

Produksi Knalpot Sepeda Motor ϕ 200x380x1 mm dari Bahan SUS 304, Kapasitas 0,25 Unit/Jam

Ahmad Rakha¹ Maulana¹, Rivaldo Agastya Hildan Budi Amanda², Achmad Lutfi Setiadi³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Malang 65141, Indonesia)

ABSTRAK – Produksi knalpot standar sepeda motor memerlukan proses manufaktur yang mampu menghasilkan produk dengan dimensi yang presisi, kualitas sambungan las yang baik, serta efisiensi waktu dan biaya produksi. Penelitian ini bertujuan menghasilkan knalpot standar sepeda motor berdiameter ϕ 200 mm, panjang 380 mm, dan ketebalan 1 mm menggunakan material stainless steel SUS 304 serta menentukan waktu produksi, kapasitas produksi, dan estimasi biaya produksinya. Metode penelitian meliputi perancangan produk menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design* (CAD), pemilihan material, pemotongan bahan baku, pembentukan tabung silencer melalui proses rolling, pembengkokan pipa *inlet* dan *outlet*, pembuatan baffle, end cap, dan bracket, proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW/TIG), penggerindaan, finishing, pemeriksaan dimensi, uji kebocoran, pemeriksaan mutu akhir, serta pengemasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa satu unit knalpot dapat diproduksi dalam waktu 240 menit dengan kapasitas produksi sebesar 0,25 unit/jam. Estimasi biaya produksi sebesar Rp275.000,00 per unit, sedangkan harga jual diperkirakan sebesar Rp343.750,00 per unit. Berdasarkan karakteristik material SUS 304, penggunaan material ini diharapkan mampu memberikan ketahanan terhadap temperatur tinggi dan korosi. Penelitian ini memberikan informasi mengenai tahapan proses manufaktur, estimasi biaya, dan kapasitas produksi yang dapat dijadikan acuan pada produksi knalpot standar sepeda motor skala bengkel maupun industri kecil.

HISTORI ARTIKEL

Diterima: 29 Juni 2026

Direvisi: 30 Juli 2026

Disetujui: 4 Juli 2026

Diterbitkan: 30 September 2026

KATA KUNCI

Knalpot standar sepeda motor
SUS 304

proses manufaktur

Pengelasan

Kapasitas Produksi

1.0 PENDAHULUAN

Knalpot merupakan salah satu komponen penting pada sistem pembuangan sepeda motor yang berfungsi mengalirkan gas hasil pembakaran, meredam kebisingan, serta memengaruhi performa mesin dan emisi gas buang. Desain knalpot yang tepat dapat meningkatkan efisiensi aliran gas sekaligus menurunkan tingkat kebisingan kendaraan [3]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa dimensi dan konstruksi knalpot berpengaruh terhadap emisi dan kebisingan sehingga menjadi dasar dalam penelitian ini. Dalam proses manufaktur knalpot, pemilihan metode perakitan dan desain produk menjadi faktor penting agar komponen mudah diproduksi, dirakit, dan memiliki kualitas yang baik. Pendekatan *Design for Assembly* (DFA) banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi dan mengurangi waktu perakitan [6]. Referensi tersebut menjadi acuan dalam penyusunan tahapan produksi knalpot pada penelitian ini.

Perancangan komponen knalpot saat ini juga memanfaatkan perangkat lunak *Computer Aided Design* (CAD) dan *Computer Aided Engineering* (CAE) sehingga menghasilkan dimensi yang lebih akurat sebelum proses manufaktur dilakukan [7]. Pendekatan tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses desain knalpot penelitian ini. Selain desain, proses pembentukan pipa knalpot juga memengaruhi kualitas produk akhir. Teknologi hydroforming mampu menghasilkan pipa dengan distribusi tegangan yang lebih baik, sifat mekanik yang tinggi, dan kualitas permukaan yang lebih baik dibandingkan proses pembentukan konvensional [2]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pentingnya proses pembentukan dalam menghasilkan knalpot yang berkualitas.

Material yang banyak digunakan dalam pembuatan knalpot adalah stainless steel SUS 304 karena memiliki ketahanan korosi, kekuatan mekanis, kemampuan las, dan ketahanan temperatur tinggi yang baik [12], [14], [15], [16]. Literatur tersebut mendukung pemilihan material SUS 304 sebagai bahan utama pada penelitian ini. Selain memiliki ketahanan korosi dan kemampuan las yang baik, SUS 304 juga mudah dibentuk melalui proses rolling, pembengkokan, dan pembentukan plat sehingga sesuai digunakan sebagai material utama pada produksi knalpot standar sepeda motor.

Proses pengelasan merupakan tahapan penting dalam manufaktur knalpot karena menentukan kekuatan sambungan dan kualitas produk. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa parameter pengelasan TIG, GTAW, GMAW, maupun SMAW memberikan pengaruh terhadap struktur mikro, kekerasan, kekuatan mekanik, dan kualitas sambungan stainless steel 304 [4], [8], [9], [10], [11], [18], [19], [20]. Referensi tersebut menjadi dasar dalam pemilihan proses pengelasan pada penelitian ini. Selain proses pengelasan, proses manufaktur komponen logam juga harus memperhatikan efisiensi produksi, urutan proses, dan penggunaan peralatan yang sesuai agar kualitas produk tetap terjaga [1], [13], [17]. Literatur tersebut digunakan sebagai acuan dalam penyusunan metode produksi knalpot yang sistematis dan efisien. Penerapan tahapan produksi yang sistematis diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses manufaktur, menjaga konsistensi kualitas produk, serta memberikan dasar dalam perhitungan waktu produksi, kapasitas produksi, dan biaya produksi.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, sebagian besar kajian masih berfokus pada analisis desain resonator, karakteristik material stainless steel, maupun pengaruh parameter pengelasan terhadap sifat mekanik sambungan las secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan proses perancangan produk, pemilihan material, tahapan manufaktur, analisis waktu produksi, kapasitas produksi, serta estimasi biaya produksi knalpot standar sepeda motor masih relatif terbatas. Padahal, informasi tersebut sangat diperlukan sebagai acuan bagi bengkel manufaktur maupun industri kecil dalam merencanakan proses produksi yang efisien dan ekonomis. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penyajian proses produksi knalpot standar sepeda motor secara terpadu mulai dari tahap perancangan menggunakan CAD, pemilihan material stainless steel SUS 304, pemotongan bahan, pembentukan komponen, proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW/TIG), pemeriksaan mutu, hingga analisis waktu produksi, kapasitas produksi, dan estimasi biaya produksi dalam satu kesatuan proses manufaktur. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi pelaku industri kecil maupun bengkel manufaktur yang memproduksi knalpot sepeda motor.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan knalpot standar sepeda motor berdiameter Ø200 mm, panjang 380 mm, dan ketebalan 1 mm menggunakan material stainless steel SUS 304 melalui tahapan manufaktur yang sistematis. Selain itu, penelitian ini bertujuan menentukan kebutuhan material, waktu produksi, kapasitas produksi, estimasi biaya produksi, serta harga jual produk sebagai dasar evaluasi kelayakan proses produksi pada skala bengkel dan industri kecil.

2.0 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi proses manufaktur. Penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan produk, pemilihan material, proses manufaktur, pengukuran waktu produksi, perhitungan kapasitas produksi, estimasi biaya produksi, dan penentuan harga jual produk. Produk yang diproduksi adalah knalpot standar sepeda motor berdiameter Ø200 mm, panjang 380 mm, dan ketebalan 1 mm menggunakan material stainless steel SUS 304. Seluruh tahapan produksi disusun secara sistematis agar dapat diterapkan pada proses manufaktur di bengkel maupun industri kecil. Knalpot merupakan komponen sistem pembuangan yang berfungsi mengalirkan gas hasil pembakaran, meredam kebisingan mesin, serta menahan temperatur tinggi selama kendaraan beroperasi. Oleh karena itu, knalpot harus memiliki kekuatan mekanis yang baik, tahan korosi, tahan panas, dan memiliki dimensi yang presisi agar dapat bekerja secara optimal.

Material yang digunakan adalah SUS 304 karena mempunyai ketahanan korosi yang baik, mampu bekerja pada temperatur tinggi, mudah dibentuk, serta mudah dilakukan proses pengelasan. Perancangan knalpot dilakukan menggunakan perangkat lunak **SolidWorks** sebagai CAD. Perangkat lunak tersebut digunakan untuk membuat model tiga dimensi, gambar kerja, dan menentukan dimensi setiap komponen sebelum proses manufaktur dilakukan. Gambar kerja menjadi acuan dalam proses pemotongan material, pembentukan komponen, perakitan, serta pemeriksaan dimensi produk akhir, sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Desain Knalpot Sepeda Motor

Parameter	Desain
Jenis knalpot	Knalpot standar sepeda motor
Diameter tabung	Ø200 mm
Panjang knalpot	380 mm
Ketebalan plat	1 mm
Material	SUS 304
Metode Pengelasan	GTAW (TIG)
Kapasitas produksi	0,25 unit/jam

Tahapan proses produksi knalpot terdiri atas:

1. Perancangan produk menggunakan CAD.
2. Pemilihan material SUS 304.
3. Pemotongan plat dan pipa sesuai gambar kerja.

4. Pembentukan tabung silencer dengan proses rolling.
5. Pembengkokan pipa *inlet* dan *outlet*.
6. Pembuatan bracket atauudukan knalpot.
7. Pengelasan seluruh komponen.
8. Penggerindaan sambungan las.
9. Finishing permukaan.
10. Pemeriksaan dimensi, mutu, pelabelan, dan pengemasan.

Proses pemotongan material dilakukan menggunakan mesin potong sesuai dimensi pada gambar kerja. Pembentukan tabung silencer dilakukan menggunakan mesin roll tiga rol hingga diperoleh diameter Ø200 mm. Pipa *inlet* dan *outlet* dibentuk menggunakan alat pembengkok pipa (pipe bender) sesuai desain yang telah ditentukan. Seluruh komponen dirakit menggunakan proses pengelasan GTAW/TIG dengan gas pelindung argon dan logam pengisi ER308L sehingga diperoleh sambungan las yang rapi serta meminimalkan cacat pengelasan. Setelah proses pengelasan selesai dilakukan penggerindaan untuk meratakan permukaan sambungan las sebelum proses finishing.

Pemeriksaan dimensi dilakukan menggunakan jangka sorong, meteran baja, dan mistar baja. Selanjutnya dilakukan uji kebocoran dengan mengalirkan udara bertekanan rendah ke dalam knalpot, kemudian seluruh sambungan las diperiksa menggunakan larutan sabun. Apabila tidak muncul gelembung udara maka sambungan dinyatakan tidak mengalami kebocoran. Tahap pengendalian mutu (*quality control*) dilakukan dengan memeriksa kesesuaian dimensi, kualitas sambungan las, kebocoran, kondisi permukaan, serta kelengkapan komponen sebelum produk dikemas.

Perhitungan Luas Plat

Kebutuhan plat untuk membuat tabung silencer dihitung menggunakan persamaan luas selimut tabung.

Rumus (1).

$$A = \pi DL \quad (1)$$

dengan:

A: luas plat (m²)

D: diameter tabung (m)

L : panjang tabung (m)

Data:

$$D = 0,20 \text{ m}$$

$$L = 0,38 \text{ m}$$

Sehingga:

$$A = \pi \times 0,20 \times 0,38$$

$$A = 0,2388 \text{ m}^2$$

Luas tersebut digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan material plat stainless steel sebelum dilakukan proses pemotongan.

Perhitungan Waktu Produksi

Waktu total produksi dihitung berdasarkan jumlah waktu setiap tahapan proses sebagaimana Rumus (2).

$$t_{total} = \sum_{i=1}^{ti} \quad (2)$$

dengan:

- t_{total} : waktu total produksi (menit)
- t_i : waktu setiap proses (menit)

Estimasi durasi produksi knalpot sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Durasi Produksi Knalpot

Tahapan	Waktu (menit)
Desain produk	20
Pemilihan material	30
Pemotongan bahan	35
Pembentukan komponen	65
Pengelasan dan perakitan	45
Pengerindaan dan finishing	25
Pemeriksaan mutu dan pengemasan	20

Sehingga:

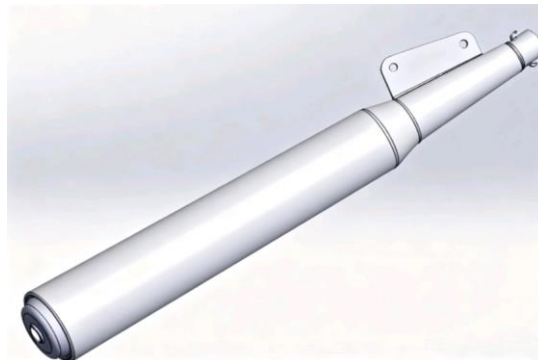
$$t_{total} = 20 + 30 + 35 + 65 + 45 + 25 + 20$$

$$t_{total} = 240 \text{ menit}$$

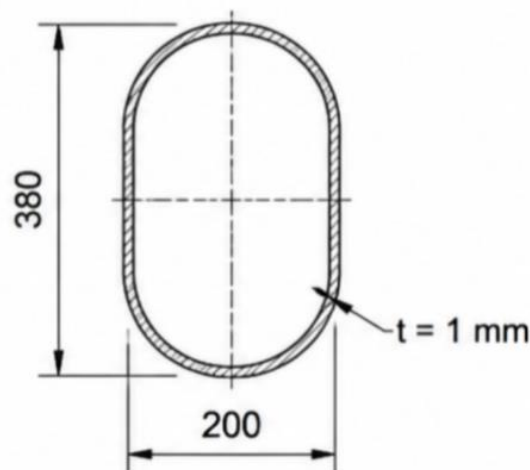
Atau:

$$240/60 = 4 \text{ jam}$$

Dengan demikian waktu produksi satu unit knalpot adalah 240 menit (4 jam).



Gambar 1. Desain Knalpot Sepeda Motor



Gambar 2. ϕ 200 mm, Panjang 380 mm, Tebal 1 mm dari Bahan SUS 304

Perhitungan kapasitas produksi dihitung menggunakan Rumus (3).

$$Kp = \frac{Qp}{t_{total}} \quad (3)$$

dengan:

- Kp: kapasitas produksi (set/jam)
- Qp: jumlah produk (set)

- t_{total} : waktu produksi (jam)

Untuk satu unit knalpot

$$Qp = 1 \text{ set}$$

$$t_{total} = 4 \text{ jam}$$

Maka:

$$Kp = \frac{1}{4}$$

$$Kp = 0,25 \text{ set/jam}$$

Produksi mampu menghasilkan 1 unit knalpot setiap 4 jam kerja atau setara dengan 0,25 set/jam.

Estimasi Biaya Produksi

Total biaya produksi dihitung berdasarkan penjumlahan biaya pada setiap tahapan proses Rumus (4).

$$B_{total} = i = 1 \sum n B_i \quad (4)$$

dengan:

- B_{total} : total biaya produksi (Rp)
- B_i : biaya pada setiap proses (Rp)

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh:

$$B_{total} = 20.000 + 80.000 + 35.000 + 55.000 + 45.000 + 20.000 + 20.000$$

$$B_{total} = \text{Rp}275.000$$

Perhitungan harga jual dilakukan dengan menambahkan pajak sebesar **10%** dan keuntungan sebesar **15%** dari biaya produksi.

Pajak:

$$10\% \times 275.000 = \text{Rp}27.500$$

Keuntungan:

$$15\% \times 275.000 = \text{Rp}41.250$$

sehingga Harga Jual Knalpot:

$$275.000 + 27.500 + 41.250 = \text{Rp}343.750$$

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Knalpot Sepeda Motor

Berdasarkan hasil perancangan menggunakan perangkat lunak CAD, knalpot standar sepeda motor yang dikembangkan memiliki bentuk silinder dengan diameter luar $\phi 200$ mm, panjang 380 mm, dan ketebalan material 1 mm menggunakan stainless steel SUS 304. Material SUS 304 dipilih karena mempunyai ketahanan korosi yang tinggi, tahan terhadap temperatur gas buang, mudah dibentuk melalui proses rolling, serta memiliki kemampuan pengelasan yang baik. Bentuk silinder dipilih karena mampu memberikan distribusi aliran gas buang yang lebih merata, menghasilkan konstruksi yang kuat, serta memudahkan proses manufaktur. Selain itu, penggunaan material SUS 304 memberikan umur pakai yang lebih panjang dibandingkan baja karbon karena lebih tahan terhadap oksidasi dan korosi.

Luas permukaan selimut tabung knalpot dihitung menggunakan Rumus (1).

$$A = \pi DL$$

dengan:

A: luas selimut tabung (m^2)

D : diameter tabung (m)

L : panjang tabung (m)

Untuk:

D : 0,20 m

L : 0,38 m

maka diperoleh:

$$A = 3,14 \times 0,20 \times 0,38$$

$$A = 0,2386m^2$$

Nilai luas permukaan tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan material plat SUS 304 sebelum dilakukan proses pemotongan dan pengerolan.

3.2 Hasil Proses Produksi

Pembuatan knalpot dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu perancangan produk, pemilihan bahan, pemotongan plat dan pipa, pembentukan tabung silencer menggunakan mesin roll, pembengkokan pipa *inlet* dan *outlet*, pembuatan dudukan (*bracket*), pengelasan TIG, penggerindaan, finishing permukaan, pemeriksaan dimensi dan kebocoran, serta pengemasan. Setiap tahapan memiliki waktu pengerjaan yang berbeda sesuai tingkat kesulitan proses. Berdasarkan estimasi waktu kerja diperoleh:

- Desain produk menggunakan CAD : 20 menit
- Persiapan dan pembelian bahan SUS 304 : 30 menit
- Pemotongan plat dan pipa : 35 menit
- Rolling tabung silencer, pembengkokan pipa, dan pembuatan bracket : 65 menit
- Pengelasan dan perakitan : 45 menit
- Penggerindaan dan finishing : 25 menit
- Pemeriksaan mutu, dimensi, pelabelan, dan pengemasan : 20 menit

Total waktu produksi dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$t_{total} = \sum t_i$$

sehingga:

$$\begin{aligned} t_{total} &= 20 + 30 + 35 + 65 + 45 + 25 + 20 \\ t_{total} &= 240 \text{menit} \end{aligned}$$

atau:

$$t_{total} = 4 \text{jam}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembuatan satu unit knalpot membutuhkan waktu sekitar 240 menit (4 jam). Waktu produksi terbesar terdapat pada proses rolling tabung silencer, pembentukan komponen, dan pengelasan, sehingga proses tersebut menjadi faktor utama yang menentukan lama produksi.

3.3 Analisis Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dihitung berdasarkan waktu total pembuatan satu unit produk menggunakan Persamaan (6).

$$Kp = \frac{Qp}{t_{total}}$$

dengan:

Qp : 1 unit

ttotal : 4 jam

maka diperoleh

$$Kp = \frac{1}{4}$$

$$= 0,25 \text{ unit/jam}$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem produksi mampu menghasilkan 0,25 unit knalpot setiap jam, atau 1 unit setiap 4 jam kerja, sesuai dengan target kapasitas produksi yang telah ditentukan. Rincian biaya dan waktu yang

dibutuhkan pada Produksi Knalpot Sepeda Motor $\phi 200$ mm, Panjang 380 mm, Tebal 1 mm dari Bahan SUS 304 sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi Biaya dan Waktu Produksi Knalpot Sepeda Motor $\phi 200$ mm, Panjang 380 mm, Tebal 1 mm dari Bahan SUS 304

No.	Tahapan Proses	Biaya Produksi (Rp)	Waktu (Menit)
1	Desain knalpot sesuai spesifikasi standar sepeda motor	20.000	20
2	Pemilihan dan pembelian bahan SUS 304	80.000	30
3	Pemotongan bahan baku ukuran 380 mm $\times$ 628 mm $\times$ 1 mm serta pipa sesuai gambar kerja	35.000	35
4	Pembuatan komponen (rolling tabung silencer, pembengkokan pipa <i>inlet-outlet</i> , dan pembuatan bracket/dudukan)	55.000	65
5	Pengelasan dan perakitan	45.000	45
6	Penggerindaan dan finishing permukaan	20.000	25
7	Pemeriksaan mutu, dimensi, pelabelan, dan pengemasan	20.000	20
Jumlah		275.000	240
	Pajak 10%	27.500	
	$10\% \times 275.000 = \text{Rp}27.500$		
	Laba 15%	41.250	
	$15\% \times 275.000 = \text{Rp}41.250$		
Total/Harga jual/unit		343.750	
$275.000 + 27.500 + 41.250 = \text{Rp}343.750$			

4.0 KESIMPULAN

Hasil produksi knalpot standar sepeda motor berukuran $\phi 200$ mm, panjang 380 mm, dan tebal 1 mm dengan total biaya produksi Rp 275.000,-/unit dan durasi produksi 240 menit/unit yang berkonsekwensi bahwa knalpot tahan terhadap temperatur tinggi dan korosi yang layak digunakan sebagai knalpot standar sepeda motor yang cukup efektif diterapkan pada produksi skala kecil maupun bengkel manufaktur. Saran tindak lanjut atas simpulan perlu: pengujian kinerja knalpot secara eksperimen, meliputi pengukuran tingkat kebisingan, tekanan balik (*back pressure*), temperatur kerja, ketahanan korosi, kekuatan sambungan las, dan umur pakai produk, optimasi *rolling* dan pengelasan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kapasitas manufaktur.

5.0 DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.Woods (Eds.) ASM International, *ASM Handbook Volume 6,no.5, pp 134-145,2018: Welding, Brazing and Soldering*. Tersedia: <https://dl.asminternational.org/handbooks>
- [2] B. Kucharska dan O. Moraczyński, "Exhaust System Piping Made by Hydroforming: Relations Between Stresses, Microstructure, Mechanical Properties and Surface," *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 20, Art. 142 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43452-020-00142-x>
- [3] B. D. Arrokhman dan R. Monasari, "Pengaruh Diameter dan Bahan Resonator Knalpot terhadap Emisi Gas Buang dan Tingkat Kebisingan Mesin 1000 CC," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 162-169, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33795/jmeeg.v2i1.3393>
- [4] D. K. Pratiwi dan M. F. Ramadhan, "Pengelasan Lap Joint SS304L Menggunakan TIG dan SMAW Berarus 90A dan 120A," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 27-35 2020. DOI: <https://doi.org/10.36706/jrm.v20i1.214>
- [5] Fiqih Nur Solichudin dan Arya Mahendra Sakti, "Rancang Bangun Alat Bantu Pengelasan Leher Knalpot Stainless Steel," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.26740/jrm.v7i01.44344>
- [6] Hamzah Achmad Putra dan Ribangun Bambang Jakaria, "Analysis of Design For Assembly (DFA) in Exhaust Product Design," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21070/pels.v1i2.1033>
- [7] Imam Hanafi, Raihanul Islam, Abdul Malik, dan Safril, "Perancangan & Analisis Menggunakan CAE/FEA pada Locator Ikel dan Locator Head untuk Jig Knalpot," *Journal of Automotive Engineering Technology*, vol. 1, no. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.52330/jaet.v1i1.615>
- [8] Lazuardi Prana Ananda dan Yunus, "Pengaruh Variasi Media Pendinginan dalam Proses PWHT Pengelasan GMAW untuk Material Stainless Steel 304 terhadap Nilai Kekerasan dan Kekuatan Tekuk," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [9] Muh. Iswar, Abdul Salam, Aminuddin, dan Fahrudin, "Analisa Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Gesek Pipa Stainless Steel AISI 304L," *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, vol. 15, no. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31963/sinergi.v15i1.1183>
- [10] Muhammad Ludfi dan Yunus, "Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Metode Pengelasan SMAW pada Material Stainless Steel 304 terhadap Struktur Mikro dan Uji Bending," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 3, 2024.

- [11] Nidia Lestari, "Analisa Variasi Arus Pengelasan SS304 Menggunakan SMAW terhadap Kekuatan Mekanisnya," *Otopro*, vol. 16, no. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26740/otopro.v16n1.p18-22>
- [12] Outokumpu, *Stainless Steel Grade 304 Datasheet*. Tersedia: <https://www.outokumpu.com>
- [13] R. G. Budynas dan J. K. Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 11th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2020. Tersedia: <https://www.mheducation.com>
- [14] Sandvik Materials Technology, *Stainless Steel 304 Technical Data*. Tersedia: <https://www.materials.sandvik>
- [15] Smith, W. F., dan J. Hashemi, *Foundations of Materials Science and Engineering*, 5th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2010. Tersedia: <https://www.mheducation.com>
- [16] The Engineering Toolbox, *Stainless Steel Properties*. Tersedia: https://www.engineeringtoolbox.com/stainless-steel-d_430.html
- [17] Todd, R. H., D. K. Allen, dan L. Alting, *Manufacturing Processes Reference Guide*. New York, NY, USA: Industrial Press, 1994. Tersedia: <https://www.industrialpress.com>
- [18] Tumpal Ojahan Rudy, Yusup Hendronursito, dan Daniel Anggi S., "Analisis Pengaruh Parameter Pengelasan GTAW pada Stainless Steel AISI 304 terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro," *POROS*, vol. 15, no. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24912/poros.v15i1.1255>
- [19] Wahab, M. A., "Mechanical Properties of Gas Tungsten Arc Welded Stainless Steel 304," *Journal of Materials Processing Technology*. Tersedia: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-materials-processing-technology>
- [20] Yuslih Lakum, Nely Ana Mufarida, dan Asmar Finali, "Analisa Hasil Pengelasan SMAW dan GTAW terhadap Kekerasan Stainless Steel AISI 304," *J-Proteksion*, vol. 1, no. 2, 2017.