



Diseminasi teknologi *metal forming* untuk pemberdayaan ekonomi usaha kecil dan menengah

Amri Abdulah, Sukarman✉, Jatira, Dede Ardi Rajab, Apang Djafar Shieddique, Choirul Anwar, Ghany Heryana, Adhi Candra Irawan, Yuda Setiawan, Mochamad Faisal, Bachtiar, Muhammad Andi Riswandi

Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Purwakarta, Indonesia

✉ sukarman@stt-wastukencana.ac.id

 <https://doi.org/10.31603/ce.4850>

Abstrak

Kegiatan diseminasi teknologi *metal forming* ini melibatkan tiga mitra dari usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) yang bergerak di industri pembentukan logam di desa Karangsentosa Kecamatan Karangbahagia, Kabupaten Bekasi. Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah kesulitan untuk mendesain *dies* pada penggabungan proses *piercing* dan *blanking*. Kesulitan ini mengakibatkan proses *piercing* dan *blanking* dilakukan secara terpisah, sehingga kinerja produksi kurang efisien dan biaya produksi lebih tinggi sehingga diperlukan proses *reverse engineering* pada beberapa produknya. Metode yang digunakan pada proses diseminasi ini adalah metode eksperimental dengan melakukan *reverse engineering* pada salah satu produk yang dihasilkan, yaitu *ducting corner*. Tujuan dari diseminasi teknologi *metal forming* ini adalah membantu mitra dalam meningkatkan efisiensi proses produksi dengan cara menggabungkan proses *piercing* dan *blanking* menjadi satu proses. Pada kegiatan diseminasi teknologi *metal forming* ini telah berhasil dilakukan efisiensi dari sembilan tahapan proses produksi menjadi lima proses produksi. Penggabungan proses *blanking* dan *piercing* yang menggunakan material SPCC-SD 1.2 mm untuk produksi *ducting corner* memerlukan minimum kapasitas mesin *power press* 18.3 ton. Diseminasi selanjutnya akan dilakukan dengan menggabungkan proses *piercing*, *blanking* dan *bending* dengan menerapkan desain *progressives dies*.

Kata Kunci: Diseminasi teknologi; *Metal forming*; *Piercing*; *Blanking*; *Reverse engineering*

Metal forming technology dissemination for economic empowerment of small and medium enterprises

Abstract

This metal forming technology dissemination activity involved three partners from micro, small and medium enterprises (MSMEs) engaged in the metal forming industry in the village of Karangsentosa, Karangbahagia District, Bekasi Regency. The main problem faced by partners is the difficulty in designing dies for the combination of piercing and blanking processes. This difficulty resulted in the piercing and blanking processes being carried out separately, resulting in less efficient production performance and higher production costs, thus requiring a reverse engineering process for some of its products. The method used in this dissemination process was an experimental method by doing reverse engineering on one of the products produced, namely the ducting corner. The purpose of this metal forming technology dissemination is to assist partners in increasing the efficiency of the production process by combining piercing and blanking processes into one process. In this metal forming technology dissemination activity, efficiency has been carried out from nine stages of the production process to five production processes. The combination of blanking and piercing processes using 1.2 mm SPCC-SD material for the

production of ducting corners requires a minimum power press machine capacity of 18.3 tons. Further dissemination will be carried out by combining the piercing, blanking and bending processes by applying the progressive dies design.

Keywords: *Technology dissemination; Metal forming; Piercings; Blanking; Reverse engineering*

1. Pendahuluan

Desa Karangsentsosa adalah sebuah desa yang berada di Kecamatan Karangbahagia, Kabupaten Bekasi, yang memiliki 15 Rukun Warga (RW) dan 65 Rukun Tetangga (RT). Desa Karangsentsosa memiliki luas wilayah 4.78 km². Pada tahun 2020 penduduk Desa Karangsentsosa berjumlah 9,894 jiwa dengan rincian 4,918 jiwa laki-laki dan 4,976 jiwa perempuan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi, 2020). Desa Karangsentsosa merupakan salah satu wilayah yang memiliki banyak UKM di bidang pengolahan logam dan permesinan di Kecamatan Karangbahagia yang dekat dengan kawasan industri di Kabupaten Bekasi, diharapkan mampu menyuplai komponen dari dari pengolahan baja untuk wilayah industri di Bekasi, Karawang dan Purwakarta. Pengembangan UKM pengolahan logam sangat potensial untuk pengembangan industri pengolahan logam skala kecil menengah, karena letak geografis yang sangat strategis berada di lingkungan industri dan didukung sumber material yang memadai. Diseminasi teknologi *metal forming* ini diinisiasi oleh Program Studi Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana bekerja sama dengan PT Isaka Alindo Nusantara sebagai mitra utama. Diseminasi teknologi ini diikuti oleh beberapa peserta dari UKM dan UMKM yang bergerak di bidang pengolahan logam khususnya industri kecil di bidang proses *stamping* diantaranya adalah dari bengkel Isalindo, CV Anugrah dan peserta dari PT Isaka Alindo Nusantara.

Teknologi pengolahan lembaran logam (*sheet metal*) merupakan salah satu teknologi manufaktur paling awal yang dikembangkan (Lin & Chang, 1996). Teknologi pembentukan logam (*metal forming*) sudah berkembang dengan pesat (Sukarman et al. 2020). Berdasarkan analisis situasi dan hasil evaluasi proses *metal forming* dengan mitra, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut: (1) proses *piercing* dilakukan terpisah dengan proses *blanking*. Pada tahap ini semua proses *piercing* dilakukan setelah proses *blanking* dilakukan; (2) Beberapa proses *piercing* dilakukan secara *single process* sehingga memerlukan beberapa proses hanya untuk proses *piercing*; (3) *dies* yang saat ini digunakan belum menggunakan *progressive dies* sehingga memerlukan proses produksi yang lebih panjang. *Blanking* dan *piercing* adalah proses pemotongan di mana *dies* dan *punch* digunakan untuk menghasilkan bagian dari *coil* atau *plate* lembaran (Suchy, 2006). *Blanking* menghasilkan fitur luar komponen, sementara *piercing* menghasilkan lubang atau bentuk internal. *Sludge* yang dihasilkan dengan mendorong fitur internal juga dianggap sebagai *scrap* (Boljanovic, 2005). Berbeda pada proses *cutting* dan *piercing* yang bekerja pada area *fracture* (Lim, Venugopal, & Ulsoy, 2014; Osakada, Mori, Altan, & Groche, 2011), proses *bending* bekerja pada area plastis (Pereira, Duncan, Yan, & Rolfe, 2009).

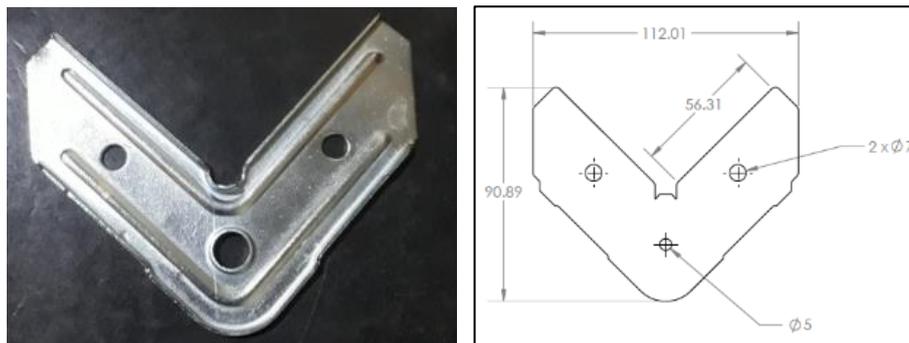
Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka ditawarkan solusi jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang dengan estimasi waktu pengerjaan berturut-turut maksimal 1 bulan, antara 1-6 bulan dan lebih dari 6 bulan. Solusi jangka pendek dan jangka menengah dilakukan untuk mengatasi problem nomor satu dan dua. Sedangkan solusi jangka panjang dilakukan untuk proses nomor tiga. Solusi jangka

pendek dilakukan dengan menggabungkan beberapa proses *piercing* menjadi satu proses. Sedangkan solusi jangka menengah dilakukan dengan menggabungkan proses *piercing* dan *blanking*. Solusi jangka panjang dilakukan dengan merubah desain *dies* dengan menggunakan desain *progressives dies*. Pada periode awal program diseminasi teknologi *metal forming*, telah disepakati dengan mitra untuk dijalankan solusi jangka menengah dengan menggabungkan proses *piercing* dengan *blanking* (Gambar 1). Sedangkan solusi jangka panjang akan dilakukan pada program diseminasi teknologi *metal forming* pada tahap selanjutnya. Pada tahap awal, penggabungan proses *piercing* dan *blanking* akan dilakukan pada proses produksi *ducting corner*. Proses produksi *ducting corner* secara garis besar dibagi menjadi empat proses besar yaitu proses *shearing*, *blanking*, *piercing* dan *bending*. Tujuan diseminasi teknologi *metal forming* ke masyarakat ini adalah sebagai upaya membantu UMKM sebagai mitra sehingga mampu meningkatkan efisiensi proses produksi dan menurunkan biaya proses produksi.



Gambar 1. Diskusi teknologi *metal forming*

Ducting corner yang digunakan pada proyek pengabdian diseminasi teknologi *metal forming* dan geometri *blanking* berturut-turut tersaji pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Profil *ducting corner* dan geometri *blanking*

2. Metode

Mitra utama dalam kegiatan diseminasi teknologi *metal forming* untuk pemberdayaan ekonomi usaha kecil dan menengah adalah PT Isaka Alindo Nusantara dan diikuti oleh mitra tambahan yaitu bengkel *stamping* Isalindo dan CV Anugrah yang merupakan dua pelaku usaha kecil di sekitar mitra utama yaitu Desa Karangsentosa Kecamatan Karangbahagia. Kegiatan ini direncanakan dimulai pada tanggal 27 September 2020 sampai dengan Maret 2021. Semua kegiatan di lapangan harus

memperhatikan protokol kesehatan Covid-19 dengan menjaga jarak minimal 1 meter, menggunakan masker, mencuci tangan sesering mungkin dan hal lain yang sifatnya *mandatory* (Kemenkes RI, 2020). Pelepasan masker dimungkinkan hanya pada tahapan pendokumentasian.

2.1. Identifikasi proses *metal forming*

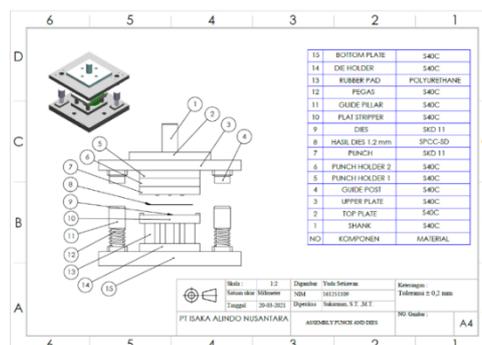
Tahap awal adalah dilakukan identifikasi proses *metal forming* di mitra utama pada proses *shearing, blanking, piercing dan bending*. Tujuan proses identifikasi adalah untuk mengetahui kendala yang dihadapi dan mengevaluasi proses yang bisa dilakukan *improvement* sehingga terjadi efisiensi proses produksi dan menjaga konsistensi mutu.

2.2. Identifikasi material yang digunakan

Pada tahap ini dilakukan evaluasi material yang digunakan di mitra dan dibuatkan tabel sifat-sifat mekanik dengan mengacu pada standar yang relevan. Tabel digunakan sebagai dasar perhitungan proses *metal forming*.

2.3. Sosialisasi teknologi *metal forming*

Proses diseminasi teknologi *metal forming* disampaikan teknik dan perhitungan ulang proses penggabungan *piercing dan blanking*. Teknik penggabungan proses *piercing dan blanking* disampaikan mengenai beberapa contoh desain *dies dan punch* yang dengan menggabungkan kedua proses ini. Pada tahap ini juga diperkenalkan dasar-dasar desain *progressives dies* pada proses *metal forming*, sehingga bisa diterapkan pada masa yang akan datang. *Progressive dies* adalah teknologi *metal forming* yang mampu mengerjakan beberapa proses pembentukan (*shearing, blanking, piercing, dan sebagainya*) dalam satu kali langkah pengerjaan (Ghosh, 1988). Desain teknologi *metal forming* penggabungan *piercing dan blanking* yang didiseminasikan kepada mitra seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambar Assembly *dies dan punch* untuk proses *blanking dan piercing*

Pelatihan dan pembuatan desain penggabungan proses *piercing dan blanking*. Pelatihan dilakukan terhadap mitra dan dilakukan dalam rangka proses *reverse engineering* dengan menggabungkan proses *piercing dan blanking*. Perhitungan *force blanking dan piercing* tersaji pada persamaan berikut (Boljanovic, 2005).

$$F = 2(a + b) T 0.8 (UTS) \quad (1)$$

Dimana F adalah gaya *blanking (force blanking)* dalam N, a adalah panjang material dalam mm, b adalah lebar material dalam mm, T adalah ketebalan material dalam mm), dan UTS adalah *ultimate tensile strength* dalam N/mm². Karena a dan b berturut turut adalah panjang dan lebar, maka $2(a + b)$, adalah keliling benda kerja, sehingga persamaan 1 menjadi:

$$F = Cr. T 0,8 \text{ (UTS)} \quad (2)$$

Dimana Cr adalah keliling (*circumference*) benda kerja dalam mm. Persamaan 1 dan 2 digunakan untuk menghitung kapasitas mesin *power press* agar sesuai dengan ketersediaan mesin yang ada di mitra. Konversi kebutuhan tonase mesin press dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$m = \frac{F}{g \times 1000} \quad (3)$$

Dimana m, adalah kebutuhan tonase mesin dalam Ton, g adalah percepatan gravitasi yang nilainya adalah 9.82 m/s².

2.4. Pelatihan dan praktik penggabungan proses *piercing* dan *blanking*

Praktik penggabungan proses *piercing* dan *blanking* pada produksi *ducting corner* merupakan tahap implementasi pada pengabdian masyarakat ini. Pada tahap perhitungan kebutuhan kapasitas tonase mesin *power press*. Pelatihan dan praktik diseminasi teknologi *metal forming* untuk pemberdayaan ekonomi usaha kecil dan menengah dilaksanakan di laboratorium mesin produksi di Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana yang ikuti oleh mitra utama, beserta dua mitra tambahan yang bergerak di industri *metal forming*.

2.5. Pendampingan

Proses pendampingan dilakukan sebagai upaya penerapan strategi dan program diseminasi teknologi *metal forming* pada penggabungan proses *piercing* dan *blanking* untuk proses produksi *corner ducting*. Tujuan pendampingan adalah untuk memastikan desain *output* memenuhi persyaratan dari desain inputnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi proses *metal forming*

Tahap awal adalah dilakukan identifikasi proses *metal forming* di mitra utama pada proses *shearing*, *blanking*, *piercing* dan *bending*. Tujuan proses identifikasi adalah untuk mengetahui kendala-kendala yang dihadapi dan mengevaluasi proses-proses yang bisa dilakukan *improve* sehingga terjadi efisiensi proses produksi dan menjaga konsistensi mutu. Identifikasi proses produksi untuk komponen *ducting corner* tersaji pada Gambar 4. Hasil identifikasi proses *metal forming* difokuskan pada part *ducting corner* dan tersaji pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Identifikasi proses *metal forming* untuk *ducting corner*

No	Proses <i>metal forming</i>	Proses awal	Proses setelah diseminasi
1	Shearing	✓	✓
2	Blanking	✓	✓
3	Piercing diameter 7 mm A	✓	x
4	Piercing diameter 7 mm B	✓	x
5	Piercing diameter 5	✓	x
6	Bending 1 dan burring	✓	✓
7	Bending 2	✓	✓

Catatan: tanda menandakan bahwa proses tersebut tetap ada/diperlukan dan tanda menunjukkan proses tersebut sudah digabung dengan proses *blanking*.

Gambar 4. Identifikasi proses produksi *ducting corner*

3.2. Identifikasi dan sifat-sifat mekanik material

Beberapa material yang digunakan dan diproses oleh mitra antara lain, material SPCC-SD, SPHC, material galvanish, dan SUS 304. Sifat-sifat mekanik sangat penting diketahui pada saat proses pembentukan material. Sifat-sifat mekanik material-material di atas tersaji pada Tabel 2 (Abdulah & Sukarman, 2020; Nana, dkk, 2020; Sukarman et al., 2020).

Tabel 2. Sifat-sifat mekanik material

No	Material	YP (N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	EL (%)	Referensi
1	SPCC SD	≤ 240	≥ 270	≥ 37	(JIS G 3141, 2010)
2	SPHC	≤ 240	≥ 270	≥ 45.2	(Japanese Industrial Standard, 2010)
3	SUS 304	≥ 250	≥ 515	≥ 40	(ASTM A-240, 2004)
4	El. Galvanized (JIS 3313)	≤ 240	≤ 370	≥ 30	(JIS G 3313, 1998)
5	SGCC	≥ 240	≤ 270	-	(JIS G 3302, 2007)

3.3. Sosialisasi teknologi *metal forming*

Kegiatan sosialisasi dan penyuluhan teknologi *metal forming* dilaksanakan dengan menghadirkan narasumber, peserta/mitra dari mitra utama (PT Isaka Alindo Nusantara) dan mitra tambahan (Bengkel Isalindo dan CV Anugrah) yang berlokasi di Desa Karangsentsosa, Kecamatan Karangbahagia Kabupaten Bekasi Jawa Barat (Gambar 5). Kegiatan sosialisasi dan penyuluhan teknologi *metal forming*. Pada proses ini dilakukan perhitungan *blanking force* dengan menggunakan persamaan 2.

Gambar 5. Pemberian materi teknologi *metal forming*

Keliling benda kerja dicari dengan menggunakan metode elemen hingga dengan menggunakan *software engineering design*. Hasil pengecekan dengan menggunakan *software engineering design* diketahui bahwa keliling *ducting corner* adalah 384,6 mm. *Ultimate tensile strength* (UTS) material SPCC- SD yang dibeli dari *supplier* berkisar antara 290 - 320 N/mm². Dengan menggunakan UTS maksimal 320 N/mm² dan ketebalan material 1,2 mm, maka kebutuhan mesin *power press* sebelum proses penggabungan *blanking* dan *piercing* dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = Cr \cdot T \cdot 0,8 \text{ (UTS)}$$

$$F = (384,6 \text{ mm}) (1,2 \text{ mm})(0,8) (320 \text{ N/mm}^2)$$

$$F = 147.686,4 \text{ N} = 147.7 \text{ kN}$$

Kebutuhan mesin *power press* setelah proses penggabungan *blanking* dan *piercing* dapat dihitung dengan menggabungkan keliling benda kerja ditambah keliling 3 lubang pada proses *piercing* dan dimasukkan ke persamaan 2. Keliling total setelah proses penggabungan adalah, 384,6 mm + (2x 3,14 x10mm) + (3,14x 6 mm) = 446,24 mm. Sehingga *blanking force* dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = Cr \cdot T \cdot 0,8 \text{ (UTS)}$$

$$F = (466,24 \text{ mm}) (1,2 \text{ mm})(0,8) (320 \text{ N/mm}^2)$$

$$F = 179,036.16 \text{ N} = 178.04 \text{ kN}$$

Kebutuhan tonase mesin *power press* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$m = \frac{F}{g \times 1000}$$

$$m = \frac{179,036.16 \text{ N}}{9.82 \frac{m}{s^2} \times 1000} = 18.13 \text{ Ton}$$

Berdasarkan hitungan di atas maka kebutuhan mesin *power press* setelah proses penggabungan *blanking* dan *piercing* adalah minimal 18.13 Ton.

3.4. Pelatihan dan praktik pembuatan desain penggabungan proses *piercing* dan *blanking*

Kegiatan pelatihan dan praktik pembuatan penggabungan proses *piercing* dan *bending* dilakukan dalam beberapa tahap: (1) pemberian materi tentang teknologi *metal forming* sebagaimana yang tersaji pada Gambar 6, (2) Penyiapan material yang diperlukan, seperti material SKD-11 dan S45C, (3) Proses *machining*, EDM *wire cut* dan *hardening*, (4) proses *assembly dies* dan *punch*, dan (5) proses *trial dies* untuk proses *blanking* dan *piercing* tersaji pada Gambar 7.



Gambar 6. Pemberian materi *metal forming*



Gambar 7. Pelatihan dan *trial* hasil *reverse engineering dies* dan *punch*

3.5. Pendampingan dan evaluasi

Pada proses ini dilakukan verifikasi kemampuan mesin *power press* terhadap hasil *reverse engineering dies and punch*. Proses *trial* (Gambar 8) menunjukkan bahwa hasil perhitungan gaya *blanking* (*blanking force*) pada penggabungan proses *blanking* dan *piercing* masih memenuhi ketersediaan mesin *power press* yang ada di mitra.



Gambar 8. Proses *trial*, penyerahan dokumen dan *dies*

4. Kesimpulan

Program diseminasi teknologi *metal forming* ini telah berhasil membantu mitra UMKM untuk melakukan efisiensi proses *metal forming*. Diseminasi teknologi untuk mengefisienkan proses produksi khususnya untuk komponen *ducting corner*, dapat disimpulkan bahwa program ini berhasil menggabungkan proses *metal forming* dari 7 proses menjadi 4 proses. Dari sisi waktu bisa dilakukan efisiensi proses sebanyak 4 langkah sehingga meningkatkan kapasitas produksi. Dari proses penggabungan *piercing* dan *blanking* ini juga dievaluasi adanya penambahan kebutuhan kapasitas tonase mesin *power press* sebesar 17.05%. Minimal kebutuhan mesin *power press* adalah 18.13 Ton. Berdasarkan ketersediaan mesin *power press* yang ada maka tim memberikan rekomendasi penggunaan mesin dengan kapasitas 25-30 Tons. Program diseminasi teknologi *metal forming* selanjutnya akan dilakukan dengan tema “*Progressives dies* dan diseminasi teknologi *metal forming* untuk peningkatan produktivitas UMKM”.

Acknowledgement

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Isaka Alindo Nusantara dan Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana yang telah mendukung secara finansial sehingga proses pengabdian diseminasi teknologi *metal forming* ini bisa berjalan. Terima kasih juga kami ucapkan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi pada program diseminasi teknologi *metal forming*.

Daftar Pustaka

- Abdulah, A., & Sukarman, S. (2020). Optimasi Single Response Proses Resistance Spot Welding. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, 6223(2), 69-79.
- ASTM International. ASTM A240: Standard Specification for Chromium and

- Chromium-Nickel Stainless Steel Plate , Sheet , and Strip for Pressure Vessels and for General Applications, I ASTM International § (2004). <https://doi.org/10.1520/A0240>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi. (2020). *Kecamatan Karangbagia Dalam Angka 2020*. Bekasi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi.
- Boljanovic, V. (2005). *Sheet metal forming processes and die design*. New York: Industrial Press.
- Ghosh, S. K. (1988). Handbook of metal forming. *Journal of Mechanical Working Technology*. [https://doi.org/10.1016/0378-3804\(88\)90068-x](https://doi.org/10.1016/0378-3804(88)90068-x)
- Japanese Industrial Standard. (2007). JIS G 3302 Hot-dip zinc-coated steel sheet and strip. Japanese Industrial Standard.
- Japanese Industrial Standard. JIS G 3131 Hot-rolled mild steel plates, sheet and strip Title (2010).
- Japanese Standards Association. JIS G 3313 Electrolytic zinc-coated steel sheet and coils (1998).
- Kesehatan Kementerian RI. (2020). *Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian Coronavirus Desesase (COVID-19)*. Kementerian Kesehatan RI.
- Lim, Y., Venugopal, R., & Ulsoy, A. G. (2014). *Process Control for Sheet-Metal Stamping Process Modeling, Controller Design and Shop-Floor Implementation*. Springer.
- Lin, Z. C., & Chang, D. A. Y. (1996). Selection of sheet metal bending machines by the PRISM-inductive learning method. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 7(4), 341-349. <https://doi.org/10.1007/BF00124834>
- Nana, dkk, R. (2020). Analisis Pengaruh Radius Bending Pada Proses Bending Menggunakan Pelat Spcc-Sd Terhadap Perubahan, 1(1), 1-10.
- Osakada, K., Mori, K., Altan, T., & Groche, P. (2011). Mechanical servo press technology for metal forming. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(2), 651-672. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.05.007>
- Pereira, M. P., Duncan, J. L., Yan, W., & Rolfe, B. F. (2009). Contact pressure evolution at the die radius in sheet metal stamping. *Journal of Materials Processing Technology*, 209(7), 3532-3541. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2008.08.010>
- Suchy, I. (2006). *Handbook of Die Design* (second). United States of America: McGraw-Hill.
- Sukarman, Anwar, C., Rahdiana, N., & Ramadhan, A. I. (2020). Analisis Pengaruh Radius Dies Terhadap Springback Logam Lembaran Stainless-steel Pada Proses Bending Hidrolik V-DIE. *Junal Teknologi*, 12(2).



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License