

PENGARUH VARIASI TEMPERATURE *PRE-HEAT* TERHADAP KEKERASAN ROCKWEL DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN SMAW BAJA SS400

Achmad Alfian Firmansyah¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

^{1*)} Universitas Islam Malang

email: alfianteposh@gmail.com

²⁾ Universitas Islam Malang

email: priyagung@unisma.ac.id

³⁾ Universitas Islam Malang

email: ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRACT

Preheat is the initial heating before welding to prevent sudden temperature changes which will affect the quality of the welding results. SMAW welding itself is a metal joining process that uses heat energy to melt the workpiece and electrode. Electric ion jumps (cathode and anode) that occur at the tip of the electrode and the surface of the material produce heat energy in the welding process. The method used in this research is experimental in the form of theoretical studies. Observations on the object to be tested, where hardness and microstructure testing will be carried out due to variations in preheating temperatures of 120°C, 130°C, 150°C, and 160°C against SMAW welding on SS400 steel joints. The results obtained from the study are the highest Weld Metal area hardness value is found in the 120°C temperature variation with a value of 77.5 HRN, and the lowest in the 150°C temperature variation with a value of 68 HRN. Then for the hardness value of the HAZ area, the highest is in the 120°C temperature variation with a value of 79.5 HRN, and the lowest is in the 160°C temperature variation with a value of 59 HRN. While the hardness value of ss400 metal without treatment is 71.5 HRN. As for microstructure testing, the results show that the grains seen in the specimen are only ferrite and pearlite, so the specimen has relatively strong and ductile material properties. Especially in the 120°C temperature variation, the ferrite and pearlite content is very fine and dominates making the metal at that temperature variation relatively strong, ductile and very hard.

Keywords: *SMAW welding, Preheat, Microstructure, Rockwel Hardness Grade, SS400 Steel*

ABSTRAK

Metode pemanasan awal melibatkan pemanasan suatu area sebelum pengelasan untuk mencegah perubahan suhu tiba-tiba yang berpotensi menurunkan kualitas produk akhir. Dengan menggunakan energi panas, elektroda dan benda kerja dilebur menjadi satu dalam proses penyambungan logam dengan metode pengelasan SMAW. Lompatan ion listrik (katoda dan anoda) yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material bertanggung jawab atas produksi energi panas setiap kali proses pengelasan dilakukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang berupa kajian teoritis. Pengamatan pada benda yang akan di uji, dimana akan dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro akibat variasi suhu *preheating* 120°C, 130°C, 150°C, dan 160°C terhadap pengelasan SMAW pada sambungan baja SS400. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu nilai kekerasan daerah *Weld Metal* tertinggi terdapat pada variasi suhu 120°C dengan nilai 77,5 HRN, dan terendah pada variasi suhu 150°C dengan nilai 68 HRN. Kemudian untuk nilai kekerasan daerah HAZ tertinggi terdapat pada variasi suhu 120°C dengan nilai 79,5 HRN, dan terendah pada variasi suhu 160°C dengan nilai 59 HRN. Sedangkan nilai kekerasan logam ss400 tanpa perlakuan adalah 71,5 HRN. Sementara hal ini berlangsung, spesimen menjalani pemeriksaan struktur mikro, yang menunjukkan bahwa butiran yang terlihat terbatas pada ferit dan perlit. Hal ini memberikan kesan bahwa sifat material spesimen agak fleksibel dan kokoh. Khusus pada variasi suhu 120°C kandungan ferlit dan perlitnya sangat halus serta mendominasi dan menjadikan logam pada variasi temperature tersebut realtif kuat, ulet dan sangat keras.

Kata Kunci: pengelasan SMAW, Preheat, Struktur Mikro, Nilai Kekerasan Rockwel, Baja SS40

PENDAHULUAN

Preheating adalah teknik memanaskan suatu area sebelum melakukan pengelasan untuk meminimalkan perubahan suhu secara tiba-tiba yang berpotensi mengakibatkan penurunan kualitas produk yang dilas. Untuk membuat struktur logam lebih ulet dan tahan pecah, salah satu tujuan pemanasan awal adalah untuk memperlambat laju pendinginan logam dasar dan logam las [1].

Pengelasan busur logam terlindung, disebut juga pengelasan busur listrik dengan proses elektroda tertutup (SMAW), merupakan teknik yang paling banyak digunakan dan dimanfaatkan di sektor konstruksi dan industri secara bersamaan. Dengan menggunakan energi panas, elektroda dan benda kerja dilebur menjadi satu dalam proses penyambungan logam dengan metode pengelasan SMAW. Selama proses pengelasan, energi panas dihasilkan akibat loncatan ion-ion listrik (katoda dan anoda) yang terjadi pada ujung elektroda dan pada permukaan materia [2].

Baja karbon rendah yang sering disebut baja ringan adalah baja SS400 yang memiliki kekuatan tarik sekitar 400N/mm² dan kandungan karbon kurang dari 0,30%. Baja ringan adalah nama lain dari baja suhu rendah. Dalam industri konstruksi, baja SS400 sering digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain pembuatan lambung kapal, gedung, jembatan, dan rangka kereta api [3].

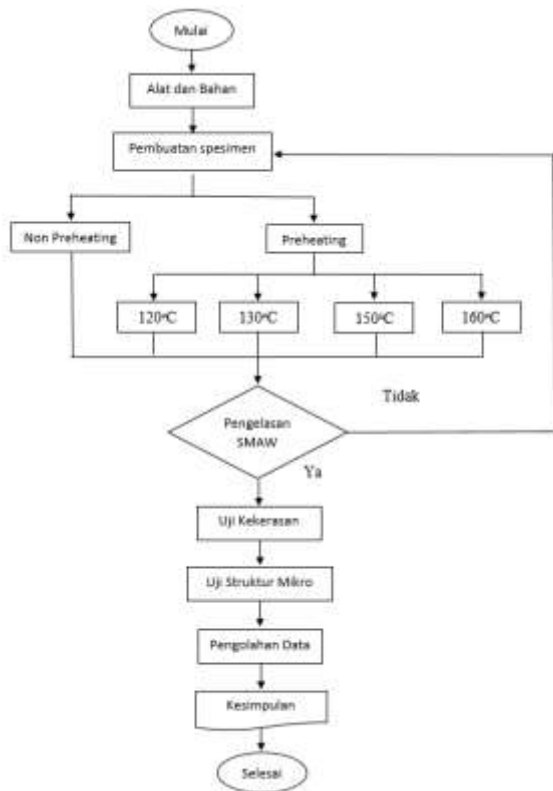
Konsep umum kekerasan merupakan salah satu penentu kualitas material yang erat kaitannya dengan kekerasan dan kompresibilitas permukaan material. Banyak metode telah dikembangkan untuk menentukan harga kekerasan ini. Oleh karena itu, makna kekerasan secara fisik tidak mudah dipahami bersama. Perspektif seseorang terhadap kekerasan dibentuk oleh pengalamannya serta tugas yang mereka lakukan dalam hidup. Brinell, Vickers, dan Rockwell adalah tiga kategori yang digunakan dalam proses melakukan uji kekerasan. Dalam proses pengujian rockwell, digunakan indentor bola baja berdiameter standar (10 mm, 5 mm, 2,5 mm, dan 1 mm) dan indentor kerucut berlian. Karena data pengukuran dapat dibaca dengan cepat, maka tidak diperlukan keahlian khusus untuk dibawa ke ujian ini. Ada perbedaan yang harus dibuat antara metode ini dan metode pengujian Brinell dan Vickers, yang

memerlukan penghitungan rumus yang harus dilakukan terlebih dahulu. Pada pengujian ini digunakan beban minor (F₀) sebesar 10 kgf dan beban mayor (F₁) sebesar 60 kgf hingga 150 kgf. Besarnya beban primer (F₁) ditentukan oleh material yang diuji serta menu rockwell yang dipilih (dengan HRC, HRB, SDM, DRH, dan sebagainya) [3]. Pemeriksaan struktur mikro dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan struktur mikro setelah pengelasan

METODE

Untuk tujuan penelitian ini, teknik eksperimental digunakan dalam kerangka penelitian teoritis. Pengamatan pada subjek uji, dimana akan dilakukan uji kekerasan dan struktur mikro akibat variasi suhu pemanasan awal 120°C, 130°C, 150°C dan 160°C terhadap pengelasan SMAW pada sambungan baja SS400. Penelitian ini dilakukan pada bulan Julia 2023 sampai bulan Agustus 2023. Prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat serta bahan.
- Proses yang diikuti untuk membuat spesimen dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan.
- Dilakukan proses pemanasan awal dengan variasi suhu.
- Dilakukan pengelasan SMAW
- Proses pengujian data apabila spesimen sudah sesuai dengan bentuk dan ukuran yang ditetapkan, jika tidak akan diulang kembali dari pembuatan spesimen.
- Pengambilan data dilakukan dua kali, pertama pengujian kekerasan rockwell dan yang kedua pengujian struktur mikro.
- Setelah mendapatkan data hasil pengujian kekerasan dan struktur mikro selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan ANOVA.
- Membuat kesimpulan dari analisis dan hasil penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

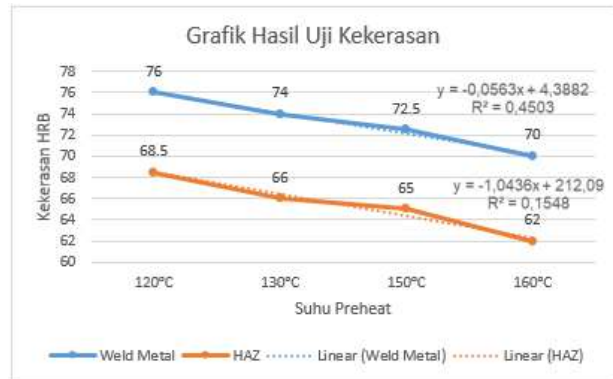
Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan metode mikro *Rockwell* pada masing-masing variasi 120°C, 130°C, 150°C, dan 160°C pada titik *Weld Metal* dan *HAZ* (Heat Affected Zone) dengan pembebanan 650g.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Suhu Titik Uji	120°C	130°C	140°C	150°C	Total
Weld Metal	73	75,5	74,5	69,5	877
	77,5	71,5	75	70	
	77,5	75,5	68	69,5	
HAZ	79,5	67	67	59	781
	58,5	68,5	65,5	62,5	
	67,5	61,5	62,5	62	
Total	433,5	419,5	412,5	392,5	1658

Berdasarkan data dari tabel 1, dapat dibuat grafik distribusi kekerasan dengan variasi suhu yang berbeda pada daerah *weld metal* dan HAZ hasil pengelasan baja SS400. Berikut merupakan grafik distribusi kekerasan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Berdasarkan grafik diatas, hasil pengujian kekerasan *micro Rockwell* dari keempat variasi suhu *preheat*, ada kemungkinan kita dapat menarik kesimpulan bahwa zona *Weld Metal* mempunyai nilai rata-rata tertinggi untuk semua *preheat*, sedangkan wilayah *HAZ* mempunyai nilai rata-rata kekerasan terendah. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pemanasan awal menyebabkan laju pendinginan yang jauh lebih rendah dari biasanya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari benda uji yang dikenai suhu lebih rendah dari 150 derajat Celcius. Sebaliknya benda uji yang mengalami proses pemanasan awal akan menunjukkan nilai kekerasan yang semakin menurun.

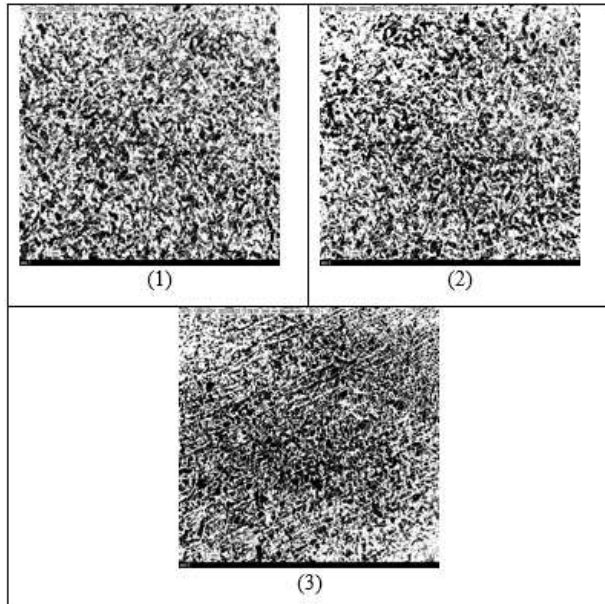
Kesimpulan:

- Karena $F_{hit} = 19,10052 > F_{0,05} = 4,493998$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan hasil rata-rata untuk titik pengujian kekerasan di daerah HAZ dan *weld metal*.
- Karena $F_{hit} = 2,415199 < F_{0,05} = 3,238872$, maka H_0 diterima. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan variasi suhu *pre-heating* yang digunakan.
- Karena $F_{hit} = 0,02487 < F_{0,05} = 3,238872$, maka H_0 diterima. Jadi tidak ada interaksi antara variasi suhu *pre-heating* yang digunakan dengan titik pengujian kekerasan.

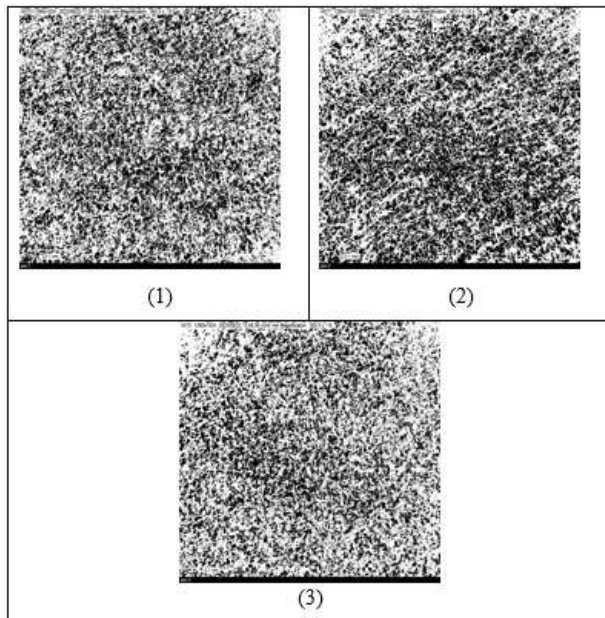
Hasil dan Pembahasan Pengujian Struktur

Mikro

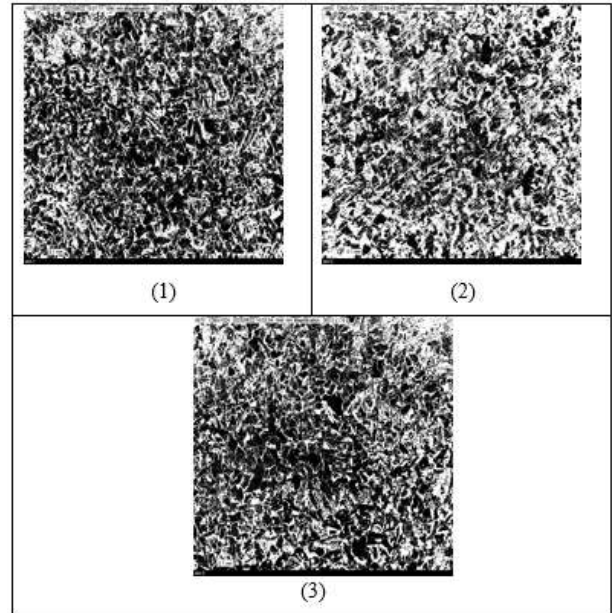
Pengambilan foto struktur mikro menggunakan perbesaran 500x. Gambar 3 sampai gambar 5 berikut adalah hasil dari struktur mikro pada masing-masing variasi arus pada titik HAZ (Heat Affected Zone).



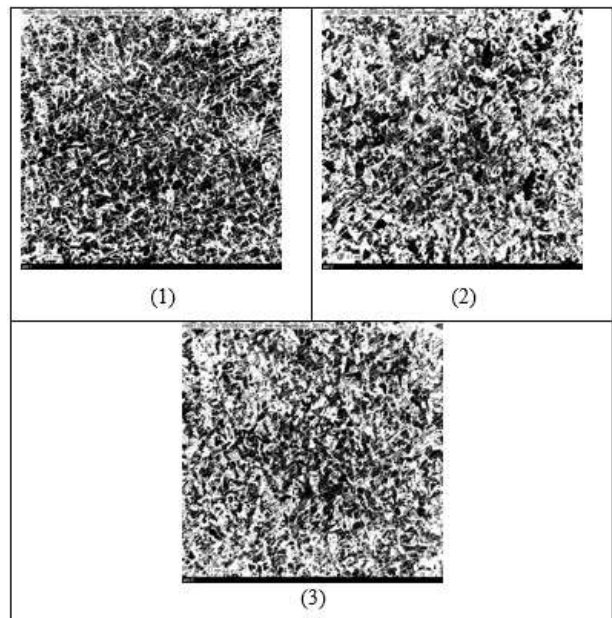
Gambar 3. Hasil Struktur Mikro Suhu 120°C



Gambar 4. Hasil Struktur Mikro Suhu 120°C



Gambar 5. Hasil Struktur Mikro Suhu 150°C



Gambar 6. Hasil Struktur Mikro Suhu 150°C

Setelah mendapatkan foto struktur mikro, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase dari struktur mikro menggunakan aplikasi imageJ. Sehingga mendapatkan nilai persentase ferit dan perlit sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Presentase Ferit Perlit

Eks.	Variasi Arus	Jenis Pengelasan	Nilai Struktur Mikro	
			Perlit	Ferit
1	120°C	SMAW	45,499	54,501
			44,642	55,358
			52,947	47,053
2	130°C		44,890	55,11
			50,041	49,959
			40,994	59,006
3	150°C		60,559	39,441
			48,268	51,732
			60,270	39,73
4	160°C		56,746	43,254
			47,660	52,34
			48,441	51,559

Kesimpulan Uji Anova Satu Arah:

Oleh karena nilai $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ yaitu, $2,369285 \leq 4,066181$ maka H_0 diterima. Sehingga tidak terdapat perbedaan pada nilai persentase struktur mikro pada baja ss400 setelah pre-heating menggunakan suhu 120°C, 130°C, 150°C dan 160°C.

KESIMPULAN

1. Nilai kekerasan daerah *Weld Metal* tertinggi terdapat pada variasi suhu 120°C dengan nilai 77,5 HRN, dan terendah pada variasi suhu 150°C dengan nilai 68 HRN. Kemudian untuk nilai kekerasan daerah HAZ tertinggi terdapat pada variasi suhu 120°C dengan nilai 79,5 HRN, dan terendah pada variasi suhu 160°C dengan nilai 59 HRN. Sedangkan nilai kekerasan logam ss400 tanpa perlakuan adalah 71,5 HRN. Maka dapat disimpulkan :

- Variasi suhu *pre-heating* yang baik adalah pada suhu 120°C dengan nilai kekerasannya yang berada diatas nilai kekerasan logam tanpa dilakukannya *pre-heating*

- Semakin tinggi suhu pre-heating maka nilai kekerasannya akan semakin menurun, seperti pada penelitian ini dengan variasi suhu 130°C, 150°C dan 160°C
2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa temuan.
 - Variasi temperatur preheat pada saat pengelasan SMAW berpengaruh terhadap struktur mikro baja SS400.
 - Spesimen tersebut mengandung sifat material yang cukup kuat dan ulet, karena butiran yang terlihat hanyalah ferit dan perlit. Khusus pada variasi suhu 120°C kandungan ferlit dan perlitnya sangat halus serta mendominasi dan menjadikan logam pada variasi temperature tersebut reaktif kuat, ulet dan sangat keras.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Priyagung Hartono, MT., dan Ibu Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T yang telah membantu serta berkontribusi besar dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Pangaribowo and W. H. A. Putra, "Studi Pengaruh Pemanasan Awal pada Pengelasan Ulang Baja ASTM A36 akibat Reparasi terhadap Sifat Mekanis menggunakan Proses Las FCAW," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.32392.
- [2] Achmadi, "Pengertian Las SMAW Shield Metal Arc Welding Adalah," <https://www.pengelasan.net/>, 2019.
- [3] I. Hamdi and H. Oktadinata, "Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Terhadap Distorsi dan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Ss400 Menggunakan Metode Gmaw," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [4] S. Ramadhani, Basyirun, Rusiyanto, and Sunyoto, "Pengaruh variasi temperatur preheat pada pengelasan smaw terhadap struktur mikro dan kekerasan baja karbon ss400," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2022.