

PENGARUH VARIASI SUHU *POST WELD HEAT TREATMENT ANNEALING* TERHADAP SIFAT MEKANIS MATERIAL BAJA EMS-45 DENGAN METODE PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* (SMAW)

Rusiyanto, Widi Widayat, Danang Dwi Saputro

Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui nilai kekerasan *Vickers* material Baja EMS-45 sebelum proses pengelasan dan setelah dilakukan proses pengelasan tanpa *post weld heat treatment annealing*, Untuk mengetahui berapakah suhu optimal *post weld heat treatment annealing* untuk material baja EMS-45 dengan variasi suhu yang digunakan 350°C, 550°C, dan 750°C. Untuk mengetahui struktur mikro dari material baja EMS-45 akibat variasi suhu *post weld heat treatment annealing* pada proses pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan *shielded metal arc welding*. Bahan atau material dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja EMS-45 dengan ketebalan pelat 10 mm, lebar pelat 20 mm dan panjang 100 mm. Berdasarkan hasil pengujian nilai kekerasan tertinggi setelah proses pengelasan terletak pada daerah *Logam Las*. Pengelasan *non PWHT* memiliki nilai kekerasan paling tinggi setelah proses pengelasan yaitu sebesar 183,2 VHN. Suhu optimal Post Weld Heat Treatment Annealing untuk material baja EMS-45 adalah pada suhu 750°C. Karena pada PWHT pada suhu tersebut mengalami penurunan kekerasan yang besar yaitu sebesar 127,2 VHN, sehingga material baja EMS-45 dapat memperbaiki sifat mampu mesinnya. Struktur mikro dari material baja EMS-45 sebelum proses pengelasan berupa grafit serpih, perlit dan ferit, setelah dilakukan proses pengelasan mempunyai struktur mikro berupa matrik ferit dan grafit pada daerah logam las, matrik perlit kasar dan grafit serpih pada daerah *HAZ* dan struktur perlit, grafit serpih dan ferit pada daerah logam induk

Kata kunci : Pengelasan, Baja EMS-45, PWHT

PENDAHULUAN

Perlakuan panas mempunyai tujuan untuk meningkatkan keuletan, menghilangkan tegangan internal, menghaluskan ukuran butir kristal dan meningkatkan kekerasan atau tegangan tarik pada logam. Tujuan ini akan dapat tercapai seperti yang diinginkan jika memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya, yaitu suhu pemanasan, waktu yang diperlukan

pada suhu pemanasan, laju pendinginan dan lingkungan atmosfer. Pengelasan dapat dikatakan berkualitas apabila sambungan itu mampu menahan beban atau gaya yang bekerja padanya. Untuk mengetahui besarnya kekerasan material setelah proses pengelasan dapat kita lakukan uji kekerasan *Vickers*, uji kekerasan *Brinel* dan uji kekerasan *Rockwel*.

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui nilai kekerasan *Vickers* material Baja EMS-45 sebelum proses pengelasan dan setelah dilakukan proses pengelasan tanpa *post weld heat treatment annealing*, Untuk mengetahui berapakah suhu optimal *post weld heat treatment annealing* untuk material baja EMS-45 dengan variasi suhu yang digunakan 350°C, 550°C, dan 750°C. Untuk mengetahui struktur mikro dari material baja EMS-45 akibat variasi suhu *post weld heat treatment annealing* pada proses pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan *shielded metal arc welding*.

METODE

Bahan atau material dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja EMS-45 dengan ketebalan pelat 10 mm, lebar pelat 20 mm dan panjang 100 mm. Pembuatan spesimen dalam penelitian ini melalui beberapa tahap dan tempat, hal ini dilakukan untuk mendapat hasil benda uji yang presisi dan hasil penelitian yang optimal.

Pembuatan kampuh V terbuka dengan menggunakan mesin skrap. Bahan dengan ukuran panjang 100 mm salah satu sisinya di skrap dengan kemiringan 350, sehingga permukaan berbentuk sudut 350 yang halus. Apabila dua bahan yang sudah diskrap 350 digabungkan maka akan terbentuk kampuh V terbuka dengan sudut 700. Proses pengelasan dilakukan apabila material sudah dibentuk kampuh V terbuka dengan sudut 700. Benda kerja setelah dilakukan proses pengelasan maka dilanjutkan dengan pemanasan benda kerja didalam oven pemanas dengan *holding time* selama 1 jam dan laju pemanasan sebesar 5°C/menit, dilanjutkan dengan pendinginan perlahan didalam oven pemanas hingga mencapai suhu kamar. Terdapat tiga variasi suhu dalam proses pemanasan, yaitu pada suhu 350°, 550°, dan 750°.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

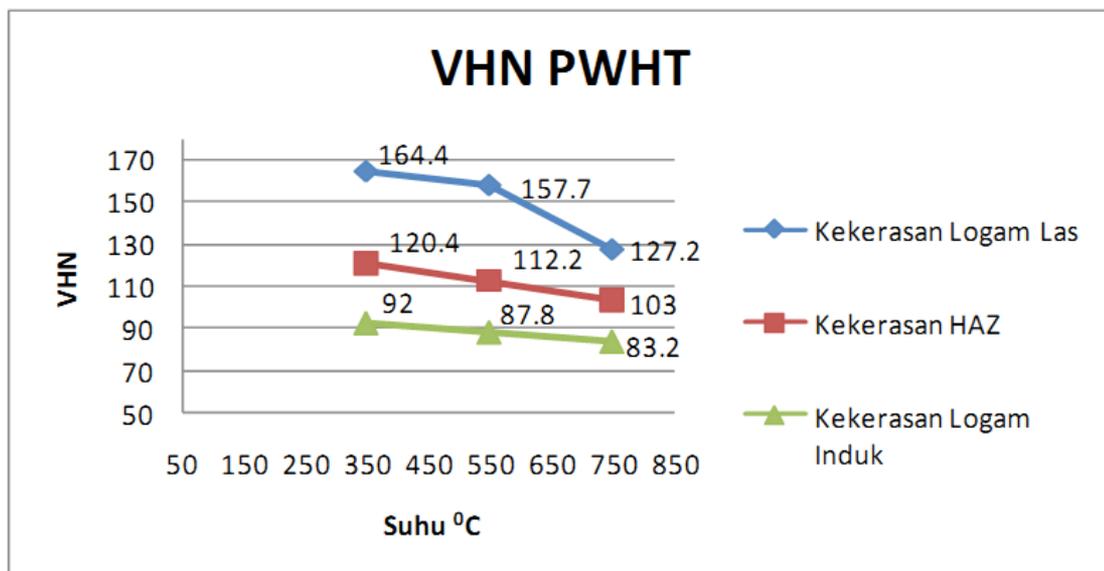
Pengujian kekerasan menghasilkan data nilai kekerasan dari spesimen *raw material*, spesimen pengelasan *non PWHT* dan spesimen pengelasan dengan *PWHT* dengan variasi suhu *annealing* 150°C, *annealing* 350°C, *annealing* 550°C dan *annealing* 750°C. Pengujian kekerasan pada penelitian ini membandingkan kekerasan pada daerah logam las, daerah *HAZ*, dan logam induk.

Grafik di bawah menunjukkan nilai kekerasan pada masing-masing daerah pengelasan untuk

spesimen yang mendapat perlakuan PWHT. Dari setiap daerah pengelasan, yang mengalami penurunan paling besar yaitu pada daerah logam las. Pada daerah logam las yang semula pada spesimen PWHT suhu 350°C mempunyai nilai kekerasan 164,4 VHN, menurun nilainya menjadi 127,2 VHN pada spesimen PWHT suhu 7500 C. Semakin tinggi suhu PWHT maka akan semakin menurunkan nilai kekerasan.

Tabel 1 . Perhitungan hasil kekerasan

Suhu	Logam Las	HAZ	Induk
	VHN	VHN	VHN
Tanpa PWHT	183.2	127.2	96.5
350	164.4	120.4	92
550	157.7	112.2	87.8
750	127.2	103	83.2

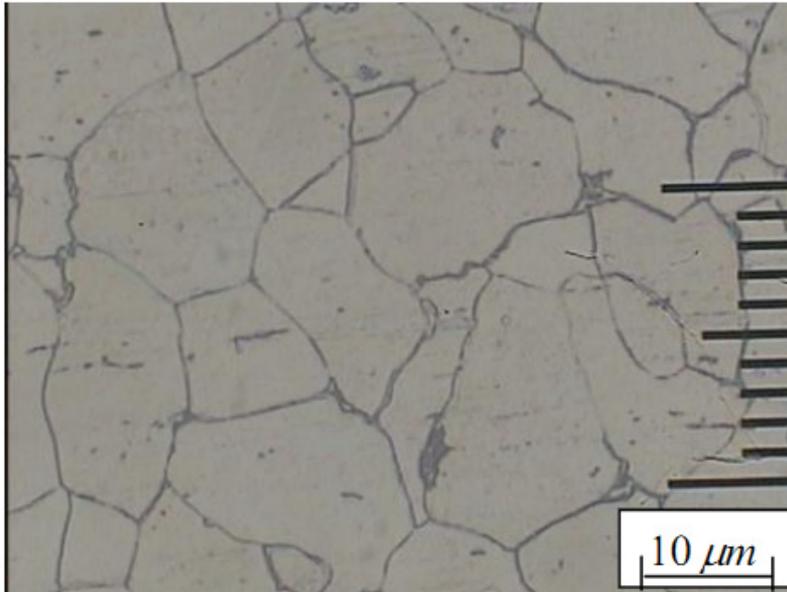


Gambar 1. Grafik hubungan antara suhu pemanasan spesimen terhadap nilai kekerasan

Hasil Pengamatan Foto Struktur Mikro

Struktur mikro dapat diamati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 200X, terdapat garis berjumlah 10 strip yang terdapat pada foto merupakan jarak $50 \mu m$. Berikut ini adalah foto struktur mikro hasil pemotretan spesimen uji untuk setiap jenis perlakuan:

1. *Raw materials*



Gambar 2. Struktur mikro spesimen uji *raw materials*.

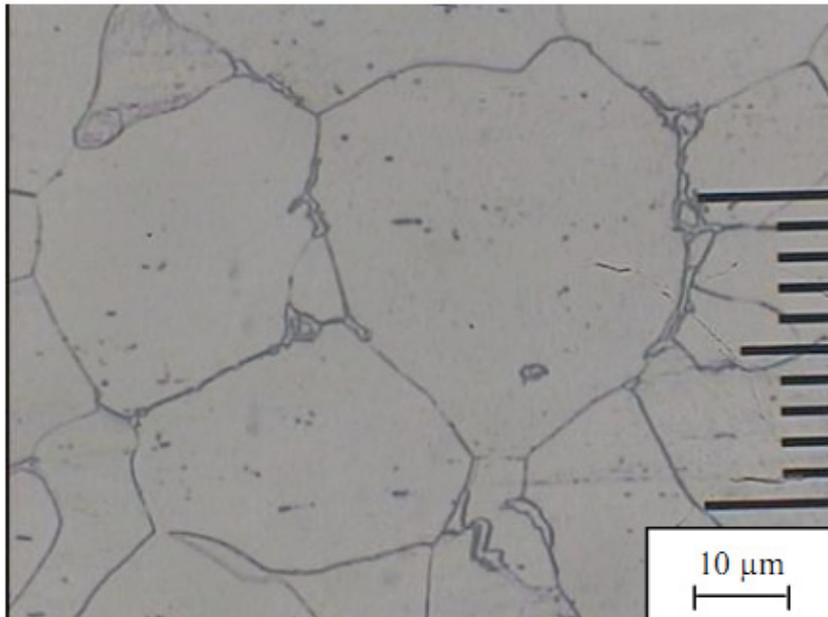
Foto mikro yang ditunjukkan pada gambar diatas adalah foto struktur mikro *raw material* dengan perbesaran 200X. Struktur mikro pada gambar diatas struktur perlit yang nampak berwarna kelabu, potongan-potongan grafit berbentuk serpih bengkok terlihat berwarna hitam dan sedikit kristal ferit yang tampak berupa butiran berwarna putih. Komposisi perlit dan ferit cukup berimbang, walaupun struktur perlit sedikit lebih banyak. Dengan adanya struktur perlit yang keras, baja EMS-45 mempunyai kekerasan yang sedang.

2. PWHT 750°C

Gambar di bawah, menunjukkan foto struktur mikro daerah logam induk pada pengelasan PWHT 450°C, dari gambar di atas dapat diketahui pada daerah logam induk mempunyai struktur perlit yang dominan berwarna kelabu, ferit putih dan serpih grafit disekelilingnya.

Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian kelompok *raw material* merupakan kelompok spesimen yang mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan kelompok yang mendapat perlakuan pengelasan *non* PWHT, PWHT 350°C, PWHT 450°C, dan PWHT 750°C yaitu sebesar 101,3 VHN untuk kekerasan daerah logam lasnya. Hal ini terjadi karena struktur mikro *raw material* berupa matrik perlit yang keras, ferit dan sedikit grafit bengkok dengan ukuran yang pendek. Eksperimen yang pertama adalah kekerasan pada kelompok spesimen

pengelasan *non* PWHT, untuk nilai kekerasan merupakan yang paling tinggi yaitu sebesar 183,2 VHN untuk daerah logam lasnya, 127,2 VHN untuk daerah HAZ dan pada daerah logam induk sebesar 96,5 VHN. Untuk daerah logam las dan logam induk nilai kekerasaannya lebih tinggi dari besarnya nilai kekerasan pada kelompok specimen yang telah mendapat perlakuan PWHT pada variasi suhu 350°C, 550°C dan 750°C. Hal ini disebabkan karena sifat dari specimen yang telah dilakukan tanpa dikenai proses annealing mempunyai struktur yang lebih kuat



Gambar 3. Struktur mikro logam induk pengelasan PWHT 750°C.

Eksperimen yang kedua adalah pengujian kekerasan pada kelompok specimen pengelasan PWHT 350°C. Hasil kekerasan kelompok specimen pengelasan PWHT 350°C lebih rendah dibandingkan dengan *raw material* dan kelompok specimen pengelasan tanpa PWHT yaitu sebesar 164,4 VHN untuk daerah logam las, 120,4 VHN untuk daerah HAZ dan 92 VHN untuk daerah logam induk, tetapi lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kelompok specimen pengelasan PWHT 550°C dan 750°C.

Eksperimen yang ketiga adalah pengujian kekerasan pada kelompok specimen pengelasan PWHT 550°C. Hasil kekerasan Vickers kelompok specimen pengelasan PWHT 550°C lebih rendah dibandingkan dengan *raw material* dan kelompok specimen pengelasan non PWHT dan pengelasan PWHT 350°C dan yaitu sebesar 157,7 VHN untuk daerah logam las, 112,2 untuk daerah HAZ dan 87,8 VHN untuk daerah induk.

Eksperimen yang keempat adalah pengujian kekerasan pada kelompok specimen pengelasan PWHT 750°C. Hasil nilai kekerasan kelompok specimen pengelasan PWHT 750°C paling rendah dibandingkan dengan *raw material* dan kelompok specimen pengelasan non PWHT, PWHT

350°C dan PWHT 550°C yaitu sebesar 127,2 VHN untuk daerah logam las, 103 VHN untuk daerah HAZ dan 83,2 untuk daerah logam induk.

Berdasarkan dari analisis data-data yang diperoleh di atas dapat dilihat bahwa perubahan kekerasan yang terjadi pada setiap kelompok spesimen disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhinya, diantaranya adalah adanya tegangan sisa akibat gradien temperatur yang besar, struktur mikro yang terbentuk pada daerah logam las, daerah *HAZ*, secara berangsur-angsur berubah dari logam induk.

Penggunaan logam tambah dengan kandungan nikel tinggi dapat menyebabkan struktur grafit yang terbentuk pada daerah logam las menjadi lebih halus. Panas masuk yang terlalu tinggi ditambah dengan laju pendinginan yang cepat mengakibatkan terbentuknya struktur yang lebih kasar pada daerah *HAZ*. Susunan struktur mikro disetiap daerah hasil pengelasan secara langsung akan mempengaruhi sifat-sifat mekanik daerah tersebut.

PWHT telah terbukti dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik dari material baja EMS-45, hal ini dapat dilihat perbedaan antara nilai kekerasan yang dihasilkan kelompok spesimen pengelasan dengan PWHT dengan kelompok spesimen pengelasan *non* PWHT. Kelompok spesimen dengan PWHT memiliki kekerasan yang lebih rendah daripada kelompok spesimen *non* PWHT. Hal ini disebabkan oleh pemberian perlakuan PWHT pada baja EMS-45 terjadi perlambatan pendinginan sehingga akan menyebabkan austenit mengurai menjadi perlit dan ferit. Pembentukan daerah pemisahan ferit pada baja tidak dikehendaki karena akan menimbulkan daerah yang lunak. Jadi semakin tinggi suhu pemanasan PWHT, akan semakin melunakkan baja sehingga mengakibatkan menurunnya nilai kekerasan logam. Akan tetapi hal tersebut akan mengakibatkan baja tersebut dapat memperbaiki sifat mampu mesin.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Nilai kekerasan material baja EMS-45 sebelum proses pengelasan sebesar 101,3 VHN, setelah dilakukan proses pengelasan mengalami kenaikan terhadap *raw material* untuk nilai kekerasan tertinggi pengelasan *non* PWHT yaitu sebesar 33,89%, sedangkan untuk nilai kekerasan tertinggi setelah proses pengelasan dengan PWHT berturut-turut mengalami penurunan terhadap *raw material* yaitu untuk pengelasan PWHT 350°C sebesar 23,98%, untuk pengelasan PWHT 550°C sebesar 17,70%, untuk pengelasan PWHT 750°C yaitu sebesar 3,13%. Nilai kekerasan tertinggi setelah proses pengelasan terletak pada daerah *Logam Las*. Pengelasan *non* PWHT memiliki nilai kekerasan paling tinggi setelah proses pengelasan yaitu sebesar 183,2 VHN.
2. Nilai kekerasan material baja EMS-45 setelah proses pengelasan dengan PWHT mengalami

penurunan dibandingkan dengan baja EMS pengelasan tanpa PWHT. Untuk pengelasan PWHT 350°C sebesar 10,26%, untuk pengelasan PWHT 550°C sebesar 13,92%, untuk pengelasan PWHT 750°C sebesar 30,57%. Suhu optimal Post Weld Heat Treatment Annealing untuk material baja EMS-45 adalah pada suhu 750°C. Karena pada PWHT pada suhu tersebut mengalami penurunan kekerasan yang besar yaitu sebesar 127,2 VHN, sehingga material baja EMS-45 dapat memperbaiki sifat mampu mesinnya.

3. Struktur mikro dari material baja EMS-45 sebelum proses pengelasan berupa grafit serpih, perlit dan ferit, setelah dilakukan proses pengelasan mempunyai struktur mikro berupa matrik ferit dan grafit pada daerah logam las, matrik perlit kasar dan grafit serpih pada daerah *HAZ* dan struktur perlit, grafit serpih dan ferit pada daerah logam induk.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi suhu dalam proses *post weld heat treatment annealing* sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal untuk meningkatkan sifat mekanis material baja EMS-45 (Mild Steel).
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variasi pengujian yaitu dengan pengujian *impact*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin S., 1977, *Las Listrik dan Otogen*, Jakarta, Ghalia Indonesia.
- Beumer B. J. M., 1980, *Pengetahuan Bahan jilid III*, Jakarta, Bhratara Karya Aksara.
- Bintoro G., 2000, *Dasar-dasar Pekerjaan Las*, Yogyakarta, Kanisius.
- Derucher K. N., 1981, *Materials For Civil And Highway Engineers*, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Encarta Microsoft, 2000” *Hardening Testing Machine*”, <http://encarta.msn.Com/>, US, diakses tanggal 16 Juli 2006.
- Pengelasan Logam*, Bandung, CV Alfabeta.
- Smallman, 1999, *Metallurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Jakarta, Erlangga.
- Sonawan H. dan Suratman R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Proses*.
- Suharto, 1991, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta, Rineka Cipta.
- Sumanto, 1996, *Pengetahuan Bahan Untuk Mesin dan Listrik*, Yogyakarta, Andi Offset.
- Van Vlack L. H. dan Djaprie S., 1992, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Jakarta, Erlangga.
- Widharto S., 2001, *Petunjuk Kerja Las*, Jakarta, PT Pradnya Paramitha.