

PENGARUH KUAT ARUS DAN SUDUT KAMPUH TERHADAP KEKERASAN DAERAH HAZ ALUMINIUM ALLOY 6063 DENGAN PENGELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG)

Andre Kurniawan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

Abstrak

Pada umumnya pengelasan aluminium dilakukan dengan menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), namun pada kedua metode tersebut terdapat kendala dalam proses pengelasannya adalah aluminium merupakan penghantar panas yang baik, mempunyai titik lebur yang rendah dan adanya lapisan oksida pada permukaan sehingga sangat sulit untuk memanaskan atau mencairkan hanya sebagian kecil dari aluminium tersebut.

Dari hasil penelitian didapat Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 80 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 16,40 BHN, Spesimen 2 sebesar 16,81 BHN dan Spesimen 3 sebesar 15,26 BHN, Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 90 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 14,41 BHN, Spesimen 2 sebesar 14,28 BHN dan Spesimen 3 sebesar 14,44 BHN, Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 100 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 13,87 BHN, Spesimen 2 sebesar 13,64 BHN dan Spesimen 3 sebesar 12,95 BHN, Nilai kekerasan rata-rata untuk kuat arus 80 Ampere adalah 16,51 BHN dan nilai kekerasan untuk 90 Ampere adalah 14,37 BHN, hal ini berarti mengalami penurunan sebesar 2,14 BHN dari 80 Ampere. Nilai kekerasan untuk 100 Ampere adalah 13,48 BHN, hal ini mengalami penurunan sebesar 3,30 BHN dari kelompok 80 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar 0,89 BHN dari kelompok 90 Ampere, Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kuat arus akan mempengaruhi kekerasan Aluminium Alloy 6063.

Kata kunci : Kuat Arus, Sudut Kampuh, Aluminium Alloy

1. Pendahuluan

Aluminium dan paduannya merupakan logam ringan yang banyak digunakan dibidang teknik karena mempunyai sifat tahan terhadap karat, kekuatan tinggi, tahan korosi dan mudah dibentuk, serta memiliki sifat mampu las (*weldability*) yang bervariasi tergantung pada jenis paduannya. Selain itu aluminium dan paduannya juga termasuk logam yang baik dalam penghantar listrik. Keunggulan dari aluminium dan paduannya dibandingkan dengan logam lain menyebabkan banyak digunakan secara luas dalam bidang transportasi, kedirgantaraan, otomotif, perkapalan dan lain-lain. Pengelasan merupakan salah satu metode yang sering dijumpai dalam proses penyambungan material aluminium.

Pada umumnya pengelasan aluminium dilakukan dengan menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) atau *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), namun pada kedua metode tersebut terdapat kendala dalam proses pengelasannya adalah aluminium merupakan penghantar panas yang baik, mempunyai titik lebur yang rendah dan adanya lapisan oksida pada permukaan sehingga sangat sulit untuk memanaskan atau mencairkan hanya sebagian kecil dari aluminium tersebut.

Penyambungan aluminium digunakan dengan las *Oxy - acetylene* dan las *TIG (Tungsten Inert Gas)*. Penyambungan aluminium dengan proses las *Oxy - Acetylene* mempengaruhi susunan struktur mikro terutama daerah *HAZ (Heat Affected Zone)*, dan daerah lasan yang berbeda terhadap

logam induk. Perubahan susunan struktur mikro disebabkan karena siklus termal yang terjadi saat proses pengelasan. Bila susunan struktur mikro berubah maka sifat mekanis aluminium otomatis juga ikut berubah, sehingga mempengaruhi kekuatan sambungan las aluminium tersebut. Selain itu faktor lain yang memungkinkan mempengaruhi kekuatan sambungan las aluminium dengan las *acetylene* antara lain adalah kecenderungan adanya porositas (*porosity*) akibat gas hidrogen (H_2) pada daerah kampuh lasannya (*weld metal*). Hal ini akan mengakibatkan cacat las dan menyebabkan menurunnya kekuatan sambungan las aluminium.

Pengelasan aluminium menggunakan las *TIG (Tungsten Inert Gas)* dengan pelindung gas mulia (*Argon*) diharapkan dapat memberikan hasil sambungan las aluminium yang bagus, baik secara fisis maupun mekanis, namun pada beberapa jenis paduan aluminium akan mengalami penurunan sifat mekanis setelah proses pengelasan selesai.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengelasan

Berdasarkan penemuan benda-benda sejarah dapat diketahui bahwa teknik penyambungan logam telah diketahui sejak zaman prasejarah, misalnya pematrian timbal-timah menurut keterangan yang didapat telah diketahui dan dipraktikkan dalam rentang waktu antara 4000 sampai 3000 SM. Sumber energi panas yang dipergunakan pada waktu itu diduga dihasilkan dari pembakaran kayu atau arang. Berhubung suhu yang diperoleh dengan pembakaran kayu dan arang

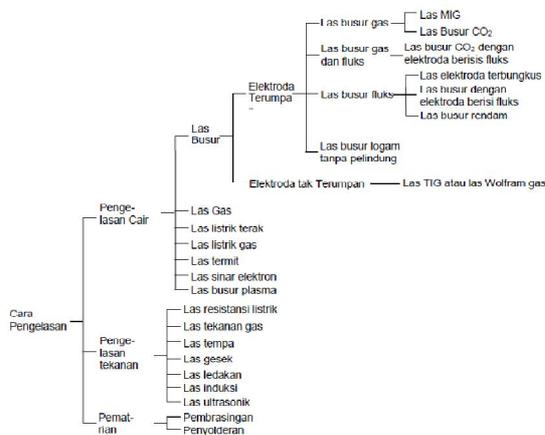
sangat rendah maka teknik penyambungan ini pada waktu itu tidak dikembangkan lebih lanjut.

Mengelas menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya.

Pengelasan (*Welding*) adalah proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan menggunakan proses pemanasan setempat, sehingga terjadi ikatan metalurgi antara logam-logam yang disambung. Proses penyambungan logam dewasa ini banyak dipakai di industri untuk pekerjaan konstruksi, pembuatan mesin, peralatan pabrik, konstruksi perpipaan serta pekerjaan lain yang memerlukan sambungan. Dalam setiap proses pengejaan pengelasan harus memenuhi standar tertentu yaitu: ASME, (*American Society of Mechanical Engineers*), API (*American Petroleum Institute*).

Paling tidak saat ini terdapat sekitar 40 jenis pengelasan. Dari seluruh jenis pengelasan tersebut hanya dua jenis yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan menggunakan Las Karbit (*Oxyfuel gas welding*) dan busur nyala listrik (*arc welding*).

Perincian lebih lanjut mengenai klasifikasi pengelasan ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Klasifikasi Cara Pengelasan

2.2. Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG)

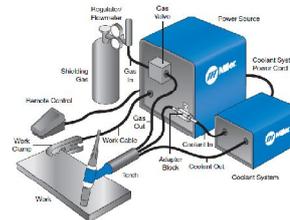
TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah suatu proses pengelasan busur listrik elektroda tidak terumpan, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar, Pada proses pengelasan TIG peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk.

Pada jenis ini logam pengisi dimasukan kedalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las TIG dapat

dilaksanakan secara manual atau secara otomatis dengan mengotomatisasikan cara pengumpanan logam pengisi. Penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan, pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi kedalam logam induk dapat diatur semaunya. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG dapat digunakan dengan memuaskan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat yang tebal.

Sedangkan untuk aluminium karena permukaannya selalu dilapisi dengan oksida yang mempunyai titik cair yang tinggi, maka sebaiknya memakai arus bolak balik frekuensi tinggi. Sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan TIG dapat berupa listrik DC atau listrik AC.

Skema las TIG seperti diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema Las TIG

Penggunaan mesin las TIG untuk beberapa jenis logam dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan Mesin Las TIG Untuk Beberapa Logam

Logam	Listrik AC Frekuensi Tinggi	Listrik Polaris Lurus	Listri DC Polaris Balik
Baja	Terbatas	Sesuai	-
Baja tahan karat	Terbatas	Sesuai	-
Besi cor	Terbatas	Sesuai	-
Aluminium & Paduannya	Sesuai	-	Dapat untuk pelat tipis
Magnesium dan Paduannya	Sesuai	-	Dapat untuk pelat tipis
Tembaga dan Paduannya	Terbatas	Sesuai	-
Aluminium	Sesuai	Terbatas	-

Tabel 2. Jenis Arus Pengelasan TIG Dan Elektroda

Material	Type Of Current	Elektrode Polarity
Unalloyed steels	=	-
Low-alloyed steels	=	-
Chromium / nickel steels	=	-
Chromium steels	=	-
Copper alloys	=	-
Nickel alloys	=	-
Titanium	=	-
Lead	=	-
Aluminium alloys	~	-
Magnesium alloys	~	-

Dalam rangka untuk menangani proses pengelasan TIG dan membuatnya bekerja dengan kemampuan penuh dibutuhkan Banyak mesin las TIG yang dibangun sedemikian rupa bahwa sumber daya dan unit TIG adalah satu unit. Peralatan yang terdiri dari bagian yang berbeda dengan mereka fungsi yang terpisah sendiri.

Peralatan utama TIG pengelasan terdiri

dari:

1. Sebuah *torch* TIG yaitu alat tukang las Yang digunakan untuk mengontrol busur.
2. Sebuah sumber daya yang mampu memberikan pengelasan saat dilakukan.
3. Sebuah unit TIG dengan sistem kontrol dimasukkan yang memungkinkan untuk menyesuaikan arus pengelasan, inisiasi busur dll.
4. Sebuah tabung gas *shielding* dengan tekanan mengurangi katup dan *flowmeter*.

Untuk TIG pengelasan elektroda diterapkan terutama terbuat dari *tungsten*. *tungsten* murni merupakan bahan tahan panas sangat dengan titik fusi sekitar 3,380⁰ C.

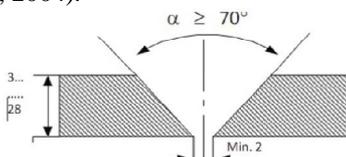
Tabel 3. Spesifikasi Elektroda

Trade Name	Specification	Classification	AWs Color Id
Pure Tungsten	AWS A5.12	EWP	Green
2% Ceriated Tungsten		EWCe-2	Orange
1.5% Lanthanated tungsten		EWL a-1.5	Gold
2% Lanthanated tungsten		EWL a-2	Blue
1% Thoriated tungsten		EWTh-1	Yellow
2% Thoriated tungsten		EWTh-2	Red
Zirconated Tungsten		EWZr-1	Brown

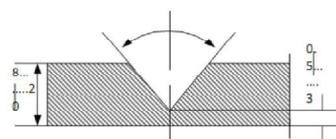
2.3. Desain Sambungan Las

Salah satu yang harus dipersiapkan sebelum melakukan pengelasan adalah pembuatan kampuh las. Kampuh las berguna sebagai tempat pengisian logam pengisi (elektroda) yang ikut mencair.

Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh V terbuka dan sambungan kampuh V tertutup. Sambungan kampuh V terbuka dipergunakan untuk menyambung plat dengan ketebalan 6-15 mm dengan sudut kampuh antara 60° - 80°, jarak akar 2 mm, tinggi akar 1-2 mm (Sonawan, 2004).



Gambar 3. Kampuh V Las Terbuka

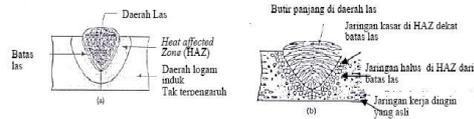


Gambar 4. Kampuh V Las Tertutup

2.4. Metalurgi Las

Pengelasan adalah proses penyambungan dengan menggunakan energy panas, karena proses

ini maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal cepat yang menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan metalurgi yang rumit, deformasi dan tegangan – tegangan termal.



Gambar 5. Pembagian Daerah Las

2.4. Aluminium Alloy 6063

Aluminium alloy 6063 merupakan salah satu jenis aluminium alloy yang digolongkan pada seri 6XXX. Seri ini dibuat dengan memadukan logam silikon dan magnesium sebagai bahan paduan utama. Dalam seri 6XXX, alloy 6063 adalah jenis paduan yang paling populer, melebihi popularitas tipe 6061.

Pada umumnya, alloy 6063 memiliki sifat mekanis dengan kekuatan sedang dan tahan terhadap korosi. Namun, rentang sifat mekanis ini juga cukup beragam tergantung pada jenis pencampuran atau penerapan kalor terhadap bahan.

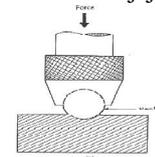
2.5 Pengujian Kekerasan

Dalam engineering yang menyangkut logam, kekekerasan sering dinyatakan sebagai kemampuan untuk menahan indentasi/ penetrasi/ abrasi. Ada beberapa cara pengujian kekerasan yang terstandar yang digunakan untuk menguji kekerasan logam, pengujian Brinell, Rockwell, Vickers dan lain-lain.

Contoh pengukuran hasil penjejakan diberikan oleh Gambar 6. Pengukuran nilai kekerasan suatu material diberikan oleh rumus:

$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi}{2} D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

dimana, P adalah beban (kg), D diameter indentor (mm) dan d diameter jejak (mm).



Gambar 6. Skematis Prinsip Indentasi Dengan Metode Brinell

3. Metodologi Penelitian

3.1 Bahan

Pada tahap ini dilakukan atau dipersiapkan bahan-bahan yang diperlukan untuk pengujian. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alumnium Alloy 6063
2. Elektroda jenis ER5356, dengan diameter 3 mm

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin sekrap

Mesin sekrap yang digunakan adalah type L-450, mesin sekrap digunakan sebagai proses pembentukan benda uji pada uji tarik dan uji impak. Mesin ini menggunakan mata pahat sebagai media pemakanan. Bentuk mata pahat dapat disesuaikan dengan bentuk benda yang diinginkan.

2. Mesin Las TIG

Trafo las TIG AC/DC yang bisa digunakan untuk mengelas material metal dan aluminium.

Tabel 4. Spesifikasi Mesin Las TIG Rilon 200AC/DC

Tegangan Input	220 V 1 Phase 50/60
Daya	1500 – 4500 Watt
Tegangan kerja	18 V
Tegangan Tanpa Beban	44 V
Arus Output	10 – 200 Ampere
Waktu Downslope	0,5 detik
Power Factor	0,73
Gas	Argon
Efficiency	80%
Diameter Kawat Las	1,6 – 4,0 mm
Duty Cycle	60%
Ketebalan las	0,3 mm (aluminium, Maganese Alloy, Magnesium Alloy), 0,3 – 4,0 (Carbon steel, Stainless Steel, Low – Alloys Steel)
Dimensi	560 x 364 x 320 mm
Pendingin	Kipas
Kelengkapan	Earth Clamp, Kabel Las, TIG Torch, Regulator Argon

3. Mesin Uji Kekerasan Brinnell Hardnest Test



Gambar 7. Brinnell Hardnest Test

4. Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian

Kekerasan merupakan ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi tekan. Sebuah indentor yang keras ditekankan kepermukaan logam yang diuji. Depormasi yang terjadi merupakan kombinasi perilaku elastis dan plastis, akan tetapi kekerasan umumnya hanya berkaitan dengan sifat plastis dan hanya untuk sebagian kecil bergantung pada sifat elastis. Pengujian kekerasan dalam penelitian ini dilakukan agar dapat diketahui pengaruh variasi kuat arus pengelasan terhadap perubahan kekerasan material aluminium alloy 6063.

Tabel 5. Hasil Pengujian Brinnel Hardness Test

Spesimen	Sudut Kampuh	Kuat Arus	Titik Pengujian					Rata-Rata
			Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Titik Uji 4	Titik Uji 5	
Alloy 6063	45	80	2,60	2,70	2,80	2,70	2,60	2,68
		90	2,90	2,82	3,00	2,80	2,70	2,84
		100	3,00	3,20	2,79	2,70	2,83	2,90

4.2 Pembahasan

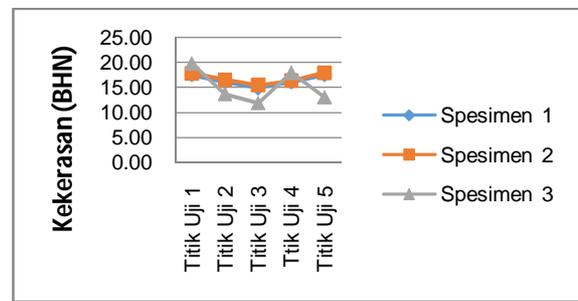
4.2.1 Kekerasan (BHN) pada Kuat Arus 80 Ampere

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kekerasan Pada Kuat Arus 80 Ampere

Spesimen	BHN					Rata-Rata
	Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Titik Uji 4	Titik Uji 5	
1	17,47	16,09	14,86	16,09	17,47	16,40
2	17,78	16,51	15,46	16,36	17,93	16,81
3	19,87	13,65	11,83	17,93	13,03	15,26
						16,15

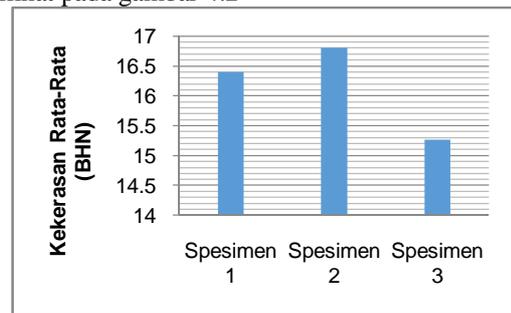
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 80 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 16,40 BHN, Spesimen 2 sebesar 16,81 BHN dan Spesimen 3 sebesar 15,26 BHN.

Nilai kekerasan padaSp aluminium alloy 6063 dengan kuat arus ampere dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Nilai Kekerasan Pada Aluminium Alloy 6063 Dengan Kuat Arus 80 Ampere

Nilai kekerasan rata-rata pada aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 80 Ampere dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 9. Nilai Kekerasan Rata-rata Pada7Aluminium Alloy 6063 Pada Kuat Arus 80 Ampere

Dari gambar 9 memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata tertinggi adalah Spesimen 2 sebesar 16,81 BHN dan terendah pada Spesimen 3 sebesar 15,26 BHN.

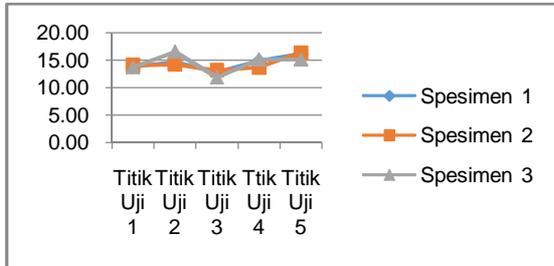
4.2.2 Kekerasan pada Kuat Arus 90 Ampere

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kekerasan Pada Kuat Arus 90 Ampere

Spesimen	BHN					Rata-Rata
	Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Titik Uji 4	Titik Uji 5	
Spesimen 1	13,74	14,63	12,74	14,86	16,09	14,41
Spesimen 2	14,08	14,19	13,13	13,65	16,36	14,28
Spesimen 3	13,65	16,51	11,83	15,11	15,11	14,44
						14,37

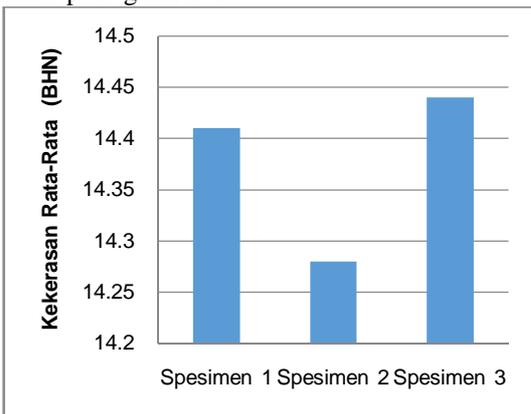
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 90 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 14,41 BHN, Spesimen 2 sebesar 14,28 BHN dan Spesimen 3 sebesar 14,44 BHN.

Nilai kekerasan pada Spesimen aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 90 Ampere dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Nilai Kekerasan Pada Aluminium Alloy 6063 Dengan Kuat Arus 90 Ampere

Nilai kekerasan rata-rata pada aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 90 Ampere dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Nilai Kekerasan Rata-rata Pada Aluminium Alloy 6063 Pada Kuat Arus 90 Ampere

Dari gambar 11. memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata tertinggi adalah Spesimen 3 sebesar 14,44 BHN dan terendah pada Spesimen 2 sebesar 14,28 BHN.

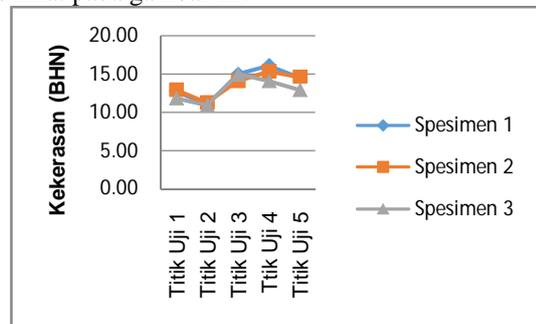
4.2.3 Kekerasan pada Kuat Arus 100 Ampere

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kekerasan Pada Kuat Arus 100 Ampere

Spesimen	BHN					Rata-Rata
	Titik Uji 1	Titik Uji 2	Titik Uji 3	Titik Uji 4	Titik Uji 5	
Spesimen 1	12,74	11,00	14,98	16,09	14,53	13,87
Spesimen 2	12,93	11,25	14,08	15,35	14,63	13,64
Spesimen 3	11,83	10,93	14,98	14,08	12,93	12,95
						13,48

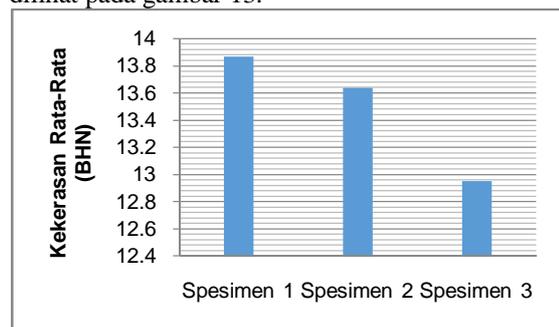
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 100 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 13,87 BHN, Spesimen 2 sebesar 13,64 BHN dan Spesimen 3 sebesar 12,95 BHN.

Nilai kekerasan pada Spesimen aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 100 Ampere dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Nilai Kekerasan Pada Aluminium Alloy 6063 Dengan Kuat Arus 100 Ampere

Nilai kekerasan rata-rata pada aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 100 Ampere dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Nilai Kekerasan Rata-rata Pada Aluminium Alloy 6063 Pada Kuat Arus 100 Ampere

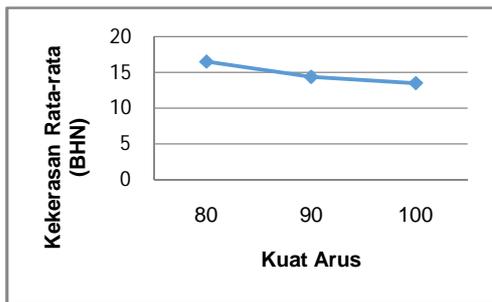
Dari gambar 13. memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata tertinggi adalah Spesimen 1 sebesar 13,81 BHN dan terendah pada Spesimen 3 sebesar 12,95 BHN.

Tabel 9. Nilai Kekerasan Rata-Rata

	Kuat Arus		
	80 A	90 A	100 A
Kekerasan Rata-Rata (BHN)	16,51	14,37	13,48

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai kekerasan rata-rata (BHN) pada terbesar adalah pada kuat arus 80 Ampere sebesar 16,51 BHN dan terendah pada kuat arus 100 Ampere.

Nilai kekerasan pada Spesimen aluminium alloy 6063 dengan kuat arus 80 Ampere, 90 Ampere dan 100 Ampere dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.7 Nilai Kekerasan Pada Spesimen Aluminium Alloy 6063 Dengan Kuat Arus 80, 90 dan 100 Ampere

Dari gambar 4.7 memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata untuk kuat arus 80 Ampere adalah 16,51 BHN dan nilai kekerasan untuk 90 Ampere adalah 14,37 BHN, hal ini berarti mengalami penurunan sebesar 2,14 BHN dari 80 Ampere. Nilai kekerasan untuk 100 Ampere adalah 13,48 BHN, hal ini mengalami penurunan sebesar 3,30 BHN dari kelompok 80 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar 0,89 BHN dari kelompok 90 Ampere.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian, analisa dan pembahasan data yang telah dilakukan pada pengaruh kuat arus listrik dan sudut kampuh terhadap kekerasan daerah HAZ aluminium Alloy 6063 Dengan Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 80 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 16,40 BHN, Spesimen 2 sebesar 16,81 BHN dan Spesimen 3 sebesar 15,26 BHN.
2. Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 90 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 14,41 BHN, Spesimen 2 sebesar 14,28 BHN dan Spesimen 3 sebesar 14,44 BHN.
3. Nilai kekerasan (BHN) dengan kuat arus 100 Ampere yaitu pada spesimen 1 sebesar 13,87 BHN, Spesimen 2 sebesar 13,64 BHN dan Spesimen 3 sebesar 12,95 BHN.
4. Nilai kekerasan rata-rata untuk kuat arus 80 Ampere adalah 16,51 BHN dan nilai kekerasan untuk 90 Ampere adalah 14,37 BHN, hal ini

berarti mengalami penurunan sebesar 2,14 BHN dari 80 Ampere. Nilai kekerasan untuk 100 Ampere adalah 13,48 BHN, hal ini mengalami penurunan sebesar 3,30 BHN dari kelompok 80 Ampere dan juga mengalami penurunan sebesar 0,89 BHN dari kelompok 90 Ampere.

5. Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kuat arus akan mempengaruhi kekerasan Aluminium Alloy 6063

Daftar Pustaka

- [1]. ASTM E8/E8M-09. 2009. Standard Specification for Aluminum and Aluminum Alloy Sheet and Plate. USA.
- [2] Bintoro, A. G., 2000. Dasar-dasar Pekerjaan Las. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- [3] Djaprie, S. 1996. Metalurgi Mekanik. Jilid 1. Penerbit Erlangga. Jakarta
- [4] Dowling, Norman E. 1999. Mechanical Behavior of Materials. Edisi 2. Penerbit Prentice-Hall. New Jersey.
- [5] Kenyon W. 1985. Dasar-Dasar Pengelasan. Penerbit Erlangga, Jakarta
- [6] Suharto. 1991. Teknologi Pengelasan Logam. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- [7] Wiryosumarto, Harsono. 1996. Teknologi Pengelasan Logam. Cetakan ke-7. PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.