

Pengaruh Laju Aliran Gas Argon dan Kuat Arus Pengelasan TIG terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah ST37

Mualifi Usman^{1,*}, Anang Wahyu Setyawan¹, Ahmad Asrori Ainur Robby¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

pengelasan TIG
laju aliran gas argon
kuat arus
kekuatan tarik
baja karbon rendah
ST37
ANOVA faktorial

ABSTRAK

Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) merupakan proses pengelasan busur yang menggunakan elektroda tungsten tidak terumpan dan gas argon sebagai pelindung. Kuat arus dan laju aliran gas argon merupakan parameter kritis yang memengaruhi kualitas sambungan las, termasuk kekuatannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh laju aliran gas argon, kuat arus, serta interaksi kedua parameter tersebut terhadap kekuatan tarik sambungan las TIG pada baja karbon rendah ST37. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan faktorial 3×3 . Variabel independen terdiri atas laju aliran gas argon sebesar 5, 10, dan 15 L/menit serta kuat arus sebesar 80, 90, dan 100 A. Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dua arah pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju aliran gas argon berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik ($F_{hitung} = 5,182 > F_{tabel} = 3,55$). Kuat arus juga berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik ($F_{hitung} = 6,818 > F_{tabel} = 3,55$), sedangkan interaksi antara kedua variabel tidak berpengaruh signifikan ($F_{hitung} = 0,545 < F_{tabel} = 2,93$). Dengan demikian, laju aliran gas argon dan kuat arus secara independen memengaruhi kekuatan tarik sambungan las TIG pada baja karbon rendah ST37.

* Corresponding author:

Mualifi Usman (email: mualifiusman7@gmail.com)

Diterima: 13 April 2026

Disetujui: 15 Juni 2026

Dipublikasikan: 12 September 2026

1 Pendahuluan

Kekuatan tarik sambungan las *Tungsten Inert Gas* (TIG) pada baja karbon rendah ST37 sangat dipengaruhi oleh stabilitas masukan panas (*heat input*) dan efektivitas gas pelindung. Kedua faktor tersebut terutama ditentukan oleh kuat arus dan laju aliran gas argon. Kuat arus yang terlalu rendah dapat menghasilkan fusi tidak sempurna, sedangkan kuat arus yang berlebihan dapat menyebabkan panas berlebih (*overheating*) dan pertumbuhan butir yang menurunkan sifat mekanis. Laju aliran gas argon yang tidak optimal juga dapat menyebabkan kontaminasi atmosfer pada kolam las sehingga menurunkan kekuatan sambungan.

Pengelasan banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi dan pembuatan mesin. Menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN), pengelasan merupakan proses penyambungan logam melalui pencairan logam [1]. Pengelasan TIG dapat digunakan pada hampir semua logam berkualitas tinggi, termasuk baja tahan karat serta logam ringan, seperti magnesium dan aluminium [2].

Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan pengaruh setiap parameter terhadap kualitas las TIG pada berbagai bahan, pengaruh kombinasi laju aliran gas argon (5–15 L/menit) dan kuat arus (80–100 A) terhadap kekuatan tarik baja ST37 belum banyak diverifikasi secara sistematis. Data eksperimental mengenai interaksi kedua parameter pada baja ST37 yang banyak digunakan dalam konstruksi umum masih terbatas. Pengelasan TIG merupakan salah satu proses pengelasan busur yang menggunakan elektroda tungsten tidak terumpan. Dalam proses ini, elektroda tungsten berfungsi membangkitkan busur listrik saat bersentuhan dengan benda kerja, sedangkan logam pengisi berfungsi sebagai batang pengisi (*filler rod*). Gas argon (Ar) dan gas karbon

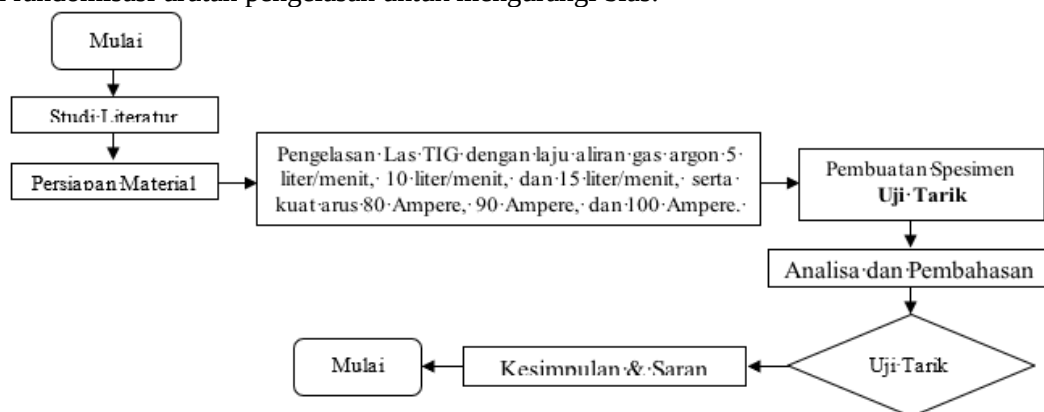
dioksida (CO₂) dapat digunakan dalam pengelasan TIG [3]. Kuat arus merupakan salah satu parameter kritis yang memengaruhi kualitas hasil pengelasan TIG.

Kuat arus adalah jumlah aliran listrik yang melewati elektroda dan bahan yang dilas serta diukur dalam ampere (A) [4]. Kekuatan tarik adalah sifat mekanis bahan yang menunjukkan kemampuannya menahan gaya tarik atau tegangan sebelum mengalami patah atau kerusakan. Dalam konteks bahan, kekuatan tarik penting karena menunjukkan kemampuan bahan menahan beban tanpa mengalami kerusakan [5]. Baja karbon rendah ST37 bukan baja keras karena mengandung sedikit karbon. Baja ini kuat, mudah ditempa, serta dapat dikerjakan dalam kondisi panas atau dingin. Huruf ST merupakan singkatan dari *steel* (baja), sedangkan angka 37 menunjukkan batas minimum kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm² [6].

Pengujian diperlukan untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran gas dan kuat arus terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah ST37 yang dilas dengan proses TIG. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan kuat arus dan laju aliran gas argon memengaruhi proses pengelasan serta kekuatan tarik sambungan las. Namun, pengujian pada baja karbon rendah ST37 masih perlu dilakukan [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh laju aliran gas argon terhadap kekuatan tarik sambungan las TIG pada baja ST37, menganalisis pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik, serta menguji signifikansi interaksi antara kedua parameter tersebut.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen murni dengan rancangan faktorial 3 × 3 dan tiga kali ulangan pada setiap kombinasi perlakuan sehingga total spesimen yang diuji sebanyak 27 buah. Rancangan ini dipilih untuk menguji pengaruh dua faktor utama, yaitu laju aliran gas argon dan kuat arus, serta interaksinya terhadap kekuatan tarik sambungan las TIG pada baja karbon rendah ST37. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan di Laboratorium Pengelasan dan Laboratorium Uji Material Universitas Darul Ulum Jombang dengan menerapkan randomisasi urutan pengelasan untuk mengurangi bias.



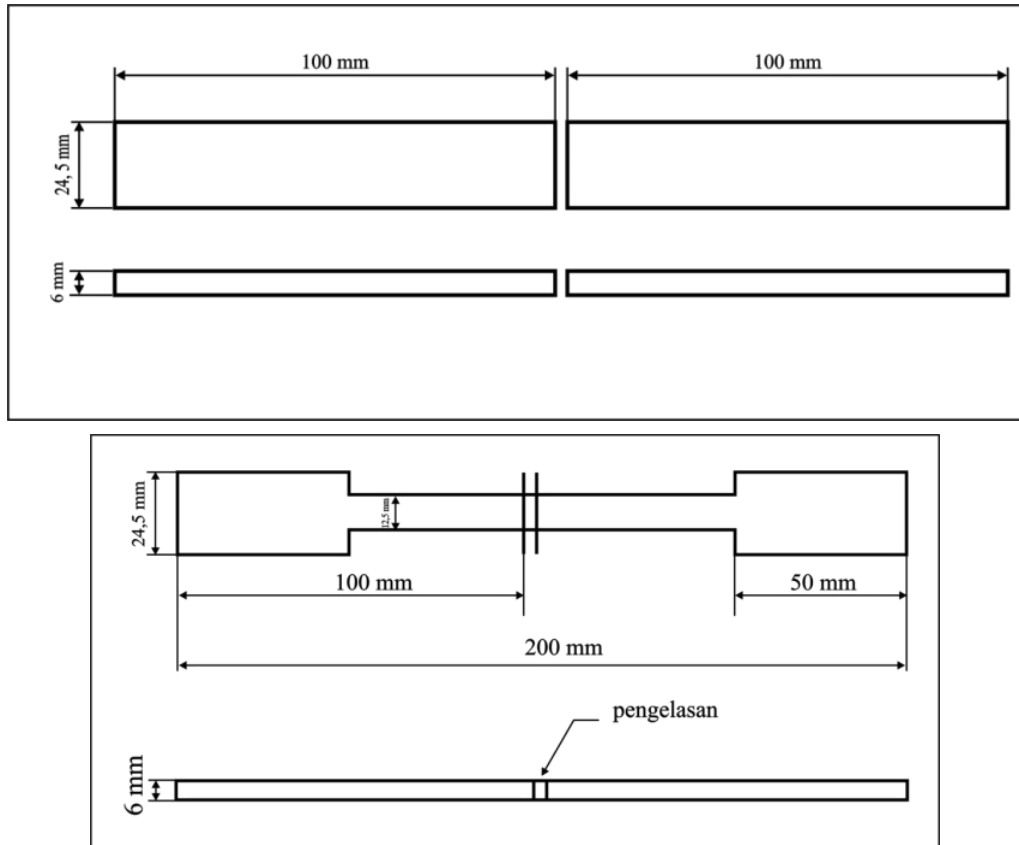
Gambar 1. Alur penelitian

Pembuatan Spesimen Las

Tahapan pembuatan spesimen las adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan
 - a. Pelat baja karbon rendah ST37 setebal 3 mm.
 - b. Gas argon dengan kemurnian 99,99% sebagai gas pelindung.
 - c. Elektroda tungsten tidak terumpan (2% torium; diameter 2,4 mm).
 - d. Batang pengisi baja karbon rendah berdiameter 2,4 mm.
2. Persiapan Alat
 - a. Mesin las TIG dengan rentang kuat arus 20–200 A.
 - b. Pengukur laju aliran (*flowmeter*) gas argon.
 - c. Mesin uji tarik hidrolik berkapasitas 50 ton.
 - d. Jangka sorong digital dengan ketelitian 0,01 mm.
 - e. Gerinda potong dan ampelas.

3. Pemotongan pelat baja ST37 sesuai dengan ukuran pada gambar berikut.



Gambar 2. Dimensi material

4. Pelat baja ST37 dipotong sesuai dengan dimensi standar uji tarik ASTM E8 (*subsize specimen*). Dimensi akhir spesimen mengikuti Gambar 2, yaitu panjang total 200 mm, panjang bagian ukur (*gauge*) 50 mm, lebar bagian ukur 12,5 mm, dan tebal 3 mm. Seluruh spesimen kemudian dilas dengan proses TIG pada bagian tengah menggunakan sambungan tumpul (*butt joint*) tanpa kampuh. Pengelasan dilakukan pada posisi datar (1G), dengan kecepatan konstan 2,5 mm/detik dan jarak ujung elektroda dari benda kerja 2 mm.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan atribut, sifat, atau nilai dari orang, objek, atau kegiatan yang memiliki variasi tertentu dan ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Variabel independen

Variabel independen merupakan variabel yang memengaruhi atau menjadi penyebab perubahan atau munculnya variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah laju aliran gas argon sebesar 5, 10, dan 15 L/menit serta kuat arus sebesar 80, 90, dan 100 A pada pengelasan TIG.

b. Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan agar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang diteliti.

- Jenis dan ketebalan bahan: baja ST37, 3 mm.
- Jenis elektroda: tungsten berdiameter 2,4 mm dengan kandungan torium 2%.
- Jarak ujung elektroda dari benda kerja: 2 mm.
- Kecepatan pengelasan: 2,5 mm/detik.
- Sudut elektroda: 75° terhadap bidang kerja.
- Gas pelindung: argon dengan kemurnian 99,99%.
- Diameter batang pengisi: 2,4 mm.
- Suhu ruang: 25–28 °C.

c. Variabel dependen

Variabel dependen merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat adanya variabel independen. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kekuatan tarik baja karbon rendah ST37.

Metode Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dua arah pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Sebelum analisis ANOVA, dilakukan uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas varians Levene sebagai uji prasyarat.

3 Hasil dan Pembahasan

Data tekanan hidrolik dari 27 spesimen disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Tekanan Hidraulik pada Mesin Uji Tarik (P dalam kg/cm²)

Laju aliran gas	Kuat arus		
	80 A	90 A	100 A
	P	P	P
5 L/menit	15	20	20
	20	25	30
10 L/menit	20	20	25
	20	25	25
	20	20	25
15 L/menit	20	25	20
	25	20	30
	20	30	30
	25	25	30

Setelah dikonversi menggunakan rumus yang telah ditetapkan, diperoleh nilai tegangan tarik (σ) untuk setiap spesimen. Rekapitulasi nilai rata-rata dan simpangan baku disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Kekuatan Tarik (N/mm²)

Laju aliran gas	Kuat arus	Rata-rata	Simpangan baku	N
5	80 A	199,64	3,14	3
	90 A	235,94	3,14	3
	100 A	272,24	5,45	3
	Total	235,94	4,72	9
10	80 A	217,79	0,00	3
	90 A	254,09	3,14	3
	100 A	254,09	3,14	3
	Total	241,99	2,87	9
15	80 A	254,08	3,14	3
	90 A	272,23	5,45	3
	100 A	326,68	0,00	3
	Total	284,34	4,54	9
Total	80 A	223,84	3,27	9
	90 A	254,08	3,85	9
	100 A	284,33	4,54	9
	Total	254,09	4,53	27

Setelah uji prasyarat normalitas dan homogenitas terpenuhi, dilakukan ANOVA dua arah. Hasil analisis disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji ANOVA Dua Arah

Sumber variasi	JK	df	KT	F_{hitung}	$F_{tabel} (0,05)$	Signifikansi
Laju aliran gas (A)	1.251,78	2	625,89	5,182	3,55	Signifikan
Kuat arus (B)	1.647,05	2	823,53	6,818	3,55	Signifikan
Interaksi (A×B)	263,53	4	65,88	0,545	2,93	Tidak signifikan
Error	217,41	18	12,08	-	-	-
Total	17.963,99	27	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis dapat dijelaskan sebagai berikut:

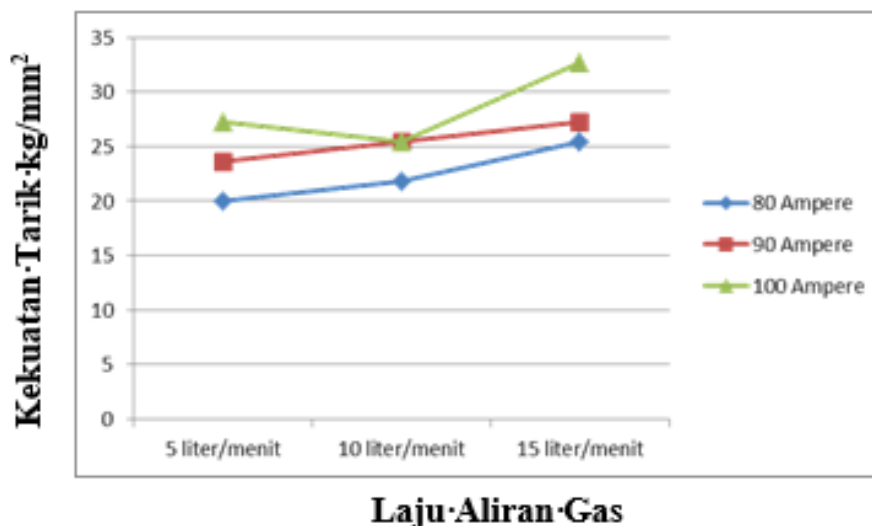
- Laju aliran gas argon berpengaruh signifikan karena $F_{hitung} (5,182) > F_{tabel} (3,55)$.
- Kuat arus berpengaruh signifikan karena $F_{hitung} (6,818) > F_{tabel} (3,55)$.
- Interaksi antara laju aliran gas argon dan kuat arus tidak berpengaruh signifikan karena $F_{hitung} (0,545) < F_{tabel} (2,93)$.

A. Pengaruh Laju Aliran Gas Argon terhadap Kekuatan Tarik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju aliran gas argon berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. Secara numerik, kenaikan laju aliran gas dari 5 L/menit menjadi 15 L/menit diikuti peningkatan rata-rata kekuatan tarik dari 235,94 N/mm² menjadi 284,34 N/mm².

Gas argon dalam pengelasan TIG berfungsi sebagai gas pelindung yang melindungi daerah las dari kontaminasi atmosfer, seperti oksigen dan nitrogen. Pada laju aliran rendah (5 L/menit), aliran gas tidak cukup kuat untuk mendorong udara keluar dari daerah las sehingga terjadi kontaminasi yang menyebabkan porositas dan oksidasi. Cacat tersebut menjadi titik konsentrasi tegangan yang menurunkan kekuatan tarik.

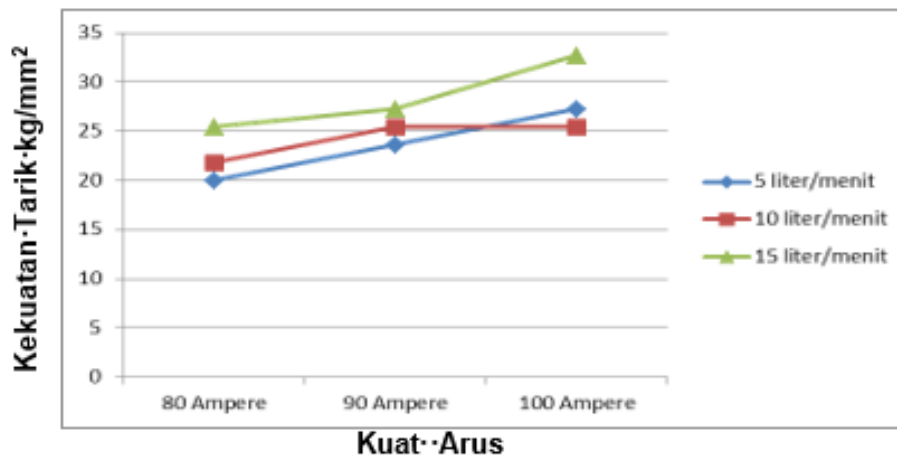
Pada laju aliran 10–15 L/menit, perlindungan atmosfer menjadi lebih efektif sehingga menghasilkan struktur las yang lebih padat dan bebas porositas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Usman dkk. (2024), yang melaporkan bahwa peningkatan laju aliran gas pelindung hingga batas optimum meningkatkan sifat mekanis sambungan las. Data tersebut disajikan pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik rata-rata kekuatan tarik pada variasi laju aliran gas

B. Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat arus berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik. Kenaikan kuat arus dari 80 A menjadi 100 A diikuti peningkatan rata-rata kekuatan tarik dari 223,84 N/mm² menjadi 284,34 N/mm². Kuat arus menentukan besarnya masukan panas. Pada kuat arus rendah (80 A), masukan panas tidak mencukupi untuk melelehkan bahan secara merata sehingga menyebabkan fusi tidak sempurna dan penetrasi dangkal. Pada kuat arus 100 A, masukan panas meningkat, fusi menjadi lebih sempurna, dan daerah las terbentuk dengan baik. Hasil ini konsisten dengan temuan Ma'sum dkk. (2025), yang menunjukkan bahwa peningkatan kuat arus pada pengelasan baja ST37 meningkatkan kekuatan tarik hingga batas optimum.



Gambar 4. Grafik rata-rata kekuatan tarik pada variasi kuat arus

C. Pengaruh Interaksi Laju Aliran Gas dan Kuat Arus

Interaksi antara laju aliran gas argon dan kuat arus tidak berpengaruh signifikan ($F_{hitung} = 0,545 < F_{tabel} = 2,93$). Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh laju aliran gas terhadap kekuatan tarik tidak bergantung pada tingkat kuat arus yang digunakan, demikian pula sebaliknya. Dengan demikian, kedua faktor berpengaruh secara independen.

D. Kombinasi Parameter Terbaik

Secara numerik, kombinasi parameter yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi adalah laju aliran gas 15 L/menit dan kuat arus 100 A, dengan nilai 326,69 N/mm² (setara dengan 33,32 kg/mm²). Efisiensi sambungan las (*joint efficiency*) mencapai sekitar 88% dari kekuatan tarik bahan dasar (37 kg/mm²) dan termasuk dalam kategori baik untuk pengelasan TIG pada baja karbon rendah.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis ANOVA dua arah pada taraf signifikansi 5%, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Laju aliran gas argon berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las TIG pada baja ST37 ($F_{hitung} = 5,182 > F_{tabel} = 3,55$). Kenaikan laju aliran dari 5 L/menit menjadi 15 L/menit diikuti peningkatan kekuatan tarik.
2. Kuat arus berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik ($F_{hitung} = 6,818 > F_{tabel} = 3,55$). Peningkatan kuat arus dari 80 A menjadi 100 A meningkatkan kekuatan tarik secara konsisten.
3. Interaksi antara laju aliran gas argon dan kuat arus tidak berpengaruh signifikan ($F_{hitung} = 0,545 < F_{tabel} = 2,93$). Kedua faktor berpengaruh secara independen.
4. Kombinasi parameter yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi (326,69 N/mm²) adalah laju aliran gas 15 L/menit dan kuat arus 100 A.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darul Ulum Jombang atas dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini dan kepada dosen pembimbing atas bimbingan serta masukan konstruktif selama penyusunan artikel.

6 Referensi

- [1] K. Tarik, P. Baja, M. Usman, and M. Fakhrurozi, "Optimasi Sudut Elektroda dan Kuat Arus terhadap," pp. 1–6.
- [2] I. P. A. Assagaf, A. Ariyanto, A. B. Prasetyo, and M. A. Fitrah, "Analisis Cacat Las SMAW dengan Elektroda Berbeda Posisi 2G pada Baja ST37 Metode FTA," *IRA J. Tek. Mesin dan Apl.*, vol. 4, no. 3, pp. 143–152, 2025, doi: 10.56862/irajtma.v4i3.334.
- [3] I. P. Armika, I. N. P. Nugraha, and G. Widayana, "Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Sifat Mekanis Hasil Pengelasan SMAW Material Baja ST42," *Otopro*, vol. 20, no. 2, pp. 56–61, 2025, doi: 10.26740/otopro.v20n2.p56-61.
- [4] S. Penggunaan, J. E. Las, and Y. Berbeda, "Studi Penggunaan Jenis Elektroda Las yang Berbeda terhadap Sifat Mekanis Pengelasan SMAW Baja AISI 1045," *J. Mech.*, vol. 3, no. 2, 2012.
- [5] S. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "PENGARUH METODE

- PEMOTONGAN PLAT BAJA ST37 TERHADAP KEKUATAN Arendi Yusuf Aldiansyah”.
- [6] S. Barat, “RAFTER BAJA UNTUK GUDANG DI PADANG,” vol. 3, no. 2, pp. 64–69, 2025.
- [7] A. P. Antika, I. P. Mulyatno, and A. W. B. Santosa, “Jurnal teknik perkapalan,” *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 152–160, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>