

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisa Produk

Proses *diamond cutting* dalam pembuatan *leaf spring* adalah proses pemotongan ujung *leaf spring* yang berfungsi mengurangi gaya gesek pada saat terjadi pembebanan pada *leaf spring*.

Proses Pemotongan ujung dari pegas daun / Leaf spring menyerupai *diamond*.

Proses Potong *diamond* ada dua, yaitu :

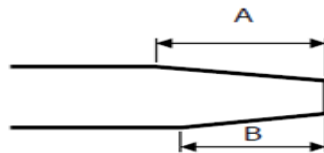
- a. Proses Panas digunakan untuk tebal material >12
- b. Proses Dingin untuk tebal material ≤ 12

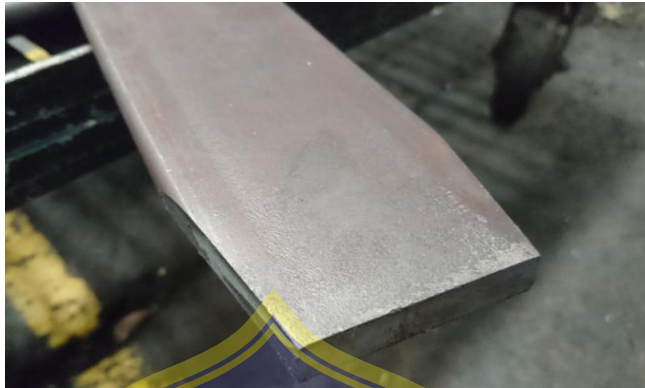
Hal yang perlu diperhatikan dalam proses Diamond , adalah :

1. Lebar Ujung Potong / *End Width* .
2. Perbedaan panjang potong antara kedua sisi.
3. Jembret hasil potong / *Burry* .
4. Arah potongan : dari arah sisi tension

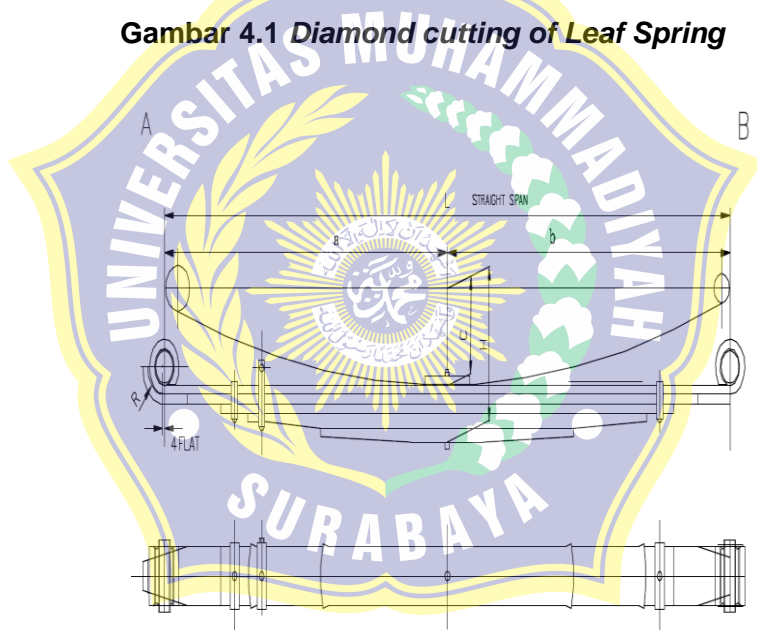
Cara mengukur hasil Diamond Cutting dan Toleransinya yang diijinkan :

1. Lebar ujung potong / *End Width* (dengan penggaris ukur) : $+0/-3$
2. Perbedaan panjang potong antara kedua sisi : Max 6mm (A-B)



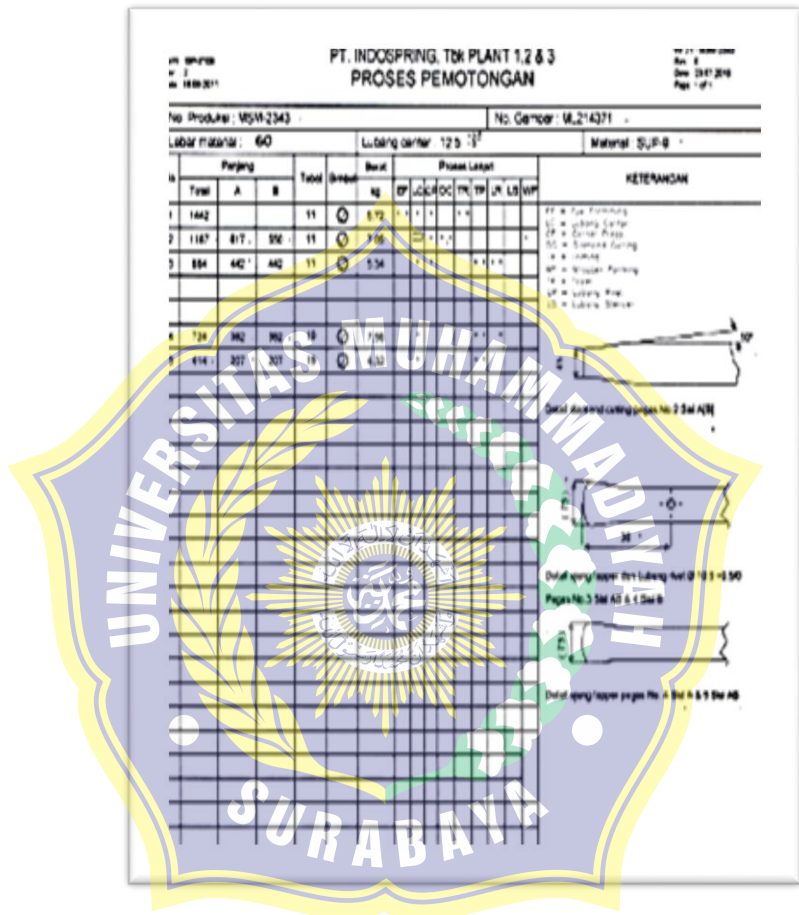


Gambar 4.1 *Diamond cutting of Leaf Spring*



Gambar 4.2 *leaf spring set*

4.1.1 Dimensi produk



Gambar 4.3 Dimensi Produk (sumber : PT.Indospring Tbk.)

4.1.2 Mesin *Aida 150T*



Gambar 4.4 Mesin Press Aida 1500 kN

4.2. Perhitungan Gaya dan Dimensi Press Tool

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perencanaan gaya yang bekerja pada proses kerja *press tool*. Dari *triple diamond* akan dilakukan perhitungan setiap sudut potong 10° , 15° dan 30° untuk menentukan kapasitas mesin yang akan digunakan beserta *lay out position angel*.

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 SUP 9 yang memiliki :

- Tegangan Tarik (σ_t) = 148,016 kgf/mm²
 $1 \text{ kgf/mm}^2 = 9,80665 \text{ N/mm}^2$
 $148,016 \times 9,80665 = 1451,5 \text{ N/mm}^2$
- Yield Strenght = 141,54 kgf/mm²
 $= 1388 \text{ N/mm}^2$
- Tebal Plat = 11 mm
- Lebar plat = 60 mm (Gambar 2.24)

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)
- σ_t = tegangan tarik (N/mm²)

a. *Punch Triple diamond 10°*



**Gambar 4.5 Dimensi *Punch triple diamond 10°*
(Type MSM-2343)**

Dimana :

$$U = 2x (43)$$

$$U = 86 \text{ mm}$$

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

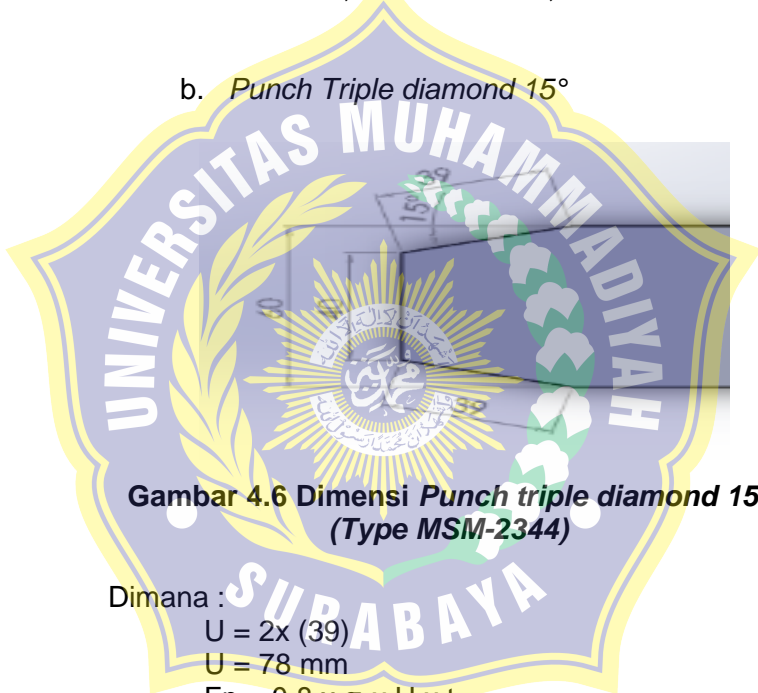
$$F_p = 0,8 \times 1451,5 \text{ N/mm}^2 \times 86 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$$

$$F_p = 1.098.495,2 \text{ N}$$

$$10.000 \text{ Newton} = 1 \text{ Ton}$$

$$1.098.495,2 / 10.000 = 109,85 \text{ Ton}$$

b. *Punch Triple diamond 15°*



**Gambar 4.6 Dimensi *Punch triple diamond 15°*
(Type MSM-2344)**

Dimana :

$$U = 2x (39)$$

$$U = 78 \text{ mm}$$

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

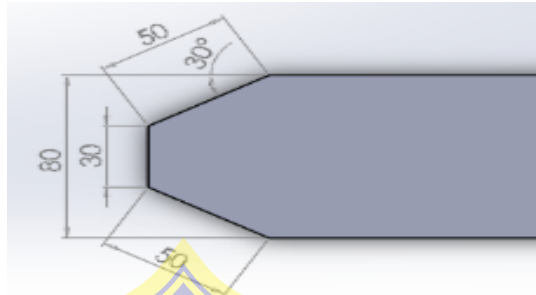
$$F_p = 0,8 \times 1451,5 \text{ N/mm}^2 \times 78 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$$

$$F_p = 996.309,62 \text{ N}$$

$$10.000 \text{ Newton} = 1 \text{ Ton}$$

$$996.309,62 / 10.000 = 99,63 \text{ Ton}$$

c. *Punch Triple diamond 30°*



**Gambar 4.7 Dimensi *Punch triple diamond 30°*
(Type MSM-2345)**

Dimana :

$$U = 2 \times (50)$$

$$U = 100 \text{ mm}$$

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

$$F_p = 0,8 \times 1451,5 \text{ N/mm}^2 \times 100 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$$

$$F_p = 1.277.320 \text{ N}$$

$$10.000 \text{ Newton} = 1 \text{ Ton}$$

$$1.277.320 / 10.000 = 127,73 \text{ Ton}$$

4.2.2 Kapasitas Mesin

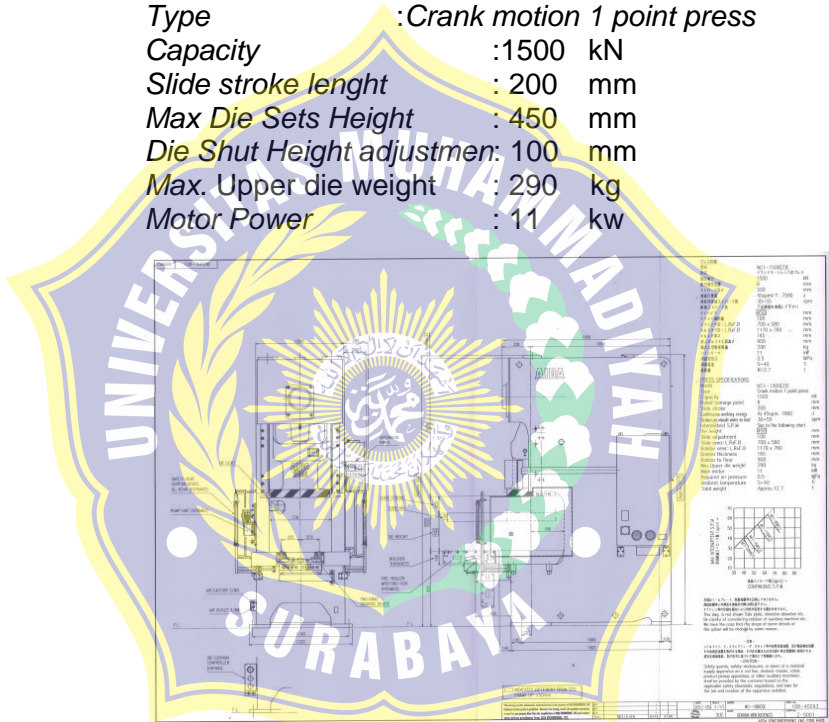
Gaya kapasitas mesin diperoleh dari gaya terbesar dari proses pemotongan *diamond cutting* pada *leaf spring*. Pada triple diamond 10°, 15° dan 30° memiliki gaya yang berbeda dimana *punch* dengan sudut 10° memiliki beban 109,85 Ton, *punch* dengan sudut 15° memiliki beban 99,63 Ton, dan *punch* dengan sudut 30° memiliki beban 127,73 Ton.

Dengan demikian karena kapasitas terbesar untuk gaya pemotongan terdapat pada *punch*

dengan sudut 30° dengan gaya 127,73 Ton, maka kita menggunakan mesin press dengan kapasitas 1500 kN type Aida model NC1-1500(2)E

PRESS SPECIFICATIONS

Model : NC1-1500(2)E
 Type : Crank motion 1 point press
 Capacity : 1500 kN
 Slide stroke length : 200 mm
 Max Die Sets Height : 450 mm
 Die Shut Height adjustmen: 100 mm
 Max. Upper die weight : 290 kg
 Motor Power : 11 kw



Gambar 4.8 Spesifikasi Aida 1500 (Literature Manual Book of Aida press)

4.2.3 Lay Out Posisi *Punch*

Dengan tiga *punch* yang berbeda sudut dalam satu mesin press dibutuhkan perhitungan untuk menentukan posisi dimana *punch* dengan beban terbesar ditempatkan pada posisi tengah/*center* mesin. Untuk menentukan posisi *punch* terlebih dahulu mengetahui berapa order yang akan dikerjakan produksi dan sudut berapa yang sering digunakan dalam setiap bulan. Perhitungan ini dilakukan agar kondisi mesin tetap stabil.

**Tabel 4.1 *Purchasing order* tipe MSM
(Sumber : PT. Indospring Tbk.)**

NO	Part NO.	ISP Code	Plant	Dimensi Material	Purchasing Order Qty	Weight (kgs)	Total Weight (kgs)	Proses Diamond Cutting	Sudut °
1	ML214371	MSM 2343	Plant 1	11x60	1545	32.93	50876.85	#2-3 (A,B)	10
2	ML214372A	MSM 2344	Plant 1	11x60	1220	28.81	35148.2	#2-3 (A,B)	15
3	ML214374	MSM 2345	Plant 1	11x60	966	38.18	36881.88	#2 (A,B)	30

Dengan demikian dapat dihitung kapasitas yang akan diterima produksi untuk proses diamond cutting :

1. *Punch* 10°

Untuk sudut 10° tipe MSM 2343 sebanyak 1545 pcs dikerjakan untuk 4 kali *punch* (Leaf no2-3 sisi A,B).

Tonase $1545 \times 4 = 6180$ *Punch*/bulan

Fp total = $109,85 \times 6180$

2. *Punch* 15°

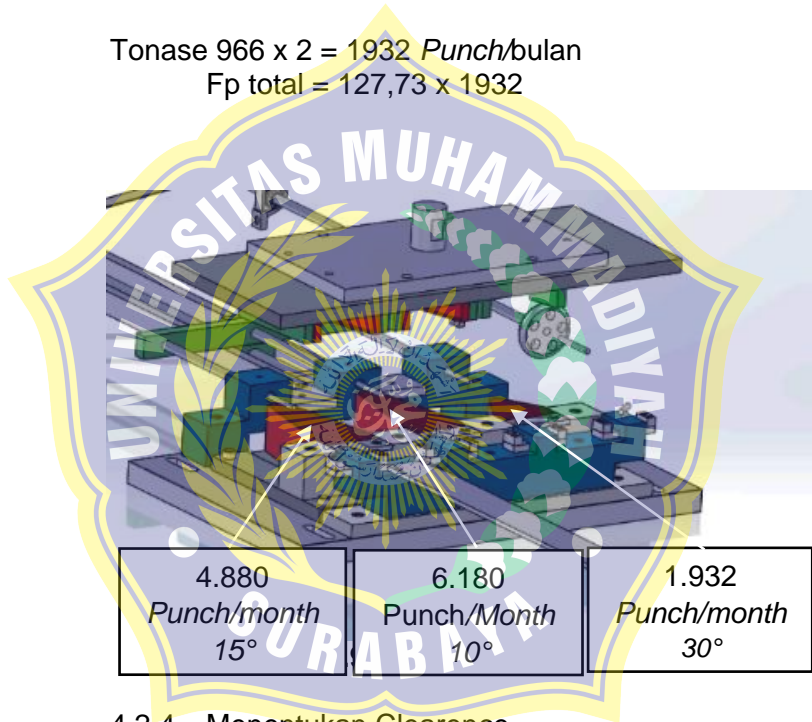
Untuk sudut 15° tipe MSM 2344 sebanyak 1220 pcs dikerjakan untuk 4 kali *punch* (Leaf no2-3 sisi A,B).

Tonase $1220 \times 4 = 4880$ *Punch*/bulan
 Fp total = $99,63 \times 4880$

3. **Punch 30°**

Untuk sudut 30° tipe MSM 2345 sebanyak 1220 pcs dikerjakan untuk 2 kali *punch* (Leaf no2 sisi A,B).

Tonase $966 \times 2 = 1932$ *Punch*/bulan
 Fp total = $127,73 \times 1932$



4.2.4 Menentukan Clearance

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

Tabel 4.2 Nilai *Allowance* kelompok logam lembaran

Metal Group	Allowance (a)
1100S and 5042S aluminium alloys, all tempers	0,045
2024ST and 1011ST aluminium alloys, brass, all tempers; soft cold-rolled steel, soft stainless steel	0,010
Cold-rolled steel, half hard; stainless steel, half hard and full hard	0,075

Pada tabel nilai *allowance* kelompok logam untuk material *SUP 9* tergolong dalam golongan *Hard and cold rolled steel* dimana klasifikasi tersebut mengacu pada *JIS 4801* dan *ASTM A29 standart for spring steels*.

Dimana :
 $c = \text{Clearance}$
 $a = \text{Allowance}$
 $t = \text{Material thickness}$

Rumus
 $c = a \times t$
 $= 0,075 \times 11 \text{ mm}$
 $= 0,825 \text{ mm}$

Jadi selisih antara *punch* dengan *dies* adalah 0,825 mm agar tidak terjadi *burry*.

4.2.5 Perhitungan kedalaman sisi potong pada Dies

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

$$h = \frac{2}{3} \times 11 \text{ mm}$$

$$h = 7,3 \text{ mm}$$

4.2.6 Perhitungan Tebal Dies

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

$$= \sqrt[3]{\frac{11.277.320}{9,81}}$$

$$= \sqrt[3]{130205}$$

$$= 50,6 \text{ mm}$$

Jadi untuk ketebalan dies dirancang dengan posisi *surface* bisa digunakan secara bolak-balik agar mengurangi waktu yang terbuang untuk proses perbaikan jika terjadi kerusakan sehingga tebal menjadi 100mm.



Gambar 4.10 Rancangan Tebal Dies

4.2.7 Perhitungan shank

Diketahui :

$$\begin{aligned}F_{\text{mesin press}} &= 1.500.000 \text{ N} \\V \text{ (faktor keamanan)} &= 4 \\ \varnothing_{\text{shank}} &= 70 \text{ mm} \\ \text{Tinggi shank} &= 120 \text{ mm} \\ A \text{ (luas penampang)} &= \frac{\pi}{4} D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} 70^2 \\ &= 4.900 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Penyelesaian :

Bahan S45C 43-45 HRC ($\sigma_t = 1308 \text{ N/mm}^2$)
JIS G4051 grade S45C/AISI-SAE 1045

$$\begin{aligned}\frac{\sigma_t}{\sigma_t} &= \frac{\sigma_t}{v} = \frac{1308}{4} = 327 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_t &= \frac{F}{A} = \frac{1.500.000}{4.900} = 306 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

jadi, $\sigma_t < \frac{\sigma_t}{v}$, sehingga bahan yang diambil untuk shank adalah S45C dengan kekerasan 43-45 HRC.

4.2.8 Perhitungan Plat Atas

Diketahui :

$$\begin{aligned}F_{\text{mesin press}} &= 1.500.000 \text{ N} \\ F_{\text{plat}} &= F_{\text{mesin}} + F_{\text{shank}} \\ &= 1.500.000 + 306 \\ &= 1.500.306 \text{ N} \\ V \text{ (faktor keamanan)} &= 4 \\ \text{Tebal plat atas} &= 30 \text{ mm} \\ A \text{ (luas penampang)} &= P \times L \\ &= 360 \times 630 \\ &= 226.800 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Penyelesaian :

Bahan SS400 ($\sigma_t = 400 \text{ N/mm}^2$)
JIS G3101 SS400

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} = \frac{400}{4} = 100 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{1.500.306}{226.800} = 6,6 \text{ N/mm}^2$$

jadi, $\sigma_t < \frac{\sigma_t}{\sigma_t}$, sehingga bahan yang yang diambil untuk plat atas adalah SS 400

4.2.9 Perhitungan Plat Bawah

Diketahui :

$$\begin{aligned} F_{\text{mesin press}} &= 1.500.000 \text{ N} \\ F_{\text{plat}} &= F_{\text{mesin}} + F_{\text{shank}} \\ &= 1.500.000 + 306 \\ &= 1.500.306 \text{ N} \\ V \text{ (faktor keamanan)} &= 4 \\ \text{Tebal plat Bawah} &= 50 \text{ mm} \\ A \text{ (luas penampang)} &= P \times L \\ &= 640 \times 958 \\ &= 613.120 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

Bahan SS400 ($\sigma_t = 400 \text{ N/mm}^2$)
JIS G3101 SS400

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_t} = \frac{\sigma_t}{v} = \frac{400}{4} = 100 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{1.500.306}{613.120} = 2,45 \text{ N/mm}^2$$

jadi, $\sigma_t < \frac{\sigma_t}{\sigma_t}$, sehingga bahan yang yang diambil untuk plat atas adalah SS 400

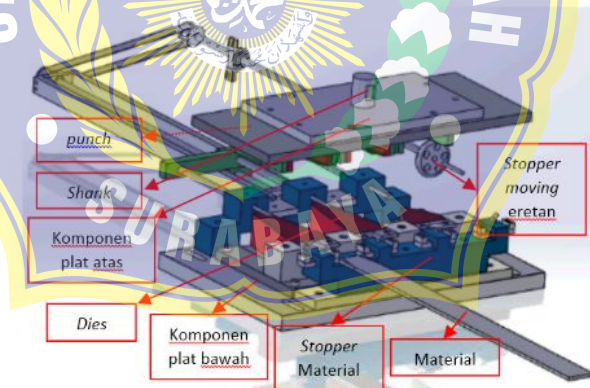
4.3 Penggunaan Baut

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 4.3 Penggunaan Baut

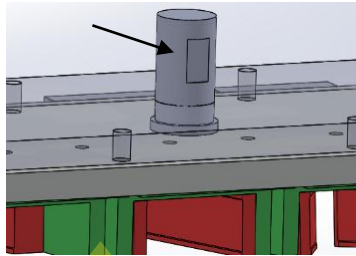
NO	Nama Part	Ukuran Baut	Jumlah
1	Dudukan <i>Punch</i>	UNC 3/8 -16	9 pc
2	<i>Punch</i> 1	UNC 3/8 -16	4 pc
3	<i>Punch</i> 2	UNC 3/8 -16	4 pc
4	<i>Punch</i> 3	UNC 3/8 -16	4 pc
5	Stopper Plat	UNC 5/16 - 18	1 pc
6	Dudukan <i>Dies</i>	UNC 3/8 -16	4 pc
7	Plat bawah	UNC 1/4 - 13	2 pc
8	<i>Holder Pillar</i>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

4.4 3D Prototype *Punch* dan *Dies Triple Diamond Cutting* untuk Pembuatan Gambar Teknik



Gambar 4.11 Assembly *Triple Diamond Set*

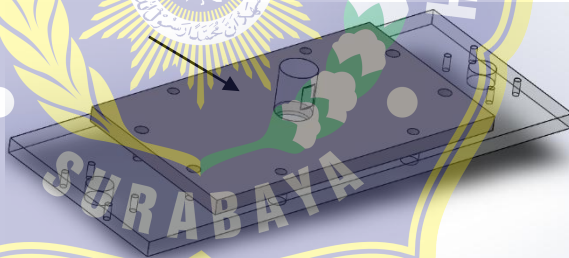
4.4.1 Shank



Gambar 4.12 Shank Triple Diamond

Shank adalah komponen yang menghubungkan mesin press dengan komponen plat assembly bagian atas dan berfungsi mendistribusikan daya yang diberikan oleh mesin yang diubah menjadi gaya potong ataupun gaya pembentukan. Berdiameter 70 mm menggunakan bahan S45C dengan kekerasan 43-45 HRC.

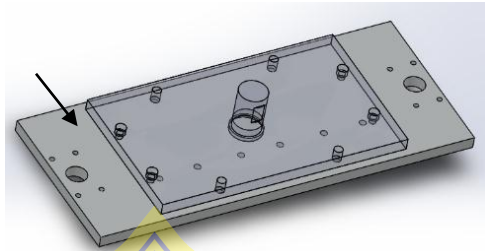
4.4.2 Plat Atas



Gambar 4.13 Plat Atas

Merupakan tempat dudukan dari *shank* dan *base plate holder punch*. Dimensi P(360), L(630), T(30) menggunakan bahan SS 400.

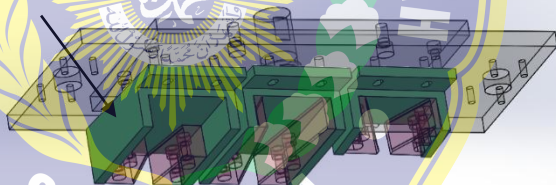
4.4.3 Base plate Holder punch



Gambar 4.14 Base plate Holder punch

Base plate holder punch untuk dudukan holder punch dan penghubung guide bush (sarung pengarah) dengan komponen bagian bawah P(400), L(960), T(30) menggunakan bahan

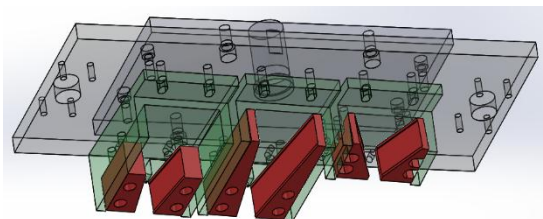
4.4.4 Dudukan Punch



Gambar 4.15 Dudukan Punch

Dudukan punch berfungsi sebagai dudukan punch 1, punch 2 dan punch 3 dan untuk menahan gaya tekan setelah punch mulai melakukan pemotongan plat bar. menggunakan bahan SKD 11 dengan kekerasan 58-60 HRC.

4.4.5 Punch 15°, 10° dan 30°



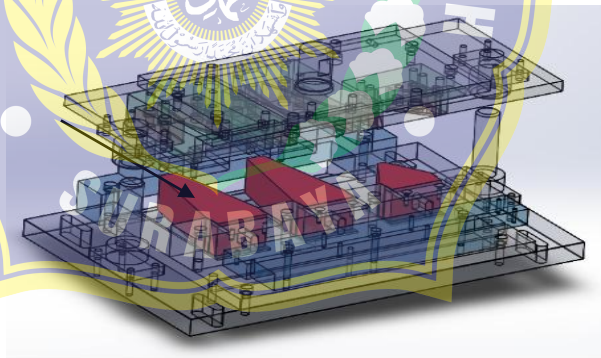


Gambar 4.16 Punch

Punch merupakan bagian yang melakukan proses pemotongan *diamond* Menggunakan bahan SKD 11 kekerasan 58-60 HRC atau SLD/2379.

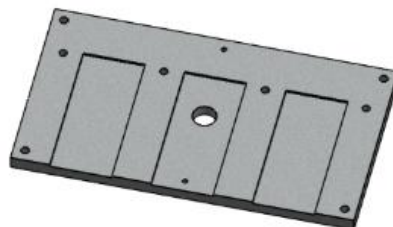
4.4.6 Dies

Terikat pada pelat *holder* dies bagian bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk. Terdapat baut untuk stopper pemotongan plat. Bahan yang digunakan pada dies SKD 11 kekerasan 58-60 HRC atau SLD/2379.



Gambar 4.17 Dies

4.4.7 Plat Holder dies



Gambar 4.18 Plat *Holder Dies*

Plat *holder dies/Base Plate* merupakan tempat pengikatan *dies* dan penahan pelapis dengan plat bagian bawah yang terhubung dengan mesin. Part ini digunakan agar pada pembebanan pada waktu proses punch tidak langsung mengenai plat bawah untuk menghemat umur pakai plat. Bahan yang digunakan SKD 11 dengan kekerasan 58-60 HRC.

4.4.8 Plat *Holder Bawah*

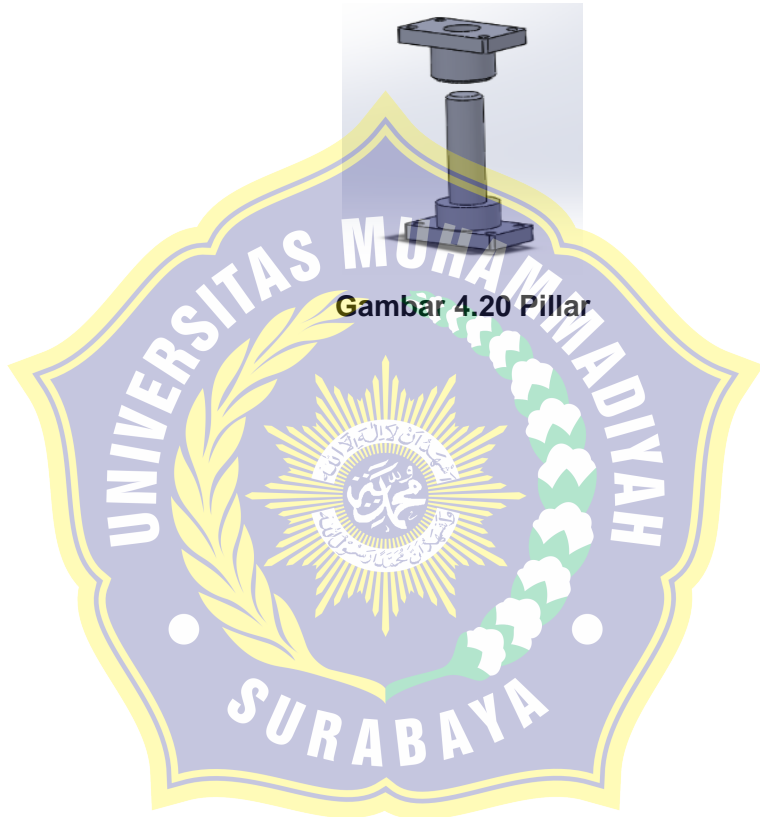


Gambar 4.19 Plat Bawah

Plat bawah merupakan tempat pengikatan holder *dies* dan bagian yang diikat pada meja mesin *press*. Dimensi P(350), L(720), T(30) menggunakan bahan SS400.

4.4.9 *Guide Post*

Tiang pengarah berfungsi mengarahkan unit atas, sehingga punch berada tepat pada dies ketika dilakukan penekanan. Jenis merk Misumi *plain guide post set type* MYZP 50 - 300.



Gambar 4.20 Pillar

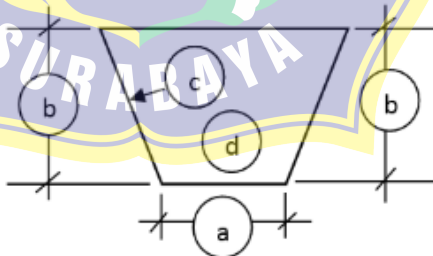
4.5 Hasil pengujian pemotongan untuk tipe *Mitsubishi*



Gambar 4.21 Trial Diamond Cutting

Untuk menentukan hasil diamond cutting ada beberapa yang perlu diukur dalam proses Diamond adalah :

- Lebar Ujung Potong / *End Width* . (vernier caliper)
- Perbedaan panjang potong antara kedua sisi. (visual/vernier caliper)
- Jembret hasil potong / *Burry* (visual)
- Arah potongan : dari arah sisi tension (visual)



Gambar 4.22 Measurement of product

4.5.1 Hasil *Punch* 10° ,15° dan 30°



Gambar 4.23 Pengukuran type *MSM 2343* 10°



Gambar 4.24 Pengukuran type *MSM 2344* 15°



Gambar 4.25 Pengukuran type *MSM 2345* 30°

Percobaan pertama pisau yang digunakan adalah sudut 10° dengan type produk MSM (Mitsubshi) 2343-2345. Sebelum dijalankan untuk Masspro harus dilakukan uji coba dengan jumlah 5 pcs untuk setiap Lot 100 Pcs setiap type.

Measurement	STD Work Instruction	SAMPLE					HASIL
		1	2	3	4	5	
MSM 2343	11X60	10°					
a	45 +0/-3	44,7	44,8	44,9	44,9	45,0	OK
b	(43)Selisih±6	44-45	43-45	43-44	44-48	44-49	OK
c	visual	NG	OK	OK	OK	OK	OK
d	visual	OK	OK	OK	OK	OK	OK
MSM 2344	11X60	15°					
a	40 +0/-3	39,4	39,7	39,7	39,8	39,8	OK
b	(39)Selisih±6	39-39	39-40	39-39	39-38	39-39	OK
c	visual	NG	OK	OK	OK	OK	OK
d	visual	OK	OK	OK	OK	OK	OK
MSM 2345	11X80	30°					
a	30 +0/-3	29,7	29,8	29,8	29,9	29,0	OK
b	(50)Selisih±6	49-49	49-50	52-53	49-51	50-51	OK
c	visual	NG	OK	OK	OK	OK	OK
d	visual	OK	OK	NG	OK	OK	OK

Tabel 4.4 Inspection Record Type MSM 2343,2344,2345