

Analisis Proses Pembuatan CAM 2SX di PT. XYZ dan PT. ABC

Raihan Fadillah^{1*}, Viktor Naubnome², Deri Teguh Santoso³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

*Koresponden email: mesinraihan@gmail.com

Diterima: 22 Juli 2024

Disetujui: 4 Juli 2024

Abstract

CAM 2SX production process at PT. XYZ and PT. ABC to determine the performance, quality and challenges of these automotive components. The stamping process was found to be effective in producing components at high speed and high precision through various process steps such as stamping, forming, shearing, trimming, punching and quality control (QC). The use of SPCC (Steel Plate Cold Coil) materials, CNC technology and simulation software helps to optimise processes and improve production results. In addition, the importance of qualified and trained human resources is recognised to meet the demands of modern industry, which is realised through the practical work initiative of Singaperbangsa University, Karawang. Strict quality controls are implemented to ensure that each component meets specifications and is free from defects such as scratches, dents, cracks and extrusions. In short, the stamping process is efficient and effective in manufacturing automotive components, but requires attention to detail and strict quality control to achieve optimum results.

Keywords: *Stamping Process, 2SX CAM Production, Production Efficiency, Quality Control, SPCC Material, CNC Technology, Process Simulation*

Abstrak

Proses produksi CAM 2SX di PT. XYZ dan PT. ABC dianalisis untuk mengetahui performa, kualitas dan tantangan komponen otomotif tersebut. Metode stamping terbukti efektif dalam menghasilkan komponen dengan kecepatan tinggi dan presisi tinggi melalui berbagai tahapan proses seperti blanking, forming, shearing, trimming, punching dan quality control (QC). Penggunaan material SPCC (*Steel Plate Cold Coil*) dan teknologi CNC serta software simulasi membantu mengoptimalkan proses dan meningkatkan hasil produksi. Selain itu, diakui pentingnya sumber daya manusia yang berkualitas dan terlatih untuk memenuhi tuntutan industri modern, yang diwujudkan melalui inisiatif kerja praktek Universitas Singaperbangsa, Karawang. Kontrol kualitas yang ketat diterapkan untuk memastikan setiap komponen memenuhi spesifikasi dan bebas dari cacat seperti goresan, penyok, retak dan ekstrusi. Singkatnya, metode stamping efisien dan efektif dalam pembuatan komponen otomotif, namun memerlukan perhatian terhadap detail dan pengendalian kualitas yang ketat untuk mencapai hasil yang optimal.

Kata Kunci: *Proses Stamping, Produksi CAM 2SX, Efisiensi Produksi, Kontrol Kualitas, Material SPCC, Teknologi CNC, Simulasi Proses*

1. Pendahuluan

Industri manufaktur, khususnya produksi komponen otomotif, telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Proses manufaktur menjadi lebih kompleks seiring dengan meningkatnya keinginan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi dan kecepatan produksi. Proses stamping telah menjadi metode yang sangat andal untuk membentuk suku cadang otomotif dari bahan logam [1].

Die stamping melibatkan penggunaan cetakan khusus yang memberikan bentuk dan detail presisi pada material logam seperti baja atau aluminium. Proses ini efisien dalam produksi massal dan memungkinkan komponen dibentuk dengan toleransi yang ketat [2].

Stamping die memiliki keunggulan yang signifikan dalam pembuatan komponen otomotif, antara lain kecepatan produksi yang tinggi, akurasi geometri yang baik, dan kemampuan membuat komponen dengan ketebalan yang seragam. Berkat perkembangan teknologi *CNC* dan penggunaan *software* simulasi, proses *stamping* dapat lebih dioptimalkan untuk mencapai hasil yang optimal [3].

Pentingnya proses memori *stamping* dalam industri otomotif tidak hanya terletak pada efisiensi produksi, tetapi juga pada kemampuan memproduksi komponen dengan kekuatan, daya tahan, dan presisi yang diperlukan untuk memenuhi standar keselamatan dan kinerja kendaraan [4].

Dengan perkembangan tersebut, menjadi sangat penting untuk memiliki manajemen sumber daya manusia (*SDM*) yang siap dan mampu memenuhi tuntutan zaman modern. Hal ini terutama berlaku bagi mahasiswa sebagai pekerja masa depan yang menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Mereka tidak hanya harus menguasai ilmu teoritis yang diperoleh di lingkungan akademis, namun juga memiliki keterampilan praktis yang dapat diterapkan di dunia nyata [5].

Sehubungan dengan hal tersebut, Jurusan Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang melaksanakan inisiatif berupa mata kuliah kerja praktek yang wajib diikuti oleh seluruh mahasiswa. Untuk mencapai tujuan dan kegiatan yang optimal, program kerja praktek ini dirancang untuk dilaksanakan di perusahaan yang sesuai dengan spesialisasi masing-masing mahasiswa. Tujuannya adalah agar mahasiswa memiliki pemahaman yang lebih fokus terhadap konsep-konsep teknik dan mampu mengukur keterampilan yang diperoleh di universitas dalam situasi kehidupan kerja.

2. Landasan Teori

1. *Stamping*

Stamping adalah suatu metode pembentukan logam pada suhu dingin dengan menggunakan cetakan (*die*) dan press, biasanya pelat cetak, dengan tujuan menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diinginkan. Oleh karena itu, bagian *stamping* adalah bagian yang dibuat dengan proses *stamping* itu sendiri [6]. *Stamping* merupakan suatu metode pembentukan huruf, simbol atau unsur lain pada permukaan lembaran logam, dimana bagian bawahnya tetap rata dan tekanan yang diperlukan relatif tinggi. Keseluruhan proses pada mesin *stamping* meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

a. *Blanking*

Blanking adalah pemotongan lembaran logam menjadi bentuk dasar atau bagian yang lebih kecil untuk diproses lebih lanjut. Pada tahap ini digunakan cetakan (*die*) dan *puncher* untuk memotong logam menjadi bentuk yang diinginkan. Bagian yang dipotong ini disebut blank.

b. *Drawing*

Menggambar adalah proses membentuk bentuk tiga dimensi dari lembaran logam dengan menggambar cetakan logam. Proses ini memungkinkan logam membentuk bentuk kompleks dan kedalaman berbeda. Gambar sering digunakan untuk membuat komponen seperti kaleng, gelas dan kendaraan.

c. *Piercing*

Punching adalah membuat lubang atau potongan pada bagian yang kosong atau terpotong. Seperti halnya benda kerja, pelubang dan cetakan digunakan untuk menekan logam dan membuat lubang dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. *Punching* sering digunakan untuk membuat lubang baut, ventilasi dan fitur lainnya pada bagian logam [7].

d. *Trimming*

Adalah pemotongan bahan berlebih dari bagian cetakan. Setelah menggambar dan mengebor, bagian logam mungkin memiliki kelebihan atau lengkungan yang harus dipangkas untuk mendapatkan dimensi yang benar dan permukaan yang halus. Pemotongan memastikan bahwa potongan akhir memiliki ukuran yang benar dan siap digunakan atau dirakit [8].

2. Mesin Press

Mesin *press* merupakan salah satu jenis mesin produksi yang umum digunakan dalam industri khususnya untuk *stamping* logam. Seperti namanya, mesin *press* bekerja dengan memanfaatkan gaya kompresi mesin melalui poros engkol atau sistem hidrolik.

Mesin *press* adalah suatu alat yang digunakan untuk memproduksi benda lembaran logam dengan menggunakan satu atau lebih cetakan, dengan menempatkan lembaran logam tersebut di antara cetakan atas dan bawah. Mesin *press* dan mekanismenya menggerakkan *slider* (piston) yang dipindahkan ke *press die*, mendorong lembaran, sehingga pemotongan dan pembentukan dapat dilakukan sesuai dengan pengoperasian *press die* yang digunakan [9]. Kualitas produk jadi sangat bergantung pada kualitas die dan sheet, sedangkan kecepatan produksi bergantung pada naik turunnya piston geser mesin *press*, sering disebut *SPM* (*stroke per* menit) seperti pada **Gambar 1**.



Mechanical Press

Hydraulic Press

Gambar 1. Mesin Press

Sumber: Analisa data pada lapangan

3. Die

Merupakan alat cetak yang digunakan untuk menghasilkan komponen atau bagian yang dipres sesuai model yang diinginkan dan diproses dengan mesin *press*. Cetakan biasanya digunakan untuk membentuk atau mengolah lembaran tipis. Ada keuntungan menggunakan cetakan, seperti kemampuan memproduksi komponen dalam jumlah besar dengan ukuran dan kualitas yang sama. Cetakan dibuat dari besi atau baja khusus, tergantung pada ukuran dan bahan yang digunakan dalam produksi bagian tersebut. Proses pembuatan cetakan meliputi tahapan desain, pemodelan poli, pengecoran besi, permesinan, finishing dan pengujian [10].

Jenis cetakan dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan yang digunakan dan karakteristik proses. Dilihat dari bahannya, cetakan dibagi menjadi dua jenis utama:

a. Dies Plate

Pelat cetakan menggunakan bahan dasar *spacer* (blok) dan belum termasuk pengecoran. Bahannya biasanya baja perkakas atau bahan lain yang kuat dan tahan lama.

b. Dies Casting

Dalam kasus *die casting*, bahan dasar yang diperoleh dari proses pengecoran digunakan. Dalam metode ini, logam cair dituangkan ke dalam cetakan untuk dijadikan bagian dari cetakan.

4. Sheet Metal

Lembaran *Sheet Metal* logam biasanya berbentuk lembaran, dan dalam bentuk yang lebih tipis dapat berbentuk gulungan. Dilihat dari komposisi kimianya, daun tipis dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu hitam dan berwarna. Contoh logam lembaran besi termasuk baja karbon, baja paduan, dan baja tahan karat. Produk-produk ini tersedia di pasar dengan persyaratan kualitas dan perawatan permukaan yang berbeda. Permukaan luar bagian logam yang meningkatkan estetika produk harus terbuat dari lembaran logam berkualitas tinggi. Contoh logam lembaran *non-ferrous* antara lain aluminium, paduan aluminium, paduan magnesium, paduan seng, dan paduan titanium, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Sheet Metal Coil

Sumber: Analisa data pada lapangan

3. Hasil dan Pembahasan

1. Material

Pada PT. XYZ dan PT. ABC selama produksi 2SX. Material PT. XYZ *Press and Dies Industries* adalah *SPCC* dengan dimensi 2.6 x 105 x coil. *SPCC* yang merupakan singkatan dari *Steel Plate Cold Coil dikenal* juga dengan sebutan baja putih. Baja jenis *SPCC* unggul dengan kualitas permukaan lebih baik dan keunggulan ramping dengan dimensi lebih akurat. Selain itu *SPCC* juga mempunyai sifat mekanik yang baik dan sifat mampu bentuk yang sangat baik [11].

SPCC menurut definisi adalah singkatan dari *Cold Rolled Coiled Steel Sheet* dan secara khusus didefinisikan sebagai lembaran baja canai yang sesuai dengan standar komersial Jepang *JIS G3141*. Baja jenis *SPCC* sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mobil, peralatan listrik dan lain sebagainya karena aplikasinya yang luas. Dari segi material, *SPCC* mirip dengan baja karbon kelas komersial *ASTM A1008* dan *A1008M*. seperti terlihat pada **Gambar 3** di bawah ini.



Gambar 3. *Steel Plate Cold Rolled*
 Sumber: Analisa data pada lapangan

ASTM International adalah organisasi internasional yang berfokus pada pengembangan standar teknis untuk bahan, produk, sistem dan layanan. *ASTM*, yang berbasis di Amerika Serikat, adalah singkatan dari *American Society for Testing and Materials*. Didirikan pada tahun 1898 oleh sekelompok [12].

Standar Industri Jepang (*JIS*) adalah kriteria yang ditetapkan untuk kegiatan industri di *Jepang*. Proses standardisasi ini dikoordinasikan oleh Komite Standar Industri *Jepang* dan diterbitkan oleh Asosiasi Standar *Jepang*. Undang-undang Standardisasi Industri disahkan pada tahun 1949 dan menjadi dasar hukum Standar Industri *Jepang (JIS)*. Perbandingan *JIS* dan *ASTM* dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Material Description	ASTM Standard		JIS Standard		Remarks
Carbon Steel	A135	Grade A	G 3454	STPG 370	
	A53	Grade E-A			
	A135	Grade B			
	A53	Grade E-B	G 3452	STPG 410	
	A53	Type F		SGF	
	A100	Grade A		STPT 370	
Stainless Steel	A312	Grade B	G 3456	STPT 410	
		Grade 1	G 3460	STPL 300	
		Grade 3		STPL 450	
		Grade TP304	G 3459	SUS 304TP	
	Grade TP304L	SUS 304LTP			
	Grade TP316	SUS 316TP			
	Grade TP316L		SUS 316LTP		

Gambar 4. Perbandingan *JIS* dan *ASTM* untuk pipa
 Sumber: Analisa data pada lapangan

Perbandingan standar material *JIS (Japanese Industrial Standards)* dan *ASTM (American Society for Testing and Materials)* melibatkan beberapa faktor, antara lain spesifikasi material, sifat mekanik, komposisi kimia, dan aplikasi yang sesuai, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.

Material Description	ASTM Standard		JIS Standard		Remarks
Carbon Steel	A105	-	G 3201	SF 490A	
		-	G 3202	SFVC 2A	
	A181	Grade I	G 4051	S25C (Forging)	
		Grade II		S30C (Forging)	
A350	Grade LF2	G 3205	SFL2		
Stainless Steel	A182	Grade F1	G 3203	SFVA F1	
		Grade F2		SFVA F2	
	A182	Grade F304	G 3214	SUS F304	
		Grade F316		SUS F316	
	Grade F316L		SUS F316L		

Gambar 5. Perbandingan *JIS* dan *ASTM* untuk *forging* material
 Sumber: Analisa data pada lapangan

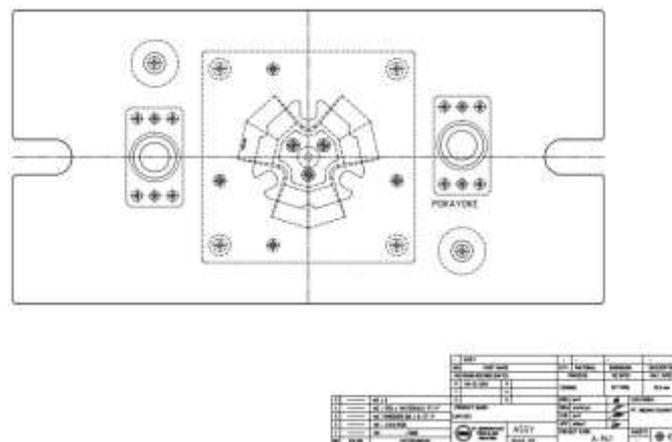
Perbandingan standar material *JIS* (*Japanese Industrial Standards*) dan *ASTM* (*American Society for Testing and Materials*) untuk material *casting* melibatkan beberapa faktor, antara lain spesifikasi material, sifat mekanik, komposisi kimia, dan aplikasi yang sesuai, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.

Material Description	ASTM Standard	JIS Standard	Remarks
Cast Carbon Steel	A216	Grade WCA	SCPH1
		Grade WCB	SCPH2
	A352	Grade LCB	SCPL1
Cast Stainless Steel	A351	Grade CF-8	SCS13A
		Grade CF-8M	SCS14A
		Grade CF-3M	SCS16A
Cast Iron	A48	Class No.30	FC 200
	A126	Class B	FC 200
	A48	Class No.35	FC 250
	A126	Class C	FC 250
Malleable Iron	A197		FCMB 270
	A47M	Grade 22010	FCMB 340
	A47	Class 32510	
Ductile Iron	A536	Grade 60-45-18	FCD 400-15
		Grade 65-45-12	FCD 450-10

Gambar 6. Perbandingan *JIS* dan *ASTM* untuk *casting* material
 Sumber: Analisa data pada lapangan

2. Gambar Desain

Pada tahap *stamping* proses pembuatan komponen *Cam 2SX*, langkah pertama adalah pembuatan gambar desain untuk membuat cetakan (*die*) yang digunakan dalam proses pencetakan *part* yang diinginkan. Setiap tahapan pembuatan *Cam 2SX* memerlukan bentuk cetakan yang berbeda-beda, sehingga setiap cetakan memerlukan desain yang unik pada setiap tahapan prosesnya. Contoh gambar proyek yang dibuat oleh *engineer* PT. XYZ dan PT. ABC seperti terlihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Gambar Desain *Dies Cam 2SX*
 Sumber: Analisa data pada lapangan

Gambar desain menggunakan proyeksi *Amerika*. Proyeksi *Amerika* atau (proyeksi segitiga) adalah bidang proyeksi antara suatu benda dengan pengamat di luarnya. Memproyeksikan suatu benda ke bidang proyeksi ibarat benda tersebut ditarik ke bidang proyeksi. Jadi, bila bidang proyeksi terbuka maka tampak depan di depan, tampak atas di atas, tampak samping kanan di kanan, tampak samping kiri di kiri, tampak bawah di bawah, dan tampak belakang ada di sebelah kanan.

3. Proses Produksi *Cam 2SX*

Pembuatan komponen *Cam 2SX* ini memiliki enam tahap proses produksi, lima tahap diantaranya menggunakan mesin *press* dan satu tahap tanpa mesin *press* [13]. Cetakan yang berbeda digunakan pada setiap tahapan mesin *press* sesuai dengan fungsinya. Berikut langkah-langkah pembuatan komponen produksi *2SX* di PT. XYZ dan ABC

a. *Blanking Pie*

Proses *blanking* merupakan proses pemotongan bahan lembaran untuk memperoleh ukuran yang diinginkan dan penggunaan bahan seefisien mungkin, serta meminimalkan sisa bahan semaksimal mungkin. Pada tahap ini bahan *SPCC* yang awalnya berbentuk gulungan diluruskan terlebih dahulu sebelum masuk ke mesin *press* 1. Setelah itu, lembaran *SPCC* yang sudah berbentuk lembaran otomatis dipotong sehingga menghasilkan apa yang disebut dengan *blanking pie* seperti **Gambar 8**.



Gambar 8. Gambar Proses *Blanking*
 Sumber: Analisa data pada lapangan

b. *Forming*

Proses ini melibatkan pembentukan, pemotongan atau pembentukan bagian-bagian khusus pada lembaran untuk membuat komponen atau produk tertentu. Pada proses ini terbentuk *drain cake* yang awalnya berbentuk pipih seperti terlihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. *Forming*
 Sumber: Analisa data pada lapangan

c. *Restrike*

Dalam proses *Restrike*, *blank* atau komponen yang dibentuk pada tahap awal pencetakan (biasanya gambar atau pembentukan) dapat ditempatkan kembali ke dalam cetakan untuk pencetakan selanjutnya. Pada langkah pengerjaan ulang, mesin *press* menggunakan tekanan tambahan untuk mencapai bentuk akhir atau detail tertentu yang mungkin sulit dicapai dengan satu langkah *stamping*. Proses reproduksi dapat membantu meningkatkan akurasi geometri, kekuatan struktural, atau memberikan fungsionalitas tambahan pada komponen. Ini adalah pendekatan yang fleksibel untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan dalam produksi cetakan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Proses *Restrike*
 Sumber: Analisa data pada lapangan

d. *Trim Pie Cut + Marking*

Proses *Stamping* adalah langkah manufaktur di mana bagian yang tidak diinginkan dari lembaran logam yang dicap atau dibentuk sebelumnya dipotong atau dihilangkan untuk mendapatkan bentuk atau ukuran akhir yang diinginkan. Proses ini merupakan bagian penting dalam pembuatan stamping dan bertujuan untuk menghasilkan bagian akhir yang akurat dan memenuhi spesifikasi desain. Di bagian ini, bagian tersebut diberi label atau ditandai "*Cam 2SX*"

e. *Coining*

Proses *coining* merupakan suatu langkah pemberian tekanan tambahan pada permukaan komponen atau produk yang telah diproses sebelumnya dengan mesin press dan cetakan untuk memperoleh detail atau ciri tertentu. Tujuan utama dari proses manufaktur adalah untuk meningkatkan keakuratan pengukuran, menekankan pembedaan atau meningkatkan kualitas permukaan produk akhir. Ini adalah proses terakhir yang menggunakan mesin press untuk membuat *2SX Cam* seperti pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Proses *Coining*

Sumber: Analisa data pada lapangan

f. *Quality Control (QC)*

Pada tahap ini, komponen-komponen yang telah melalui proses stamping diperiksa kembali untuk memastikan kebenaran bagian-bagian tersebut dan untuk mengidentifikasi kemungkinan cacat pada bagian-bagian tersebut. Selain itu, tepi komponen dapat diampelas atau dihaluskan pada tahap ini untuk mendapatkan hasil akhir yang lebih halus.

4. Masalah atau Penyebab Produk *Not Good (NG)*

Kemungkinan permasalahan atau cacat pada pembuatan *part Cam 2SX* adalah sebagai berikut:

a. *Scratch*

Scratch pada proses *stamping* merupakan cacat atau goresan pada permukaan logam yang terjadi pada saat proses stamping. Cacat ini dapat mempengaruhi kualitas estetika dan fungsional produk akhir. Beberapa penyebab paling umum terjadinya goresan pada proses stamping adalah gesekan antara cetakan dengan material atau komponen yang bersentuhan selama pencetakan. Pencegahan goresan melibatkan perawatan dan pemeliharaan cetakan, pemilihan pelumas yang tepat, dan pemantauan yang cermat selama proses pengecoran cetakan. Kontrol kualitas yang baik juga diperlukan untuk mendeteksi dan menghilangkan goresan secepat mungkin.

b. *Collaring*

Cacat "*colling*" pada proses *stamping* mengacu pada kondisi dimana bagian tertentu dari benda kerja atau material menyempit atau berubah bentuk selama proses pembentukan. Untuk menghindari "kemacetan" dalam proses *stamping*, perlu dilakukan pemilihan bahan yang tepat, desain nosel yang baik, dan pengaturan parameter proses yang cermat. Kontrol kualitas selama proses stamping dan penyesuaian yang tepat ketika ditemukan cacat sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar kualitas yang diinginkan.

c. Retak

"Retak" pada proses stamping mengacu pada retakan atau patahan yang terjadi pada bahan logam selama atau setelah pembentukan tekan. Cacat ini dapat mengurangi kekuatan, daya tahan dan kualitas keseluruhan dari bagian produk.

d. Ekstrusi

Cacat ekstrusi pada proses pengecapan mengacu pada kondisi dimana bagian yang dicap memiliki tepi logam yang tidak rata atau tajam, yang dapat menimbulkan potensi bahaya dan menurunkan kualitas produk. Cacat ini biasanya terjadi pada bagian pinggir atau pinggir produk yang dicap.

4. Kesimpulan

Proses stamping terbukti merupakan metode yang sangat efektif dalam pembuatan komponen otomotif. Dengan menggunakan cetakan dan mesin press, metode ini memungkinkan produksi massal dengan kecepatan tinggi dan presisi tinggi. Proses produksi 2SX CAM terdiri dari beberapa langkah penting: *blanking*, pencetakan, pembentukan ulang, pemotongan, pelubangan, dan kontrol kualitas (*QC*). Setiap tahapan memiliki peran tertentu untuk menjamin bentuk dan kualitas komponen yang diproduksi. Membuat gambar desain yang akurat sangat penting untuk membuat cetakan sesuai spesifikasi yang diinginkan. Material yang digunakan seperti *SPCC (Steel Plate Cold Coil)* menawarkan kualitas permukaan yang baik dan dimensi yang presisi, serta sifat mekanik yang baik.

5. Referensi

- [1] Abid, Muhammad Miftahul. "Implementasi Failure Mode and Effect Analysis Pada Proses Stamping Part Body Mobil." *JERA: Journal of Engineering Research and Application* 2.1 (2023): 37-42.
- [2] F. B. Setiawan, H. W. Kusuma, S. Riyadi, and Leonardus Heru Pratomo, "Penerapan PI Cam Menggunakan Program Berbasis Raspberry PI 4," *Cyclotr. J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 51–56, 2022.
- [3] Febriano, Yohanes Ronaldo, et al. "Perancangan Forming Unit Pada Mesin Pembuat Paper Bowl Dengan Mekanisme CAM." *IMDeC* (2019).
- [4] A. A. Saputra, S. Suwandi, and Y. Widhianti, "Perhitungan Waktu pada Proses Machining CNC Milling dengan Menggunakan Software Ncbrain," *Pros. Sains Nas. dan Teknol.*, vol. 12, no. 1, p. 173, 2022.
- [5] S. P. Purbaningrum, E. S. Solih, D. Agustin, and R. Kurniawan, "Modifikasi Stamping Dies Panel Dashboard dengan Penambahan Base plate untuk Mengatasi Masalah Scrap Macet," *Serambi Eng.*, vol. IX, no. 1, pp. 8319–8326, 2024.
- [6] A. Fauzan, "Manufaktur Spacer Dengan Dimensi 180 X 150 X 30mm Pada Blanking Die," *J. Tek. Inform. dan Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 34–48, 2021.
- [7] D. Agustin, I. Syihab, S. P. Purbaningrum, and A. W. Arohman, "Redesain Dies Proses Blank-Pierce dengan Penyesuaian Mesin Press Guna Meningkatkan Efisiensi Produk Reinforcement Quarter Panel Extension RH / L," vol. IX, no. 2, pp. 8651–8658, 2024.
- [8] N. A. Sutisna and V. G. Afandi, "Analisis desain stamping die menggunakan FTI forming suite," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, pp. 112–118, 2023.
- [9] Retno Devita, Nanda Tommy Wirawan, and David Agustri Syafni, "Perancangan Prototipe Keamanan Pintu Rumah Menggunakan Kamera Ttl Dan Aplikasi Telegram Berbasis Arduino," *J. Ilm. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–61, 2022.
- [10] M. Fakhri Nugroho and H. Ronggo Waluyo, "Perhitungan Tonase Proses Stamping pada Cover Muffler NIKA di PT. XYZ," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 03, no. 01, pp. 1–08, 2023.
- [11] N. Pranandita and M. Yunus, "Merancang Sistem Penarik pada Mesin Pamarut Singkong Menggunakan VDI 2221," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 13, no. 01, pp. 19–24, 2021.
- [12] Bohari, S. D. Ramdani, and W. Prasetyo, "Proses Pembuatan Gasket Menggunakan Mesin CNC Milling Berbasis CAD/CAM," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 01, pp. 14–21, 2022.
- [13] R. Suhendra, "Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi (Studi Kasus pada Stamping Production Division Sebuah Industri Otomotif)," *Dep. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Indones.*, pp. 91–100, 2015.