

**KARAKTERISASI HASIL PENGELASAN GTAW PADA BAJA
KARBON RENDAH DENGAN VARIASI SUDUT GEOMETRI
ELEKTRODE DAN BESAR ARUS PENGELASAN**

Lisa Agustriyana

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

Email: lisa_agustriyana@yahoo.com

ABSTRACT

In the application of welding "GTAW" has several advantages such as welding results do not need to be cleaned from slag or corrosion residue. Due to the above-mentioned advantages, the precise determination of weld parameters and offset by the welding skills of welded characteristics will be affected. The purpose of this research is to know the characteristic of GTAW welding on low carbon steel, by observing the shape of weld bead and supported by the result of macro photo of welding result from various variations of currents and variations of the angle geometry of tungsten electrode.

The method used in this study is an experimental method, with treatment of parameters of parameters of current and parameters of angle geometry variation of tapering of tungsten electrode. Analyze method is done to welding result and macro photo of T connection weld result.

From the analysis of GTAW weld metal form with type T connection through variation of electrode geometry angle and strong welding current in this research, can be drawn some conclusions, among others, from some variation of weld geometry angle which gives good shape of welding characteristic and deep penetration is angle 300 of ampere 90 A.

Keywords: GTAW, welding current, electrode geometry angle, welding characteristics characteristics.

1. PENDAHULUAN

“GTAW/TIG” atau dikenal dengan Gas Tungsten Arc Welding/Tig Inert Gas yang dapat diartikan sebagai pengelasan dengan elektroda yang dilindungi (diselubungi) gas mulia. Pelindung gas yang konstan mampu (menghilangkan) kemungkinan adanya pengotoran pada daerah pengelasan oleh oksigen dan

nitrogen yang ada dalam udara. “Elektroda wolfram” (tungsten) ini bertitik cair 6840 °F (3800°C) dan hampir tak dapat terbakar sama sekali pada saat pengelasan berfungsi sebagai penghasil busur las. Adapun gas yang biasanya untuk melindungi daerah pengelasan adalah Helium atau Argon, dimana kedua-duanya tidak akan bersenyawa dengan unsur-unsur lain (itulah sebabnya disebut gas mulia, inert gas).

Dalam aplikasinya Las “TIG” mempunyai beberapa kelebihan antara lain tidak ada pencairan yang tidak dikehendaki dan hasil pengelasan tidak perlu dibersihkan dari sisa-sisa korosi. Aliran gas menjadikan daerah disekitar cairan logam tidak mengandung udara hingga mencegah pengotoran oleh nitrogen dan oksigen yang kandungannya dapat menyebabkan oksidasi. Komposisi kimia dari hasil pengelasan biasanya lebih kuat, tahan terhadap korosi dan lebih tahan terhadap beban tumbuk dari pada hasil pengelasan dengan proses lain. Gas pelindung tidak akan bersenyawa dengan unsur-unsur lain dan mencegah unsur lain bersenyawa dengan logam cair pada proses pengelasan sehingga hasil pengelasan sangat bersih. Proses pengelasan dapat diamati dengan mudah, tidak berasap atau berbau. Perubahan bentuk benda (distorsi) didaerah pengelasan kecil sekali, karena panas terpusat dari daerah yang kecil. Hal ini mengurangi kemungkinan perubahan bentuk yang disebabkan oleh pemuaian. Tidak ada percikan (spatter las) seperti pada proses pengelasan biasa sehingga kebersihan logam disekitarnya dapat terjaga.

Oleh karena kelebihan yang disebut di atas, penentuan parameter las yang tepat dan diimbangi dengan ketrampilan juru las kekuatan hasil lasan akan dipengaruhi. Adapun parameter pengelasan yang dimaksud adalah tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las TIG mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las serta besarnya penembusan, disamping dipengaruhi oleh parameter di atas penggunaan electrode yang tepat serta tekanan gas yang sesuai juga akan menentukan karakteristik hasil las.

Untuk dapat mengetahui karakteristik hasil pengelasan, maka variasi arus dan bentuk geometri sudut keruncingan elektroda dalam pengelasan las TIG (Tungsten Inert Gas) pada pelat baja karbon rendah maka perlu dilakukan pengujian melalui penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini antara lain bagaimanakah karakteristik hasil pengelasan GTAW pada baja karbon rendah dengan variasi sudut geometri elektroda dan besar arus pengelasan.

Adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Parameter las yang digunakan adalah variasi arus dengan variasi sudut runcing geometri elektroda.
2. Material yang digunakan sebagai benda uji adalah baja karbon rendah (mild Steel) dengan tebal 3 mm
3. Karakteristik hasil las yang menjadi fokus tujuan yaitu bentuk manik las dan foto makro hasil pengelasan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik hasil pengelasan GTAW pada baja karbon rendah dengan mengamati bentuk manik las dan didukung dengan hasil foto makro hasil las dari berbagai variasi arus dan bentuk variasi sudut geometri elektroda tungsten

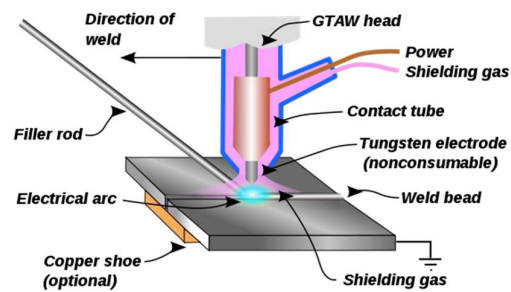
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan diantaranya, sebagai informasi bagi dunia industri khususnya dalam industri pengelasan, memberikan sumbangan pemikiran khususnya pada dunia industri mengenai proses pengelasan dengan menggunakan las TIG (tungsten inner gas), serta sebagai bahan referensi dalam proses belajar mengajar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Las "TIG" atau las busur adalah suatu pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah pengelasan untuk melindungi logam cair dari udara. Tujuan melindungi daerah pengelasan, yaitu untuk mencegah oksidasi yang terjadi karena bereaksinya logam cair dengan udara (oksigen). Oksigen logam ini tidak diinginkan karena mengotori hasil pengelasan, dan oksidasi ini mempunyai titik cair yang sangat tinggi.

Penggunaan las “TIG” mempunyai keuntungan yaitu:

- Kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur, tanpa tergantung dari besarnya arus listrik, sehingga penetrasi kedalam logam mudah diatur sesuai dengan keinginan operator. Karena itu las “TIG” sesuai untuk pengelasan baja berkualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja tahan panas dan untuk mengelas logam-logam selain baja.
- Proses las “TIG” selalu menghasilkan sambungan yang jauh lebih baik (bermutu tinggi) daripada yang dihasilkan dengan pengelasan listrik biasa.



Gambar 1. Proses pengelasan GTAW/TIG

Sumber: Anonimous, Gas_tungsten_arc_welding, tahun 2010

Tungsten : adalah bahan logam elektroda yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik.

Inert gas : adalah sejenis gas golongan gas mulia yang berfungsi untuk melindungi logam cair (pada saat pengelasan) agar tidak ada kontak dengan udara luar.

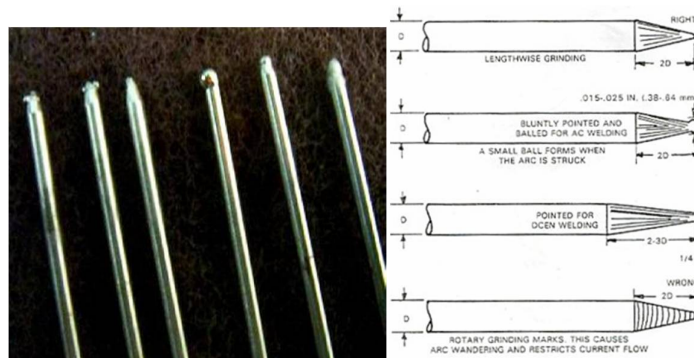
Pada gambar 1 ditunjukkan proses pengelasan busur gas dengan menggunakan “wolfram”.

Busur elektroda dan daerah pengelasan diselubungi gas yang konstan untuk melindungi (menghilangkan) kemungkinan adanya pengotoran pada daerah pengelasan oleh oksigen dan nitrogen yang ada dalam udara.

“Elektroda wolfram” (tungsten) ini bertitik cair 3800⁰C dan hampir tak dapat terbakar sama sekali pada saat pengelasan. Gas yang biasanya untuk melindungi

daerah pengelasan adalah Helium atau Argon, dimana kedua-duanya tidak akan bersenyawa dengan unsur-unsur lain (itulah sebabnya disebut gas mulia, inert gas). Gas argon biasanya lebih sering digunakan, sebab penggunaannya sesuai untuk pengelasan macam-macam logam murni maupun logam campuran.

Untuk pengelasan karbon steel atau stainless steel electrode berbentuk lancip.



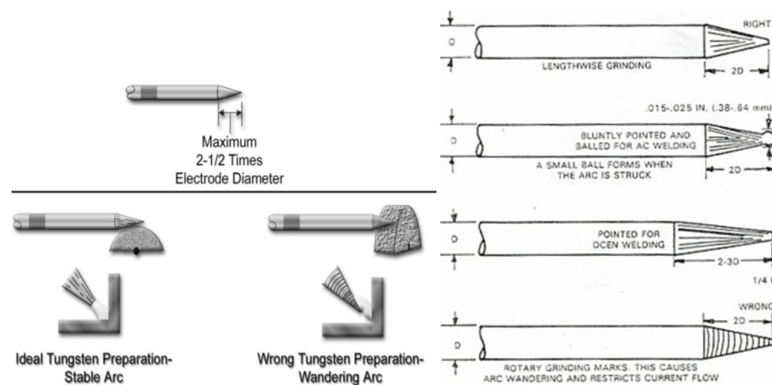
Gambar 2. Bentuk ujung elektroda las TIG

Sumber : Miller TIG welding procedure

Elektroda tungsten untuk mengelas alumunium bagian ujungnya dibentuk radius. Cara pemilihan tipe elektroda dan jenis arus listrik yang dipakai (AC atau DC) disesuaikan dengan kebutuhan karena untuk tiap jenis elektroda memiliki titik lebur dan konduktivitas listrik yang berbeda. Elektroda tipe tungsten murni sering digunakan untuk pengelasan dengan sumber tenaga DCSP (*Direct Current Straight Polarity*). Titik leburnya cukup tinggi, $\pm 4000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($6170\text{ }^{\circ}\text{C}$), sehingga sulit meleleh. Tetapi jika dibandingkan dengan dua tipe elektroda yang lain, titik leburnya lebih rendah. Jenis ini kurang baik karena masih memungkinkan terjadinya kontaminasi baik pada *base metal* maupun pada elektroda itu sendiri (*low resistance to contamination*). Elektroda tipe zirconium merupakan paduan tungsten dengan zirconium, dengan kandungan zirconium berkisar antara 0,3% – 0,5%. Titik leburnya $\pm 3800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($6872\text{ }^{\circ}\text{C}$). Elektroda tipe thorium merupakan paduan antara tungsten dengan thorium, dengan kandungan thorium 1% – 2%. Titik leburnya bisa mencapai $4000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sulit sekali kemungkinan terjadi kontaminasi.

Selain faktor konduktivitas listrik, kestabilan busur listrik masih dipengaruhi oleh besar sudut tip elektroda, dan cara pengasahan. Kesalahan mengasah tipe akan

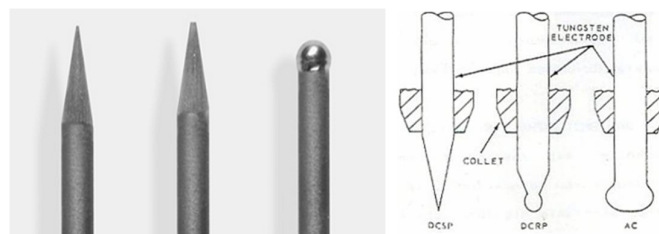
menyebabkan busur listrik stabil dan melebar sedangkan kesalahan pemilihan besar sudut tip elektroda menyebabkan busur listrik tidak stabil atau ujung tip elektroda meleleh karena *overheating*. Pengasahan sudut tip elektroda yang terbaik adalah arah pengasahan sejajar dengan panjang elektroda, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah. Panjang kemiringan dari hasil penggerindaan harus pula diperhatikan, karena akan mempengaruhi terhadap ketahanan ujung elektroda terhadap busur las atau elektroda akan cepat aus.



Gambar 3. Cara pengasahan ujung las TIG dan besar sudut tip

Sumber : Miller TIG welding procedure

Untuk pemakaian jenis arus listrik AC, bentuk ujung tungsten mendekati bulat. Hal ini berhubungan erat dengan konsentrasi panas yang timbul pada tungsten. Untuk pemakaian sumber tenaga DCSP bentuk ujung lancip. Gambar 3 memperlihatkan bentuk ujung untuk berbagai sumber tenaga pengelasan yang dipakai.

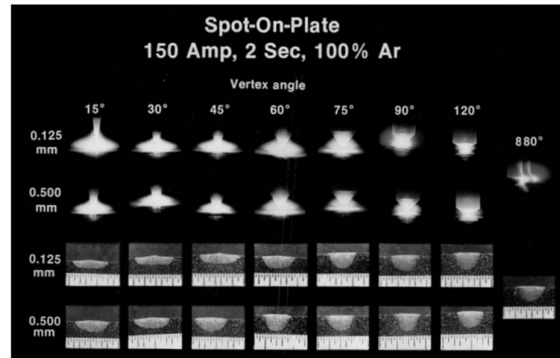


Gambar 4. Bentuk tip elektroda las TIG

Sumber : Miller TIG welding procedure

Ujung elektrode yang runcing biasanya disukai pada logam yang sangat tipis dengan ketebalan sekitar 0.005” sampai 0.04”. Dalam aplikasi lain ujung elektroda yang sedikit tumpul dapat menyebabkan bagian yang ekstrim dapat

mencair dan membentuk deposit las, sedangkan di lapangan elektroda yang kecil banyak dipergunakan. Berikut ini gambar beberapa bentuk busur dan profil las yang dihasilkan oleh berbagai bentuk sudut runcing elektroda.

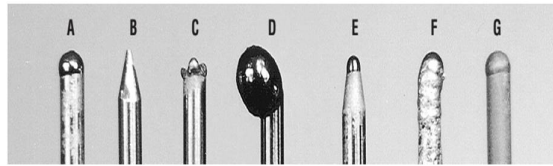


Gambar 5. Bentuk busur dan profil las berdasarkan sudut runcing elektroda

Sumber : AWS Welding Handbook, "Welding Process". 8 th ed. vol.2.

Setelah digunakan untuk pengelasan diusahakan permukaan elektroda tungsten tetap bersih dan mengkilap. Jika berwarna kusam ini berarti penggunaan parameter arus terlalu besar. Jika tampak biru hingga keunguan atau kehitaman berarti aliran gas pelindung kurang sehingga udara atmosfer sekitar mengoksidasi elektroda ketika masih panas dan itu berarti elektroda terkontaminasi. Jika hal ini tetap diteruskan akan menyebabkan proses oksidasi hingga deposit las. Sedangkan secara teoritis setiap satu detik aliran gas pelindung digunakan pada arus pengelasan sebesar sepuluh ampere untuk melindungi tungsten dan kolam las dari proses oksidasi.

Kontaminasi pada elektroda tidak hanya akibat kurangnya aliran gas pelindung tetapi dapat terjadi akibat elektroda terkontaminasi oleh cairan las atau bahan tambah yang menempel pada batang elektroda. Jika hal ini dibiarkan akan menyebabkan busur las menjadi buruk sehingga mempengaruhi hasil pengelasan, atau jika dibiarkan akibat hingga parah elektroda menjadi rapuh dan mengotori logam las sehingga menimbulkan defect pada logam las. Berikut ini macam-macam bentuk ujung elektroda akibat kontaminasi akibat logam panas atau arus las yang terlalu tinggi.



Gambar 6. Bentuk permukaan ujung elektroda akibat proses pengelasan

Sumber: TIG Book, 8 th ed. Vol 2.

Pada elektroda A : ujung elektroda bulat dengan bahan tungsten murni, elektroda ini digunakan pada arus AC untuk pengelasan logam Aluminium, tampak ujung tetap bersih dan mengkilap.

Pada elektroda B : elektroda 2% tungsten thorium, ujung lancip digunakan pada arus DC(-)

Pada elektroda C : elektroda 2% tungsten Thoriated digunakan dengan arus AC pada logam Aluminium, tampak ujung elektroda sedikit berbentuk bola seperti pada elektroda tungsten murni.

Pada elektroda D : elektroda tungsten murni digunakan pada arus AC ujung berbentuk bola dan berwarna kehitaman hal ini karena arus las terlalu besar dan logam las ikut terkontaminasi .

Pada elektroda E : elektroda tungsten murni yang runcing di ujungnya, digunakan pada DCEN. Pada elektrode tungsten murni ujung yang terlalu runcing tidak dianjurkan karena akan selalu mencair ketika busur menyala dan seringkali akan turun ke dalam kolam las cair. Elektroda ini menjadi lemah akibat arus las diatas nilai kapasitas tampak bola las meleleh ke satu sisi dan hal ini menjadi sangat cair selama proses

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang kami lakukan adalah jenis penelitian *experimental*. Penelitian dilakukan di bengkel fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah lembaran plat baja karbon rendah tebal 3 mm dengan peralatan yang digunakan adalah :

1. Mesin Las TIG merk Lorch
2. Mesin Poles merk Metaserve, tipe C 21455 A, daya 250 Watt, dan Kemampuan ϕ d piringan = 200 mm, rpm = 100

3. Mikroskop merk Olympus dan tipe BH-2

Variabel dalam penelitian ini meliputi:

- a. Variabel bebas (*independent*) adalah besar arus yaitu 70 A, 90 A. dan 110 A serta variasi sudut tip elektroda yaitu 30⁰, 45⁰, 60⁰.
- b. Variabel terikat (*dependent*) adalah hasil las dan bentuk makrostruktur hasil dari proses pengelasan GTAW

Dalam penelitian ini menggunakan dua parameter pengelasan yaitu besar arus pengelasan (70 Ampere, 90 ampere, 110 ampere) dan besar sudut geometri elektrode tungsten (30⁰, 45⁰, dan 60⁰) dengan bentuk rancangan pengamatan untuk analisis hasil pengelasan sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian

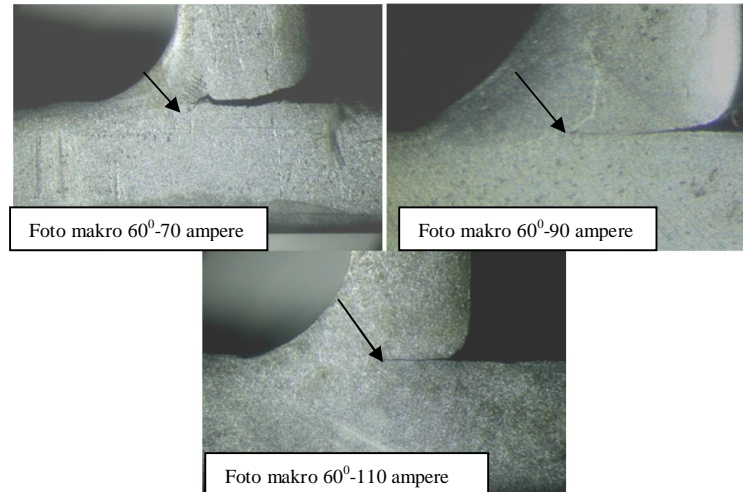
Parameter	Welding tip angle		
	30 ⁰	45 ⁰	60 ⁰
Besar arus las			
70 Ampere	A1	B1	C1
90 Ampere	A2	B2	C2
110 Ampere	A3	B3	C3

Keterangan : A,B,C adalah hasil pengelasan dengan beberapa variasi parameter pengelasan GTAW

Analisis data digunakan untuk bahan pembahasan hasil penelitian, dalam penelitian ini meliputi analisis foto makrostruktur hasil pengelasan. Analisis foto makro digunakan untuk mengetahui bentuk kedalaman penetrasi las dan lebar las pada penampang las terutama pada sambungan lasnya (Sambungan T). Pemotongan spesimen dilakukan di daerah penampang melintang sambungan T sehingga diharapkan penampang penetrasi sambungan las nampak. Untuk proses pengamatan spesimen dipotong melintang T-nya selanjutnya digosok dengan menggunakan kertas gosok bertingkat mulai dari nomor 220,240,500 dan 1000 selanjutnya dipoles dengan autosol dan terakhir di etsa dengan menggunakan nital (HNO₃) sebagai cairan kimia dengan tujuan membersihkan kotoran sehingga tebal, lebar dan kedalaman penetrasi daerah las akan nampak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika dilihat dari foto makro dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

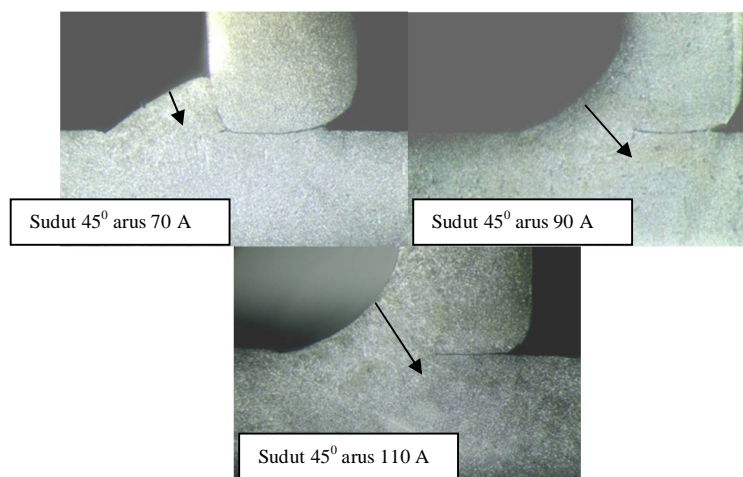


Gambar 7. Foto makro sambungan T fillet dengan sudut tip electrode 60° dan variasi besar arus las 70A, 90 A, dan 110A.

Dari hasil foto makrostruktur yang ditunjukkan pada gambar 7 di atas nampak jika ditinjau dari bentuk manik lasnya ketiga hasil las pada pengelasan sudah terjadi fusi tetapi jika dilihat dari sisi sebelah atau seberang sambungan nampak dengan lebar las tersebut jika seandainya dilihat dari sisi kekuatan untuk sambungan tersebut dari ketiganya masih dikatakan lemah karena sisi kekuatan ikat kalau dilihat dari gambar kurang cukup kuat jika diaplikasikan sehingga perlu pengelasan untuk sisi keduanya juga. Kemudian jika ditinjau dari bentuk penetrasi las menunjukkan bahwa pada besar arus 70 ampere belum menunjukkan penembusan hingga kedasar sambungan dan cenderung paling dangkal hal ini karena panas yang diberikan dengan disertai sudut yang besar akan mempengaruhi karakteristik busur las yang dihasilkan dalam arti dengan sudut elektrode 60° (cenderung mendekati tumpul) akan berdampak busur yang kurang terpusat kearah sambungan sudut untuk jenis pengelasan T fillet ini (busur las menyebar). Sedangkan untuk besar arus 90 ampere logam las sudah terjadi fusi dengan penetrasi sedang kemudian lebar las lebih besar dibandingkan pada pengelasan 70 ampere tinggi kaki-kaki di kedua sisi cenderung sama ini berarti sudut pengelasan tepat 45° kearah sambungan. Untuk foto makro yang ketiga

yaitu pada variasi arus 110 ampere menunjukkan lebar logam las paling besar dibandingkan ketiganya dan cenderung cekung hal ini karena dipengaruhi pemakaian ampere yang tinggi kemudian jika dilihat dari penetrasinya pada pemakaian arus 110 ampere paling dalam.

Untuk melihat penetrasi dapat dilihat dari potongan melintang sambungan melalui foto makro hasil pengelasan dan ditunjukkan pada foto di bawah ini:

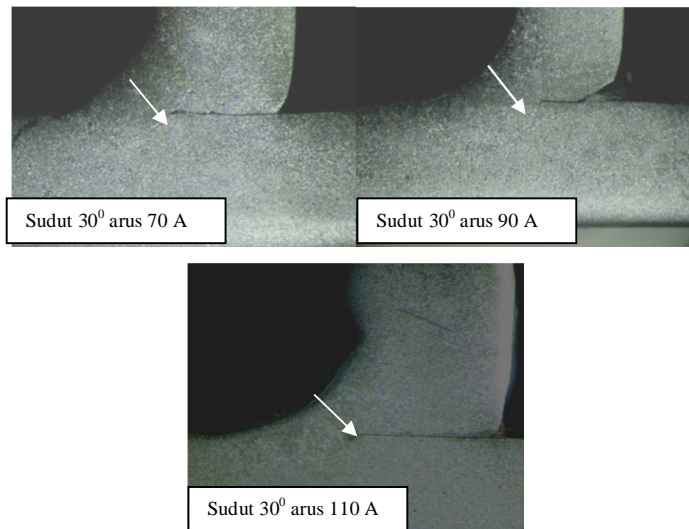


Gambar 8 Foto makro sambungan T fillet dengan sudut tip electrode 45° dan variasi besar arus las 70A, 90 A, dan 110A.

Dari hasil foto makrostruktur yang ditunjukkan pada gambar 8 di atas nampak jika ditinjau dari bentuk manik lasnya hasil las pada pengelasan 70 Ampere belum terjadi fusi secara sempurna dan nampak lebar kaki las tidak sama hal ini karena besar arus las 70 A dan sudut 45° belum mampu mencairkan logam induk secara sempurna, sedangkan untuk besar arus las yang lain 90 A dan 110 A sudah terjadi fusi antara logam pengisi dan logam induk berarti panas yang ditimbulkan sudah cukup mampu mencairkan logam induk terutama pada daerah sudut sambungan. Kemudian jika ditinjau dari bentuk penetrasi las menunjukkan bahwa pada besar arus 70 ampere belum menunjukkan penembusan hingga kedasar sambungan dan cenderung paling dangkal hal ini karena panas yang diberikan dengan disertai sudut yang besar akan mempengaruhi karakteristik busur las yang dihasilkan dalam arti dengan sudut elektrode 45° akan berdampak busur yang kurang terpusat kearah sambungan sudut untuk jenis pengelasan T fillet ini . Sedangkan untuk besar arus 90 ampere logam las sudah terjadi fusi dengan penetrasi sedang

kemudian lebar las lebih besar dibandingkan pada pengelasan 70 ampere tinggi kaki-kaki di kedua sisi cenderung sama ini berarti sudut pengelasan tepat 45° kearah sambungan. Untuk foto makro yang ketiga yaitu pada variasi arus 110 ampere menunjukkan lebar logam las paling besar dibandingkan ketiganya dan cenderung cekung hal ini karena dipengaruhi pemakaian ampere yang tinggi kemudian jika dilihat dari penetrasinya pada pemakaian arus 110 ampere paling dalam.

Untuk melihat penetrasi dapat dilihat dari potongan melintang sambungan melalui foto makro hasil pengelasan dan ditunjukkan pada foto di bawah ini:



Gambar 9. Foto makro sambungan T fillet dengan sudut tip electrode 30° dan variasi besar arus las 70A, 90 A, dan 110A.

Dari hasil foto makro yang ditunjukkan pada gambar 9 di atas penetrasi dalam diperoleh pada penggunaan arus 90 A dan 110 A namun pada arus 110 A bentuk logam las tipis ini dapat terjadi karena penggunaan arus yang besar dengan sudut geometri electrode yang kecil disamping itu pada gambar di atas menunjukkan terjadinya cacat under cut pada dinding tegak sambungan. Cacat under dapat terjadi karena kecepatan pengelasan yang tinggi, pengisian bahan tambah kurang dengan disertai setting arus las yang besar sehingga bentuk manik las atau logam las menjadi tipis dan under cut.

Namun jika dibandingkan dari beberapa variabel sudut geometri untuk hasil pengelasan secara visual yang bagus diperoleh pada variasi sudut geometri 30° . Pada sudut geometri electrode 30° mampu menghasilkan karakteristik busur las yang panjang sehingga untuk pengelasan jenis sambungan fillet T sangat diharapkan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis terhadap bentuk logam las GTAW dengan tipe sambungan T melalui variasi sudut geometri electrode dan kuat arus pengelasan dalam penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

- a. Bentuk keruncingan sudut geometri ujung electrode tungsten pada sambungan T fillet akan mempengaruhi kestabilan busur las GTAW.
- b. Dari beberapa variasi sudut geometri las yang memberikan bentuk las yang rata-rata baik dan penetrasi dalam adalah sudut 30° , sedangkan pada sudut 60° dan 45° penetrasi dangkal terutama pada variasi sudut $60^{\circ}/70A$ nampak pada foto makro belum terjadi fusi diantara sambungan.
- c. Dari beberapa variasi kuat arus yang memberikan bentuk las yang rata-rata baik adalah pada ampere 90 A, untuk pemakaian arus 70A terlalu kecil sehingga jika dilihat ke arah penetrasi kurang namun sebaliknya pada pemakaian arus 110A cenderung menghasilkan bentuk manik las yang cekung.

DAFTAR PUSTAKA

- Althouse, Turnquist. Bowditch, Bowditch, 1984, Modern Welding, The Goodheart-Willcox Company, Inc., Illinois
- Anonim, 1992, Welding Design & Fabrication Data Sheets, Penton Publishing, Inc., Ohio
- Anonim, TIG Handbook for GTAW
- Cary, 1993, Modern Welding Technology, Prentice Hall, New Jersey.
- Miller, 2013, Guidelines For Gas Tungsten Inert Gas.

Halaman sengaja dikosongkan