

## **PENGARUH ARUS PENGELASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN CACAT PENGELASAN PADA ALUMINIUM 5083**

**Abdul Kadir<sup>1)</sup>, Minto Basuki<sup>2)</sup>, Soejitno<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

<sup>2,3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

[abdulkadir.naval@gmail.com](mailto:abdulkadir.naval@gmail.com)

**Abstrak:** Aluminium A-5083 merupakan material pokok pada industri perkapalan, untuk kapal berukuran kecil, misalnya seperti kapal cepat, bangunan pada kapal cargo baja yang berukuran kecil, serta tangki pada kapal ikan. Salah satu penyambungan aluminium tersebut menggunakan jenis pengelasan TIG (*tungsten inert gas*) dengan jenis sambungan pengelasan *double V butt joint 60°*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cacat pengelasan dan kekuatan tarik terhadap pengaruh variasi arus pada pengelasan GTAW pada aluminium 5083 pada posisi pengelasan *down hand*. Data-data yang dipakai dalam penelitian variasi arus pada pengelasan dimana arus yang digunakan adalah 80 ampere, 95 ampere, 125 ampere, dan 150 ampere sebagai acuan dalam pengelasan. Metode analisis menggunakan cacat pengelasan menggunakan proses NDT dan kekuatan tarik menggunakan standar ASTM E8. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian tarik tingkat kekuatan pengelasan pada ampere 125 untuk ketebalan 6 mm dan pada ampere 95 pada ketebalan 4 mm adalah hasil yang paling optimal dibandingkan dengan variasi ampere yang lainnya. Sedangkan pada hasil pengujian cacat las rata-rata jenis cacat yang terjadi adalah *tungsten inclusion* dimana yang dipengaruhi oleh *tungsten* yang sudah tumpul.

**Kata kunci:** GTAW, Aluminium 5083, Tensile Test, Cacat Las.

### **PENDAHULUAN**

Dalam dunia perkapalan biasanya aluminium digunakan untuk konstruksi pada bagian tangki, khususnya tangki air tawar atau tangki bahan bakar, namun dapat juga digunakan secara keseluruhan pada konstruksi kapal. Namun demikian jika material aluminium paduan 5083 ini dilakukan manufaktur dengan menggunakan proses pengelasan, sambungan las paduan aluminium 5083 pada beberapa komponen konstruksi tertentu masih terjadi hasil sambungan yang kurang sempurna ditinjau dari segi spesifikasi dan kekuatan. (Hartono Y dan Mulyanto I P. 2008).

Berdasarkan [*Handbook AWS D1.2, Structural Welding Code Aluminum., 1997*] Salah satu paduan aluminium adalah pada seri 5083. Aluminium seri 5083 adalah aluminium paduan yang paling banyak digunakan di dunia perkapalan. AA 5083 merupakan paduan aluminium yang memiliki sifat tidak dapat diperlakukan panas, akan tetapi memiliki sifat yang baik dalam segi kekuatan dan daya tahan korosi terutama korosi oleh air laut serta sifat mampu las yang sangat baik.

Perkembangan teknologi pada bidang konstruksi yang semakin bertambah dan tidak bisa dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peran yang penting dalam reparasi logam. Pembangunan konstruksi pada logam pada era sekarang banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun, karena penyambungan pengelasan adalah suatu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan bagi pengelasannya agar diperoleh penyambungan yang berkualitas sangat baik. Proses pengelasan biasanya digunakan untuk fabrikasi dalam aplikasi *engineering*, seperti pesawat terbang, otomotif, dan industri perkapalan. Banyaknya penggunaan proses penyambungan dengan pengelasan dikarenakan pelaksanaannya relatif lebih cepat, lebih ringan, biaya yang murah, dan bentuk konstruksi lebih variatif (Cary, H.B,

1994).

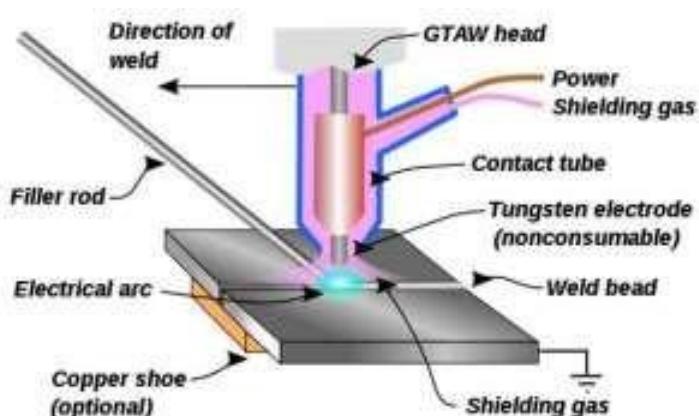
Istilah GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) berasal dari Amerika, sedangkan TIG (*Tungsten Inert Gas*) berasal dari Eropa, pengertiannya sama yaitu jenis las listrik yang menggunakan elektroda tidak terumpan. Elektroda ini hanya digunakan untuk menghasilkan busur listrik. Gas yang digunakan ini adalah argon (Prayogo, D.R, 2018). Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang sangat baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang kimia, listrik, bangunan, transportasi dan alat – alat penyimpanan. Akhir – akhir ini dalam teknik pengelasan busur listrik dengan gas mulia menyebabkan aluminium dan paduannya menjadi sederhana serta dapat dipercaya. Karena hal ini penggunaan aluminium dan paduannya di dalam banyak bidang telah berkembang. (Harsono, 2000).

Dari penelitian ini dapat kita ketahui bahwa variasi kecepatan pengelasan dengan menggunakan las khususnya las TIG berpengaruh terhadap tegangan gesernya, yaitu semakin tinggi kecepatan pengelasan maka tegangan geser spesimen akan semakin besar. Dan sebaliknya semakin rendah kecepatan pengelasan maka tegangan geser yang dihasilkan akan semakin kecil. Telah dilakukan juga penelitian mengenai pengaruh kecepatan pengelasan dan bentuk geometri ujung elektroda berbentuk runcing dan pipih terhadap hasil pelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) tutup kelongsong Batang Bakar Nuklir (EBN).

## **METODE PENELITIAN**

### **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dapat diperoleh dari buku, majalah, modul, artikel, jurnal, dan internet. Sehingga dapat mengetahui karakteristik material aluminium 5083, jenis pengelasan dan sambungan, hingga mempelajari pengujian tarik. Dalam dunia perkapalan biasanya aluminium 5083 digunakan untuk konstruksi pada bagian tangki, khususnya tangki air tawar atau tangki bahan bakar, namun dapat juga digunakan secara keseluruhan pada konstruksi kapal. Aluminium paduan seri 5xxx adalah jenis aluminium yang tidak dapat diperbaiki sifat mekaniknya dengan perlakuan panas, dikarenakan akan tedapat ketidak sempurnaan dalam proses penyambungan pengelasan, sehingga dinamakan *non heat treatable alloy* (Aljufri, 2008). Jenis pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah GTAW (*Gas Tungsten Arch Welding*), atau yang biasa disebut TIG (*Tungsten Inert Gas*). Pengelasan Jenis ini adalah suatu proses pengelasan busur listrik tidak terumpan, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara liar, skema pengelasan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Skema Pengelasan TIG.

Pada penelitian ini, jenis sambungan pengelasan yang digunakan adalah *Butt Joint*. Menggunakan *single V-butt joint* dengan sudut kampuh  $60^\circ$ , seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Sambungan Pengelasan.

Pengujian terhadap spesimen dalam penelitian ini adalah menggunakan pengujian tarik (*tensile test*) dilakukan agar untuk melengkapi informasi dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung pada suatu penelitian dan bagi spesifikasi bahan tersebut.

- *Kekuatan Tarik Maksimum ( $\sigma$ )*

Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perpatahan (*fracture*). tegangan maksimum itu merupakan sekaligus tegangan perpatahan (titik putus) sesuai dengan Persamaan 1 (Wiryosumarto, Dkk, 2000).

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Dimana :

$\sigma$  : Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm<sup>2</sup>)  
P : Beban maksimum (N)  
 $A_0$  : Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>).

- *Tegangan Luluh ( $\sigma_y$ )*

Tegangan luluh adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan, seperti pada persamaan 2.

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_0} \quad (2)$$

Dimana :

$P_y$  : Gaya titik luluh (N)  
 $A_0$  : Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>).

- *Tegangan Patah ( $\sigma_f$ )*

Tegangan patah adalah tegangan maksimum sebuah bahan hancur atau patah, seperti pada persamaan 3.

$$\sigma_f = \frac{P_f}{A_0} \quad (3)$$

Dimana :

$P_f$  : Beban yang diberikan (N)  
 $A_0$  : Luas penampang awal sebelum dibebani (mm<sup>2</sup>).

- *Regangan Nominal (%)*

Regangan nominal diperoleh dengan membagi perubahan panjang terhadap panjang ukur atau *gauge length* awal dari sampel uji, seperti pada persamaan 4.

$$\epsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

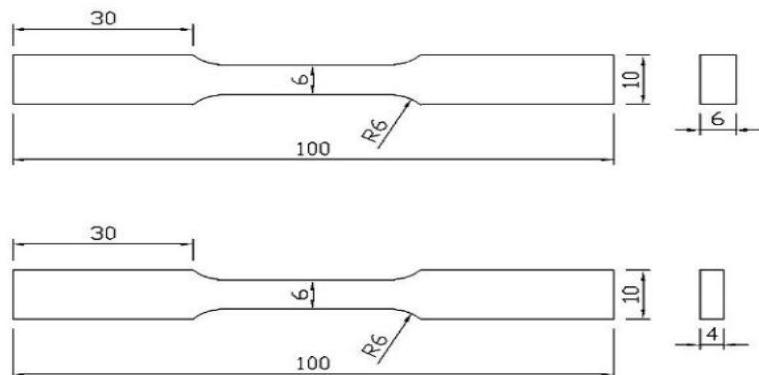
$L_f$  : Panjang ukur, sampel uji setelah perpanjangan.  
 $L_0$  : Panjang ukur, awal sampel uji.

### Parameter Penelitian

Adapun properties Alumunium 5083 adalah seperti pada tabel 1 dan bentuk specimen seperti pada gambar 3 berikut.

**Tabel 1.** Spesimen Aluminium 5083

No	Properties Bahan	Nilai
1	Poisson's Ratio	0,33
2	Modulus of Elasticity	68,9 GPa
3	Density	2700 kg/m <sup>3</sup>
4	Yield Stress	225 MPa
5	Tangent Modulus	633 MPa
6	Failure Strain	0,39
7	Tensil Strength	317 MPa

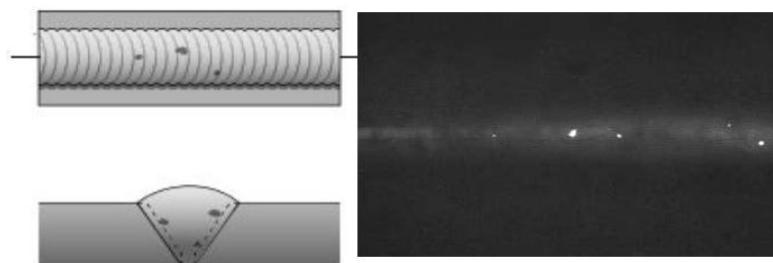


**Gambar 3.** Bentuk Spesimen Uji Tarik

### Cacat Pengelasan

*Weld Defect* atau Cacat las adalah hasil pengelasan yang tidak memenuhi syarat keberterimaan yang sudah dituliskan di standart (ASME IX, AWS, API, ASTM). Penyebab cacat las dapat dikarenakan adanya prosedur pengelasan yang salah, persiapan yang kurang dan juga dapat disebabkan oleh peralatan serta *consumable* yang tidak sesuai standart. Jenis cacat las pada pengelasan ada beberapa tipe yaitu cacat las internal (berada di dalam hasil lasan) dan cacat las visual (dapat dilihat dengan mata).

Jenis-jenis cacat pengelasan visual atau surface Anda dapat menggunakan pengujian *Penetrant Test*, *Magnetic Test* atau kaca pembesar. Berikut adalah salah satu cacat pengelasan yang terjadi pada jenis pengelasan TIG, dapat dilihat pada gambar 4 pada gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4.** Cacat Las *Tungsten Inclusion*

Cacat las *Tungsten Inclusion* adalah cacat pengelasan yang diakibatkan oleh mencairnya tungsten pada saat proses pengelasan yang kemudian melebur menjadi satu dengan *weld metal*, cacat ini hamper sama dengan *slag inclusion* namun saat diuji radiografi *tungsten inclusion* berwarna sangat terang.

### **Pelaksanaan Penelitian**

- *Tempat Penelitian*

Penelitian dilaksanakan diberbagai tempat, material alumunium UD. Bungus Sari. Pengelasan, pemotongan dan pembentukan specimen uji dilakukan di CV. Mandala Metal Cutting. Pengujian cacat pengelasan dilakukan di Laboratorium Hydromodelling Jurusan Teknik Perkapalan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Dan Pengujian Tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Material dan Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

- *Perisapan Pembuatan Spesimen*

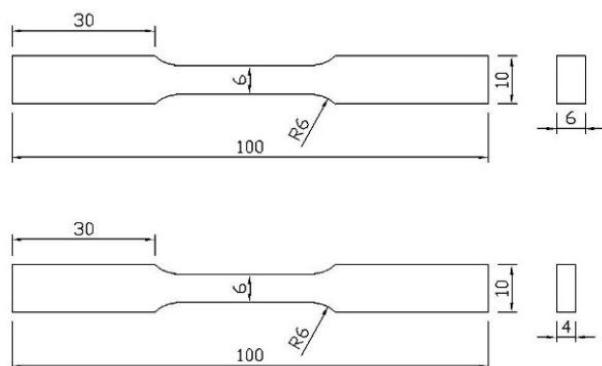
Dalam persiapan pembuatan spesimen ini, langkah pertama yaitu pemilihan material dan pembuatan kampuh las. Pemilihan Material dengan menggunakan alumnum 5083 dengan ketebalan 4 mm dan 6 mm dengan arus listrik 80Ampere , 95 Ampere, 125 Ampere, dan 150 Ampere dan posisi pengelasan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *1G Down.Hand*

- *Analisa Data*

Setelah proses pengelasan selesai, proses selanjutnya adalah menguji cacat las yang terjadi menggunakan metode NDT (Non Destructive Test) yaitu menguji cacat pengelasan secara tidak merusak dimana pengujian cacat ini menggunakan *Liquid Penetrant*. selanjutnya pembuatan spesimen uji tarik sesuai standart ASTM (*American Standart for Tension Testing Of Metallic Materials*) No. E8 *Standart Specimen Sheet Type* 6 mm.

## Seminar Nasional Kelautan XIV

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”  
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019



**Gambar 5.** Spesimen Standart ASTM E8

*Weld Defect* atau Cacat las adalah hasil pengelasan yang tidak memenuhi syarat keberterimaan yang sudah dituliskan di standart (ASME IX, AWS, API, ASTM). Penyebab cacat las dapat dikarenakan adanya prosedur pengelasan yang salah, persiapan yang kurang dan juga dapat disebabkan oleh peralatan serta

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini adalah mengetahui cacat las menggunakan *Liquid Penetrant Test* dan mengetahui nilai kekuatan tarik material menggunakan standart ASTM E8.

### Hasil Uji Cacat Las *Liquid Penetrant Test*

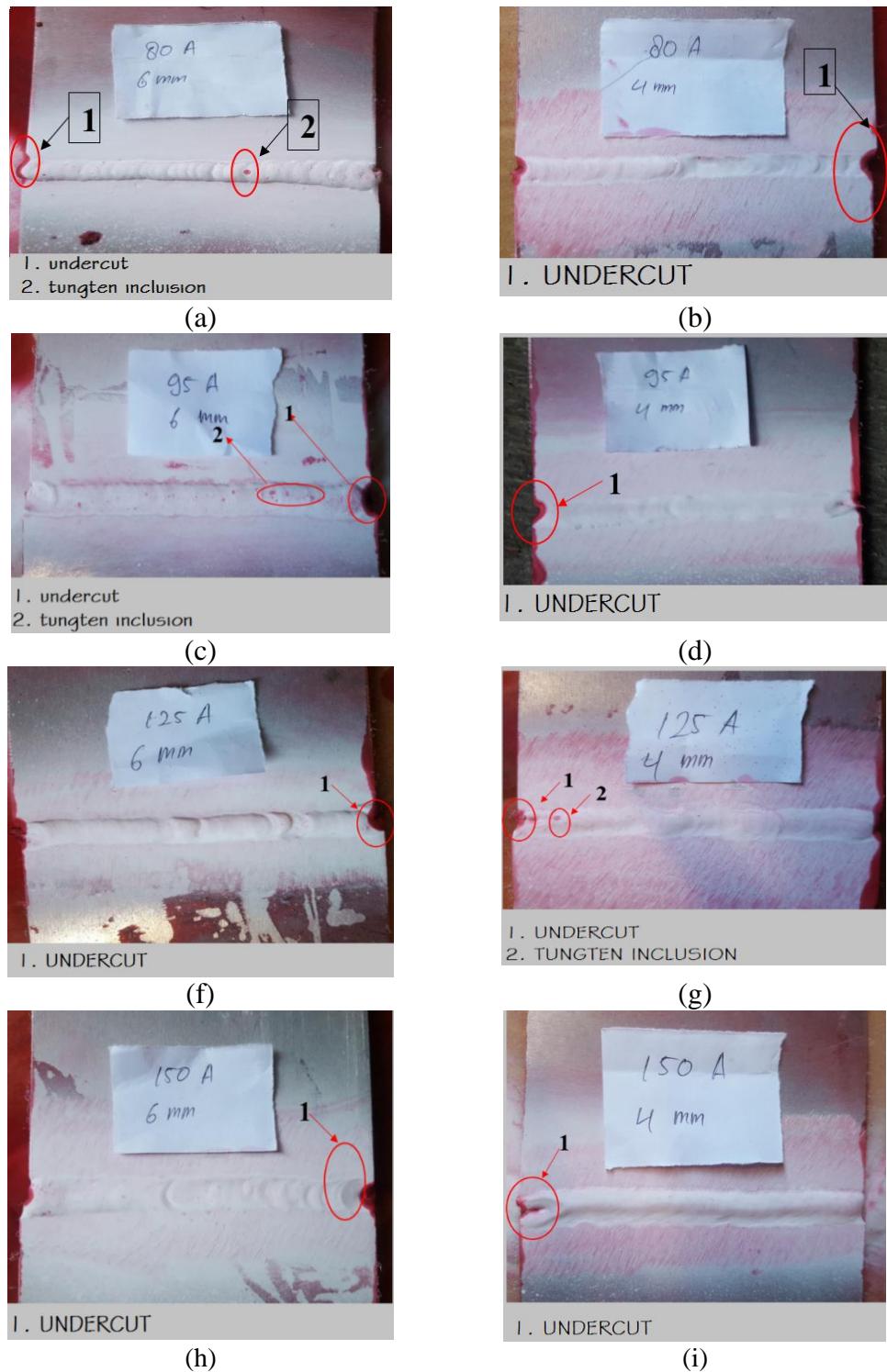
Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*) yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan. Uji *liquid penetrant* ini dapat digunakan untuk mengetahui diskontinyuitas halus pada permukaan seperti retak, berlubang atau kebocoran. Pada prinsipnya metoda pengujian dengan *liquid penetrant* memanfaatkan daya kapilaritas. *Liquid Penetrant Test* terdiri dari 3 jenis yaitu *Cleaner / Remover*, *Penetrant & Developer* seperti yang di tunjukkan gambar 6.



**Gambar 6.** *Cleaner / Remover* (A), *Liquid Penetrant* (B), *Developer* (C)

*Liquid penetrant* dengan warna tertentu (merah) meresap masuk kedalam diskontinyuitas, kemudian *liquid penetrant* tersebut dikeluarkan dari alam diskontinyuitas dengan menggunakan

cairan pengembang (*developer*) yang warnanya kontras dengan *liquid penetrant* (putih). Terdeteksinya diskontinyuitas adalah dengan timbulnya bercak-bercak merah (*liquid penetrant*) yang keluar dari dalam diskontinyuitas. Hasil Uji Cacat Las *Liquid Penetrant Test* dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil uji cacat las liquid penetrant test Posisi Down Heand 6mm (a)(c)(f)(h), Posisi Down Heand 6mm (b)(d)(g)(i)

## **Seminar Nasional Kelautan XIV**

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"  
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Dari hasil penelitian uji cacat las terhadap pengelasan *Downl hand* terhadap material 5083 pada ketebalan 4 dan 6 mm di atas memperoleh 2 jenis hasil cacat pengelasan yaitu *Undercut* dan *Tungsten Inclusion*

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengujian cacat pengelasan yaitu menggunakan *penetrant test*, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada ketebalan 6 mm memiliki 2 jenis cacat las, yaitu *undercut* dan *tungsten inclusion* dimana itu terjadi pada arus renda, 80 ampere dan 95 ampere. Sedangkan pada 120 ampere dan 150 ampere mempunyai cacat engelasan hanya *undercut* penyebab nya adalah arus ampere yang tinggi.
2. Pada ketebalan 4 mm hanya memiliki jenis cacat pengelasan *undercut* dan pada 125 ampere memiliki cacat *tungsten inclusion* dan *undercut*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Aljufri. (2008). "Variasi Sudut Kampuh V Tunggal Dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG." Universitas Sumatra Utara.

Cary, H. (1994). "Modern Welding Technologi, Prentice Hall, Englewood Clift," New Jersey.

E8/E8M-09, A. (2009). "Standard Specification For Aluminium And Aluminium-Alloy Sheet And Plat." USA.

Handbook AWS D1.2. (1997). "Structural Welding Code Aluminium."

Prayogo, D. R. (2018). "Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Truktur Mikro Terhadap Baja Ss 41 Pada Pengelasan GTAW," Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI 2018 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Wiryosumarto Dan Okumura, T. (2000). "Teknologi Pengelasan Logam," Digital Library UNM.