

## SPRINGBACK HASIL PROSES TEKUK BENTUK “V” PELAT BAJA KARBON St. 60 KETEBALAN 4 mm

Muhammad Arsyad Suyuti<sup>1)</sup>, Rusdi Nur<sup>1)</sup>, Muh. Iswar<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This paper presents a study of phenomenon springback that occurs in sheet metal bending processes. Springback is a sensitive feature in sheet metal forming processes due to the influence of the elasticity of the metal material when the bending load is removed. The main objective of this study was to analyze the effect of the punch angle and radius on springback that occurred in the bending process of carbon steel material St. 60. The punch radius and angle are used as varied parameters. Whereas the bending step, plate thickness, die angle and die radius are constant parameters. Universal Testing Machine (UTM) is used as a press machine with a constant step speed. The protractor bevel with 5 minutes accuracy is used for angle measurement. Graphical methods are used to analyze. The springback phenomenon that was observed was based on variations in the increase in radius and angle of the punch. The findings of this study will be useful for metal forming industries.

**Keywords:** *Springback, bending, punch, die, radius, angle, carbon steel and sheet metal*

### 1. PENDAHULUAN

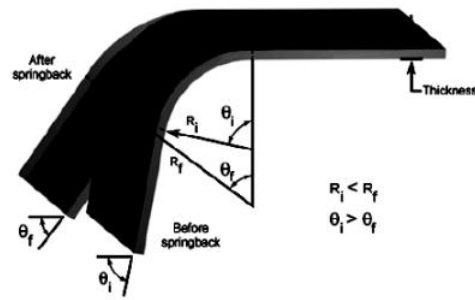
Dalam era globalisasi saat ini proses tekuk material lembaran pelat untuk pembuatan komponen sangat banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Melalui proses tekuk pembuatan produk atau komponen dari bahan dasar lembaran pelat dapat dilakukan seperti pada pembuatan komponen-komponen panel elektronik, *tool box*, daun roda traktor tangan dan sebagainya. Proses tekuk ini merupakan pembentukan logam yang umumnya berupa pelat lembaran atau batang, baik bahan logam *ferro* maupun *non ferro* menggunakan *punch* dan *die* sebagai pembentuk. Sehingga proses penekukan diharapkan mampu menghasilkan komponen atau produk yang lebih presisi

Proses tekuk terutama proses tekuk bentuk V sering terjadi fenomena yang mempengaruhi sudut tekuk pelat setelah proses tekuk selesai seperti sudut tekuk menjadi lebih besar atau lebih kecil dari sudut yang diinginkan. Fenomena ini disebut *springback*. *Springback* adalah kondisi yang terjadi pada lembaran pelat saat penekukan dilakukan dimana setelah beban *punch* dihilangkan maka lembaran pelat yang ditekuk memiliki kecenderungan untuk kembali ke bentuk asal (Kazan, 2008). *Springback* sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan proses penekukan pelat memperoleh sudut tekuk yang diinginkan. Dengan demikian dalam merancang *punch* dan *die* perlu mempertimbangkan *springback* yang terjadi setelah pembebanan. Karakteristik *springback* yang terjadi berbeda-beda tergantung pada jenis material. *Springback* ini terjadi pada semua jenis proses pembengkokan *bending V*, *bending U* dan *roll bending*. Oleh karena itu, prediksi *springback* merupakan persoalan yang sangat serius dalam *sheet metal forming*. Parameter material yang mempengaruhi *springback* yaitu: elastisitas, kuat tarik maksimum, sifat kekerasan bahan, sedangkan parameter proses tekuk beban yang diterima, ketebalan lembaran pelat, sudut *punch*, radius *punch* dan klearance *punch die*. (Kumar, A., 2010). Fenomena *springback* terjadi selama proses tekuk disebabkan oleh banyak parameter proses, seperti radius die, radius punch, lebar alur V die dan langkah punch untuk berbagai derajat variasi sudut tekuk (M.S Buang, 2015)

Pada dasarnya, pengukuran *springback* mengacu pada teori fundamental dari proses tekuk seperti pada fenomena *springback* yang terjadi pada gambar 1 dibawah ini. Dimana dalam penekukan, *springback* yang terjadi dalam bentuk pengurangan sudut tekuk. Jika  $\theta_i$  adalah sudut tekuk awal sebelum dihilangkan beban dan  $\theta_f$  adalah sudut tekuk terakhir setelah dihilangkan beban, maka besar *springback* ( $\Delta\theta$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Gupta, T. R, 2017):

$$\Delta\theta = \theta_i - \theta_f$$

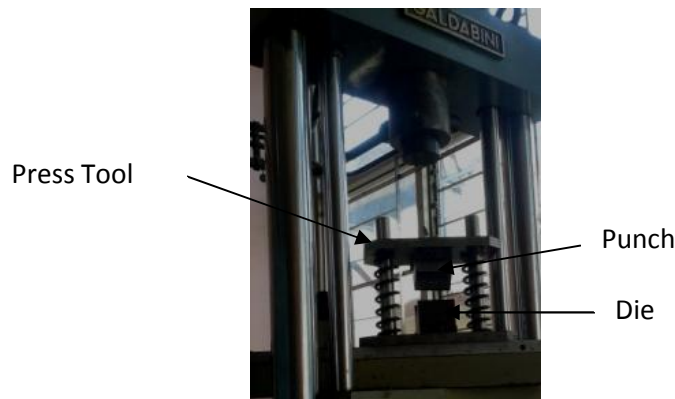
<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Muhammad Arsyad Suyuti, Telp 081341573347, muhammadarsyadsuyuti@poliupg.ac.id



Gambar 1. Fenomena springback pada proses bending

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang menggunakan Universal Testing Machine (UTM) Galdabini Type PM 100 dengan kapasitas beban maksimum 100 KN. UTM ini berfungsi sebagai mesin press untuk menekan press tool yang dilengkapi punch dan die saat proses penekukan dilakukan. Experimen proses tekuk dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Press Tool Terpasang pada Universal Tensile Machine (UTM)

Dalam eksperimen ini dilakukan variasi parameter proses penekukan seperti pada tabel berikut ini:

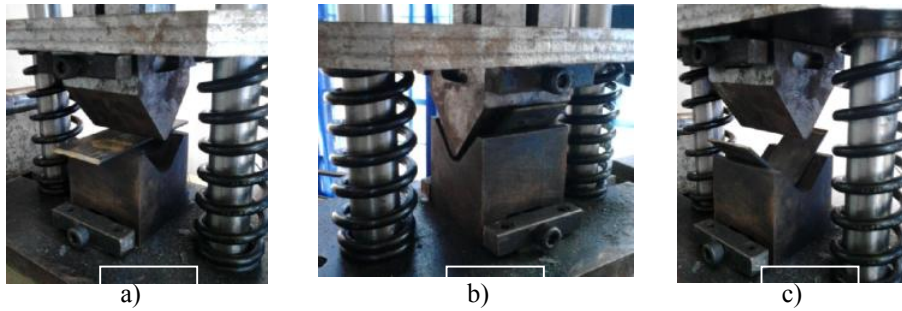
Tabel 1. Variasi parameter proses penekukan bentuk V

Parameter	Sudut Die (°)	Radius Die (mm)	Lebar Alur V Die (mm)	Sudut Punch (mm)	Radius Punch (mm)	Langkah Die (mm)
Variasi sudut punch dan radius punch dengan sudut die & radius tetap	90	6	50	80	2	20
				85	4	
				90	6	

Eksperimen serupa juga telah dilakukan oleh Suyuti, M. A [2015] untuk ketebalan pelat 6 mm dengan *Tensile strength* 41,412 kgf/mm<sup>2</sup> (406,251 Mpa). Pada eksperimen ini menggunakan material baja karbon St.60 dengan ukuran 60 mm x 60 mm x 4 mm. Adapun sifat mekanis material pelat baja karbon yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Table 2. Sifat mekanis baja karbon St. 60

<i>Tensile strength</i> (MPa)	<i>Yield strength</i> (MPa)	<i>Elongation</i> (%)
608,750	447,500	25,000

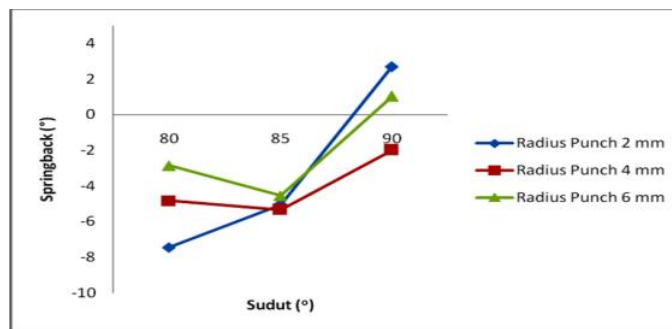


Gambar 3. Proses Tekuk Pelat: a) Sebelum mendapat beban tekuk, b) Pada saat menerima beban tekuk, c) Pada saat beban dihilangkan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Hubungan sudut punch terhadap springback**

Penomena springback yang terjadi dari hasil eksperimen proses tekuk pelat bentuk V bahan St. 60 ketebalan 4 mm dengan panjang garis bending 60 mm terhadap pengaruh sudut punch dapat dilihat pada gambar berikut :

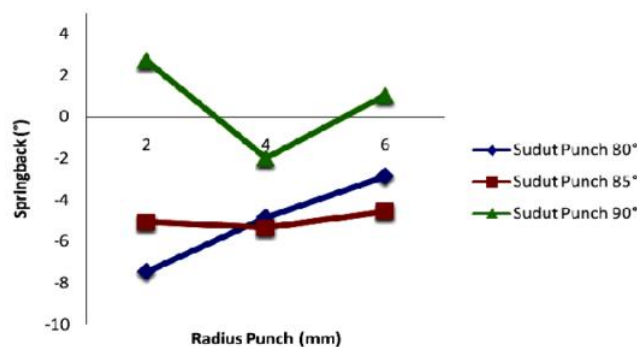


Gambar 4. Grafik hubungan springbak dengan sudut punch

Gambar 4 yang merupakan grafik hubungan antara sudut *punch* dan *springback* dimana *springback* yang terjadi adalah positif dan negatif. *Springback* positif menunjukkan sudut yang terbentuk lebih dari 90° dan *springback* negatif berarti sudut tekuk yang terbentuk kurang dari 90°. Gambar 4 diatas juga memperlihatkan *springback* terkecil untuk ketiga dimensi radius punch semuanya terjadi pada sudut punch terbesar (sudut 90°), namun untuk radius punch 2 dan 6 mm *springback*nya positif dan radius 4 mm negatif.

**3.2. Hubungan radius punch terhadap springback**

Fenomena springback yang terjadi dari hasil eksperimen proses tekuk pelat bentuk V bahan St. 60 ketebalan 4 mm dengan panjang garis bending 60 mm terhadap pengaruh radius punch dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan springbak dengan untuk radius punch

Pada gambar 5. menunjukkan fenomena *springback* yang terjadi juga terdapat *springback* positif dan negatif. Dimana *springback* positif berarti sudut yang terbentuk lebih dari  $90^\circ$  dan *springback* negatif (-) berarti sudut *bending* yang terbentuk kurang dari  $90^\circ$ . Pada sudut *punch*  $80^\circ$  dan  $85^\circ$  untuk radius *punch* 2, 4, dan 6 mm menunjukkan bahwa semakin besar radius *punch* maka sudut *springback* yang dihasilkan cenderung semakin kecil dimana *springback* yang terjadi negatif. Sedangkan pada sudut *punch*  $90^\circ$  dengan radius *punch* 2, 4, dan 6 mm menunjukkan bahwa semakin besar radius *punch* maka sudut *springback* yang dihasilkan juga cenderung semakin kecil, akan tetapi baik radius *punch* 2 mm maupun 6 mm *springback* yang terjadi positif sedangkan untuk radius 4 mm *springback* yang terjadi negatif.

#### 4. KESIMPULAN

Dari analisis hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa radius *punch* dan sudut *punch* mempengaruhi *springback* secara signifikan. *Springback* cenderung menurun dengan peningkatan sudut dan radius *punch*. *Springback* terkecil (bernilai nilai positif) terjadi pada radius *punch* terbesar ( $r = 6$  mm) dan sudut *punch* terbesar ( $90^\circ$ ). Sehingga dalam proses penekukan, radius *punch* dan sudut *punch* adalah faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Buang, M. S., Abdullah, S. A., & Saedon, J. (2015). Effect of die and punch radius on springback of stainless steel sheet metal in the air v-die bending process. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 8, 1322-1331.
- Gupta, T. R., & Payal, H. S. (2017). Effect of Die and Punch Geometry on Spring Back in Air Bending of Electro Galvanized CR4 Steel. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(11), 2792-2797.
- Gautama, P., Ka'ka, S., Suyuti, M. A., & Susanto, T. A. (2015). Desain Prototipe Alat Press Tool untuk Pembuatan O-Ring Sistem Pneumatik. *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, 12(2), 114-123.
- Grizelj, B., Cumin, J., & Grizelj, D. (2010). Effect of spring-back and spring-forward in V-die bending of St1403 sheet metal plates. *Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering*, 52(2), 181-186.
- Kumar, A., Viswanath, P., Mahesh, K., Swati, M., Kumar, P. M., Abhijit, A., & Singh, S. (2010). Prediction of springback in V-bending and design of dies using finite element simulation. *International Journal of Materials and Product Technology*, 39(3-4), 291-301.
- Kazan, R., Firat, M., & Tiryaki, A. E. (2009). Prediction of springback in wipe-bending process of sheet metal using neural network. *Materials & design*, 30(2), 418-423.
- Lawanwong, K., & Premanond, V. (2010, August). Notice of Retraction The study reduction of spring-back in U bending die process. In *Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE), 2010 2nd International Conference on* (Vol. 2, pp. V2-84). IEEE.
- Manihuruk, A. S., & Rusnaldy, D. S. (2011). Analisis Springback Material Aluminium Dengan Variasi Ketebalan dan Sudut Tekuk Pada Proses Pengujian Bending (Doctoral dissertation, Mechanical Engineering Departement, Faculty Engineering of Diponegoro University).
- Mujumdar, A.S., 2007, *Handbook of Industrial Drying*, 3rd Ed; CRC Press, USA.
- Suyuti, M. A., & Nur, R. (2016) The Effect of Embossing on the Rigidity of Wheel for Agricultural Tractors. *Integrated Sci-Tech : Interdisciplinary Research Approach Volume 2*
- Suyuti, M. A., & Nur, R. (2015). The Influence of Punch Angle on the Spring Back during V-Bending of Medium Carbon Steel. In *Advanced Materials Research* (Vol. 1125, pp. 157-160). Trans Tech Publications.
- Suyuti, M. A. (2015). Rancang Bangun Prototipe Alat Metal Forming Sirip Roda Besi Traktor Tangan. *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, 13(1), 62-74.
- Suyuti, M. A. (2015). Rancang Bangun Sempel Press Tool untuk Bending V Bottoming. *Jurnal Teknik Mesin SINERGI*, 13(2).

Tulung Prayoga, B. (2013). Springback Pada Pembentukan Plat Baja Dengan Air Vee Bending. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Ke-19, Fakultas Teknik UGM

Wang, L., Huang, G., Zhang, H., Wang, Y., & Yin, L. (2013). Evolution of springback and neutral layer of AZ31B magnesium alloy V-bending under warm forming conditions. *Journal of Materials Processing Technology*, 213(6), 844-850.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada: 1). Kemenristekdikti atas dana desentralisasi program penelitian dan pengabdian masyarakat tahun 2018 yang telah diberikan. 2). Direktur dan Ketua UPPM Politeknik Negeri Ujung Pandang yang memberikan kesempatan untuk mengikuti program penelitian fundamental ini. 3) Semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Semoga hasil penelitian ini dapat memenuhi tujuan yang diharapkan dan dirasakan manfaatnya oleh masyarakat, khususnya bagi industri yang banyak melakukan penyambungan material aluminium *alloy*. Akhirnya kepada Allah-lah kami serahkan semuanya, semoga segala aktivitas kita dinilai-Nya sebagai ibadah dan mendapatkan amal jariah dari-Nya. Amin !!!.