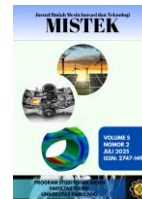




JURNAL TEKNIK MESIN MISTEK MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



ANALISIS KEKERASAN HASIL PENYAMBUNGAN BAJA SS 400 MENGUNAKAN LAS ARGON

Azis Winardi¹, Suhendi²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: aziswinardi88@gmail.com¹

Masuk : 10 Maret 2025

Direvisi : 07 April 2025

Disetujui : 28 April 2025

Abstrak: Proses pengelasan merupakan salah satu metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi dan manufaktur. Pengelasan dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik material akibat adanya siklus pemanasan dan pendinginan selama proses berlangsung. Salah satu sifat mekanik yang penting untuk diketahui adalah kekerasan, karena berkaitan dengan ketahanan material terhadap deformasi plastis dan keausan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan menggunakan las argon terhadap nilai kekerasan sambungan las baja SS 400. Metode penelitian dilakukan dengan pengelasan baja SS 400 menggunakan las argon (TIG) dengan variasi arus pengelasan sebesar 80 A, 90 A, dan 100 A. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell (HRC) pada sambungan las. Setiap variasi arus diuji menggunakan tiga benda uji dengan lima titik pengujian pada masing-masing benda uji untuk memperoleh data yang representatif. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk melihat pengaruh variasi arus pengelasan terhadap nilai kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus pengelasan berpengaruh terhadap nilai kekerasan sambungan las baja SS 400. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi diperoleh pada arus 90 A sebesar 19,9 HRC, sedangkan pada arus 100 A sebesar 19,87 HRC dan arus 80 A sebesar 19,67 HRC. Peningkatan arus dari 80 A ke 90 A meningkatkan nilai kekerasan, namun peningkatan arus hingga 100 A tidak memberikan peningkatan yang signifikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam penentuan parameter arus pengelasan yang optimal untuk menghasilkan sambungan las baja SS 400 dengan kekerasan yang baik.

Kata Kunci: Baja SS 400, Las Argon, Arus Pengelasan, Kekerasan Rockwell, Sambungan Las.

Abstract: Welding is one of the most widely used metal joining processes in construction and manufacturing industries. The welding process can alter the mechanical properties of materials due to the thermal cycles of heating and cooling that occur during welding. One important mechanical property to be evaluated is hardness, as it is closely related to a material's resistance to plastic deformation and wear. This study aims to analyze the effect of welding current variations using argon welding on the hardness of welded joints of SS 400 steel. The research method involved welding SS 400 steel using Tungsten Inert Gas (TIG) welding with welding current variations of 80 A, 90 A, and 100 A. Hardness testing was conducted using the Rockwell (HRC) method on the welded joints. For each current variation, three specimens were tested with five indentation points on each specimen to obtain representative data. The obtained hardness data were analyzed descriptively to evaluate the effect of welding current variation on hardness values. The results indicate that welding current variation affects the hardness of SS 400 steel welded joints. The highest average hardness value was obtained at a welding current of 90 A, with a value of 19.9 HRC, while welding currents of 100 A and 80 A resulted in average hardness values of 19.87 HRC and 19.67 HRC, respectively. Increasing the welding current from 80 A to 90 A led to an increase in hardness; however, further increase to 100 A did not result in a significant improvement. These findings are expected to serve as a reference for determining optimal welding current parameters to achieve good hardness in SS 400 steel welded joints.

Keywords: SS 400 Steel, Argon Welding, Welding Current, Rockwell Hardness, Welded Joint.

PENDAHULUAN

Baja merupakan logam paduan dengan besi sebagai unsur utama dan karbon sebagai unsur paduan dominan yang sangat memengaruhi sifat mekaniknya [1]. Kandungan karbon dalam baja umumnya berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat, tergantung pada jenis dan gradennya [2]. Selain karbon, unsur paduan seperti mangan, krom, vanadium, dan nikel

sering ditambahkan untuk memperoleh karakteristik tertentu. Peningkatan kadar karbon cenderung meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik, namun dapat menurunkan keuletan dan meningkatkan sifat getas. Oleh karena itu, sifat mekanik baja sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia serta proses perlakuan yang diterapkan [3], [4].

Baja SS 400 yang mengacu pada standar JIS G3101 atau setara dengan ASTM A36 merupakan baja karbon rendah (*mild steel*) dengan komposisi utama karbon, mangan, silikon, sulfur, dan fosfor. Material ini memiliki sifat mampu las yang baik, kekuatan yang memadai, serta biaya yang relatif ekonomis, sehingga banyak digunakan pada aplikasi struktur dan konstruksi umum seperti jembatan, pelat kapal, tangki, dan rangka bangunan [5].

Proses pengelasan merupakan metode penyambungan logam yang luas digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi. Pengelasan dengan las argon memanfaatkan gas pelindung untuk mencegah kontaminasi udara pada daerah las, namun siklus panas selama proses pengelasan dapat memengaruhi sifat mekanik material, khususnya pada logam las dan daerah pengaruh panas (*Heat Affected Zone/HAZ*). Perubahan struktur mikro akibat pemanasan dan pendinginan berpotensi menimbulkan variasi nilai kekerasan pada sambungan las dibandingkan dengan logam induk [6], [7].

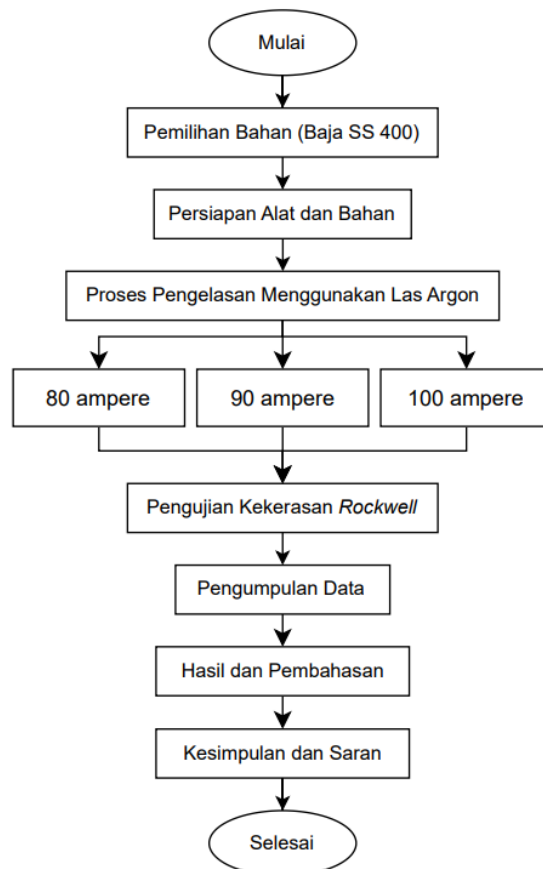
Kekerasan merupakan sifat mekanik penting yang berkaitan dengan ketahanan material terhadap penetrasi dan deformasi plastis, serta berpengaruh terhadap ketahanan aus dan umur pakai material [8]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh proses pengelasan menggunakan las argon terhadap nilai kekerasan sambungan las baja SS 400 dengan membandingkan kekerasan logam induk dan daerah sambungan las. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam penentuan parameter pengelasan yang tepat untuk menghasilkan sambungan las yang andal pada aplikasi konstruksi dan struktural.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini disusun untuk menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis, mulai dari pemilihan bahan hingga penarikan kesimpulan. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap utama yang dirangkum dalam diagram alir penelitian, sehingga alur kerja penelitian dapat dipahami secara jelas dan terstruktur.

Diagram Alir Penelitian

Berikut diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian diawali dengan tahap persiapan, yaitu pemilihan bahan berupa baja SS 400, dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan pendukung penelitian. Tahap berikutnya adalah proses pengelasan spesimen menggunakan las argon dengan variasi arus pengelasan sebesar 80 ampere, 90 ampere, dan 100 ampere. Setelah proses pengelasan selesai, spesimen selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell, serta pengamatan struktur hasil pengelasan. Data hasil pengujian kemudian dikumpulkan dan dianalisis pada tahap hasil dan pembahasan, sebelum akhirnya ditarik kesimpulan dan diberikan saran sebagai penutup penelitian.

Pelaksanaan Proses Pengelasan Benda Uji

Pelaksanaan proses pengelasan diawali dengan persiapan mesin las argon dan pembersihan permukaan spesimen menggunakan sikat kawat untuk menghilangkan kotoran, karat, dan oksida yang dapat memengaruhi kualitas sambungan. Selanjutnya dilakukan pengaturan parameter pengelasan yang meliputi variasi arus, tegangan, dan kecepatan umpan kawat las. Proses pengelasan dilakukan dengan laju aliran gas argon sebesar 20 kaki kubik per jam dan tegangan 22 volt untuk memastikan perlindungan logam cair berlangsung optimal. Setelah pengelasan, spesimen diberi perlakuan pendinginan cepat (*quenching*) menggunakan media air guna mengamati pengaruhnya terhadap nilai kekerasan sambungan las.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan penelitian disesuaikan dengan kebutuhan proses pengelasan dan pengujian kekerasan. Peralatan utama meliputi mesin las argon (TIG), tabung gas argon beserta perlengkapannya, elektroda las, sikat kawat, jangka sorong, serta mesin uji kekerasan Rockwell. Bahan yang digunakan adalah baja SS 400 sebagai material benda uji, dengan spesimen berbentuk batang berukuran panjang 80 mm dan diameter 10 mm. Setelah pengelasan, spesimen didinginkan menggunakan media air sebagai proses *quenching* untuk mengamati pengaruhnya terhadap nilai kekerasan sambungan las.

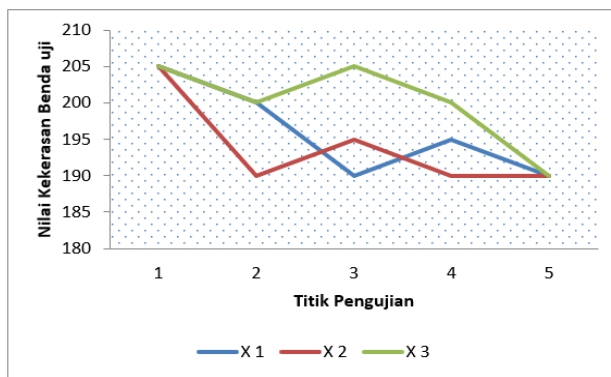
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan Rockwell (HRC) pada sambungan las baja SS 400 dengan variasi arus pengelasan 80 A, 90 A, dan 100 A, diperoleh variasi nilai kekerasan pada setiap benda uji. Pengujian dilakukan pada tiga benda uji untuk setiap variasi arus dengan lima titik pengujian pada masing-masing benda uji guna memperoleh data yang representatif.

Hasil Uji Kekerasan Rockwell Dengan Arus 80 A

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell (HRC) Dengan Arus 80 A

No	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
1	20,5	20,5	20,5
2	20,0	19,0	20,0
3	19,0	19,5	20,5
4	19,5	19,0	20,0
5	19,0	19,0	19,0
Nilai rata-rata	19,6	19,4	20,0



Gambar 2. Pengaruh Nilai Kekerasan dengan Arus 80 A

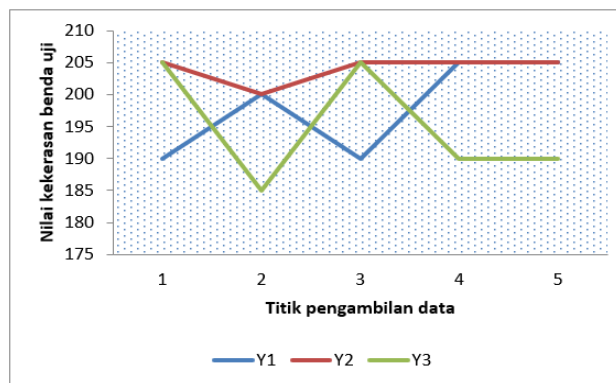
Gambar 2 menunjukkan hasil pengelasan yang dilakukan menggunakan arus listrik sebesar 80 A. Nilai rata-rata kekerasan yang diperoleh masing-masing benda uji adalah 19,6 HRC untuk benda uji 1, 19,4 HRC untuk benda

uji 2, dan 20,0 HRC untuk benda uji 3. Nilai rata-rata keseluruhan kekerasan pada arus 80 A adalah sebesar 19,67 HRC. Hasil ini menunjukkan bahwa pada arus pengelasan 80 A, nilai kekerasan sambungan las masih berada pada kisaran sedang dan relatif homogen antar benda uji.

Hasil Uji Kekerasan Rockwell Dengan Arus 90 A

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell (HRC) untuk Arus 90 A

No	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
1	19,0	20,5	20,5
2	20,0	20,0	18,5
3	19,0	20,5	20,5
4	19,5	20,5	19,0
5	20,5	20,5	19,0
Nilai rata-rata	19,8	20,4	19,5



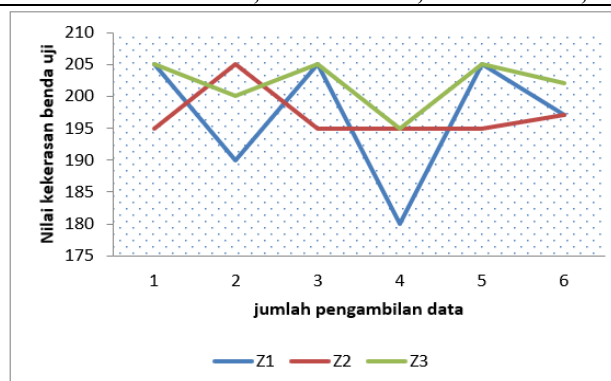
Gambar 3. Pengaruh Nilai Kekerasan dengan Arus 90 A

Gambar 3 menunjukkan hasil pengelasan yang dilakukan menggunakan arus listrik sebesar 90 A. Nilai rata-rata kekerasan masing-masing benda uji adalah 19,8 HRC, 20,4 HRC, dan 19,5 HRC. Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai rata-rata kekerasan keseluruhan sebesar 19,9 HRC. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan dibandingkan dengan arus 80 A, yang mengindikasikan bahwa peningkatan arus pengelasan berpengaruh terhadap karakteristik mekanik sambungan las.

Hasil Uji Kekerasan Rockwell Dengan Arus 100 A

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell (HRC) untuk Arus 100 A

No	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
1	20,5	19,5	20,5
2	19,0	20,5	20,0
3	20,5	19,5	20,5
4	18,0	19,5	19,5
5	20,5	19,5	20,5
Nilai rata-rata	19,7	19,7	20,2



Gambar 4. Pengaruh Nilai Kekerasan dengan Arus 100 A

Sementara itu, pada pengelasan dengan arus 100 A, nilai rata-rata kekerasan untuk masing-masing benda uji adalah 19,7 HRC, 19,7 HRC, dan 20,2 HRC. Nilai rata-rata keseluruhan kekerasan yang diperoleh pada arus 100 A adalah sebesar 19,87 HRC. Nilai ini menunjukkan bahwa peningkatan arus pengelasan hingga 100 A menghasilkan nilai kekerasan yang relatif mendekati hasil pengelasan pada arus 90 A.

Jika dihitung nilai rata-rata kekerasan untuk setiap variasi arus, diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kekerasan Untuk Setiap Variasi Arus

Arus 80 A (HRC)	Arus 90 A (HRC)	Arus 100 A (HRC)
19,67	19,9	19,87

Berdasarkan perbandingan ketiga variasi arus pengelasan, dapat disimpulkan bahwa arus pengelasan memiliki pengaruh terhadap nilai kekerasan hasil sambungan las baja SS 400. Arus 90 A dan 100 A menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan arus 80 A, namun perbedaan antara arus 90 A dan 100 A tidak menunjukkan selisih yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa pada rentang arus tersebut, peningkatan arus pengelasan tidak lagi memberikan peningkatan kekerasan yang berarti.



Gambar 5. Benda Uji Setelah Dilakukan Uji Rockwell

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian kekerasan Rockwell (HRC) pada sambungan las baja SS 400 menggunakan las argon dengan variasi arus 80 A, 90 A, dan 100 A, dapat disimpulkan bahwa:

1. Arus pengelasan memengaruhi nilai kekerasan sambungan las baja SS 400. Terjadi perbedaan nilai kekerasan pada setiap variasi arus yang diberikan.
2. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi diperoleh pada arus 90 A, yaitu sebesar 19,9 HRC, sedangkan pada arus 100 A sebesar 19,87 HRC dan arus 80 A sebesar 19,67 HRC.
3. Peningkatan arus dari 80 A ke 90 A cenderung meningkatkan kekerasan, namun peningkatan arus dari 90 A ke 100 A tidak memberikan kenaikan kekerasan yang signifikan, sehingga pada rentang arus tersebut kekerasan sambungan cenderung stabil.
4. Variasi nilai kekerasan antar benda uji pada setiap arus menunjukkan hasil yang relatif konsisten, sehingga pengujian dianggap cukup representatif untuk menggambarkan karakteristik kekerasan sambungan las pada kondisi penelitian ini.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian struktur mikro pada daerah logam las dan *Heat Affected Zone* (HAZ) guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara perubahan struktur mikro dan nilai kekerasan hasil pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Javed *et al.*, "The Role of Metallurgical Features in the Microbially Influenced Corrosion of Carbon Steel: A Critical Review," *Microorganisms*, vol. 12, no. 5, p. 892, 2024. doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms12050892>.
- [2] N. Kisku, "Strengthening of High-Alloy Steel through Innovative Heat Treatment Routes," S. C. A. Alfaro, W. Borek, and B. Tomiczek, Eds., London: IntechOpen, 2020. doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.91874>.
- [3] M. Abdullah, M. A. Muttalib, Z. F. Alam, M. M. Hossain, and M. M. Hassan Parvez, "Effects of carbon levels and surface area variations on mild steel strength: A comparative study," *Results in Surfaces and Interfaces*, vol. 17, p. 100333, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rsufi.2024.100333>.

- [4] S. Dewangan *et al.*, “Analysing strength, hardness and grain-structure of 0.2%-C steel specimens processed through an identical heating period with different continuous transformation rates,” *Mater. Res. Express*, vol. 9, no. 12, p. 126505, 2022, doi: <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aca7b2>.
- [5] A. R. A. Ramadhan, A. Muchlis, and P. A. T. Fajar, “Manufaktur Handle Lifter Dengan Material SS400,” *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 57–68, 2025, doi: <https://doi.org/10.61132/venus.v3i2.715>.
- [6] X. Liu, Y. Zhou, H. Dong, L. Sun, Y. Gao, and P. Zhang, “Microstructure and properties of the welding heat-affected zone in CoCrNi medium-entropy alloy,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 33, pp. 6867–6875, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.11.073>.
- [7] A. N. T. Herdianto, Suheni, and A. A. Rosidah, “Effect of Welding Current and Electrode Movement on HAZ Width and Hardness of TIG Welded 304 Stainless Steel,” *J. Appl. Sci. Manag. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: <https://doi.org/10.31284/j.jasmet.2024.v5i1.5884>.
- [8] A. Kaimkuriya, B. Sethuraman, and M. Gupta, “Effect of Physical Parameters on Fatigue Life of Materials and Alloys: A Critical Review,” *Technologies*, vol. 12, no. 7, p. 100, 2024. doi: <https://doi.org/10.3390/technologies12070100>.