

## **PERBANDINGAN PENGELASAN SMAW DENGAN PREHEATING DAN NON - PREHEATING TERHADAP NILAI KEKERASAN PADA SAMBUNGAN BAJA SS400**

**Abdul Ghofar<sup>1)</sup>, Dicki Nizar Zulfika<sup>2)</sup>, Achmad Rijanto<sup>3)</sup>**  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Majapahit  
E-mail: [abdulghofar3003@gmail.com](mailto:abdulghofar3003@gmail.com)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanasan awal (*preheating*) pengelasan SMAW dengan pendinginan udara, pada daerah HAZ dan weld metal. Pengelasan menggunakan kuat arus 160A, dengan proses *non-preheating*, dan *preheating* 260°C pada pelat baja SS 400. Dari pengelasan *non-preheating* didapatkan nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 81,67 HR<sub>B</sub> dan pada daerah weld metal didapatkan nilai kekerasan sebesar 80 HR<sub>B</sub>. Sedangkan pada pengelasan *preheating* 260 °C pada daerah HAZ nilai kekerasan sebesar 71,83 HR<sub>B</sub> mengalami penurunan 12% dan pada daerah weld metal nilai kekerasan sebesar 68 HR<sub>B</sub> mengalami penurunan 15%. Pada *non-preheating* daerah HAZ struktur mikro pearlite lebih banyak dibanding ferrite, daerah weld metal ukuran pearlite lebih renggang. Sedangkan pada *preheating* 260 °C daerah HAZ struktur ferrit mendominasi dan pearlite yang sedikit dengan perbandingan persebaran struktur mikro lebih merata, daerah weld metal struktur ferrit lebih renggang dan pearlite tidak merata. Dengan penambahan temperatur *preheating* dan pendinginan udara (*normal*) mengakibatkan pendinginan lambat sehingga menghasilkan nilai kekerasan menurun pada daerah HAZ dan weld metal, penurunan nilai kekerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain temperatur proses *preheating* dan kuat arus yang tinggi diangka 160 Ampere yang mengakibatkan penutupan terak tidak cukup dan tampilan rigi las buruk, kemungkinan terjadinya lubang cacung dan terak tinggi serta daerah las yang rapuh karena panas berlebih. Pada proses pengelasan dengan temperatur *preheating* 260 °C pada daerah weld metal nilai kekerasannya lebih rendah dibanding daerah base metal, bisa dikarenakan struktur mikro pada material terlebih dulu berubah karena temperatur *preheating* yang tinggi mengalami pendinginan lambat. sehingga saat dilakukan proses pengelasan hanya mempengaruhi sedikit perubahan struktur mikro-nya.

**Kata kunci:** SMAW, *Preheating*, Weld Metal, Base metal, HAZ.

### **Pendahuluan**

Baja SS400 memiliki kadar karbon yang rendah sehingga mudah dilakukan pengelasan dan memiliki *tensile strength* sebesar 400-560 MPa membuat baja SS400 memiliki ketangguhan dan keuletan yang baik sehingga sering digunakan pada rangka konstruksi, produksi perkapalan khususnya pada lambung kapal ((Julian, dkk. 2019: 278). Namun, pada penggunaannya baja SS400 sering terjadi distorsi dan kepekaan yang rendah terhadap retak las. Salah satu cara mencegah retak las pada ponton adalah dengan melakukan perlakuan panas awal (*preheat*) [1]. Dalam proses pengelasan, tukang las (*welder*) seringkali tidak memiliki pengetahuan yang cukup dan hanya mengandalkan pengalaman lapangan, yang mengabaikan hal-hal penting dalam bidang pengelasan. Dalam struktur hasil pengelasan, tidak jelas bahwa akan ada tegangan sisa setelahnya. Tegangan sisa yang berlebihan menyebabkan deformasi permanen, bahkan mungkin ada retakan pada hasil pengelasan, yang disebabkan oleh fakta bahwa proses pengelasan dilakukan tanpa terlebih dahulu melalui tahap pemanasan awal (*preheating*). [2]

Arti dari pemanasan awal menurut AWS (*American Welding Society*) adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan dimasak untuk mempertahankan suhu pemanasan awal. Suhu pemanasan awal itu sendiri didefinisikan sebagai temperatur logam dasar (*base metal*) di area sekitar pengelasan sebelum proses pengelasan dimulai. Tujuan daripada proses pemanasan awal adalah untuk mengurangi gradien suhu. Pengelasan busur menggunakan sumber suhu tinggi. Dengan bahan yang dilas, ada perbedaan suhu antara sumber panas lokal dan bahan super yang lebih dingin saat pengelasan dilakukan. Perbedaan suhu mengakibatkan perbedaan dalam ekspansi serta kontraksi suhu, tekanan tinggi di sekitar area pengelasan. Dari permasalahan yang disebutkan sebelumnya, penulis bertujuan mengembangkan penelitian terhadap variasi *preheating*

dengan menganalisis sifat mekanis baja SS 400 pada hasil pengelasan berupa hasil uji kekerasannya.

## **Studi Pustaka**

### **Pengertian Baja**

Baja merupakan perpaduan besi dan berbagai komponen yang komposisi karbonnya sangat mempengaruhi sifat-sifatnya. Ada beberapa jenis baja, antara lain: 1) Baja karbon (*carbon steel*), disebut juga baja mekanis. Konsentrasi dan kekerasan pada baja karbon meningkat dengan meningkatnya unsur karbon, akan tetapi menjadi lebih rapuh dan fleksibilitas menurun. 2) Baja paduan (*alloy steel*) dipergunakan untuk meningkatkan kekerasan, ketangguhan, fleksibilitas dan kekuatan tarik baja. 3) Baja tahan karat (*Stainless steel*), adalah paduan kromium dan besi dengan ketahanan korosi yang sangat baik. Ketahanan terhadap korosi karena pembentukan lapisan kromium oksida. Mereka digunakan dalam pemrosesan kimia, pabrik pengolahan minyak, pipa dan sebagainya. 4) Baja ringan (*structural steel*), memiliki penandaan baja canai panas dengan cetakan dan berbagai elemen paduan untuk kapasitas beban dan pekerjaan. [3]

### **Pelat baja SS 400**

Adalah salah satu baja struktural umum hot rolling yang paling umum digunakan. Pelat baja SS400 di bawah standar JIS3101 sebagai pelat baja karbon dan paduan rendah. Disebutkan dalam artikel (Julian, dkk. 2019: 278) oleh [1], bahwa baja SS400 memiliki kadar karbon yang rendah sehingga mudah dilakukan pengelasan dan memiliki *tensile strength* sebesar 400-560 MPa membuat baja SS400 memiliki ketangguhan dan keuletan yang baik sehingga sering digunakan pada rangka konstruksi, produksi perkapalan khususnya pada lambung kapal .

### **Pengelasan Shielded Metal Arc Welding**

Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) menggunakan busur api listrik sebagai sumber panas untuk melelehkan elektroda. Dalam pengelasan ini, elektroda digunakan yang dikelilingi oleh fluks. Selama proses pengelasan, fluks menyelimuti cairan logam sebagai alat untuk melindungi logam cair dari oksidasi. [4]

### **Kuat Arus Pengelasan**

Ukuran arus dalam lasan mempengaruhi hasil pengelasan, ketika arus rendah, menjadi sulit untuk mengaktifkan pengelasan busur, dan pengelasan busur yang dihasilkan tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak dapat melelehkan elektroda dan bahan dasar, sehingga hasilnya hanya peralatan pengelasan kecil yang tidak rata dan penetrasi yang dalam. Jumlah arus saat didihkan mempengaruhi hasil pendidihan jika arus terlalu rendah, perpindahan cairan jauh dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit, dan busur yang terjadi tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan cetakan las yang kecil dan tidak rata serta penetrasi yang lebih dangkal. [5]

### **Pemanasan Awal (Preheating)**

Pemanasan awal dapat menggunakan pembakar gas, nyala gas oksipital, blanket listrik, pemanas induksi atau pemanas tungku. Pemanasan yang dilakukan di sekitar daerah pengelasan didistribusikan secara merata untuk mencapai hasil yang baik. Pemanasan yang berlebihan atau tidak terputus dapat menyebabkan tegangan sisa yang tinggi, gangguan atau perubahan metalurgi yang tidak diinginkan pada logam dasar. [7]

### **Uji Kekerasan Rockwell**

Tes kekerasan Rockwell bertujuan untuk menentukan kekerasan material dalam hal ketahanan terhadap indentor dalam bentuk bola baja kokoh dengan diameter berbeda dan kemiringan berlian ditekan ke permukaan zat uji. Dalam konfigurasi Rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan adalah kombinasi dari beban dan indentor yang digunakan, perlu untuk awalan nomor kekerasan dengan huruf yang menunjukkan kombinasi beban dan tabrakan tertentu untuk skala beban yang digunakan, skala yang umum digunakan adalah A dengan beban 60 kgf, beban B 100 kgf dan C beban 150 kgf. [6]

### **Uji Mikro Struktur**

Uji metalografi adalah alternatif yang dilakukan untuk mengamati struktur logam yang biasanya dilakukan dengan memanfaatkan mikroskop optik ataupun mikroskop elektron. Beberapa

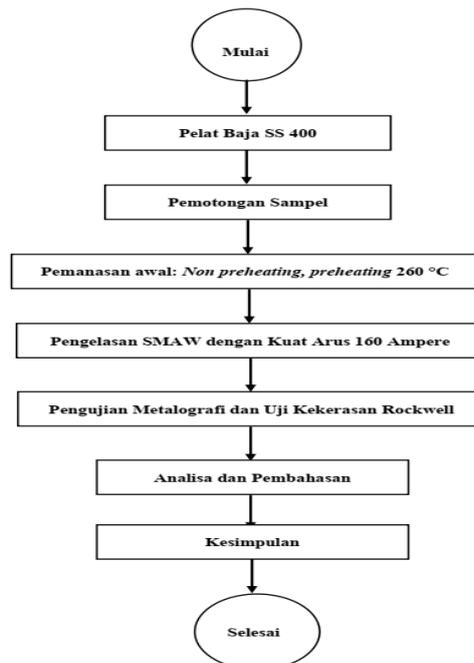
tahapan yang bisa dilakukan untuk membuat spesimen agar bisa dilakukan pengujian mikrostruktur diantaranya proses pemesinan, selanjutnya proses pengamplasan dari amplas kasar sampai yang paling halus dan ini dilakukan secara merata, setelah mengkilap lanjutkan dengan pemolesan menggunakan autosol dan gosok menggunakan kain hingga benar benar mengkilap. Selanjutnya masuk pada proses pengetsaan dengan menggunakan beberata jenis cairan kimia. Pengetsaan dilkukan pada bagian yang sudah dipoles sebelumnya dengan lama pengetsaan antara 8 sampai 15 detik, selanjutnya spesimen siap diamati menggunakan mikroskop. Tahap terakhir yaitu proses mengamati foto dan menganalisis hasil pengujian metalografi tersebut. [6]

## Metodologi Penelitian

### Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan unttuk penelitian antara lain: Alat uji rockwell HR-150A, Mesin las SMAW, Gerinda tangan, Gergaji besi, *Cuttingtouch*, Alat polish DPG-20A, Alat uji metalografi Olympus, Cairan Etsa Nital, *Thermometer infrared*, Plat Bja SS400 dengan tebal 15 mm, dan lain sebagainya.

### Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Pengujian dilakukan di Laboratorium D3 Teknik Mesin Industri, berlokasi di laboratorium teknik mesin Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap atau proses, mulai dari pemilihan bahan SS 400, Pemotongan sampel, Pengujian awal kekerasan, Melakukan perlakuan panas sebelum pengelasan dengan temperatur 260 °C dan tanpa pemanasan awal, Melakukan pengelasan pada sambungan material, Pengujian kekerasan rockwell dan uji metalografi, Analisis data dan Pembahasan serta pengambilan kesimpulan.

**Hasil dan Pembahasan**

**Proses *preheating***

Setelah spesimen disiapkan untuk proses pengelasan. sebelumnya dilakukan proses pemanasan spesimen (*preheating*). Proses *preheating* dilakukan dengan menggunakan *cutting touch* (oksigen dan LPG) dengan parameter variasi suhu *preheating* 260 °C. Proses *preheating* dimulai dengan memberikan panas pada daerah yang akan di las secara merata sampai mencapai suhu yang diujikan. Untuk mengukur suhu setelah dilakukan proses *preheating* yaitu dengan menggunakan alat infrared temperatur.



Gambar 2. Proses *preheating* 260 °C

**Hasil uji kekerasan**

**Raw Material (Tanpa Pengelasan)**

Hasil dari uji kekerasan pada *Raw Material* dengan uji 3 titik yang kemudian hasilnya diambil rata – rata, menunjukkan nilai kekerasan sebesar 65.08 HRB (lihat tabel 1).

**Tabel 1. Hasil Pengujian Material Uji Normal (*Raw Material*)**

Pelat Baja SS 400		Kekerasan (HRB)
Material Uji 1	Titik 1	66
	Titik 2	66.5
	Titik 3	64
Rata - rata		65.08

**Spesimen Las Non-Preheating**

Hasil dari pengujian kekerasan material uji las tanpa proses *preheating* berjumlah 1 buah material uji dengan 3 titik pengujian pada daerah HAZ, 3 titik pengujian pada daerah *weld metal* dan 3 titik pengujian pada *base metal*. Yang kemudian masing – masing hasilnya di rata – rata. Dari hasil pengujian pada material uji *non-preheating* untuk pengujian pada daerah HAZ yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 81,67 HRB, sedangkan hasil pengujian pada daerah *weld metal* yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 80 HRB dan hasil pengujian pada daerah *base metal* yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 75,83 HRB. Hasil ini menunjukkan pada daerah HAZ memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan pada daerah *weld metal*. (lihat tabel 2).

**Tabel 2. Hasil Pengujian Material Uji *Non-preheating***

Pelat Baja	Nilai Kekerasan (HRB)			
	SS 400	Weld Metal	HAZ	Base Metal
Titik Uji 1		79.5	82	74.5
Titik Uji 2		79.5	81	76
Titik Uji 3		81	82	77
Rata - rata		<b>80</b>	<b>81.67</b>	<b>75.83</b>

**Spesimen Las *Preheating* 260 °C**

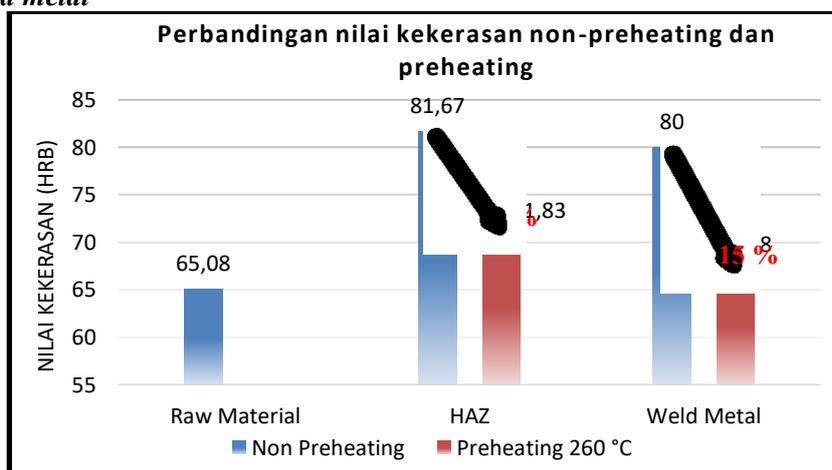
Hasil dari pengujian kekerasan material uji las dengan *preheating* 260 °C berjumlah 1 buah material uji dengan 3 titik pengujian pada daerah HAZ, 3 titik pengujian pada daerah *weld metal* dan 3 titik pengujian pada *base metal*. Yang kemudian masing – masing hasilnya di rata – rata. Dari hasil pengujian pada material uji dengan *preheating* 260 °C untuk pengujian pada daerah

HAZ yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 71,83 HRB, sedangkan hasil pengujian pada daerah *weld metal* yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 68 HRB dan hasil pengujian pada daerah *base metal* yang telah dirata – rata menunjukkan nilai kekerasan sebesar 70 HRB. Hasil ini menunjukkan pada daerah HAZ lebih keras dibandingkan pada daerah *weld metal*, dan nilai kekerasan pada *base metal* juga tinggi dibandingkan dengan daerah *weld metal*. (lihat tabel 3).

**Tabel 3. Hasil pengujian material uji *preheating* 260 °C**

Pelat Baja SS 400	Nilai Kekerasan HRB)		
	Weld Metal	HAZ	Base Metal
Titik Uji 1	60.5	75	65
Titik Uji 2	62.5	60	74.5
Titik Uji 3	81	80.5	70.5
Rata - rata	<b>68</b>	<b>71.83</b>	<b>70</b>

**Perbandingan nilai kekerasan baja SS 400 pengelasan non-preheating dan preheating di area HAZ dan *weld metal***



Gambar 3. Diagram Perbandingan Nilai Kekerasan pada daerah HAZ dan *weld metal*

Dari diagram diatas menunjukkan nilai kekerasan pada daerah HAZ menurun dari proses *non-preheating* di angka 81,67 HRB dan *preheating* 260 °C diangka 71,83 HRB, dengan prosentase penurunan sebesar 12%. Dengan penambahan temperatur *preheating* dan pendinginan udara mengakibatkan pendinginan lambat sehingga menghasilkan nilai kekerasan yang relatif menurun pada daerah HAZ. Begitu pula pada nilai kekerasan pada daerah *weld metal* yang tinggi pada proses *non-preheating* dengan nilai kekerasan 80 HRB dan ditunjukkan nilai kekerasan menurun hingga temperatur *preheating* 260 °C di angka 68 HRB sehingga prosentase penurunan yang didapka sebesar 15%. Penurunan nilai kekerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain temperatur proses *preheating* dan kuat arus yang tinggi diangka 160 Ampere juga mengakibatkan penutupan terak tidak cukup dan tampilan rigi las buruk, kemungkinan terjadinya lubang cacung dan terak tinggi serta daerah las yang rapuh karena panas berlebih yang mengakibatkan nilai kekerasan menurun dibanding daerah HAZ.

**Kesimpulan**

Hasil uji kekerasan dengan proses *preheating* pengelasan SMAW, banyak mempengaruhi nilai kekerasan pada material baja SS 400. Dari pengelasan *non-preheating* pada daerah HAZ didapatkan nilai kekerasan sebesar 81,67 HRB sedangkan pada daerah *weld metal* nilai kekerasan yang didapat sebesar 80 HRB. Sedangkan untuk pengelasan *preheating* 260 °C nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 71,83 HRB dan pada daerah *weld metal* nilai kekerasan sebesar 68 HRB. sehingga pada daerah mengalami penurunan 12% dan pada daerah *weld metal* penurunan sebesar 15%. Pada proses pengelasan dengan temperatur *preheating* 260 °C pada daerah *weld metal* nilai

kekerasannya lebih rendah dibanding daerah *base metal*, bisa dikarenakan struktur mikro pada material terlebih dulu berubah karena temperatur *preheating* yang tinggi mengalami pendinginan lambat. Sehingga saat dilakukan proses pengelasan hanya mempengaruhi sedikit perubahan struktur mikro-nya.

#### **Daftar Pustaka**

- 1] B. R. S. Savitri Ramadhani, Pengaruh Variasi Temperatur Preheating pada Pengelasan SMAW Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja Karbon SS400, Semarang: jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin 2022: Volume 7 no. 1, 2022.
- 2] A. U. R. A. R. H. Achmad Rifaldi, Pengaruh Suhu Preheating Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pelat Baja ASTM A36 Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW), Batam: Sigma Teknika, Vol. 4 No. 1, 2021.
- 3] A. M. Zainuri, Kekuatan Bahan, Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2008.
- 4] P. D. I. H. W. & P. D. T. Okumura, "Teknologi Pengelasan Logam," Pradnya Paramita, Jakarta, 2010.
- 5] S. & S. Amri, "Konsep Dasar Teknik Las," PT. Prestasi Pustakaraya, Jakarta, 2011.
- 6] R. N. H. Hajar Isworo, "Pengaruh Variasi Temperatur Preheating dan Kuat Arus Terhadap Uji Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan SMAW Baja," Elemen Jurnal Teknik Mesin Vol. 8 No. 2, Banjarbaru, 2021.
- 7] Sukaini, Teknik Las SMAW 1, Jakarta: Tarkina, 2013.
- 8] A. ITS, "Petunjuk Praktikum Ilmu Logam," Institut Teknologi Surabaya, Surabaya, 2006.