Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 13 No.2, Oktober 2024

Submitted: 01-09-2024
Revised: 15-09-2024
Accepted:01-10-2024
Published:30-10-2024

Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik dan Bending pada Kampuh Las V Tunggal dan X Tunggal Menggunakan Metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan Arus 140 Ampere

Mulyana, Gedeon Risky Haryanto, Kunarto, Riza Muhida, Muhammad Riza, Indra Surya, Zein Muhamad, Bambang Pratowo, Harjono Saputro

[1] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, 35143, Indonesia
Email: gedeonriskyharyanto@ubl.ac.id

Abstrak. Penelitian ini membahas pengelasan logam menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan arus 140 ampere dalam posisi 3G. Proses pengelasan menggunakan sambungan tipe butt joint dengan kampuh las V tunggal dan X tunggal pada sudut 30°. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi kampuh las terhadap hasil uji tarik dan uji bending pada logam ASTM A36. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan kampuh V tunggal memiliki tegangan bending tertinggi sebesar 8648 MPa, sementara X tunggal memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 4574 MPa. Variasi kampuh las secara signifikan memengaruhi kekuatan mekanik material, dengan spesimen X tunggal menunjukkan kinerja terbaik secara keseluruhan pada uji tarik.

Kata Kunci: pengelasan SMAW, kampuh las V tunggal, kampuh las X tunggal, kekuatan tarik, kekuatan bending, ASTM A36, posisi 3G.

1 Pendahuluan

Pengelasan adalah proses penting dalam industri manufaktur dan konstruksi, khususnya dalam penyambungan logam. Shielded Metal Arc Welding (SMAW) merupakan metode pengelasan yang banyak digunakan karena keandalannya dan kemampuannya beroperasi dalam berbagai kondisi. Penggunaan bentuk kampuh las yang tepat, seperti V tunggal atau X tunggal, dapat memengaruhi kualitas sambungan, terutama dalam hal kekuatan tarik dan bending. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan tarik dan bending pada kampuh V tunggal dan X tunggal, serta mengevaluasi dampaknya terhadap kekuatan mekanik pada material ASTM A36.

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi bentuk kampuh las, seperti V dan X, mempengaruhi struktur mikro dan kekuatan impak pada baja karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan tarik dan lengkung pada sambungan dengan

kampuh V tunggal dan X tunggal di posisi 3G serta membandingkan kekuatan sambungan las antara kedua jenis kampuh tersebut, dengan menggunakan 12 spesimen di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, berbagai alat dan bahan diperlukan untuk mendukung proses pengerjaan. Alat-alat yang digunakan mencakup Cutting Machine (Chiyoda Seiki – VIC 17 CUTTER) (KC – 150. Alat pencekam, Mesin las SMAW, gerinda, Mesin uji bending dan mesin uji tarik, dan NDT (Liquid Penetrant Test).

Bahan yang digunakan sebagai berikut: Baja ASTM A36 dan Elektroda RD-360 AWS A5.1 E7016 $\emptyset 3{,}2mm$

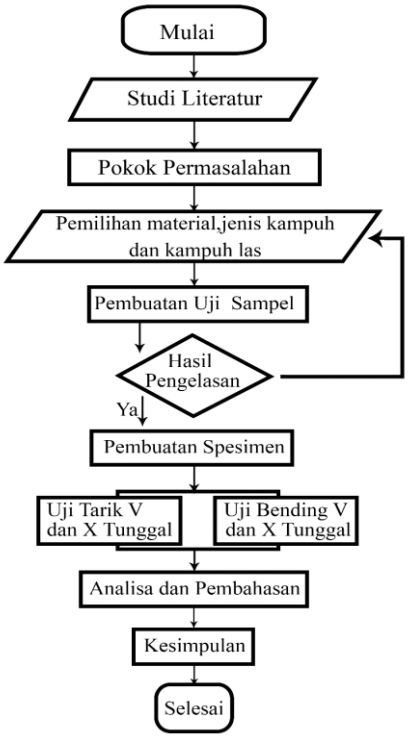


Gambar 1. Elektroda RD-360 AWS A5.1 E7016 yang digunakan dalam proses pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada penelitian ini.

.

2.2. Metode

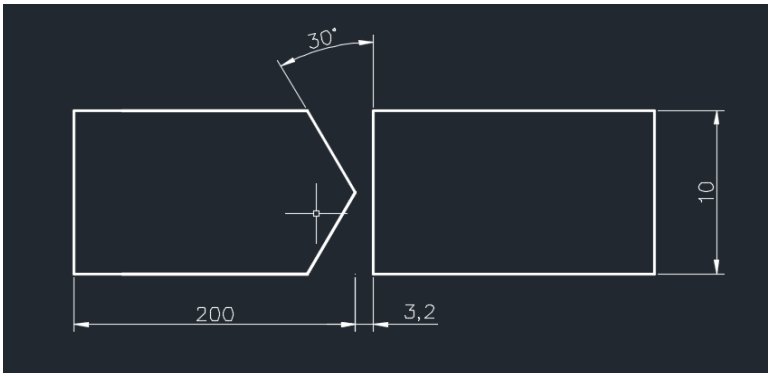
Pengujian dilakukan menggunakan metode SMAW dengan arus 140 ampere pada posisi 3G. Material yang digunakan adalah baja ASTM A36 dan elektroda RD-360 AWS A5.1 E7016. Proses pengujian meliputi uji tarik dan uji bending terhadap spesimen dengan kampuh V tunggal dan X tunggal. Data diperoleh melalui pengujian di laboratorium dengan alat uji tarik dan uji bending. Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian untuk menentukan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh setiap spesimen.



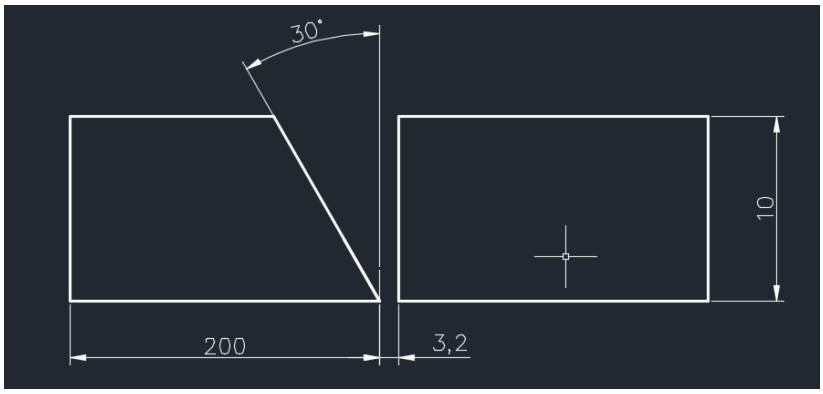
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Menunjukkan tahapan proses dari persiapan material hingga analisis data hasil pengujian kekuatan tarik dan bending pada spesimen kampuh las V tunggal dan X tunggal.

2.3. Rencana Desain



Gambar 3. Ukuran Pembuatan Spesimen X Tunggal
Ukuran pembuatan spesimen dengan kampuh las X tunggal yang digunakan dalam pengujian kekuatan tarik dan bending.



Gambar 4. Ukuran Pembuatan Spesimen V Tunggal

Ukuran pembuatan spesimen dengan kampuh las V tunggal yang digunakan dalam pengujian kekuatan tarik dan bending.

2.4. Proses Fabrikasi

Proses pengelasan 3G merupakan salah satu posisi pengelasan yang dilakukan pada pelat vertikal. Angka "3" mengacu pada posisi pengelasan vertikal, dan "G" mengacu pada "Groove Weld" atau las alur. Tahapan proses fabrikasi dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu sebagai berikut:

Persiapan Material
Material yang akan dilas adalah baja ASTM A36. Material dipotong sesuai dengan dimensi spesimen yang telah ditentukan. Permukaan di sekitar sambungan las dibersihkan dari karat, minyak, dan kotoran lainnya untuk memastikan kualitas pengelasan yang optimal. Dua pelat baja diposisikan secara vertikal dengan celah sesuai antara pelat yang akan dilas.

Pengaturan Mesin Las
Pengelasan dilakukan menggunakan mesin las SMAW dengan elektroda RD-360 AWS A5.1 E7016. Arus las diatur pada 140 ampere untuk menyesuaikan dengan posisi vertikal (3G) dan material baja ASTM A36 yang digunakan. Posisi 3G memerlukan arus yang lebih rendah dibandingkan pengelasan pada posisi horizontal untuk menghindari lelehan logam las yang jatuh ke bawah.

Teknik Pengelasan 3G
Root Pass: Pengelasan dimulai dari bawah ke atas (uphill welding) untuk penetrasi yang maksimal. Lapisan pertama atau root pass memastikan fondasi yang kuat untuk lapisan berikutnya.
Filler Pass: Setelah root pass selesai, beberapa lapisan filler pass diterapkan untuk mengisi sambungan las secara merata. Setiap lapisan harus dibersihkan dari slag (ampas pengelasan) sebelum melanjutkan ke lapisan berikutnya.

Cap Pass: Lapisan terakhir adalah cap pass yang berfungsi untuk meratakan permukaan sambungan las dan memberikan hasil visual yang baik.
Pemeriksaan dan Pengujian
Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan inspeksi visual untuk memastikan tidak ada cacat seperti porositas, undercut, atau slag inclusion. Selain itu, dilakukan uji penetran cair (Liquid Penetrant Test) sebagai metode non-destruktif untuk mendeteksi cacat permukaan seperti retak atau pori-pori kecil pada spesimen hasil pengelasan.

Pembersihan dan Finishing
Setelah pengujian selesai, sambungan las dibersihkan dari sisa-sisa slag, dan bagian yang berlebih dipotong atau dihaluskan bila diperlukan. Spesimen kemudian siap untuk pengujian lebih lanjut, yaitu uji tarik dan uji bending..



Gambar 5. Hasil proses pengelasan 3G pada spesimen baja ASTM A36 menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan kampuh V tunggal dan X tunggal.



Gambar 6. Hasil pemeriksaan uji Non-Destructive Test (NDT) menggunakan metode Liquid Penetrant yang menunjukkan cacat pada sambungan las, ditandai oleh anak panah.

2.5. Metoda Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk menentukan seberapa besar material mampu menahan deformasi plastis lokal akibat tekanan yang diberikan. Dalam penelitian ini, dua jenis pengujian utama digunakan untuk mengevaluasi kekuatan material, yaitu Uji Tarik dan Uji Bending.

2.5.1 Uji Tarik

Uji tarik bertujuan untuk mengukur kemampuan material dalam menahan gaya tarik hingga putus. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin uji tarik dengan beban aksial yang diberikan secara bertahap pada spesimen hingga mencapai titik patah. Parameter yang diukur pada pengujian ini meliputi kekuatan tarik maksimum, regangan, dan luas penampang spesimen. Rumus-rumus yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

Luas Penampang (A_0)

$$A_0 = L \times t \quad (1)$$

Keterangan :

A_0 = luas penampang asal (mm^2)
L = lebar spesimen (mm)
t = tebal spesimen (mm)

Regangan (ε)

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta L}{L0} \text{ x } 100\% \quad \text{atau} \quad e\frac{L1-l0}{l0} \quad (2)$$

Keterangan :

L_0 = panjang mula spesimen (mm)
L_1 = panjang spesimen setelah dibebani (mm)

Kekuatan Tarik (σ)

$$\sigma = \frac{\text{Fmax}}{A}. \quad (3)$$

Fmax = Gaya Maximum (N)
A = Luas Penampang (mm^2)

2.5.2 Uji Bending

Uji bending atau pengujian kekuatan lentur bertujuan untuk mengukur kemampuan material dalam menahan beban lentur. Uji ini dilakukan menggunakan mesin uji bending, di mana spesimen diletakkan di antara dua tumpuan dan gaya diberikan pada bagian tengah spesimen hingga terjadi deformasi.
Rumus yang digunakan untuk menghitung tegangan lentur adalah sebagai berikut:

$$P = F/A \quad (4)$$

$$\sigma = 3PL / 2bd^2 \quad (5)$$

Penjelasan persamaan:
- σ = Tegangan lentur (MPa)
- P = beban maksimum / gaya maksimum (kgf)
- L = jarak antara tumpuan (mm)
- b = lebar spesimen (mm)
- d = ketebalan spesimen (mm)

2.6. Analisis Data Pengujian

Data dari kedua pengujian ini (tarik dan bending) dianalisis secara kuantitatif untuk membandingkan kekuatan antara spesimen dengan kampuh las V tunggal dan X tunggal. Hasilnya akan menunjukkan hubungan antara variasi kampuh las dengan kekuatan material yang diukur berdasarkan tegangan maksimum dan regangan.urutannya.

3 Hasil dan Pembahasan

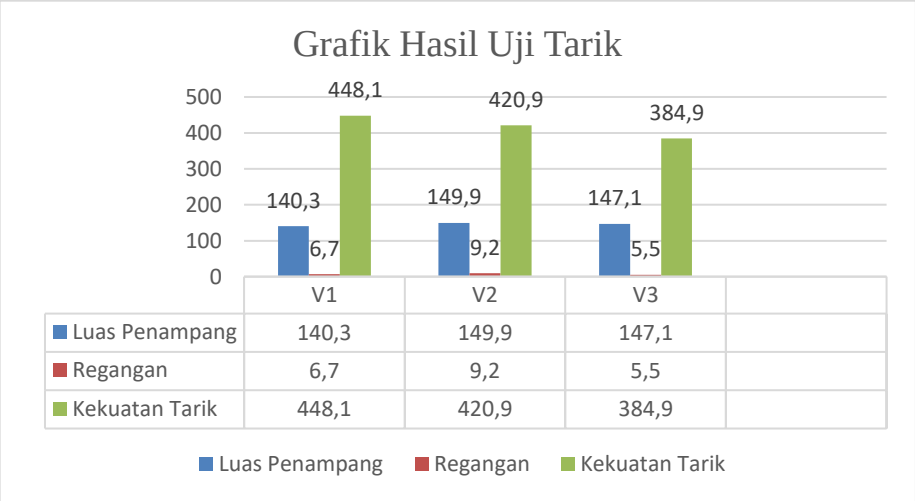
Pada bagian ini menyajikan hasil dari pengujian yang dilakukan terhadap spesimen dengan kampuh las V tunggal dan X tunggal menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan arus 140 ampere dalam posisi 3G. Hasil pengujian meliputi uji tarik dan uji bending, yang dianalisis untuk mengevaluasi kekuatan material serta perbandingan kinerja antara kedua tipe kampuh las.

3.1. Hasil Uji Tarik

Hasil uji tarik ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 untuk spesimen dengan kampuh V tunggal dan X tunggal. Hasil pengujian ini memperlihatkan variasi kekuatan tarik dan regangan pada setiap spesimen. Hasil uji tarik ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 untuk spesimen dengan kampuh V tunggal dan X tunggal. Hasil pengujian ini memperlihatkan variasi kekuatan tarik dan regangan pada setiap spesimen.

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan Spesimen V Tunggal

Spesimen	Luas Penampang	Regangan	Kekuatan Tarik
V1	140,3	7,2	448,1
V2	149,9	10,1	420,9
V3	147,1	5,8	384,9
Rata - Rata	**145,7**	**7,7**	**417,9**

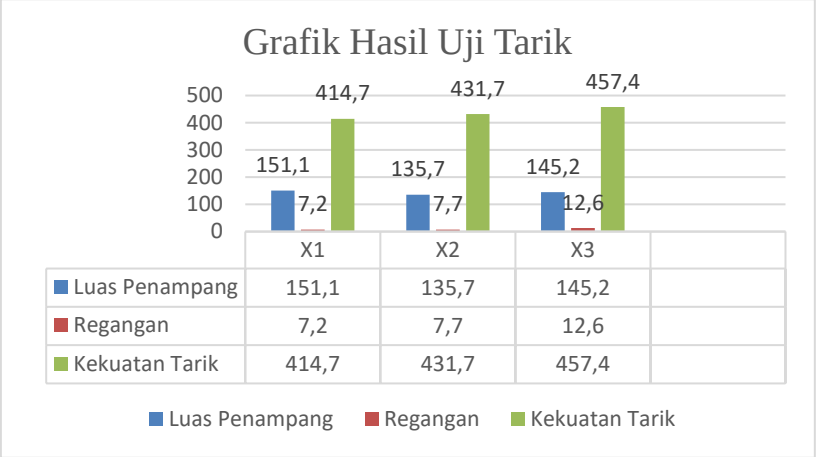


Gambar 7. Grafik Hasil Uji Tarik V Tunggal

Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa V1 memiliki luas penampang terkecil (140,3 mm²), diikuti oleh V3 (147,1 mm²), dan V2 memiliki luas penampang terbesar (149,9 mm²). V2 menunjukkan regangan tertinggi (9,2%), diikuti oleh V1 (6,7%), dan V3 terendah (5,5%). Dalam hal kekuatan tarik, V1 mencapai nilai tertinggi (448,1 MPa), disusul oleh V2 (420,9 MPa), dan V3 memiliki kekuatan tarik terendah (384,9 MPa).

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Spesimen X Tunggal

Spesimen	Luas Penampang	Regangan	Kekuatan Tarik
X1	151,1	7,2	414,7
X2	135,7	7,7	431,7
X3	145,2	12,6	457,4
Rata - Rata	**144**	**9,1**	**434,6**



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Tarik X Tunggal

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa X1 memiliki luas penampang terbesar (151,1 mm²), diikuti oleh X3 (145,2 mm²), sedangkan X2 memiliki luas terkecil (135,7 mm²). Dalam hal regangan, X1 mencatat regangan tertinggi (12,6%), diikuti oleh X2 (7,7%) dan X3 (7,2%). Untuk kekuatan tarik, X3 mencatat nilai tertinggi (457,4 MPa), disusul oleh X2 (431,7 MPa), dan X1 memiliki kekuatan tarik terendah (414,7 MPa).

3.2. Hasil Uji Bending

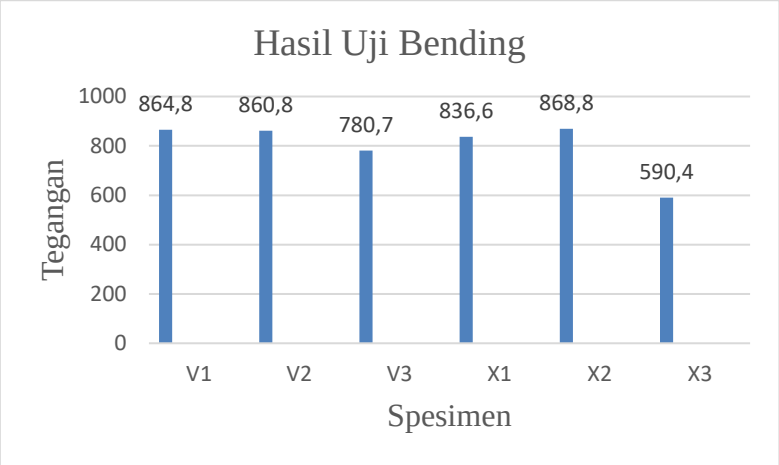
Hasil pengujian bending disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur tegangan maksimum yang dapat diterima oleh spesimen sebelum terjadinya deformasi.

Tabel 3. Data Hasil Pengolahan data Uji Bending V Tunggal

No	Variasi V Tunggal	V1	V2	V3
1	TeganganBending (Mpa)	864,8	860,8	780,7
2	**Rata Rata**	835,4		

Tabel 4. Data Hasil Pengolahan data Bending X Tunggal

No	Variasi X Tunggal	X1	X2	X3
1	Tegangan Bending (Mpa)	836,6	868,8	590,4
2	**Rata Rata**	765,2		



Gambar 9. Grafik Data Hasil Uji Bending X tunggal dan V Tunggal

Hasil uji bending memperlihatkan bahwa spesimen V1 dan V2 mencapai nilai tegangan tertinggi, masing-masing 864,8 MPa dan 860,8 MPa, menunjukkan konsistensi dalam material atau proses produksinya. Di sisi lain, spesimen X3 memiliki nilai tegangan yang lebih rendah, yaitu 590,4 MPa, yang kemungkinan besar disebabkan oleh adanya cacat pada pengelasannya.

4 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil membandingkan kekuatan tarik dan kekuatan bending dari spesimen logam baja ASTM A36 yang dilas menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dengan arus 140 ampere pada posisi 3G. Dua jenis kampuh las yang dianalisis adalah kampuh V tunggal dan kampuh X tunggal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen dengan kampuh X tunggal memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi, dengan nilai tertinggi sebesar 4574 MPa pada spesimen X3, sementara kampuh V tunggal menunjukkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 4481 MPa pada spesimen V1. Sebaliknya, pada uji bending, kampuh V tunggal menunjukkan hasil yang lebih unggul, dengan tegangan bending tertinggi sebesar 8648 MPa pada spesimen V1, sedangkan kampuh X tunggal mencatat tegangan bending terendah sebesar 5904 MPa pada spesimen X3. Dengan demikian, kampuh X tunggal lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik tinggi, sementara kampuh V tunggal lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap lentur atau bending. Pemilihan tipe kampuh las harus disesuaikan dengan kebutuhan mekanik dari struktur yang akan dilas.

References

1. A. Azwinur, S. Syukran, dan H. Hamdani, "Kaji sifat mekanik sambungan las butt weld dan double lap joint pada material baja karbon rendah," *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 9-16, 2018.
2. D. H. Santoso, "Penggunaan las listrik di kapal MV. Illannur," *Karya Tulis*, 2020.
3. W. Harsono dan T. Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2000.
4. H. Herizal, H. Hasrin, dan H. Hanif, "Analisa pengaruh proses GTAW dan SMAW terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material AISI 1050," *Journal of Welding Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 19-24, 2020.
5. M. Ibrahim, "Dampak pemanasan awal sebelum proses pengelasan terhadap uji bending face dan root pada hasil pengelasan baja SUP 9," *Ranah Research: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Multidisipliner*, vol. 2, no. 1, pp. 230-237, 2019.
6. F. A. Kusuma, F. T. Hartono, I. Kurniawan, dan R. A. P. Tarigan, "Rancang bangun mesin uji bending untuk material komposit," *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, vol. 3, no. 2, pp. 8-14, 2022.
7. M. Z. Mawahib, S. Jokosisworo, dan H. Yudo, "Pengujian tarik dan impak pada pengerjaan pengelasan SMAW dengan mesin genset menggunakan diameter elektroda yang berbeda," *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol. 14, no. 1, pp. 26-32, 2017.
8. A. L. Pratama, "Dampak perbedaan arus pada pengelasan GMAW terhadap kekuatan dan kekerasan baja ST60," Disertasi Doktoral, Universitas PGRI Semarang, 2022.
9. T. D. Saptaryani, B. Santoso, Y. S. Simamora, A. Wian, dan S. Supriyanto, "Pelatihan pengelasan SMAW untuk masyarakat Desa Balapulang Wetan, Kecamatan Balapulang, Kabupaten Tegal," *Indonesian Journal of Community Dedication*, vol. 2, no. 1, pp. 46-55, 2024.
10. A. D. Shieddieque, D. Setiawan, dan N. Rahdiana, "Penilaian kekuatan uji tarik dalam proses pengelasan busur listrik pada material SPHC dan S30-C," *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, vol. 1, no. 2, pp. 29-37, 2021.