Analisis Pengaruh Diameter Elektroda dan Kecepatan Las terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Makro pada Baja AISI 1050 dengan Proses Pengelasan TIG

Afira Ainur Rosidah[1], Suheni[2], dan Erwanda Wisnu Anarki[3]
[1, 2, 3]Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
E-mail: afiraar@itats.ac.id

ABSTRACT

Tungsten Inert Gas (TIG) welding refers to a welding technique using Argon and Helium as a protective gas, as well as an electric flame that comes from the Tungsten electrode with the workpiece. There are several factors affecting the physical and mechanical properties of a material after the welding process. This study is focused on the effect of electrode diameter and welding speed variations on the mechanical properties and macrostructure of AISI 1050 steel. The welding process was carried out with a variation of the electrode diameter of 1.6; 2.4; and 3.2 mm with 100A of current, then the welding was done alternately using the electrode diameter variations that had been determined with a welding speed of 1; 1.5; and 2 mm/s for each variation of electrode diameter. The tensile test results showed that the highest ultimate tensile strength value was 445.3 MPa with the diameter electrode variation of 3.2 mm and the welding speed of 2 mm/s. Whereas for the hardness test results, the highest hardness value was 41.125 HRC with the diameter electrode variation of 2.4 mm and the welding speed of 2 mm/s. The results of welding macrostructure photo exhibited that the larger electrode diameter used, the penetration area tended to be deeper and wider. Meanwhile, when the welding speed was higher, the resulting penetration area will be shallower.

Keywords: *TIG welding, electrode diameter, welding speed, tensile strength, hardness, macrostructure, AISI 1050 steel*

ABSTRAK

Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) merupakan teknik pengelasan dengan menggunakan Argon dan Helium sebagai gas pelindung, serta nyala busur listrik yang berasal dari elektroda Tungsten dengan benda kerja. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanik suatu bahan setelah proses pengelasan. Pada penelitian ini, berfokus pada pengaruh variasi diameter elektroda dan kecepatan las terhadap sifat mekanik dan struktur makro baja AISI 1050. Proses las dilakukan dengan variasi diameter elektroda 1,6; 2,4; dan 3,2 mm dengan besar arus 100 A, kemudian pengelasan dilakukan bergantian menggunakan variasi diameter elektroda yang telah ditentukan dengan kecepatan pengelasan 1; 1,5; dan 2 mm/s untuk setiap variasi diameter elektroda. Berdasarkan hasil pengujian tarik, nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi adalah sebesar 445,3 MPa dengan variasi diameter 3,2 mm dan kecepatan las 2 mm/s. Sedangkan untuk hasil uji kekerasan didapatkan nilai kekerasan tertinggi 41,125 HRC dengan variasi diameter 2,4 mm dan kecepatan las 2 mm/s. Hasil foto struktur makro hasil pengelasan menunjukkan bahwa semakin besar diameter elektroda yang digunakan, daerah penetrasi cenderung semakin dalam dan lebar. Sedangkan ketika kecepatan las semakin tinggi, maka daerah penetrasi yang dihasilkan semakin dangkal.

Kata kunci: Pengelasan TIG, diameter elektroda, kecepatan las, kekuatan tarik, kekerasan, struktur makro, baja AISI 1050

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan teknik yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Salah satu metode pengelasan yang paling luas pemakaiannya adalah las *Tungsten Inert Gas (TIG)*, dimana pada prosesnya menggunakan elektroda terumpan (*non-consumable*) untuk menghasilkan area las. Dalam penerapannya, banyak faktor yang mempengaruhi sifat fisik dan mekanik hasil pengelasan TIG, seperti jenis kampuh las, kuat arus, dan kecepatan pengelasan. Menurut Widodo et al, semakin besar sudut kampuh jenis V menyebabkan nilai kekuatan tarik semakin rendah, sedangkan semakin besar arus listrik yang diberikan dengan sudut kampuh 30^{o}, maka nilai kekuatan tarik juga semakin

besar [1]. Nilai kekuatan tarik maksimum pada baja karbon medium dengan metode las TIG dicapai dengan kecepatan pengelasan 1 mm/s dan turun pada kecepatan pengelasan 5 mm/s [2].

Baja AISI 1050 banyak digunakan sebagai konstruksi, otomotif dan komponen mesin lainnya, dimana dalam penggunaannya sering mengalami aus sehingga menyebabkan kegagalan yang dapat berupa patah atau retak. Oleh karena penggunaannya yang luas, terdapat beberapa studi mengenai kualitas hasil penyambungan pada baja AISI 1050 dengan metode *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), Shield Metal Arc Welding (SMAW),* dan *friction welding* [3], [4]. Berdasarkan studi Herizal et al, nilai kekuatan impak pada pengelasan GTAW atau TIG lebih tinggi dibandingkan pada pengelasan SMAW, yaitu sebesar 2,50 J/mm^2 [3].

Karena baja AISI 1050 memiliki banyak aplikasi dalam dunia manufaktur dan proses perbaikannya banyak menggunakan proses pengelasan, maka perlu adanya eksperimen untuk menghasilkan hasil lasan yang baik dengan mempertimbangkan berbagai faktor pada elektroda dan teknik pengelasannya. Pada penelitian ini mempelajari sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 1050 setelah proses pengelasan dengan metode las TIG. Parameter yang digunakan adalah variasi diameter elektroda dan kecepatan las. Pengujian sifat mekanik baja dilakukan dengan pengujian tarik dan kekerasan, sedangkan untuk struktur mikro dilakukan pengamatan dengan mikroskop optik.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (*TIG*)

Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (*TIG*) atau disebut juga *Gas Tungsten Arc Welding* (*GTAW*) merupakan proses pengelasan dengan menggunakan inert gas sebagai pelindung, dimana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda tungsten dan logam las [3], [5]. Gas inert yang biasa digunakan sebagai pelindung adalah Argon (Ar) dan Helium (He), atau campuran antara keduanya, dengan fungsi melindungi logam las dari kontaminasi udara di lingkungan, serta sebagai media pendingin elektroda tungsten. Apabila gas yang digunakan pada las TIG adalah Argon, maka *flow rate* yang dipakai 7-16 L/min. akan tetapi, jika menggunakan gas Helium, maka flow rate yang digunakan adalah 14-24 L/min. hal ini disebabkan karena Argon memiliki konduktivitas panas lebih rendah daripada Helium. Pengelasan metode TIG ini adalah cara pengelasan yang paling bersih dan rapi, serta dapat mengelas bahan dengan bentuk kecil maupun besar. Kelebihan lainnya adalah dapat digunakan untuk beberapa jenis logam, yaitu baja karbon, *stainless steel* dan aluminum [1], [3].

Baja AISI 1050

Baja AISI 1050 adalah baja karbon plain (tanpa tambahan sulfur dan fosfor) dengan kadar karbon 0,50%, sehingga termasuk dalam baja karbon medium. Baja jenis ini memiliki banyak keunggulan, seperti sifat mampu las (*weldability*) dan tahan aus (*wear resistance*) yang baik, sehingga pemakainnya cukup luas [3]. Menurut penelitian yang telah dilakukan Cakir dan Ozsoy, komposisi baja AISI 1050 ditampilkan dalam Tabel 1 berikut [6].

Tabel 1. Komposisi baja AISI 1050 dalam wt.%

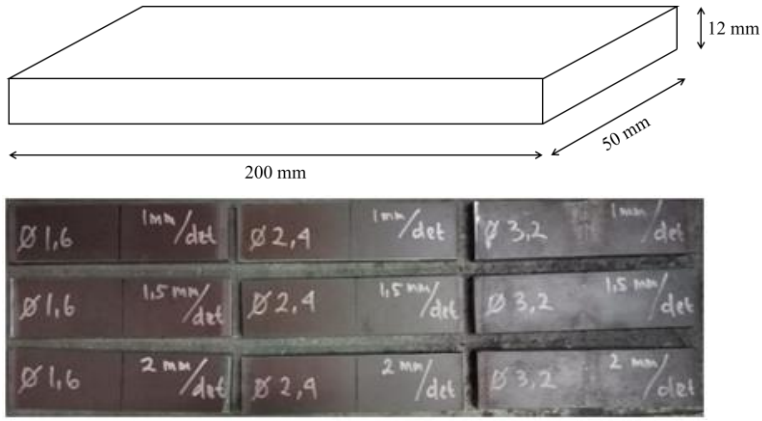
C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	Sn
0,50	0,64	0,24	0,010	0,005	0,12	0,01	0,07	0,014	0,16	0,011

Note: Cakir, 2011.

METODE

Pada penelitian ini, material yang digunakan adalah baja AISI 1050 yang dipotong dengan dimensi 200 x 50 x 12 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *laser CNC Trumpf 3200* untuk memotong specimen, mesin las *TIG Weico 315D*, helmet dan sarung tangan las, gerinda, mesin uji tarik dan uji kekerasan. Pada proses pengelasan, elektroda yang dipilih adalah elektroda las TIG warna merah (WT20) dengan variasi

diameter elektroda 1,6; 2,4; dan 3,2 mm dengan ujung yang diruncingkan. Besar arus yang digunakan yaitu 100 A, kemudian pengelasan dilakukan bergantian menggunakan variasi diameter elektroda yang telah ditentukan dengan kecepatan pengelasan 1; 1,5; dan 2 mm/s untuk setiap diameter elektroda yang digunakan.



Gambar 1. Dimensi dan hasil pemotongan baja AISI 1050

Setelah pengelasan baja AISI 1050 dilakukan, tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen untuk pengujian tarik, kekerasan, dan foto struktur makro. Pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standar ASTM E8 dan pemotongan spesimen menggunakan mesin *laser CNC Trumpf 3200.* Kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan maksimumnya. Selain spesimen untuk pengujian tarik, dilakukan pula pemotongan spesimen uji kekerasan dengan dimensi 100 x 20 x 12 mm. Metode pengujian kekerasan yang dipakai adalah *Rockwell C* dengan satuan HRC. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menguji masing-masing tiga titik pada logam induk, logam las, dan *Heat Affected Zone (HAZ)* pada bagian atas spesimen. Selanjutnya, untuk pengamatan struktur makro dilakukan pada bagian samping spesimen uji kekerasan. Sebelum diambil foto makronya, dilakukan pengamplasan, pemolesan dengan kain *wool* dan *autosol*, kemudian proses etsa dengan larutan nital sebelum diambil foto makronya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Diameter Elektroda dan Kecepatan Las terhadap Sifat Mekanik

Sifat mekanik dari hasil las pada baja AISI 1050 direpresentasikan melalui hasil uji tarik dan kekerasan. Pengaruh variasi diameter elektroda dan kecepatan las terhadap nilai kekuatan tarik baja AISI 1050 dengan proses las TIG ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai kekuatan tarik maksimum tertinggi adalah 445,3 MPa dengan variasi diameter elektroda 3,2 mm dan kecepatan las 2 mm/s. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diperoleh nilai kekuatan tarik baja yang cenderung mengalami peningkatan ketika diameter elektroda yang digunakan semakin besar. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Talabi et al [7]. Akan tetapi, nilai kekuatan tarik maksimum mengalami penurunan pada kecepatan las 1,5 mm/s dan kembali mengalami kenaikan ketika kecepatan las 2 mm/s. Hal ini disebabkan kurang presisinya penyesuain untuk nilai 1,5 mm/s saat proses pengelasan berlangsung, sehingga mempengaruhi hasil pengelasan. Kenaikan nilai kekuatan tarik maksimum spesimen yang dianggap tidak cukup signifikan dapat dikarenakan tipe patahan yang terjadi pada semua spesimen adalah sama, yaitu pada logam induk. Hal ini dibuktikan dengan foto hasil patahan uji tarik spesimen baja AISI 1050 dengan proses las TIG pada Gambar 2.



Gambar 2. Patahan pada spesimen uji tarik

Tabel 2. Nilai kekuatan tarik baja AISI 1050 dengan variasi diameter elektroda dan kecepatan las

Diameter Elektroda (mm)	Kecepatan Las (mm/s)	Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)
1,6	1	429,3
	1,5	426,7
	2	440
2,4	1	442,7
	1,5	437,3
	2	442,7
3,2	1	440
	1,5	437,3
	2	445,3

Pengujian kekerasan dilakukan dengan indentasi pada area logam induk, logam las, dan HAZ dengan masing-masing tiga titik indentasi. Jarak satu titik dengan titik lainnya adalah 5 mm dan metode pengujian kekerasan yang digunakan adalah *Rockwell C*. Hasil uji kekerasan pada ketiga area spesimen ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai kekerasan pada area logam induk cenderung tetap karena tidak terpengaruh akibat temperatur proses pengelasan. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada area logam las, yaitu sebesar 41,125 HRC dengan variasi diameter 2,4 mm dan kecepatan las 2 mm/s. Pada area logam las, semakin tinggi kecepatan las, maka nilai kekerasan cenderung meningkat. Hal ini dapat dikaitkan dengan perubahan struktur dari area logam las selama proses solidifikasi dan adanya perubahan *defect* karena variasi kondisi pengelasan [7].

Tabel 3. Nilai kekerasan baja AISI 1050 pada area logam induk, HAZ, dan logam las dengan variasi diameter elektroda dan kecepatan las

Diameter Elektroda (mm)	Kecepatan Las (mm/s)	Hasil Uji Kekerasan (HRC)		
		Logam Induk	HAZ	Logam Las
1,6	1	32,125	34,125	40
	1,5	31,625	35,125	40,625
	2	32,375	35,875	40,875
2,4	1	32,125	35,75	39,875
	1,5	31,625	33,875	40
	2	32,125	33,25	41,125
3,2	1	31,875	33,25	39,5
	1,5	30,875	35	40
	2	32,25	34,375	40,125

Pengaruh Diameter Elektroda dan Kecepatan Las terhadap Struktur Makro

Pengamatan struktur makro bertujuan untuk mengetahui perbedaan daerah yang terjadi setelah proses las dilakukan [8]. Gambar 3 – 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan las, maka penetrasi las yang terjadi semakin dangkal [9]. Hal ini terlihat jelas pada semua variasi diameter elektroda dengan kecepatan las 2 mm/s, daerah penetrasi terlihat sangat dangkal dibandingkan dengan variasi kecepatan las 1 mm/s. Sementara itu, semakin besar diameter elektroda yang digunakan, semakin dalam penetrasi dan lebar area las yang teramati. Perubahan ini dapat dilihat jelas pada hampir semua variasi kecepatan las. Semakin dalam penetrasi yang dihasilkan, maka dapat dikatakan semakin baik hasil pengelasannya. Dalamnya daerah penetrasi ini mengindikasikan logam las dan logam induk menyatu dengan baik.



(a) (b) (c)

Gambar 3. Struktur makro dengan diameter elektroda 1,6 mm dan variasi kecepatan las (a) 1 mm/s, (b) 1,5 mm/s, dan (c) 2 mm/s



(a) (b) (c)

Gambar 4. Struktur makro dengan diameter elektroda 2,4 mm dan variasi kecepatan las (a) 1 mm/s, (b) 1,5 mm/s, dan (c) 2 mm/s



(a) (b) (c)

Gambar 5. Struktur makro dengan diameter elektroda 3,2 mm dan variasi kecepatan las (a) 1 mm/s, (b) 1,5 mm/s, dan (c) 2 mm/s

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang diperoleh, dapat disimpukan bahwa diameter elektroda dan kecepatan las mempengaruhi nilai kekuatan tarik maksimum, kekerasan, dan foto struktur makro pada hasil las baja AISI 1050. Semakin besar diameter elektroda dan kecepatan las, maka nilai kekuatan tarik maksimum semakin tinggi. Kekuatan tarik maksimum tertinggi sebesar 445,3 MPa, terjadi pada variasi diameter elektroda 3,2 mm dengan kecepatan las 2 mm/s. Sedangkan untuk hasil uji kekerasan, nilai kekerasan tertinggi terjadi pada daerah logam las dengan nilai 41,125 HRC dengan variasi diameter elektroda 2,4 mm dan kecepatan las 2 mm/s. Semakin tinggi kecepatan las, nilai kekerasan akan semakin tinggi. Sementara itu, untuk hasil foto struktur makro, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan las, maka daerah penetrasi yang dihasilkan semakin dangkal. Akan tetapi, ketika diameter elektroda yang digunakan semakin besar, daerah penetrasi yang terjadi cenderung semakin dalam dan lebar.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. W. R. Widodo, V. A. Setyowati, Suheni, and I. Qiromi, "Variasi Jenis Kampuh Las Dan Kuat Arus Pada Pengelasan Logam Tidak Sejenis Material Stainless Steel 304L Dan Baja Aisi 1040 Dengan Gas Tungsten Arc Welding," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI*, 2018, pp. 327–332.

[2] I. Apriadi and A. Duniawan, "Pengaruh kecepatan Pengelasan Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Fisis dan mekanis Pada Pengelasan Baja Karbon Menengah," *Simetris*, vol. 14, no. 1, pp. 16–21, 2020.

[3] Herizal, Hasrin, and Hanif, "Analisa Pengaruh Proses GTAW Dan SMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Pengelasan Material AISI 1050," *J. Weld. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–25, 2020.

[4] S. Celik and I. Ersozlu, "Investigation of the mechanical properties and microstructure of friction welded joints between AISI 4140 and AISI 1050 steels," *Mater. Des.*, vol. 30, no. 4, pp. 970–976, 2009, doi: 10.1016/j.matdes.2008.06.070.

[5] S. Parekke, "Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan Smaw Dan Gtaw Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisis Pada Logam Berbeda Baja Karbon Sedang Dengan Baja Tahan Karat Austenit," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 12–19, 2017.

[6] M. Çakir and A. Özsoy, "Investigation of the correlation between thermal properties and hardenability of Jominy bars quenched with air-water mixture for AISI 1050 steel," *Mater. Des.*, vol. 32, no. 5, pp. 3099–3105, 2011, doi: 10.1016/j.matdes.2010.12.035.

[7] S. I. Talabi, O. B. Owolabi, J. A. Adebisi, and T. Yahaya, "Effect of welding variables on mechanical properties of low carbon steel welded joint," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 9, no. 4, pp. 181–186, 2014.

[8] V. A. Setyowati and Suheni, "VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN PADA MATERIAL AUSTENITIC STAINLESS STEEL 304 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MAKRO," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, pp. 29–36, 2016.

[9] A. Rahmatika, S. Ibrahim, M. Hersaputri, and E. Aprilia, "STUDI PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN GTAW ALUMINIUM 1050 DENGAN FILLER ER 4043," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 47–54, 2019.