



Desain Dies Proses Piercing dan Shearing pada Pembuatan Clamping Process Die Design Piercing and Shearing on Manufacture Clamping

Risky Maulana¹, Choirul Anwar¹, Jatira¹, Yadi Heryadi¹, Dede A Rajab¹, Irwan Suriaman^{1*}

¹ Teknik Mesin, STT Wastukancana, Purwakarta, Indonesia

Abstrak: Perusahaan fabrikasi trolley yang menerapkan sistem *make to order* dalam proses produksi. Dari beberapa jenis model trolley salah satunya trolley model *mesh* yang dimana salah satu komponennya menggunakan alat bantu yaitu *clamp plat*. Dimana pada *clamp plat* ini berfungsi untuk mengikat komponen satu dengan komponen lain agar trolley *mesh* bisa berfungsi lebih efektif. Pembuatannya menggunakan mesin *press* dengan *punch* dan *dies*. Dalam pembuatan *clamping* proses yang digunakan adalah *shearing* dan *piercing*. Pemilihan *dies* akan didasarkan pada kepraktisan proses pembuatan produknya, serta relatif lebih murah biaya pembuatan *dies*. Dalam proses pembuatan produk ini akan menggunakan satu *dies compound*. Proses *shearing* dan *piercing* hanya dengan satu proses, sehingga dapat banyak menghemat waktu dan biaya. Untuk perencanaan *dies* ini proses pengerjaannya meliputi besar gaya pemotongan, besar kapasitas mesin yang dibutuhkan, *clearance*, dimensi *punch*, dimensi *dies* dan alat penunjang yang digunakan. Material yang digunakan untuk membuat *clamping* adalah SPCC SD dengan tebal 3 mm. Kapasitas mesin yang digunakan adalah 25 ton. Gaya operasional potong untuk proses *shearing* adalah 62361,6 N, untuk proses *piercing hole* adalah 20267,5 N. Jadi dengan menggunakan desain kontur *punch* yang dibuat secara terpisah itu bisa mempermudah pada saat proses perawatan dan proses produksi bisa dilakukan secara masal.

Kata Kunci: *Compound tool, SPCC SD, Shearing, Piercing, dies*

Abstract: A trolley fabrication company that implements a *make-to-order* system in the production process. Of the several types of trolley models, one of them is the *mesh* model trolley where one of the components uses a *clamp plate*. Where the *clamp plate* functions to bind one component to another so that the *mesh* trolley can function more effectively. It is made using a *press* machine with *Punch* and *Dies*. In making *clamping*, the process used is *shearing* and *piercing*. The selection of *dies* will be based on the practicality of the product manufacturing process, as well as the relatively cheaper cost of making *dies*. In the manufacturing process of this product, a single *compound die* will be used. The *shearing* and *piercing* processes are only one process, so it can save a lot of time and costs. For this *die* planning process, the work includes the amount of cutting force, the required machine capacity, *clearance*, *punch* dimensions, *dies* dimensions and supporting tools used. The material used to make *clamping* is SPCC SD with a thickness of 3 mm. The machine capacity used is 25 tons. The cutting operational force for the *shearing* process is 62361.6 N, for the *piercing hole* process is 20267.5 N. So by using a separately made *punch* contour design, it can make it easier during the maintenance process and the production process can be carried out in bulk.

Keywords: *Compound tool, SPCC SD, Shearing, Piercing, dies*

1. Pendahuluan

Pengangkutan barang secara keseluruhan dilakukan tanpa menggunakan alat bantu dengan jarak dan beban yang beragam, efek yang terjadi pada kondisi aktual tersebut mengakibatkan kelelahan dihasilkan pekerja dan menimbulkan resiko cedera pada pekerja [1]. Untuk mengurangi efek kelelahan, cedera dan agar pengangkutan menjadi efektif dan efisien, dibutuhkan alat bantu pengangkutan seperti trolley [2]. PT. XYZ merupakan Perusahaan fabrikasi trolley yang menerapkan sistem *make to order* dalam proses produksi. Sistem *make to order* (MTO) merupakan strategi produksi dimana pelanggan dapat membeli produk dengan spesifikasi yang diinginkan oleh mereka [3]. Dari beberapa jenis model trolley salah satunya trolley model *mesh* yang dimana salah satu

* Corresponding author : irwansuriaman@wastukancana.ac.id

<https://doi.org/10.51132/teknologika.v16i1>

Received : 21-04-2026

Accepted : 22-04-2026

Available online : 31-05-2026

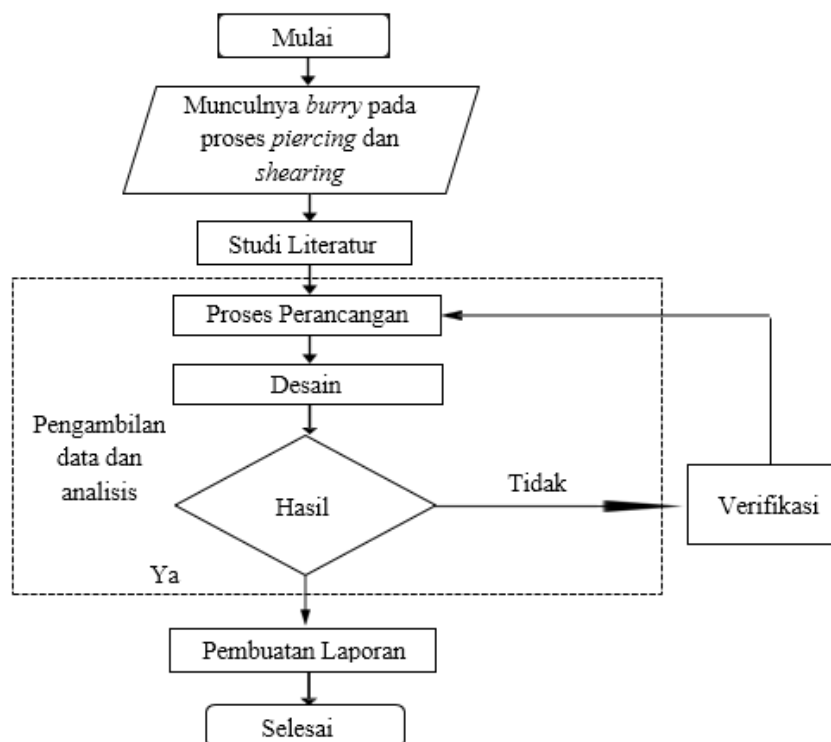
komponennya menggunakan alat bantu yaitu *clamp plat*. Oleh karenanya permintaan pasar akan komponen *trolley mesh* semakin tinggi [4,5].

Hal inilah menjadikan celah bagi industri untuk ikut memproduksi komponen untuk memenuhi permintaan pasar. Salah satu komponen *trolley mesh* yaitu *clamp plat*, dimana pada *clamp plat* ini berfungsi untuk mengikat komponen satu dengan komponen lain agar *trolley mesh* bisa berfungsi lebih efektif. Biasanya bahan dasar dari *clamp plat* ini ialah *sheet metal*/lembaran *plat*. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk membuat komponen dengan bahan dasar *plat* adalah yang membutuhkan *punch* dan *dies* sebagai alat pendukung yang vital [6-7]. Diperlukan suatu yang simpel dan efisien, menghasilkan produk yang tinggi baik kualitas dan kuantitasnya, serta murah biaya pembuatannya sehingga dapat diaplikasikan pada industri-industri pada umumnya. Untuk produksi masal dengan bentuk dan ukuran yang sama, dari segi penghematan waktu, produktifitas yang tinggi, efisiensi dari penggunaan material, kemudahan dalam penggunaan mesin, kemampuan untuk dikerjakan oleh pekerja yang mempunyai dasar keterampilan yang relatif rendah, biaya produksi, bentuk-bentuk yang kompleks serta *part* yang membutuhkan kepresisian yang cukup tinggi, mampu dibentuk yang cukup baik [8-10]. Penelitian ini diharapkan diperoleh solusi yang baik untuk desain *trolley* lebih aman dan kuat dalam menahan beban yang diberikan sesuai dengan material bahan yang murah dan proses yang lebih mudah dibentuk.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bagan Alur Penelitian

Tahapan Penelitian dapat dijabarkan pada Gambar 1. Riset dilakukan dengan tahap awal melakukan studi lapangan di area produksi *trolley*, kemudian melakukan pengumpulan data lalu dianalisis. Data yang sudah dianalisa kemudian disajikan dalam makalah untuk dipublikasi, dengan melakukan sitasi dari jurnal-jurnal yang relevan serta buku referensi yang sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan. Mulai dengan adanya muncul permasalahan pada *trolley* yakni *burry* pada proses *piercing* dan *shearing* yang perlu dianalisis lebih lanjut.



Gambar 1. Flowchart riset dengan studi lapangan sampai jurnal

Proses riset ini dengan pemilihan bahan yang lebih murah dan proses pembentukan yang mudah akan memberikan dampak lebih besar pada profit perusahaan yang menghasilkan *trolley*. Untuk pemasaran *trolley* juga akan mampu diterima pasar karena harga produk yang lebih bersain.

2.2 Objek Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada sebuah perusahaan *trolley* di PT XYZ. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *SPCC* adalah singkatan dari (*steel plate cold rolled coiled*) *SPCC* didefinisikan sebagai baja lembaran *clamping* dingin dengan kualitas komersial ditunjukkan pada Gambar 2, merujuk pada standar jepang *JIS G3141*. Material *clamping SPCC* dalam standar industri jepang dikodekan *JIS G3141:2005* sebagai baja karbon dasar dapat disebutkan dalam baja ringan. Baja *cold rolled* ini adalah jenis baja yang dapat digunakan secara komersial.



Gambar 1. Objek penelitian SPCC SD untuk pengambilan data untuk proses penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Material Penelitian

Material *steel plate cold rolled coiled* (*SPCC*) *type SD* dengan ketebalan 3 mm dipotong dengan mesin *cutting* dan hasilnya menjadi potongan *strip* yang berukuran (1200 x 2400 x 3) mm. Dalam penelitian ini bahan baja lunak yaitu *SPCC SD* dengan ketebalan 3 mm seperti dalam Tabel 1 sebagai berikut untuk detail properti bahan material penelitian.

Tabel 1. Sifat-sifat mekanik *plat SPCC SD*

| No. | Mechanical Properties | Standard | Aktual |
|-----|-----------------------|----------|--------|
| 1 | UTS (MPa) | 270 | 320 |
| 2 | YS (MPa) | 240 | 219 |
| 3 | Elongation (%) | 46 | 47 |
| 4 | Hardnes (HRB) | 57 | 44,1 |

Untuk komposisi dari *steel plate cold rolled coiled* (*SPCC*) *type SD* dengan dominan dari Mn dengan paduan karbon sekitar 0, 12%. Pada komposisi ini mendukung struktur material lebih kokoh sehingga mampu diberikan beban yang aman saat *trolley* digunakan [10-15]. Secara detail komposisi dapat dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia plat SPCC SD

| No.Unsur | Standar (%) | Aktual (%) |
|----------|-------------|------------|
| 1 C | 0,12 | 0,0168 |
| 2 Mn | 0,5 | 0,218 |
| 3 S | 0,45 | 0,0028 |
| 4 P | 0,40 | 0,0080 |
| 5 Si | | 0,001 |

3.2 Menentukan Model Analisis Punch and Dies

Menggunakan metode perancangan dan sampai verifikasi desain. Beberapa rumus yang digunakan dalam melakukan analisis adalah sebagai berikut: besarnya gaya *shearing* dan gaya *piercing* dihitung dengan mengalikan luasan dan tekanan [1-5], sehingga dengan demikian untuk perhitungan gaya *shearing* dan gaya *piercing* sebagai tekanannya di perhitungkan berdasarkan batas patah yang dimiliki material dengan panjang L (mm) digunakan dari asumsi *Solidwork* tersebut;

$$F_h = 0,7 \cdot L \cdot T \cdot (UTS) \quad (1)$$

Dimana:

F_h = Gaya *piercing hole* (N)

l_s = Keliling pemotongan/ panjang pemotongan (mm)

T = Tebal *plat* material (mm)

UTS = Tegangan tarik maksimum material (N/ mm^2)

3.3 Menentukan Gaya Punch Shearing

Untuk mencari besarnya gaya yang bekerja pada *punch shearing* bisa menggunakan rumus sebagai berikut;

$$F_s = 0,7 \cdot L \cdot T \cdot (UTS) \quad (2)$$

Dimana:

F_s = Gaya *shearing* (N)

L = Keliling pemotongan/ panjang pemotongan (mm)

T = Tebal *plat* material (mm)

UTS = Tegangan tarik maksimum material (N/ mm^2)

3.4 Menentukan Gaya Stripper Plate

Selanjutnya, mencari gaya *Stripper*, yaitu suatu gaya tambahan dengan tujuan sebagai gaya cadangan dalam penentuan *tonase* mesin *press* yang akan digunakan

$$F_{sp} = 5 \text{ to } 20\% \times F_{ptot} \quad (3)$$

Dimana:

F_{sp} = Gaya pegas *stripper* (N)

F_{ptot} = Gaya total *punch* (N)

3.5 Menentukan Kapasitas Mesin Press

Diketahuinya gaya potong dan juga gaya *stripping*, maka kapasitas dari mesin press (*press machine capacity*) dapat ditentukan dengan rumus;

$$P_m = (F_{ptot} + F_{sp}) \times (S_f) \quad (4)$$

Dimana:

P_m = Press Machine Capacity (N)

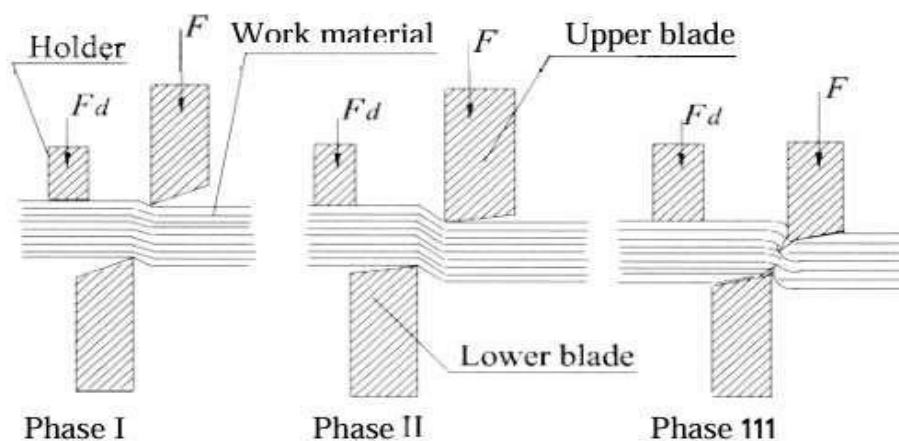
F_{ptot} = Gaya Potong (N)

F_{sp} = Gaya *Stripping* (N)

S_f = *Safety Factor* untuk faktor keamanan

3.6 Proses Pemotongan Plat (*Shearing of Profect*)

Proses pemotongan melibatkan pemotongan bentuk material datar, seperti lembaran dan pelat. Pemotongan dapat dilakukan dengan berbagai jenis pisau atau pemotong pada mesin khusus yang digerakkan oleh tenaga mekanik, hidrolik, atau pneumatik. Secara umum, operasinya terdiri dari memegang material dengan kaku, sementara material tersebut dipotong oleh gaya pisau atas saat bergerak ke bawah melewati pisau bawah yang diam. Selama proses pemotongan, tiga fase dapat diamati: Pada fase I, karena aksi gaya potong E , tegangan pada material lebih rendah daripada tegangan luluh ($\tau < \tau_e$). Fase ini adalah fase deformasi elastis dijabarkan pada Gambar 3. Untuk mencegah pergerakan material selama operasi pemotongan, material dipegang oleh penahan material dengan gaya F_d . Pada fase II, tegangan pada material lebih tinggi daripada tegangan luluh tetapi lebih rendah daripada UTS. Fase ini adalah fase deformasi plastis ($\tau_e < \tau < \tau_m$). Pada fase III, tegangan pada material sama dengan tegangan geser ($\tau = \tau_m$). Material mulai terbelah bukan di tepi depan, tetapi pada munculnya retakan atau patahan pertama pada material. Patahnya material terjadi pada fase ini.



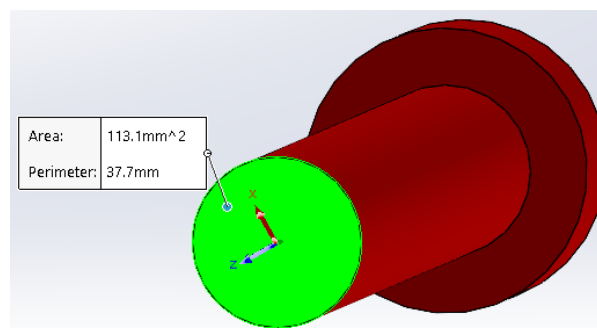
Gambar 3. Ilustrasi Proses *Shearing*

Dalam nilai absolut jarak bebas umumnya dinyatakan sebagai presentase dari ketebalan material yang diujikan. Nilai *clearance* pada material *trolley* dapat dipaparkan pada Tabel 3 dengan variasi ketebalan pada rentang (1-4) mm.

Tabel 3. Nilai Clearence dari beberapa jenis material

| Ketebalan Material (mm) | Nilai Clearence | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|
| | Low Carbon Steel Copper and Brass | Medium Steel (0,20-25)% C | Hard Steel (0,4-0,6)% C | Alumunium |
| 1,00 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,10 |
| 1,50 | 0,075 | 0,09 | 0,10 | 0,015 |
| 2,00 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,20 |
| 2,50 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,25 |
| 3,00 | 0,15 | 0,18 | 0,21 | 0,28 |
| 3,50 | 0,18 | 0,21 | 0,25 | 0,35 |
| 4,00 | 0,20 | 0,24 | 0,28 | 0,40 |

Perhitungan *clearance* pada persamaan di atas dapat digunakan untuk menentukan ukuran *punch* dan *die* yang cocok dalam operasional *shearing* dan *punching* konvensional. Apakah *clearance* dikurangi dari ukuran *punch* atau ditambahkan pada ukuran *die* tergantung pada lubang yang dibuat apakah untuk menghasilkan *blank* atau *slug*.



Gambar 4. Luas penampang *punch* *piercing hole*

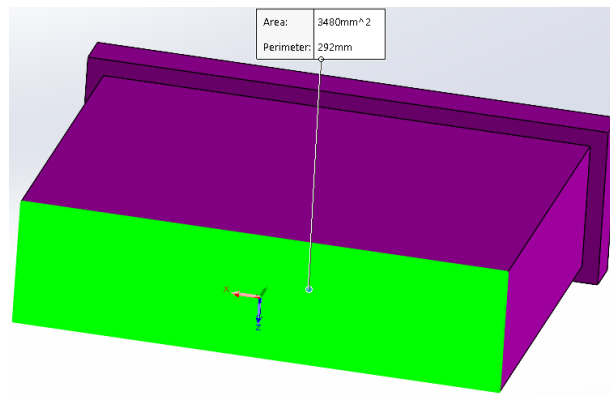
3.7 Menentukan Panjang Punch Hole

Untuk mencari hasil panjang *punch* maksimum dengan tampilan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dihitung dengan persamaan berikut;

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\pi^2 EI}{4l_s T (0,8UTS)}} \quad (5)$$

Dimana:

- E = Modulus Elastisitas (N/ mm²)
- I = Momen inersia bahan (mm⁴)
- l_s = Keliling potong (mm)
- T = Ketebalan material (mm)
- UTS = *Ultimate Tensile Strenght material* (N/ mm²)
- I_{max} = Panjang maksimum (mm)



Gambar 5. Luas penampang *punch shearing*

Pada riset ini diasumsikan bahwa permukaan *punch hole* dianggap sebagai salah satu ujungnya tetap dan gaya tekan bekerja di ujung yang lain. Disini untuk memotong operasi 80% kali gaya potong. Untuk gaya tekan pada pukulan sama dengan gaya geser pada lembaran logam. Untuk menghitung besarnya defleksi pada *Punch Piercing hole* bisa menggunakan rumus berikut:

$$\delta = \frac{F_{h'} \cdot L'}{A \cdot E} \tag{6}$$

$$F_{h'} = 80\% \times F_h$$

Dimana:

- $F_{h'}$ = Gaya Potong operasional (N)
- F_h = Gaya potong (N)
- δ = Defleksi (mm)
- E = Modulus Elastisitas (N/ mm^2)
- A = Luas Penampang (mm)
- L' = Panjang *Punch* (mm)

Tabel 4. Hasil desain *dies* untuk *pierching* dan *shearing* pada *clamping trolley*

| No | Nama | Dimensi (mm) | Yield Strength (MPa) | Defleksi (mm) | Tegangan (MPa) |
|----|-----------------------|----------------|----------------------|---------------|----------------|
| 1 | <i>Punch Hole</i> | Ø12 x 85 | 330 | 0,07 | 179,2 |
| 2 | <i>Punch Shearing</i> | Tak tentu | 330 | 0,01 | 17,92 |
| 3 | <i>Dies</i> | 195 x 150 x 35 | 330 | 0,01 | 2,83 |
| 4 | <i>Stripper Plate</i> | 195 x 150 x 20 | 335 | 0,013 | 0,71 |
| 5 | <i>Upper Plate</i> | 300 x 200 x 25 | 335 | 0,16 | 1,38 |
| 6 | <i>Bottom plate</i> | 300 x 200 x 30 | 335 | 0,01 | 1,38 |

Pada Tabel 4 hasil desain untuk *dies* yang telah dianalisis diperoleh memiliki diameter *punch hole* 12 mm dengan panjang 85 mm. Kekuatan tarik dari desain sekitar 330 MPa dengan tegangan yang dihasilkan sekitar 179,2 MPa. Untuk *punch shearing* memiliki kekuatan tarik sekitar 330 MPa dengan tegangan yang dihasilkan 17,92 MPa. Hasil *dies* memiliki dimensi (195 x 150 x 35) mm dengan kekuatan tarik 330 MPa, defleksi 0,01 mm, dengan tegangan sekitar 2,83 MPa.



Gambar 6. Implementasi *dies* dan *punch* pada *clamping trolley*

SPCC SD adalah baja karbon tinggi dan alat baja paduan krom, yang memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi setelah perlakuan panas, dan memiliki kekuatan pengerasan yang kuat dan stabilitas dimensi yang baik seperti tampilan Gambar 6 untuk implementasi *dies* dan *punch* pada *clamping trolley* dengan karakteristik desain seperti yang diuraikan pada Tabel. Material ini memiliki karakteristik meliputi;

1. Ketahanan aus yang tinggi
2. Kekuatan kompresi tinggi
3. Stabilitas dimensi yang baik
4. Kemampuan proses yang baik
5. Ketangguhan yang baik
6. Ketahanan yang sangat baik untuk melunakkan temperatur

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan *punch* dan *dies* untuk *trolley* pada pembuatan *clamping* 3 mm, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Maka semakin besar *clearance* atau jarak antara *punch* dan *dies* , maka semakin besar timbulnya *burry* pada material, sehingga kualitas produk menjadi tidak baik. Sehingga *clearance* perlu diperhatikan dalam perancangan ini. Selanjutnya dari hasil perhitungan *clearance* sebesar 1,07 mm, sehingga dari hasil tersebut aman dari *burry*.
- 2) Kapasitas untuk mesin press yang di gunakan untuk pembuatan *clamping* untuk proses *piercing* dan proses *shearing* yaitu sebesar 25 ton.
- 3) Besarnya tegangan yang terjadi pada *punch piercing hole* sebesar 179,2 N/mm², dan besarnya *punch shearing* sebesar 17,92 N/mm² dimana desain alat *dies* aman karena semua nilai tegangan lebih kecil dari tegangan yang diijinkan dari bahan.

Referensi

- [1] Ray P.K. dan Parida R., 2015, "Biomechanical modelling of Manual Material Handling tasks: A comprehensive review", 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences.
- [2] Moh. Zyahr dan Hari Purnomo., "pengembangan desain produk trolley menggunakan metode kano". Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 2020.
- [3] Fesa Putra Kristianto, dkk. Pengendalian Kualitas Produk Cabinet Furniture Dengan Metode Seven Tools Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Di Cv. X. Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri X 2023.
- [4] Soeleman, Jumadi, "Perancangan Compound *Dies* Untuk Proses *Blanking* Dan *Piercing* Cylinder Head Gasket Tipe Tvs - N54," Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik

Mesin.

- [5] V.Y. Suryadi, “Pengaruh ketebalan material dan clearance dan progresive die terhadap kualitas produk Ring M7,” *Univ. Sebel. Maret, Surakarta.*, 2013.
- [6] D. H. Krisstyoko, E. Suryana, L. A. R. I. Hadi, and E. K. O. S. Wibowo, “Perancangan Dan Pembuatan Combination Dies Produk Wall Bracket Untuk Towel Bar,” vol. 1, no. 2, pp. 101–114, 2020.
- [7] Ivana Suchy, *Handbook Of Die Design*. 1998.
- [8] V. Boljanovic, “Sheet metal forming processes and die design,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [9] M. F. Handbook and S. B. Heidelberg, *Metal Forming Handbook*, no. c. 1998.
- [10] Muchlis, Abdul. “proses pembuatan dan perhitungan tonase pada bracket bumper rear axle rh”. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma. 2020.
- [11] Laksono, Ridwan Eko. "Rancang bangun solar tracker berbasis arduino UNO dengan menggunakan metode real time clock." Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.
- [12] Muhammad Razi, S. T., dan Bukhari, S. T. (2020). *Teknik Kontrol Automatik*. Penerbit Andi.
- [13] Muiz, Y. A. (2024). *Perhitungan Perbandingan Ratio Gear pada Simulasi Mooring Winch Listrik (Comparative Calculation Of Gear Ratio In Electric Mooring Winch Simulation)* (Doctoral dissertation, Universitas Ivvet).
- [14] Ryan Fakhruddin Syuffi. (2014). Efek variasi suhu pengerasan terhadap kekerasan baja s45c dengan media pendingin air. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Teknik Mesin*, 03(01), 106–112.
- [15] Murdiyanto, D., PB, Bernardus Crisanto, dan S, Yosep Ardi Ang (2021). Proses Pengerolan Batang Rumput Payung Untuk Menghasilkan Serat Melalui Metode Reduksi Menggunakan Gearbox. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 129-142.
- [16] Verma, B. D., Gour, A., dan Pandey, M. (2020). A review paper on solar tracking system for photovoltaic power plant. *International Journal of Engineering Research dan Technology (IJERT)*, 9(2), 160-166.