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 Sambungan Las GTAW dan SMAW pada Baja ST 37 Berdasarkan Uji Tarik dan Uji Impak

Harjono Saputro, M Restu Priatama, Riza Muhida, Muhammad Riza, Indra Surya, Kunarto, Zein Muhamad, Mulyana, Bambang Pratowo

[1] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung, 35143, Indonesia
Email: restu.20321033@student.ubl.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37 melalui pengujian tarik dan pengujian impak. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan standar pengujian ASTM-E8 untuk uji tarik dan ASTM-E23 untuk uji impak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelasan SMAW memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dengan nilai rata-rata 2543 N/mm² dibandingkan GTAW yang memiliki nilai rata-rata 2412 N/mm². Sebaliknya, GTAW menunjukkan ketahanan terhadap impak yang lebih baik dengan nilai rata-rata 722 J/m² dibandingkan SMAW yang hanya mencapai 4885 J/m². Dengan demikian, masing-masing metode pengelasan memiliki keunggulan yang berbeda dalam hal kekuatan tarik dan ketahanan terhadap benturan.

Kata Kunci: Baja ST 37, Pengelasan GTAW dan SMAW, pengujian Tarik, pengujian Impak

1 Pendahuluan

Pengelasan adalah salah satu metode penyambungan logam yang paling umum digunakan di berbagai industri, termasuk konstruksi dan manufaktur. Pengelasan pada baja karbon, khususnya baja ST 37, membutuhkan pertimbangan khusus terkait dengan kekuatan mekanis yang dihasilkan oleh jenis las yang digunakan. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) dan SMAW (Shield Metal Arc Welding) merupakan dua metode pengelasan yang sering dibandingkan dalam hal efisiensi dan kekuatan sambungan las. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan tarik dan ketahanan benturan dari sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi metode pengelasan yang optimal untuk aplikasi tertentu.

2 Material dan Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Uraikan alat dan bahan yang digunakan. Alat dan bahan yang dipersiapkan yaitu sebagai berikut: Mesin Las GTAW, Mesin Las SMAW, gerinda

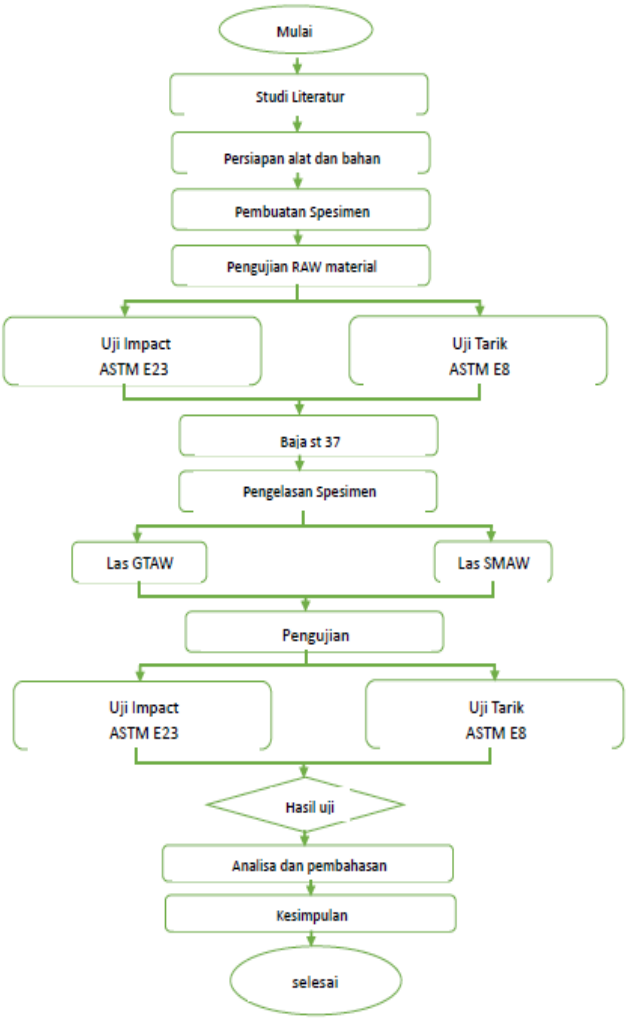
Bahan yang digunakan sebagai berikut: Plat baja st 37 ketebalan 5mm.



Gambar 1. Plat Baja st 37 Ketebalan 5mm, yang digunakan sebagai bahan uji dalam penelitian pengelasan.

2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengukur kekuatan tarik dan ketahanan impak dari sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Alat yang digunakan termasuk mesin las GTAW dan SMAW, serta alat pengujian tarik dan impak sesuai dengan standar ASTM. Prosedur pengujian tarik dilakukan dengan menarik sampel bahan hingga putus, sementara uji impak dilakukan dengan metode Charpy. Bahan yang digunakan adalah plat baja ST 37 dengan ketebalan 5 mm.

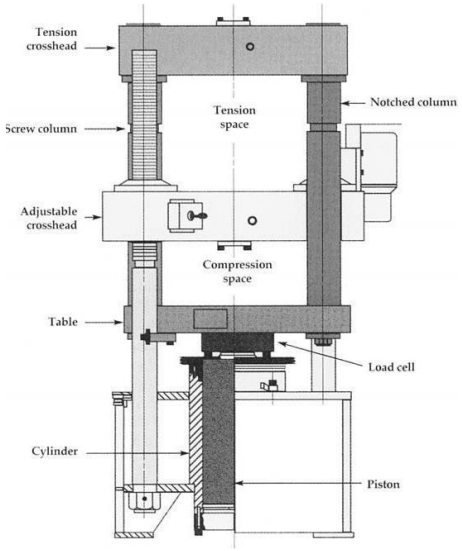


Gambar 2. Diagram Ilir, metode penelitian yang menunjukkan tahapan eksperimen pengujian kekuatan sambungan las GTAW dan SMAW pada Baja ST 37.

2.3. Uji Tarik

Uji tarik merupakan metode karakterisasi yang umum digunakan untuk menguji sifat mekanik bahan logam. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM E8 (Amerika) atau JIS (Jepang). Uji tarik bertujuan untuk mengetahui bagaimana bahan bereaksi terhadap gaya tarik yang diberikan hingga bahan tersebut mengalami patah. Selama proses pengujian, tegangan (stress) dan regangan (strain) direkam secara otomatis oleh alat uji, yang kemudian menghasilkan kurva tegangan-regangan sebagai gambaran performa mekanik bahan.

Proses pengujian melibatkan penarikan spesimen baja ST 37 hingga mengalami deformasi dan patah. Tegangan yang dihasilkan dari pembebanan adalah hasil dari gaya tarik (F) yang dibagi dengan luas penampang awal spesimen (A0). Regangan diukur berdasarkan perubahan panjang spesimen (ΔL) relatif terhadap panjang awal (L0). Nilai tegangan dan regangan yang direkam selama pengujian ditampilkan dalam bentuk kurva yang menggambarkan hubungan antara beban yang diterima dengan deformasi yang dialami spesimen.



Gambar 3. Konstruksi Alat Uji Tarik dan Uji Tekan yang digunakan dalam pengujian sifat mekanik sambungan Las pada Baja ST 37.

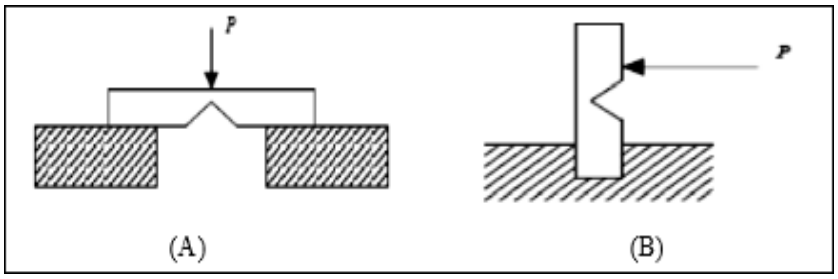
Uji tarik ini penting untuk mengetahui kekuatan luluh (yield strength) dan kekuatan tarik maksimum (ultimate tensile strength) dari sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Nilai kekuatan luluh menunjukkan titik di mana bahan mulai mengalami deformasi plastis, sementara kekuatan tarik maksimum menunjukkan beban tertinggi yang dapat diterima spesimen sebelum mengalami patah.

2.4. Uji Impak

Uji impak merupakan salah satu metode pengujian sifat mekanik material untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap beban tumbukan secara mendadak. Pada penelitian ini, uji impak dilakukan sesuai dengan standar ASTM E23 menggunakan metode Charpy. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur energi yang diserap oleh material saat mengalami benturan, yang selanjutnya digunakan untuk menilai ketangguhan (toughness) sambungan las.

Dalam uji impak, spesimen baja ST 37 dipersiapkan dengan dimensi standar dan diberi lekukan berbentuk huruf V di tengahnya. Spesimen kemudian dipasang secara horizontal dan dipukul oleh pendulum pada titik tengahnya. Energi yang diserap oleh spesimen selama proses tumbukan dihitung berdasarkan perbedaan tinggi ayunan pendulum sebelum dan sesudah tumbukan.

Metode Charpy digunakan karena dapat memberikan informasi penting mengenai kemampuan sambungan las dalam menyerap energi benturan. Nilai energi impak yang diukur memberikan indikasi seberapa tangguh sambungan las tersebut dalam menahan gaya impulsif. Uji impak ini sangat relevan untuk mengevaluasi ketahanan sambungan las terhadap kegagalan akibat beban dinamis, khususnya pada aplikasi di mana material harus menahan benturan atau getaran.



Gambar 4. Posisi Spesimen pada Uji Impak Menggunakan Metode Charpy (A) dan Metode Izod (B), yang menunjukkan perbedaan orientasi spesimen saat menerima benturan.

Hasil pengujian impak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sambungan las GTAW dan SMAW. GTAW menunjukkan nilai ketangguhan yang lebih tinggi dengan rata-rata energi impak 722 J/m², sedangkan sambungan las SMAW memiliki rata-rata energi impak yang lebih rendah, yaitu 4885 J/m². Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik material pengisi dan proses pengelasan yang berbeda, di mana GTAW menghasilkan sambungan yang lebih ulet dibandingkan dengan SMAW yang cenderung lebih getas saat menerima benturan.

2.5 Baja Karbon

Baja merupakan paduan logam yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dan karbon (C), serta elemen lain seperti mangan (Mn), silikon (Si), fosfor (P), dan sulfur (S). Baja karbon diklasifikasikan berdasarkan kadar karbon yang terkandung di dalamnya, yang memengaruhi sifat mekanik seperti kekuatan, kekerasan, dan keuletan. Baja karbon dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,30%, yang memiliki sifat mudah dibentuk dan keuletan yang baik namun dengan kekuatan relatif rendah. Baja karbon sedang memiliki kadar karbon antara 0,30% hingga 0,70% dan menawarkan kombinasi kekuatan serta keuletan yang lebih baik, sehingga sering digunakan dalam konstruksi dan industri otomotif. Sementara itu,

baja karbon tinggi, dengan kadar karbon antara 0,70% hingga 1,40%, memiliki kekuatan dan kekerasan tinggi, namun keuletannya lebih rendah, sehingga umumnya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan terhadap keausan, seperti alat pemotong dan komponen mesin. Selain baja karbon, terdapat baja paduan yang ditambahkan unsur-unsur tertentu seperti kromium dan nikel untuk meningkatkan sifat-sifat mekanik dan ketahanan korosi.

2.6 Karakteristik Baja ST 37

Baja ST 37 merupakan baja karbon sedang yang setara dengan AISI 1045, dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi teknik serta konstruksi. Komposisi kimia baja ini mencakup karbon sekitar 0,5%, mangan 0,8%, dan silikon 0,3%, yang memberikan keseimbangan antara kekuatan dan keuletan. Karakteristik utama baja ST 37 adalah kekuatan tariknya yang sedang, yang cukup baik untuk aplikasi struktural namun tetap mudah dibentuk dan dilas. Baja ini memiliki kemampuan las yang sangat baik karena kandungan karbon yang relatif rendah, sehingga cocok untuk digunakan dengan berbagai metode pengelasan seperti SMAW dan GTAW. Selain itu, baja ST 37 memiliki keuletan yang baik, yang memungkinkannya menahan deformasi plastis sebelum patah, menjadikannya pilihan ideal untuk struktur yang memerlukan fleksibilitas dan ketahanan. Dalam penelitian ini, baja ST 37 dipilih untuk mengevaluasi kekuatan sambungan las GTAW dan SMAW, karena sifat mekaniknya yang ideal untuk pengujian kekuatan tarik dan ketahanan benturan.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa sambungan las SMAW memiliki kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan GTAW, dengan nilai rata-rata kekuatan tarik maksimum sebesar 2543 N/mm² untuk SMAW dan 2412 N/mm² untuk GTAW. Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik elektroda yang digunakan pada SMAW yang menghasilkan logam las dengan kandungan karbon lebih tinggi. Sementara itu, uji impak menunjukkan bahwa GTAW memiliki ketahanan benturan yang lebih baik dibandingkan SMAW, dengan nilai rata-rata 722 J/m². Hal ini dikarenakan sifat ulet yang dihasilkan oleh las GTAW, di mana elektroda tungsten yang digunakan mampu mempertahankan ketahanan logam terhadap gaya benturan.

Tabel 1. Hasil pengujian tarik sambungan las GTAW dan SMAW pada plat baja ST 37, menunjukkan nilai kekuatan luluh, kekuatan maksimal, dan regangan masing-masing spesimen.

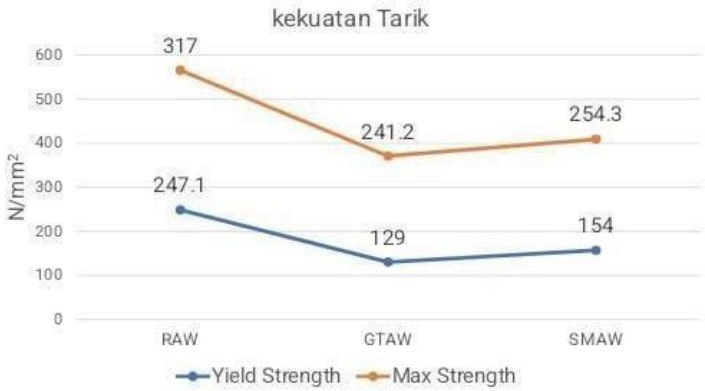
No	Spesimen	Yield StrengthN/mm^2	Max Strength N/mm^2	Regangan %
A	RAW	228,5	280,0	7
B	RAW	252,4	338,2	6
C	RAW	260,5	332,8	11
Rata-rata		**247,1**	**317**	**8**
A	Las SMAW	123,7	230,9	4
B	Las SMAW	69,0	240,5	5
C	Las SMAW	269,3	291,7	3
Rata-rata		**154**	**254,3**	**4**
A	Las GTAW	268,8	297,7	1
B	Las GTAW	61,3	232,4	2
C	Las GTAW	57,0	193,6	4
Rata-rata		**129,0**	**241,2**	**2,3**

Tabel 1 menampilkan hasil pengujian tarik yang dilakukan pada sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Pengujian ini mengukur kekuatan luluh (yield strength), kekuatan tarik maksimal (ultimate tensile strength), dan regangan (% elongation) dari masing-masing spesimen. Berdasarkan hasil pengujian, terlihat bahwa sambungan las SMAW memiliki kekuatan tarik maksimal rata-rata yang lebih tinggi, yaitu 2543 N/mm², dibandingkan dengan sambungan las GTAW yang memiliki rata-rata 2412 N/mm². Namun, pada aspek kekuatan luluh, GTAW memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi yaitu 1290 N/mm² dibandingkan SMAW yang hanya 154 N/mm². Regangan rata-rata yang dihasilkan oleh sambungan las SMAW juga lebih rendah dibandingkan GTAW, menunjukkan bahwa SMAW lebih kaku, sementara GTAW lebih ulet. Secara keseluruhan, tabel ini memperlihatkan bahwa sambungan las SMAW lebih unggul dalam kekuatan maksimal, sedangkan GTAW lebih baik dalam hal elastisitas.

Tabel 2. Hasil pengujian impak sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37, menunjukkan nilai energi impak dan analisis ulet atau patah untuk setiap spesimen.

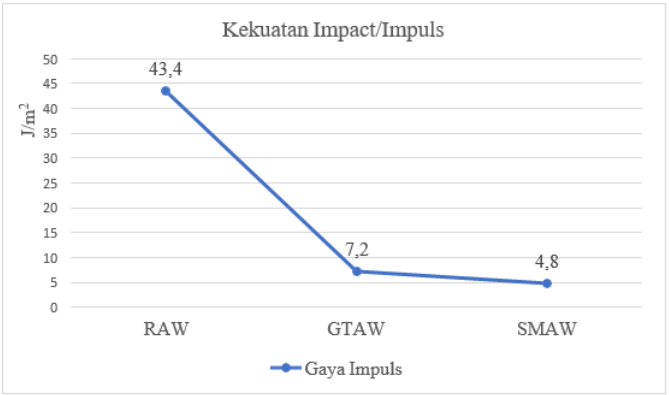
Spesimen	No	Energi Impact	Analisa
RAW	1	38,86 J/m^2	Ulet / Tidak patah
	2	48,02 J/m^2	Ulet / Tidak patah
Rata- rata	43,4 J/m^2		
GTAW	1	8,33 J/m^2	Ulet / Tidak patah
	2	6,11 J/m^2	Ulet / Tidak patah
Rata- rata	7,2 J/m^2		
SMAW	1	5,57 J/m^2	Patah
	2	4,2 J/m^2	Patah
Rata- rata	4,8 J/m^2		

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian impak yang dilakukan untuk mengukur ketahanan sambungan las terhadap gaya benturan. Pengujian ini dilakukan pada sambungan las GTAW dan SMAW dengan menggunakan standar ASTM-E23. Hasil menunjukkan bahwa sambungan las GTAW memiliki nilai energi impak rata-rata 722 J/m², yang menunjukkan ketangguhan dan kemampuan material dalam menyerap energi sebelum patah. Sebaliknya, sambungan las SMAW memiliki energi impak yang lebih rendah, yaitu rata-rata 4885 J/m², yang mengindikasikan bahwa sambungan ini cenderung lebih getas dan mudah patah saat terkena benturan. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa sambungan las GTAW lebih baik dalam menahan gaya impulsif atau benturan dibandingkan sambungan las SMAW, yang lebih rentan terhadap kegagalan akibat benturan.



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Tarik Sambungan Las GTAW dan SMAW pada baja ST 37, menunjukkan perbandingan kekuatan tarik maksimal dan regangan untuk masing-masing jenis pengelasan.

Grafik hasil uji tarik yang dilakukan pada sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Grafik ini memperlihatkan perbandingan antara kekuatan tarik maksimal dan regangan yang dihasilkan oleh kedua jenis sambungan las. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa sambungan las SMAW memiliki kekuatan tarik maksimal yang lebih tinggi dibandingkan dengan GTAW. Nilai regangan yang lebih rendah pada sambungan SMAW menunjukkan bahwa material ini cenderung lebih kaku dibandingkan dengan GTAW, yang memiliki regangan lebih tinggi dan bersifat lebih ulet. Data ini mendukung kesimpulan bahwa sambungan las SMAW lebih baik untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan tarik yang lebih besar, sementara GTAW lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan fleksibilitas dan kemampuan menahan deformasi yang lebih baik.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Impak Sambungan Las GTAW dan SMAW pada Baja ST 37, menunjukkan perbandingan energi impak yang diserap oleh masing-masing sambungan las.

Grafik hasil uji impak yang dilakukan pada sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37. Grafik ini menunjukkan perbandingan energi impak yang diserap oleh sambungan las sebelum patah. Dari hasil pengujian, sambungan las GTAW memiliki nilai energi impak yang lebih tinggi dibandingkan SMAW, yang menunjukkan bahwa GTAW lebih tahan terhadap gaya benturan atau impuls. Sambungan las SMAW, dengan nilai energi impak yang lebih rendah, cenderung lebih mudah patah saat terkena benturan, menunjukkan sifat getas yang lebih dominan. Grafik ini menguatkan kesimpulan bahwa sambungan las GTAW lebih unggul dalam menahan benturan, sedangkan sambungan las SMAW lebih rentan terhadap kegagalan akibat gaya impulsif.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sambungan las GTAW dan SMAW pada baja ST 37 menunjukkan karakteristik mekanik yang berbeda, tergantung pada jenis pengujian yang dilakukan. Pada pengujian tarik, sambungan las SMAW menghasilkan kekuatan tarik maksimal yang lebih tinggi dibandingkan dengan sambungan las GTAW, dengan nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal sebesar 2543 N/mm^2 untuk SMAW dan 2412 N/mm^2 untuk GTAW. Hal ini menunjukkan bahwa SMAW lebih cocok digunakan pada aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik yang besar.

Sebaliknya, pada pengujian impak, sambungan las GTAW menunjukkan ketahanan benturan yang lebih baik dengan nilai rata-rata energi impak sebesar 722 J/m^2, dibandingkan dengan sambungan las SMAW yang hanya mencapai 4885 J/m^2. Hal ini menunjukkan bahwa sambungan las GTAW lebih unggul dalam menahan gaya impulsif atau benturan, sehingga lebih sesuai untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap beban dinamis.

Dengan demikian, pemilihan metode pengelasan yang tepat, baik GTAW maupun SMAW, harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi spesifik, apakah lebih memprioritaskan kekuatan tarik atau ketahanan terhadap benturan. Penelitian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai keunggulan masing-masing metode pengelasan, sehingga dapat menjadi acuan dalam memilih teknik pengelasan yang optimal untuk penggunaan material baja ST 37.

References

1. A. Affi and Gunawarman, "Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan pada Elektroda E 6013 terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah," *TeknikA*, vol. 1, no. 28, pp. 13–20, 2007.
2. Changzhou Sanzhong Welding Materials, "Leading Welding Wire Manufacturer in China Since 1999," Accessed: Jan. 15, 2024.
3. Daryanto, *Teknik Las*. Bandung: Alfabet, 2013.
4. G. Heirdiana, "Af1 terhadap Kinerja Proses Punch," *Teknik Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 91–93, 2015.
5. I. Gusthia, "Memahami Tentang Jenis-jenis Sambungan Pengelasan," Accessed: Jan. 15, 2024.
6. M. Y. Jordi, H. Yudo, and S. Jokosoworo, "Analisa Pengaruh Proses Quenching dengan Media Berbeda terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 dengan Pengelasan SMAW," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 4, pp. 785–793, 2017.
7. S. Kirono and A. Amri, "Pengaruh Tempering pada Baja ST 37 yang Mengalami Karburasi dengan Bahan Padat terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro," *Jurnal Mesin*, vol. 1, no. 10, pp. 1–10, 2013.
8. A. Nugraheni, P. Dwijananti, F. Alam, and U. Semarang, "Penentuan Aktivitas Unsur Radioaktif Thorium yang Terkandung dalam Prototipe Sumber Radiasi Kaos Lampu Petromaks," *Jurnal MIPA Unnes*, vol. 35, no. 1, pp. 49–58, 2012.
9. D. L. Rahayu, "Pengelasan SMAW," Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: www.allpro.co.id
10. R. A. Sanii, "Karakterisasi Material," in *S. B. Hastuti (Ed.)*, Jakarta Timur: PT Bumi Aksara, 2019.