

Perhitungan Tonase Proses *Stamping* pada *Cover Muffler NIKA di PT. XYZ*

Muhammad Fakhri Nugroho¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, JL. H.S Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

¹Fakhrirew@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diajukan:
15/08/2023

Diterima:
xx/xx/2023

Diterbitkan:
xx/xx/2023

ABSTRAK

Tonase adalah beban puncak yang dibutuhkan selama operasi *stamping*. Proses *stamping* dinilai lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan proses pembentukan yang lain, Salah satu nya adalah *Cover Muffler NIKA* atau *Cover Knalpot* dari sepeda motor. PT. XYZ adalah salah satu perusahaan yang memproduksi manufaktur dengan menggunakan proses *stamping*. Namun seringkali pada proses produksi banyak dari kita yang tidak mengetahui seberapa besar kapasitas daya tonase yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut melalui mesin *stamping*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai tonase pada setiap proses *stamping* yang digunakan saat memproduksi *Cover Muffler NIKA*. Penelitian yang dilakukan di PT. XYZ dengan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Proses *stamping* dari *Cover Muffler NIKA* ini melewati 5 tahap. Yaitu : *Drawing*, *Trimming*, *Flanging/Restrike*, *Cutting*, dan *Pierching*. Penelitian ini dilakukan pada Juni 2023 – Juli 2023 menghasilkan nilai Tonase pada proses *Drawing* 3434,4 N, Nilai proses *Trimming* 62,28 ton, *Flanging/Restrike* 3433,3 N, Proses *Cutting* 4320 N, dan proses *Pierching* 45,81 ton. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa untuk membuat *Cover Muffler NIKA* dapat menggunakan mesin *stamping* dengan minimal kapasitas 100 ton.

Kata Kunci: *Cover knalpot*; Proses produksi; Proses *stamping*; Tonase.

ABSTRACT

Tonnage is the peak load required during a stamping operation. The stamping process is considered to be faster and more efficient compared to other forming processes. One of them is the NIKA Muffler Cover or Muffler Cover from motorcycles. PT. XYZ is a company that manufactures using a stamping process. But often in the production process, many of us do not know how much tonnage power capacity is used to produce these products through stamping machines. This research was conducted to determine the Tonnage value in each stamping process used when producing NIKA Muffler Covers. Research conducted at PT. XYZ using qualitative and quantitative methods. The stamping process of this NIKA Muffler Cover goes through 5 stages. Namely: Drawing, Trimming, Flanging/Restrike, Cutting, and Pierching. This research was conducted in June 2023 - July 2023 resulting in Tonnage values in the Drawing process 3434.4 N, Trimming process values 62.28 tons, Flanging/Restrike 3433.3 N, Cutting Processes 4320 N, and Pierching processes 45.81 tons. Based on the research results it is known that to

make NIKA Muffler Covers a stamping machine with a minimum capacity of 100 tons can be used.

Keywords: Exhaust cover; Production process; *Stamping* process; Tonage

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah mendorong peningkatan di bidang industri pada negara-negara yang sedang berkembang termasuk Indonesia. Hal tersebut tentu saja ditunjang oleh beberapa faktor yang diantaranya adalah penggunaan peralatan modern sebagai pengganti tenaga kerja manusia, dapat dikatakan di sini bahwa semakin modern suatu industri, maka semakin banyak pula tenaga mesin yang digunakan sedangkan tenaga manusia semakin sedikit dibutuhkan. [1]

Seiring kebutuhan manusia yang semakin besar, maka industri mesin saat ini juga berkembang sangat pesat. Perkembangan dibidang industri ditandai dengan terciptanya berbagai jenis mesin yang dapat membantu kegiatan manusia. Penggunaan mesin dapat menolong kegiatan atau pekerjaan manusia agar lebih efisien dalam waktu penyelesaiannya, serta mengurangi resiko tingkat kecelakaan kerja. Saat ini mesin telah digunakan sebagai alat yang memiliki otomatisasi yang tinggi dan presisi. Maka dari itu, banyak yang menggunakan mesin dalam segala hal, salah satunya yaitu mesin pres. Mesin pres merupakan sebuah alat yang dibuat untuk memampatkan atau menekan sebuah benda, sumber tenaganya bisa berasal dari hidrolik, tenaga manusia, motor listrik dan lain lain. [2]

Industri manufaktur di Indonesia telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Pertumbuhan ekonomi yang signifikan, dukungan pemerintah, dan investasi asing telah mendorong sektor industri untuk maju dan berkembang [3]. Proses *stamping* (*Press Machine*) merupakan suatu proses pembentukan material logam/besi secara dingin dengan menggunakan dies dan mesin press pada plat yang dicetak untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki. Prinsip kerja mesin stamping yaitu proses dilakukan pengepresan atau stamping menggunakanteknik tumbukan yaitu dengan menekan / menumbuk suatu material (*blank material*) pada suatu

mesin menjadi bentuk yang diinginkan. Yang dimana mesin press adalah mesin yang menompang sebuah landasan dan sebuah penumbuk, sebuah sumber tenaga, dan suatu mekanisme yang menyebabkan penumbuk bergerak lurus dan tegak menuju landasannya [4]

Proses *stamping* merupakan salah satu proses penting dalam manufaktur otomotif. Proses ini melibatkan pembentukan benda kerja logam dengan menggunakan tekanan tinggi pada plat logam. Proses *Stamping* (*Press Machine*) merupakan suatu proses pembentukan material logam/besi secara dingin dengan menggunakan dies dan mesin press pada plat yang dicetak untuk menghasilkan produk sesuai dengan yang dikehendaki. Prinsip kerja mesin stamping yaitu proses dilakukan pengepresan atau stamping menggunakanteknik tumbukan yaitu dengan menekan / menumbuk suatu material (*blank material*) pada suatu mesin menjadi bentuk yang diinginkan. Yang dimana mesin press adalah mesin yang menompang sebuah landasan dan sebuah penumbuk, sebuah sumber tenaga, dan suatu mekanisme yang menyebabkan penumbuk bergerak lurus dan tegak menuju landasannya *Stamping* digunakan untuk memproduksi berbagai komponen otomotif seperti bodi mobil, panel pintu, kap mesin, dan komponen lainnya [5].

Ketika membahas kebutuhan kapasitas mesin *press*, biasanya yang dimaksud dengan 'tonase' adalah kebutuhan yang dapat diukur. Tonase adalah beban puncak yang dibutuhkan selama operasi stamping. Peringkat tonase untuk mesin press mengacu pada beban puncak yang dapat dihasilkan oleh mesin press dengan aman tanpa menyebabkan kerusakan pada rangka mesin *press*, *ram*, *bushing*, dll. Untuk mesin press mekanis, tonase puncak hanya tersedia pada bagian bawah kayuhan.

Selain persyaratan beban puncak, penting juga untuk memahami total energi yang dibutuhkan untuk membentuk suatu bagian. Biasanya gaya yang tersedia dari mesin press mekanis hanya beberapa inci

dari dasar adalah 50% dari nilai tonase mesin *press*. Untuk operasi penarikan yang mungkin dimulai beberapa inci dari dasar, penting untuk memperkirakan kebutuhan tonase komponen pada keseluruhan langkah dan membandingkannya dengan kurva gaya dari pabrik pengepres. Mengintegrasikan kurva gaya tekan ini ke seluruh pukulan merupakan ukuran kapasitas energi total tekan. Sering kali, ketika mesin *press* terhenti pada titik mati bawah, masalahnya mungkin bukan pada beban puncak mesin *press* yang terlampaui, melainkan seluruh energi yang disimpan dalam *flywheel* telah habis. [6]

Proses *stamping* adalah proses pencetakan metal secara dingin dengan menggunakan *mould* atau sering juga disebut *dies* dan mesin *press* umumnya *dies* yang dicetak, untuk menghasilkan produk yang sesuai dikehendaki. Lembaranlembaran baja dicetak menjadi berbagai jenis produk. *Stamping* merupakan proses material *sheet* dirubah menjadi bentuk profil sesuai dengan desain yang dibentuk dengan *mould* atau alat sehingga material *sheet* yang berbentuk tersebut dapat digunakan dan difungsikan sesuai kebutuhan. Pada dasarnya proses pengepresan atau *stamping* menggunakan teknik tumbukan yaitu dengan menekan atau menumbuk suatu material (*blank material*) pada suatu mesin menjadi bentuk yang diinginkan [7].

Mesin *press* adalah mesin yang digunakan untuk melakukan penekukan, pemotongan dan memproduksi plat logam dengan sudut tertentu. Mesin *stamping press* digunakan untuk memproduksi barang – barang *sheet metal* menggunakan satu atau beberapa *press dies* dengan meletakkan *sheet metal* atau *blank material* diantara *upper dies* dan *lower dies*. Mesin *press* dan sistem mekanismenya akan menggerakkan *slide* (*ram*) yang diteruskan ke *press dies* dan mendorong *sheet metal* sehingga dapat memotong (*cutting*) serta membentuk (*forming*) *sheet metal* tersebut sesuai dengan fungsi *press dies* yang digunakan. Jenis-jenis mesin *press* yang digunakan pada industri dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis tenaga penggerak dari *slide*, yaitu mesin *press* mekanik (*mechanical press*), mesin *press* hidrolis

(*hydraulic press*) dan mesin *press pneumatic* [8]

Sheet Metal Forming adalah salah satu bagian dari proses produksi dimana dalam proses pembuatannya menggunakan *Sheet Metal* atau lembaran plat sebagai material, *pressing dies* sebagai cetaknya serta menggunakan mesin *Stamping* atau mesin *Press* sebagai mesin pemrosesannya. Hasil yang didapatkan dari proses ini adalah *Sheet Metal Part* atau biasa dikenal dengan nama *Pressed Part*. Dalam Industri otomotif baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat atau industri elektronik bahkan di industri berat seperti industri kapal dan pesawat *Pressed Part* merupakan satu bagian yang sangat penting dan penggunaannya cukup besar dan fungsinya belum dapat tergantikan oleh komponen lain karena sifat-sifatnya itu. Spesifikasi teknis yang belum dapat digantikan oleh bahan *Nonmetal* seperti kayu atau plastik misalnya dalam hal kekuatan yang cukup dalam menahan beban yang besar termasuk beban kejut seperti komponen *Pressed Part pada Outer Body Panel* dan *chasis mobil* [9].

Salah satu bagian yang penting dari sebuah kendaraan dan mudah untuk dikenali adalah knalpot. Biasanya komponen ini terletak di bagian bawah motor dan cukup menonjol. Secara umum proses metal *stamping* dapat dibagi atas 3 klasifikasi besar yaitu: proses *cutting*, proses *bending*, dan proses *drawing*.

Proses *cutting* pada metal *stamping* adalah salah satu tahap utama dalam proses manufaktur metal *stamping* yang digunakan untuk memotong lembaran logam menjadi bentuk-bentuk tertentu.

Proses *bending* pada metal *stamping* adalah teknik manufaktur yang digunakan untuk membentuk lembaran logam menjadi bentuk-bentuk yang melengkung atau bengkok dengan menggunakan alat atau cetakan khusus. Proses ini melibatkan pemberian gaya pada lembaran logam sehingga ia berubah bentuk menjadi melengkung atau bengkok sesuai dengan cetakan yang digunakan.

Proses *drawing* pada metal *stamping* adalah proses pembentukan lembaran logam menjadi bentuk silinder atau

mangkok dengan cara menarik atau menekan lembaran logam melalui cetakan. [10]

Dalam proses produksi *Cover Muffler NIKA* melalui 5 tahap *stamping*. Yaitu : *Drawing*, *Trimming*, *Flanging/Restrike*, *Cutting*, dan *Pierching*.

Proses *drawing* pada metal *stamping* adalah proses pembentukan lembaran logam menjadi bentuk silinder atau mangkok dengan cara menarik atau menekan lembaran logam melalui cetakan. Proses *trimming* melibatkan pemotongan sisi tepi yang tidak diinginkan dari lembaran logam yang telah dipotong atau dibentuk sebelumnya. Proses *flanging* adalah menekuk logam di sepanjang sumbu melengkung. Sedangkan fungsi *restrike* adalah untuk menyelesaikan pembentukan fitur yang tidak dapat diperoleh pada operasi sebelumnya.

Proses *cutting* pada metal *stamping* adalah salah satu tahap utama dalam proses manufaktur metal *stamping* yang digunakan untuk memotong lembaran logam menjadi bentuk – bentuk tertentu. Proses *pierching* melibatkan pemotongan lubang pada lembaran logam dengan menggunakan pisau pemotong yang sudah diatur sesuai dengan ukuran lubang yang diinginkan [11]

Dalam penulisan ini ada beberapa batasan masalah yang diberikan agar penelitian ini lebih terarah, yaitu :

1. Penelitian ini hanya meneliti Tonase satu proses produksi, yaitu proses *stamping* pada *Cover Muffler NIKA*.
2. Data produk yang digunakan hanya berasal dari PT. XYZ.

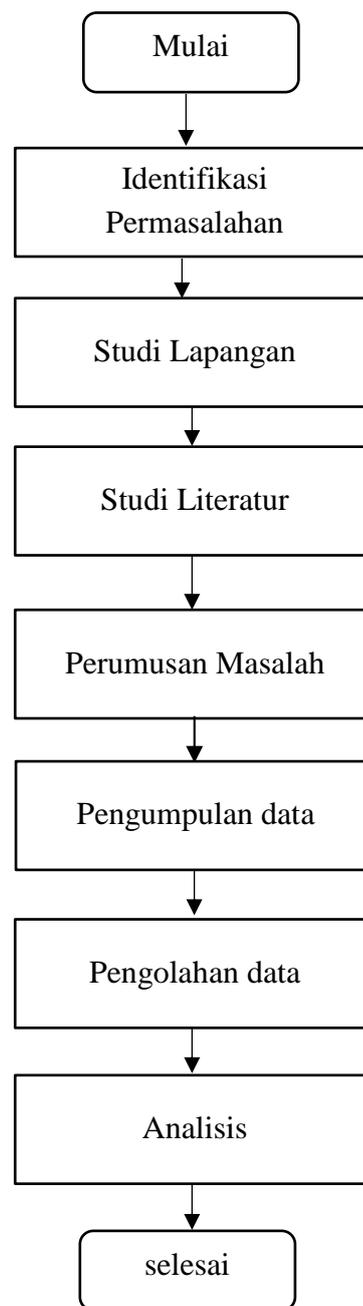
Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai tonase pada proses *stamping* produk *Cover Muffler NIKA*.

Maka dari itu, penulis melakukan penelitian dengan menghitung setiap proses *stamping* yang digunakan pada proses produksi *Cover Muffler NIKA*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan proses *stamping* pada proses produksi. setiap tahapan merupakan bagian penting dalam memproduksi hal

tersebut. Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir

2.1 Identifikasi Permasalahan

Tahap identifikasi permasalahan berdasarkan dengan kondisi dimana pada saat proses produksi menggunakan mesin *stamping* dengan kapasitas tonase sebesar 200 ton, sehingga penelitian ini dilakukan sebagai salah satu upaya agar penggunaan mesin lebih efisien.



Gambar 1. Mesin stamping dengan Kapasitas Tonase 200 Ton.

2.2 Studi Lapangan

Tahap studi lapangan dilakukan dengan metode survei di area produksi parameter yang diamati berupa mesin yang digunakan, jenis material, ukuran material, proses *stamping* dan cara kerja penggunaan mesin. Parameter tersebut digunakan variabel dalam menentukan perhitungan tonase.

2.3 Studi Literatur

Tahap studi literature dilakukan dengan mengumpulkan informasi penelitian terkait perhitungan tonase proses *stamping* pada proses produksi *Cover Muffler NIKA*.

2.4 Perumusan Masalah

Tahap perumusan masalah dilakukan dengan mengidentifikasi dari hasil pengamatan dan studi literature yang telah dikumpulkan. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui masalah apa saja yang perlu diketahui agar setiap proses dapat ditingkatkan nilai efisiensinya. Seperti apakah proses produksi *Cover Muffler NIKA* ini harus menggunakan mesin *stamping* dengan kapasitas 200 ton.

2.5 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengolektif data dari beberapa parameter dan variabel penelitian. Seperti spesifikasi material bahan. Material JSC270C adalah jenis SPCC-SB. Jenis ini adalah salah satu standar baja yang dikembangkan oleh *Japan Industrial Standards Committee* (JISC). Standar ini merujuk pada baja karbon rendah yang digunakan untuk aplikasi otomotif.

Kode "JSC" dalam JSC270 menunjukkan bahwa standar ini berasal dari Jepang. Angka "270" mengacu pada kekuatan tarik minimum baja dalam

megapascal (MPa). Dalam hal ini, baja JSC270 memiliki kekuatan tarik minimum sekitar 270 MPa. Standar ini mencakup spesifikasi kimia dan mekanis yang harus dipenuhi oleh baja JSC270. Komposisi kimia dan sifat mekanik yang tepat dari baja JSC270 dapat bervariasi tergantung pada spesifikasi yang diterapkan.

Dalam industri otomotif, baja JSC270 sering digunakan karena kekuatan dan keuletannya yang baik, serta kemampuannya untuk diolah dan dibentuk dengan mudah. Baja ini juga menawarkan ketahanan terhadap korosi dan sifat-sifat yang memadai untuk menghadapi beban dan tekanan yang terjadi pada komponen kendaraan. Data yang diambil dari perusahaan adalah objek yang diamati yaitu *Cover Muffler NIKA* sebagai berikut :

Tabel 1. Data *Cover Muffler NIKA*

Data Cover Muffler NIKA	
Jenis material	JSC270C
Panjang Material	450 mm
Lebar	160 mm
Tebal	8 mm
Shear Strength	270 Mpa
Jari-jari lubang pierching	6 mm

2.6 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan analisis perhitungan berdasarkan parameter penelitian yang didapat sebagai berikut :

1. Perhitungan Tonase pada Proses *drawing*

$$L = t \cdot S \cdot (2 \cdot \pi \cdot R \cdot k_A + 1 \cdot k_B) \quad (1) [10]$$

Dimana : L = Gaya Drawing (N)
 t = tebal material (mm)
 S = kekuatan tarik (N/mm^2)
 R = radius (mm)
 k_A = Konstanta (0,5 – 2,0)
 k_B = Konstanta (0,2 – 0,3)

2. Perhitungan Tonase pada Proses *trimming*

$$F_p = \sigma \cdot A \cdot S_f \quad (2) [7]$$

Dimana : F_p = Gaya Ptong (N)
 σ = Shear strenght (N/mm^2)
 A = Luas Material (mm^2)

3. Perhitungan Tonase pada Proses *flanging/restrike*

$$L = t \cdot S \cdot (2 \cdot \pi \cdot R \cdot kA + 1 \cdot kB) \quad (3) [10]$$

Dimana : L = Gaya Drawing (N)
 t = tebal material (mm)
 S = kekuatan tarik (N/mm^2)
 R = radius (mm)
 K_a = Konstanta (0,5 – 2,0)
 K_b = Konstanta (0,2 – 0,3)

4. Perhitungan Tonase pada Proses *cutting*

$$F = S \cdot t \cdot L \quad (4) [12]$$

Dimana : F = Gaya Potong (N)
 S = kekuatan tarik (N/mm^2)
 t = tebal material (mm)
 L = Panjang tepi potong (mm)

5. Perhitungan Tonase pada Proses *pierching*

$$F_p = \sigma (\pi r^2) \cdot Sf \quad (5) [7]$$

Dimana : F_p = Gaya Ptong (N)
 σ = Shear strenght (N/mm^2)
 r = jari – jari lubang Pierching (mm)
 Sf = Safety Factor (mm)

2.7 Analisis

Tahap analisis dilakukan terhadap hasil dari pengolahan data berupa hasil perhitungan proses *stamping*. Memberikan suatu usulan perbaikan kepada perusahaan terkait berdasarkan hasil perhitungan terkait. Kemudian mendiskusikan hasil analisa tersebut dengan pihak perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada penelitian ini meliputi data hasil perhitungan tonase pada proses *drawing*, proses *trimming*, proses *flanging/restrike*, proses *cutting*, dan proses *pierching*.

3.1 Proses Drawing

Proses *drawing* yaitu proses pembentukan lembaran logam menjadi bentuk silinder atau mangkok dengan cara menarik atau menekan lembaran logam melalui cetakan [7]. Data yang digunakan dalam menghitung proses *drawing* ini meliputi tebal material, *shear strength*, konstanta, radius dan panjang penampang melintang. Berikut hasil perhitungan proses *Drawing*:

$$L = 0,8 \cdot 270 \cdot (2 \cdot \pi \cdot 2,5 \cdot 1 + 1 \cdot 0,2)$$

$$= 216 \cdot 15,9$$

$$= 3434,4 \text{ N}$$

3.2 Proses Trimming

Proses *trimming* yaitu pemotongan sisi tepi yang tidak diinginkan dari lembaran logam yang telah dipotong atau dibentuk sebelumnya [7] Dibawah ini adalah proses perhitungan tonase proses *Trimming* :

$$F_p = 270 \cdot 576 \cdot 1,5$$

$$= 62280 \text{ Kg} \Rightarrow 62,28 \text{ ton}$$

3.3 Proses Flanging/Restrike

Tahap *flanging* yaitu menekuk logam di sepanjang sumbu melengkung. Sedangkan tahap *restrike* yaitu untuk menyelesaikan pembentukan fitur yang tidak dapat diperoleh pada operasi sebelumnya. Rumus perhitungan proses *flanging/restrike* sama dengan rumus proses *drawing* dikarenakan proses nya sama [7]. Berikut adalah proses perhitungan *flanging/restrike* :

$$L = 0,8 \cdot 270 \cdot (2 \cdot \pi \cdot 2,5 \cdot 1 + 1 \cdot 0,2)$$

$$= 216 \cdot 15,9$$

$$= 3433,3 \text{ N}$$

3.4 Proses Cutting

Proses *cutting* yaitu memotong lembaran logam menjadi bentuk – bentuk tertentu Berikut adalah perhitungan dari proses *Cutting*:

$$L = 270 \cdot 0,8 \cdot 20$$

$$= 4320 \text{ N}$$

3.5 Proses Pierching

Proses *pierching* melibatkan pemotongan lubang pada lembaran logam dengan menggunakan pisau pemotong yang sudah diatur sesuai dengan ukuran lubang yang diinginkan [7]. Berikut adalah perhitungan tonase mesin pada proses *pierching Cover Muffler NIKA* :

$$L = 270 \cdot (3,14 \cdot 6^2) \cdot 1,5$$

$$= 45781,2 \text{ Kg} \Rightarrow 45,81 \text{ Ton}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapatkan kesimpulan adalah bahwa proses *stamping* pada *Cover Muffler NIKA* melalui beberapa tahap, yaitu : *Drawing*, *Trimming*, *Flanging/Restrike*, *Cutting*, dan *Pierching*

Hasil perhitungan kekuatan tonase yang dibutuhkan mesin adalah 26,352 N/mm². Pada proses selanjutnya yaitu proses *drawing* tonase yang dibutuhkan adalah 3434,4 N. Lalu untuk proses *trimming* adalah 62,28 ton. Kemudian tonase pada tahap *fanging/restrike* adalah 3433,3 N. Lalu pada proses *cutting* tonase yang dihitung untuk dapat melanjutkan proses *stamping* adalah 4320 N. Terakhir adalah tonase pada proses *piercing* yang diketahui adalah 45,81 ton.

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa proses *stamping* pada proses produksi *Cover Muffler* NIKA bisa menggunakan mesin *stamping* dengan kapasitas minimum tonase 100 ton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan karunia nya yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan jurnal ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT. XYZ yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian terhadap produknya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing penelitian hingga proses penulisan penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Agung Pramana Putra, "Pembuatan Mesin Pres Bantalan Dengan Menggunakan," *Politeknik Negeri Ujung Pandang*, p. 1, 2021.
- [2] A. P. Harahap, "Analisis Perkembangan Industri Manufaktur Indonesia," *Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, vol. 4, pp. 1444 - 1450, 2023.
- [3] J. S. Fadhil, "Total Productive Maintenance pada Mesin Stamping AIDA 800 Blanking dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. XYZ," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 2, 2022.
- [4] H. Kusuma, "Manajemen Produksi : Perencanaan dan Pengendalian Produksi," *ANDI*, 2002.
- [5] K. Arief, "Diktat Proses Manufaktur; Proses Metal Stamping," 15 Agustus 2017. [Online]. Available: <http://eprints.umsb.ac.id/1836/1/Diktat%20Proses%20Manufaktur-1.pdf>. [Accessed 6 Agustus 2023].
- [6] M. Davenport, "AHSS Application Guidelines," [Online]. Available: <https://ahssinsights.org/forming/press-requirements/press-tonnage-predictions/>. [Accessed 23 Agustus 2023].
- [7] Irvan Septyan Mulyana, "Tonase Mesin Stamping Dalam Proses Pembuatan Bracket Engine Front 51422 - BZ071 di PT. Nusahadi Citraharmonis," *JURNAL ILMIAH FLASH*, vol. 8, no. 2, pp. 66-71, 2022.
- [8] M. Zulfikar, "Rancang bangun punch dan die pada mesin pres dengan variasi sudut untuk menekuk plat," *Skripsi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2019.
- [9] R. H. Rahmanto, "Simulasi V-Bending Dengan Variasi Kecepatan Pembebanan Terhadap Keausan Dies Menggunakan Software Finite Element Methode," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 1, p. 26, 2013.
- [10] Thomas Djunaedi, "Analisa Perhitungan Gaya - Gaya Mekanis Pada Pembuatan Komponen Otomotif Braket Upper Arm," *SINTEK*, vol. 8, no. 2088-9038.
- [11] Horton H, *Industrial Press*, 26 ed., *Machinery's Handbook*, 2000.

- [12] A. Ardian, "Handout Teori Pembentukan Bahan," [Online]. Available: <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132304811/pendidikan/4d-handout-teori-pembentukan-bahan.pdf>. [Accessed 19 July 2023].
- [13] A. F. N. Achmad Husen, "Analisa Sifat Mekanis Baja Pada Bahan SPCC-HD Dengan Proses," *PRESISI*, vol. 23, pp. 60-73, 2021.
- [14] N. Anisa, "Alternatif Metode Penjadwalan Pada Mesin Tunggal" *Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik - Sistem*, vol 17 No.2
- [15] Satria Khalif Isnain, "Perancangan Perbaikan Proses Produksi Komponen Bodi Mobil Daihatsu dengan Lean Manufacturing di PT. XYZ," *Jurnal Study Manajemen dan Bisnis*, vol. 3, 2016.