

Analisa ketangguhan dan kekerasan pada pengelasan GTAW pelat baja AISI 1050 terhadap pengaruh sudut keruncingan elektroda tungsten

Zulfiadi, Samsul Bahri*, Nurlaili

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Lhokseumawe, 24301, Indonesia

* Corresponding author: samsul@pnl.ac.id

Abstrak

Pengelasan adalah GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) merupakan teknik pengelasan dengan menggunakan Argon 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 sudut keruncingan elektroda tungsten terhadap ketangguhan, kekerasan dan struktur makro baja AISI 1050. Proses las dilakukan dengan memvariasikan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15⁰, 30⁰, 60⁰ dan 90⁰ dengan arus pengelasan 120 A dengan menggunakan filler AWS A5. 18 ER70S-G pada pelat dengan ketebalan 10 mm. Berdasarkan hasil struktur makro didapati bahwa semakin kecil sudut keruncingan elektroda tungsten yang digunakan menghasilkan lebar lasan semakin melebar. Nilai dampak tertinggi adalah sebesar 3,71 Joule/mm² dengan sudut keruncingan elektroda tungsten 15 derajat, dan menunjukkan bahwa semakin kecil sudut keruncingan elektroda tungsten maka semakin besar harga nilai dampak yang diperoleh. Sedangkan untuk hasil uji kekerasan didapatkan nilai kekerasan tertinggi 48,60 HRC pada bagian HAZ dengan sudut keruncingan elektroda tungsten 60 derajat, dan cenderung sama untuk semua sudut keruncingan elektroda tungsten.

Kata kunci: Pengelasan GTAW, keruncingan elektroda tungsten, struktur makro ketangguhan, kekerasan.

Analysis of toughness and hardness on GTAW welding of AISI 1050 steel plate on the effect of taper angle of tungsten electrode

Abstract

Welding is GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) is a welding technique using Argon as a protective gas, as well as an electric arc flame originating from Tungsten electrodes with the workpiece. There are several factors that affect the physical and mechanical properties of a material after the welding process. This study focuses on the effect of the tungsten electrode taper angle variation on the toughness, hardness and macrostructure of AISI 1050 steel. The welding process is carried out by varying the tungsten electrode taper angle (Ewth-2) 15, 30, 60 and 90 with a welding current of 120 A with using AWS A5 fillers. 18 ER70S-G on a plate with a thickness of 10 mm. Based on the results of the macro structure, it was found that the smaller the taper angle of the tungsten electrode used, the wider the width of the weld. The highest impact value is 3.71 Joule/mm² with a taper angle of 15 degrees for the tungsten electrode, and it shows that the smaller the taper angle of the tungsten electrode, the greater the impact value obtained. As for the hardness test results, the highest hardness value was 48.60 HRC in the HAZ section with a tungsten electrode taper angle of 60 degrees, and tended to be the same for all tungsten electrode taper angles.

Keywords: GTAW welding, tungsten electrode tapering, toughness macro structure, hardness

1 Pendahuluan

Baja AISI 1050 merupakan baja yang banyak digunakan dalam proses pembuatan peralatan rumah tangga dan perkakas pertanian seperti pisau, clurit dan cangkul yang pada aplikasinya sering mengalami gesekan dan tekanan. Proses pengelasan banyak digunakan dalam bidang manufaktur (fabrikasi) dalam aplikasi *engineering*, misalnya untuk pesawat terbang, otomotif, dan industri perkapalan, maka ketahanan terhadap tekanan dan kekerasan sangat diperlukan[1][2].

Pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) atau sering juga disebut *Tungsten Inert Gas* (TIG)

merupakan proses pengelasan menggunakan panas dari busur listrik yang terbentuk antara elektroda *tungsten* yang tidak terumpan dengan menggunakan gas pelindung[2], umumnya *argon* atau *helium* sebagai pelindungan terhadap pengaruh udara luar, sehingga tidak menghasilkan terak (kotoran las) dan bebas dari terbentuknya percikan las[3][4]

Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat mekanik hasil lasan berupa penentuan parameter dalam proses pengelasan yaitu kuat arus, tegangan, pemilihan logam pengisi (*filler*) dan tegangan busur. Salah satu faktor yang mempengaruhi tegangan busur adalah bentuk ujung dari elektroda tungsten. Bentuk ujung yang

runcing dan tumpul menghasilkan karakteristik yang berbeda[5]. Oleh karenanya diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sejauh mana pengaruh tersebut terhadap sifat mekanik[6].

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan tentang GTAW[7]–[9] terutama tentang pengaruh sudut keruncingan elektrode tungsten (20° , 40° dan 60°) pada proses GTAW terhadap lebar dan penetrasi GTAW *dressing*, maka dapat disimpulkan bahwa sudut keruncingan tungsten 40 derajat menghasilkan penetrasi yang dalam dan lebih lebar las nya dikarenakan busur arc yang di hasilkan lebih besar yang berdampak pada penetrasi dan lebar lasan juga[10].

Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi keruncingan sudut elektroda tungsten 15° , 30° , 60° dan 90° terhadap ketangguhan, kekerasan dan struktur makro hasil sambungan pengelasan pengelasan GTAW.

2 Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat baja AISI 1050, elektroda jenis tungsten (Ewth-2) dengan kerucingan sudut 15° , 30° , 60° dan 90°

2.1. Proses Pengelasan

Sebelum proses pengelasan dimulai, plat baja AISI 1050 yang sudah dibuat kempuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las. Selanjutnya plat baja AISI 1050 dilas dengan las GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dengan prosedur posisi pengelasan di bawah tangan (*Down Hand*). Prosedur dan cara pengelasan yang sesuai serta berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu. Prosedur dan cara pengelasan yang sesuai serta berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu :

1. Pengelasan kempuh V tunggal
2. Arus pengelasan 120 A
3. Elektroda jenis tungsten (Ewth-2) dengan kerucingan sudut 15° , 30° , 60° dan 90°
4. Gas argon

Berikut adalah tahapan proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)

1. Permukaan benda kerja dibersihkan dengan cara di amplas, yang berguna untuk menghilangkan oksida pada baja karbon rendah.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan, seperti bahan tambah (*filler*) yang sesuai dengan bahan induknya. Untuk baja karbon rendah filler yang digunakan yaitu AWS A5. 18 ER70S-G.
3. Kemudian setelah semua bahan dan alat sudah disiapkan, letakkan bahan material ke meja kerja dan posisikan benda kerja dengan posisi sambungan butt joint dan kempuh V tersebut. Kemudian menyalakan

mesin pengelasan dan atur pengeluaran konsumsi gas argon yang akan digunakan.

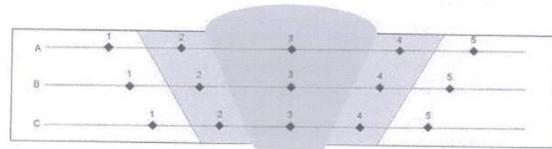


Gambar 1. Proses pengelasan

4. Pada waktu akan dilakukan pengelasan dengan arus pengelasan sebesar 120 Ampere untuk masing-masing variasi kerucingan sudut elektroda tungsten 15° , 30° , 60° dan 90°

2.2. Proses Pengujian

Setelah proses pengelasan langkah selanjutnya adalah proses pengujian impak menggunakan standar ASTM E-23. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekerasan menggunakan alat uji kekerasan *Rockwell*. Titik pengujian kekerasan seperti Gambar 2



Gambar 2. Lokasi titik uji kekerasan

3 Hasil dan Pembahasan

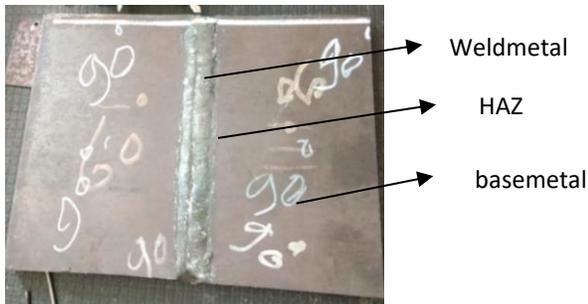
3.1. Pengelasan

Proses pengelasan yang digunakan adalah GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*). Proses pengelasan GTAW pada baja AISI 1050 menggunakan arus 120 Ampere dengan memvariasikan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15° , 30° , 60° dan 90° , dengan diameter elektroda tungsten (Ewth-2) 1,6 mm. Adapun variasi sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2), sebagaimana terlihat pada Gambar 3



Gambar 3. Variasi sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2)

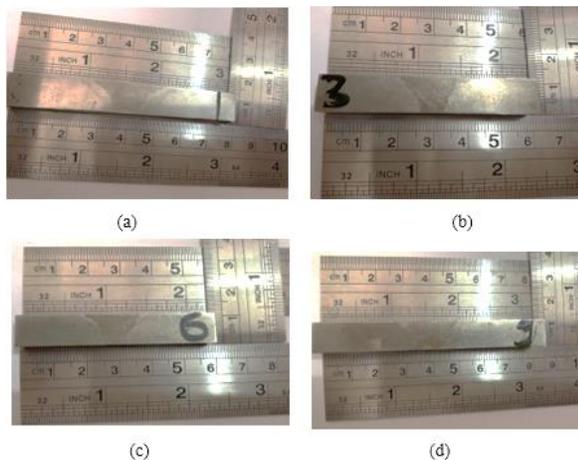
Setelah dilakukan pembuatan keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) maka dilakukan pengelasan pada baja AISI 1050 dengan menggunakan arus pengelasan 120 A. adapun hasil pengelasan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengelasan

3.2. Pengukuran Lebar dan Kedalaman Lasan

Pengukuran lebar dan kedalaman hasil pengelasan dilakukan berdasarkan pengamatan strutuk makro yang dihasilkan. Pengukuran penetrasi dilihat pada profil lasan dari permukaan *base metal* hingga *fusion line* bagian bawah spesimen lalu di ukur dengan mistar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur makro pada keruncingan sudut elektroda tungsten (a) 15°, 30°, 60° dan 90°

Hasil pengukuran lebar dan kedalaman lasan yang dihasilkan sebagaimana ditabulasikan pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran lebar dan kedalaman lasan

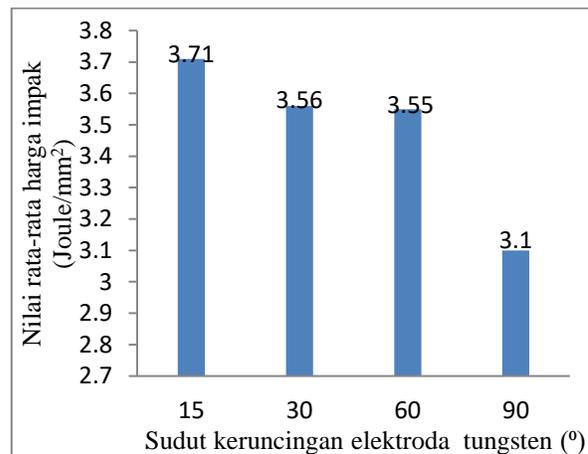
Sudut keruncingan elektroda tungsten (°)	Lebar lasan (mm)	Kedalaman lasan (mm)
15	24	10
30	19	10
60	16	10
90	19	10

Berdasarkan pengukuran hasil lasan yang diperoleh diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil sudut keruncingan maka semakin lebar hasil pengelasan. Hal ini terlihat jelas pada sudut keruncingan elektroda tungsten 15 derajat sementara itu, untuk sudut keruncingan elektroda tungsten 90 derajat, hasil pengelasan tidak terlalu lebar hal ini disebabkan oleh tumpulnya sudut elektroda tungsten.

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.

3.3. Pengujian Impak

Perbandingan harga impact dengan variasi sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15°, 30°, 60° dan 90° terhadap hasil pengelasan GTAW pada material baja AISI 1050 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh variasi keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) terhadap nilai rata-rata impact

Dari Gambar 6 dapat di simpulkan nilai rata-rata impact tinggi pada material baja AISI 1050 dengan pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) yaitu pada sudut keruncingan 15° sebesar 3,71 Joule/mm².

Sedangkan nilai rata-rata impact terendah pada sudut keruncingan 90° sebesar $3,10 \text{ Joule/mm}^2$.

Pada keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) 15° nilai rata-rata impact sebesar $3,71 \text{ Joule/mm}^2$, hal ini dikarenakan penetrasi yang dalam serta arus pengelasan yang digunakan mampu menghasilkan karakteristik busur las yang panjang sehingga menghasilkan nilai rata-rata impact lebih tinggi dibandingkan dengan keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) 30° , 60° dan 90° .

Sedangkan pada keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) 90° nilai rata-rata impact sebesar $3,10 \text{ Joule/mm}^2$ mengalami penurunan dari sudut 30° dan 60° hal ini dikarenakan penembusan hingga kedasar sambungan cenderung dangkal yang disebabkan oleh panas yang diberikan dengan disertai sudut yang besar sehingga mempengaruhi karakteristik busur las yang dihasilkan dalam arti dengan sudut elektrode 90° (cenderung mendekati tumpul) akan berdampak busur yang kurang terpusat kearah sambungan sudut untuk pengelasan baja AISI 1050.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata impact hasil pengelasan baja AISI 1050 dengan variasi sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15° , 30° , 60° dan 90° yang terbaik adalah sudut 15° dikarenakan penetrasi yang dalam sehingga menghasilkan nilai impact yang tinggi.

Data dari hasil penelitian diketahui ada perbedaan nilai ketangguhan dari pengaruh variasi sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15° , 30° , 60° dan 90° dengan arus pengelasan 120 Ampere, adapun hasil patahan dari uji impact dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15° dan 90° , sebagaimana terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil patahan dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) (a) 15° dan (b) 90°

Gambar 7 menunjukkan bawah dari pengujian yang dilakukan hasil patahan pada spesimen uji impact dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 15° dan 90° , dengan arus pengelasan 120 ampere, maka diketahui harga impact dari kedua sudut tersebut secara berurutan sebesar $3,71 \text{ joule/mm}^2$ dan $3,10 \text{ joule/mm}^2$, dimana pada sudut keruncingan elektroda tersebut material terjadi patahan ulet.

Sedangkan untuk hasil patahan dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 30° dan 60°

dengan arus pengelasan 120 ampere, sebagaimana terlihat pada Gambar 8.

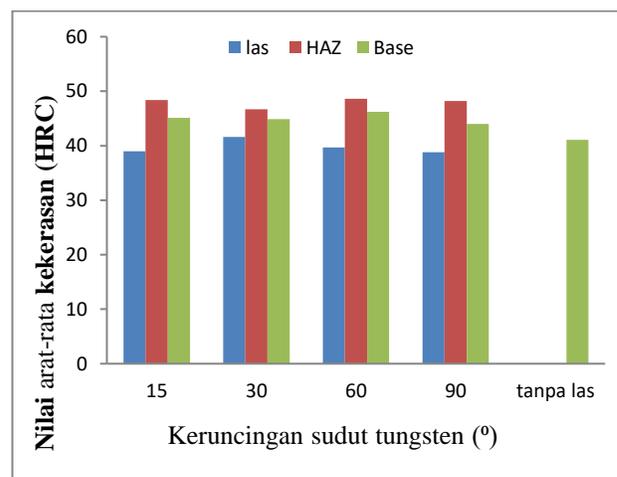


Gambar 8. Hasil patahan dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) (a) 30° dan (b) 60°

Dari Gambar 8 memperlihatkan hasil patahan pada pengelasan AISI 1050 dengan sudut keruncingan elektroda tungsten (Ewth-2) 30° dan 60° , dengan menggunakan arus pengelasan 120 ampere, maka diketahui harga impact dari kedua sudut tersebut secara berurutan sebesar $3,56 \text{ joule/mm}^2$ dan $3,55 \text{ joule/mm}^2$, dimana pada sudut keruncingan elektroda tersebut material terjadi patahan campuran. Patahan campuran adalah gabungan patahan getas dan patahan liat pada permukaan patahan kusam dan sedikit berserat. Adapun ciri-ciri bentuk patahan campuran merupakan kombinasi antara patah ulet dan patah getas, yang memperlihatkan ciri perpatahan dari keduanya. Dari gambar 7 diatas menunjukkan adanya lubang-lubang *dimple* sebagai ciri perpatahan ulet dan pada bagian lain terjadi pembelahan (halus dan datar) sebagai ciri perpatahan getas.

3.4. Pengujian Kekerasan

Nilai rata-rata kekerasan dapat ditunjukkan secara detail melalui grafik pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh keruncingan sudut tungsten terhadap nilai kekerasan

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan hasil pengujian kekerasan dilakukan dengan indentasi pada area base, las, dan HAZ dengan masing-masing lima titik indentasi dengan jarak antara satu titik dengan titik lainnya adalah 5 mm dan metode pengujian kekerasan yang digunakan adalah Rockwell C. Nilai kekerasan pada area base cenderung tetap karena tidak terpengaruh akibat temperatur pada saat terjadinya proses pengelasan. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada area las, yaitu sebesar 41,61 HRC dengan keruncingan sudut elektroda tungsten 30⁰.

Sedangkan untuk nilai rata-rata kekerasan tertinggi dari ketiga lokasi titik pengujian terjadi di daerah HAZ dengan variasi sudut keruncingan elektroda tungsten 15⁰, 30⁰, 60⁰ dan 90⁰. Hal ini di pengaruhi oleh panas yang diterima pada saat terjadinya pengelasan untuk setiap variasi keruncingan sudut elektroda tungsten sehingga berdampak pada nilai kekerasan.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisa hasil uji mekanik pada pengelasan GTAW pelat baja AISI 1050 ketebalan 10 mm dengan arus 120 A terhadap pengaruh keruncingan sudut elektroda tungsten (Ewth-2) berdiameter 1,6 mm dan filler yang digunakan yaitu AWS A5. 18 ER70S-G adalah semakin kecil sudut keruncingan elektroda tungsten yang digunakan menghasilkan lebar lasan semakin melebar. Nilai dampak tertinggi terjadi pada sudut keruncingan elektroda tungsten 15⁰ sebesar 3,71 Joule/mm², dibandingkan dengan sudut keruncingan 90⁰ sebesar 3,10 Joule/mm². Semakin besar sudut keruncingan elektroda tungsten maka semakin rendah nilai harga dampak yang diperoleh. Nilai kekerasan cenderung sama untuk semua sudut keruncingan tungsten yang divariasikan, berkisar 39 HRC pada daerah lasan dan 48 HRC pada daerah HAZ. Kekerasan tertinggi dari ketiga lokasi titik pengujian terjadi di daerah HAZ dengan variasi sudut keruncingan elektroda tungsten 15⁰, 30⁰, 60⁰ dan 90⁰. Hal ini di pengaruhi oleh panas yang diterima pada saat terjadinya pengelasan untuk setiap variasi keruncingan sudut elektroda tungsten sehingga berdampak pada nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ.

Referensi

- [1] K. Sripriyan and M. Ramu, "EVOLUTION OF ELECTRODE GEOMETRY SHAPE AND THEIR WELD QUALITY IN FCAW," *Ann. Fac. Eng. Hunedoara*, vol. 15, no. 3, p. 107, 2017.
- [2] G. T. Arc, "Guidelines For Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)."

- [3] T. Sugiarto, "Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang Aisi 1045 Dengan Heat Treatment (Quenching) Dengan Menggunakan Alat Rotary Bending," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 3, 2013.
- [4] B. I. Ramadhan, "Pengaruh Polaritas Arus Listrik terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Baja Karbon Rendah (Mild Steel) AISI 1008 pada Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.
- [5] W. H. Minnick and M. A. Prosser, "Gas Tungsten Arc Welding Handbook, The Goodheart-Willcox Company," *Inc., Tinley Park.*, 2016.
- [6] V. A. Setyowati and S. Suheni, "VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN PADA MATERIAL AUSTENITIC STAINLESS STEEL 304 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTURMAKRO," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, p. 29, Dec. 2016, doi: 10.31284/j.ipitek.2016.v20i2.40.
- [7] W. Chuaiphan, S. Chandra-Ambhorn, S. Niltawach, and B. Sornil, "Dissimilar welding between AISI 304 stainless steel and AISI 1020 carbon steel plates," in *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 268, no. PART 1, pp. 283–290, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.268-270.283.
- [8] P. P. Thakur and A. N. Chapgaon, "A review on effects of GTAW process parameters on weld," *IJRASET*, vol. 4, pp. 136–140, 2016.
- [9] G. de Simas Asquel, A. P. S. Bittencourt, and T. V. da Cunha, "Effect of welding variables on GTAW arc stagnation pressure," *Weld. World*, vol. 64, pp. 1149–1160, 2020.
- [10] M. Ridho, N.P. Ariyanto and N. Pamungkas, "Pengaruh Sudut Keruncingan Elektrode Tungsten Proses GTAW Terhadap Lebar Dan Penetrasi GTAW Dressing," *Polytechnics Mechanical Engineering Study Program*, Batam, 2019