

**PERBANDINGAN HASIL PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* (SMAW) DAN *METAL INERT GAS* (MIG) DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BAJA SS400**

**Devina Dwiandara Fauziah<sup>1</sup>, Syahril Sayuti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

[devinadwiandara@gmail.com](mailto:devinadwiandara@gmail.com)

---

**Abstract (English)**

Welding is a crucial joining process widely applied in construction, manufacturing, and mechanical component maintenance industries. The quality of welded joints determines structural reliability and operational safety. This quality is strongly influenced by the welding method and process parameters, particularly welding current, which directly affects heat input and microstructural characteristics. This study aims to compare the tensile strength of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) and Metal Inert Gas (MIG) welds on SS400 low carbon steel. Welding was conducted using current variations of 80 A and 100 A with V-groove joints. Tensile testing was performed according to ASTM E8 standards, followed by microstructural analysis of the base metal, heat affected zone (HAZ), and weld metal. The results indicate that MIG welding at 80 A produced the highest average tensile strength of 709.86 MPa, while increasing the current to 100 A resulted in decreased tensile strength due to insufficient penetration. In contrast, SMAW welding exhibited increased tensile strength with higher welding current. Differences in ferrite, pearlite, and acicular ferrite phases significantly influenced the mechanical properties of the welded joints.

---

**Abstrak (Indonesia)**

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam yang sangat penting dalam berbagai bidang industri seperti konstruksi, manufaktur, dan perawatan komponen mekanik. Kualitas sambungan las menentukan keandalan struktur dan keselamatan operasional suatu produk teknik. Kualitas tersebut sangat dipengaruhi oleh metode pengelasan dan parameter proses, terutama arus pengelasan yang berhubungan langsung dengan masukan panas dan karakteristik struktur mikro. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah SS400. Proses pengelasan dilakukan menggunakan variasi arus 80 A dan 100 A dengan jenis kampuh V. Spesimen hasil pengelasan diuji menggunakan uji tarik sesuai standar ASTM E8 dan dianalisis strukturnya pada daerah logam induk, daerah terpengaruh panas (HAZ), dan logam las. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelasan MIG pada arus 80 A menghasilkan kekuatan tarik rata-rata tertinggi sebesar 709,86 MPa. Namun, pada arus 100 A kekuatan tarik pengelasan MIG mengalami penurunan akibat penetrasi yang tidak optimal. Sebaliknya, pengelasan SMAW menunjukkan peningkatan kekuatan tarik seiring dengan kenaikan arus. Analisis strukturnya menunjukkan perbedaan distribusi fasa ferrit, perlite, dan acicular ferrite yang berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik sambungan las.

---

**Article History**

*Submitted: 1 Februari 2026*

*Accepted: 4 Februari 2026*

*Published: 5 Februari 2026*

**Key Words**

SMAW, MIG, SS400 Steel, Tensile Strength, Microstructure

---

**Sejarah Artikel**

*Submitted: 1 Februari 2026*

*Accepted: 4 Februari 2026*

*Published: 5 Februari 2026*

**Kata Kunci**

SMAW, MIG, Baja SS400, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro

**PENDAHULUAN**

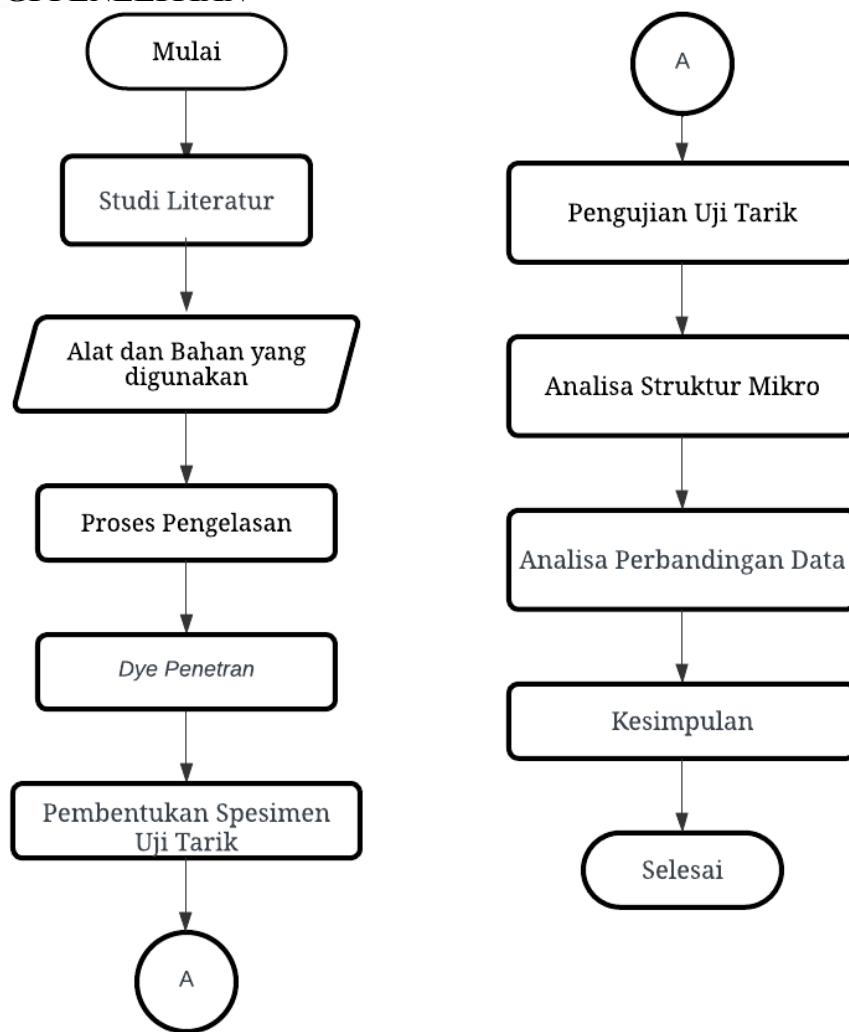
Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan logam yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Proses ini diaplikasikan pada konstruksi bangunan baja, industri manufaktur mesin, perpipaan, perkapalan, hingga perbaikan dan perawatan komponen mekanik. Keunggulan pengelasan dibandingkan metode penyambungan lainnya terletak pada kemampuannya menghasilkan sambungan permanen dengan kekuatan mendekati atau bahkan melebihi logam induknya.

Kualitas sambungan las sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain metode pengelasan, jenis elektroda atau kawat las, parameter pengelasan (arus, tegangan, dan kecepatan pengelasan), serta keterampilan operator. Di antara parameter tersebut, arus pengelasan memiliki peran penting karena berpengaruh langsung terhadap masukan panas, penetrasi las, dan laju pendinginan. Arus yang terlalu rendah dapat menyebabkan penetrasi tidak sempurna dan ikatan metalurgi yang lemah, sedangkan arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat las, distorsi, serta perubahan struktur mikro yang merugikan.

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) merupakan dua metode pengelasan yang paling umum digunakan. SMAW dikenal sebagai metode yang fleksibel, mudah diaplikasikan di lapangan, serta memiliki biaya peralatan yang relatif rendah. Namun, metode ini memiliki tingkat deposisi yang lebih rendah dan menghasilkan terak yang harus dibersihkan. Sebaliknya, MIG menawarkan efisiensi deposisi yang tinggi, hasil las yang lebih bersih, dan produktivitas yang lebih baik, tetapi membutuhkan biaya operasional yang lebih tinggi serta sangat bergantung pada kestabilan gas pelindung.

Baja SS400 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan sebagai material struktural karena memiliki sifat mampu las yang baik, kekuatan yang memadai, serta ketersediaan yang luas. Oleh karena itu, pemilihan metode pengelasan yang tepat pada baja SS400 menjadi aspek penting dalam menjamin kualitas dan keandalan struktur.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode MIG cenderung menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan SMAW pada parameter tertentu. Namun, hasil tersebut sangat bergantung pada variasi arus dan kondisi pengelasan. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk membandingkan secara langsung hasil pengelasan SMAW dan MIG pada baja SS400 dengan variasi arus yang berbeda, khususnya ditinjau dari kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las.

**METODOLOGI PENELITIAN****2.1 Flowchart Penelitian**

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah SS400 dengan ketebalan 5 mm yang dipilih karena memiliki sifat mampu las yang baik serta banyak digunakan pada aplikasi struktural dan konstruksi. Spesimen penelitian disiapkan dalam bentuk pelat dengan ukuran tertentu dan dibuat kampuh V dengan sudut 60° guna memastikan penetrasi las yang memadai serta keseragaman sambungan selama proses pengelasan. Proses pengelasan dilakukan menggunakan dua metode, yaitu Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG), dengan variasi arus pengelasan sebesar 80 A dan 100 A pada posisi pengelasan datar (flat position). Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan pembersihan terak pada permukaan las, kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan awal menggunakan metode Dye Penetrant Test untuk mendeteksi adanya cacat permukaan seperti porositas atau retak yang berpotensi memengaruhi hasil pengujian mekanik. Spesimen hasil pengelasan selanjutnya diproses menjadi spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM E8 untuk memperoleh nilai kekuatan tarik maksimum dan elongasi sebagai parameter utama dalam evaluasi sifat mekanik sambungan las. Selain itu, dilakukan analisis struktur mikro menggunakan mikroskop optik pada daerah logam induk, daerah

terpengaruh panas (Heat Affected Zone/HAZ), dan logam las untuk mengidentifikasi perubahan struktur mikro yang terjadi akibat variasi metode dan arus pengelasan, serta keterkaitannya terhadap perbedaan sifat mekanik yang dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil pengujian uji tarik dan analisis struktur mikro dari sambungan las baja SS400 yang dilas menggunakan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) dengan variasi arus pengelasan 80 A dan 100 A. Pembahasan difokuskan pada analisis pengaruh metode dan variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las serta keterkaitannya dengan karakteristik masukan panas, penetrasi las, dan perubahan struktur mikro yang terbentuk pada daerah logam las dan daerah terpengaruh panas (Heat Affected Zone/HAZ). Hasil pengujian yang diperoleh tidak hanya disajikan secara kuantitatif, tetapi juga dianalisis secara kualitatif berdasarkan teori pengelasan dan metalurgi untuk menjelaskan perbedaan sifat mekanik yang dihasilkan. Dengan demikian, pembahasan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan antara parameter proses pengelasan, struktur mikro, dan kekuatan tarik sambungan las baja SS400.

NO	Arus (A)	Spesimen	Elongation (%)	Tensile Strength (Mpa)		Max Load (N)
				Mesin	Dikoreksi	
1	80	SA1	3,2	677,304	677,304	26767,072
		SA2	2,7	624,425	624,425	25151,851
		SA3	2,2	639,783	639,783	22718,706
	<b>Rata-rata</b>		<b>2,7</b>	<b>647,171</b>	<b>647,171</b>	<b>24879,209</b>
2	100	SB1	4,8	690,651	690,651	27556,984
		SB2	1,8	605,124	669,401	23732,954
		SB3	4,1	628,271	628,271	25727,687
	<b>Rata-rata</b>		<b>3,6</b>	<b>614,349</b>	<b>657,466</b>	<b>25672,542</b>

**Tabel 3.1** Nilai *tensile strength* pengelasan MIG sebelum dan sesudah dikoreksi

NO	Arus (A)	Spesimen	Elongation (%)	Tensile Strength (Mpa)		Max Load (N)
				Mesin	Dikoreksi	
1	80	MA2	3,9	651,597	651,597	26937,026
		MA3	4,3	768,132	768,132	27019,055
		<b>Rata-rata</b>		<b>709,8645</b>	<b>709,8645</b>	<b>26978,041</b>
	100	MB1	2,6	664,695	664,695	22812,323
		MB2	2,2	552,714	552,714	22053,305
		MB3	2,9	641,364	641,364	23906,851
<b>Rata-rata</b>		<b>2,6</b>		<b>619,591</b>	<b>619,591</b>	<b>22924,159</b>

**Tabel 3.1** Nilai *tensile strength* pengelasan MIG sebelum dan sesudah dikoreksi

### 3.1 Pengaruh Metode Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode pengelasan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik sambungan las. Pengelasan MIG pada arus 80 A menghasilkan kekuatan tarik rata-rata tertinggi dibandingkan metode dan variasi arus lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tersebut terjadi keseimbangan yang baik antara masukan panas, penetrasi las, dan laju pendinginan.

Metode MIG menggunakan kawat elektroda kontinu dengan gas pelindung, sehingga busur listrik yang dihasilkan relatif stabil. Kestabilan busur ini memungkinkan distribusi panas yang lebih merata pada daerah las, sehingga terbentuk ikatan metallurgi yang lebih homogen. Kondisi ini mendukung terbentuknya struktur mikro yang lebih seragam dan mampu meningkatkan kekuatan tarik sambungan las.

Sebaliknya, metode SMAW menggunakan elektroda terbungkus fluks yang menghasilkan terak selama proses pengelasan. Keberadaan terak dan variasi panjang busur dapat menyebabkan fluktuasi masukan panas, terutama jika pengelasan dilakukan secara manual. Meskipun demikian, pada arus yang lebih tinggi, metode SMAW mampu menghasilkan penetrasi las yang lebih dalam sehingga kekuatan tarik sambungan meningkat.

### 3.2 Pengaruh Variasi Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik

Arus pengelasan merupakan parameter utama yang mengontrol besarnya masukan panas selama proses pengelasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terhadap variasi arus berbeda antara metode SMAW dan MIG.

Pada pengelasan MIG, peningkatan arus dari 80 A menjadi 100 A justru menyebabkan penurunan kekuatan tarik. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui karakteristik transfer logam pada proses MIG. Pada arus 80 A, proses pengelasan masih berada pada kondisi transfer yang relatif stabil, sehingga penetrasi las dan bentuk manik las terbentuk dengan baik. Namun, pada arus 100 A tanpa pengaturan beda potensial yang optimal, proses pengelasan cenderung masih berada pada mode short circuit transfer. Kondisi ini dapat menyebabkan percikan (spatter) berlebih dan penumpukan logam las di permukaan tanpa peningkatan penetrasi yang signifikan. Akibatnya, ikatan metallurgi pada akar las menjadi kurang optimal, yang berdampak pada penurunan kekuatan tarik.

Berbeda dengan MIG, pengelasan SMAW menunjukkan peningkatan kekuatan tarik seiring dengan kenaikan arus. Pada arus 100 A, masukan panas yang lebih besar memungkinkan elektroda mencair dengan lebih stabil dan menghasilkan penetrasi yang lebih dalam. Penetrasi yang baik meningkatkan luas penampang efektif sambungan las, sehingga mampu menahan beban tarik yang lebih besar. Namun demikian, peningkatan arus pada SMAW tetap memiliki batas optimum, karena arus yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan cacat las seperti undercut dan distorsi.

### 3.3 Hubungan Masukan Panas dan Struktur Mikro

Masukan panas yang dihasilkan selama proses pengelasan berpengaruh langsung terhadap laju pendinginan dan pembentukan struktur mikro pada daerah logam las dan daerah terpengaruh panas (HAZ). Perbedaan masukan panas antara metode SMAW dan MIG menyebabkan

terbentuknya struktur mikro yang berbeda, yang pada akhirnya memengaruhi sifat mekanik sambungan las.

Pada logam induk baja SS400, struktur mikro didominasi oleh fasa ferrit dan perlit yang terbentuk selama proses pendinginan normal. Struktur ini memberikan kombinasi sifat kekuatan dan keuletan yang baik. Namun, selama proses pengelasan, daerah HAZ mengalami siklus termal yang menyebabkan perubahan ukuran butir dan distribusi fasa.

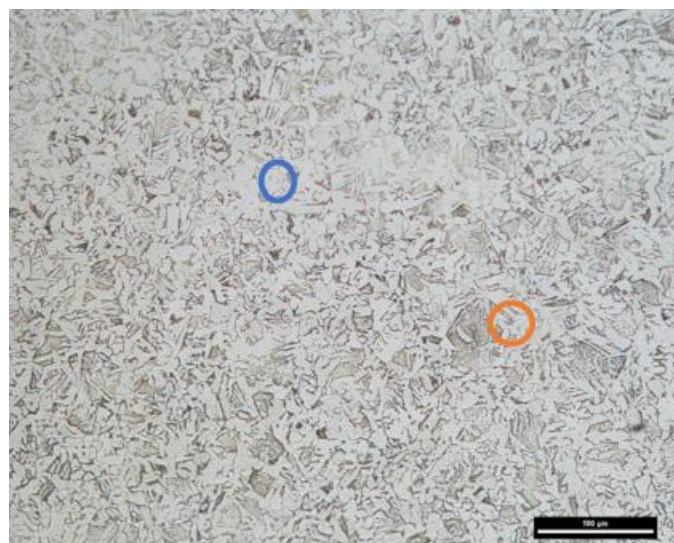
Pada daerah HAZ, peningkatan masukan panas menyebabkan terjadinya pertumbuhan butir (grain growth). Butir yang lebih besar umumnya menurunkan keuletan material dan dapat menjadi lokasi awal terjadinya retak. Oleh karena itu, kontrol masukan panas menjadi penting untuk menjaga keseimbangan antara kekuatan dan ketangguhan sambungan las.

### 3.4 Analisis Struktur Mikro Logam Las

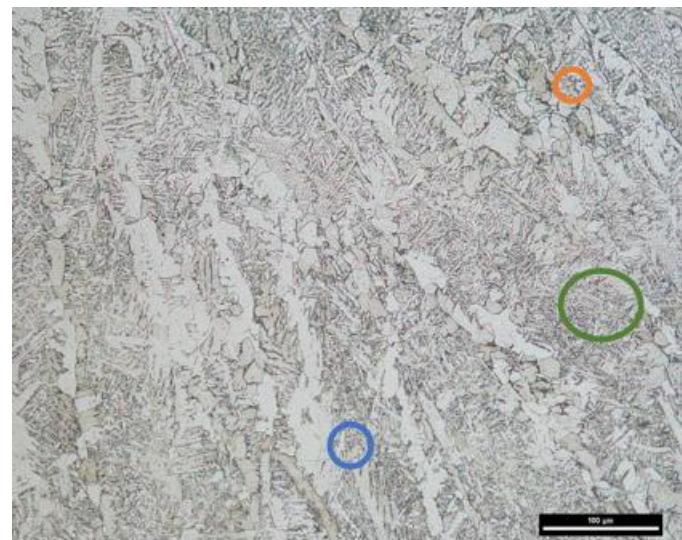
Hasil pengamatan struktur mikro pada logam las menunjukkan terbentuknya fasa ferrit, perlit, dan acicular ferrite pada kedua metode pengelasan. Keberadaan acicular ferrite merupakan faktor penting yang berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan dan ketangguhan sambungan las. Acicular ferrite memiliki morfologi berbentuk jarum dengan orientasi acak, sehingga mampu menghambat perambatan retak. Struktur ini sering terbentuk pada kondisi pendinginan tertentu dan dipengaruhi oleh komposisi kimia logam las serta keberadaan inklusi non-logam yang berperan sebagai inti nukleasi.

Pada pengelasan MIG, distribusi acicular ferrite cenderung lebih merata pada arus 80 A, yang sejalan dengan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada arus 100 A, perubahan laju pendinginan dan ketidakseimbangan masukan panas dapat mengurangi proporsi acicular ferrite, sehingga menurunkan kekuatan tarik.

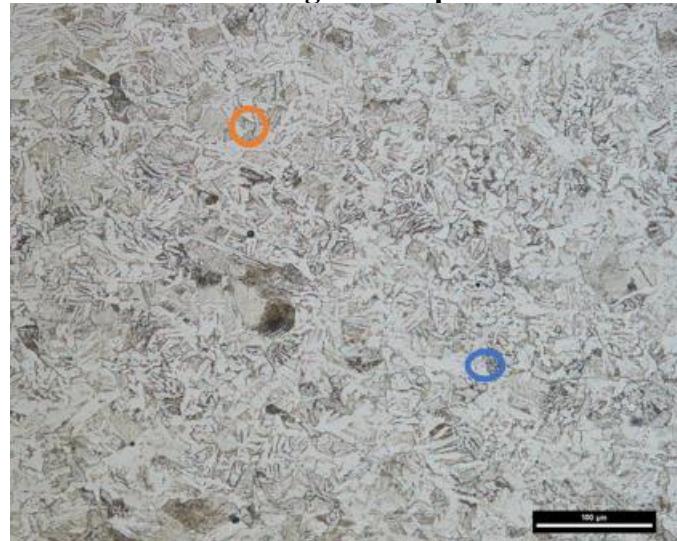
Pada pengelasan SMAW, peningkatan arus menghasilkan peningkatan masukan panas yang memungkinkan terbentuknya struktur mikro dengan kombinasi ferrit dan perlit yang lebih rapat. Struktur ini memberikan peningkatan kekuatan tarik, meskipun keuletannya perlu diperhatikan.



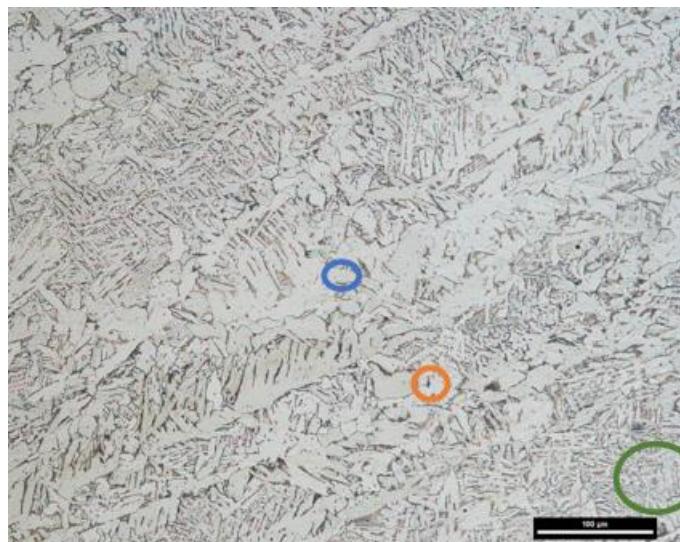
**Gambar 3.1 HAZ Spesimen SMAW**



**Gambar 3.2 Welding Metal Specimen SMAW**



**Gambar 3.3 HAZ Specimen MIG**

**Gambar 3.4 Welding Metal Spesimen MIG**

### 3.5 Keterkaitan Cacat Las dan Kekuatan Tarik

Selain struktur mikro, keberadaan cacat las juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan. Hasil pengujian Dye Penetrant Test menunjukkan bahwa pada beberapa spesimen terdapat cacat permukaan berupa porositas dan void. Cacat ini berfungsi sebagai konsentrator tegangan (stress concentrator) yang dapat mempercepat terjadinya kegagalan saat pengujian tarik.

Spesimen yang memiliki cacat void menunjukkan nilai elongasi yang lebih rendah dibandingkan spesimen tanpa cacat. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kekuatan tarik maksimum dapat dicapai, keuletan sambungan las tetap dipengaruhi oleh kualitas hasil pengelasan. Oleh karena itu, kontrol kualitas sambungan las menjadi aspek penting dalam penerapan metode pengelasan di industri.

### 3.6 Implikasi Hasil Penelitian terhadap Aplikasi Industri

Hasil penelitian ini memberikan implikasi praktis dalam pemilihan metode pengelasan untuk aplikasi industri. Pengelasan MIG dengan arus yang tepat (80 A) direkomendasikan untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan tarik tinggi dan kualitas sambungan yang bersih. Namun, pengelasan SMAW tetap menjadi pilihan yang efektif untuk pekerjaan lapangan dan kondisi terbatas, terutama jika parameter pengelasan diatur dengan baik.

Pemilihan metode pengelasan tidak hanya mempertimbangkan kekuatan tarik, tetapi juga faktor biaya, kemudahan operasional, dan kondisi lingkungan kerja. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam menentukan metode pengelasan yang sesuai untuk baja SS400 berdasarkan kebutuhan spesifik aplikasi.

## KESIMPULAN

Hasil uji tarik dan analisis struktur mikro menunjukkan bahwa metode dan variasi arus pengelasan berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las baja SS400. Pengelasan MIG pada arus 80 A menghasilkan kekuatan tarik tertinggi akibat kondisi masukan panas dan penetrasi las yang optimal, sedangkan peningkatan arus pada MIG menurunkan kekuatan tarik dan pada SMAW justru meningkatkannya. Perbedaan tersebut berkaitan dengan karakteristik masukan panas dan mekanisme transfer logam masing-masing metode, serta pembentukan fasa ferrit, perlit, dan acicular ferrite pada logam las. Keberadaan cacat las seperti porositas dan void turut

menurunkan keuletan sambungan, sehingga pemilihan metode dan pengaturan parameter pengelasan yang tepat menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas sambungan las.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Endramawan, T., Haris, E., Dionisius, F., & Prinka, Y. (2017). Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3g Butt Joint. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(2).
- Fikmar, T. B. (2013). Pengaruh kedalaman alur back chipping pada pengelasan listrik SMAW baja karbon sedang AISI 1045 terhadap uji kekuatan tarik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(4).
- Kirono, S., & Amri, A. (2011). Pengaruh Tempering Pada Baja SS400 Yang Mengalami Karburasi Dengan Bahan Padat Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).
- Hermanto, D., SUBAGIA, A., I DG, B. U. D. I. A. R. S. A., & NYOMAN, I. (2017). Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Sambungan Las Baja SS400 Dengan Menggunakan Variasi Elektroda. *Teknik Desain Mekanika*, 47-52.
- Sardi, V. B., Jokosisworo, S., & Yudo, H. (2018). Pengaruh normalizing dengan variasi waktu penahanan panas (Holding Time) baja ST 46 terhadap uji kekerasan, uji tarik, dan uji mikrografi. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1).
- Maulana, Y. (2017). Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw. *AL JAZARI: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 1(2).
- Kurniawan, A. S., Solichin, S., & Puspitasari, R. P. (2017). Analisis Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja St. 41 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(1).
- Pasaribu, A. L., Irzal, I., Yufrizal, A., & Purwantono, P. (2022). ANALISA PERBANDINGAN HASIL PENGELESAAN SMAW (SHIELD METAL ARC WELDING) DAN LAS MIG (METAL INERT GAS) TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA KARBON RENDAH SS400. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 4(2), 39-41.
- Rahman, H. K., & Sunyoto, S. (2021). Pengaruh Arus SMAW Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Baja Konstruksi IWF JIS G3101 SS400. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 35-45.
- Rahardja, I. B., Rahdiana, N., Mulyadi, D., Al Afghani, A., & Ramadhan, A. I. (2020). Analisis Pengaruh Radius Bending Pada Proses Bending Menggunakan Pelat Spcc-Sd Terhadap Perubahan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, 1(1), 1-10.
- Sebayang, A., Tarigan, E., & Siahaan, S. (2021). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Plat Baja SS400 Dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (Smaw) Dan Metal Inert Gas (Mig) Menggunakan Arus 140 A Dan 120 A. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 9(6).
- Setiawan, B. (2021). Karakteristik Mekanik Plat Baja SS400 pada Kontruksi Alat Berat. *Jurnal Manufaktur dan Material* Vol. 3, No. 1.
- Soleh, A. A., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). Analisa pengaruh kuat arus terhadap struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik pada baja karbon rendah dengan Las SMAW menggunakan jenis Elektroda E7016. *CENDEKIA EKSAKTA*, 1(2).

Santoso, T. B., Solichin, S., & Trihutomo, P. (2016). Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW dengan elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin*, 23(1).

Van Vlack, L. H., 1989. Ilmu dan Teknologi Bahan. Erlangga. PT Pradaya Pramita. Jakarta.

Wiryosumarto, H., 2004. Teknologi Pengelasan Logam. Erlangga. PT Pradaya Paramita. Jakarta.