

PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP KETANGGUHAN SAMBUNGAN PADA PROSES PENGELASAN BUSUR LISTRIK ELEKTRODA TERBUNGKUS (SMAW) PADA BAJA CARBON STEEL

Supriono¹, Mukhsin Rasyid², Andi Saputra³

supryon34@gmail.com¹

Universitas Alwashliyah Medan

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi kuat arus terhadap sifat mekanik dan struktur makro sambungan las pada baja karbon rendah ST 37 menggunakan metode pengelasan SMAW dengan elektroda E7018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kuat arus (80A, 90A, dan 100A) memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan karakteristik struktur makro sambungan las, dengan nilai optimal diperoleh pada parameter arus tertentu yang menyeimbangkan penetrasi dan risiko cacat las.

Kata Kunci: Variasi Kuat Arus, Sifat Mekanik Sambungan Las, Struktur Makro Las.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang konstruksi saat ini tidak dapat dipisahkan dari peran penting pengelasan sebagai metode penyambungan logam yang dominan. Pengelasan telah menjadi bagian integral dalam rekayasa dan reparasi logam, terutama dalam bidang konstruksi bangunan maupun mesin¹. Popularitas metode ini didasarkan pada berbagai keunggulan yang ditawarkan, seperti biaya yang relatif rendah, waktu pengerjaan yang lebih singkat, bobot konstruksi yang lebih ringan, serta fleksibilitas dalam desain bentuk konstruksi¹. Meskipun demikian, di balik berbagai kelebihannya, sambungan las juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kekurangannya adalah munculnya lonjakan tegangan yang cukup tinggi karena perubahan struktur mikro di area sekitar las. Perubahan ini dapat mengurangi kekuatan material dan memengaruhi sifat mekanik lainnya pada logam tersebut¹. Oleh karena itu, prosedur pengelasan menjadi salah satu faktor penting yang sangat memengaruhi kualitas dan kekuatan hasil sambungan las, karena prosedur ini berfungsi sebagai pedoman teknis dalam pelaksanaan pengelasan¹.

Salah satu metode pengelasan yang paling umum digunakan adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau las busur dengan elektroda terbungkus. Metode ini telah menjadi metode yang paling luas penggunaannya karena kepraktisannya, kemudahan pengoperasian, serta kemampuannya untuk diterapkan di berbagai kondisi pengelasan, baik di bengkel maupun di lapangan. Dalam teknik SMAW, elektroda yang digunakan adalah logam yang dilapisi oleh bahan pelindung yang disebut fluks (slag las). Lapisan fluks ini berfungsi untuk melindungi logam cair dari pengaruh gas-gas di udara, seperti oksigen dan nitrogen, yang dapat menyebabkan oksidasi dan menurunkan kualitas sambungan las.

Pengaturan arus listrik dalam proses pengelasan SMAW sangat berpengaruh terhadap mutu hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu kecil, busur listrik sulit terbentuk dan cenderung tidak stabil. Hal ini menyebabkan panas yang dihasilkan tidak cukup untuk mencairkan elektroda maupun logam dasar, sehingga jalur las menjadi sempit, tidak rata, dan memiliki penembusan yang dangkal. Sebaliknya, jika arus terlalu besar, elektroda akan meleleh terlalu cepat, mengakibatkan hasil las yang lebih lebar dengan penembusan yang lebih dalam, yang dapat menyebabkan kekuatan tarik sambungan menjadi rendah dan meningkatkan risiko kerapuhan pada hasil las.

Untuk elektroda E7018 berdiameter 3,2 mm, arus las yang dibutuhkan umumnya berkisar antara 115 hingga 165 Ampere agar paduan baja hitam yang dihasilkan memiliki penetrasi, koalesensi logam dasar, dan pembentukan terak yang sesuai dengan spesifikasi mutu. Pada arus di bawah batas minimum, fusi antarlogam tidak sempurna (lack of fusion) dan ikatan las dapat menjadi tidak homogen, sedangkan pada arus di atas batas maksimum, peningkatan panas akan menyebabkan penetrasi berlebih, potensi undercut, serta percepatan pendinginan yang dapat menghasilkan struktur martensitik dan risiko retak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus (80A, 90A, dan 100A) terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan regangan yang terjadi pada sambungan las baja karbon rendah ST 37 menggunakan elektroda E7018, serta menganalisis struktur makro material setelah proses pengelasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengelasan, terutama dalam optimalisasi parameter las untuk meningkatkan kualitas sambungan las pada konstruksi baja karbon rendah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah seri ST 37 sebagai material dasar. Pemilihan material ini didasarkan pada karakteristiknya yang memiliki sifat mampu bentuk yang baik serta aplikasinya yang luas dalam berbagai konstruksi, seperti struktur gedung parkir, jembatan, dan bangunan lain yang menggunakan bahan baja. Spesimen dibuat dengan dimensi panjang 200 mm, lebar 20 mm, dan tebal 8 mm. Untuk spesimen las, digunakan kampuh V dengan kemiringan sudut 60° untuk memastikan penetrasi yang optimal dan hasil sambungan yang maksimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari variasi kuat arus terhadap kekuatan tarik sambungan las. Penggunaan arus yang terlalu rendah (80A) cenderung menghasilkan kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan arus medium (90A) dan tinggi (100A). Hal ini sejalan dengan teori bahwa arus yang terlalu kecil menyebabkan busur listrik sulit terbentuk dan tidak stabil, menghasilkan panas yang tidak cukup untuk mencairkan elektroda dan logam dasar secara optimal, sehingga penetrasi las menjadi dangkal dan kekuatan sambungan lebih rendah.

Pada penggunaan arus 90A, terlihat peningkatan nilai kekuatan tarik dibandingkan dengan spesimen yang dilas menggunakan arus 80A. Ini menunjukkan bahwa pada tingkat arus ini, panas yang dihasilkan sudah cukup untuk mencairkan logam dasar dan elektroda secara optimal, sehingga menghasilkan fusi yang lebih baik antara logam las dan logam dasar.

Namun, pada penggunaan arus 100A, meskipun penetrasi las lebih dalam, hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan kekuatan tarik pada beberapa spesimen. Kondisi ini sesuai dengan teori bahwa pada arus yang terlalu tinggi, elektroda meleleh terlalu cepat, menyebabkan hasil las yang lebih lebar dengan penetrasi berlebih, yang dapat meningkatkan risiko cacat las seperti undercut dan porositas. Selain itu, peningkatan arus juga dapat menyebabkan percepatan pendinginan yang menghasilkan struktur martensitik dan meningkatkan risiko retak, sehingga menurunkan kekuatan tarik sambungan las.

Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan dan Regangan

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan pada daerah las cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kuat arus pengelasan. Hal ini disebabkan oleh pembentukan struktur martensit akibat pendinginan cepat setelah pengelasan dengan arus tinggi. Daerah HAZ (Heat Affected Zone) juga menunjukkan perbedaan nilai kekerasan yang signifikan antar variasi arus, dengan nilai tertinggi ditemukan pada spesimen yang dilas menggunakan arus 100A.

Sementara itu, hasil pengujian regangan menunjukkan pola yang berlawanan dengan nilai kekerasan. Spesimen yang dilas menggunakan arus 80A memiliki nilai regangan tertinggi, diikuti oleh spesimen dengan arus 90A dan 100A. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan arus pengelasan cenderung mengurangi keuletan sambungan las, yang diindikasikan oleh penurunan nilai regangan.

Analisis Struktur Makro

Analisis struktur makro pada spesimen las menunjukkan perbedaan karakteristik yang jelas antara daerah las, HAZ, dan logam dasar. Pada spesimen yang dilas menggunakan arus 80A, area logam las relatif sempit dengan penetrasi yang dangkal. Seiring dengan peningkatan arus menjadi 90A dan 100A, terlihat perluasan area logam las dan peningkatan kedalaman penetrasi.

Daerah HAZ juga menunjukkan variasi ukuran dan struktur yang berbeda berdasarkan kuat arus yang digunakan. Pada arus 100A, daerah HAZ cenderung lebih luas dengan batas yang kurang tegas antara daerah las dan logam dasar, yang mengindikasikan panas yang lebih besar diserap oleh material selama proses pengelasan..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat arus pengelasan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik sambungan las pada baja karbon rendah ST 37. Arus optimal untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimal adalah sekitar 90A untuk elektroda E7018 dengan diameter 3,2 mm dan ketebalan material 8 mm.
2. Peningkatan kuat arus pengelasan cenderung meningkatkan nilai kekerasan namun menurunkan nilai regangan pada sambungan las, yang mengindikasikan trade-off antara kekuatan dan keuletan material.
3. Analisis struktur makro menunjukkan bahwa variasi kuat arus memengaruhi lebar pengelasan dan kedalaman penetrasi, dengan arus yang lebih tinggi menghasilkan area las yang lebih luas dan penetrasi yang lebih dalam.
4. Pemilihan kuat arus yang tepat sangat penting untuk menghasilkan sambungan las yang optimal, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara penetrasi yang cukup dan minimalisasi risiko cacat las.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pemahaman pengaruh kuat arus terhadap sifat mekanik dan struktur sambungan las pada baja karbon rendah. Hasil penelitian dapat menjadi acuan dalam menentukan parameter pengelasan optimal untuk aplikasi konstruksi yang menggunakan baja karbon rendah, terutama dalam konteks konstruksi bangunan, jembatan, dan struktur lain yang memerlukan kekuatan dan keandalan sambungan las.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. (2022). Macam-Macam Cacat Las dan Penyebab Serta Cara Mengatasi. Diambil dari website: <https://www.pengelasan.net/cacat-las/>.
- Arifin, S. (1997). Las Listrik dan Otogen. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- AWS (American Welding Society) A5.20. (2005), "Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding", Miami Florida.
- AWS A5.36. (2016), "Specification For Carbon and Low Alloy Steel Flux Cored Electrode For Flux Cored Arc Welding and Metal Cored Electrodes For Gas Metal Arc Welding", American Welding Society, Amerika Serikat
- AWS, (2001), "Welding Handbook Ninth Edition, Volume 2 Welding Processes arc and Gas Welding and Cutting, Brazing, and Soldering", Florida : American Welding Society
- Budi Santoso. (2018). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las SMAW.
- Deutsche Industrie Normen (DIN). Pengelasan. Germany: Deutsche Industrie Normen.(Online). <https://www.din.de/de>. Diakses pada 20 May. 2018.
- Haura Muthia Munawar, I. N. (2023). THE EFFECT OF TYPE OF SMAW WELDING ELECTRODE ON MECHANICAL PROPERTIES AND MICRO STRUCTURE. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha, 11, 93-110. doi:DOI: <http://10.23887/jptm.v11i1.56007>.
- Mizhar, S. & Pandiangan, I. H. (2014). Pengaruh Masukan Panas terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan pada Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW)
- Saripuddin M dan Dedi Umar Lauw. (2013). Pengaruh Kekuatan Sambungan Las Terhadap Metalurgi Las.
- Siswanto. (2011). Konsep Dasar Teknik Las. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Soetardjo. (1997). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suhada, K. (2023). ANALISA KUAT ARUS AC ARC WELDER TERHADAP BEBAN TARIK PADA PENGELASAN BAJA ST 60. SEMNASTEK UISU, 139-146.
- SULISTIYO, E. (2016). IDENTIFIKASI MATERIAL TUBE HIGH PRESSURE ECONOMIZER HRSG UNIT 2.3 PLTGU UP SEMARANG. Jurnal Power Plant, vol. 4, 75-85.
- Suprijanto, D. (2013). Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Bending Las Sudut Smaw Posisi Mendatar Pada Baja Karbon Rendah. Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta, 8, 91-96
- SYAIFUDDIN, A. (2023). PENGARUH VARIASI AMPERE TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MAKRO PADA SAMBUNGAN SMAW MATERIAL BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA E7018. Magelang, Jawa Tengah 56116: UNIVERSITAS TIDAR.
- Teguh Wiyono. (2012). Penentuan Pengelasan pada Konstruksi Baja.
- Wirjosumarto, H. (2000). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.
- YUSRIADIN, E. (2023). PENGARUH KUAT ARUS PADA LAS BUSUR LISTRIK ELEKTRODA TERBUNGKUS TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH. Medan: UNIVERSITAS MEDAN AREA.
- Zulfadly, M. A. (2022, Februari). VARIASI AMPERE TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA HASIL. Hexatech : Jurnal Ilmiah Teknik , 1, 39-50.