

**Pengaruh Temperature Tempering Terhadap Kekerasan  
Pada Baja Karbon Sedang Hasil Pengelasan  
FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*)**

Johana. C C Sekeroney<sup>1)</sup>, Nevada. J.M Nanulaita<sup>2)\*</sup>, Frederick Dematacco<sup>3)</sup>,

Mohammad Anas Fikri<sup>4)</sup>, Ike Dayi Febriana<sup>5)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

<sup>4,5)</sup> Prodi Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura

e-mail: [johanacaroline02@gmail.com](mailto:johanacaroline02@gmail.com), [rionevada@yahoo.co.id](mailto:rionevada@yahoo.co.id),

[fdemmatacco11@gmail.com](mailto:fdemmatacco11@gmail.com), [fikri@poltera.ac.id](mailto:fikri@poltera.ac.id), [ike.dayi@gmail.com](mailto:ike.dayi@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Carbon steel is a type of alloy steel consisting of various elements, especially iron (Fe) and carbon (C). In general, the properties of steel are affected by the percentage of carbon and the microstructure of steel which is affected by steel composition and heat treatment. The welding process can change the structure and composition of steel. The safety of weld results can be carried out after welding using a heat treatment process. This tempering aims to obtain better and desired mechanical properties. Tempering is carried out using temperatures of 200 °C, 250 °C and 300 °C with cooling using air media and mechanical testing will be carried out. The results of this research showed that tempering temperature had an effect on the hardness value of medium carbon steel resulting from FCAW welding. The hardness value at a temperature of 200 °C was 54.75, a temperature of 250 °C was 53.00 and a temperature of 300 °C was 52.04. The higher the temperature, the lower the hardness value and conversely, the lower the tempering temperature, the higher the hardness value.*

**Keywords:** Welding, Tempering, Hardness

**ABSTRAK**

Baja karbon adalah salah satu jenis baja paduan yang terdiri dari berbagai unsur, terutama unsur besi (Fe) dan Karbon (C). Pada umumnya sifat baja dipengaruhi oleh presentase karbon dan struktur mikro baja yang dipengaruhi oleh komposisi baja dan perlakuan panas. Proses pengelasan dapat merubah struktur dan komposisi dari baja. Keamanan hasil las dapat dilakukan pasca pengelasan dengan proses perlakuan panas. Tempering ini bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik dan sesuai dengan yang diinginkan. Tempering yang dilakukan menggunakan temperature 200<sup>0</sup>C, 250<sup>0</sup>C dan 300<sup>0</sup>C dengan pendinginan menggunakan media udara dan akan dilakukan pengujian mekanis. Hasil penelitian ini didapatkan temperature tempering berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW. Nilai kekerasan pada temperatur 200<sup>0</sup> sebesar 54,75, temperatur 250<sup>0</sup> sebesar 53,00 dan temperatur 300<sup>0</sup> sebesar 52,04. Semakin tinggi temperatur maka nilai kekerasan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah temperatur tempering maka nilai kekerasan akan semakin tinggi.

**Kata Kunci :** Pengelasan, Tempering, Kekerasan

**1. PENDAHULUAN**

Baja karbon sedang adalah salah satu jenis baja paduan yang memiliki unsur besi (Fe) dan karbon (C) antara 0,3% sampai 0,7%. Baja ini dapat dilakukan pemanasan kembali sehingga dapat dilakukan modifikasi pada karakteristiknya. Penggunaan baja karbon sedang ini sangat banyak pada berbagai bidang konstruksi dalam dunia industri. Perkembangan dunia industri sangat berhubungan erat dengan pengelasan karena berguna dalam proses penyambungan material-material menjadi satu. FCAW adalah salah satu jenis dari perkembangan pengelasan dalam dunia industri. FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) merupakan las busur listrik yang menggunakan kawat las sebagai elektroda dan berisikan flux didalamnya (Jones, 2015).

Hasil pengelasan menunjukkan kombinasi fraktur getas dan ulet setelah mengalami uji tarik. Tetapi saat diberi perlakuan panas pasca pengelasan akan menunjukkan mode faktor ulet karena setelah

perlakuan panas pasca-tempering struktur butir halus dan pembubaran karbida kaya Cr pada sambungan las sehingga terjadi peningkatan yang lebih baik (Abioye et al 2020).

Tempering adalah salah satu proses perlakuan panas yang memiliki tujuan untuk menghilangkan tegangan sisa dan mengembalikan sebagian keuletannya. Perlakuan panas tempering pada baja karbon sedang dianjurkan untuk meningkatkan sifat mekanik baja (Dewangga 2022). Kekuatan mekanis (kekerasan, nilai impak, kekuatan) merupakan sifat yang menyatakan kemampuan suatu material untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material tersebut (Callister & William, 2004).

Perlakuan panas dapat meningkatkan kualitas baja karbon terutama pada kekuatan tariknya. Sama halnya dengan kekuatan tarik dan nilai kekerasan yang dipengaruhi oleh fase martensit pada saat perlakuan quenching (Risqy Pratama Siqid, 2019). Sri Mulyo Bondan Respati dkk (2020) menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu tempering maka nilai kekerasan semakin rendah dan pada suhu 550C struktur ferrit dan perlit terlihat rapat. Gunawan Dwi Haryadi (2006) juga menjelaskan bahwa nilai kekerasan semakin rendah jika suhu temper yang digunakan lebih besar. Struktur mikro 100C dan 200C membentuk martensit sedangkan 300C dan 400C membentuk struktur partikel karbida dalam matriks martensit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperature tempering terhadap sifat mekanis dari baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*).

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pelat baja karbon sedang (Pegas Daun). Pelat ini dibuat berukuran 100 mm × 20 mm × 50 mm untuk specimen bending dan juga berukuran 150 mm × 20 mm × 50 mm untuk specimen kekerasan dan struktur mikro.

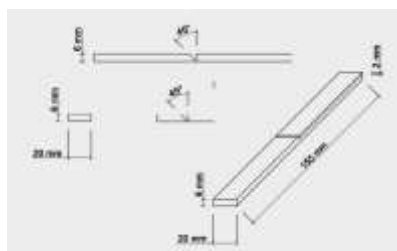
Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut Mistar Siku, Jangka Sorong, Bevel, Tipe-x, Gurinda Tangan Mata Sikat Gurinda, Mata Gurinda Potong, Mata Gurinda Amplas, Mesin Las, Kawat Las, Oven Pemanas dan Mesin Uji Kekerasan.



Gambar 2.1 Mesin Las, Kawat Las, Oven Pemanas, Mesin Uji Kekerasan

### Fabrikasi Material

Specimen dibentuk sesuai ukuran dengan standar ASTM yang ditentukan dan membuat sudut kampuh V sebesar 90° kedalaman 2,5 mm. Kemudian dilakukan proses pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) dengan panjang stick out sebesar 5 mm. Setelah itu specimen diberikan perlakuan tempering dengan temperature yang berbeda yaitu 200°C, 250°C dan 300°C dengan proses pendinginan media udara.



Gambar 2.2 Gambar Spesimen Kekerasan

### Pengujian Kekerasan

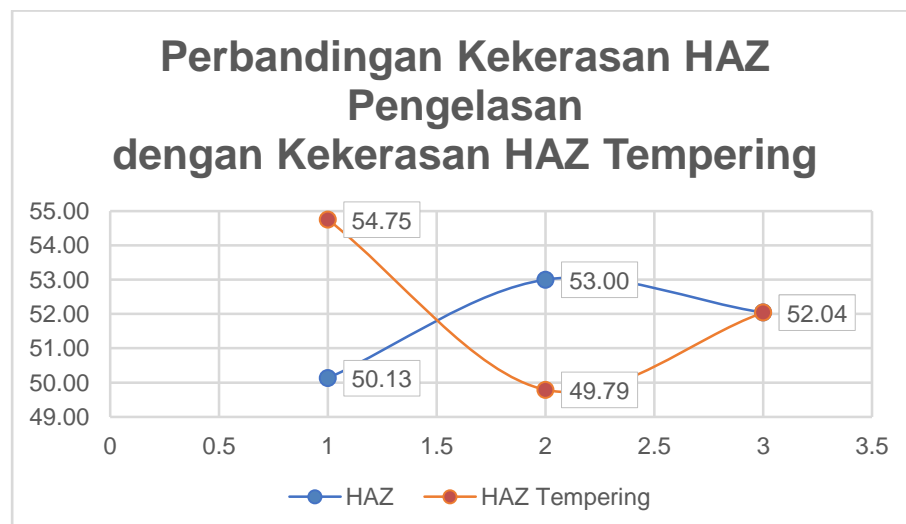
Kekuatan suatu material adalah ketahanan material terhadap deformasi atau gaya penekanan dari beban yang lebih. Prinsip pengujian kekerasan yaitu permukaan material saat diberikan penekanan sesuai parameter (diameter, beban dan waktu).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan dengan alat uji universal hardness tester metode rockwell. Pengukuran pada spesimen tanpa perlakuan dengan spesimen pengelasan juga spesimen tempering. Setelah dilakukan pengujian kekerasan pada spesimen sebelum perlakuan diperoleh rata-rata kekerasan sebesar 55,73. Kekerasan spesimen untuk pengelasan diperoleh rata-rata secara berturut-turut sebesar 56,01 , 56,03 dan 56,11. Kekerasan spesimen untuk tempering diperoleh rata-rata untuk spesimen dengan temper 200<sup>0</sup> sebesar 57,08, spesimen dengan temper 250<sup>0</sup> sebesar 55,72 dan spesimen dengan temper 300<sup>0</sup> sebesar 55,83. Perbandingan rata-rata kekerasan pengelasan dan kekerasan tempering dapat dilihat pada gambar 3.4 dan gambar 3.5.



Gambar 3.4 Perbandingan Nilai Kekerasan Pengelasan dan Tempering



Gambar 3.5 Grafik Perbandingan Kekerasan HAZ Pengelasan dengan Kekerasan HAZ Tempering

Berdasarkan gambar 3.4 dan gambar 3.5 dapat dijelaskan bahwa Tempering mempengaruhi nilai kekerasan baja karbon sedang yang telah dilakukan pengelasan. Pada saat temperatur tempering

200° nilai kekerasan mengalami peningkatan. Saat temperatur tempering 250° nilai kekerasan menurun dan saat tempering 300° nilai kekerasan mengalami peningkatan tetapi nilainya lebih kecil daripada tempering temperatur 200°

Peningkatan nilai kekerasan pada temperatur 200° ini memiliki dampak untuk daerah pengelasan HAZ dimana pada daerah HAZ mengalami penurunan kekerasan dan menjadi getas dan dengan dilakukan tempering 200° dapat menjadikan nilai kekerasan meningkat sehingga menunjukkan faktor ulet (Abioye et al 2020). Pada saat temperature tempering dinaikkan menjadi 250° dan 300° nilai kekerasan menjadi menurun tetapi memberikan keuletan yang cukup (Htun dkk 2018).

Penurunan kekerasan merupakan konsekuensi dari tujuan tempering saat mengembalikan ketangguhan dan menghilangkan tegangan sisa akibat pengelasan. Tetapi walaupun tempering dapat menurunkan kekuatan dan secara relevan meningkatkan keuletan, hasil dari proses tempering memiliki gabungan yang baik antara kekuatan, kekerasan dan ketangguhan (Callister 2007).

## **5. PENUTUP**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur tempering terhadap kekerasan pada baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW, maka kesimpulan yang diambil adalah Temperature Tempering mempengaruhi kekerasan pada baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW. Semakin tinggi temperature tempering yang digunakan maka semakin rendah nilai kekerasan yang didapatkan. Nilai kekerasan pada temperatur 200°C sebesar 57,08 HRD lebih tinggi daripada temperature 250°C sebesar 55,72HRD dan 300°C sebesar 55,89HRD.

## **REFERENSI**

- ASTM, Standard Test Methods for Tension Testing of Materials. 2022.
- Abioye, et al (2020). Effects of post-weld heat treatments. World Journal of Engineering. Vol 17 No. 1, hal 87-96.
- Callister, W.D. (2004), "Materials Science and Engineering an Introduction", Singapore John Wiley and Sons,.
- Callister, W.D. (2007), "An Introduction to Materials Science and Engineering", John Wiley and Sons, New York, NY.
- Dewangan, S., Sarmistha Behera and Mukesh Kr. Chowrasia (2020), "Comparative analysis into mechanical properties and microstructural attributes of quenched and tempered 0.2%-C steel", World Journal of Engineering, doi: 10.1080/14484846.2019.1664212
- Haryadi, G D. 2006. "Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro Pada Baja K-460". Jurnal Mechanical Engineering 8:1-8.
- Htun, M.S., Kyaw, S.T. and Lwin, K.T. (2008), "Effect of heat treatment on microstructures and mechanical properties of spring steel", Journal of Metals, Materials and Minerals, Vol. 18 No. 2, pp. 191-197.
- Imam Abu Hanifah, Nevada. J. M. Nanulaitta, Graciadiana. I. Huka, 2023. "Pengaruh Variasi Ketinggian Elektrikal Stik Out Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Sifat Mekanis Pada Pipa Seamless" Journal Mechanical Engineering Vol 1, no.2. pp. 112-123. <https://ejournal-polnam.ac.id/index.php/JME/issue/view/85>
- Jones, D., 2015 Pengertian Pengelasan FCAW (Flux Cored Arc Welding).
- Nanulaitta, N. J. M., & Lillipaly, E. R. M. A. P. (2012). Analisa Sifat Kekerasan Baja ST-42 Dengan Pengaruh Besarnya Butiran Media Katalisator (Tulang Sapi (CaCO<sub>3</sub> )) Melalui Proses Pengarbonan Padat (Pack Carburizing). Jurnal Teknologi, 9(1), 985-994