

# Pengaruh Sudut Keruncingan Elektroda Tungsten Terhadap Penetrasi Hasil Lasan GTAW

Bukhari<sup>1</sup>, Turmizi<sup>2</sup>, Mohd. Arskadius Abdullah<sup>3</sup>, Muhammad Razi<sup>4</sup>, Nurlaili<sup>5</sup>, Zulfiadi<sup>6</sup>, Samsul Bahri<sup>7</sup>

<sup>1,2,4</sup> *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe*

<sup>3</sup> *Mahasiswa Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

<sup>1</sup>[boechari@pnl.ac.id](mailto:boechari@pnl.ac.id)

<sup>4</sup>[samsul@pnl.ac.id](mailto:samsul@pnl.ac.id)

**Abstrak**— GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) atau sering juga disebut TIG (*tungsten inert gas*) merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*arc welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram* sebagai penghantar arus listrik untuk menghasilkan las. Proses pengelasan GTAW menggunakan tungsten elektroda tidak terumpan (*nonconsumable*) untuk menghasilkan las. Pengelasan GTAW mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan dengan proses pengelasan fusi lainnya. Namun pada proses pengelasan GTAW, sudut keruncingan tungsten sangat mempengaruhi hasil lasan yaitu bentuk lasan yang terjadi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut keruncingan elektrode tungsten terhadap penetrasi lasan pada proses pengelasan GTAW. Sudut keruncingan elektroda tungsten divariasikan yaitu 15°, 30°, 60°, dan 90°. Material yang digunakan adalah baja AISI 1050 dengan ketebalan 10 mm. Pengelasan menggunakan sambungan alur V tunggal, elektroda tungsten jenis Ewth-2 dengan diameter 1,6 mm dengan bahan tambah AWS A5. 18 ER70S-G dengan arus 100 A. Pengukuran yang dilakukan adalah lebar, kedalaman penetrasi dan luas lasan yang terbentuk. Lebar pengelasan terlebar diperoleh pada sudut keruncingan elektroda tungsten teruncing 15° yaitu 7.5 mm pada bagian dasar, 11 mm pada bagian tengah dan 22 mm pada permukaan lasan, dengan luas lasan yang terbentuk 122,24 mm<sup>2</sup>. Kedalaman lasan tidak tercapai sebagaimana tebal material pada penggunaan sudut keruncingan 90°. Semakin tumpul keruncingan sudut elektroda tungsten yang digunakan menyebabkan lebar dan luasan lasan yang terjadi semakin menyempit.

**Kata kunci**— Pengelasan, GTAW, elektroda tungsten, sudut keruncingan, penetrasi lasan.

**Abstract**— GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) or often also called TIG (*tungsten inert gas*) is one of the forms of electric arc welding (*arc welding*) that uses an inert gas as a shield with tungsten or tungsten as a conductor of electric current to produce welds. The GTAW welding process uses a nonconsumable tungsten electrode to produce the weld. GTAW welding has a number of advantages over other fusion welding processes. However, in the GTAW welding process, the tungsten taper angle greatly affects the results of the weld, namely the weld formation that occurs. The purpose of this study was to determine the effect of the taper angle of the tungsten electrode on weld penetration in the GTAW welding process. The taper angle of the tungsten electrode was varied, namely 15, 30, 60, and 90. The material used was AISI 1050 steel with a thickness of 10 mm. Welding uses a single V groove connection, tungsten electrode type Ewth-2 with a diameter of 1.6 mm with AWS A5 added material. 18 ER70S-G with a current of 100 A. The measurements taken are the width, depth of penetration and the area of the weld formed. The widest welding width is obtained at the taper angle of the 15° tungsten electrode, which is 7.5 mm at the base, 11 mm at the center and 22 mm at the weld surface, with a weld area formed of 122.24 mm<sup>2</sup>. The depth of the weld is not reached as thick as the material when using a tapered angle of 90°. The more blunt the angle of the tungsten electrode used, the narrower the width and area of the weld.

**Keywords**— Welding, GTAW, tungsten electrode, taper angle, welding penetration.

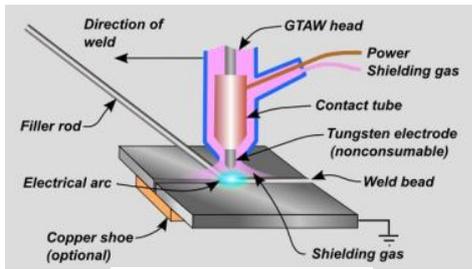
## I. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu konstruksi tanpa melibatkan unsur pengelasan. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) adalah salah satu jenis pengelasan merupakan proses menggabungkan logam dengan cara memanaskan sehingga mencair melalui busur yang terbentuk dari elektroda tungsten dan logam. Elektroda yang digunakan bertujuan sebagai tumpuan terciptanya busur listrik hal ini mengklasifikasikan elektroda GTAW dalam jenis elektroda tidak terumpan (*nonconsumable*).

GTAW atau sering juga disebut TIG (*tungsten inert gas*) merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*arc welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram* sebagai penghantar arus listrik untuk menghasilkan las. Proses pengelasan GTAW yang menggunakan tungsten elektroda tidak terumpan (*non consumable*) untuk menghasilkan las. Daerah las dilindungi

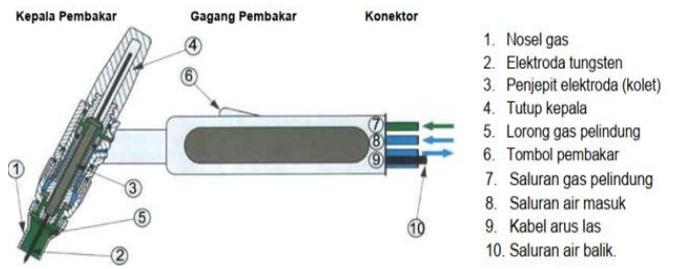
Gas pelindung yang biasa digunakan pada GTAW adalah gas mulia Argon (Ar) dan Helium (He), atau campuran keduanya. Fungsi utama dari gas pelindung adalah melindungi logam las dari kontaminasi udara luar, disamping itu juga sebagai fluida pendingin *elektrode tungsten* [1].

Proses pengelasan GTAW yang menggunakan tungsten elektroda tidak terumpan (*non consumable*) untuk menghasilkan las. Daerah las dilindungi Gas pelindung yang biasa digunakan pada GTAW adalah gas mulia Argon (Ar) dan Helium (He), atau campuran keduanya. fungsi utama dari gas pelindung adalah melindungi logam las dari kontaminasi udara luar, disamping itu juga sebagai fluida pendingin *electrode* senagaimna diperlihatkan pada Gambar 1[2].



Gambar 1. Pengelasan GTAW

Sistem pengelasan TIG terdiri dari sumber daya yang dapat dihubungkan, dalam banyak kasus pada pengelasan arus searah atau bolak-balik, dan pembakar las yang terhubung ke sumber arus las melalui paket selang dan kabel. Paket selang dan kabel saat pengelasan mengalirkan pasokan gas pelindung, arus las, dan air pendingin (untuk sistem pendingin air). Gas inert yang tidak menimbulkan reaksi kimia, seperti Argon dan Helium atau campuran dari padanya menyelubungi sekaligus melindungi elektroda wolfram dan kawah las dari pengaruh udara. Pada umumnya perangkat atau mesin las GTAW merupakan perangkat “kombi” artinya dapat digunakan untuk mengelas dengan arus bolak-balik (AC) dan dapat juga digunakan untuk mengelas dengan arus searah (DC) [3]. Tentu saja ada konstruksi komponen sebagai pembangkit arus las AC maupun arus las DC sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Pembakar las GTAW

Elektroda Tungsten merupakan elektroda pembangkit busur pada proses las GTAW. Elektroda tungsten dibuat dari tungsten sinter dan untuk memperbaiki sifatnya, dapat ditambah dengan oksida logam lain, pada umumnya thoriumoxid atau zirconiumoxid [5].

Bahan tambah (*filler metal*) merupakan logam pengisi kumpuh las pada proses las GTAW / TIG. Pemilihan bahan tambah TIG tergantung dari logam dasar (*base metal*) yang akan dilas. Untuk pengelasan baja karbon dapat digunakan seri kode ER70S, stainless steel ER308, ER309, dan ER316, sedangkan untuk aluminium ER4043 dan ER5356 [6].

Meskipun sedikit, namun beberapa penelitian berkenaan dengan keruncingan sudut tungsten telah dilakukan. Ridho dkk mengkaji pengaruh sudut keruncingan elektroda tungsten 20°, 40° dan 60° dengan jenis tungsten thorium 2% posisi pengelasan 1G pada material pipa baja low carbon. Penetrasi paling dalam dan lebar diperoleh pada sudut keruncingan 40 derajat. Namun penelitian tersebut tidak mengkaji sifat mekanik dari hasil pengelasan, hanya memberi gambaran dari penetrasi yang terjadi. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, belum dihubungkannya antara penetrasi akibat dari keruncingan sudut tungsten dengan sifat mekanik material hasil pengelasan [7][8].

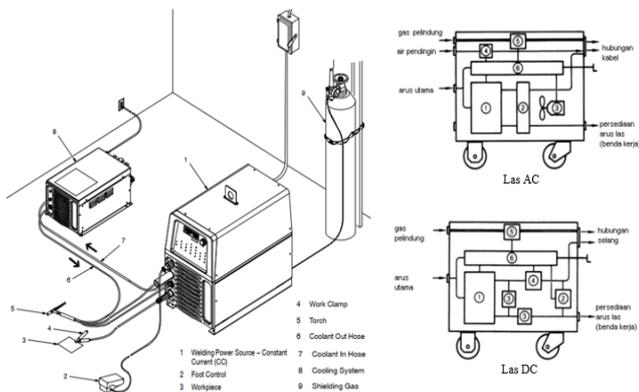
Metode pengelasan tersebut mempunyai sejumlah keunggulan dibandingkan dengan proses pengelasan fusi lainnya. Pengelasan GTAW/TIG hamper tidak ada cacat las, dan resiko Kesehatan karena asap las relative rendah. Sebuah keuntungan lain dari pengelasan ini adalah bahwa juru las tidak bekerja dengan elektroda habis sekali pakai. Disamping itu, pengelasan dengan metode ini menghasilkan penampilan lasan yang rapi.

Penggunaan elektroda tungsten dalam pengelasan GTAW dilakukan dengan memilih jenis elektroda tungsten yang sesuai dengan jenis arus pengelasan dan menentukan diameter elektroda tungsten berdasarkan besar arus pengelasan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 [9].

TABEL 1. KUAT ARUS DAN UKURAN ELEKTRODA TUNGSTEN

Electroda diameter (in)	Tebal pelat yang dilas (mm)	DCSP (amp)	Diameter filler (mm)	Kecepatan pengelasan (ipm)	Aliran gas argon (Cfh)
0,25	0,25 - 0,30	15	0,5	12 - 18	8 - 10
0,50	0,31 - 0,50	5 - 20	0,5	12 - 18	8 - 10
1	0,50 - 0,8	15 - 80	1	12 - 18	8 - 10
1,60	0,90 - 1,5	100 - 140	1,6	12 - 18	8 - 10
2,40	1,6 - 3,20	140 - 170	2,4	12 - 18	8 - 10
3,2	3,2	150 - 200	3,2	10 - 12	8 - 10

Proses pengelasan dengan metode GTAW, sudut keruncingan tungsten sangat mempengaruhi hasil lasan terutama penetrasi. Untuk menghasilkan hasil lasan yang baik,



Gambar 2. Sistem pengelasan GTAW

Pembakar las GTAW merupakan salah satu unit utama dalam menjalankan proses pengelasan yang terdekat terhadap obyek pengelasan. Pembakar las GTAW dapat dibagi dalam tiga bagian utama yaitu kepala pembakar, gagang, dan paket slang (konektor). Didalam kepala pembakar las terdiri dari rangkaian nozel gas, dudukan kolet, kolet, elektroda tungsten, dan tutup kepala (*back cup*). Pada gagang pembakar umumnya terpasang tombol penyalaan dan pemadaman busur las. Pada bagian konektor terdapat ujung-ujung untuk penyambungan kabel ke elektroda tungsten, saluran gas pelindung, dan saluran air (jika menggunakan pendinginan dengan air) sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3 [4].

maka hal tersebut harus menjadi perhatian [10]. Terlebih sudut keruncingan tungsten juga mengatur bentuk dari busur listrik (*arc*) sehingga akan berpengaruh pada lebar pengelasan dan juga penetrasi pengelasan [11]. Meskipun sudah ada beberapa penelitian sebelumnya berkenaan dengan hal tersebut, namun masih sedikitnya penelitian yang telah dilakukan, menyebabkan belum sepenuhnya diketahui sejauh mana pengaruh keruncingan tungsten tersebut dalam pengelasan GTAW. Lebih penting dari itu, adalah belum dikaitkannya dengan sifat mekanik hasil lasan.

Berdasarkan hal tersebut, untuk mengetahui pengaruh sudut keruncingan sudut baik secara fisis maupun mekanis penulis merencanakan usulan penelitian pengaruh sudut keruncingan electrode tungsten terhadap penetrasi dan sifat mekanis hasil lasan pada proses pengelasan GTAW.

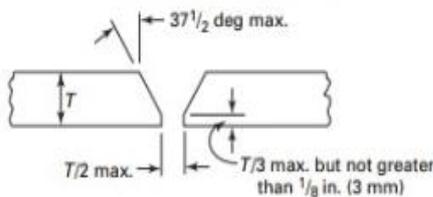
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah specimen plat baja AISI 1050 (bersertifikat) dan elektrode tungsten jenis Ewth-2, bahan tambah AWS A5. 18 ER70S-G, dan cairan etsa. Alat dan mesin yang digunakan adalah alat pembuat keruncingan sudut tungsten, mesin las GTAW, alat perkakas, alat ukur, mesin gergaji dan kelengkapannya, mesin sekrap, kikir, mesin gerinda, kamera dan ampelas.

B. Prosedur Penelitian

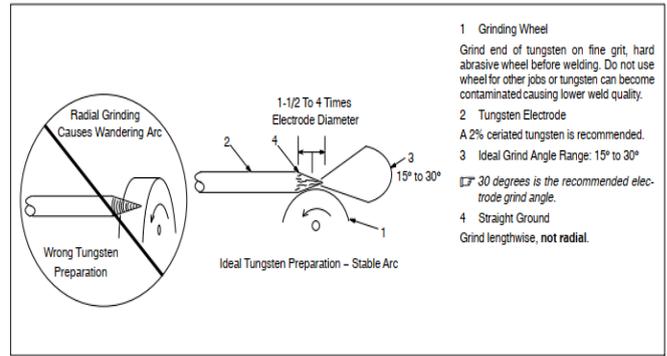
Material plat baja AISI 1050 dengan ketebalan 10 mm dengan ukuran 180 x 250 mm per arus, lalu di potong menjadi 3 batang dengan ukuran 60 x 250 mm, menggunakan mesin frais. Setelah di potong menjadi 3 potong dilakukan pembuatan kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul alur V tunggal, dengan panjang 250 mm dan lebar 60 mm, Dimensi dari sambungan las tumpul dengan alur V tunggal, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan kampuh las

Mesin las yang akan digunakan yaitu menggunakan mesin las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda jenis tungsten (Ewth-2) dengan diameter 1,6 mm dengan bahan tambah ER70S-2 menggunakan arus 100 A.

Sudut keruncingan elektroda tungsten divariasikan yaitu 15°, 30°, 60°, dan 90°. Adapun cara membuat keruncingan sudut tersebut menggunakan mesin gerinda khusus dan dibantu dengan kaca pembesar untuk memperbesar penampakan sudut yang telah terbentuk sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Teknik pembuatan sudut keruncingan elektroda tungsten

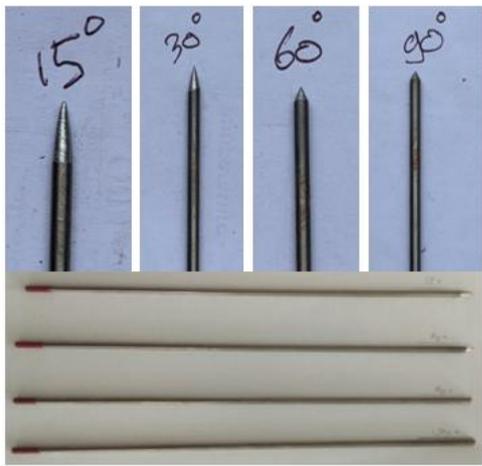
Pengelasan menggunakan las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) Sebelum proses pengelasan dimulai, plat baja AISI 1050 yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las. Selanjutnya plat baja AISI 1050 dilas dengan las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) dengan prosedur Posisi Pengelasan di Bawah Tangan (Down Hand). Pengelasan menggunakan kampuh V tunggal, arus pengelasan 100 A dengan prosedur proses pengelasan GTAW.

Pengukuran penetrasi lasan yang terjadi dilakukan terhadap specimen yang telah telah dilas sesuai dengan keruncingan sudut tungsten yang divariasikan. Spesimen dipotong menggunakan bandsaw, selanjutnya pada bagian pemotongan diratakan menggunakan mesin frais dan kemudian dipolish menggunakan amplas grid 240 cw hingga grid 600 cw . Selanjutnya untuk mendapatkan foto makro hasil pengelasan dilakukan etching menggunakan cairan asam dengan persentase 10 ml Nital dan 90 ml alcohol dengan tujuan dapat terjadinya pengikisan pada permukaan logam sehingga memisahkan batas daerah las dan terlihat profil/penetrasi lasan. Pengukuran lebar penetrasi lasan berdasarkan pada profil lasan dari permukaan base metal hingga fusion line untuk tiga posisi (dasar, tengah dan permukaan) diukur menggunakan mistar dan sedangkan luas penetrasi lasan dihitung berdasarkan pendekatan software CAD.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keruncingan Sudut Tungsten

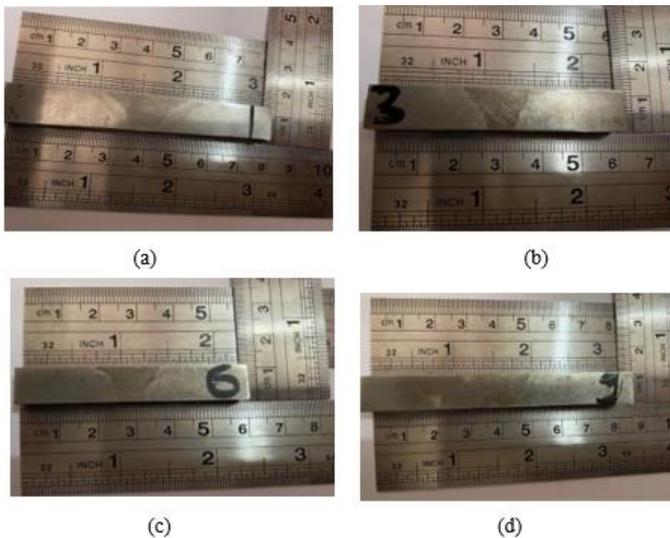
Hasil pengasahan elektoda tungsten untuk sudut yang divariasikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengasahan sudut keruncingan elektroda tungsten

**B. Penetrasi Lasan**

Hasil pengamatan struktur makro pada profil lasan terlihat jelas pada semua variasi sudut keruncingan elektroda tungsten sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur makro pada keruncingan sudut elektroda tungsten (a) 15°, (b) 30°, (c) 60° dan (d) 90°

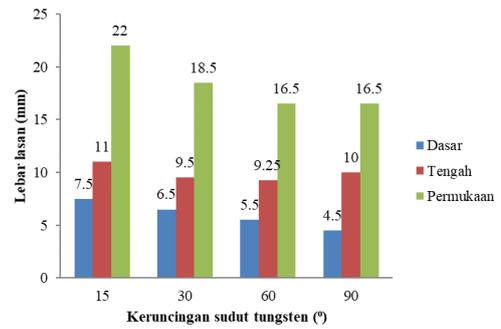
Hasil perhitungan lebar pengelasan, baik pada dasar, tengah maupun permukaan dari specimen sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. HASIL PENGUKURAN LEBAR LASAN

Sudut keruncingan elektroda tungsten (°)	Lebar lasan (mm)		
	Dasar	Tengah	Permukaan
15	7.5	11	22
30	6.5	9.5	18.5
60	5.5	9.25	16.5
90	4.5	10	16.5

Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh sudut keruncingan elektroda tungsten terhadap lebar penetrasi lasan, yang mana lebar lasan yang terjadi semakin kecil dengan bertambahnya sudut keruncingan. Meskipun penurunan lebar tidak terjadi bagian tengah specimen dengan sudut keruncingan 90°, tetapi yang lainnya semua menunjukkan kecenderungan yang sama untuk semua posisi pengukuran,

baik pada dasar, tengah maupun pada permukaan specimen hasil lasan sebagaimana tersdikripsikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kecenderungan pengaruh keruncingan sudut elektroda tungsten

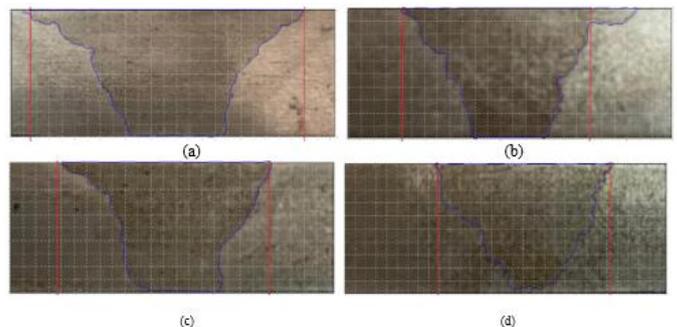
Kecenderungan tersebut sebagaimana perolehan yang dilakukan pada penelitian sejenis sebelumnya [4], yang mana penetrasi lasan terlebar diperoleh pada sudut keruncingan 40°. Namun pada penelitian tersebut, lebih sedikit variasi sudut keruncingan yang dilakukan sehingga lebar penetrasi lasan tertinggi yang terjadi tidak mengikuti kecenderungan yang diperoleh.

Kedalaman lasan dapat dicapai sebagaimana ketebalan specimen untuk sudut-sudut yang divariasikan, hanya pada sudut keruncingan tungsten paling tumpul 90° kedalam lasan tidak tercapai yang diakibatkan oleh tumpulnya sudut keruncingan elektroda tungsten yang digunakan sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL PENGUKURAN KEDALAMAN LASAN

Sudut keruncingan elektroda tungsten (°)	Kedalaman lasan (mm)
15	10
30	10
60	10
90	9.5

Profil lasan yang dihasilkan berbeda untuk semua sudut keruncingan tungsten yang divariasikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9.



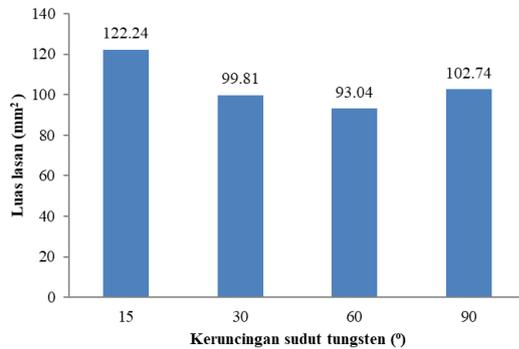
Gambar 9. Profil lasan yang terbentuk untuk sudut keruncingan elektroda tungsten (a) 15°, (b) 30°, (c) 60°, dan (d) 90°.

Pengukuran luas profil lasan menggunakan software CAD dengan hasil sebagaimana dirangkum pada Tabel 4.

TABEL 4. HASIL PENGUKURAN LUAS LASAN

Sudut keruncingan elektroda tungsten (°)	Luas lasan (mm <sup>2</sup> )
15	122.24
30	99.81
60	93.04
90	102.74

Luas profil lasan menunjukkan kecenderungan yang sama dengan yang diperoleh pada lebar pengelasan sebagaimana perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Perbandingan luas lasan yang terbentuk

Meskipun penurunan luas lasan tidak terjadi pada sudut keruncingan 90°, namun pada sudut lainnya semua menunjukkan kecenderungan penurunan luasan profil lasan yang terjadi untuk penggunaan sudut elektroda tungsten yang semakin besar (tumpul).

#### IV. KESIMPULAN

Penggunaan sudut keruncingan elektroda tungsten yang berbeda dapat digunakan pada pegelasan GTAW, namun berpengaruh terhadap profil lasan yang terbentuk. Semakin tumpul sudut yang digunakan menghasilkan lebar lasan yang semakin sempit pada semua bagian lasan, baik pada dasar, tengah maupun pada bagian permukaan lasan. Hal yang sama juga terjadi untuk luasan yang terbentuk, semakin tumpul sudut keruncingan elektroda tungsten yang digunakan menghasilkan luasan lasan yang makin kecil dengan bentuk profil lasan yang berbeda-beda.

[1] K. Sripiyan, M. Ramu. Evolution of electrode geometry shape and their weld quality in FCAW, *J. Annals*, XV, 2017.

[2] J. Jatmoko. Pengaruh kuat arus pengelasan dua layer dengan metode GTAW dan SMAW terhadap kekuatan tarik pada plat ASTM A 36. <https://media.neliti.com/media/publications/127201-ID-pengaruh-kuat-arus-pengelasan-dualayer.pdf>

[3] Miller. Guidelines for gas tungsten arc welding (GTAW), Miller Electric Mfg.LLc, USA, 2018.

[4] Hidayat, Saeful. Pengaruh geometri ujung electrode. [media.neliti.com/media/publications/130995-ID-pengaruh-geometri-ujung-elektrode-terhad.pdf](https://media.neliti.com/media/publications/130995-ID-pengaruh-geometri-ujung-elektrode-terhad.pdf)

[5] M. Ridho, N.P. Ariyanto dan N.Pamungkas. Pengaruh sudut keruncingan electrode tungsten proses GTAW terhadap lebar dan penetrasi GTAW dressing. Batam Polytechnic.

[6] R. Sudhakaran, V. Vel-Murugan, P.S. Sivasakthive. Effect of process parameters on depth of penetration in gas tungsten arc welded (GTAW) 202 grade stainless steel plates using response surface methodology. *J. TJER*, Vol. 9, No.1, 2012.

[7] W.H. Minnick, M.A. Prosser. Gas tungsten arc welding Handbook. The Goodheart-Willcox Company, Inc, 2013.

[8] H.R. Ghazvinloo, R.A Honarbakhsh, Effect of the electrode to work angle filler diameter and shielding gas on weld geometry of HQ 130

steel joints produced by robotic GMAW, *J. of Science and Technology*, Vol. 3.

[9] Sunaryo, H. et. Al. Pengelasan dengan proses las GTAW. DitJenLatTas Disnakertrans, Jakarta, 2009.

[10] ASME, Section IX; welding, brazing, and fusing qualifications, The American Society of Mechanical Engineers, New York, 2019.

[11] B.R. Chandra, S. Arul and R. Sellatmuhu. Effect of electrode diameter and input current on gas tungsten arc welding heat distribution parameters, *J. Procedia Material Science*, Vol 5, 2014.