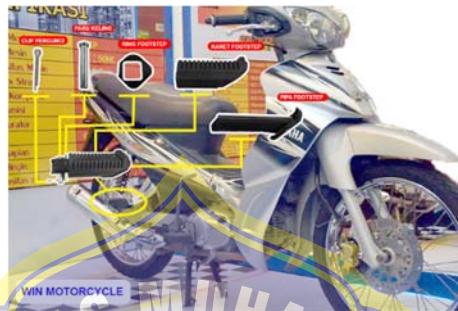


## BAB IV PEMBAHASAN

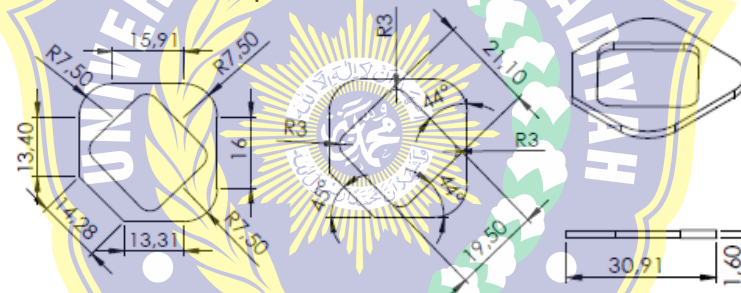
### 4.1. Analisa Produk

*Ring footstep yamaha jupiter* adalah salah satu komponen dalam rangkaian *footstep* sepeda motor. Ring ini berfungsi sebagai pembatas antara *braket* dengan karet *footstep* agar pada saat *footstep* difungsikan tidak terjadi kontak langsung antara *braket* dengan karet *footstep*. Berikut merupakan gambaran produk yang akan dirancang.



Gambar 4.1 Footstep Yamaha Jupiter

#### 4.1.1 Dimensi produk



Gambar 4.2 Dimensi Produk

## 4.2. Perhitungan Gaya dan Dimensi Press Tool

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perencanaan gaya yang bekerja pada proses kerja *press tool*. Disini terlihat bentuk dan dimensi dari penampang masing-masing *punch*. Gaya yang bekerja adalah gaya potong. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

### 4.2.1 Gaya Potong

Dalam perhitungan gaya potong suatu benda dipengaruhi oleh tegangan tarik dan tegangan potong dari bahan benda kerja tersebut. Pada perencanaan ini benda kerja terbuat dari bahan ASTM A36 yang memiliki :

- Tegangan Tarik ( $\sigma_t$ ) = 400 N/mm<sup>2</sup>
- Modulus Elastisitas = 200000 N/mm<sup>2</sup>
- Tebal Plat = 1,6 mm

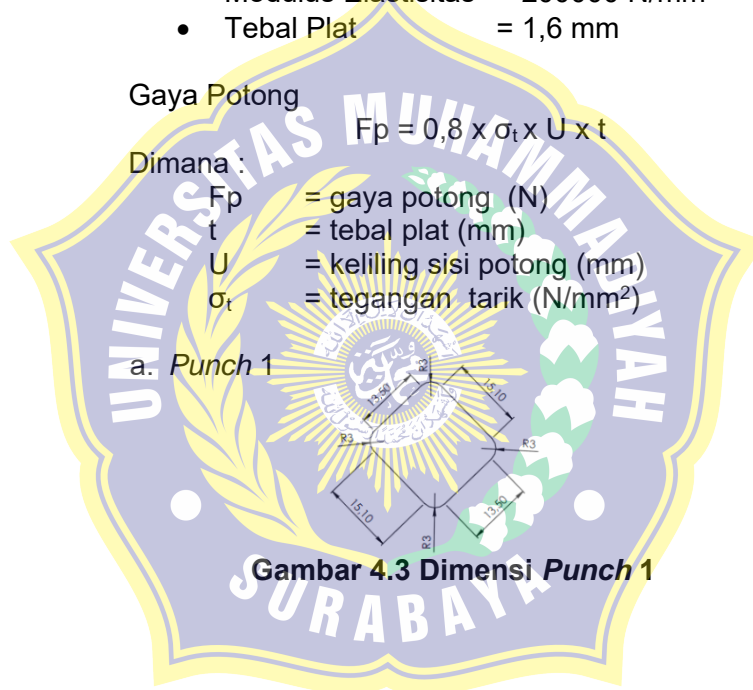
Gaya Potong

$$F_p = 0,8 \times \sigma_t \times U \times t$$

Dimana :

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

a. *Punch 1*



**Gambar 4.3 Dimensi *Punch 1***

Dimana :

$$U = 2x (P + L)$$

$$U = 2(15,10)+2(13,50)+4(R3)$$

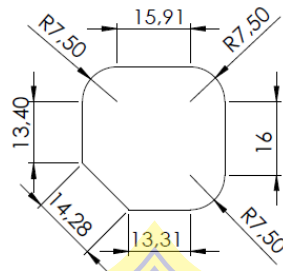
$$U = 69,2 \text{ mm}$$

$$F_p = 0,8 \times \sigma_t \times U \times t$$

$$F_p = 0,8 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times 69,2 \text{ mm} \times 1,6 \text{ mm}$$

$$F_p = 35.430,4 \text{ N}$$

b. Punch 2



**Gambar 4.4 Dimensi Punch 2**

Dimana :

$$U = s+s+s+s+s+(3 \times R)$$

$$U = 16+15,91+13,40+14,28+13,31+3(R7,5)$$

$$U = 95,4 \text{ mm}$$

$$F_p = 0,8 \times \sigma_t \times U \times t$$

$$F_p = 0,8 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times 95,4 \text{ mm} \times 1,6 \text{ mm}$$

$$F_p = 48.844,8 \text{ N}$$

#### 4.2.2 Kapasitas Mesin

Gaya total mesin diperoleh dari jumlah gaya seluruh proses yaitu *pierching* dan *blanking*.

Dimana :

$$\begin{aligned}
 F &= F_{\text{total}} \\
 F &= F_{\text{punch 1}} + F_{\text{punch 2}} \\
 F &= 35.430,4 \text{ N} + 48.844,8 \text{ N} \\
 F &= 84.275,2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian karena kapasitas hanya 8,937 ton, maka kita dapat menggunakan mesin press dengan kapasitas 16 ton type J23 china (*Fundamental of tool design*).

Dengan spesifikasi :

<i>Capacity</i>	:16	ton
<i>Slide stroke lenght</i>	: 55	mm
<i>Max Die Sets Height</i>	: 280	mm
<i>Die Shut Height adjustmen</i>	: 45	mm
<i>Distence between upgrade</i>	: 220	mm
<i>Motor Power</i>	: 1,5	kw

#### 4.2.3 Perhitungan Tebal Dies

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

Dimana :

$$H = \sqrt[3]{\frac{84.275,2}{9,81 \text{ m/s}^2}}$$

$$H = 20,48 \text{ mm}$$

Tebal dies yang dipakai adalah 21 mm

#### 4.2.4 Panjang Punch Maksimal

Untuk menentukan panjang *punch* maksimal dapat menggunakan persamaan :

$$L_{\text{max}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_p}}$$

Dimana :

$$E = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$F_p$  = gaya masing-masing *punch*

Nilai besar momen inersia diperoleh dari *Software Solidwork 2016* yaitu:

$$I_{\text{punch 1}} = 21,72 \text{ mm}$$

$$I_{\text{punch 2}} = 99,04 \text{ mm}$$

a) *Punch 1*

$$\begin{aligned} L_{p1 \text{ max}} &= \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_p}} \\ &= \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 21,72 \text{ mm}}{35.430,4 \text{ N}}} \\ &= 108,799 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) *Punch 2*

$$\begin{aligned} L_{p1 \text{ max}} &= \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{F_p}} \\ &= \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 99,04 \text{ mm}}{48.844,8 \text{ N}}} \\ &= 63,234 \text{ mm} \end{aligned}$$

Faktor keamanan:

$$\begin{aligned} V &= L \text{ max} / 4 \\ &= 108,799 / 4 \\ &= 27,1997 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari panjang *punch* maksimal yang didapat maka panjang *punch* yang digunakan harus sama atau lebih kecil *punch* maksimal yang terkecil. Pada perencanaan ini *punch* yang digunakan memiliki panjang 50 mm dengan material SKD11.

#### 4.2.5 Perhitungan Gaya Buckling

##### ➤ Punch 1

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

$$F_b = \frac{211000 \cdot 21,72 \cdot 3,14^2}{50^2}$$

$$F_b = 18.074,303 \text{ N}$$

##### ➤ Punch 2

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

$$F_b = \frac{211000 \cdot 99,04 \cdot 3,14^2}{50^2}$$

$$F_b = 82.416,16 \text{ N}$$

#### 4.2.6 Menentukan Clearance

Dalam menentukan *Clearance* antara *punch* dan *dies* dapat menggunakan tabel dan rumus sebagai berikut :

**Tabel 4.1 Clearance Pemotongan Plat Baja DIN 1623 / ASTM A36**

Tebal mat t	Spring back f	Allowance 2s	Tebal mat t	Spring back f	Allowance 2s
0,05	0,005	0,01	1,25	0,05	0,13
0,10	0,010	0,02	1,60	0,08	0,18
0,25	0,020	0,04	2,00	0,08	0,25
0,40	0,020	0,06	2,50	0,10	0,25
0,63	0,030	0,08	3,20	0,10	0,30
1,00	0,050	0,11	4,00	0,10	0,35

(*Punching Tool 1*, ST.Nunung Gunung Riyadi. Hal 11)

$$c = a \times t$$

$$= 0,06 \times 1,6 \text{ mm}$$

$$= 0,096 \text{ mm}$$

Pada tabel clearance proses pemotongan plat baja DIN 1623 diketahui bahwa tebal material ( $t$ ) bernilai 1,60 mm maka Allowance(2s) yang diijinkan sebesar 0,18 mm. Sedangkan rumus menunjukkan  $c$  (0,096) maka perencanaan yang dipakai  $c$  yaitu 0,09 mm.

#### 4.2.7 Perhitungan kedalaman sisi potong pada Dies

$$h = \frac{2}{3} \times s \quad (\text{bila } s < 2\text{mm}) \quad s \text{ adalah tebal material}$$

$$h = \frac{2}{3} \times 1,6 \text{ mm}$$

$$h = 0,42 \text{ mm}$$

#### 4.2.8 Perhitungan shank

Diketahui :

$$F_{\text{mesin press}} = 160.000 \text{ N}$$

$$V \text{ (faktor keamanan)} = 4$$

$$\varnothing_{\text{shank}} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi shank} = 65 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{3,14}{4} 40^2$$

$$= 1.256 \text{ mm}^2$$

Penyelesaian :

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

$$\frac{F}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{V} = \frac{600}{4} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{16000}{1.256} = 127,39 \text{ N/mm}^2$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{F}{\sigma_t}$ , sehingga bahan yang yang diambil untuk shank adalah ST 60

## 4.2.9 Perhitungan Plat Atas

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{mesin press}} &= 160.000 \text{ N} \\
 F_{\text{plat}} &= F_{\text{mesin}} + F_{\text{shank}} \\
 &= 160.000 + 127,39 \\
 &= 160.127,39 \text{ N} \\
 V \text{ (faktor keamanan)} &= 4 \\
 \text{Tebal plat atas} &= 25 \text{ mm} \\
 A \text{ (luas penampang)} &= P \times L \\
 &= 325 \times 205 \\
 &= 66.625 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

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

$$\frac{\sigma}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{V} = \frac{600}{4} = 150 \text{ N/mm}^2$$

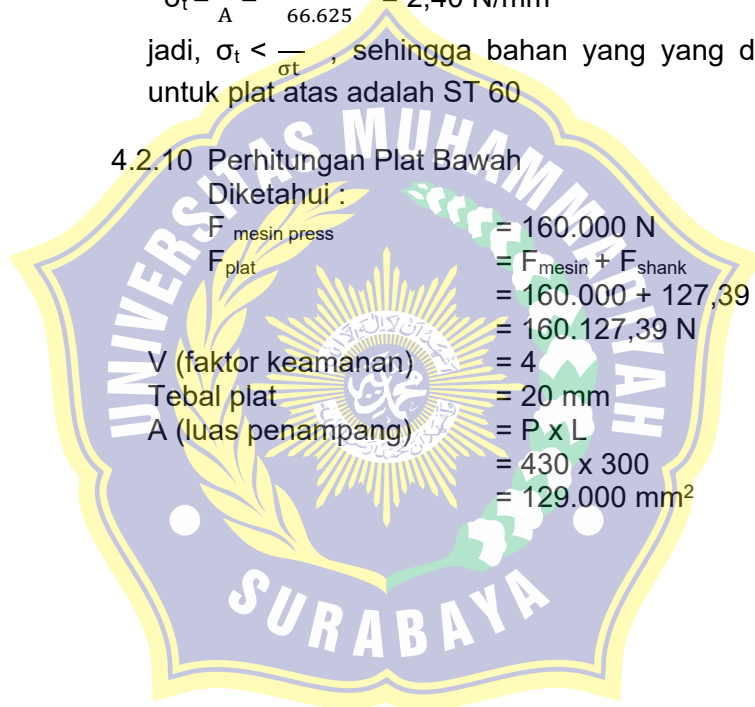
$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{160.127,39}{66.625} = 2,40 \text{ N/mm}^2$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{\sigma}{\sigma_t}$ , sehingga bahan yang yang diambil untuk plat atas adalah ST 60

## 4.2.10 Perhitungan Plat Bawah

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 F_{\text{mesin press}} &= 160.000 \text{ N} \\
 F_{\text{plat}} &= F_{\text{mesin}} + F_{\text{shank}} \\
 &= 160.000 + 127,39 \\
 &= 160.127,39 \text{ N} \\
 V \text{ (faktor keamanan)} &= 4 \\
 \text{Tebal plat} &= 20 \text{ mm} \\
 A \text{ (luas penampang)} &= P \times L \\
 &= 430 \times 300 \\
 &= 129.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$





Penyelesaian :

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

$$\frac{F}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} = \frac{600}{4} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{160.127,39}{129.000} = 1,24 \text{ N/mm}^2$$

jadi,  $\sigma_t < \frac{\sigma_t}{\sigma_t}$ , sehingga bahan yang yang diambil untuk plat bawah adalah ST 60

#### 4.2.11 Perhitungan Die sets / Pillar

Diameter pillar ditentukan antara lain berdasarkan :

- Jumlah pillar yang digunakan  $n = 2$
- Jarak antara plat atas dan bawah  $x = 179,48 \text{ mm}$
- Jarak antara pilar dengan *shank*  $L = 121,25 \text{ mm}$
- Gaya potong total  $F = 84.275,2 \text{ N}$

Gaya yang diterima tiap pilar :

$$\frac{F}{F_p} = n, F_p = \frac{F}{n} = \frac{84.275,2}{2} = 42.137,6 \text{ N}$$

Gaya bengkok :

$$F_p \times L = F_b \times X$$

$$\frac{F_p \times L}{F_b} = X$$

$$F_b = \frac{F_p \times L}{X} = \frac{42.137,6 \text{ N} \times 121,25 \text{ mm}}{179,48 \text{ mm}} = 28.466,59 \text{ N}$$

Momen bengkok :

$$M_b = F_b \times X$$

$$M_b = 28.466,59 \text{ N} \times 179,48 \text{ mm} = 5.109.183,573 \text{ N/mm}$$

Diameter Pillar :

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

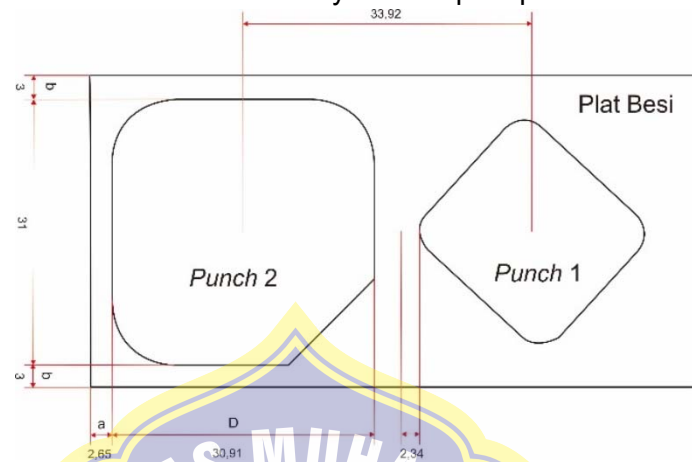
$$d = \sqrt[3]{\frac{5.109.183,573 \frac{N}{mm} \cdot 32}{3,14 \cdot 600 N/mm^2}}$$

$$d = 44,27 \text{ mm}$$

diameter yang direncanakan 40 mm

panjang yang direncanakan 250 mm,

#### 4.2.12 Perencanaan Layout Scrap strip



**Gambar 4.5 Perencanaan Layout Benda Kerja**  
Dimana :

$$\begin{aligned} a &= t + 0,015 \times D \\ &= 1,6 + 0,015 \times 31 \text{ mm} \\ &= 2,065 \text{ mm} > 2,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak antara potongan :

Pada Tabel 2.4 diketahui jika harga t (tebal plat) > 0,6 mm maka harga b (jarak antara pemotongan) sama dengan tebal plat yaitu 1,6 mm. Pada perencanaan ini jarak yang digunakan adalah 3 mm.

#### 4.1. Penggunaan Baut

Dalam penggunaan baut kami menggunakan baut L type UNC dikarenakan ukuran jarak *pitch* yang besar dan tidak mudah rusak ketika dilakukan pengencangan saat *assembly*.

**Tabel 4.1 Penggunaan Baut**

NO	Nama Part	Ukuran Baut	Jumlah
1	Dudukan <i>Punch</i>	UNC 3/8 -16	4 pc
2	<i>Punch</i> 1	UNC 3/8 -16	1 pc
3	<i>Punch</i> 2	UNC 3/8 -16	1 pc
4	Stopper Plat Strip	UNC 3/8 -16	2 pc
5	Stopper Plat	UNC 5/16 - 18	1 pc
6	Dudukan <i>Dies</i>	UNC 3/8 -16	4 pc
7	Plat bawah	UNC ¼ - 13	2 pc
8	<i>Holder</i> Pillar	UNC 5/16 - 18	8 pc
9	<i>Bushing</i> Pillar	UNC 5/16 - 18	8 pc

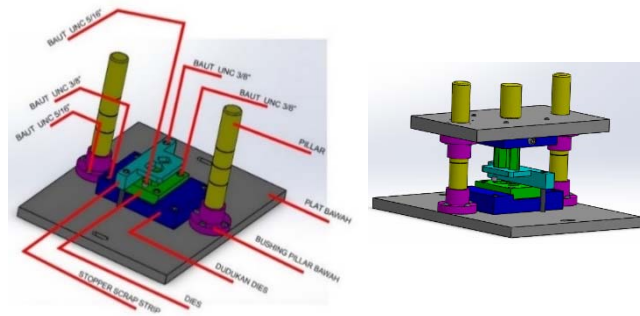
#### 4.2. Pengelasan

Pengelasan yang dilakukan yaitu pada *shank* dengan plat *atas* hal ini dilakukan untuk memperkuat *Shank* ketika terjadi gaya tarik atau tekan yang dilakukan oleh putaran mesin press. Jenis pengelasan yang dipakai yaitu SMAW dengan elektroda RB 3,2 mm.

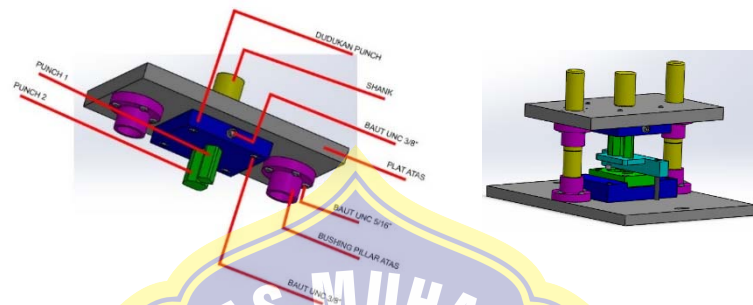


**Gambar 4.6 Posisi Pengelasan pada *Shank***

#### 4.3. 3D Prototype Punch dan Dies Ring Footstep Yamaha Jupiter



**Gambar 4.7 Assembly Komponen Part Bawah**



**Gambar 4.8 Assembly Komponen Part Atas**

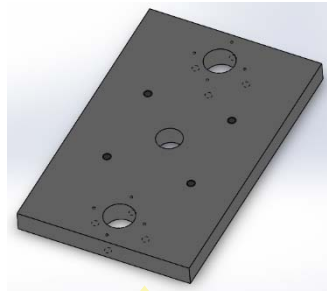
##### 4.5.1 Shank



**Gambar 4.9 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. Berdiameter 40 mm menggunakan bahan ST 60.

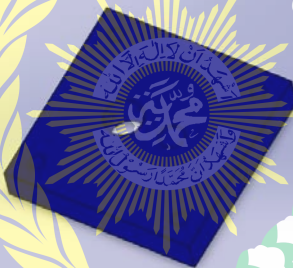
#### 4.5.2 Plat Atas



**Gambar 4.10 Plat Atas**

Merupakan tempat duduk dari *shank* dan *guide bush* (sarung pengarah). Dimensi P(325), L(205), T(25) menggunakan bahan ST 60.

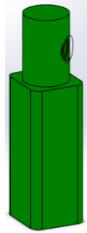
#### 4.5.3 Dudukan *Punch*



**Gambar 4.11 Dudukan *Punch***

Dudukan punch berfungsi sebagai dudukan *punch 1* dan *punch 2* dan untuk menahan gaya tekan setelah *punch* mulai melakukan pemotongan plat *mild steel*. Dimensi P(130), L(130), T(24) menggunakan bahan ST 60.

#### 4.5.4 *Punch 1* dan *Punch 2*



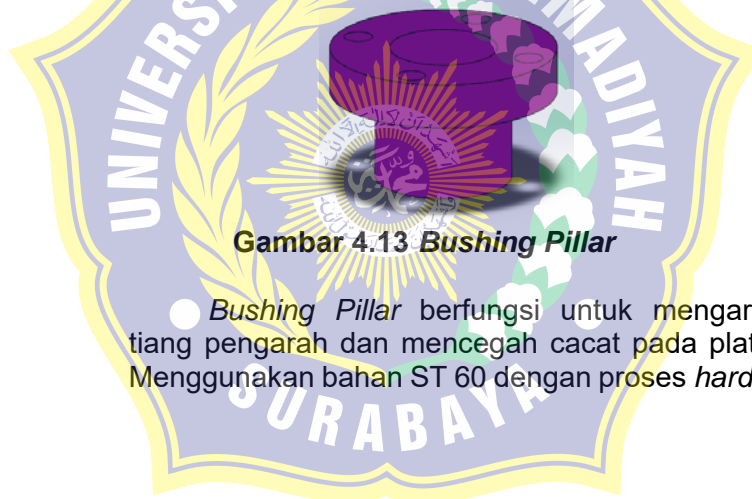
**Gambar 4.11 *Punch 1***



**Gambar 4.12 *Punch 2***

*Punch* merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan dan pembentukan pada *strip* sesuai dengan pasangan pada *dies*. Menggunakan bahan SKD 11 atau SLD.

#### 4.5.5 *Bushing Pillar*

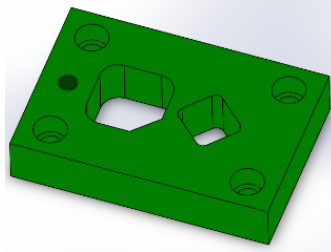


**Gambar 4.13 *Bushing Pillar***

● *Bushing Pillar* berfungsi untuk mengarahkan tiang pengarah dan mencegah cacat pada plat atas. Menggunakan bahan ST 60 dengan proses *hardening*.

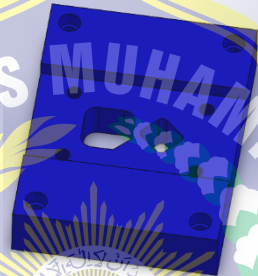
#### 4.5.6 Dies

Terikat pada pelatudukan dies dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk. Terdapat baut untuk stopper pemotongan plat. Dimensi P(110), L(75), T(21) menggunakan bahan SKD 11 atau SLD.



**Gambar 4.14 Dies**

#### 4.5.7 Dudukan Dies

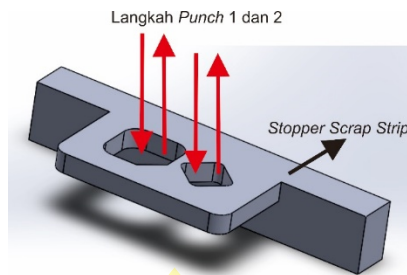


**Gambar 4.15 Dudukan Dies**

Terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai dudukan *dies* dan dudukan *stopper*. Dimensi P(170), L(130), T(35) menggunakan bahan ST 60.

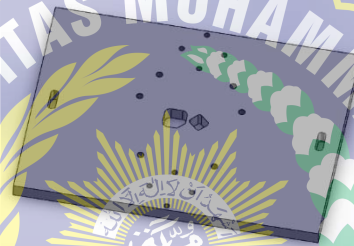
#### 4.5.8 Stopper Scrap Strip

*Stopper Scrap Strip* ini berfungsi untuk menahan plat besi pada saat *Punch 1* dan *2* selesai memotong *Part* dan bergerak ke atas. Di saat ini plat besi akan ikut bergerak ke atas dengan jarak 20 mm dan mulai tertahan oleh *Stopper Scrap Strip* hingga *punch 1* dan *2* bergerak melewati *Stopper*.



**Gambar 4.16 Stopper Scrap Strip**

#### 4.5.9 Plat Bawah



**Gambar 4.17 Plat Bawah**

Plat bawah merupakan tempat pengikatan *dies* dan bagian yang diikat pada meja mesin *press*. Plat bawah ini mampu menahan gaya bending akibat dari



reaksi yang ditimbulkan oleh *punch*. Dimensi P(430), L(320), T(20) menggunakan bahan ST 60.

#### 4.5.10 Pillar

Tiang pengarah berfungsi mengarahkan unit atas, sehingga *punch* berada tepat pada dies ketika dilakukan penekanan. Berdiameter 35 mm memakai bahan ST 60 dengan proses *hardening*.



**Gambar 4.18 Pillar**

#### 4.5.11 *Bushing Pillar* Bagian Bawah

*Bushing Pillar* bagian bawah berfungsi sebagaiudukan pillar yang bersifat statis/diam. Menggunakan bahan ST 60 dengan proses *hardening*.



**Gambar 4.19 *Bushing Pillar* Bagian Bawah**