

# Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (JIPTEK)

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>

## STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA S45C PADA PENGELASAN SMAW DENGAN VARIASI MEDIA QUENCH

Nizam Effendi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

E-mail: [itjer@yahoo.com](mailto:itjer@yahoo.com)

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan pada baja S45C sebelum (bahan baku) dan setelah pengelasan menggunakan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Teknik analisis data menggunakan penelitian komparatif deskriptif. Instrumen yang digunakan untuk menguji mikrostruktur dan kekerasan adalah *Olympus Metallurgical Microscope* dan *Vickers Hardness Tester*. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa (1) hasil pengujian struktur mikro menunjukkan peningkatan struktur martensit setelah pengelasan. Dalam bahan baku, struktur martensit tidak ada tetapi hasil metode pengelasan SMAW menggunakan media pendinginan air, minyak, dan udara yang menunjukkan struktur martensit ada. (2) Nilai kekerasan bahan baku adalah 232 VHN. Spesimen dengan media air memiliki nilai kekerasan rata-rata tertinggi yaitu 411 VHN, media minyak memiliki nilai kekerasan rata-rata 308 VHN, media udara memiliki nilai kekerasan rata-rata terendah yaitu 263 VHN. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengelasan SMAW menggunakan media quenching yang bervariasi dapat mengubah struktur mikro dan kekerasan baja S45C.

**Kata Kunci:** SMAW, S45C steel, quenching, mikrostruktur, kekerasan

### ABSTRACT

*The purpose of this research is to find out the effect of current on microstructure and hardness value in S45C steel before (raw material) and after welding using Shielded Metal Arc Welding (SMAW). This research using experiment method. The Technique of data analysis using descriptive comparative research. The instruments that used for testing microstructure and hardness is Olympus Metallurgical Microscope and Vickers Hardness Tester. Based on the results of the research conclude that (1) the results of the microstructure testing showed the improved martensite structure after welding. In the raw material, martensite structure didn't exist but the result of SMAW welding methods using quenching media of water, oil, and air that showed martensite structure was exist. (2) The hardness value of raw material is 232 VHN. The specimen with water media had highest average hardness value that is 411 VHN, oil media had average hardness value that is 308 VHN, air media had lowest average hardness value that is 263 VHN. This research showed that the result of SMAW welding using varying quenching media can changed the microstructure and hardness of S45C steel.*

**Keywords:** SMAW, S45C steel, quenching, microstructure, hardness

## PENDAHULUAN

Penggunaan bahan logam di setiap jenis peralatan yang digunakan pada kehidupan manusia merupakan bukti pesatnya perkembangan sains dan teknologi di bidang industri logam. Pemanfaatan logam dalam setiap komponen mesin dan konstruksi bangunan tidak harus semuanya sama, namun harus disesuaikan dengan sifat, kekuatan dan penggunaan. Logam masih membutuhkan proses pengolahan, baik terhadap dimensi maupun sifat-sifat dasar yang dimilikinya dengan berbagai metode pengerjaannya, agar diperoleh kondisi yang memiliki kemampuan dan sifat yang diinginkan pada aplikasinya.

Sifat bahan yang dimaksud adalah sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat fisis mencakup kondisi fisik, komposisi dan struktur mikro. Sedangkan sifat mekanis mencakup kekuatan tarik, modulus elastistas, kemampuan muai, kekuatan tekan, kekuatan torsi, kekerasan, keuletan, kegetasan dan kehandalan (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

Terdapat beberapa jenis logam baja yang dapat dipilih sebagai bahan material konstruksi maupun komponen mesin, salah satunya adalah baja karbon medium. Baja karbon medium banyak digunakan sebagai komponen mesin karena memiliki keunggulan yaitu sifat mekaniknya dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas, akan tetapi memiliki kelemahan yaitu mudah mengalami retak las (Erizal, 2011).

Pengelasan SMAW merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber

panas dan elektroda sebagai bahan tambahnya (Setiawan, 2016). Pengelasan SMAW banyak digunakan, karena proses pengelasan ini disamping menghasilkan sambungan yang kuat juga mudah untuk digunakan (Suharno, 2008).

Pada saat pengelasan, sumber panas berjalan terus dan menyebabkan perbedaan distribusi temperatur pada logam sehingga terjadi pemuaian dan penyusutan yang tidak merata. Akibatnya tegangan sisa dan distorsi akan timbul pada logam yang dilas (Putra dkk, 2008).

Proses pengelasan mempengaruhi siklus termal pada daerah sekitar lasan yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan-tegangan termal (Suharno, 2018). Siklus termal adalah proses pemanasan dan pendinginan di daerah lasan. Salah satu cara untuk mengendalikan laju pendinginan tersebut adalah dengan perlakuan panas (Rananggono, 2008).

Proses perlakuan panas salah satunya adalah quenching yang dapat menyebabkan perubahan pada struktur mikro. Akibat terjadi perubahan struktur mikro maka sifat mekanik yang dimilikinya akan berubah juga (Erizal, 2011).

## METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Institut Las dan Teknologi (INLASTEK) Surakarta dan Laboratorium Bahan Teknik, Diploma Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini merupakan penelitian

kuantitatif, yaitu memaparkan hasil eksperimen terhadap sejumlah benda uji, kemudian teknik analisis data menggunakan metode deskriptif komparatif.

Pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu dengan metode observasi, dokumentasi dan eksperimen langsung. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan metode yang dengan sengaja dan secara sistematis mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan terhadap suatu variabel.

Variabel bebas penelitian ini adalah variasi media quenching. Variasi media quenching yang digunakan yaitu: air, oli dan udara. Variabel terikat penelitian ini adalah struktur mikro dan kekerasan spesimen baja S45C. Variabel kontrol penelitian ini adalah (a) spesimen baja S45C. (b) metode pengelasan SMAW. (c) arus pengelasan 130A. (d) arah pengelasan ke kanan. (e) posisi pengelasan bawah tangan. (f) mesin foto struktur mikro Olympus PME (Metallurgical Microscope with Inverted). (g) mesin uji kekerasan Vickers.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

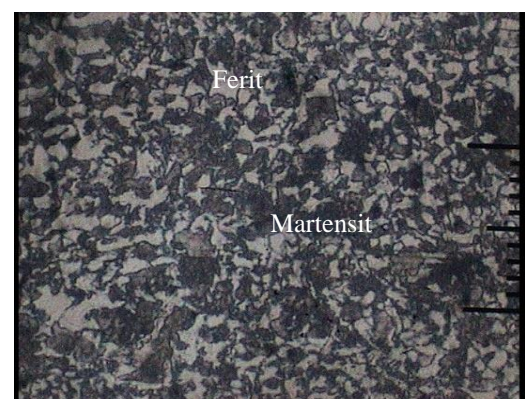
Foto struktur mikro diambil pada daerah *raw material*, daerah las, daerah HAZ dan daerah induk dengan perbesaran 200x.



Gambar 2. Struktur Mikro *Raw Material* Spesimen Baja S45C

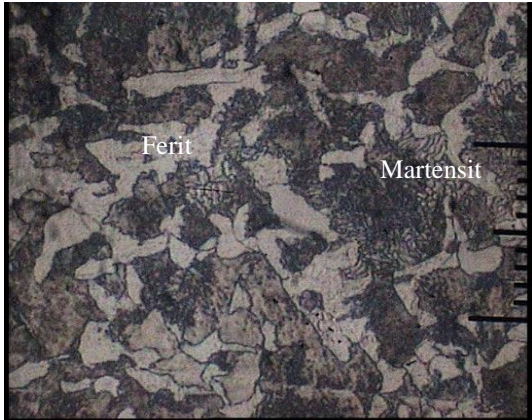


Gambar 3. Struktur Mikro Daerah Las Media *Quenching* Air

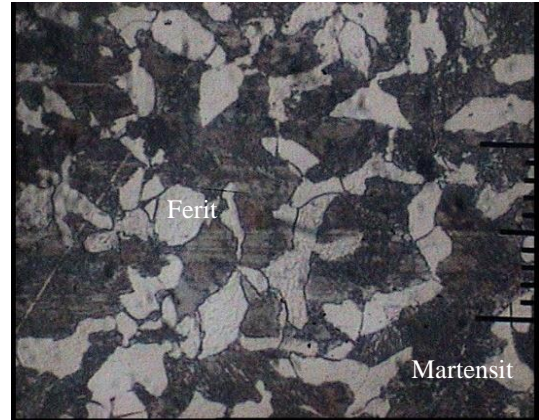


Gambar 4. Struktur Mikro Daerah HAZ Media *Quenching* Air

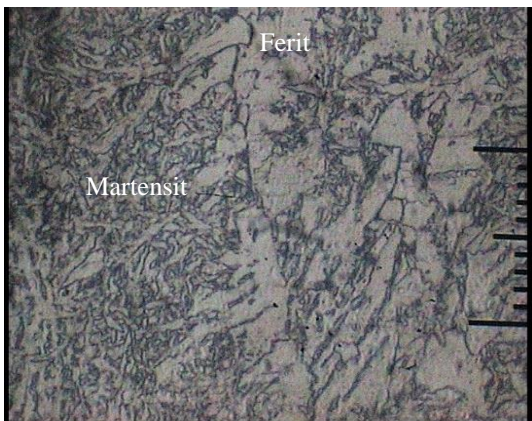




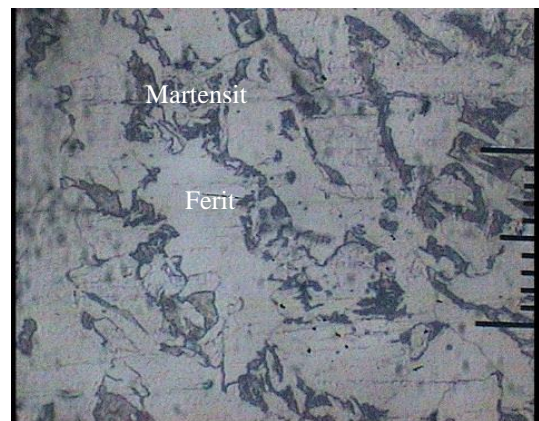
Gambar 5. Struktur Mikro Daerah Induk Media  
*Quenching Air*



Gambar 8. Struktur Mikro Daerah Induk Media  
*Quenching Oli*



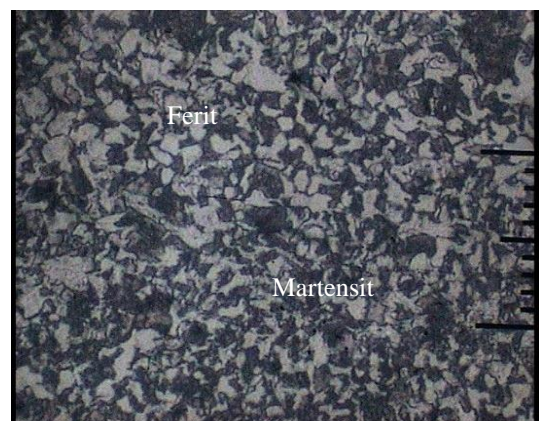
Gambar 6. Struktur Mikro Daerah Las  
Media *Quenching Oli*



Gambar 9. Struktur Mikro Daerah Las  
Media *Quenching Udara*



Gambar 7. Struktur Mikro Daerah HAZ  
Media *Quenching Oli*



Gambar 10. Struktur Mikro Daerah HAZ Media  
*Quenching Udara*



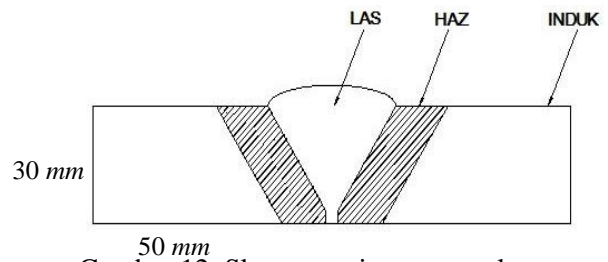
Gambar 11. Struktur Mikro Daerah Induk  
Media *Quenching* Udara

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa proses pengelasan dapat mempengaruhi terbentuknya struktur mikro yang berbeda dengan bahan dasarnya (*raw material*). Media *quenching* juga mempengaruhi cepat lambatnya terbentuknya martensit pada spesimen baja S45C.

Media *quenching* yang paling optimal dalam mengeraskan logam setelah pengelasan yaitu media air. Struktur martensit pada media air lebih dominan dibanding media pendingin lainnya, sehingga mampu mengeraskan logam lebih baik.

Sedangkan media *quenching* yang paling lambat mengeraskan logam setelah pengelasan yaitu media udara. Struktur martensit pada media udara cenderung sedikit dan tidak merata. Sehingga media udara paling lama dalam pengerasan logam setelah pengelasan.

Pengujian kekerasan dilakukan pada spesimen baja S45C setelah dilas meliputi daerah las, daerah *HAZ* dan daerah induk.



Gambar 12. Sketsa spesimen pasca las

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Baja S45C (*Raw Material*)

No	Spesimen	d rata-rata	Nilai Kekerasan
1		40 $\mu\text{m}$	
2	S45C	40 $\mu\text{m}$	232 VHN
3		40 $\mu\text{m}$	

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Baja S45C Hasil Pengelasan SMAW

Daerah	Media <i>Quenching</i>		
	Air	Oli	Udara
Las	412 VHN	286 VHN	257 VHN
	412 VHN	278 VHN	250 VHN
	441 VHN	278 VHN	257 VHN
HAZ	570 VHN	412 VHN	303 VHN
	593 VHN	412 VHN	294 VHN
	549 VHN	399 VHN	303 VHN
Induk	244 VHN	232 VHN	238 VHN
	244 VHN	232 VHN	232 VHN
	232 VHN	244 VHN	232 VHN

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai kekerasan *Vickers* spesimen yaitu:



$$VHN = \frac{\text{beban}}{\text{luas penekanan}} = 1,854 \frac{p}{d^2}$$

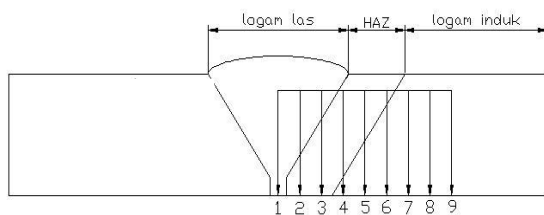
Dimana :

P = beban yang digunakan (kgf)

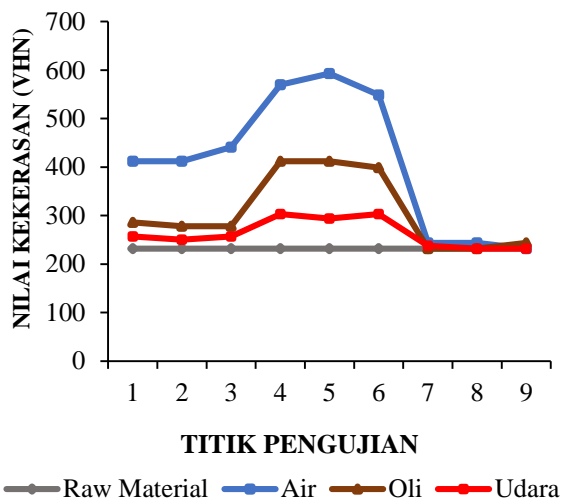
d<sub>1</sub> = diagonal arah vertikal (mm)

d<sub>2</sub> = diagonal arah horizontal (mm)

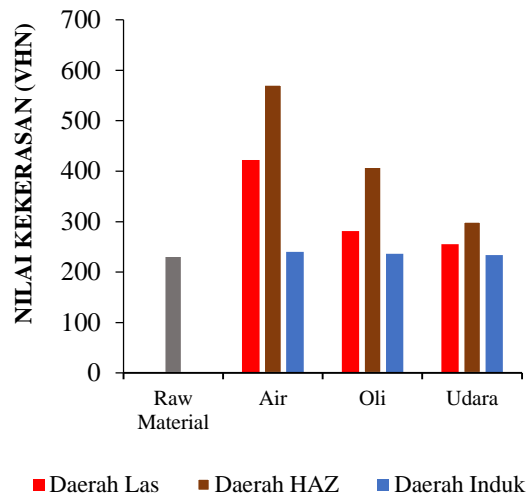
d = diagonal rata-rata (mm)



Gambar 13. Titik Pengujian Kekerasan Vickers



Gambar 14. Grafik Nilai Kekerasan Spesimen Baja S45C



Gambar 15. Diagram Rata-Rata Nilai Kekerasan Spesimen Baja S45C

Nilai kekerasan *raw material* spesimen baja S45C pada semua titik sama yaitu 232 VHN. Nilai kekerasan pada daerah las dengan media pendingin air sebesar 422 VHN, naik 81,90% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 571 VHN, naik 146,12% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Sedangkan nilai kekerasan pada daerah induk sebesar 240 VHN, naik 3,45% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Rata-rata nilai kekerasan spesimen ini sebesar 411 VHN.

Nilai kekerasan pada daerah las media pendingin oli sebesar 281 VHN, naik 21,12% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 408 VHN, naik 75,86% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Sedangkan nilai kekerasan pada daerah induk sebesar 236 VHN, naik 1,72% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*.

Rata-rata nilai kekerasan spesimen ini sebesar 308 VHN.

Nilai kekerasan pada daerah las dengan media pendingin udara sebesar 255 VHN, naik 9,91% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Nilai kekerasan pada daerah HAZ sebesar 300 VHN, naik 29,31% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Sedangkan nilai kekerasan pada daerah induk sebesar 234 VHN, naik 0,86% dibandingkan nilai kekerasan *raw material*. Rata-rata nilai kekerasan spesimen ini sebesar 263 VHN.

Dari hasil analisis data diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen media pendingin air memiliki rata-rata nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan media pendingin yang lain. Sedangkan spesimen media pendingin udara memiliki rata-rata nilai kekerasan yang paling rendah dibandingkan media pendingin yang lain.

Nilai kekerasan pada daerah las dan HAZ mengalami peningkatan terutama di daerah HAZ, hal ini menyebabkan spesimen pada daerah HAZ menjadi sangat keras namun getas. Sedangkan daerah induk tidak terlalu mengalami peningkatan nilai kekerasan karena daerah tersebut jauh dari efek pemanasan dan pendinginan pada saat proses pengelasan.

## KESIMPULAN

1. Media *quenching* mampu mempengaruhi perubahan struktur mikro spesimen baja S45C. Hal ini dibuktikan pada hasil pengujian bahwa struktur mikro spesimen baja S45C tanpa pengelasan (*raw material*) hanya terdapat struktur ferit dan perlit

sedangkan struktur mikro spesimen baja S45C hasil pengelasan SMAW dan *quenching* terdapat struktur martensit. Semakin cepat laju pendinginan, maka struktur martensit akan lebih cepat terbentuk. Semakin banyak struktur martensit menjadikan logam semakin keras.

2. Media *quenching* mampu mempengaruhi nilai kekerasan material. Air memiliki densitas paling tinggi diantara media lainnya sehingga nilai kekerasan spesimen baja S45C menggunakan media *quenching* air menjadi paling tinggi. Hal ini dibuktikan pada hasil pengujian bahwa spesimen dengan media air mempunyai rata-rata nilai kekerasan paling tinggi yaitu 411 VHN, media oli mempunyai rata-rata nilai kekerasan 308 VHN, media udara mempunyai rata-rata nilai kekerasan paling rendah yaitu 263 VHN (discussion).

## REFERENCES

- Amanto, H. & Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- ASM International. 1991. *Heat Treating Volume 4*. Untited State of America.
- Erizal. 2011. Kajian Eksperimen Pengujian Kekerasan Baja Karbon Medium yang Disambung dengan SMAW dan Quenching dengan Air Laut. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Prof. DR. Hazairin, SH Bengkulu.
- Erizal. 2011. Analisa Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja Karbon Medium Dan Quenching Air Laut. *Jurnal Teknik Mesin* Universitas Prof. DR. Hazairin, SH Bengkulu.
- Putra, Y.P., Pintowantoro, S., & Sadino. 2008. Analisa Tegangan Sisa dan Distorsi pada

- Pengelasan Fillet T-Joint dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Material & Metalurgi*. Institut Teknologi Surabaya.
- Rananggono, D., Mulyadi, Y., & Winarno, GD. 2008. Studi Kekuatan Mekanik dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan SMAW dengan Variasi Preheat dan Postheat Menggunakan Metode Pendinginan Cepat dan Pendinginan Lambat. *Jurnal Tugas Akhir*. Institut Teknologi Surabaya.
- Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda E7018*. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Setiawan, Ferry. 2016. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V dan Kuat Arus dengan Las Shielded Metal Arc Welding (SMAW) pada Baja A36 terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Suharno. 2018. *Teknologi Pengelasan Logam: Metalurgi dan Aplikasinya*. Surakarta: UNS Press.
- Suharno. 2008. Struktur Mikro Las Baja C-Mn Hasil Pengelasan Busur Terendam dengan Variasi Masukan Panas. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya*. Vol. 10, No. 1, April 2008: 45–45.
- Van Vlack. 1985. *Elements of Materials Science and Engineering 5th Edition*. USA: Addison Wesley Publishing Company, Reading, Mass.
- Wirjosumarto. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.