

## DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT PEMBENTUK PENGGANTUNG PAKAIAN BENTUK S BERSUDUT 90°

**Syamsul Hadi<sup>1)</sup>, Mochamad Muzaki<sup>2)</sup>, Purwoko<sup>3)</sup>, Anggit Murdani<sup>4)</sup>, Fica Aida Nadhifatul Aini<sup>5)</sup>, Febryan Candra Shakti<sup>6)</sup>, M Rio Alfi Sya'bana<sup>7)</sup>, Radhi Nurvian Amrullah<sup>8)</sup>**

1,2,3,4,5,6,7,8) Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

Email<sup>1)</sup>: [syampol2003@yahoo.com](mailto:syampol2003@yahoo.com) [syamsul.hadi@polinema.ac.id](mailto:syamsul.hadi@polinema.ac.id)

Email<sup>2)</sup>: [mochamad.muzaki@polinema.ac.id](mailto:mochamad.muzaki@polinema.ac.id)

Email<sup>3)</sup>: [purwoko@polinema.ac.id](mailto:purwoko@polinema.ac.id)

Email<sup>4)</sup>: [anggitm@polinema.ac.id](mailto:anggitm@polinema.ac.id)

Email<sup>5)</sup>: [fica.aida@polinema.ac.id](mailto:fica.aida@polinema.ac.id)

Email<sup>6)</sup>: [febryancandra42@gmail.com](mailto:febryancandra42@gmail.com)

Email<sup>7)</sup>: [riogtg66@gmail.com](mailto:riogtg66@gmail.com)

Email<sup>8)</sup>: [radhinurvian.rn@gmail.com](mailto:radhinurvian.rn@gmail.com)

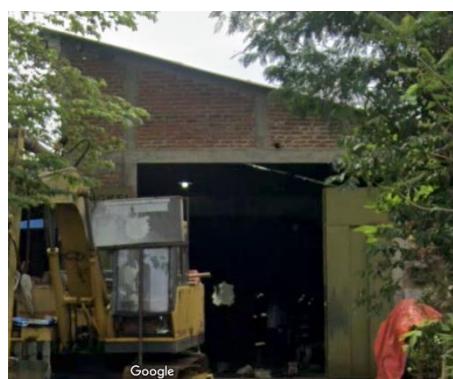
### *Abstract*

*The problem lies in the inconsistency of the dimensions of the 90° S-shaped clothes hanger product made with a press that requires bending force, and deflection using a Tarno Grocki press test machine. The purpose of community service is to develop a 90° S-shaped clothes hanger forming press whose design can be used in research that measures bending force, and deflection with Tarno Grocki and cannot be used as a standalone tool without the help of a hydraulic jack and frame as a production tool in a home industry. The method applied is to modify the design and tool, so that it can function on the Tarno Grocki machine and as a standalone tool with the help of a hydraulic jack as a production tool in a home industry, including making a support table, testing, and donations to partners or home industries. The results of community service activities are in the form of a 90° S-shaped Clothes Hanger Forming Press that can be used as a production tool by a home industry, thus creating synergy between the State Polytechnic of Malang and the community in producing clothes hangers for community needs more efficiently.*

**Keywords:** strip plate forming device, 90° angle S-shaped clothes hanger, press tool with hydraulic jack, and portable strip plate bending device.

### 1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi adalah terjadinya pemegasan kembali (*spring back*) setelah suatu pelat logam dibengkokkan yang mengakibatkan sulitnya target sudut pembengkokan dicapai. Permasalahan tersebut dihadapi oleh Usaha Kecil dan Usaha Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang konstruksi dalam hal pembengkokan suatu bentuk pelat untuk fungsi tertentu. Satu di antara UMKM tersebut adalah Bengkel Bubut AJ, Pemesinan, Pertanian, Industri, di Jl. Raya Asrikaton Meduran (Perum Asrikaton), Bunut Kidul, Asrikaton, Kec. Pakis, Kabupaten Malang 65154. Tempat kerja bengkel tersebut sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Tempat Kerja Bengkel Bubut AJ

Situasi dan kondisi Bengkel Bubut AJ Pakis sebagai bengkel produksi dalam pengrajan Pemesinan, Alat-alat Industri, Boiler/Ketel uap, Roll pelat, dan lainnya sesuai dengan pesanan pelanggan memiliki tanah sekitar seluas 640 m<sup>2</sup> dengan lebar 17 m dengan panjang 36 m yang

terletak di Jl. Perum Asrikaton, Pakis, Kab. Malang.

Urgensi diperlukan peralatan pemotong pelat, pembengkok pelat, dan penggencet bengkokan pelat menggunakan *punch* pemotong dan *punch* pembengkok sekaligus sebagai *punch* pengencet didesain khusus dalam bentuk peralatan penekan (*press tool*), yang dapat dioperasikan dengan menggunakan dongkrak hidraulik dengan tanaga manual yang dapat memberdayakan masyarakat untuk produksi penggantung pakaian bentuk S bersudut 90° yang dapat digunakan atau dipasangkan pada bagian atas suatu pintu rumah, pintu kamar mandi, atau pintu lemari, ataupun papan yang pada bagian atasnya dapat dipasangkannya. Oleh karenanya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat untuk Desain dan Pembuatan Perangkat Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam untuk penggantung pakaian yang presisi, efektif dan praktis menjadi sangat penting dan mendesak.

Tujuan pengabdian kepada masyarakat untuk dapat: (1) memudahkan tenaga kerja dalam pemotongan pelat logam dari baja berukuran tebal 2 mm atau Aluminium tebal 3 mm dengan lebar 20 mm; (2) membengkokkan hingga menjadi penggantung pakaian bentuk S bersudut 90° secara tepat; dan (3) menghemat waktu kerja yang berarti dapat meningkatkan produktivitas kerja dalam pembuatan penggantung pakaian bentuk S bersudut 90°.

Rencana pemecahan masalah atas terjadinya pemegasan kembali dilakukan penggencetan setelah proses pembengkokan pelat pada kedalaman 0,1 mm sesuai dengan hasil simulasi dengan perangkat lunak Simufact untuk kedua bahan logam pelat baja setebal 2 mm dan selebar 20 mm atau Aluminium setebal 3 mm dan selebar 20 mm dengan bantuan dongkrak hidraulik 3 Ton yang dirakit dalam suatu kerangka khusus untuknya, pembuatan *punch* dipilih bahan baja karbon menengah (S45C) yang dapat dikeraskan setelah pemesinan dengan mesin Frais CNC untuk membuat bagian ujungnya bersudut 90° secara tepat. Konstruksi peralatan penekan dibuat dari baja karbon rendah, dan pegas tekan, sedangkan kerangka dibuat dari baja kanal yang dilas dan dilengkapi dengan dongkrak hidraulik.

## 2. KAJIAN LITERATUR

Peralatan pres didesain untuk memotong dan membentuk pelat logam sesuai dengan desain yang diinginkan [1]. Peralatan pres bekerja dengan prinsip penekanan untuk pemotongan, pembentukan, ataupun gabungan dari keduanya [2]. Penggunaan peralatan pres memungkinkan produksi secara massal dengan hasil yang seragam dalam waktu yang singkat [3]. Proses kerja peralatan pres didasarkan pada gaya tekan yang diteruskan oleh *punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan bentuk dan dimensi yang diinginkan [4].

Pembengkokan dilakukan dengan memberikan gaya pada bagian tengah atas dari pelat logam yang ditumpu di kedua ujung bawahnya, sehingga terjadi deformasi plastis [5]. Proses tersebut penting dalam pembuatan berbagai komponen yang memerlukan bentuk sudut pada pelat logam. peristiwa pemegasan kembali, yaitu gaya balik akibat sifat elastis bahan pelat yang terjadi setelah proses pembentukan [6]. Pemegasan kembali terjadi karena sebagian deformasi pada bahan tidak sepenuhnya bersifat plastis, melainkan masih terdapat komponen elastis penyebab bahan berusaha kembali ke bentuk awal setelah beban dilepaskan [7]. Oleh karenanya, untuk mengurangi pemegasan kembali yang terlalu besar, harus dilakukan proses pembengkokan yang baik dan diperhitungkan faktor-faktor untuk jenis bahan, ketebalan bahan, sudut bengkokan, dan kekuatan tekan bahan [8]. Produk gantungan pakaian dibuat menggunakan bahan baja dengan ketebalan 2 mm dan lebar 20 [9] atau pelat Aluminium ketebalan 3 mm dan lebar 20 [10].

Beberapa bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan perangkat pemotong pelat, pembengkok pelat, dan penggencet bengkokan pelat diantaranya berbagai bentuk baja sebagai komponen konstruksi, bahan peralatan pres, dan kerangka peralatan dengan penggerak dongkrak mobil dibuat dari baja karbon rendah atau ST37 [11], berupa poros untuk tiang peralatan penekan dari S45C [12], pelat, kanal yang diikat dengan lasan menyatu menjadi kerangka dan/atau ikatan baut-mur dan yang dipilih Kanal U, 50 x 100 x 4 mm atau baja UNP [13].

Baja umumnya berkekuatan tinggi dengan harga wajar, tetapi mudah berkarat karena uap air dan udara. Jadi supaya korosi dapat dikurangi, maka permukaan akhir produk perlu dicat, dan konstruksinya didesain supaya tidak terdapat genangan air yang dapat menimbulkan dan

mempercepat korosi dan akhirnya menurunkan kekuatannya karena kikisannya, sehingga pemilihan bahan dan desain perlu diperkirakan yang sesuai dengan kondisi operasionalnya [14]. Untuk bagian alas kaki dan landasan peralatan penekan digunakan pelat baja karbon rendah yang mudah dilas dan dikerjakan dengan mesin, sedangkan kawat elektroda sebagai pakan las digunakan dalam pengelasan dengan listrik pada penyambungan bahan baja [15]. Penggerak perangkat pres digunakan dongkrak hidraulik yang mudah dioperasionalkan secara manual [16]. Prinsip pembengkokan pelat mengikuti cara kerja uji lentur dengan pendek diwakili oleh *punch* pembengkok bersudut 90° dan tumpuan diwakili dengan *die* pembengkok [17]. Dalam penggeraan dengan mesin frais untuk perataan permukaan atau mengurangi ketebalan bahan digunakan proses pemakanan yang menggunakan kecepatan potong yang dapat dihitung dengan Rumus (1),

$$V_c = \pi d n \quad (1)$$

dengan  $d$  adalah diameter *cutter*,  $n$  adalah kecepatan putaran *spindel* dalam satuan *rpm* [18]. Tegangan geser sambungan las sudut yang diizinkan ( $\text{kg/mm}^2$ ) dapat dihitung dengan Rumus (2),

$$\tau_g = (F, 0,707/h.l) \quad (2)$$

dengan  $F$  adalah gaya tarik pada alas lasan ( $\text{kg}$ ),  $h$  adalah tebal lasan ( $\text{mm}$ ), dan  $l$  adalah panjang efektif las ( $\text{mm}$ ) [19].

Dalam pengabdian dibutuhkan peralatan pres yang praktis yang dapat digunakan di lapangan dengan energi yang murah, secara manual, tanpa energi listrik dan lainnya, peralatan pres mudah dipindahkan, cukup produktif menghasilkan produk yang jika digunakan bahan pelat baja, maka *finishing* cukup dengan pengecatan, dan proses penggeraan dengan pengefraisian, pembubutan, pengelasan, pengerasan *punch*, dan perakitan dapat dikerjakan di kebanyakan bengkel di lapangan umumnya, sehingga masyarakat dapat memproduksinya sendiri peralatan pres tersebut, tetapi harus bekerjasama dengan Polinema karena peralatan pres tersebut telah didaftarkan patennya bernomor S00202506460.

### 3. METODE

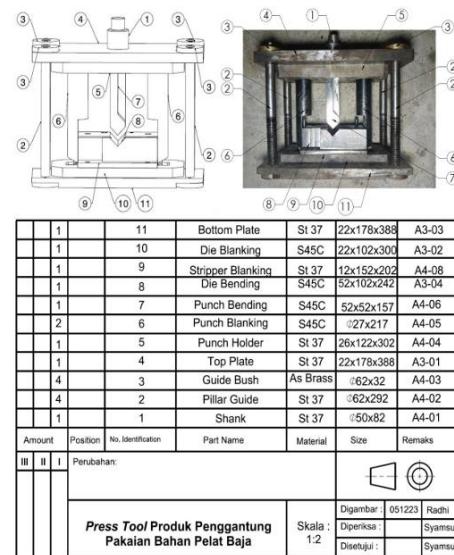
#### 3.1 Perancangan

Rancangan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat berupa desain dan pembuatan sebuah perangkat Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam dengan cara penekanan menggunakan pasangan *punch-die*

dengan bantuan penekanan memakai dongkrak hidraulik yang prinsip kerjanya memakai metoda uji tekan [17]. Bahan dongkrak hidraulik (*hydraulic jack*) kapasitas 3 Ton dengan kemampuan menaikkan beban setinggi 13 cm yang cukup untuk digunakan dalam pemotongan, pembengkokan, dan penggencetan pelat yang dapat dibeli dalam bentuk satu set sudah jadi produk yang terdapat di perdagangan yang siap digunakan atau dipasang pada dudukan peralatan dengan baut-mur. Tuas dongkrak dapat dipanjangkan hanya dengan ditarik dan dikembalikan menjadi pendek dari setengah panjangnya yang ujungnya juga berfungsi untuk membuka dan menutup katup hidrauliknya [16].

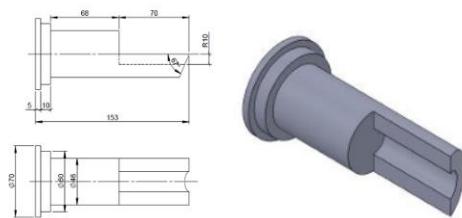
Jenis sambungan lasan yang digunakan dalam penyambungan komponen kerangka perangkat Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam berupa las sudut. Tegangan geser sambungan las sudut yang diizinkan ( $\text{kg/mm}^2$ ) dapat dihitung dengan Rumus (2) [19].

Desain *punch* dan *die* dibuat berbentuk sudut 90°. *Punch* dibuat dari baja perkakas S45C yang memenuhi syarat sebagai bahan *punch* yang dipotong menggunakan Mesin Frais, kemudian dikeraskan dan diikuti dengan tempering. Gaya penekanan pada *punch* mengikuti prinsip uji tekan [17] yang hasil desain dan pemesinannya sebagaimana Gambar 2.



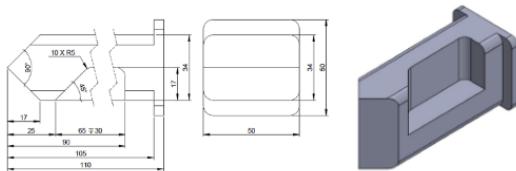
Gambar 2. Hasil Desain dan Pemesinan Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam

Desain dan tampak 3 dimensi dari *punch* pemotong ujung pelat beradius 10 mm sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Desain dan tampak 3 dimensi dari *punch* pemotong ujung pelat beradius 10 mm

Desain dan tampak 3 dimensi dari *punch* pembengkok dan penggencet pelat lurus lebar 20, tebal 2 mm untuk baja, dan tebal 3 mm untuk Aluminium sebagaimana Gambar 4.



Gambar 4. Desain dan tampak 3 dimensi dari *punch* pembengkok dan penggencet pelat

### 3.2 Pembuatan

Hasil pemesinan *punch* pembengkok-penggencet pelat yang menggunakan mesin frais dan pengerasan dengan perlakuan panas *hardening* sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pemesinan *punch* pembengkok-penggencet pelat

Kerangka dibuat dari berbagai bahan baja yang telah dipotong, dilas, diikat dengan baut-mur, dirakit dan dipasang dongkrak hidraulik dan peralatan pres dan diuji coba untuk memeriksa kelancaran fungsinya.

### 3.3 Uji Coba Peralatan Pres

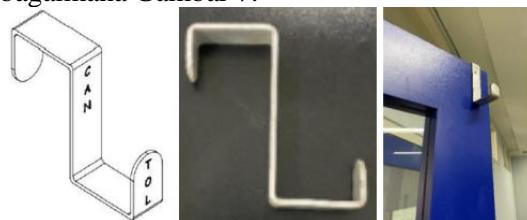
Uji coba peralatan pres dengan pemotongan kedua ujung pelat bahan baku dengan sepasang *punch*, pembengkokan penggantung pakaian dan penggencet pelat logam sebagaimana Gambar 6.

Uji coba juga dilakukan dengan menggunakan Mesin Uji Tekan Tarno Grocki untuk dapat mengetahui nilai gaya potong, gaya pembengkokan, dan gaya penggencetan.



Gambar 6. Uji coba pembengkokan penggantung pakaian dengan perangkat pemotong, pembengkok-penggencet pelat logam

Desain, hasil pembengkokan pelat, dan contoh pemasangan penggantung pakaian sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. Desain, hasil pembengkokan, dan contoh pemasangan penggantung pakaian

Uji coba pengukuran gaya dan kedalaman penggencetan pada Mesin Uji Tekan Tarno Grocki sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8. Uji coba pengukuran gaya dan kedalaman penggencetan pada Mesin Uji Tekan Tarno Grocki

### 3.4 Evaluasi

Hasil pengukuran gaya pemotong, pembengkok dan penggencet sebagaimana Gambar 9 untuk pelat baja dan Gambar 10 untuk pelat Aluminium.



Gambar 9. Gaya pemotongan, pembengkokan dan penggencetan pelat baja

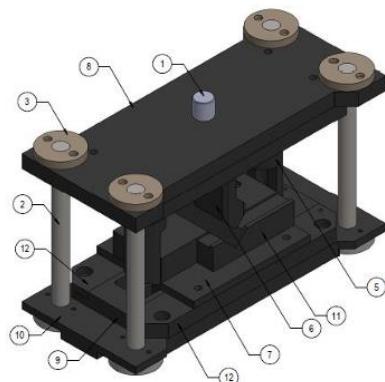


Gambar 10. Gaya pemotongan, pembengkokan dan penggencetan pelat Aluminium

Dari hasil uji coba diperoleh gaya lebih kecil dari 1,5 Ton, sehingga penggunaan dongkrak hidraulik 10 Ton adalah sangat memadai, penggunaan dongkrak tersebut mempertimbangkan pula jarak jangkauan kepala dongkrak, kekokohan konstruksi yang digunakan oleh berbagai operator di lapangan, dan umur pakainya agar awet penggunaannya.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain peralatan penekan tampak 3 dimensi sebagaimana Gambar 11.



Gambar 11. Desain Peralatan Penekan Tampak 3 Dimensi

Dari referensi yang digunakan dalam pembuatan peralatan pres adalah sangat tepat dalam mewujudkan produk berupa peralatan pres yang memerlukan penggerjaan pemesinan berupa pengfraisian, pembubutan, perlakuan panas berupa *hardening*, pengelasan, pengecatan, perakitan dan uji coba secara manual dan menggunakan Mesin Uji Tekan Tarno Grocki.

Hasil Uji coba pengukuran sudut setelah pembengkokan dan penggencetan pelat sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Pengukuran Sudut setelah Pembengkokan dan Penggencetan

No.	Bahan pelat	Posisi Sudut				
		1	2	3	4	Rerata
1	Baja ke-1	90,33	90,24	89,92	90,36	90,21
2	Baja ke-2	89,90	89,79	90,08	90,31	90,02
3	Baja ke-3	90,17	90,07	90,15	90,20	90,15

4	Baja ke-4	90,08	89,95	90,11	90,17	90,08
5	Aluminium ke-1	90,18	90,54	90,50	90,21	90,36
6	Aluminium ke-2	90,30	90,42	90,22	90,09	90,26
7	Aluminium ke-3	89,75	89,80	90,35	90,02	89,98
8	Aluminium ke-4	90,11	89,91	89,81	89,76	89,90

Evaluasi hasil pemotongan menunjukkan bahwa pinggiran pelat logam berbentuk radius menghasilkan permukaan yang rapi setengah lingkaran, tetapi jika terdapat sedikit duri-duri logam dapat dibersihkan dengan cara pengikiran manual, dan hasil pembengkokan dan penggencetan pelat baja maupun pelat Aluminium menunjukkan bahwa sudut yang dihasilkan setelah pembengkokan dan penggencetan pelat hanya menyimpang kurang dari  $0,5^\circ$  (setengah derajat) lebih dari  $90^\circ$  dan kurang dari  $90^\circ$ .

Interpretasi adanya deviasi atau penyimpangan sudut yang dihasilkan yang relatif kecil, karena sifat resistensi bahan yang jika dirubah bentuknya cenderung kembali ke bentuk semula sebagai pemegasan kembali yang bisa dikurangi jika dilakukan penggencetan atau istilah lain dikenal dengan nama *bottoming*, *coining*, atau *squishing* [20].

Serah terima hasil pengabdian kepada masyarakat kepada mitra berupa perangkat pemotong, pembengkok dan penggencet pelat logam dilaksanakan pada 26 Agustus 2025 sebagaimana Gambar 12.



Gambar 12. Acara serah terima perangkat pemotong, pembengkok dan penggencet pelat logam

Serah terima mengundang Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (P3M) dan Wakil Direktur IV sebagai misi menjalin kerjasama dengan industri konstruksi pemesinan dan para Anggota Tim Pengabdi para dosen Jurusan Teknik Mesin, Polinema.

Spesifikasi dan dimensi Perangkat Penekan berupa Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam dengan dimensi panjang: 600 mm, lebar 500 mm, tinggi 1250 mm; berat total 75 kg, dan spesifikasi dongkrak: 3 Ton dengan langkah penekanan 130 mm.

Total waktu efektif untuk penggeraan pembuatan perangkat pemotong, pembengkok dan penggencet pelat logam adalah sekitar 125 jam kerja menerus.

Peralatan Penekan berupa Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam telah didaftarkan Paten Sederhananya bernomor S00202506460 pada tanggal 14 Juli 2025.

## 5. SIMPULAN

Simpulan dari pengabdian kepada masyarakat diantaranya:

- 1) Hasil desain dan pembuatan peralatan pres (*press tool*) berdimensi tinggi 244 mm, lebar *top plate* 140 mm, dan lebar *bottom plate* 150 mm, dan kerangka Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam dengan panjang: 600 mm, lebar 500 mm, tinggi 1250 mm; berat total 75 kg, dan dongkrak: 3 Ton dengan langkah penekanan 130 mm.
- 2) Hasil pemotongan ujung setengah lingkaran pelat logam menghasilkan permukaan yang rapi, dan sudut hasil pelat baja maupun pelat Aluminium menunjukkan bahwa penyimpangannya kurang dari  $0,5^\circ$  (setengah derajat) lebih atau kurang dari  $90^\circ$ ; dan
- 3) Total waktu efektif pembuatan Peralatan Pres berupa Pemotong, Pembengkok, dan Penggencet Pelat Logam sekitar 125 jam kerja menerus.

## 6. ACKNOWLEDGMENT

Penulis sampaikan banyak terima kasih atas dukungan dana Pengabdian kepada Masyarakat dari Politeknik Negeri Malang melalui DIPA Nomor: SP DIPA-139.03.2.693474/2025 dengan Surat Perjanjian Nomor 6116/PL2/HK/2025.

## 7. DAFTAR REFERENSI

- [1] Abidin, Z., Pratama, G.D., Slamet, A., Putri, F.T., Alfauzi, A.S., dan Nugroho, W.I., 2022, *Press Tool Jenis Simple Tool* untuk Produksi *Shim* guna Meningkatkan Kualitas Produksi Welcab, Jurnal Rekayasa Mesin, 17(3), 503-518.
- [2] Faisal, M., Herisiswanto, dan Akbar, M., 2019, Perancangan *Press Tool* dengan Memanfaatkan Mesin Press Bending di Laboratorium Teknologi Produksi Universitas Riau, Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains, 6(1), 1-6.
- [3] Maiman, R., Syael, R.P., Mulyadi, M., Budiman, D., dan Yetri, Y., 2022, Rancangan *Press Tool* Pembuat Komponen Penumpu Dongkrak Pantograf, Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur, 14(02), 1-9.
- [4] Qodar, A.M.L., Wicaksana, A.N.I., Fernanda, M.I., Saputra, R.A., Rosidi, dan Wijatmaka, T., 2019, Rancang Bangun Perkakas Tekan untuk Membuat Koin, Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap, 66-72.
- [5] Lestari, N., Kurniawan, S.D., dan Yudhanto, B., 2018, *Tube Bending Machine for Home Industry Scale*, In Conference Senatik STT Adisutjipto Yogyakarta, 4, 4-7.
- [6] Suyuti, M.A., 2019, Rancang Bangun Simpel *Press Tool* untuk Bending V Bottoming, Jurnal Teknik Mesin Sinergi, 13(2), 160-173.
- [7] Purwantono, P., Erizon, N., Helmi, N., Akhbar, M., dan Muhibuddin, M., 2020, *Effect of Spring Back on Formation Process of Sheet Metal Bending Plates*, Teknomenkanik, 3(1), 28-35.
- [8] Dahlan, M., Jamaludin, R., dan Amaludin, M.N.H., 2023, Analisis Pengaruh Variasi Sudut dan Radius *Punch* pada Proses Bending Pelat *Stainless Steel*, MUSTEK ANIM HA, 12(01), 15-20.
- [9] Amrullah, R.N., Hadi, S., Rizza, M.A., Yudiyanto, E., Sharif, S., dan Suhaimi, M.A., 2024, *Evaluation of the Environmental Impact of Material Selection and Design in the Hanger Press Machine Manufacturing Process*, Jurnal Polimesin, 22, 521-525.
- [10] Hadi, S., Hardjito, A., Wicaksono, H., Firmansyah, H.I., Amrullah, R.N., Permana, R.W., Takwim, R.N.A., Dana, B.C.M., Mustafa, M.S. and Kusmoko, A., 2025, *Minimizing Spring Back of Metal Plates Bending Effect by Squishing with Press*

- Tool, Engineering Solid Mechanic, 13(4), 373-380
- [11] Hadi, S., 2016. Teknologi Bahan, ISBN 978-979-29-5586-6, <https://andipublisher.com/produk/detail/teknologi-bahan> Andi Offset, Yogyakarta.
- [12] Anonim, 2025a, Besi As S45C Ø 40 mm x 6 m, <https://www.smsperkasa.com/besi-as-s45c-o-40mm-x-6m/sku/BE1005154>, diakses 29 Januari 2025.
- [13] Anonim, 2025b, Baja Ringan Kanal C, <https://homei.co.id/web/home/bahan-material/view?id=barang-baja-ringan-kanal-cc-trusscanal-c-075>, diakses 24 Agustus 2025.
- [14] Hadi, S., 2018. Teknologi Bahan Lanjut, ISBN 978-979-29-6366-3, <https://andipublisher.com/produk/detail/teknologi-bahan-lanjut> Andi Offset, Yogyakarta.
- [15] Anonim, 2024, Kawat Las Listrik ukuran 2 mm Nikko Steel, [https://www.google.co.id/search?q=pakan+las+listrik&source=lnms&tbo=isch&s\\_a=X&ved=0ahUKEwiFr6Wj3erZAhUIxLwKHcS5A1QQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgrc=9dgr7aoxgNX10M;](https://www.google.co.id/search?q=pakan+las+listrik&source=lnms&tbo=isch&s_a=X&ved=0ahUKEwiFr6Wj3erZAhUIxLwKHcS5A1QQ_AUICigB&biw=1366&bih=613#imgrc=9dgr7aoxgNX10M;), diakses 24 Agustus 2024.
- [16] Anonim, 2024, Dongkrak Botol/Bottle Hydraulic 3 Ton, Hydraulic Jack Truck-  
Mobil,  
[https://www.tokopedia.com/alfredowei/dongkrak-botol-bottle-3-ton-3ton-hidrolik-hydraulic-jack-truck-mobil?extParam=ivf%3Dfalse&src=topads\\_1](https://www.tokopedia.com/alfredowei/dongkrak-botol-bottle-3-ton-3ton-hidrolik-hydraulic-jack-truck-mobil?extParam=ivf%3Dfalse&src=topads_1) diakses 24 Agustus 2024.
- [17] Hadi, S., 2024. Pengujian Bahan Teknik, ISBN 978-623-01-3945-1, <https://andipublisher.com/produk/detail/pengujian-bahan-teknik>, Andi Offset, Yogyakarta.
- [18] Jutz, H., dan Scharkus, E., 2006, *Westerman Tables for the Metal Trade* (2<sup>nd</sup> Edition), [https://books.google.co.id/books/about/Westermann\\_Tables\\_For\\_The\\_Metal\\_Trade.html?id=tnxtzYuO2qIC&redir\\_esc=y](https://books.google.co.id/books/about/Westermann_Tables_For_The_Metal_Trade.html?id=tnxtzYuO2qIC&redir_esc=y), New Age Internasional, New Delhi.
- [19] Wiryosumarto, Harsono, 2000, Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, Jakarta, [https://www.academia.edu/21041117/welding\\_teknologi](https://www.academia.edu/21041117/welding_teknologi)
- [20] S. Hadi, A. Hardjito, H. Wicaksono, H.I. Firmansyah, R.N. Amrullah, R.W. Permana, R.N.A. Takwim, B.C.M. Dana, M.S. Mustafa and A. Kusmoko, "Minimalizing spring back of metal plates bending effect by squishing with press tool," *Engineering Solid Mechanics*, vol. 13, pp. 373-380, 2025, doi:10.5267/j.esm.2025.8.001