

Perancangan *Jig Machining* untuk Perbaikan *Electroda ST-03*

Sanurya Putri Purbaningrum^{1*}, Arif Muttaqin², Fredy Sumasto³, Edwin Sahrial Solih⁴

^{1,2,3,4}Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta Pusat

³Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jakarta Pusat

*Koresponden email: sanuryaputri@stmi.ac.id

Diterima: 21 Maret 2024

Disetujui: 25 Maret 2024

Abstract

The automotive industry in Indonesia is one of the priority industrial sectors that is developing quite rapidly. The automotive component production process in industry generally includes the molding process, welding process, assembly process, and automotive component quality control process. During the welding process, the ST-03 *electroda* used by PT ST-03 *electroda* repairs were carried out using a CNC Milling machine. The *electroda* repair process is carried out one by one with a total time of 120 minutes or 2 hours per day. The large amount of time required for the repair process makes loading parts hampered. Therefore, a *jig machining* design was carried out to speed up the *electroda* repair process. The ST-03 *jig machining* material used is SS 400 iron. The product design was carried out using CAD software and then simulated using CAM. The simulation results show that the use of *jig machining* can reduce production time by 98% or 118 minutes. This is because in one set up you can repair 20 *electrodas* so that in 1 day you only need to do 3 set ups. The profit obtained from using the ST-03 *jig machining electroda* is 166,500,000 rupiah per year.

Keywords: *electroda ST-03, jig machining, wear out*

Abstrak

Industri otomotif di Indonesia merupakan salah satu sektor industri prioritas yang berkembang cukup pesat. Proses produksi komponen otomotif di industri secara umum meliputi proses pencetakan, proses pengelasan, proses perakitan, dan proses pengendalian kualitas komponen otomotif. Pada proses pengelasan, *electroda* ST-03 yang digunakan oleh PT X secara terus menerus pada line produksi *door lock*, mengalami *wear-out* dan gosong pada bagian yang menyentuh area spot welding. Perbaikan *electroda* ST-03 dilakukan dengan menggunakan mesin CNC Milling. Proses perbaikan *electroda* dilakukan satu per satu dengan total waktu yang diperlukan selama 120 menit atau 2 jam per hari. Banyaknya waktu yang diperlukan untuk proses perbaikan membuat *loading part* menjadi terhambat. Oleh sebab itu, dilakukan perancangan *jig machining* untuk mempercepat proses perbaikan *electroda*. Material *jig machining* ST-03 yang digunakan yaitu besi SS 400. Desain produk dilakukan menggunakan software CAD kemudian disimulasi menggunakan CAM. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan *jig machining* dapat mengurangi waktu produksi sebesar 98% atau 118 menit. Hal ini dikarenakan pada satu kali set up dapat dilakukan perbaikan 20 buah elektroda sehingga dalam 1 hari hanya perlu dilakukan 3 kali set up saja. Keuntungan yang didapatkan dari penggunaan *jig machining electroda* ST-03 adalah sebesar 166.500.000 rupiah per tahun.

Kata Kunci: *electroda ST-03, jig machining, wear out*

1. Pendahuluan

Industri otomotif termasuk dalam salah satu sektor industri prioritas yang ditetapkan oleh Kementerian Perindustrian [1]. Industri prioritas dianggap mempunyai daya saing yang lebih sehingga mampu bersaing di pasar dunia. Industri otomotif di Indonesia berkembang cukup pesat. Perkembangan industri otomotif dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya keterkaitan dengan sektor ekonomi lain, sumber daya manusia, perkembangan teknologi dan faktor lingkungan. Data statistik dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa peranan sektor manufaktur memberikan sumbangan sekitar 20 % dalam Produk Domestik Bruto (BPS) dengan sumbangan sekitar 6 -7% dari industri kendaraan bermotor [2].

Selama lima tahun terakhir (2017-2021) perkembangan industri manufaktur di Indonesia tetap mengalami peningkatan walaupun semua negara di dunia sempat mengalami pandemik Covid-19 [3]. Akan tetapi, persaingan industri otomotif di Indonesia juga semakin ketat [4]. Industri otomotif di Indonesia meliputi industri besar, industri menengah dan industri kecil. Semua sektor industri otomotif tersebut

sedang bersaing dalam memasarkan produknya. Harga dan kualitas merupakan dua hal yang menarik perhatian *customer*. Oleh karena itu, para produsen berusaha untuk menaikkan kualitas produk dengan menekan harga.

Proses produksi komponen otomotif secara umum meliputi proses pencetakan, proses pengelasan, proses perakitan, dan proses pengendalian kualitas komponen otomotif [5]. Proses pencetakan komponen dapat berupa *die casting*, *injection molding*, dan *stamping*. *Dies casting* yaitu proses pencetakan komponen dengan menggunakan logam cair dimana logam cair dimasukkan ke cetakan yang berongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Pengecoran yang kompleks biasanya digunakan dalam bidang kedirgantaraan, kereta api dan bidang lainnya [6]. *Injection molding* merupakan proses pencetakan komponen yang berbahan dasar plastik dengan cara melelehkan plastik kemudian diinjeksikan ke cetakan dengan tekanan tertentu [7]. Faktor yang sangat berpengaruh dalam proses *injection molding* adalah temperatur dan tekan [8]. Proses *injection molding* sering dipakai untuk pencetakan material plastik karena dapat membentuk fitur yang rumit [9].

Stamping yaitu proses pencetakan lembaran logam dengan cara dipress atau ditekan sehingga menghasilkan bentuk sesuai dengan cetakan yang digunakan.[10] Banyak faktor yang berpengaruh dalam proses *stamping*, salah satunya adalah *dies stamping*. [11] Hal ini dikarenakan *dies stamping* akan menentukan bentuk dari komponen hasil proses *stamping*. Proses pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam atau non logam dengan menggunakan panas dan tekanan [12].

Hasil pengelasan dipengaruhi oleh berbagai faktor dimana kuat arus dan besar temperatur merupakan faktor yang paling berpengaruh. [13] Proses perakitan merupakan proses penyatuan komponen membentuk satu kesatuan. Sebagai contoh pada proses pembuatan mobil, proses ini dapat diartikan sebagai proses penyatuan bodi, rangka, mesin dan bagian lain seperti roda, jok, dashboard, interior dan komponen lainnya menjadi satu kesatuan mobil. Prosedur ini mencakup langkah-langkah pondasi, finishing dan pemangkasan. Proses perakitan bagian-bagian mobil yang berhubungan dengan sasis sering disebut sasis. Perakitan bagian atas mobil atau menyesuaikan eksterior dan interiornya disebut *trimming*. Perakitan perlengkapan seperti roda, bahan bakar, bumper dan perlengkapan lainnya dikerjakan setelah proses trim dan sasis [14]. Tahapan terakhir sebelum pemasaran adalah pengendalian kualitas atau *quality control*. Pengendalian kualitas merupakan kegiatan pemeriksaan, pengujian, dan analisis serta menyimpulkan apakah mutu setiap barang sudah sesuai atau tidak dengan standar mutu yang ditetapkan [15].

PT X merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi komponen otomotif. Proses *welding* komponen *doorlock* menggunakan mesin *spot welding*. Salah satu elektroda yang digunakan pada proses ini adalah *electroda ST-03*. Masalah yang dihadapi oleh PT X adalah *electroda ST-03* digunakan secara terus menerus pada line produksi *door lock*, sehingga *tool elektroda ST-03* ini menjadi *wear-out* dan gosong pada bagian yang menyentuh area *spot welding*. Apabila tools dibiarkan dapat mempengaruhi hasil kualitas *spot welding* dari *tool elektroda ST-03*.



Gambar 1. Komponen *door lock* yang akan diwelding
 Sumber : Dokumen pribadi

Electroda ST-03 yang digunakan pada proses *welding door lock* sebanyak 60 *pieces* per hari. Pembuatan elektroda baru untuk proses *welding* memerlukan biaya yang cukup besar sehingga alternatif perusahaan untuk tetap menjaga kualitas produk dengan menekan biaya adalah dengan melakukan perbaikan/repair *electroda*. Perbaikan *electroda ST-03* diperlukan untuk menghilangkan bagian yang gosong setelah proses pengelasan. Perbaikan *electroda ST-03* dilakukan dengan cara menjepitkan 1 *electroda ST-03* pada ragum mesin CNC untuk pengirisan atau pemakanan pada bagian atas *electroda ST-03* yang sudah *wear-out* dan gosong. Proses memodifikasi *electroda ST-03* membutuhkan waktu 2 menit tiap 1 *electroda*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan perancangan alat bantu *jig machining* untuk mempercepat proses perbaikan *electroda ST-03*.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat rancangan *jig machining* yang akan digunakan untuk membantu mempercepat proses *repair elektroda ST-03* yang sudah *wear-out* dan gosong. Adapun langkah yang digunakan, antara lain:

1. Menentukan material produk

Material produk yang digunakan untuk membuat *elektroda ST-03* adalah *Chromium Copper (CuCr)* atau tembaga, bahan ini digunakan karena memiliki sifat konduktivitas, yang sangat baik, ketangguhan material yang tinggi, sifat mekanik yang sangat baik dan tahan panas. Adapun sifat material CuCr yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

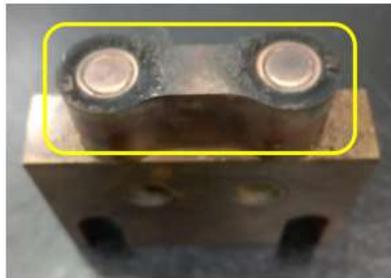
Tabel 1. Sifat fisik *paduan chromium copper*

Paduan	Komposisi	Hardness	Konduktivitas	Kekuatan Tarik
Chromium Copper (CuCr)	Cr = 60-1.2	B 70-83	75-85 %	50-70 ksi

Sumber : [16]

2. Menentukan proses pembuatan produk

Pembuatan produk dilakukan dengan menggunakan mesin CNC Milling. Proses yang dilakukan yaitu proses *face cutting* pada permukaan elektroda yang menyentuh benda kerja sehingga bagian yang *wear-out* dan gosong hilang.



Gambar 2. Bagian *elektroda ST-03* yang *wear out* dan gosong

Sumber : Dokumen pribadi

3. Menentukan material jig

Material jig yang digunakan harus memiliki kekerasan lebih besar dari material CuCr yang akan diproses. Hal ini dikarenakan material tidak boleh mengalami deformasi ketika bergesekan dengan produk elektroda. Selain itu, material juga harus kuat dan tahan getaran karena jig harus mampu menahan benda kerja pada saat proses machining. Berat jig dibatasi maksimal 25 kg karena alat bantu angkat di PT X hanya mampu mengangkat beban maksimal 25 kg. Material jig yang digunakan yaitu besi SS 400 dengan sifat material yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

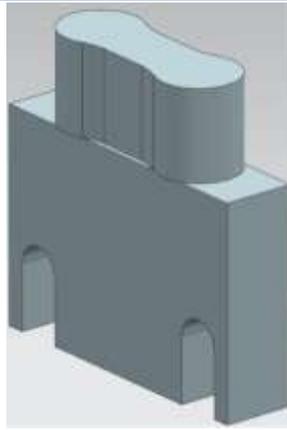
Tabel 2. Sifat Fisik besi SS 400

Paduan	Komposisi	Hardness	Konduktivitas	Kekuatan Tarik
Fe	Fe= 99-100	B 140	50 W/mK	400-510 MPa

Sumber : [17]

4. Membuat desain produk

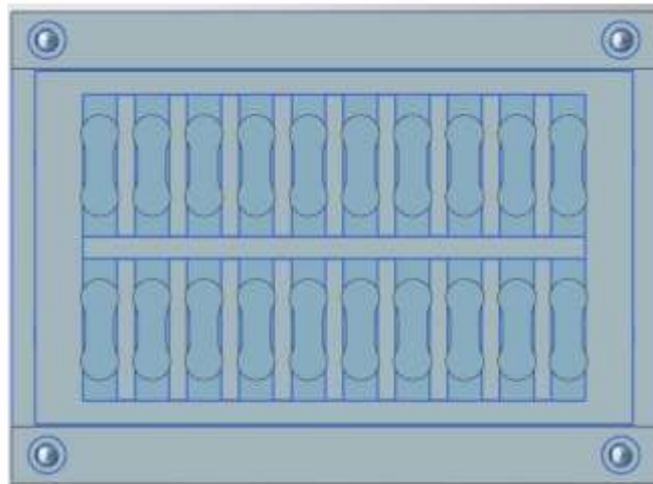
Sebelum merancang *jig machining*, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah membuat desain produk. Desain produk nantinya akan digunakan untuk membuat cetakan pada *jig machining*. Sebelum membuat desain produk, perlu diketahui terlebih dahulu dimensi produk. Adapun dimensi produk diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur. Langkah selanjutnya yaitu membuat desain produk *elektroda ST-03*. Produk *elektroda* yang sudah jadi dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Gambar 3D *electroda ST-03*
Sumber: Hasil olah data

5. Membuat desain *jig machining*

Setelah desain *electroda ST-03* dibuat, maka langkah berikutnya yaitu membuat desain *jig machining*. Proses kerja *jig machining* yaitu untuk menempatkan *electroda –electroda* sehingga pada satu kali *set up* bisa memproses 20 *electroda*. Adapun desain *jig machining* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



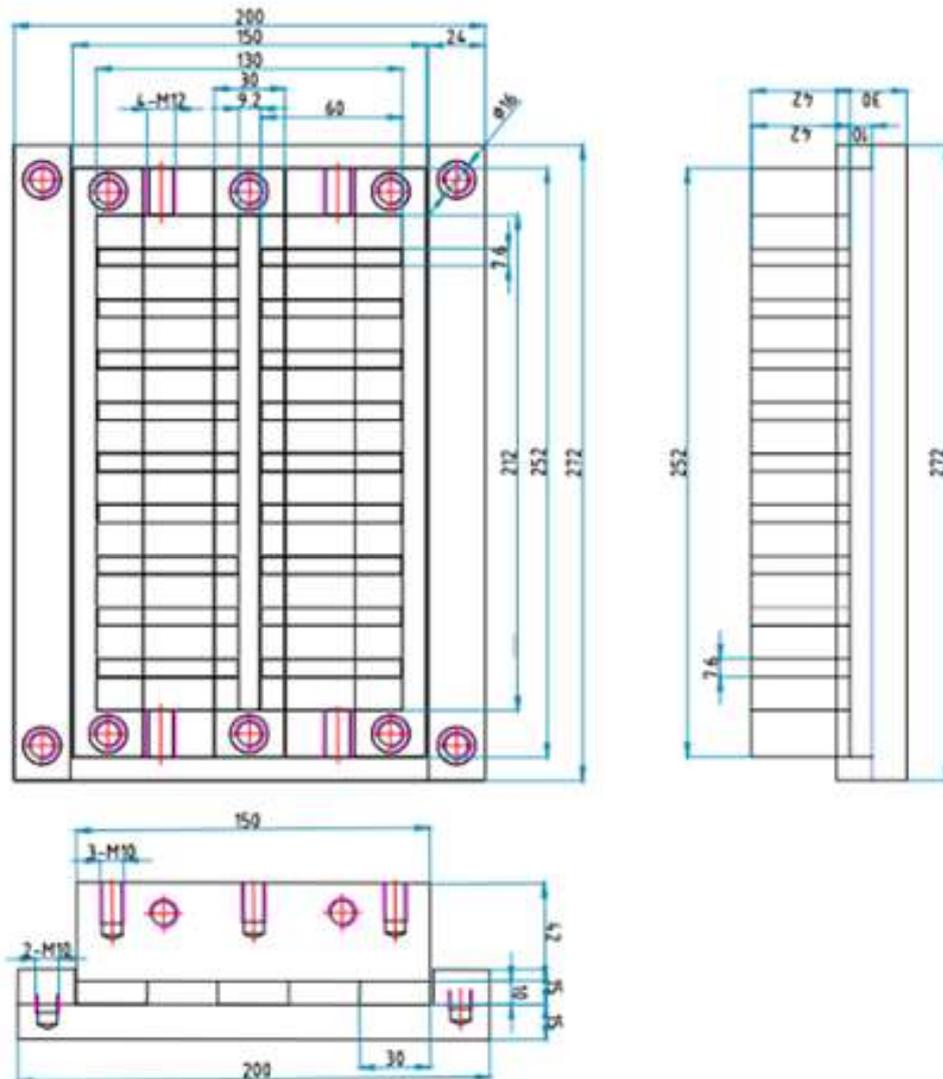
Gambar 4. Desain *Jig machining*
Sumber : Hasil olah data

6. Melakukan Simulasi

Langkah terakhir yang dilakukan dalam membuat rancangan alat bantu *jig machining* yaitu dengan melakukan simulasi *machining*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software CAM. Simulasi dilakukan untuk memperkirakan waktu modifikasi tool setelah menggunakan alat bantu *jig machining*. Hasil selisih waktu menunjukkan penghematan yang didapatkan oleh perusahaan ketika modifikasi *electroda* dilakukan dengan menggunakan alat bantu *jig machining*.

3. Hasil dan Pembahasan

Jig merupakan alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur sehingga dihasilkan duplikasi part yang akurat. Jig biasanya dibuat secara khusus sebagai alat bantu proses produksi untuk mempermudah dalam penyelingan material yang menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk dalam jumlah banyak serta mempersingkat waktu produksi [18]. Jig yang dirancang merupakan jig template yaitu jig dengan bentuk sederhana yang digunakan untuk keperluan akurasi. Jig template boleh memakai clamp maupun tanpa clamp.. Gambar desain *jig machining* ST-03 dibuat dengan menggunakan software CAD. Adapun gambar desain *jig machining* dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Desain 2D *Jig machining elektroda ST-03*
 Sumber : Hasil olah data

Pemilihan Jenis Clamping dan penempatannya

Clamping yang digunakan pada *jig machining elektroda ST-03* adalah jenis clamp ulir karena sistem pengkleman hanya dengan menggunakan baut. Baut dengan ukuran M 12 dipasang secara horizontal melintang dari sisi kiri ke sisi kanan sebanyak 2 buah. Pemasangan baut secara horizontal mencegah terjadinya pergeseran benda kerja secara linier horizontal dan angular horizontal. Pada sisi vertikal, dipasang baut dengan ukuran M 10. Pemasangan baut dilakukan pada sambungan antara base dan support base serta pada lower cavity dan support lower cavity part. Pemasangan baut secara vertikal bertujuan untuk mencegah pergeseran part linier ke atas dan angular ke atas.

Cara kerja *jig machining*

Cara kerja *jig machining* adalah dengan menempatkan part *elektroda ST-03* ke dalam jig. Bagian yang berbentuk balok masuk ke dalam ruangan jig dan bagian yang berbentuk oval masih menonjol di bagian atas. Satu *jig machining* bisa digunakan untuk memproses 20 elektroda. Bagian yang di machining hanyalah bagian atas dari elektroda yang wear out dan gosong sehingga proses pemesinan yang dilakukan hanya cutting permukaan.

Proses set up memerlukan waktu 2 menit per elektroda, sedangkan satu hari butuh 60 elektroda yang dimachining. Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk proses repair elektroda per hari yaitu 2 menit x 60 pcs = 120 menit.

Penggunaan *jig machining* membuat satu kali set up bisa memproses 20 elektroda, sehingga untuk merepair 60 elektroda, dibutuhkan 3 kali set up. Waktu yang diperlukan untuk merepair 60 elektroda dengan menggunakan *jig machining* adalah selama 3 kali set up dengan waktu persiapan selama 2 menit dan waktu

proses selama 2 menit pada masing-masing proses sehingga total waktu yang diperlukan 3×4 menit = 12 menit.

Pengurangan waktu proses dengan penggunaan *jig machining* adalah selama $120 - 12 = 108$ menit atau 98%. Pengurangan waktu proses yang dihasilkan cukup besar sehingga penggunaan alat bantu *jig machining* bisa digunakan untuk mengatasi lamanya proses repair *electroda* ST-03 sehingga loading part menjadi lancar. Selain itu, pengurangan waktu proses repair *electroda* juga mengurangi biaya produksi. Untuk mengetahui keuntungan setelah penggunaan *jig machining* maka harus dihitung benefit setelah penggunaan *jig machining*.

Keuntungan setelah penggunaan *jig machining*

1. Biaya Pembuatan *Jig machining*

- Biaya Material Besi SS 400 (1 paket) Rp 1.500.000/paket
Total Rp 1.500.000 x 1 = Rp 1.500.000
- Biaya Machining Jig (8 jam) Rp 375.000/jam
Total Rp 375.000 x 8 = Rp 3.000.000
- Total Biaya Pembuatan Jig
Rp 1.500.000 + Rp 3.000.000 = Rp 4.500.000

2. Keuntungan penggunaan *jig machining*

- Biaya sebelum menggunakan *jig machining* per hari
Rp 375.000 x 2 = Rp 750.000
- Biaya setelah penggunaan *jig machining* per hari (2 menit x 3 set up)
Rp 375.000 x 0,1 = Rp 37.500
- Selisih biaya sebelum dan sesudah penggunaan *jig machining* per hari
Rp 750.000 – Rp 37.500 = Rp 712.500
- Selisih biaya sebelum dan sesudah penggunaan *jig machining* per minggu (asumsi satu minggu 5 hari kerja)
Rp 712.500 x 5 = Rp 3.562.500
- Selisih biaya sebelum dan sesudah penggunaan *jig machining* per bulan (asumsi satu bulan 4 minggu)
Rp 3.562.500 x 4 = Rp 14.250.000
- Selisih biaya sebelum dan sesudah penggunaan *jig machining* per tahun (satu tahun 12 bulan)
Rp 14.250.000 x 12 = Rp 171.000.000

3. Total Keuntungan selama 1 tahun

Selisih biaya sebelum dan sesudah penggunaan *jig machining* per tahun – total biaya pembuatan *jig machining*
Rp 171.000.000 – Rp 4.500.000 = Rp 166.500.000

4. Kesimpulan

Perancangan alat bantu *jig machining* telah berhasil dilakukan. Penggunaan *jig machining* dapat mempercepat waktu repair *electroda* ST-03 dari 120 menit per hari menjadi 12 menit per hari. Selain mempercepat waktu proses repair *electroda* ST-03, penggunaan *jig machining* juga memberikan keuntungan finansial. Adapun total keuntungan yang didapat setelah menggunakan *jig machining* adalah sebesar 166.500.000 rupiah per tahun.

5. Daftar Pustaka

- [1] I. Isventina, N. Nuryartono, and M. P. Hutagaol, "Analisis Daya Saing Sektor Industri Prioritas Indonesia Dalam Menghadapi Pasar Asean," *J. Ekon. Dan Kebijakan. Pembang.*, vol. 4, no. 1, pp. 71–93, 2018, doi: 10.29244/jekp.4.1.71-93.
- [2] N. Yuselin and E. Rosyidi, "Perancangan Ulang Proses Produksi Komponen Otomotif Roda Empat Untuk Meningkatkan Produksi Dengan Pendekatan Time and Motion Study," *Technologic*, vol. 9, no. 1, pp. 25–37, 2018, [Online]. Available: <https://technologic.polman.astra.ac.id/index.php/firstjournal/article/view/231>.
- [3] N. A. P. Harahap, F. Al Qadri, D. I. Y. Harahap, M. Situmorang, and S. Wulandari, "Analisis Perkkembangan Industri Manufaktur Indonesia," *El-Mal J. Kaji. Ekon. Bisnis Islam*, vol. 4, no. 5, pp. 1444–1450, 2023, doi: 10.47467/elmal.v4i5.2918.
- [4] I. K. M. Lianny, S. P. Purbaningrum, and E. S. Solih, "Implementation of Single Minute Exchange of Dies at PT Ganding Toolsindo," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, 2022, doi:

- 10.1145/3557738.3557830.
- [5] Y. Y. Tanoto, D. Wahjudi, and R. K. Njo, "Perancangan Proses Remanufaktur pada Komponen Otomotif," *J. Tek. Mesin (Universitas Petra Surabaya)*, vol. 17, no. 1, pp. 11–16, 2020, doi: 10.9744/jtm.17.1.11–16.
- [6] Z. Duan, W. Chen, X. Pei, H. Hou, and Y. Zhao, "A multimodal data-driven design of low pressure die casting gating system for aluminum alloy cabin," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 27, pp. 2723–2736, 2023, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.10.076.
- [7] A. D. Anggono and S. P. Purbaningrum, "Reverse Engineering Outer Rear Bumper Mobil Esemka Rajawali R2," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 46–50, 2017, [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/8174>.
- [8] S. P. Purbaningrum, "Analysis of Injector Location and Defects of Products Resulting in the Manufacturing of Car Bumpers Using Moldflow Software," *Indones. J. Multidiscip. Sci.*, vol. 1, no. 9, pp. 996–1004, 2022, doi: 10.55324/ijoms.v1i9.164.
- [9] I. Yulianto, Rispiana, and H. Prasetyo, "Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas pada Proses Injection Molding," *Reka Integr.*, vol. 2, no. 3, pp. 140–151, 2014.
- [10] S. Bambang, "Progresive Dies untuk Meningkatkan Daya Saing Produk Pengunci Sabuk" *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 1–9, 2012.
- [11] 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.
- [12] F. M. A. Antaqiya, U. Budiarto, and S. Jokosisworo, "Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, pp. 334–344, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- [13] A. W. Arohman, S. P. Purbaningrum, E. S. Solih, and H. Sudrajat, "Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kekerasan Superalloy Berbasis Nikel Menggunakan Tig," *J. Teknol. dan Manaj.*, vol. 20, no. 1, pp. 9–16, 2022, doi: 10.52330/jtm.v20i1.37.
- [14] B. D. Estanto and V. Naubnome, "Proses Perakitan Bodi Mobil pada bagian Assembly di PT. XYZ Plant Cikarang," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 4, pp. 7457–7463, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i4.6914.
- [15] S. Yusuf and H. Ahyadi, "Peningkatan Kualitas Proses Assembly Line 1 Dengan Menggunakan Statistical Quality Control (SQC) Pada PT. X," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, vol. 29, no. 2, pp. 11–18, 2019, doi: 10.37277/stch.v29i2.332.
- [16] H. Witjaksono, "Perbandingan Kinerja Elektroda Cu-Cr dan Cu-Cr-Zr Pada Proses Las Titik Lembaran Baja Galvanis," *Skripsi Tugas Akhir Progr. Stud. Logam, Univ. Indones.*, 2009.
- [17] N. Julian, U. Budiarto, and B. Arswendo, "Analisi perbandingan kekuatan tarik pada sambungan las baja SS400 pengelasan MAG dengan variasi arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 421–430, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24512>.
- [18] H. Prasetyo, ~ Rispiana, and P. Dewi, "Rancangan Welding Fixture Pembuatan Produk Front Engine Mounting Mobil Suzuki Baleno," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 2, p. 97, 2015, doi: 10.26593/jrsi.v4i2.1631.97-105.