



***Jurnal Material Manufaktur Energi Berkelanjutan
(JMMEB)***

<http://ejournal.uki.ac.id/index.php/jmmeb>

ISSN : xxxx-xxxx e-ISSN : xxxx-xxxx

Vol. 1 No. 2 (Desember 2024) Hal. 151-158

Studi Pengaruh Tagangan Terhadap Sifat mekanik dan Struktur mikro Pengelasan Pada Baja SS400

Pedro da Silva

Institut Teknologi Budi Utomo, Indonesia

Diterima: 12 September 2024, Disetujui: 24 Nopember 2024, Dipublikasikan: 30 Desember 2024

*Penulis yang sesuai: pedrodesilva@itbu.ac.id

ABSTRAK

Kekuatan las sangat dipengaruhi oleh komposisi dan sifat logam induk maupun logam pengisi, proses pengelasan, pemanasan serta adanya tegangan sisa. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki struktur makro, struktur mikro, tingkat kekerasan dan kekuatan tarik untuk sambungan las GMAW bajakarbon akibat variasi masukan tegangan listrik. Penelitian menggunakan bahan baja SS400 dan kawat las 1,2mm dengan Arus listrik 250 A dan variasi tegangan listrik 25 V, 30 V dan 35 V. Pada Filler. Pengujian struktur makro dan mikro menggunakan mikroskop optic., pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik, dan pengujian kekerasan dengan menggunakan mesin uji kekerasan vickers,. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan listrik yang digunakan mempengaruhi mempengaruhi Struktur Makro, Struktur Mikro, tingkat kekerasan dan kekuatan tarik benda uji khususnya area HAZ.

Kata kunci: HAZ, Struktur Makro, Struktur Mikro kekerasan, kekuatan tarik

ABSTRACT

Weld strength is strongly influenced by the composition and properties of the parent metal as well as filler metal, welding process, heating, and the presence of residual stress. The purpose of this research was to investigate the macro structure, microstructure, level of hardness and tensile strength for carbon steel GMAW welded joints due to variations in the input voltage. The research uses SS400 steel and 1.2mm welding wire with an electric current of 250 A and a variation of the electric voltage of 25 V, 30 V and 35 V. In the Filler. Macro and Microstructure testing using an optical microscope, tensile testing using a tensile testing machine, and hardness testing using a Vickers hardness testing machine. The results showed that the electrical voltage used affects the macrostructure, microstructure, hardness, and tensile strength of the test object, especially in the HAZ area

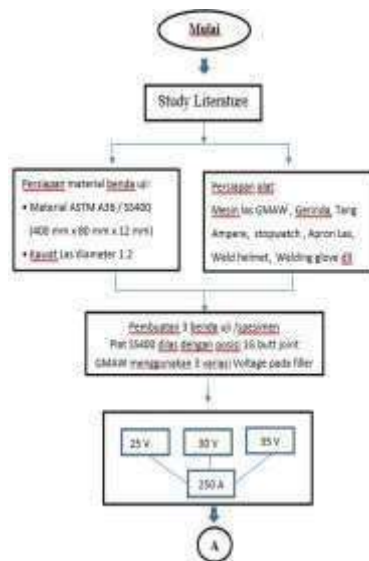
Keywords: HAZ, Macrostructure, Microstructure, hardness, tensile strength

1. PENDAHULUAN

Pada suatu proses pengelasan terjadi pemanasan yang menyebabkan adanya perubahan struktur atau sifat fisis bahan. Perubahan sifat fisis ini akan berpengaruh terhadap perubahan sifat mekanis pada bahan. Adanya perubahan sifat tersebut mengakibatkan terjadi perubahan kekuatan hasil las yang berpengaruh terhadap keamanan dari konstruksi mesin. Panas dalam pengelasan bersumber dari gabungan antara Kecepatan, ampere dan voltage yang menjadi pengaruh terhadap kualitas hasil las. Voltage merupakan salah satu parameter yang utama dalam pemanasan saat pengelasan. Pada dasarnya voltage yang menyebabkan terjadinya penetrasi las. Penetrasi las yang cukup dihasilkan dari masukan panas las ini akan menghasilkan kekuatan sambungan las.

Dalam pengelasan, untuk mencairkan logam induk dan logam pengisi diperlukan energi yang cukup. Energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan berasal dari bermacam-macam sumber yang tergantung pada proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi panas. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi dari parameter arus las, tegangan las, dan kecepatan pengelasan. Parameter ketiga yaitu kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan karena proses pemanasannya tidak diam ditempat akan tetapi bergerak dengan kecepatan tertentu. Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi juga oleh arus las, tegangan dan kecepatan pengelasan. Untuk mengetahui perubahan sifat fisis dan sifat mekanis pada baja karbon sedang, maka dilakukan pengujian struktur makro, mikro dan pengujian kekerasan dan pengujian tarik pada benda kerja hasil pengelasan dengan voltage yang dibuat bervariasi. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh variasi voltage terhadap struktur mikro dan tingkat kekerasan material pada pengelasan material SS400 menggunakan pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Bagaimana pengaruh variasi voltage 25V/ 30V/ 35V dan 250 A pada filler pengelasan material SS400 ketebalan 12mm posisi 1G butt joint menggunakan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) terhadap struktur makro , Struktur Mikro, tingkat kekerasan dan kekuatan tarik.

2. METODOLOGI





Gambar 1. Diagram alir penelitian

a. *Bahan*

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah baja SS400 dengan ketebalan 12mm dan untuk filler yang digunakan adalah ER70S-6 Peralatan : alat las lengkap, uji kekerasan, uji tarik, miskrodoskop optik.

2.2 *Proses Pengelasan*

Pengelasan menggunakan plat baja SS40 dan filler ER70S-6. Pengelasan GMAW dilakukan dengan 3 variasi tegangan 25V, 30V dan 35V dengan arus 250A, Tebal pelat yang digunakan adalah 12 mm, alur las dibuat dengan posisi 1G *butt joint* dengan sudut groove 300 seperti terlihat pada gambar 1 dan benda uji pada Gambar 2. Dimensi plat adalah 200 mm x 120 mm x 12 mm. Data logam induk logam dapat dilihat pada Tabel 1. Pembuatan benda uji dilakukan di Training Center PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia (HCMI)

2.3. *Pengujian*

Pengujian Makro, Mikro menggunakan mesin optic, kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan Vickers. Dan pengujian Tarik dengan menggunakan mesin uji tarik khususnya untuk area HAZ. Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Departement teknik metalurgi dan material Fakultas teknik Universitas Indonesia

3. **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

3.1 *Pengamatan struktur Makro*

Dari Pengamatan struktur makro pada masing masing benda uji yang dibuat dengan pengamatan struktur Makro dengan variasi tegangan listrik melalui hasil foto dengan menggunakan mikroskop optic.

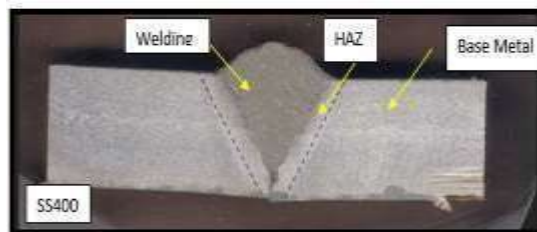


Gambar 2. Sampel benda uji

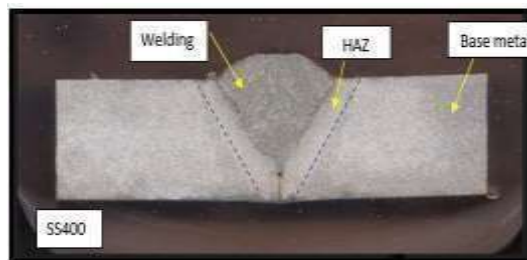
Tabel 1. Data Logam induk

Parameter	Benda uji 1 (2 pcs)		Benda uji 2 (2 pcs)		Benda uji 3 (2pcs)	
	Root	Filler	Root	Filler	Root	Filler
Ampere	150	250	150	250	150	250
Voltage	20	25	20	30	20	35
Proses	GMAW		GMAW		GMAW	
Welding position	1G		1G		1G	
Travel speed	1.28	1.18	1.28	1.04	1.28	55
Welding wire	1.2 mm		1.2 mm		1.2mm	

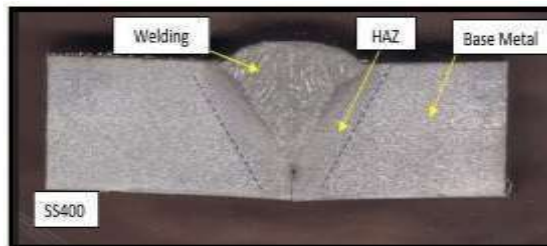
posisi las dan data variasi pada tabel 1, hasil membuktikan bahwa struktur makro benda uji A (kombinasi 25V- 250A) pada Gambar 3, benda uji B (kombinasi -250A) pada Gambar 4, benda uji C (kombinasi 35V-250A) pada Gambar 5 terlihat menunjukkan bahwa area HAZ pada hasil welding yang menggunakan tegangan 25V lebih kecil jika dibandingkan dengan Area Haz pada hasil welding yang menggunakan tegangan 30V. Dan lebar area HAZ pada hasil welding yang menggunakan tegangan 30V lebih kecil jika dibandingkan dengan Area Haz pada hasil welding yang menggunakan tegangan 35V.



Gambar 3. Struktur Makro Benda uji A (25 v – 250 A)



Gambar 4. Struktur Makro Benda uji B (30 v – 250 A)















Gambar 5. Struktur Makro Benda uji C (35 v – 250 A)

3.2. Pengamatan struktur mikro

Hasil foto mikro las menunjukkan adanya perbedaan. Secara keseluruhan struktur dari logam induk (raw material) memiliki bentuk struktur mikro yang didominasi pearlite dan sedikit cementite yang menjadi ciri khas dari struktur mikro dari baja karbon tinggi. Pearlite adalah gabungan ferrite dan cementite berwarna gelap dan bersifat mampu mesin dan keras tetapi ulet. Sedangkan cementite mempunyai sifat yang keras. Saat terjadinya pengelasan yang menyebabkan adanya siklus thermal

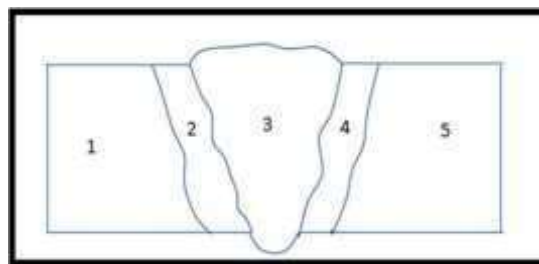
(pemanasan dan pendinginan cepat), hal ini sangat berpengaruh terhadap daerah HAZ maupun daerah pusat las. Pada daerah HAZ struktur mikro menjadi rusak dari logam induknya, yaitu struktur pearlite menjadi hancur menjadi butiran bentuk yang kasar. Daerah yang paling terpengaruh oleh siklus thermal adalah daerah las, pada daerah las terjadinya pencairan dan kemudian membeku secara cepat. Pada daerah las ini struktur mikronya lebih kecil/ halus dan lebih rapat, dengan dominasi cementite dan pearlite semakin berkurang. Dari ketiga benda uji dengan tegangan listrik 25 V, 30 V dan 35 V, ukuran cementite-nya yang paling besar adalah pada tegangan listrik 35V, diikuti berturut-turut oleh tegangan listrik 30V dan 25V. Bentuk ukuran struktur yang berbeda ini yang mengakibatkan kekuatan lasnya juga berbeda, yaitu seperti yang ditunjukkan pada hasil pengujian kekerasannya, benda uji las dengan tegangan listrik 35V mempunyai kekerasan yang tertinggi. Diikuti berturut-turut oleh tegangan listrik 30V dan 25V.

Benda Uji	A	B	C
Voltage	25 V	30V	35V
Base Metal			
HAZ 1			
HAZ 2			
WELD			

Gambar 6. Rangkuman foto hasil uji mikro

3.3. Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian yang didapat berdasarkan uji kekerasan Vickers, dengan ilustrasi area uji yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 :



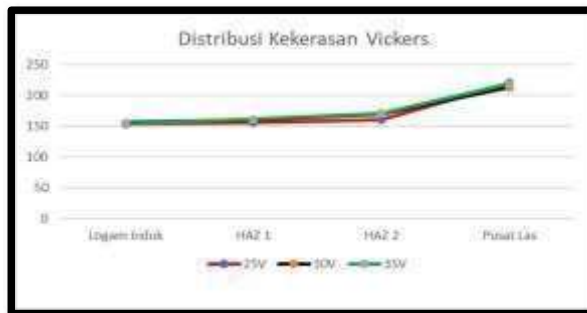
Gambar 7. Area uji yang dilakukan

Hasilnya adalah : Perbedaan kekerasan pada logam induk antara 25V ke 30V adalah 2.3HV naik 2% tidak signifikan. Perbedaan kekerasan antara 30V ke 35V adalah 11.8HV turun% tidak signifikan. Perbedaan kekerasan pada pusat las antara 25V ke 30V adalah -7.5HV turun 4% tidak signifikan. Perbedaan kekerasan antara 30V ke 35V adalah 5.9HV naik 3% tidak signifikan. Nilai kekerasan keseluruhan yang dihasilkan pada pengujian kekerasan Vickers pada penelitian ini dapat dilihat di tabel di bawah ini

Tabel 2 . Data uji kekerasan Vickers

No	Benda uji	Ares	Voltage	Kekerasan (VHN)	Rata-rata
1	A	1 (RAW)	25 V	153.5	168.7
2	A	2 (HAZ)	25 V	155.8	
3	A	3 (LAS)	25 V	220.5	
4	A	4 (HAZ)	25 V	160.4	
5	A	5 (RAW)	25 V	153.5	
6	B	1 (RAW)	30V	155.8	171.0
7	B	2 (HAZ)	30V	160.4	
8	B	3 (LAS)	30V	213	
9	B	4 (HAZ)	30V	170.2	
10	B	5 (RAW)	30V	155.8	
11	C	1 (RAW)	35V	154	171.9
12	C	2 (HAZ)	35V	161.3	
13	C	3 (LAS)	35V	218.9	
14	C	4 (HAZ)	35V	171.5	
15	C	5 (RAW)	35V	154	

Pengujian kekerasan dilakukan pada daerah logam induk , daerah HAZ dan daerah pusat Las. Dari variasi voltage 25V, 30V dan 35V kesemuanya terlihat bahwa nilai kekerasan pada daerah pusat las tertinggi disusul dengan HAZ dan logam induk. Data distribusi kekerasan hasil pengujian pada Gambar 8 menunjukkan kecenderungan yang sama pada tiap benda uji yaitu terjadi peningkatan nilai kekerasan pada daerah logam induk dan selanjutnya meningkat pada daerah HAZ sampai daerah pusat las. Hal ini diakibatkan proses pembekuan yang cepat dari fasa cair saat proses pengelasan. Nilai kekerasan pada logam induk mengalami kenaikan ketika mendekati daerah HAZ, kemudian kekerasan naik ketika memasuki daerah HAZ. Pada daerah pusat las nilai kekerasan tertinggi dari semua daerah.



Gambar 8. Distribusi kekerasan per daerah pengelasan

3.4 Pengujian Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui informasi kekuatan tarik dari masing-masing benda uji las las dengan tegangan 25V, 30V, dan 35V menggunakan mesin Shimadzu Servo Pulser. Hasil uji tarik dalam bentuk data selanjutnya diolah sesuai dengan persamaan di bawah ini untuk mengetahui regangan atau penambahan panjang benda uji

Tegangan Teknik (Engineering Stress):

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Regangan Teknik (Engineering Strain):

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Hasil uji yang didapat dari hasil uji tarik terlihat seperti yang ditampilkan pada gambar 9 dan tabel 3 benda uji A kombinasi voltage 25V, 250A setelah diberi beban 6650Kg putus di bagian Las dan tegangannya 42,73Kg/mm2.

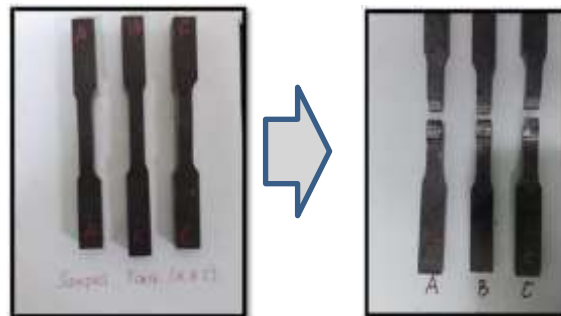
Benda uji B kombinasi voltage 30V, 250A setelah diberi beban 6125Kg, putus di bagian las dan tegangannya 39.42 Kg/mm². Dan benda uji C kombinasi voltage 35V, 250A setelah diberi beban 5625Kg, putus di bagian las dengan tegangannya 36.20 Kg/mm².



Gambar 9. Grafik regangan uji tarik

Tabel 3. Data uji tarik

Benda uji	Luas penampang (A)	Beban (F)	$\sigma = F/A$ (Stress)	Ket.
A (25V, 250A)	155.62	6650	42.73	Putus di las
B (30V, 250A)	155.38	6125	39.42	Putus di las
C (35V, 250A)	155.37	5625	36.20	Putus di las



Gambar 10. Sebelum dan setelah pengujian

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa struktur makro disimpulkan bahwa semakin tinggi voltage (25V ke 35V dan arus listrik tetap 250A) yang digunakan, maka semakin luas/besar daerah pusat las dan HAZ yang dihasilkan. Dari hasil pengujian dan analisa struktur mikro disimpulkan semakin tinggi voltage (25V ke 35V dan arus listrik tetap 250A) yang digunakan, menunjukkan bahwa jika panas yang diberikan semakin besar dapat menyebabkan terjadi perubahan fase, dari fase ferlit menjadi fase perlit (ini ditunjukkan dengan nilai kekerasan meningkat). Dari hasil pengujian dan analisa kekuatan tarik disimpulkan bahwa semakin kecil voltage (dari 35V ke 25V dan arus listrik tetap 250A) yang digenean, maka semakin tinggi kekuatan tarik yang dihasilkan. Dari hasil pengujian dan analisa kekerasan disimpulkan bahwa semakin tinggi voltage (25V Ke 35V dan arus listrik tetap 250A) yang digunakan maka nilai kekerasan skala vikrs semakin besar (153 HV menjadi 220 HV). Hal ini disebabkan terbentuk fase perlit dan terjadi tegangan sisa pada pusat las (akibat pendingnan yang cepat), dimana tegangan sisa menghalangi dislokasi sehingga kekerasan meningkat. Uji kekerasan juga menunjukan bahwa dari variasi voltage 25V, 30V dan 35V kesemuanya terlihat bahwa nilai kekerasan pada daerah pusat las tertinggi disusul dengan HAZ dan logam induk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Mulyadi dan Iswanto (2020). **Buku Ajar Teknologi Pengelasan** Cetakan Pertama, September 2020 Penerbit: UMSIDA Press pp 99-113 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jawa Timur
- [2].Wijoyo dan Bayu Kartiko Aji (2015). **Kajian Kekerasan dan struktur mikro sambungan las GMAW baja karbon tinggi dengan variasi arus listrik** . Jurnal SIMETRIS, Vol 6 No 2 November 2015 ISSN: 2252-4983 , Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin Universitas, Surakarta
- [3].Mohamad Ali Rosyidi (2021). **Study kekuatan mekanik pada pengelasan baja SS400 dengan variasi elektroda AWS SFA 5.1L, AWS AS 5.1B dan AWS A 5.1R**. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal
- [4].Zainal Fakri dan Bukhari dan Nawawi dan Juhan. **Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050**. Journal of Welding Technology. Volume 1, No. 1, June 2019. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumaw