

# RANCANG BANGUN *SIMPEL PRESS TOOL* UNTUK *BENDING V BOTTOMING*

Muhammad Arsyad Suyuti<sup>1</sup>

**Abstrak:** Perkembangan industri manufaktur sekarang ini sangat pesat sehingga berdampak pada semakin besarnya tuntutan terciptanya berbagai alat dan perkakas bantu produksi yang mempunyai kemampuan untuk menghasilkan produk secara massal. *Press tool (punch dan dies)* merupakan salah satu teknologi permesinan yang mampu memproduksi produk secara massal. Penggunaan *press tool* sangat efektif dan efisien untuk memproduksi produk secara massal dengan bentuk, ukuran dan kualitas yang seragam serta waktu produksi yang cepat tanpa mengurangi kualitas produk yang dihasilkan. Dalam aplikasinya *press tool* dapat menghasilkan beragam produk sesuai dengan desain *punch dan dies* yang diinginkan. Proses pembentukan berupa *bending V* merupakan salah satu aplikasi dari penggunaan *press tool*. Dari hasil rancang bangun *press tool bending V bottoming* dapat digunakan sebagai alat bantu bending V untuk produk atau komponen berukuran kecil dimana lebar garis bending maksimum 50 mm, tebal lembaran dasar material pelat 0 s.d 6 mm dan radius sudut tekuk 2, 4 dan 6 mm.

**Kata Kunci :** Alat bantu, *Bending V*, *Press tool*, *Punch dan Dies*.

## I. PENDAHULUAN

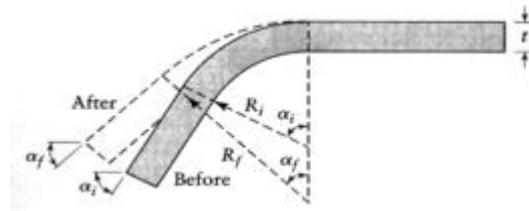
Perkembangan teknologi manufaktur di Indonesia saat ini khususnya teknologi permesinan sangat pesat dan salah satu aplikasinya yaitu alat bantu produksi. Suatu bangsa dapat menjadi negara maju jika mampu menguasai dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang manufaktur termasuk alat-alat bantu produksi pada bidang teknologi permesinan. *Press tool (punch dan dies)* merupakan salah satu penerapan alat bantu produksi dalam bidang permesinan yang dapat dirancang untuk penggunaan produksi massal. *Press tool* adalah alat bantu pembentukan dan atau pemotongan produk dari bahan dasar lembaran pelat yang operasinya menggunakan mesin press. Dan yang menjadi pertimbangan penggunaan alat press tool yaitu pertimbangan secara teknis dan pertimbangan ekonomis. Pertimbangan teknis adalah jika produk yang dihasilkan dalam jumlah banyak (massal), diinginkan ukuran dan keseragaman produk dijamin, kebutuhan waktu pengerjaan yang singkat, dan kualitas hasil ingin ditingkatkan. Sedangkan pertimbangan secara ekonomis jika dalam memproduksi suatu produk diinginkan penghematan biaya proses permesinan, menurunkan harga produk dan produktivitas tinggi.

Dalam penggunaan *press tool* untuk pembentukan bahan dasar lembaran pelat secara massal sangat banyak dilakukan termasuk proses *bending* pada komponen-komponen atau produk mikro yang berukuran seperti komponen panel elektronik, panel kendaraan mobil, *tool box*, mesin alat-alat pertanian dan lain sebagainya. Dalam penerapannya proses *bending* merupakan pembentukan benda kerja logam berupa lembaran pelat atau batang, baik bahan logam *ferro* maupun *non ferro* dengan cara dibending. Dalam pembentukan lembaran pelat melalui proses *bending* akan menyebabkan terjadinya pemuluran atau peregangan pada sumbu bidang netral sepanjang daerah tekukan dan menghasilkan garis tekuk yang lurus.

*Press tool* memiliki prinsip kerja penekanan dalam melakukan proses pemotongan, pembentukan atau gabungan dari keduanya. Pembentukan komponen maupun produk dari lembaran pelat melalui proses *bending* sangat sederhana dengan hanya membutuhkan satu langkah penekanan antara *punch* dan *dies*. Dan dimensi *press tool* sesuai dengan dimensi komponen dan produk yang akan dibentuk. *Press tool* umumnya diklasifikasikan menurut proses pengerjaan yang dilakukan oleh *dies* diantaranya *simple tool*, *compound tool* dan *progressive tool*. Salah satu *press tool* tersebut yang paling sederhana dalam pembentukan bahan dasar lembaran pelat adalah *simple press tool*, dimana hanya dapat melakukan satu proses pengerjaan dan juga satu stasiun kerja. (Franz Norman Azzy 2014).

*Simpel press tool* merupakan salah satu jenis *press tool* yang cocok untuk proses *bending*. Untuk mendapatkan hasil bending V dengan kualitas terjamin, bentuk dan ukuran yang sama maka diperlukan desain *press tool* (*punch* dan *dies*) yang baik. Pada suatu proses *bending* terutama proses *bending-V* sering terjadi fenomena yang mempengaruhi sudut *bending* pelat setelah proses penekukan. Sudut *bending* setelah proses tekuk menjadi lebih besar atau lebih kecil dari sudut yang diinginkan. Fenomena ini disebut *springback*. *Springback* adalah kondisi yang terjadi pada lembaran pelat saat pengerjaan *bending* dilakukan dimana setelah beban *punch* dihilangkan maka lembaran pelat yang ditekuk memiliki kecenderungan untuk kembali ke bentuk asal. Menurut Nadeau (2002) hal ini disebabkan oleh elastisitas suatu material. *Springback* tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan tarik dan tegangan, tetapi juga dipengaruhi oleh ketebalan pelat, radius dan sudut penekukan". Selain itu menurut Kazan (2008:5) "*Springback* merupakan sebuah parameter penting dalam mendesain peralatan dan memperoleh geometri *part* yang diinginkan".

*Springback* adalah gaya balik yang diakibatkan pengaruh elastisitas bahan dasar lembaran pelat pada saat proses pembentukan. Besar gaya balik tersebut ditentukan modulus elastisitas material bahan dasar lembaran pelat. Pada proses pembendingan perlu diperhatikan gaya balik atau *springback* yang terjadi. Karena akibat adanya *springback* menyebabkan terjadinya penyimpangan pada sudut pembengkokan yang dihasilkan. Meskipun *springback* terjadi pada semua proses penekukan, namun yang paling mudah diamati adalah pada hasil penekukan. Gambar 1 menunjukkan parameter-parameter pada saat proses bending terjadi disertai rumus yang digunakan untuk menghitung *Springback* (Damian, 2008:26):



Gambar 1. Springback pada Proses Bending

$$K_s = \frac{\alpha_f}{\alpha_i} = \frac{(2R_i/T) + 1}{(2R_f/T) + 1}$$

$$\frac{R_i}{R_f} = 4 \left( \frac{R_i Y}{ET} \right) - 3 \left( \frac{R_f Y}{ET} \right) + 1$$

dimana:  $K_s$ = faktor *Springback*;  $\alpha_f$  = sudut pada pelat yang ditebuk ( $^\circ$ );  $\alpha_i$  = sudut *die* ( $^\circ$ );  $R_f$ = radius pada pelat;  $R_i$ = radius *punch*;  $Y$ = kekuatan ulur ( $\frac{N}{mm^2}$ );  $E$ = modulus elastisitas (MPa); dan  $T$ = tebal pelat (mm)

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan di laboratorium CNC, bengkel mekanik dan laboratorium mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain besi porous St 42, besi porous St 60, dan pelat baja. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah mesin frais CNC, mesin bubut, mesin bor, mesin gerinda, mesin gergaji potong dan berbagai alat ukur dimensi. Agar dalam penyelesaian penelitian ini dapat berjalan dengan baik maka dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

Pertama yaitu tahapan perancangan. Pada tahap perancangan ini terlebih dahulu dilakukan perancangan konsep *press tool bending V* yang akan dibuat. Setelah hasil perancangan konsep sudah selesai maka dilakukan pembuatan gambar kerja sesuai dengan standar ISO. Gambar kerja ini meliputi desain gambar rancangan secara keseluruhan dan gambar kerja untuk semua komponen baik komponen standar yang dibuat maupun komponen standar.

Kedua yaitu tahapan pembuatan dan perakitan. Pada tahap ini semua komponen yang tidak standar dilakukan pembuatan dengan mengacu pada gambar kerja hasil rancangan dan untuk komponen standar dibeli. Setelah pembuatan semua komponen selesai maka dilakukan perakitan *press tool* berdasarkan hasil perancangan.

Terakhir yaitu uji coba alat *press tool bending V bottoming*. Pada tahap ini *press tool* yang telah selanjutnya dirakit diuji dengan melakukan pembendingan pelat dari baja karbon rendah. Proses uji coba dilakukan dengan menggunakan *dies* berbentuk V sudut  $90^\circ$  dan radius 10 mm. Sedangkan *punch* yang digunakan bersudut  $85^\circ$  dan tiga

variasi radius yaitu 2, 4, 6 mm. Setelah uji coba selesai maka produk yang dihasilkan selanjutnya diukur sudut bendingnya untuk mendapatkan springback yang terjadi. Bahan dasar lembaran yang digunakan yaitu pelat baja karbon St. 42 dengan ketebalan 2, 4, dan 6 mm.

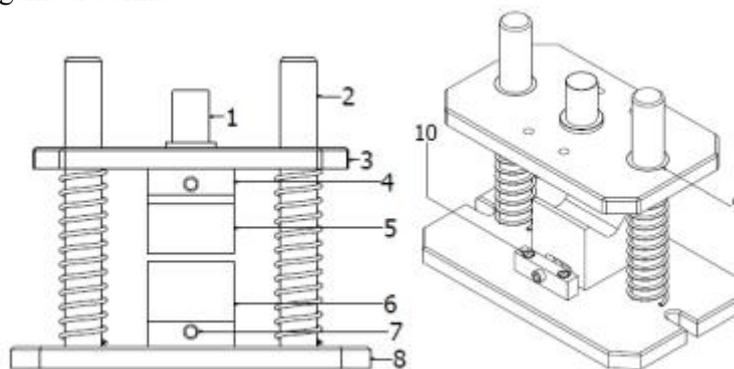
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Perancangan *Press Tool*

*Press tool* terdiri dari komponen *die set*, *punch* dan *dies* itu sendiri. *Die set* merupakan dudukan untuk merakit semua komponen tool baik berupa alat pemotong, pembentuk dan pembanding bahan dasar lembaran. *Die set* yang didesain akan digunakan sebagai alat bantu untuk membending material pelat dari baja karbon untuk komponen-komponen produk yang berukuran kecil dengan kepresisian tinggi. *Die set* ini dirancang untuk dapat diganti-ganti *punch* dan *dies*nya sesuai dengan kebutuhan. Adapun beberapa komponen yang akan didesain dalam pembuatan *Press tool* antara lain:

##### a. Perancangan Konstruksi Alat Bantu *Press Tool*

Adapun rancangan konstruksi *die set* beserta *punch* dan *die* yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Konstruksi Rancangan *Press Tool* (*Die Set*, *Punch* dan *Dies*).

Pada gambar 2. diatas *press tool* mempunyai beberapa komponen sebagai berikut: 1. *Shank*; 2. *Guide Pillar*; 3. *Upper Plate* (Pelat Atas); 4. *Locator*; 5. *Punch*; 6. *Die*; 7. *Baut Penahan Die*; 8. *Bottom Plate* (Pelat Bawah); 9. *Guide Bush*; 10. *Baut Pengikat Locator* dengan *Bottom Plate*.

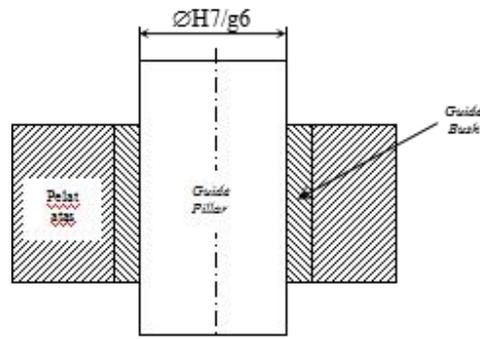
##### b. Perhitungan Konstruksi Alat Bantu *Press Tool*

Berdasarkan gambar *press tool* tersebut di atas terdapat beberapa komponen-komponen yang memiliki peran penting. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa perhitungan pada beberapa komponen agar diperoleh hasil perancangan yang tepat dan

akurat. Adapun analisis perancangan beberapa komponen yang kritis dapat dilihat seperti berikut ini:

**a) Penentuan Suaian Antara Guide Pillar Dengan Guide Bush**

*Guide Bush* merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penepat tiang pengarah dimana komponen ini terpasang pada *upper plate*. Dari hasil rancangan toleransi lubang *bushing* berada di atas daerah toleransi poros. Diameter *guide pillar* sebesar 25,4 mm. Sehingga, suaian poros dan lubang untuk *guide pillar* dan *guide bush* masing-masing yaitu  $\text{H}7/g6$  dan  $\text{H}7/g6$ .



Gambar 3. Suaian poros *Guide Pillar* dengan Lubang *Guide Bush*

**b) Perhitungan Beban Dari Komponen Press Tool Yang Diterima Pegas Tekan**

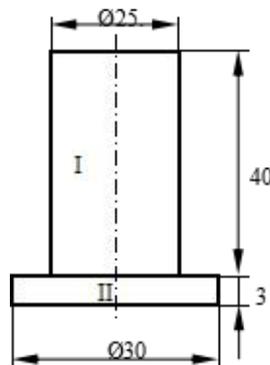
Komponen *Press Tool* yang menjadi beban pegas pada saat *under load* yaitu *punch*, *shank*, pelat atas dan lokator. Adapun besar massa komponen yang membebani dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$W = V \times r$$

Dimana: W: Beban (kg); V: Volume Bahan ( $\text{mm}^3$ ); r : Massa Jenis ( $\text{kg}/\text{mm}^3$ )

Massa jenis bahan baja karbon yang digunakan dalam pembuatan komponen tersebut sebesar  $7860 \text{ kg}/\text{m}^3$  atau  $0.00000786 \text{ kg}/\text{mm}^3$ . Berikut perhitungan besar massa komponen yang membebani pegas pada alat bantu *die set*:

**1. Shank**



Gambar 4. *Shank*

Dengan menghitung volume dengan rumus  $V = p \times r^2 \times t$  maka besarnya volume *shank* diperoleh volume  $V_I$  dan  $V_{II}$  sebesar  $22377.524 \text{ mm}^3$ . Sehingga besar massa *shank* ( $W$ ) sebesar  $0.175 \text{ kg}$ .

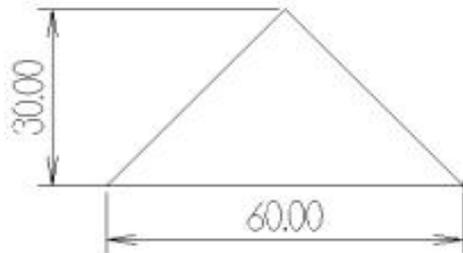
## 2. *Punch*



Gambar 5. Konstruksi *Punch*

Berdasarkan gambar bentuk *punch* diatas maka *punch* terdiri dari dua bidang yaitu bidang segitiga dan segiempat. Sehingga massa *punch* dihitung sebagai berikut:

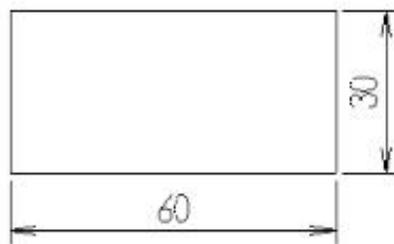
- **Volume Bidang Segitiga:**



Gambar 6. Area Segitiga pada *Punch*

$$\text{Volume Segitiga} = 1/2 \cdot \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} (\text{mm}^2) = 54000 \text{ mm}^3$$

- **Volume Persegi Panjang:**

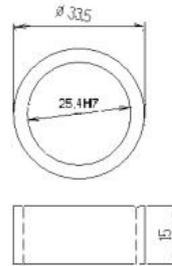


Gambar 7. Area Persegi Panjang pada *Punch*

$$\text{Volume Persegi Panjang} = \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} = 108000 \text{ mm}^3$$

$$\text{Sehingga massa } \textit{punch} (W) = (V_{\text{luasan segitiga}} + V_{\text{luasan persegi panjang}}) \times r = 1.27 \text{ kg}$$

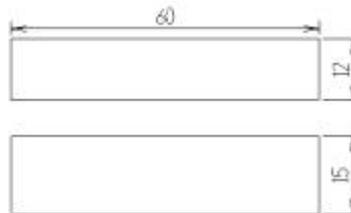
### 3. Guide Bush



Gambar 8. Konstruksi *Guide Bush*

*Guide bush* yang direncanakan terbuat dari bahan kuningan dengan massa jenis 8400 kg/m<sup>3</sup> atau 0.0000084 kg/mm<sup>3</sup>. Ukuran dimensi *guide bush* terdiri dari diameter luar sebesar 33,5 mm, diameter dalam 25,4 mm dan panjang 15 mm sehingga  $V = (\pi \cdot R^2 \cdot t\pi \cdot R^2 \cdot t) - (\pi \cdot r^2 \cdot t\pi \cdot r^2 \cdot t) = 5617.734 \text{ mm}^3$ . Sehingga berdasarkan data-data tersebut diperoleh massa dua buah *guide bush* sebesar  $W = 2 \times V \times r = 0.094 \text{ kg}$ .

### 4. Locator Punch

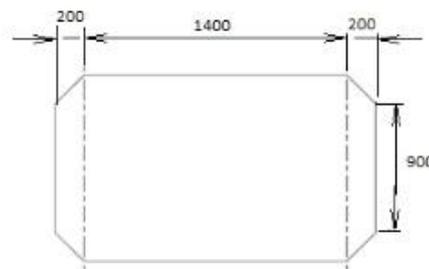


Gambar 9. Konstruksi *Locator Punch*

Berdasarkan ukuran 2 buah *locator punch* yang berbentuk persegi panjang maka besar massa ( $W$ ) = 2 x Panjang x lebar x tinggi x massa jenis = 0.169 kg

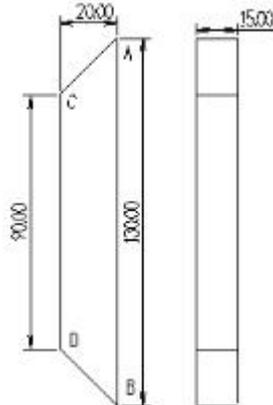
### 5. Pelat Atas (*Upper Plate*)

Pelat atas press tool bending V bottoming terbentuk dari dua bidang yaitu trapesium dan persegi empat seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Konstruksi Pelat Atas (*Upper Plate*)

• **Volume Bidang Berbentuk Trapesium:**



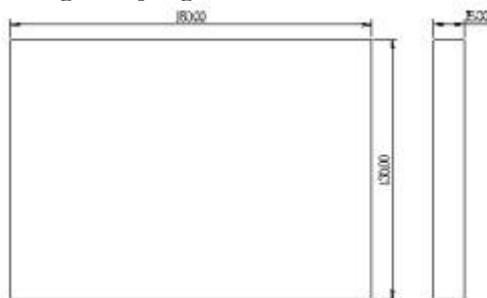
Gambar 11. Konstruksi Bidang Bentuk Trapesium

$$L = \frac{(AB + CD) \times h}{2} = 2200 \text{ mm}^2$$

Luas trapesium dapat dihitung dengan rumus:

Sehingga volume 2 buah trapesium  $V = 2 \times L \times t = 30900 \text{ mm}^3$

• **Volume Bidang Persegi Panjang**



Gambar 12. Konstruksi Bidang Persegi Panjang

Bidang persegi panjang pada pelat atas memiliki ukuran dimensi panjang 180 mm, lebar 130 mm dan tinggi 15 mm. Sehingga volume dapat dihitung sebesar  $V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} = 351000 \text{ mm}^3$ . Dengan demikian massa pelat atas  $W = V_{(\text{trapesium})+(\text{persegi panjang})} \times \rho = W = 3.001 \text{ kg}$ .

Berdasarkan dari perhitungan beban komponen-komponen tersebut, maka total beban yang diterima oleh pegas adalah:

$$W_{\text{total}} = W_{\text{shank}} + W_{\text{punch}} + W_{\text{guide bush}} + W_{\text{locator punch}} + W_{\text{upper plate}} = 4.709 \text{ kg}$$

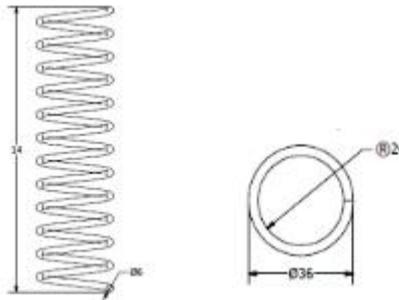
c) **Kekuatan Beban Pegas**

Dalam memilih pegas yang digunakan pada *press tool* maka terlebih dahulu dihitung kekuatan pegas agar pegas yang dipilih mampu mengembalikan *top plate*, *locator* dan *punch* pada posisi semula setelah pembebanan proses *bending* selesai

dilakukan. Diameter pegas dan diameter kawat masing-masing 36 dan 6 mm. Maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

Dimana:  $C = D/d$ ;  $D_{\text{pegas}} = 36 \text{ mm}$ ;  $d_{\text{kawat}} = 6 \text{ mm}$ ;  $G = (83 \times 10^3 \text{ N/mm})$



Gambar 13. Konstruksi Pegas

Berdasarkan gambar di atas, maka untuk menentukan beban pegas dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$
$$W = 1657.118 \text{ N}$$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan 2 pegas pada *press tool* maka beban yang mampu ditahan oleh pegas secara teoritis sebesar 3314.236 N Sehingga dari hasil perhitungan total beban komponen bagian atas *die set* yang diterima oleh pegas ( $W_{\text{tot}}$ ) sebesar 4.709 kg atau 46.195 N maka pegas yang digunakan aman karena beban pegas lebih besar daripada total beban yang diterima.

### B. Hasil Rancang Bangun *Press Tool Bending V Bottoming*

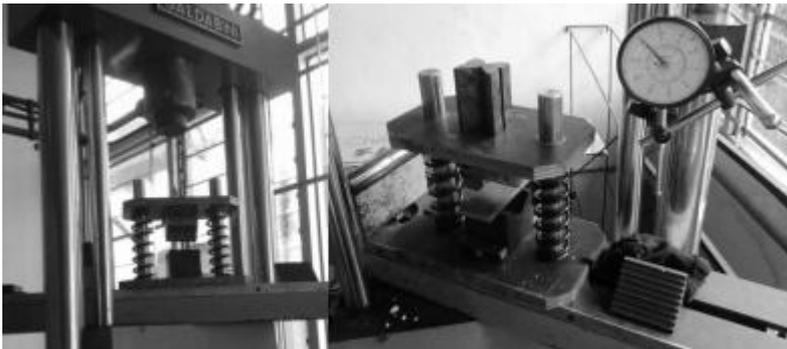
Pada penelitian ini setelah dilakukan perancangan desain *press tool* maka dilakukan pembuatan *press tool* berupa satu unit *die set* yang dilengkapi dengan satu buah *dies* berbentuk V bersudut  $90^\circ$  dan 3 buah *punch* bersudut  $85^\circ$  dengan radius 2 mm, 4 mm dan 6 mm. *Press tool* ini mampu membending komponen produk dan permesinan dari berbagai material lembaran logam dengan presisi. Komponen yang dapat dibending berupa komponen mikro dengan ukuran lebar maksimum 40 mm. Adapun *press tool* yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. *Press tool* untuk *bending V bottoming*

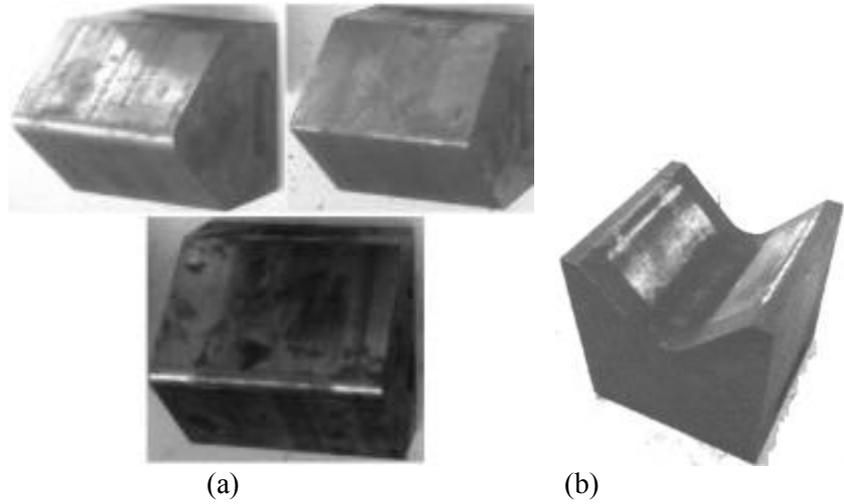
### C. Hasil Pengujian *Press Tool Bending V Bottoming*

Setelah selesai proses pembuatan dan perakitan maka tahap selanjutnya melakukan uji coba *press tool* yang dihasilkan untuk mengetahui apakah alat berfungsi dengan baik. Adapun proses eksperimen pengujian alat ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



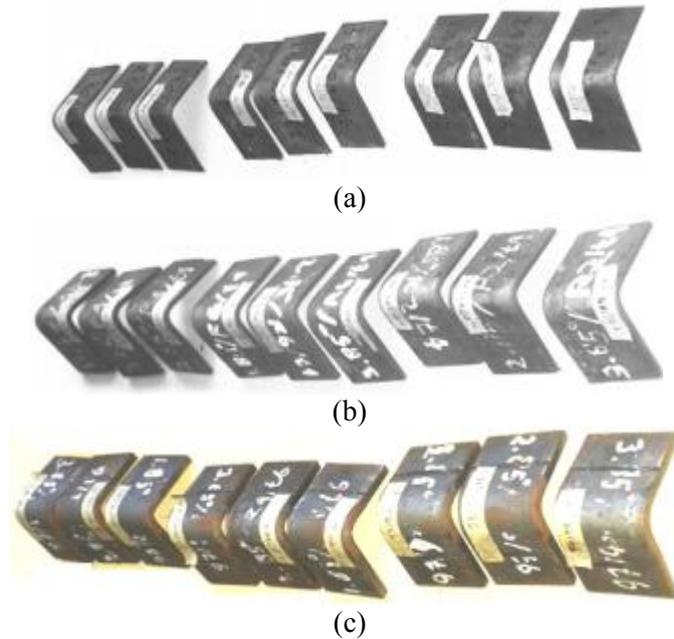
Gambar 15. *Press tool* terpasang pada Universal Testing Machine (UTM)

Pada pengujian *press tool bending V bottoming* ini divariasikan beberapa variabel yaitu radius *punch* dan ketebalan pelat. Sudut *punch* yang digunakan  $85^\circ$  dengan radius 2, 4, dan 6 mm. Material yang digunakan adalah baja karbon dengan variasi ketebalan 2, 4, dan 6 mm. Sedangkan untuk *dies* tidak ada variasi, dimana *dies* memiliki sudut *dies*  $90^\circ$  dengan radius 10 mm.



Gambar 16. (a) *Punch*; (b) *dies* untuk *bending V bottoming*

Pada gambar 17 berikut ini menunjukkan produk hasil pengujian *press tool* berukuran 100 x 50 x 2 mm dari bahan baja St 42 ketebalan 2, 4 dan 6 mm. *Punch* yang digunakan bersudut 85° dengan tiga variasi radius yaitu 2, 4 dan 6 mm.

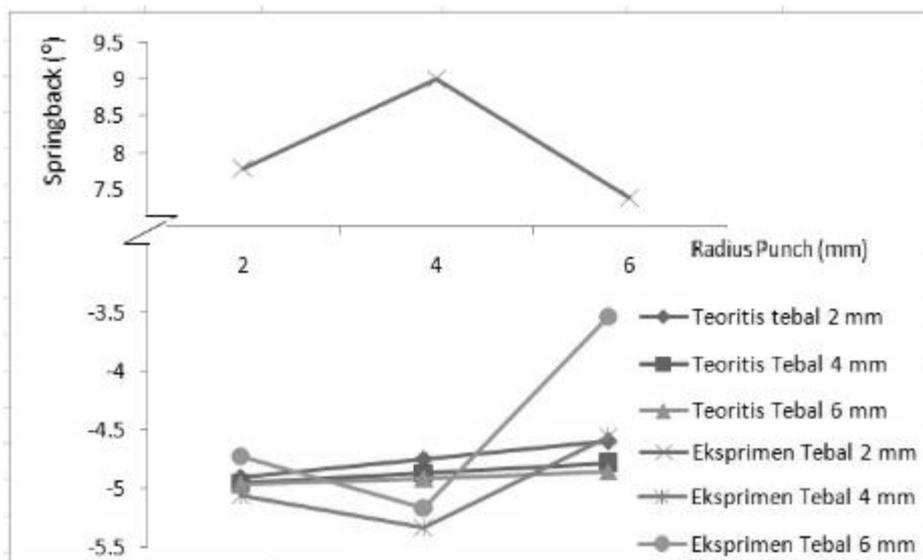


Gambar 17. Produk hasil bending: (a) tebal 2 mm; (b) tebal 4 mm dan (c) tebal 6 mm

Adapun data hasil pemeriksaan ukuran sudut bending produk yang dihasilkan dari uji coba alat bantu *press tool bending V bottoming* dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. *Springback* hasil proses *bending* pelat dengan sudut *punch* 85°

Tebal Pelat (mm)	Radius Punch (mm)	Sudut Dies (°)	Springback (°)	
			Teoritis	Eksperimen
2	2	90	-4.90	7.78
	4	90	-4.75	9.00
	6	90	-4.60	7.39
4	2	90	-4.95	-5.06
	4	90	-4.87	-5.33
	6	90	-4.79	-4.56
6	2	90	-4.97	-4.72
	4	90	-4.92	-5.17
	6	90	-4.86	-3.53



Gambar 18. Grafik hubungan antara radius *punch* dan *springback* pada proses *bending* dengan sudut *punch* 85° dan sudut dies 90°.

Pada tabel 1 dan gambar 18 menunjukkan hasil pengujian alat bantu *press tool* untuk *bending V bottoming* menggunakan tiga buah *punch* sudut 85° dengan variasi radius *punch* 2, 4, dan 6 mm. Material yang digunakan adalah lembaran pelat baja

karbon St. 42 dengan ketebalan 2, 4, dan 6 mm. Berdasarkan prediksi hasil perhitungan secara teoritis pada tabel 1 dan gambar 18 diatas menunjukkan bahwa semua material lembaran pelat memiliki *springback* negatif (-) yang berarti sudut *bending* yang dihasilkan lebih kecil 90°. Prediksi *springback* berdasarkan hasil perhitungan tersebut juga memperlihatkan bahwa semakin tebal lembaran pelat maka *springback* juga cenderung semakin besar (negatif). Lain halnya dengan pengaruh radius *punch* menunjukkan semakin besar radius *punch* maka *springback* (negatif) yang terjadi juga semakin kecil.

Sedangkan dari hasil eksperimen menunjukkan hasil yang berbeda dengan *springback* hasil perhitungan secara teoritis. Untuk ketebalan pelat 2 mm *springback* yang terjadi berdasarkan eksperimen diperoleh positif (+) yang berarti sudut *bending* lebih besar dari 90°. Hal ini menunjukkan bahwa material pelat ketebalan 2 mm memiliki sifat elastisitas yang tinggi sehingga *springback* yang terjadi besar. Dari hasil eksperimen menunjukkan pengaruh radius *punch* terhadap *springback* yang terjadi pada ketebalan pelat 2 mm tidak terlalu signifikan dimana besar *springback* yang terjadi sebesar 7.39 sampai 9.0 mm. Sedangkan untuk ketebalan 4 dan 6 mm *springback* hasil perhitungan teoritis dengan hasil eksperimen tidak jauh berbeda dimana *springback* yang dihasilkan negatif (-) yang menunjukkan *springback* yang terjadi lebih kecil 90°. Seperti halnya dengan dengan ketebalan pelat 2 mm untuk ketebalan 4 dan 6 mm diperoleh hasil bahwa pengaruh radius *punch* tidak signifikan terhadap *springback* yang terjadi. Untuk ketebalan 4 mm dengan radius *punch* 2, 4, 6 mm *springback* secara perhitungan sebesar -4.79 s.d -4.95 mm sedangkan secara eksperimen -4.56 s.d -5.33 mm. Sedangkan ketebalan 6 mm dengan radius *punch* 2, 4, 6 mm *springback* secara perhitungan sebesar -4.86 s.d -4.97 mm dan secara eksperimen -3.53 s.d -5.17 mm.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil rancang bangun *simple press tool bottoming* dapat digunakan sebagai alat bantu produksi *bending* V untuk memproduksi komponen atau produk berukuran kecil secara massal. Adapun spesifikasi *simple press tool bending* V *bottoming* ini:

- Lebar garis bending maksimum 50 mm
- Tebal pelat maksimum 6 mm
- Radius tekukan *punch* (ri) 2 mm, 4 mm dan 6 mm.
- *Springback* yang dapat terjadi – 3,5° s.d 9°. Besar *Springback* yang terjadi ditentukan oleh pengaturan langkah dan lama waktu penahanan baban.

##### B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh parameter: gaya/beban, waktu penahanan beban, langkah/*stroke bending*, sudut dan

radius *punch*, sudut radius dan radius *dies*, jenis material lembaran dan parameter-parameter lainnya terhadap *springback* hasil bending.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad Suyuti, Muhammad dkk. 2015. *The Influence of Punch Angle on the Spring Back during V Bending of Medium Carbon Steel. International Journal Advanced Materials Research*. 1125:157-160.
- Arsyad Suyuti, Muhammad, dkk. 2014. Perancangan dan Pembuatan Alat Tekuk V Mini untuk Pelat. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Akhlis Rizza, Muhammad. 2014. Analisis Proses Blanking dengan Simple Press Tool. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol 5, No.1 hal 85-90, ISSN 0216-468X. Malang
- Donalson, Legain. 1976. *Tool Design*. New Delhi: TMH Edition
- Eko Armanto. Dkk. 2013. Rancang Bangun Press Tool Terminal Kuningan Untuk Komponen Stop Kontak “T” Dengan Sistem *Progressive*. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Volume 8. No. 2.1 (Edisi Khusus). September 2013. Semarang.
- Franz Norman Azzy. 2014. Perancangan Mesin Notching Untuk Proses Sheat Metal Forming. *E-Jurnal Teknik Mesin*, Vol.1 No.2. hal 6-13, ISSN:2337-9928
- Farsi, M. A. Arezo, B. (2011). Bending Force and Spring-Back in V-Die Bending of Perforated Sheet-Metal Components. Dalam *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering [Online]*. Vol 33 (1) 7 halaman. Tersedia: <http://www.scielo.br> [8 Oktober 2013]
- Kazan, R. dkk. (2008). Prediction of Springback in Wipe-Bending Process of Sheet Metal Using Neural Network. Dalam *Science Direct*. Vol 30 (2) 7 halaman. Tersedia: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306908001829> [8 Oktober 2013]
- Nadeau, J. Springback. (Online). Tersedia: <http://metals.about.com/library/bldef-Springback.htm> [8 Oktober 2013]
- Sonawan, Heri. 2010. *Perancangan Elemen Mesin*. Bandung: Alfabeta.
- Sato, G. Takeshi dan N. Sugiarto Hartanto. 1989. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: NV. Sapdodadi.

173 *Muhammad Arsyad Suyuti, Rancang Bangun Sempel Press Tool Untuk Bending V Bottoming*

Subagio, Dalmasius Ganjar. 2006. Perancangan Mesin Penekuk Pelat Mini. Berita Bahan dan Barang Teknik, Balai Besar Bahan dan Barang Teknik. Departemen Perindustrian. Bandung.

Z. Damian. Noriega. 2008. "A New Equation to Determine the Springback in the Bending Process of Metallic Sheet. Kalpakjian Equation". *ICCES*. vol.8, no.1, pp.25-30

Zulfikar, M. A. dkk. 2013. Rancang Bangun Alat Bending Pelat Dengan Sistem Hidrolik. Laporan Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin. Makassar: tidak diterbitkan