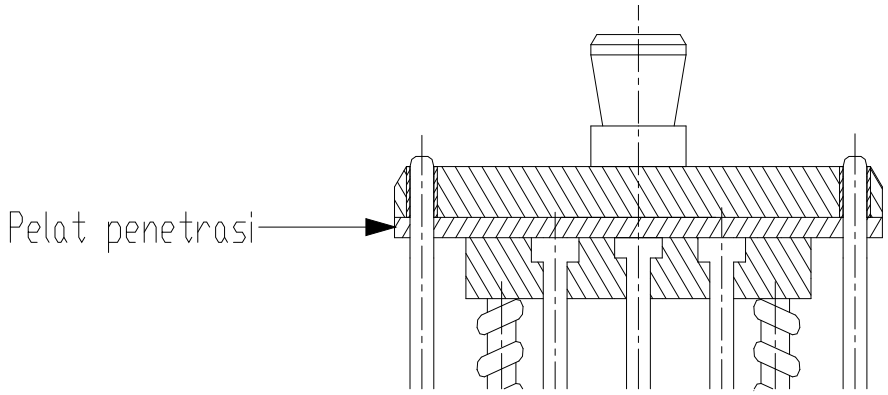
Gambar 2.20 Pelat Bawah

c. 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*.

d. Pelat Penetrasi

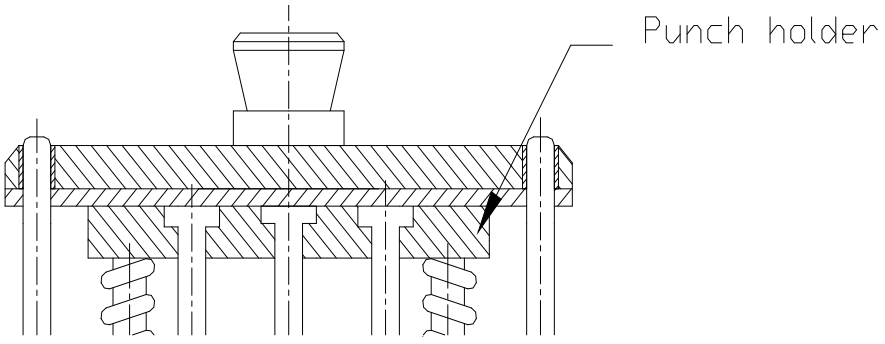
Pelat penetrasi berfungsi untuk menahan tekanan balik saat operasi berlangsung serta untuk menghindari cacat pada pelat atas, oleh karena itu pelat ini harus lebih lunak dari pelat atas.



Gambar 2.21 Pelat Penetrasi

e. Pelat Pemegang *Punch (Punch Holder Plate)*

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



Gambar 2.22 *Punch Holder*

f. 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 ^{0} C lalu di *Tempering* pada suhu 200^{0} C agar diperoleh sifat yang keras tetapi masih memiliki kekenyalan.

Gambar 2.23 *Punch*

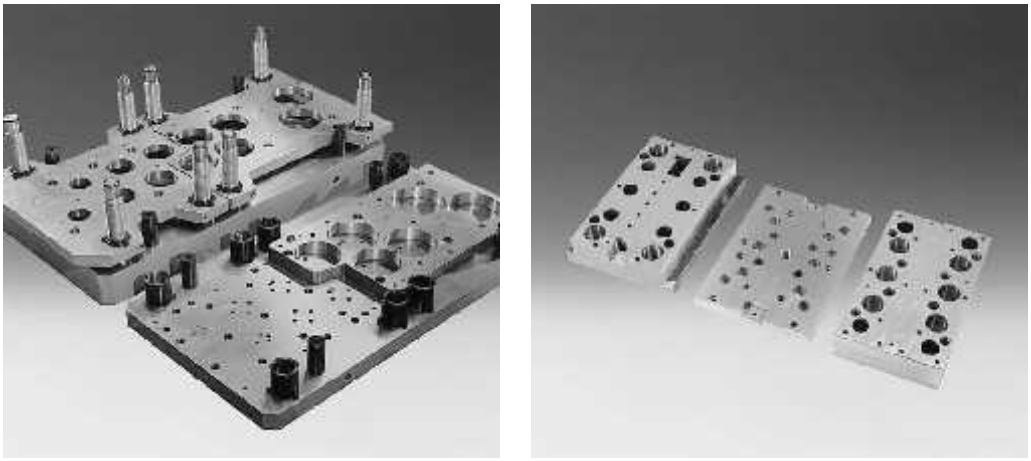
g. Tiang Pengarah *(Guide Pillar)*

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

Gambar 2.24 *Pillar*

h. Dies

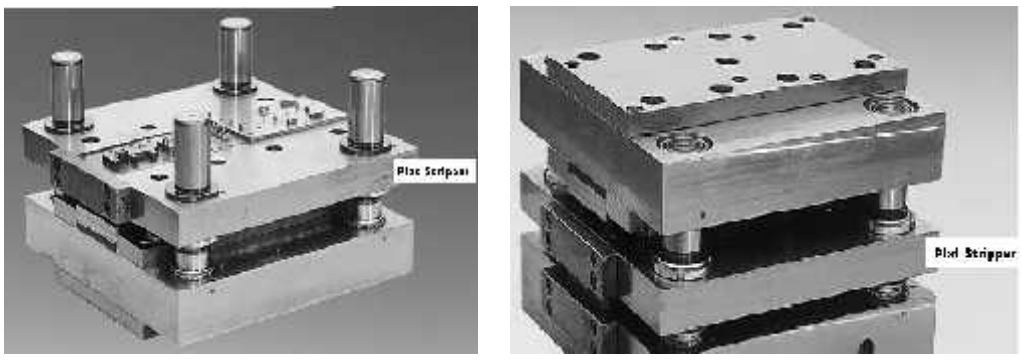
Terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk.



Gambar 2.25 *Dies*

i. 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 pembentukkan permukaan benda kerja seperti kerut dan lipatan, juga sebagai pengarah *punch*.



Gambar 2.26 Pelat *Stripper*

j. Pegas *Stripper*

Pegas *stripper* berfungsi untuk menjaga kedudukan *stripper,* 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 2.27 Pegas *Stripper*

k. 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.

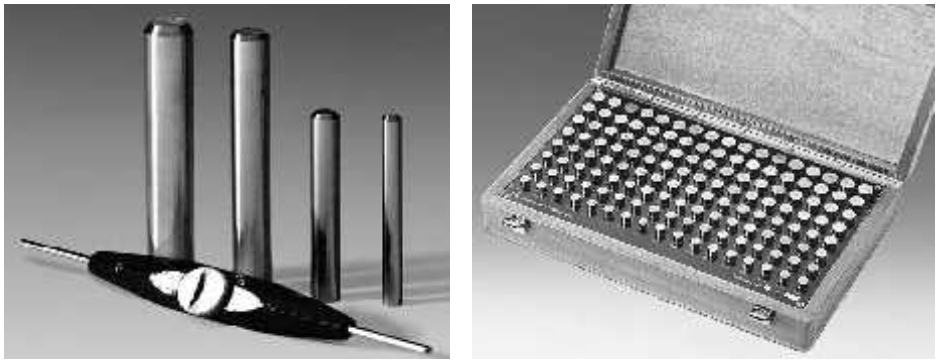
Gambar 2.28 Baut Pengikat

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

l. 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 tearah 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**

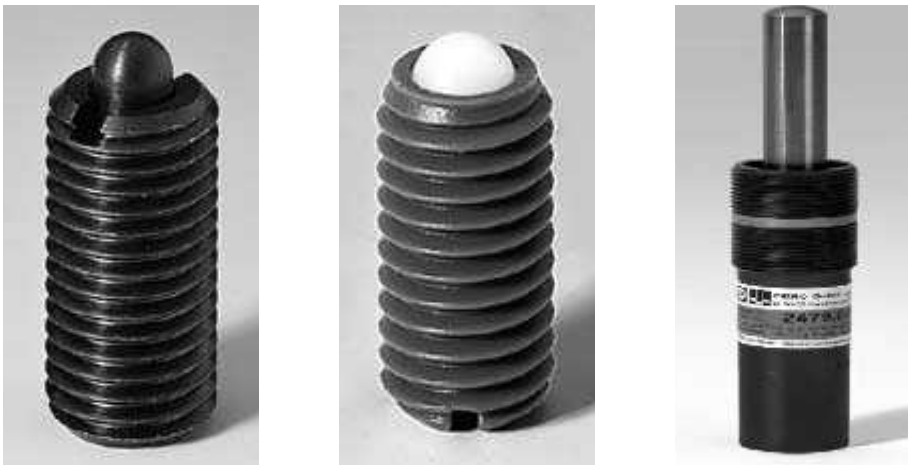
m. Sarung Pengarah *(Bush)*

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 2.30 Sarung Pengarah

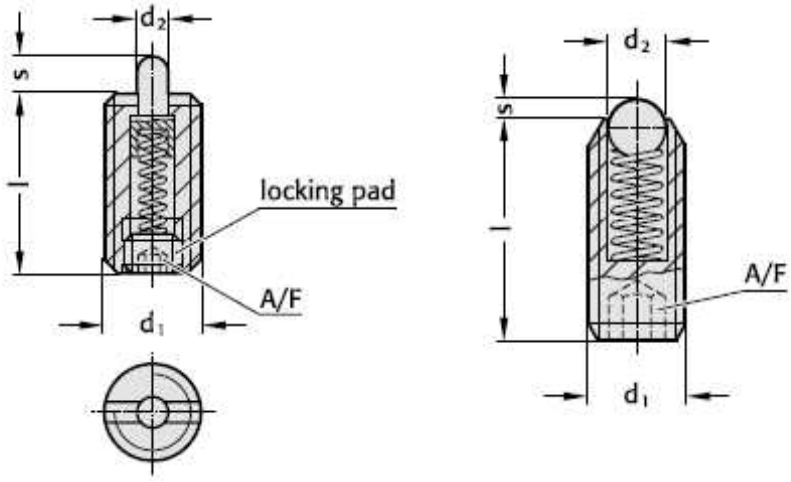
n. Pin/Pegas Pelontar

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 2.31 Pegas/Pin Pelontar

Bagian dalam dari alat ini terdapat ruangan tempat pemasangan pegas



Gambar 2.32 Konstruksi Pegas/Pin Pelontar

o. Baut

Pada perencanaan ini terdapat tiga baut, yaitu

1. Baut striper

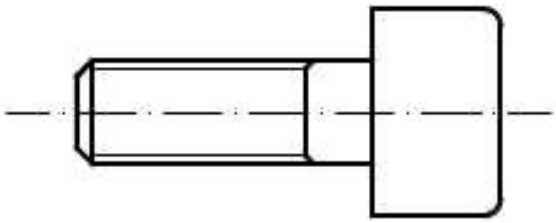
   Baut striper dipergunakan untuk mengikat striper pada posisinya.

2. Baut pengikat

   Baut pengikat dipergunakan untuk mengikat *Dies* pada plat bawah

3. Baut *Inbush* dipergunakan untuk mengikat *Punch Holder* ke plat atas.

Semua baut yang digunakan menggunakan standar HASCO.



Gambar 2.33 Baut

p. Mesin *Press*

Ada 2 macam tipe mesin Press, yaitu :

1. Mesin *Press* Mekanik

Tipe Mesin ini digerakkan oleh listrik dan disambung dengan *belt* ke *flywheel* dan selanjutnya dihubungkan ke poros eksentrik. Kapasitasnya sudah tertentu dan bermacam variasi mulaidari 10 ton dan seterusnya.

Gambar 2.34 Mesin *Press* Mekanik

2. Mesin *Press* Hidraulik

Tipe mesin inipun menggunakan listrik sebagai tenaga penggerak pompa hidraulik. *Fluid* (oli) yang bertekanan bergerak sambil mendorong piston dalam selinder sehingga menimbulkan Gaya tekan Fp = P x A (N). Kapasitas mesin ini relatif lebih besar tetapi kecepatan lebih rendah dari mesin mekanik.

Gambar 2.35 Mesin *Press* Mesin *Press* Hidraulik

2.5 Dasar Perhitungan

2.5.1 Rumus-rumus yang dipakai dalam proses pembuatan Rancang Bangun *Progressive Tool* Plat Klem U Tiang Pipa Antena 1 Inci, sebagai berikut :

a. Rumus Perhitungan gaya *Punch*.

Fp = 0,8 x U x s x Rm) … ……(Lit.1, hal 74)

Dimana :

Fp = Gaya Potong (N)

U = Panjang Garis Pemotongan (mm)

s = Tebal Benda Kerja (mm)

Rm = Tegangan Tarik Bahan yang di Potong (N/mm^2)

b. Rumus Perhitungan Gaya *Punch* Bending

Fb = 0,5 x b x s x σm……(Lit.2, hal 84)

Dimana :

Fb = Gaya bending (Newton)

b = Panjang garis bending (mm)

s = Tebal plat (mm)

σt = Tegangan tarik (N/mm^2)

c. Perhitungan titik berat *shank.*

Terhadap sumbu “X” :

$X_0 = \frac{\Sigma Fi \cdot xi}{\Sigma Fi}$ … ……(Lit.1, hal 79)

Terhadap sumbu “Y”

$Y_0 = \frac{\Sigma Fi \cdot xi}{\Sigma Fi}$ … ……(Lit.1, hal 79)

d. Perhitungan Pegas *Stripper*.

F_{pg} = (5 ÷ 20) % . Ft) ……..(Lit.2 hal: 21)

Dimana:

F_{pg} = Gaya pegas *stipper* (N)

Ft = Gaya total (N)

e. Perhitungan tebal die.

$$H_{min} = \sqrt[3]{\frac{Ft}{g}} \quad \text{……(Lit.2 hal:24)}$$

Dimana :

H_{min} = Tebal die minimum (mm)

Ft = Gaya total *punch* (N)

Tabel 2.3 Jarak minimum tepi lubang pemotogan terhadap tepi/sisi die

Tebal Die (mm)	Lubang normal (mm)	Lubang besar & sudut tajam (mm)	Lubang sangat besar & strip tajam (mm)
19	22	28	38
24	27	36	40
29	33	43	58
34	38	51	68
41	46	62	82
48	54	72	96

f. Perhitungan panjang *punch.*

$$L = \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{Fpt}}$$

Dimana :

L = Panjang *punch* maksimum (mm)

E = Modulus Elastisitas (N/mm^2)

I = Momen Inersia (mm^4)

Fpt = Gaya potong *punch* terkecil (N)

Untuk menghitung momen inersia digunakan rumus :

$I = \frac{\pi}{64} d^4$ … ……(Lit.1, hal 81)

Untuk menghitung gaya *buckling* pada *punch* digunakan rumus :

$F_B = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{s^2}$ … ……(Lit.1, hal 81)

Dimana :

F_B = Gaya *buckling* (N)

E = Modulus elastisitas (N/mm^2)

I = Momen Inersia (m^4)

s = Panjang *punch* yang direncanakan (mm)

d = Diameter *punch* terkecil

g. Perhitungan clearance antar *punch* dan die.

$U_s = c \cdot s \cdot \sqrt{\tau_g}$ … ……(Lit.1, hal 31)

Dimana :

U_s = Kelonggaran *punch* dan dies (mm)

c = faktor kerja (0,03 ÷ 0,05)

s = Tebal pelat (mm)

τ_g = Tegangan geser bahan (N/mm^2)

Tabel 2.4 Faktor kerja dari beberapa material

Jenis Material	Rm N/mm^2	Fakor Kerja (c) %
Mild steel	> 250	2 ÷ 3
Mild steel	250 ÷ 400	3 ÷ 5
Steel	400 ÷ 800	5 ÷ 9
Al, Brass, Copper	–	2 ÷ 4

h. Perhitungan pelat Penetrasi

$h = \frac{Fk}{l \cdot \tau_t}$

Dimana :

Fk = Gaya potong *punch* terkecil (N)

H = Tebal pelat penetrasi minimum (mm)

l = Keliling sisi potong *punch* terkecil (mm)

$\overline{\tau_t}$ = Tegangan tarik izin bahan (St 37 : τ_t = 370 N/mm^2

$\overline{\tau_t} = \frac{\tau_t}{v}$

v = Faktor keamanan (0-10)

i. Perhitungan diameter *Shank*

$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Fp}{\pi \cdot \tau_t}}$

Dimana :

d = Diameter *Shank* (mm)

Fp = Gaya total *punch* (N)

$\overline{\tau_t}$ = Tegangan tarik izin bahan (St 37 : τ_t = 370 N/mm^2)

$\overline{\tau_t} = \frac{\tau_t}{v}$

V = Faktor keamanan (0-10)

j. Perhitungan pelat atas dan pelat bawah

$$H = \sqrt{\frac{6 \times M_B}{b \times \delta_t}} \quad \text{.....(Elemen Mesin 1, hal 42)}$$

$$\delta_t = \frac{\tau}{v}$$

Dimana :

M_B = Momen bengkok maksimum

b = Panjang pelat atas yang direncanakan (mm)

δ_t = Tegangan tarik izin (N/mm^2)

v = Faktor keamanan

k. Perhitungan daya mesin *press*

$$P = 0{,}736 \cdot \frac{W/t}{750}$$

Dimana :

P = Daya mesin *press*

W = Usaha potong (Nmm)

= 0,6 x F_t x s

t = Waktu pemotongan tiap slah (detik)

F_t = Gaya total *punc*h (N)

s = tebal pelat (mm)

2.5.2 Rumus - rumus perhitungan waktu pengerjaan

Dalam pembubutan dan pengerjaan komponen dari *progressive tool* ini dibutuhkan waktu pengerjaan teoritis.

1. Proses Pengerjaan Pada Mesin Bubut

a. Bubut Muka

$$n = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d}$$

$$T_m = \frac{R}{S_r \cdot n}$$

Dimana :

n = Putaran mesin .....(rpm)

Vc = Kecepatan potong .....(m/mnt)

d = Diameter benda kerja..... (mm)

Tm = Waktu pengerjaan .....(mnt)

R = Jari-jari benda kerja ..... (mm)

Sr = Kecepatan Pemakanan.... (mm/put)

b. Bubut Luar

Tm $= \frac{L}{Sr_{.n}}$

Dimana :

n = putaran mesin ..... (rpm)

Tm = waktu pengerjaan ..... (mnt)

L = panjang benda kerja ..... (mm)

Sr = kecepatan pemakanan ..... (mm/put)

2. Pengerjaan pada mesin *milling*

Rumus yang digunakan :

$V = \frac{a \times b \times s}{1000}$ ……...(Lit.3 hal:71)

$s = \frac{V \times 1000}{a \times b}$ ……...(Lit.3 hal:71)

Tm $= \frac{L}{s}$ ……...(Lit.3 hal:71)

Untuk pengerjaan halus :

L = 1 + d + 4

Untuk pengerjaan kasar :

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

Dimana :

V = kecepatan potong ..... (m/mnt)

d = diameter benda kerja ..... (mm)

Tm = waktu pengerjaan ..... (mnt)

L = panjang benda kerja ..... (mm)

s = kecepatan pemakanan ..... (mm/min)

a = kedalaman pemakanan ..... (mm)

b = lebar pemakanan ..... (mm)

3. Pengerjaan pada mesin gerinda

a. Untuk gerinda permukaan

$t_m = \frac{b \times l \times X}{Vc \times 1000 \times Sr}$

Dimana :

Vc = kecepatan potong ..... (m/mnt)

T_m = waktu pengerjaan ..... (mnt)

l = panjang benda kerja ..... (mm)

Sr = kecepatan pemakanan ..... (mm/put)

x = jumlah pemakanan

b = lebar benda kerja ..... (mm)

b. Untuk gerinda *cylindrical*

$t_m = \frac{L \times}{S_r \cdot n}$

Dimana :

t_m = waktu pengerjaan ..... (mnt)

L = panjang langkah ..... (mm)