

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian *Press Tool*

*Press Tool* adalah salah satu alat gabungan *Jig* and *Fixture* yang mempunyai prinsip kerja penekanan dengan melakukan pemotongan, pembentukan atau gabungan dari keduanya. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk *output* yang sama dalam waktu yang relatif singkat. *Press Tool* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam menurut proses pengerjaan yang dilakukan pada *die* yaitu: *single tool*, *compound tool* dan *proressive tool*.

##### 2.1.1. *Single Tool*

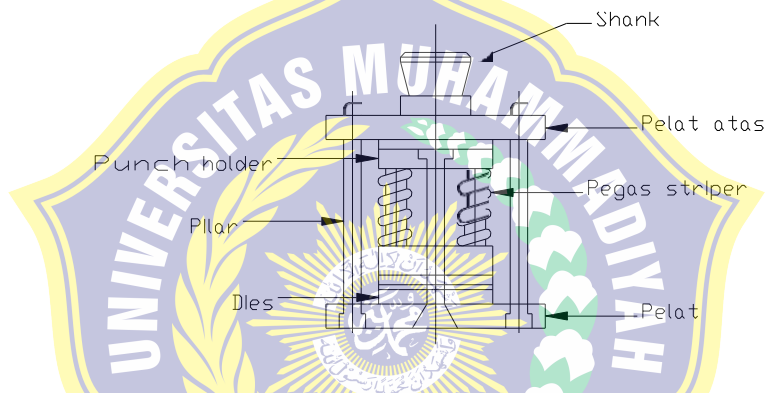
*Single Tool* adalah jenis dari *press tool* yang paling sederhana, dimana hanya terjadi satu proses pengerjaan dan satu *station* dalam satu alat. *Press tool* ini biasanya hanya membutuhkan mesin press dengan kapasitas kecil. Pemakaian jenis *simple tool* ini mempunyai keuntungan dan kerugian.

##### Keuntungan *Single tool*:

- Dapat melakukan proses pengerjaan tertentu dalam waktu singkat. Kontruksinya relatif sederhana.
- Harga alat relatif murah.
- Design tidak terlalu rumit
- Waktu *set-up* dies lebih cepat

Kerugian *Single tool*:

- Hanya mampu melakukan proses-proses pengerjaan untuk produk yang sederhana sehingga untuk jenis pengerjaan yang rumit tidak dapat dilakukan oleh jenis press tool ini.
- Proses pengerjaan yang dapat dilakukan dilakukan hanya satu jenis saja.



**Gambar 2.1 Simple Tool** (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))

### 2.1.2. Compound Tool

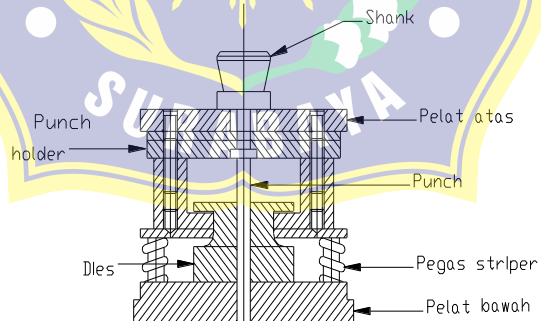
*Compound Tools* atau perkakas tekan gabungan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan dua atau lebih jenis pekerjaan dalam satu stasiun kerja. Press tool ini biasanya menggunakan mesin dengan kapasitas sedang. Pemakaian jenis *compound tool* ini juga mempunyai keuntungan dan kerugian.

Keuntungan *compound tool* :

- Dapat melakukan beberapa proses pengerjaan dalam waktu yang bersamaan pada station yang sama.
- Keakuratan tinggi dan dapat dicapai.
- Hasil produksi yang dicapai mempunyai ukuran yang lebih teliti
- Dapat menurunkan waktu set-up mengerjakan proses yang sama namun dengan tipe yang berbeda

Kerugian *compound tool*:

- Konstruksi dies menjadi lebih rumit.
- Terlalu sulit untuk mengerjakan material yang tebal.
- Dengan beberapa proses pengerjaan dalam satu station menyebabkan perkakas cepat rusak.



**Gambar 2.2 Compound Tool (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

### 2.1.3. *Progressive Tool*

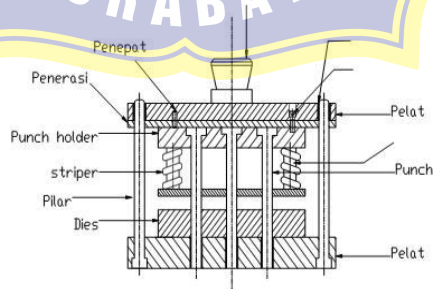
*Progressive Tool* atau perkakas tekan adalah perkakas yang dirancang untuk melakukan sejumlah operasi pemotongan atau pembentukan dalam beberapa stasiun kerja dapat berupa proses pemotongan atau pembentukan berbeda.

Keuntungan *progressive tool*:

- Dapat diperoleh waktu pengerjaan produksi yang relatif singkat dibandingkan simple tool.
- Pergerakan menjadi lebih efektif.
- Dapat melakukan pemotongan bentuk yang rumit pada langkah yang berbeda.

Kerugian *progressive tool* :

- Ukuran alat lebih besar bila dibandingkan simple tool dan compound tool.
- Biaya perawatan besar.
- Harga relatif lebih mahal karena bentuknya rumit.



## Gambar 2.3 *Progressive Tool* (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))

### 2.2. Pembagian Press Tool

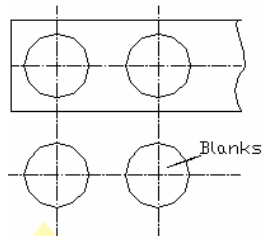
*Press tool* pada dasarnya dapat dibagi dua bagian, yaitu :

#### 2.2.1. *Cutting Tools*

*Cutting tool* yaitu suatu proses pengerjaan yang dilakukan dengan cara menghilangkan sebagian material atau pemotongan menjadi bentuk yang sesuai dengan keinginan. Adapun proses yang termasuk di dalam kelompok ini adalah *Blanking*, *Piercing*, *Notching*, *Shaving*, *Trimming*, *Parting*, *Cropping* dan *Lancing*. Pengertian beberapa operasi di atas seperti dijelaskan sebagai berikut:

##### a) **Blanking**

Blanking merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan untuk mengambil hasil produksi yang sesuai dengan bentuk punch yang digunakan untuk menembus atau dengan sistem langkah pemakanan. Pada umumnya proses blanking dapat dilakukan untuk membuat benda kerja dengan cepat dan dengan jumlah yang banyak serta biaya yang murah.



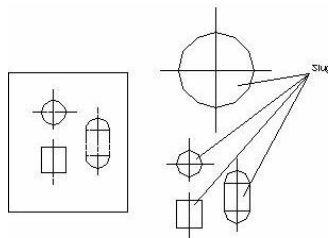
**Gambar 2.4 Blanking** (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))

Syarat-syarat blanking:

1. Sudut benda kerja pada *blanking* harus merupakan radius yang tepat.
2. Lebar dari slot yang dibentuk  $\geq 1,5$  tebal.
3. Diameter *piercing*  $\geq$  tebal sheet dan minimum 0,025 inch.
4. Jarak kedua lubang atau lubang dengan tepi  $\geq$  tebal logam.

**b) Piercing**

*Piercing* adalah suatu proses pemotongan material berbentuk lubang dengan menggunakan punch, sedangkan material pelat ditumpuh oleh *punch*. Pada prinsipnya proses *piercing* ini mempunyai proses kerja yang sama dengan *blanking*. Pada proses *piercing* yang dikehendaki. Pada proses *piercing* yang dikehendaki adalah lubang hasil pemotongan.



**Gambar 2.5 Pierching (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**c) Notching**

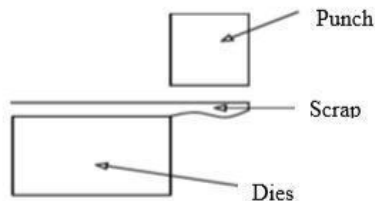
*Notching* adalah suatu proses pemotongan material pelat oleh *punch* minimal duasisi terpotong, akan tetapi tidak semua sisi potong dari *punch* dapat melakukan pemotongan. Tujuan pemotongan ini adalah untuk menghilangkan sebagian material pada bagian – bagian yang dikehendaki.



**Gambar 2.6 Notching (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**d) Shaving**

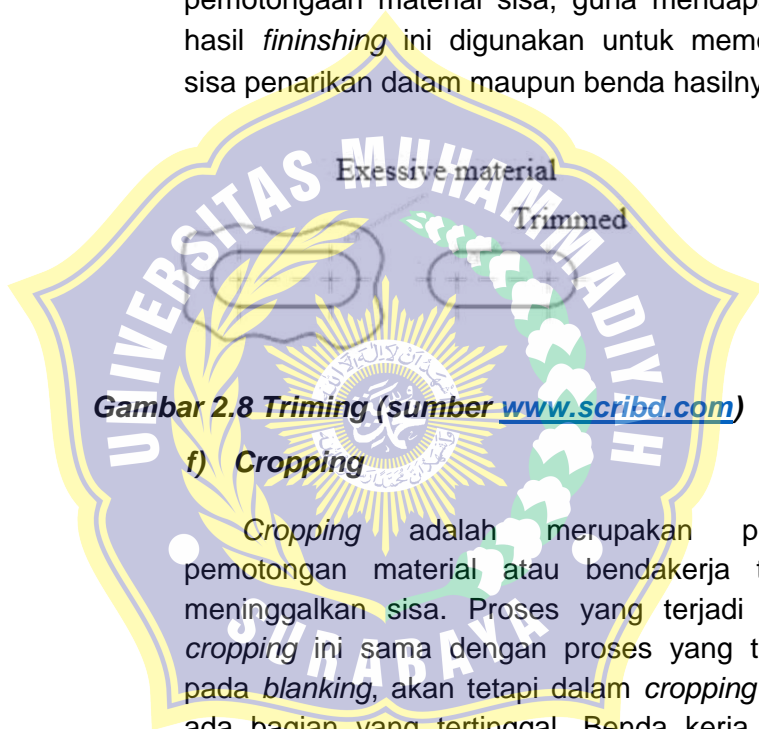
*Shaving* merupakan proses pemotongan material dengan system mencukur, dengan maksud untuk menghaluskan permukaan hasil proses *blanking* atau *pierching* guna mendapatkan ukuran teliti dari hasil pemotongan yang dilakukan terlebih dahulu.



**Gambar 2.7 Shaving(sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**e) *Trimming***

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



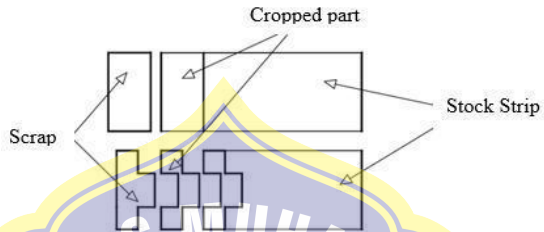
**Gambar 2.8 Trimming (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**f) *Cropping***

*Cropping* adalah merupakan proses pemotongan material atau bendakerja 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 2.9 Cropping (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**g) Parting**

*Parting* adalah proses pemotongan material untuk memisahkan blank melalui garis potong atau dua garis potong antara komponen satu dengan yang lainnya. Proses *parting* ini digunakan pada bentuk – bentuk blank yang tidak rumit.



**Gambar 2.10 Parting (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

**h) Lanzing**

*Lanzing* adalah merupakan proses pengerjaan gabungan antara *bending* dan *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 *Lanzing* (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

### 2.2.2. *Prinsip Kerja Alat*

*Press Tool* atau perkakas tekan atau suatu alat yang digunakan untuk memotong logam dengan cara penekanan. Secara operasional *Press Tool* ini dapat bekerja sebagai alat potong ataupun sebagai alat pembentuk plat atau lembaran yang dikehendaki. *Press Tool* berfungsi memproduksi ratusan atau bahkan ribuan komponen yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

Terkadang didalam suatu *Press Tool* terjadi proses pengerjaan secara bersamaan antara proses pemotongan dan proses pembentukan sekaligus. Adapun suatu *press tool* dalam rancangan akan di desain dengan tiga pemotongan dengan ukuran sudut yang berbeda,

agar mengurangi waktu *set up* operator untuk mengerjakan tipe yang berbeda.

Adapun prinsip kerja rancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Plat lembaran dimasukkan pada mesin *progressive tool* dengan menggunakan tiga *punch* (pemotongan). Namun ketiga *punch* memiliki ukuran sudut yang berbeda.
2. *Progressive Tool* akan bergerak turun dengan ditekan secara manual yang kemudian akan membuat *punch* bergerak turun dan mampu memberikan tekan atau reaksi terhadap plat.
3. *Progressive Tool* terus bergerak turun dan tetap ditekan secara manual sehingga membuat *punch* dapat memotong material ditentukan. Kemudian *punch* berikutnya langsung membentuk lembaran tersebut menjadi *produk yang direncanakan*. *Setiap tiga sisi press tool* membentuk

proses pemotongan sudut yang berbeda yaitu  $15^\circ$ ,  $10^\circ$  dan  $30^\circ$ .

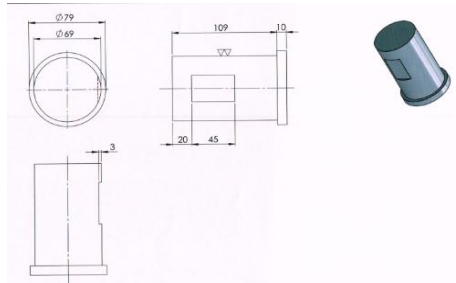
4. Setelah proses selesai *Punching* akan bergerak naik kembali ke posisi semula dan secara bersamaan pelontar akan melontarkan lembaran plat yang telah berbentuk produk jadi.

### 2.2.3. *Bagian-bagian Dari Press Tool*

*Press Tool* merupakan satu kesatuan dari beberapa komponen. Komponen-komponen tersebut antara lain:

#### a. Tangkai Pemegang (Shank)

Shank adalah komponen yang menghubungkan mesin press dengan plat *assembly* atas dan berfungsi mendistribusikan daya yang diberikan oleh mesin yang diubah menjadi gaya potong ataupun gaya pembentukan. *Shank* biasanya terletak pada titik berat yang dihitung berdasarkan penyebaran gaya-gaya pembentukan dengan tujuan untuk menghindari tekanan yang tidak merata pada pelat atas.



**Gambar 2.12 Shank**  
**(Triple diamond cutting, Solidwork)**

b. Plat Atas (*Top Plate*)

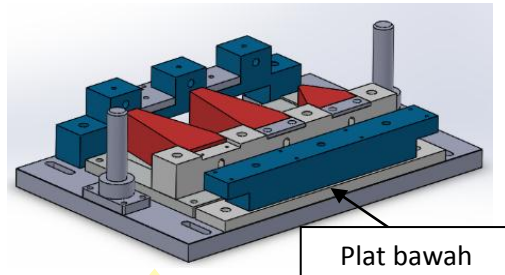
Merupakan tempat dudukkan dari *shank* yang langsung terhubung dengan mesin *press*.



**Gambar 2.13 Plat Atas**  
**(Triple diamond cutting, solidwork)**

c. Plat Bawah (*Bottom Plate*)

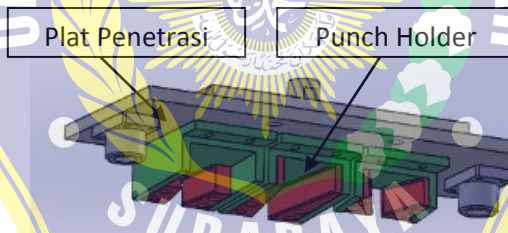
Plat bawah merupakan tempat pengikatan *dies* dan bagian yang diikat pada meja mesin *press*. Plat bawah ini mampu menahan gaya penekanan akibat dari reaksi yang ditimbulkan oleh *punch*.



**Gambar 2.14 Plat Bawah**  
(*Triple diamond cutting, solidwork*)

d. Plat Penetrasi dan Plat Pemegang *Punch*

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



**Gambar 2.15 Plat Penetrasi** (*Triple diamond cutting, Solidwork*)

e. *Punch*

*Punch* merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *strip* sesuai dengan pasangan pada *dies*. Material yang dipilih sama dengan material *dies* yaitu *SLD*

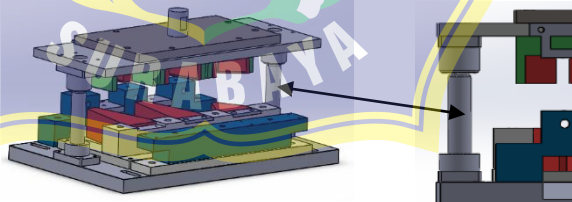
2379/SKD 11 dengan kekerasan 58-62 HRC dengan tempering 200°C - 300°C agar diperoleh sifat yang keras tetapi masih memiliki kekenyalan.



**Gambar 2.16 Punch/Diamond Cutting (Triple Diamond cutting, Solidwork)**

f. Tiang Pengarah (*Guide Post*)

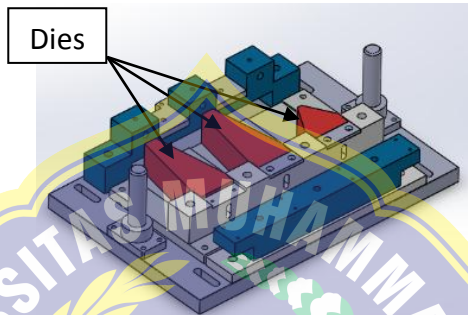
Tiang pengarah berfungsi mengarahkan unit atas, sehingga *punch* berada tepat pada *dies* ketika dilakukan penekanan.



**Gambar 2.17 Guide Pin (Triple diamond cutting, solidwork)**

g. *Dies (lower)*

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

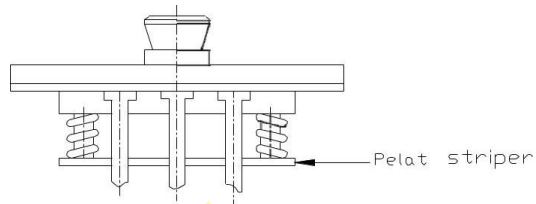


**Gambar 2.18 Dies**  
**(Triple Diamond Cutting, Solidwork)**

h. *Plat Stripper*

*Plat Stripper* merupakan bagian yang membantu mengarahkan punch pada posisi kerja dan untuk melepaskan plat strip dari punch setelah proses pemotongan terjadi. Plat ini juga berfungsi sebagai pelat penjepit material pada saat proses berlangsung, sehingga dapat menghindari cacat pembentukan permukaan benda kerja seperti kerut dan lipatan, juga sebagai pengarah *punch*.





**Gambar 2.19 Plat Stripper (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

i. Pegas Stripper

Pada perencanaan *press tool* ini pegas yang digunakan adalah pegas *striper* yaitu. Pegas *striper* 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.

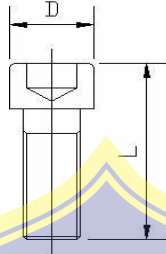


**Gambar 2.20 Pegas Stripper (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

j. Baut Pengikat

Baut pengikat berfungsi untuk mengikat *dies* keplat bawah dan plat pemegang *punch* keplat

atas. Baut pengikat dipilih *standard* baut pengikat dan ketebalan *dies*.



**Gambar 2.21** Baut Pengikat (Autocad 2010)

**Tabel 2.1** Standart Baut (sumber [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

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,M14,M16	80	150	> 38

k. Pin Penepat

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



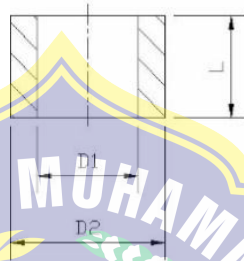
**Gambar 2.22 Pin Penepat (Autocad)**

**Tabel 2.2 Standart Pin Penepat (sumber [www.scribd.com](http://www.scribd.com))**

Tebal Dies	Minimum Baut	Minimum Pena
19	M8	Ø 6
24	M8	Ø 8
29	M10	Ø 10
34	M10	Ø 10
41	M12	Ø 12
48	M16	Ø 16

I. Sarung Pengarah (*Bush*)

Sarung pengarah berfungsi untuk mengarahkan tiang pengarah dan mencegah cacat pada plat atas. Pada perencanaan alat bantu produksi ini untuk sarung pengarah dipilih bahan kuningan.



**Gambar 2.23 Bush**

### 2.3. Rumus Gaya-gaya Perencanaan

Dalam perencanaan ini dibutuhkan dasar-dasar perhitungan yang menggunakan teori dan rumus-rumus tertentu. Adapun teori dan rumus-rumus tersebut antara lain : Untuk mencari gaya-gaya perencanaan terlebih dahulu mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada suatu rancang bangun benda.

Adapun gaya-gaya yang terjadi:

#### 2.3.1. Gaya Potong ( $F_p$ )

$$F_p = 0,8 \times \sigma_t \times U \times t \quad \text{Luchinger, 1984:93-112 (2.1)}$$

Dimana :

- Fp = gaya potong (N)
- t = tebal plat (mm)
- U = keliling sisi potong (mm)
- $\sigma_t$  = tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)

### 2.3.2. Perhitungan Tebal Dies

Dalam melakukan perancangan *dies* perlu memperhatikan dimensi yang sesuai supaya dapat menahan beban dari atas ketika proses *blanking* berlangsung. Berikut rumus perhitungan tebal *dies* :

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{total}}{g}} \quad \text{Wilson, 1984:179 (2.2)}$$

Dimana :

H = tebal *dies* (mm)

F = gaya total (ton)

g = gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

### 2.3.3. Panjang *Punch* Maksimal

Dalam menentukan *punch* maksimal dapat dipakai *punch* yang memiliki diameter terkecil yang paling kritis.

$$F = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E \times I}{Fp}} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

L max : panjang *punch* maksimal (mm)

E : Modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)

I : Momen inersia bahan (mm<sup>4</sup>)

### 2.3.4. Perhitungan Gaya Buckling

Batang *punch* yang ramping cenderung untuk melengkung dan akibatnya akan timbul momen. Gejala seperti ini disebut *buckling* besar gaya *buckling* menurut rumus *euler* sebagai berikut:

$$F_b = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{S^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

F<sub>b</sub> = gaya *buckling* (N)

E = modulus elastisitas (N/mm<sup>2</sup>)

I = momen inersia (mm<sup>4</sup>)

S = 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*

$\lambda = S/i$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Dimana :

S = panjang batang (mm)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

i = jari-jari girasi

$\lambda$  = kerampingan

I = momen inersia

Apabila menggunakan rumus *tetmejer* maka rumusnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.3 Harga Elastisitas pada Rumus *Tetmejer***

2.3.5. Perhitungan *Clearance*

Untuk menghitung *clearance* antara *punch* and *dies* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$c = \alpha \cdot t \quad \text{Wilson, 1984:175 (2.5)}$$

dimana :

Bahan	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda_0$	Rumus <i>tetmejer</i>
St 37	210.000	105	$\delta B = 310 - 1,14 \lambda$
St 50 dan St 60	210.000	89	$\delta B = 335 - 0,6 \lambda$
Besi tuang	100.000	80	$\delta B = 776 - 12\lambda + 0,053 \lambda$

$t$  (mm)

$\alpha$  =allowance (0,06%)

t = tebal material (mm)

### 2.3.6. Perhitungan Kedalaman Sisi Potong

Persamaan untuk menentukan kedalaman sisi potong adalah:

$$H = 3 \times t \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

H : kedalaman kelonggaran (mm)

t : tebal plat (mm)

### 2.3.7. Perhitungan Shank

Diketahui :

F mesin press = Tonase mesin N

V (faktor keamanan) = 4

A (luas penampang) =  $\frac{\pi}{4} D^2$

Penyelesaian :

$$\frac{F}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{F}{A}$

Dimana :

$\frac{F}{A}$  = tegangan tarik izin (N/mm<sup>2</sup>)

v = faktor keamanan

F = tonase mesin N



A = luas penampang

2.3.8. Perhitungan Plat Atas  
Diketahui :

F mesin press = Tonase mesin N

V (faktor keamanan) = 4

A (luas penampang) = P x L

Penyelesaian :

Bahan ST 60 ( $\sigma_t = 600 \text{ N/mm}^2$ )

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{F}{A}$

Dimana :

$\frac{F}{A}$  = tegangan tarik izin ( $\text{N/mm}^2$ )

v = faktor keamanan

F = tonase mesin N

A = luas penampang

2.3.9. Perhitungan Plat Bawah  
Diketahui :

F mesin press = Tonase mesin N

V (faktor keamanan) = 4

A (luas penampang) = P x L

Penyelesaian :

Bahan ST 60 ( $\sigma_t = 600 \text{ N/mm}^2$ )

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{F}{A}$

Dimana :

$\frac{F}{A}$  = tegangan tarik izin (N/mm<sup>2</sup>)

v = faktor keamanan

F = tonase mesin N

A = luas penampang

### 2.3.10. Perhitungan Diameter Pillar

Pada perencanaan ini diameter *pillar* dihitung agar tidak terjadi bengkok, karena plat atas dan plat bawah kemungkinan presisi sehingga akan terjadi kelengku pillar dapat dihitung dengan persamaan berikut .

Gaya yang diterima tiap pilar :

$$\frac{F}{F_p} = n \dots\dots\dots(2.10)$$

Gaya bengkok :

$$F_b = \frac{F_p \times L}{X} \dots\dots\dots(2.11)$$

Momen bengkok :

$$M_b = F_b \times X \dots\dots\dots(2.12)$$

Diameter Pillar :

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_b \cdot 32}{\pi \cdot \sigma_t}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

F = Gaya potong total

L = Jarak antara pilar dengan *shank*

$\sigma_t$  = tegangan tarik N/mm<sup>2</sup>

n = jumlah *pillar*

D = diameter *pillar* (mm)

X = Jarak antara plat atas dan bawah

### 2.3.11. Perencanaan *Lay Out Position cutting angel*

Dalam melakukan perencanaan perlu dilakukan optimasi supaya menghasilkan hasil yang optimal. Perhitungan pertama kali mencari perhitungan titik berat *shank* agar mesin *press* yang digunakan dapat bertahan lama.

Perhitungan titik berat *shank* terhadap sumbu "X"

$$X_0 = \frac{\sum Fi - xi}{\sum fi}$$

Terhadap sumbu "Y"

$$Y_0 = \frac{\sum Fi - yi}{\sum fi}$$

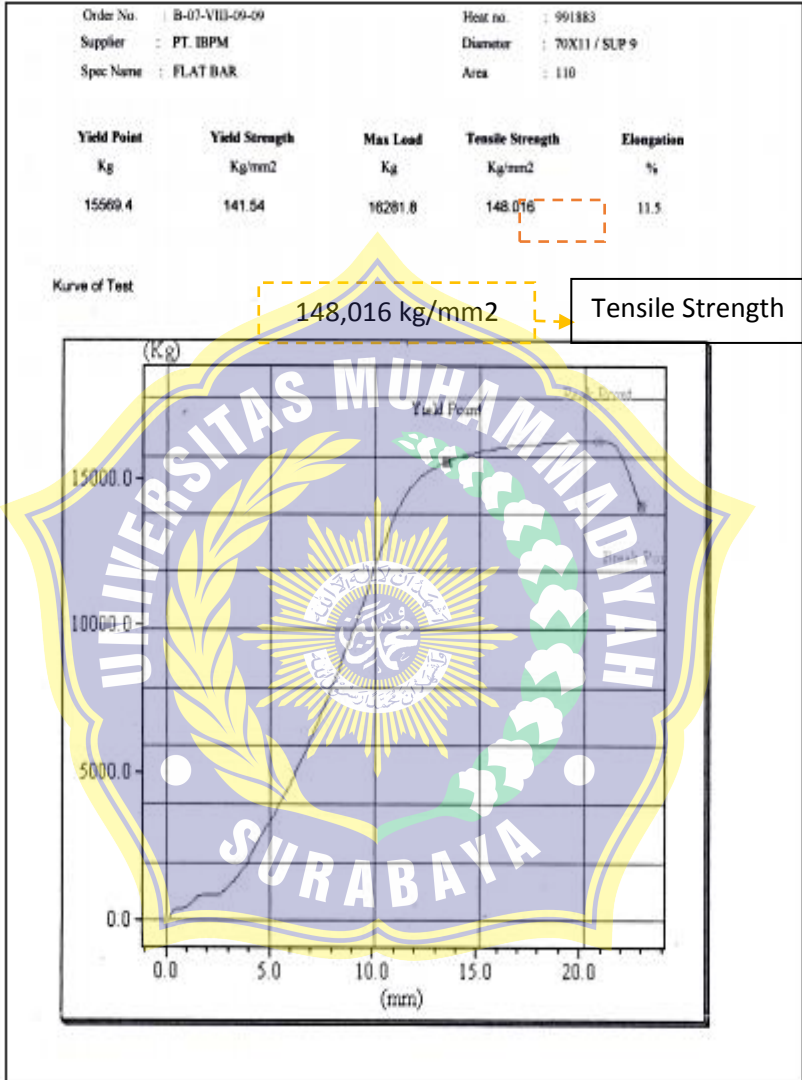
### 2.1. Plat bar *SUP 9*

Komposisi material *SUP 9* yang termasuk dalam pengelompokan jenis baja dengan kandungan karbon 0,5% sampai 0,6% yang dipadukan dengan material yang lain seperti silicon, mangan, chrom dan lain-lain.

Pengelompokan baja *SUP* terlihat dari penambahan jenis material yang lain. Aplikasi dari baja *SUP (JIS G4801, 1984)* adalah kelompok jenis baja yang dipakai dalam pembuatan pegas daun (*leaf spring*). Baja *SUP* di bagi menjadi 9 grade berdasarkan komposisi unsure penyusunanya yaitu *SUP 3*

**Tabel 2.4 komposisi kimia *SUP 9***

Class	Notation	Komposisi Kimia %							
		C	Si	Mn	P	S	Cr	V	B
3 Class	SUP 3	0,75-0,90	0,15-0,35	0,30-0,60	0,35 max	0,035	-	-	-
4 Class	SUP 4	0,90-1,10	0,15-0,35	0,30-0,60	0,35 max	0,35 max	-	-	-
6 Class	SUP 6	0,55-0,65	1,30-1,80	0,70-1,00	0,35 max	0,35 max	-	-	-
7 Class	SUP 7	0,50-0,65	1,80-2,20	0,70-1,00	0,35 max	0,35 max	-	-	-
9 Class	SUP 9	0,50-0,60	0,15-0,35	0,65-0,95	0,35 max	0,35 max	0,65-0,95	-	-
10 Class	SUP 10	0,45-0,55	0,15-0,35	0,65-0,95	0,35 max	0,35 max	0,80-1,10	0,15-0,25	-
11 Class	SUP 11	0,30-0,60	0,15-0,35	0,65-0,95	0,35 max	0,35 max	0,65-0,95	-	0,0005 min



**Gambar 2.24 Hasil uji Tarik SUP 9 (PT.IBPM)**