

PENGARUH VARIASI ARUS PROSES PENGELASAN GTAW PADA MATERIAL AISI1015

THE EFFECT OF GTAW WELDING CURRENT VARIATIONS ON AISI 1015 MATERIALS

Sutrimo, Slamet Sutjipto, Nurhakim Pratomo

Program Studi Proses Manufaktur, Politeknik Negeri Bandung

email:sutrimo@polban.ac.id

ABSTRAK

Proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Inert Gas*) atau disebut Las TIG dapat menyebabkan perubahan sifat pada logam, diantaranya adalah perubahan struktur mikro dan sifat mekanis. Oleh karena itu, tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui perubahan struktur mikro dan sifat mekanis dari logam yang telah dilakukan proses pengelasan GTAW. Material yang digunakan untuk kajian ini adalah AISI 1015 yang memiliki ketebalan 4 mm. Tipe sambungan yang digunakan adalah sambungan datar. Pada proses pengelasannya menggunakan beberapa variasi arus, yaitu 120 A, 140 A dan 160 A. Material hasil pengelasan, kemudian dipotong menjadi beberapa bagian untuk dilakukan pengujian: radiografi makro test, mikro test, uji keras, dan uji tarik. Hasil uji radiography pada arus 140 A dan 160 A terdapat 2 cacat pengelasan, yaitu porosity dan *excess penetration*. Pada arus 120 A tidak terdapat cacat pengelasan. Hasil dari pengujian makro menunjukkan, bahwa pada logam las, daerah pengaruh panas atau disebut HAZ (*Heat Affected Zone*) dan logam induk. Hasil pengujian mikro menunjukkan fasa-fasa yang terbentuk pada daerah las, yaitu *grain boundary ferrite*, *accicular ferrite*, dan *sideplate ferrite*. Pada daerah pengaruh panas terdapat satu fasa, yaitu *side plate ferrite*. Fasa-fasa yang terbentuk pada logam induk yaitu *pearlite* dan *ferrite*. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada arus 160 A, yaitu sebesar 224 HV. Sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada arus 120 A, yaitu sebesar 201,7 HV. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada arus 160 A, yaitu 73,89 Kg/mm² dan kekuatan tarik terendah terdapat pada arus 120 A yaitu 66,163 Kg/mm².

Kata Kunci: Pengelasan TIG, AISI 1015, Struktur Mikro, Heat Affected Zone, Sifat Mekanik Material

ABSTRACT

The welding process of GTAW (Tungsten Inert Gas) or TIG Welding can cause changes in the metal properties, including changes in microstructure and mechanical properties. Therefore, the aim of this study is to determine the changes in the microstructure and mechanical properties of metals that have been welded through the GTAW welding process. The material used in this study was AISI 1015 with 4 mm of thickness. The joint type used was a flat joint. The welding process used several variations of current, namely 120 A, 140 A and 160 A. The welding material was then cut into several parts for testing: radiography, macro test, micro test, hard test, and tensile test. The results of radiography tests at currents of 140 A and 160 A showed 2 welding defects, namely porosity and excess penetration. At current 120 A, the welding defects are not found. The results of the macro test showed that in the weld metal, the area of heat influence is called the HAZ (Heat Affected Zone) and the base metal. The micro test results showed the phases formed in the weld area, namely grain boundary ferrite, accicular ferrite, and sideplate ferrite. In the area of heat influence, there is one phase, namely side plate ferrite. The phases formed in the base metals are pearlite and ferrite. The highest hardness value is at a current of 160 A, which is 224 HV. Meanwhile, the lowest hardness value is at a current of 120 A, which is 201.7 HV. The

highest tensile strength is at a current of 160 A, which is 73.89 Kg / mm² and the lowest tensile strength is at a current of 120 A which is 66.163 Kg / mm².

Keyword: TIG Welding, AISI 1015, Microstructure, Heat Affected Zone, Mechanical Properties of Material

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi desain mengarah ke kondisi semakin ideal dengan mengurangi atau menghilangkan sambungan. Meskipun demikian, teknologi penyambungan salah satunya pengelasan masih menjadi suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dari perkembangan teknologi logam. Salah satu jenis proses pengelasan adalah las TIG atau GTAW. Pentingnya pengelasan ini dijelaskan oleh Shah (Shah, 2017), Vyas (Vyas, 2017), Tehami (Tehami, 2020) dan secara lebih komprehensif oleh Devakumar (Devakumar, 2014) dalam makalahnya. Proses pengelasan TIG dapat menyebabkan perubahan-perubahan pada logam, diantaranya adalah perubahan struktur mikro dan perubahan sifat mekanis. Perubahan ini disebabkan oleh besarnya arus, kecepatan pengelasan, dan polaritas yang digunakan sebagaimana pula dijelaskan oleh Singh (Singh, 2016). Untuk dapat mengetahui perubahan struktur mikro dan sifat mekanik dari suatu material, perlu dilakukan beberapa pengujian antara lain : Radiografic Test, Uji Keras, Uji Tarik, Makro Test, Mikro Tes (Uji Metallography). Metode ini telah dilakukan pula oleh Ogundimu (Ogundimu, 2019) dan Manh (Manh, 2019).

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan sifat mekanik dari pengaruh variasi arus pada pengelasan TIG pada material AISI 1015 yang memiliki ketebalan 4 mm. Variasi arus yang akan digunakan, yaitu 120 A, 140 A, dan 160 A.

METODE PENELITIAN

Material

Material yang digunakan, yaitu pelat baja AISI 1015 dengan tebal 4 mm dan

elektroda atau bahan tambah yang digunakan yaitu ER70S6. Uji komposisi material dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unsur kimia material.

Proses Pengelasan

Proses las pada penelitian ini menggunakan GTAW, posisi pengelasan 1G, dengan variasi arus (120 A, 140 A dan 160 A).

Karakterisasi Struktur Makro

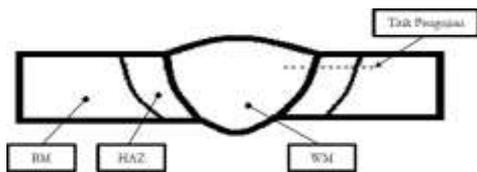
Pengujian struktur makro dapat dilakukan setelah proses *etching*. Setelah dilakukan *etching*, akan terlihat batas *weld metal* dan *base metal* dari material yang digunakan yaitu AISI 1015.

Karakterisasi Struktur Mikro

Struktur makro dan mikro hasil pengelasan, dapat diamati setelah dietsa dengan menggunakan campuran dari alkohol 96% sebanyak 97 ml dan larutan HNO₃ sebanyak 3 ml. Batas-batas daerah dari pengelasan yaitu *Weld Metal*, *HAZ (Heat Affected Zone)*, dan *Base Metal* akan terlihat jelas.

Pengujian Kekerasan

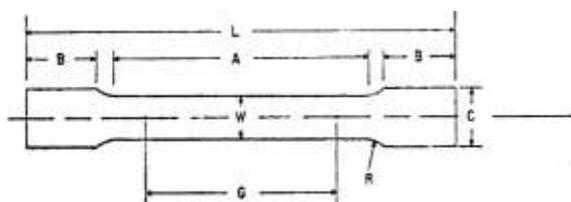
Pengujian kekerasan untuk mengetahui distribusi kekerasan di daerah *Base Metal (unaffected zone)*, *Heat Affected Zone (HAZ)*, dan *Weld Metal* dari masing-masing hasil proses pengelasan, dengan metoda pengujian *Vickers* menggunakan beban 100 Gram dengan jarak antar titik pengujian 0,25 mm, seperti Gambar 1.



Gambar 1. Titik dan jarak pengujian kekerasan

Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan pada arah transversal. Pengujian dilakukan untuk melihat kekuatan tarik dari material setelah proses las, spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM E08M-04 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen uji tarik

Dimana: $G = 25 \text{ mm}$, $T = 4 \text{ mm}$, $W = 6 \text{ mm}$, $R = 6 \text{ mm}$, $L = 100 \text{ mm}$, $B = 30 \text{ mm}$, $A = 32 \text{ mm}$ dan $C = 10 \text{ mm}$

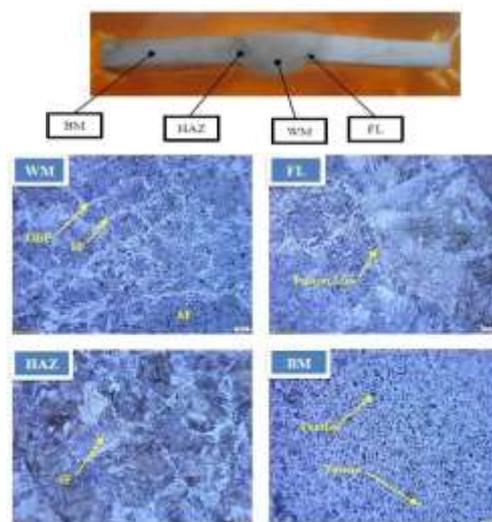
HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Makro dan Mikro

Pengujian makro dan mikro dari proses pengelasan dengan arus 120 A, 140 A, dan 160 A terdiri dari 4 bagian, yaitu daerah Logam Las atau Weld Metal (WM), Daerah Pengaruh Panas (HAZ), Garis Fusi (FL) dan daerah Logam Induk (BM). Untuk pengujian Mikro, pembesaran yang ditampilkan untuk seluruh daerah las adalah sama, yaitu sebesar 20x.

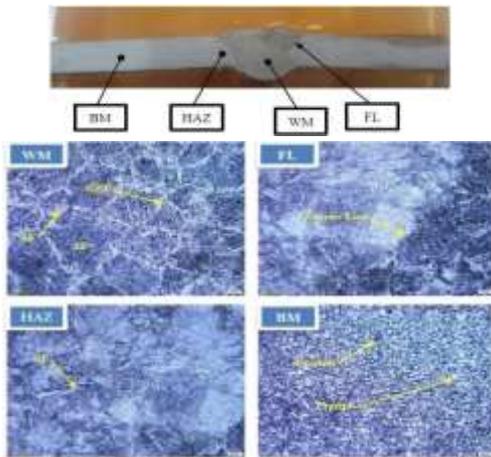
Hasil pengujian mikro dari pengelasan 120 A, 140 A dan 160 A, memperlihatkan bahwa daerah logam las atau WM terdapat 3 jenis struktur mikro yaitu GBF (*Grain Boundary Ferrite*) yang ditandai oleh warna putih yang menempati batas-batas butir pada

struktur mikro daerah logam las, SPF (*Side Plate Ferrite*) yang ditandai oleh garis-garis putih yang berorientasi searah dan AF (*Accicular Ferrite*) yang ditandai dengan warna putih agak kehitaman, hal ini disebabkan oleh ukurannya yang kecil dan berorientasi arah secara acak. Kemudian daerah pengaruh panas atau HAZ memiliki 1 jenis struktur mikro yaitu SF (*Sideplate Ferrite*) yang ditandai oleh garis-garis putih yang berorientasi searah. Pada daerah logam induk atau *base metal*, memiliki 2 jenis struktur mikro yaitu *Ferrite* yang ditandai oleh warna putih, dan *Pearlite* yang ditandai oleh warna hitam.



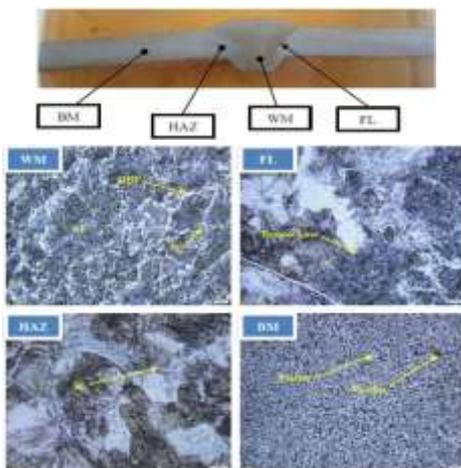
Gambar 3. Struktur Makro dan Mikro 120 A

Hasil pengujian mikro pada pengelasan 120 A menunjukkan struktur mikro pada daerah logam las terlihat lebih halus daripada pengelasan 140 A dan 160 A, hal ini dikarenakan panas yang dihasilkan oleh arus pengelasan 120 A lebih rendah dari pada arus pengelasan 140 A dan 160 A. Pada daerah pengaruh panas atau HAZ, ukuran butir terlihat lebih kecil dibandingkan dengan pengelasan 140 A dan 160 A.



Gambar 4. Struktur Makro dan Mikro 140 A

Hasil pengujian mikro pada pengelasan dengan arus 140 A, menunjukkan struktur mikro pada daerah logam las terlihat lebih kasar, dari pada pengelasan 120 A. Hal ini disebabkan oleh panas yang dihasilkan oleh arus pengelasan 140 A lebih tinggi, dari pada arus pengelasan 120 A. Pada daerah pengaruh panas atau HAZ, ukuran butir terlihat lebih besar dibandingkan dengan pengelasan 120 A.



Gambar 5. Struktur Makro dan Mikro 160 A

Hasil pengujian pada arus 160 A, menunjukkan bahwa struktur mikro pada daerah logam las terlihat kasar, dari pada pengelasan dengan arus 140 A dan 120 A. Batas butir pada struktur mikro daerah logam las tidak begitu jelas. Hal ini

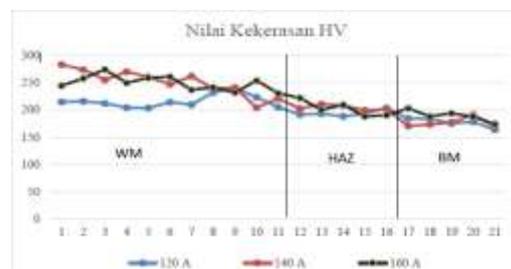
dikarenakan oleh panas yang dihasilkan oleh arus pengelasan 160 A lebih tinggi dari pada arus pengelasan 140 A dan 120 A. Pada daerah pengaruh panas atau HAZ, ukuran butir terlihat lebih besar dibandingkan dengan pengelasan 140 A dan 120 A.

Uji Kekerasan

Distribusi hasil uji kekerasan pada daerah logam induk hingga daerah terpengaruh panas dan logam las, dapat dilihat pada Tabel 3.1.1, menunjukkan bahwa hasil kekerasan baja AISI 1015 dengan parameter arus pengelasan yang berbeda antara lain : 120A, 140A dan 160A

Tabel 1. Hasil uji kekerasan

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HV)			Daerah
	120 A	140 A	160 A	
1	215,05	382,85	244,75	WM
2	216,15	274,4	258,3	
3	212,4	233,4	274,83	
4	204,85	270,55	189,9	
5	203,8	281	259,3	
6	214,6	247,5	261,4	
7	210	262,45	237,15	
8	212,6	239,5	241,8	
9	240,4	241,3	232,15	
10	223,8	204,55	254,23	
11	205,5	271,15	231	
12	191,8	203,8	223,2	HAZ
13	191,5	211,05	206,45	
14	188,8	208,35	209,35	
15	103,35	189,65	188,3	
16	203,8	201,9	190,4	
17	184,35	170,95	203,3	BM
18	184,1	173,65	188,55	
19	175,45	177,35	194,1	
20	178,55	181,2	188,05	
21	164	169,75	174,3	



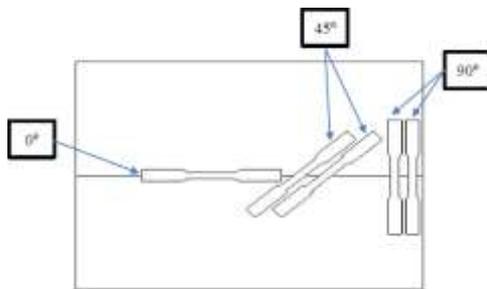
Gambar 6. Grafik Nilai Kekerasan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, daerah WM (*Weld Metal*), memiliki kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan BM (*Base Metal*), yang dapat dilihat pada grafik diatas. Hal ini dikarenakan pada daerah WM memiliki struktur mikro yang kecil dan rapat sehingga

kekerasannya tinggi. Apabila nilai kekerasan dari variasi arus pengelasan dibandingkan, maka yang memiliki kekerasan paling tinggi adalah pada arus 160 A, jika dirata-ratakan sebesar 224 HV dan yang paling rendah adalah pada arus 120 A, jika dirata-ratakan sebesar 201,7 HV. Hal ini membuktikan, bahwa semakin tinggi arus, maka semakin tinggi nilai kekerasannya.

Uji Tarik

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Politeknik Negeri Bandung (POLBAN), spesimen yang diuji berjumlah 5 pesimen, untuk masing-masing pengelasan yaitu 2 spesimen arah 90°, 2 spesimen arah 45°, dan 1 spesimen arah 0°. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Arah spesimen uji tarik

Hasil dari uji tarik, didapat kekuatan tarik maksimum dan kekuatan luluh dari masing-masing hasil pengelasan yang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 2. Kekuatan Tarik Maksimum

Arus Pengelasan	Arah Tegak Lurus (90°)		Arah 45°		Searah pengelasan (0°)
	Spesimen 1 (Kg/mm ²)	Spesimen 2 (Kg/mm ²)	Spesimen 1 (Kg/mm ²)	Spesimen 2 (Kg/mm ²)	Spesimen 1 (Kg/mm ²)
120 A	57,166	53,083	58,157	58,295	
Rata-rata	57,625		58,226		82,637
140 A	57,406	58,242	58,540	57,548	
Rata-rata	57,869		58,194		93,539
160 A	59,063	59,606	61,77	58,37	
Rata-rata	59,335		60,07		102,267



Gambar 8. Grafik Kekuatan Tarik Maksimum

Tabel 3. Kekuatan Luluh

Arus Pengelasan	Arah Tegak Lurus (90°)		Arah 45°		Searah pengelasan (0°)
	Spesimen 1 (Kg/mm ²)	Spesimen 2 (Kg/mm ²)	Spesimen 1 (Kg/mm ²)	Spesimen 2 (Kg/mm ²)	Spesimen 1 (Kg/mm ²)
120 A	39,387	40,018	40,07	40,166	
Rata-rata	39,703		40,118		56,937
140 A	39,615	40,129	40,334	39,857	
Rata-rata	39,872		40,096		64,448
160 A	40,694	41,069	42,559	40,217	
Rata-rata	40,882		41,588		70,488



Gambar 9. Grafik kekuatan luluh

Berdasarkan tabel dan grafik kekuatan maksimum dan kekuatan luluh, terlihat bahwa apabila kekuatan tarik maksimum dilihat dari arah spesimen, maka spesimen dengan searah pengelasan (0°) memiliki kekuatan tarik maksimum tertinggi dibandingkan dengan spesimen dengan arah 45° dan arah tegak lurus (90°). Hal ini dikarenakan pada saat uji tarik, spesimen dengan arah 45° dan arah tegak lurus (90°) putus bukan pada daerah lasan, tetapi putus pada daerah yang memiliki nilai kekerasan yang rendah yaitu pada logam induk. Apabila dilihat dari pengaruh dari masing-

masing arus pengelasan, bahwa arus 160 A memiliki kekuatan tarik maksimum, jika dirata-ratakan yaitu 73,89 Kg/mm² dan pada arus 120 A, memiliki kekuatan maksimum terendah jika dirata-ratakan yaitu 66,163 Kg/mm². Kekuatan maksimum berbanding lurus dengan kekuatan luluh, yaitu apabila semakin besar kekuatan maksimumnya maka semakin besar kekuatan luluhnya.

SIMPULAN

Daerah pengaruh panas (HAZ), memiliki struktur mikro yang berukuran lebih besar dari pada daerah logam las (WM) dan logam induk (BM). Daerah logam las (WM), memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan dengan daerah pengaruh panas (HAZ) dan logam induk (BM). Angka kekerasan tertinggi terdapat pada arus pengelasan 160 A, yaitu sebesar 224 HV, sedangkan angka kekerasan terendah, terdapat pada arus pengelasan 120 A yaitu sebesar 201,7 HV. Arus pengelasan 160 A memiliki kekuatan tarik maksimum tertinggi yaitu 73,89 Kg/mm², sedangkan arus pengelasan 120 A memiliki kekuatan tarik terendah, yaitu 66,163 Kg/mm². Hal ini menunjukkan, bahwa semakin tinggi arus yang digunakan, maka sifat mekanisnya semakin meningkat. Daerah yang putus pada saat uji tarik merupakan daerah yang memiliki nilai kekerasan terendah

DAFTAR PUSTAKA

- Devakumar D dan Jabaraj D. B, 2014. "Research on Gas Tungsten Arc Welding of Stainless Steel-An Overview". *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 5:1612-1618.
- Manh N.H, Anh N.V, Tuan N.V, Xu B. dan Akihisa M, 2019. "Research and Development of A Novel TIG Welding Torch for Joining Thin Sheets". *Applied Sciences*. 9:5260.
- Ogundimu E.O, Akinlabi E.T, dan Erinsho M.F. "Comparative Study Between TIG and MIG Welding Processes". *International Conference on Engineering for Sustainable World*. 1378: 022074.
- Shah B dan Shah B, 2017. "A-TIG Welding-A Review Paper". *International Conference on Ideas, Impact and Innovation in Mechanical Engineering*. 5: 117-119.
- Singh G., Bansal A., Gupta A.K dan Singh A, 2016. "Study the Parametric Optimization of TIG Welding". *International Research Journal of Engineering and Technology*. 3: 412-417.
- Tehami N, 2020. "Review Paper on Parametric Optimization of TIG Welding". *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. 2: 512-521.
- Vyas Avadeshkumar H. dan Patel Patel M. Ritesh, 2017. "A Review Paper on TIG Welding Process Parameters". *International Journal for Scientific Research & Development*. 5: 1301-1304.