



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisa Pengaruh Gas Pelindung Argon *Grade A* Dan *Grade C* Terhadap Kekuatan *Impact* Dan Tekuk Sambungan *Butt Joint* pada Aluminium 5083

Mahardika Adi Dewantara<sup>1)</sup>, Hartono Yudo<sup>1)</sup>, Samuel<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: [mhrdikaadi@gmail.com](mailto:mhrdikaadi@gmail.com)

### Abstrak

Pemilihan metode pengelasan yang efektif berguna untuk industri galangan. Khususnya galangan kapal aluminium. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua metode pengelasan menggunakan gas pelindung yang berbeda yaitu gas pelindung Argon grade A (Ultra High Purity) dan gas pelindung Argon grade C (Industrial Purpose). Material Aluminium yang digunakan adalah Al 5083. Pada pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) menggunakan jenis sambungan pengelasan single V-butt joint dengan sudut 60°. Tegangan dan arus yang digunakan adalah 22V dan 220 A dengan elektroda ER 5356. Pengujian di lakukan uji impact dengan menggunakan standar ASTM E 8M -00b. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada metode pengelasan MIG (Metal Inert Gas) menghasilkan pengelasan yang lebih sempurna atau lebih baik dengan memberikan nilai Tegangan Tarik maksimal yaitu 99,35 N/mm<sup>2</sup> dan nilai Regangan sebesar 1,9%. Sedangkan pada metode FSW (Friction Stir Welding) hanya memperoleh nilai Tegangan Tarik maksimal yaitu 29,62 N/mm<sup>2</sup> dan nilai Regangan sebesar 0,5%. Selain menggunakan hasil Uji Lab juga dilakukan analisa menggunakan software Ansys LS-Dyna dengan hasil kekuatan Tarik tertinggi pada pengelasan MIG (Metal Inert Gas) sebesar 72,6 N/mm<sup>2</sup> . dan pada pengelasan FSW (Friction Stir Welding) sebesar 25,9 N/mm<sup>2</sup> .

**Kata Kunci** : Aluminium 5083, Pengelasan TIG, Pengelasan FSW, Kekuatan Tarik, Ansys LS-DynA

### PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu cara untuk menyambung dua buah logam tanpa mengurangi kekuatan dan bentuk material logam tersebut. Pada masa kini pengelasan dipakai pada bidang industri baik bidang pembuatan maupun reparasi. Salah satu industri yang banyak menggunakan pengelasan yaitu industri perkapalan. Pengerjaan Pengelasan memiliki porsi 1/3 dari seluruh pengerjaan pembuatan kapal. Sambungan tumpul atau *butt joint* adalah jenis sambungan yang paling efisien dan salah satu sambungan yang terbanyak diaplikasikan pada pengerjaan pengelasan konstruksi kapal. Pengelasan banyak digunakan dalam penyambungan material kapal karena mempunyai

salah satu keuntungan yaitu memberikan berat penyambungan yang lebih ringan dari pada penyambungan logam dengan cara keling atau mur baut.

Penggunaan aluminium dan logam paduan aluminium di dunia industri terus berkembang, karena pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan dan peningkatan industri, serta mempunyai peranan yang sangat penting dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Aluminium paduan 5083 dipilih dalam penelitian ini mengingat jenis paduan 5083 ini merupakan logam yang ringan namun memiliki kekuatan mekanis yang cukup tinggi dan tahan terhadap karat, sehingga material jenis ini banyak

sekali digunakan untuk diaplikasikan pada kapal-kapal tipe *crew boat*, *resque boat*, tangki-tangki pada kapal LNG, bejana tekan temperatur rendah (*unfired pressure vessel*), peralatan kelautan (*marine component*), rig pengeboran, dan struktur rangka bangunan. Namun demikian, jika material alumunium paduan 5083 ini dilakukan manufaktur dengan menggunakan proses pengelasan, sambungan las paduan 5083 pada beberapa komponen konstruksi tertentu masih terjadi hasil sambungan yang kurang sempurna ditinjau dari segi spesifikasi dan kekuatannya.

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh dua jenis gas pelindung argon *grade A* dan argon *grade C* yang digunakan sebagai gas pelindung untuk mengelas material alumunium paduan 5083 dengan metode las *tungsten inert gas* (TIG), sehingga dari kajian tersebut dapat diketahui sejauh mana pengaruh penggunaan kedua gas pelindung tersebut terhadap kekuatan impact dan tekuk sambungan las dan hasil lasnya (*weld metal*) dengan cara melalui pengujian impact dan pengujian tekuk

#### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini terdapat rumusan masalah yaitu untuk mengetahui sejauh mana kekuatan *impact* dan tekuk hasil lasan dengan menggunakan gas pelindung argon *grade A* dan *grade C* dalam pengelasan material kapal alumunium paduan 5083

#### **Pembatasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan adalah :

1. Kondisi pengelasan TIG (*tungsten inert gas*)
2. Material yang digunakan sebagai logam induk alumunium paduan 5083
3. Gas pelindng argon *grade A* dan *grade C*
4. Sambungan pengelasan menggunakan jenis sambungan *Single V-Butt joint* dengan sudut  $60^\circ$
5. Elektrode (*filler metal*) yang digunakan adalah ER5356
6. Tebal pelat 10 mm
7. Pengujian yang dilakukan hanya pengujian impact dan tekuk

#### **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai kuat impact dan nilai kuat Tekuk pada alumunium paduan 5083
2. Membandingkan hasil pengelasan yang terbaik antara gas pelindung argon *grade A* dan *grade C*

#### **Manfaat Penelitian**

Setelah diketahui hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak diantaranya :

1. Kegunaan Teoritis
2. Kegunaan Praktis
3. Bagi Akademik

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

##### **Aluminium**

Aluminium paduan seri 5083 adalah jenis aluminium yang banyak digunakan dalam dunia industri, khususnya untuk konstruksi perkapalan dan bejana tekan (*pressure vessel*). Paduan seri 5xxx adalah tipe paduan aluminium yang tidak dapat diperbaiki sifat mekaniknya dengan perlakuan panas atau tidak dapat diperlakukan panas, karena akan terdapat ketidak sempurnaan dalam proses sambungan las, sehingga dinamakan *non heat treatable alloy*.

##### **Pengelasan**

Proses pengelasan adalah salah satu proses teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. [6]

##### **Gas Tungsten Arch Welding**

Las tipe GTAW atau yang biasa disebut TIG (*Tungsten Inert Gas*) adalah pengelasan dengan memakai busur nyala dengan tungsten/elektroda yang terbuat dari *wolfram*, sedangkan bahan penambahnya digunakan bahan yang sama atau sejenis dengan material induknya. Untuk mencegah oksidasi, dipakai gas kekal (*inert*) 99 % Argon (Ar) murni

## Shielding Gas

Fungsi gas pelindung (*shielding gas*) adalah untuk menghindari terjadinya oksidasi udara luar terhadap cairan dan akan mengakibatkan kurang sempurna perpaduan antara bahan tambah (*filler rod*) dengan cairan bahan yang disambung.

## Gas Argon

Gas argon selalu digunakan pada pengelasan tungsten inert gas (TIG). Gas ini adalah hasil destilasi dari udara, destilasi udara menghasilkan akan menghasilkan nitrogen 78 %, oksigen 21 % dan 1 % gas lainnya termasuk gas argon. Keistimewaan gas argon adalah bisa digunakan untuk pengelasan semua logam dan harga gas dipasaran relatif murah bila dibandingkan gas pelindung lainnya.

Dalam penelitian ini, pengelasan material aluminium 5083 menggunakan dua jenis gas pelindung yaitu argon grade A dan grade C. adapun komposisi kimianya sebagai berikut:

- Gas argon grade A :  $\leq 3$  ppm  $O_2$  dan  $\leq 3$  ppm  $H_2O$
- Gas argon grade C :  $\leq 6$  ppm  $O_2$  dan  $\leq 5$  ppm  $H_2O$

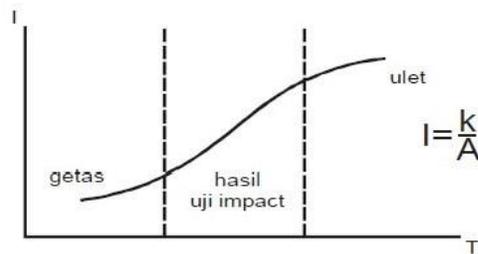
## Pengujian Impact

Pengujian impact adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat suatu material yang mendapatkan beban dinamis, sehingga dari pengujian ini dapat diketahui sifat ketangguhan suatu material baik dalam wujud liat maupun ulet serta getas. Dengan catatan bahwa apabila nilai atau harga *impact* semakin tinggi maka material tersebut memiliki keuletan yang tinggi. Dimana material uji dikatakan ulet jika patahan yang terjadi pada bidang patah tidak rata dan tampak berserat-serat. Tetapi apabila material getas, hasil dari patahan tampak tara dan mengkilap. Pada kondisi material ulet dapat mengalami patah getas dengan deformasi plastis yang sangat kecil, fenomena ini terjadi jika:

1. Temperatur rendah
2. Laju tegangan bertambah
3. Tarikan

Gambar 2.8. Nilai *impact* dipengaruhi temperatur

Karena temperatur dapat mempengaruhi material uji maka dalam melakukan pengujian, sebaiknya dilakukan pada suhu kamar. Alat yang digunakan



adalah charpy test. Ada dua jenis batang uji standar yang digunakan, yaitu tarikan berbentuk V dan U. Dalam pengujian ini menggunakan tarikan berbentuk V. Bentuk material yang digunakan tarik berbentuk V karena dapat melokalisasi energi patahan.

Harga *impact* dapat dicari dengan persamaan:

$$I = \frac{k}{A}$$

Dimana:

$I$  = Nilai *Impact* (Joule/ $mm^2$ )

$k$  = Energi *Impact* yang terserap (Joule)

$A$  = Luas Penampang ( $mm^2$ )

Pada pengujian impact digunakan mesin dengan lengan pemukul yang dapat berayun bebas dan ujung dari lengan pemukul di berikan pemberat (pendulum). Dari pengujian metode ini dapat diketahui energi yang di serap oleh sampel uji dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E = W (H - H1) \\ = W \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Adapun kekuatan impact dirumuskan sebagai berikut:

$$IS = \frac{W \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

Keterangan:

$W$  = berat bandul pemberat (pendulum) (kg)

$H$  = tinggi pendulum awal (m)

$H1$  = tinggi pendulum setelah memukul batang uji (m)

$\alpha$  = sudut awal lengan

$\beta$  = sudut akhir lengan

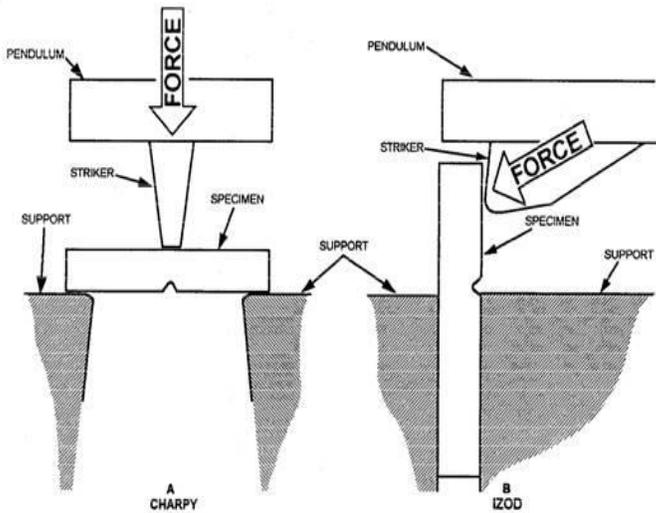
$A$  = luas penampang material uji (mm)

$l$  = panjang lengan (m)

Jenis – jenis pengujian impact adalah sebagai berikut:

### 1. Metode *Charpy*

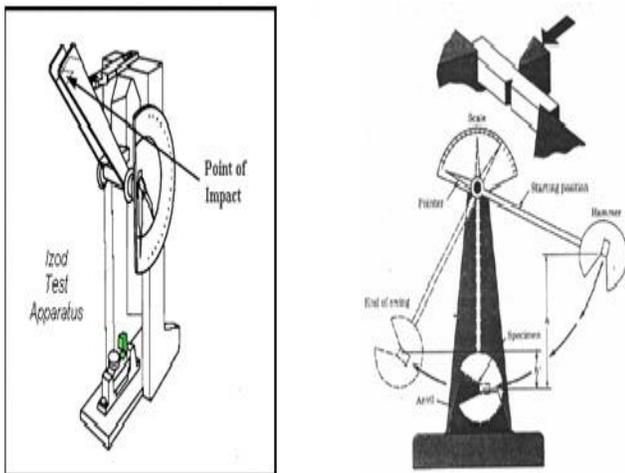
Pada metode ini pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah tarikan.



Gambar 2.10. Contoh ilustrasi skematik pembebanan metode Charpy

## 2. Metode Izod

Pada metode ini pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah tarikan.



Gambar 2.11. Contoh ilustrasi skematik pembebanan metode Izod

## Pengujian Tekuk

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sifat ulet (*ductility*) dan kegetasan dari bahan serta mengetahui mampu deformasi dengan radius bengkok tertentu. Sedangkan metode pengujian yang dipakai adalah *Triple Point* yaitu benda uji ditumpu dengan satu tumpuan dibagian atas benda uji dan dua tumpuan dibawah benda uji. Perlakuan

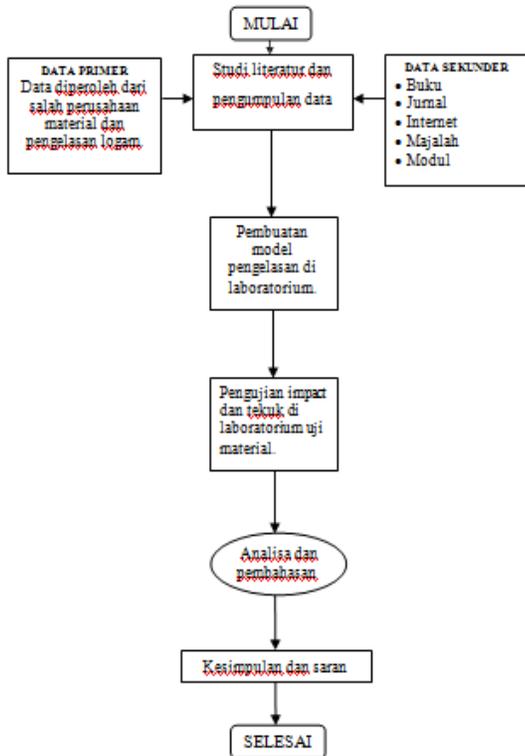
pada pengujian tekan sama dengan pengujian tarik dan menggunakan mesin yang sama. Yang membedakan adalah posisi pengujiannya.

Pada pengujian tekan pembebanan yang digunakan sebesar 10 ton, material tidak dijepit tetapi pada posisi bebas pada *both* mesin. Penekanan berlangsung sampai jarum indikator pada monitor bergerak balik kembali keangka nol.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Flow Chart Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam skema dibawah ini:



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Impact

Tabel 1. Data hasil pengujian *impact* Argon grade A

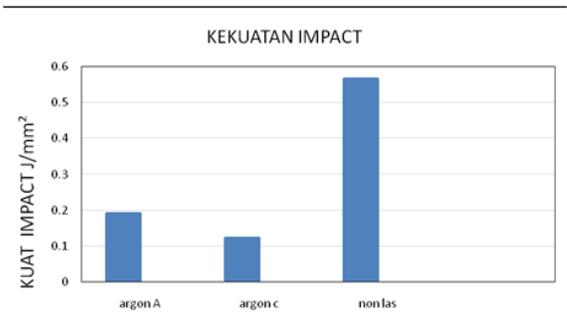
No	Dimensi (mm)		Dalam Takik (mm)	Sudut $\beta$ (Derajat)	Energi (J)	Kuat Impact (J/mm <sup>2</sup> )
	Lebar	Tebal				
	1	10				
2	10	10	2,0	132°	19	0,19
3	10	10	2,0	129°	22	0,22
4	10	10	2,0	134°	17	0,17
						$\bar{X}$ 0,19

Tabel 2. Data hasil pengujian *impact* Argon grade C

No	Dimensi (mm)		Dalam Takik (mm)	Sudut $\beta$ (derajat)	Energi (J)	Kuat Impact (J/mm <sup>2</sup> )
	Lebar	Tebal				
	1	10				
2	10	10	2,0	138°	14	0,14
3	10	10	2,0	137°	13	0,13
4	10	10	2,0	140°	11	0,11
						$\bar{X}$ 0,1225

Tabel 3. Data hasil pengujian tanpa perlakuan pengelasan

No	Dimensi (mm)		Dalam Takik (mm)	Sudut $\beta$ (derajat)	Energi (J)	Kuat Impact (J/mm <sup>2</sup> )
	Lebar	Tebal				
	1	10				
2	10	10	2,0	100°	58	0,58
3	10	10	2,0	100°	58	0,58
4	10	10	2,0	101°	56	0,56
						$\bar{X}$ 0,565



Gambar 8. Grafik Rata-rata kekuatan *impact*

Dari diagram di atas hasil pengujian *impact*, dapat dilihat pengelasan dengan gas pelindung Argon Grade A, Grade C dan Non las memiliki kekuatan *impact* yang berbeda. Pada gas pelindung Argon Grade A memiliki kekuatan *impact*, yaitu sebesar 0,19 J/mm<sup>2</sup> dan pada gas pelindung Argon Grade C memiliki kekuatan *impact* yaitu sebesar 0,1225 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada non las kekuatan *impact* yaitu sebesar 0,565 J/mm<sup>2</sup>. Maka dapat diambil kesimpulan pengelasan dengan variasi gas pelindung memiliki kekuatan lasan (kekuatan *impact*) yang tinggi pada variasi pengelasan dengan gas pelindung Argon grade A (ultra High Purity) dengan acuan non pengelasan.

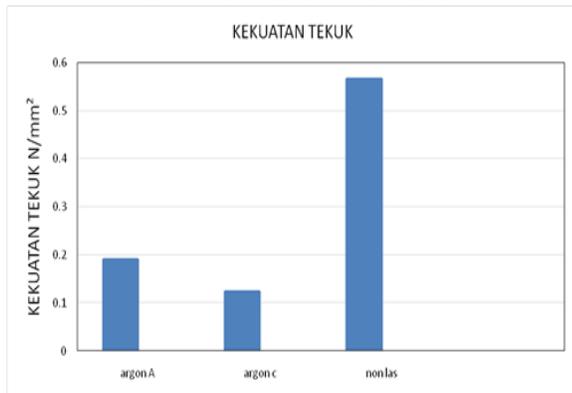
Dari data di atas di dapatkan bahwa kuat *impak* cenderung konstan tidak berbeda jauh hal tersebut disebabkan oleh struktur material 5083 adalah fcc (face centered cubic).

## Hasil Pengujian Tekuk

Tabel 4. Data hasil pengujian tekuk (sudut kampuh 60°)

Variasi	h <sub>0</sub> (mm)	b <sub>0</sub> (mm)	W (mm)	L <sub>s</sub> (mm)	P max (N)	σ <sub>lentur</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>Rata-rata</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
Argon Grade A	10	20	333.33	120	8100	1458	1431
	10	20	333.33	120	8000	1440	
	10	20	333.33	120	7800	1404	
	10	20	333.33	120	7900	1422	
Argon Grade C	10	20	333.33	120	5800	1044	1035
	10	20	333.33	120	5500	990	
	10	20	333.33	120	5000	900	
	10	20	333.33	120	6700	1206	
Non Las	10	20	333.33	120	12600	2268	2106
	10	20	333.33	120	12000	2160	
	10	20	333.33	120	11200	2016	
	10	20	333.33	120	11000	1980	

Tabel 5. Grafik rata rata kekuatan tekuk



Gambar 9. Grafik rata-rata kekuatan tekuk

Dari diagram hasil pengujian Tekuk, dapat dilihat pengelasan dengan gas pelindung Argon Grade A, Grade C dan Non las memiliki kekuatan tekuk yang berbeda. Pada gas pelindung Argon Grade A memiliki kekuatan tekuk yaitu sebesar 1431 N/mm<sup>2</sup>, pada gas pelindung Argon Grade C memiliki kekuatan tekuk yaitu sebesar 1035 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan pada non las kekuatan tekuk yaitu sebesar 2106 N/mm<sup>2</sup>. Maka dapat diambil kesimpulan pengelasan dengan variasi gas pelindung memiliki kekuatan lasan (kekuatan tekuk) yang tinggi pada variasi pengelasan dengan gas pelindung Argon grade A (ultra High Purity) dengan acuan non pengelasan

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa hasil uji kekuatan impact dan tekuk pada aluminium 5083 hasil pengelasan TIG, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kekuatan impact aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi gas pelindung Argon *grade* A dan C menghasilkan kekuatan impact yang berbeda. Kekuatan impact tertinggi dihasilkan pada gas pelindung Argon *grade* A sebesar 0,22 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan, kekuatan Impact terendah sebesar 0,11 J/mm<sup>2</sup> pada gas pelindung Argon *grade* C. Untuk Hasil pengujian kekuatan tekuk aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi gas pelindung Argon *grade* A dan C menghasilkan kekuatan impact yang berbeda. Kekuatan impact tertinggi dihasilkan pada gas pelindung Argon *grade* A sebesar 1458 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan, kekuatan Impact terendah sebesar 900 N/mm<sup>2</sup> pada gas pelindung Argon *grade* C.
2. Dari uji kekuatan impact ini diambil keadaan yang optimal atau paling baik yang memberikan kekuatan impact terbesar yaitu pada pelindung Argon *grade* A sebesar 0,22 J/mm<sup>2</sup> dan dari uji kekuatan tekuk ini diambil keadaan yang optimal atau paling baik yang memberikan kekuatan impact terbesar yaitu pada pelindung Argon *grade* A sebesar 1458 N/mm<sup>2</sup>

## SARAN

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses pengelasan harus diperhatikan benar dalam penggunaan elektroda, pemilihan gas pelindung, dan kecepatan pengelasan yang di gunakan, karena sangat berpengaruh terhadap kekuatan impact dan tekuk.
2. Perlu dilakukan uji mikro agar lebih memperdalam penelitian pada bahan aluminium 5083 hasil dari pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Welding Society, *Certification Manual for Welding Inspectors Fourth Edition*, Miami: American Welding Society, 2000

- [2] Wiryosumarto, H dan Okumura, Thoshie, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000
- [3] Tata S, Shinroku S, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1999
- [4] Hartono, Y dan Mulyatno, Imam Pujo, 2008, *Pengaruh Penggunaan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C Terhadap Kekuatan Tarik Lasan Sambungan Butt Pada Material Kapal Aluminium 5083*
- [5] Kejuruan Las GTAW, *Mengelas Dengan Proses Las Gas Tungsten*, 2007
- [6] Haqqi, Syaiful(2012).”*Analisis pengaruh backing plate material pengelasan dua sisi friction stir welding terhadap sifat mekanik aluminium 5083 pada kapal katamaran*”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- [7] Mulyatno, Imam Pujo & Hartono, Y., 2008, *Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Pelat klasifikasi BKI Tebal 10 mm Pada Sambungan Las*
- [8] ASTM E23. 2009. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate*. USA
- [9] Fadhila, Reza. 2015. *Gas Pelindung* Retrieved from:<https://www.teknikmesin.org/gas-pelindung/>. (Accessed: 01 September 2015)
- [10] Passalbessy, Valentino(2015),” *Pengaruh Besar Arus Listrik dan Kecepatan Las Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 5083 Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas)*”. Universitas Diponegoro. Semarang
- [11] Prawira, Zaki(2015),” *Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Kekuatan Impact Aluminium 5083 Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas*”. Universitas Diponegoro. Semarang
- [12] Ahmad Naufal (2015),” *Pengaruh Kuat Arus Listrik dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Aluminium 5083 Pengelasan GTAW*”. Universitas Diponegoro. Semarang