



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Tekuk dan Mikrografi Aluminium 5083 Pasca Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dengan Media Pendingin Air Laut dan Oli

Rizky Cahya Kusuma<sup>1)</sup>, Sarjito Jokosisworo<sup>1)</sup>, Ari Wibawa Budi S.<sup>1)</sup>

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

Email: rizkyceka@gmail.com

### Abstrak

Proses pengelasan dilakukan pada material aluminium 5083 yang banyak digunakan dalam industri perkapalan khususnya sebagai material konstruksi kapal aluminium. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil kekuatan tarik, impak, tekuk dan mikrografi dari variasi perlakuan pendinginan agar di dapatkan perlakuan yang optimal diantara pendinginan dengan media air laut, oli dan tanpa pendinginan. Pengelasan aluminium 5083 dilakukan dengan pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) dan jenis sambungannya *single v-butt joint* dengan sudut  $60^\circ$ . Variable perlakuan pendinginan yang di lakukan yaitu pendinginan dengan media air laut, oli dan tanpa pendinginan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pendinginan dengan media air laut dan oli dalam proses pengelasan berpengaruh dalam menentukan kualitas hasil pengelasan ditinjau dari kekuatannya, terlihat dari grafik variasi pendinginan dengan media air laut dan oli tersebut tidak selalu memiliki nilai naik dari hasil las yang tidak dilakukan proses pendinginan. Pada pengelasan dengan perlakuan pendinginan alami didapatkan keadaan yang optimal atau paling baik memberikan kekuatan tarik dan nilai regangan tertinggi diantara media pendingin air laut dan oli, yaitu sebesar  $196.48 \text{ N/mm}^2$  dan regangan sebesar  $6.91 \%$ . Lalu untuk kekuatan impak didapatkan kekuatan impak terbesar pada perlakuan pendinginan dengan media air laut yaitu dengan nilai kekuatan impaknya  $0.42 \text{ J/mm}^2$ . Kemudian untuk kekuatan tekuk didapatkan kekuatan tekuk terbesar pada perlakuan pendinginan dengan media oli yaitu dengan nilai kekuatan tekuk  $69.77 \text{ N/mm}^2$ . Dari hasil pengujian di dapatkan nilai terendah yaitu untuk kekuatan impak dan tekuk pada material las yang diberi perlakuan pendinginan alami dan untuk kekuatan tarik serta regangannya pada material las yang dilakukan proses pendinginan.

Kata Kunci: Aluminium 5083, Pengelasan TIG, Tarik, Impak, Tekuk, Mikrografi.

### 1. PENDAHULUAN

Alumunium terdiri dari beberapa kelompok yang dibedakan berdasarkan paduan penyusunnya. Alumunium 5083 merupakan paduan alumunium dengan magnesium (Mg), paduan ini memiliki sifat tidak dapat diperlakukan panas, tetapi memiliki sifat baik dalam daya tahan korosi terutama korosi oleh air laut dan sifat mampu las. Al-Mg banyak dipakai untuk konstruksi umum termasuk konstruksi kapal. Pada bidang perkapalan biasanya aluminium dipergunakan untuk konstruksi pada bagian tangki, khususnya tangki air tawar atau tangki bahan bakar. Namun untuk kapal, secara

keseluruhan konstruksi kapal terbuat dari bahan aluminium. Logam ini memiliki kemampuan las atau *weldability* yang rendah dari pada material logam baja lainnya. [1]

Perlakuan pada panas hasil pengelasan adalah cara paling efektif untuk membuat sifat mekanik dari kekerasan alminium. Beberapa tahun sebelumnya, beberapa almunium yang di teliti menunjukkan proses pendinginan dengan nitrogen cair secara signifikan mengubah bentuk dari hasil zona hasil pengelasan. Pada beberapa kondisi pendinginan dengan udara, air ( $20^\circ\text{C}$ ) dan media cair ( $-25^\circ\text{C}$ ) kondisi pendinginan dan berhasil

membuat kedua proses pendinginan tersebut menambah kekuatan tarik pada pengelasan FSW 7050AL-T7. [13]

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 atau pengisinya digunakan bahan yang sama atau sejenis dengan material induknya. [9]

Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui respon material deformasi dari luar. Dalam hal ini akan ditentukan seberapa jauh perilaku *Inhern* (sifat yang merupakan ketergantungan atas fenomena atomik maupun mikroskopis dan bukan di pengaruhi bentuk atau ukuran benda uji) dari material terhadap pembebanan tersebut Uji tarik merupakan pengujian yang mampu memberikan informasi representatif dari perilaku mekanis material. [7]

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan lahan. Pengujian Impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering di temui dalam transportasi atau konstruksi. [7]

Pengujian tekuk atau *bending test* merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji lentur digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di *weld metal* maupun HAZ. [10]

Pengujian Mikrografi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro sebuah logam atau paduan. Melalui proses ini kita dapat mengetahui struktur dari suatu logam atau paduan dengan memperjelas batas-batas butir logam sehingga dapat langsung dilihat dengan mikroskop dan diambil gambarnya. [2]

### 1.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil rumusan masalah yang akan dibahas yaitu menghitung kekuatan tarik, impak, tekuk dan mikrografi dari masing-masing variasi media pendingin dengan media air laut dan oli, kemudian mengetahui bagaimana kombinasi parameter media pendingin berbeda terhadap kekuatan aluminium setelah diuji tarik, impak, tekuk dan struktur mikrografinya. Terakhir membandingkan hasil

kekuatan tarik, impak, tekuk dan mikrografi dari masing masing media pendingin berbeda setelah proses pengelasan.

### 1.2. Batasan 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. Penelitian ini tidak meneliti tentang perubahan properti dari logam.
2. Tipe dari pengelasan ini menggunakan jenis pengelasan TIG - AC.
3. Logam Aluminium yang digunakan adalah tipe Aluminium 5083 dengan tebal 10mm
4. Logam pengisi/Elektrode (*filler metal*) dari aluminium 5083 yang di gunakan adalah AWS ER 5456.
5. Gas pelindung yang digunakan adalah argon UHP (99,99%).
6. Pelat di las dengan posisi 1G (*Down Hand*).
7. Sambungan pengelasan menggunakan jenis sambungan *single V-Butt joint* dengan sudut 60°.
8. Pengujian tarik, impak, *bending* dan mikrografi di laboratorium menggunakan standar ASTM E8, ASTM E23 dan ASTM E190.

### 1.3. Tujuan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian dengan variasi tanpa perlakuan pendinginan dan perlakuan pendinginan dengan media air laut dan oli adalah untuk mengetahui :

1. Hasil kekuatan tarik aluminium.
2. Hasil pengujian impak aluminium.
3. Hasil pengujian tekuk/bending aluminium.
4. Perubahan struktur mikro aluminium.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

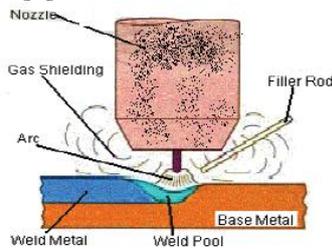
### 2.1. Aluminium

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*, tetapi mempunyai sifat mekanik (*mechanical properties*) yang baik dan ringan serta ketahanan korosi yang baik. [1]

### 2.2. 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.[9] Pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah GTAW (*Gas Tungsten Arch Welding*) atau yang biasa disebut TIG (*Tungsten Inert Gas*). Las tipe 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 dan elektroda pengisi dengan logam induk. [9]



Gambar 1. Skema Pengelasan TIG [1]

### 2.3. Elektroda Tungsten dan Elektroda Pengisi

Elektroda tungsten adalah elektroda tidak terumpan (*non consumable electrode*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Ada beberapa tipe elektroda tungsten yang biasa dipakai di dalam pengelasan sebagaimana yang tersaji dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Elektroda Tungsten [12]

Klasifikasi AWS	Elemen Paduan	Klasifikasi Warna
EWP	Tungsten murni	Hijau
EWTH - 1	0,8 + 1,2 % Thorium	Kuning
EWTH - 2	1,7 + 2,2 % Thorium	Merah
EWTH - 3	0,35 + 0,55 % Thorium	Biru
EWZR - 1	0,15 + 0,4 % Zirconium	Coklat
EWCe - 2	1,8 + 2,2 % Cerium	Orange
EWLa - 1	± 1,0 % Lanthanum	Hitam
EWG	tidak di spesifikasikan	Abu-abu

Tabel di atas disusun berdasarkan Klasifikasi *American Welding Society (AWS)* dimana kode E: elektroda; W: wolfram atau tungsten; P: tungsten murni (pure tungsten); G: umum (general). Pada penelitian ini pengelasan dilakukan menggunakan elektroda tungsten murni. Berkaitan dengan sifat mekanis logam las yang dikehendaki maka apabila salah dalam pemilihan akan menyebabkan logam tidak dapat di las. Pemilihan logam pengisi banyak ditentukan oleh keterkaitannya dengan: jenis proses las yang akan digunakan, jenis material

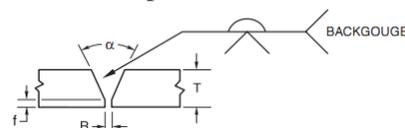
yang akan di las, desain sambungan las, dan perilaku panas (*preheat, post heat*). [12]

Dalam penelitian logam pengisi yang digunakan yaitu elektroda ER 5356 dengan spesifikasi standart AWS. Adapun mechanical propertinya:

- Tensile strength : 39.000 psi
- Yield Strength : 19.000 psi
- Elongation : 17%
- Density : 0,096 lbs/cu in

### 2.4. Sambungan Las

Tipe sambungan las yang dipakai pada penelitian ini *Butt Joint*. Penelitian ini menggunakan tipe sambungan *single V-butt joint* dengan sudut kampuh  $60^\circ$



Gambar 2. Sambungan las [6]

### 2.5. Pengujian Tarik

Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Berikut adalah sifat-sifat yang dihasilkan oleh pengujian tarik:

#### 1. Kekuatan tarik maksimum ( $\sigma$ )

Merupakan tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh material sebelum terjadinya perputahan (*fracture*). Pada bahan yang bersifat getas, dimana tegangan maksimum itu merupakan sekaligus tegangan perputahan (titik putus). Dirumuskan:  $\sigma = \frac{P}{A_0}$

Dimana,  $\sigma$  adalah Tegangan tarik maksimum (MPa, N/mm<sup>2</sup>), P adalah Beban Maksimum (N) dan  $A_0$  adalah Luas Penampang Mula-mula (mm<sup>2</sup>).

#### 2. Regangan maksimum ( $e$ )

Diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah perputahan terhadap panjang awalnya. Dirumuskan:

$$e = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana,  $L_i$  adalah Panjang sesudah patah (mm),  $L_0$  adalah Panjang mula-mula (mm),  $e$  adalah Regangan (%).

#### 3. Modulus elastisitas ( $E$ )

Merupakan ukuran kekakuan suatu material pada grafik tegangan-regangan modulus kekakuan tersebut dapat dihitung dari slope

kemiringan garis elastic yang linier, diberikan oleh:

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Dimana,  $E$  adalah Modulus elastisitas (MPa),  $\sigma$  adalah Tegangan Maksimum (KN/mm<sup>2</sup>), dan  $e$  adalah Regangan (%). [7]

Pengujian tarik dapat menunjukkan beberapa fenomena perpatahan ulet dan getas, perpatahan ini dapat dilihat dengan mata telanjang. Perpatahan ulet umumnya lebih disukai karena bahan ulet dan tangguh dan memberikan peringatan lebih dahulu sebelum terjadinya kerusakan. Sedangkan perpatahan getas memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan patah ulet, yaitu tidak ada atau sedikit sekali terjadi deformasi plastis pada material. Patahannya merambat sepanjang bidang. [7]

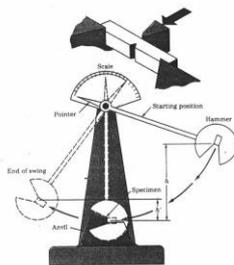
## 2.6. Pengujian Impak

Pengujian Impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering di temui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Prinsip pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi.

Pada pengujian impak ini banyaknya energi yang di serap oleh bahan untuk terjadinya perpatahan merupakan ukuran ketahanan impak atau ketangguhan bahan tersebut. Suatu material dikatakan tangguh bila memiliki kemampuan menyerap beban kejut yang besar tanpa terjadinya retak atau deformasi dengan mudah. Pada pengujian impak, energi yang di serap oleh benda uji biasanya dinyatakan dalam satuan Joule dan dibaca langsung pada skala (*dial*) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Nilai Impak suatu bahan yang di uji dengan metode charpy diberikan oleh

$$HI = E / A$$

Dimana  $E$  adalah energi yang diserap dalam satuan Joule dan  $A$  adalah luas penampang di dawah takik dalam satuan mm<sup>2</sup>. [7]

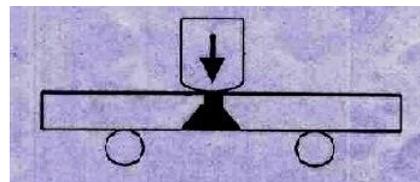


Gambar 3. Ilustrasi skematis pengujian impak dengan benda uji *charpy*.

## 2.7. Pengujian Tekuk/*Bending*

Pengujian tekuk (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las baik di weld metal maupun HAZ. Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa factor yang harus diperhatikan yaitu kekuatan tarik, komposisi kimia dan struktur mikro dan tegangan luluh. [11]

Pada penelitian ini menggunakan pengujian *face transversal bending*. Dikatakan *face bend* karena *bending* dilakukan sehingga permukaan las mengalami tegangan tarik dan dasar las mengalami tegangan tekan. Pengamatan dilakukan pada permukaan las yang mengalami tegangan tarik. Apakah timbul retak atau tidak. Jika timbul retak dimanakah letaknya, apakah di weld metal, HAZ atau di fussion line (garis perbatasan WM dan HAZ). [11]



Gambar 4. Skema Uji *Transversal Bending Face Bend*.

## 2.8. Pengujian Mikrografi

Pengujian Mikrografi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk memperoleh gambar yang menunjukkan struktur mikro sebuah logam atau paduan. Melalui Proses ini kita dapat mengetahui struktur dari suatu logam atau paduan dengan memperjelas batas-batas butir logam sehingga dapat langsung dilihat dengan menggunakan mikroskop dan diambil gambarnya. Pengujian mikrografi dimaksudkan untuk melihat perubahan struktur pada sebuah logam atau paduan setelah dilakukan pengelasan dari logam murni. [2]

## 2.9. Proses Pendinginan Pengelasan

Perlakuan pada panas hasil pengelasan adalah cara paling efektif untuk membuat sifat mekanik dari kekerasan alminium. Beberapa tahun sebelumnya, beberapa alminium yang di teliti menunjukkan proses pendinginan dengan nitrogen cair secara signifikan mengubah bentuk dari hasil zona hasil pengelasan. Pada beberapa kondisi pendinginan dengan udara, air (20°C) dan media cair (-25°C) kondisi pendinginan dan berhasil membuat kedua proses pendinginan tersebut menambah kekuatan tarik pada pengelasan FSW 7050AL-T7. [13]

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Pengumpulan Data

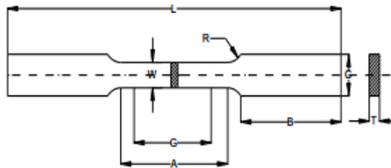
Pengumpulan data diperoleh dari buku buku, majalah, modul, artikel, jurnal dan melalui internet. Sehingga dapat mempelajari karakteristik material aluminium 5083, tipe pengelasan dan sambungan, serta mempelajari pengujian tarik, impak, *bending* dan mikrografi.

#### 3.2. Parameter Penelitian

##### ➤ Parameter tetap

- Tipe Pengelasan : TIG
  - Diameter Elektroda Pengisi : 3.2 mm
  - Voltage : 220 V
  - Ampere : 325 A
  - Spesimen dari Aluminium 5083
- Adapun material properti:
- Tensile strength : 317 Mpa
  - Poisson's Ratio : 0,33
  - Modulus Elastisitas : 68,9 Gpa
  - Density : 2700 kg/m<sup>3</sup>
  - Yield Stress : 225 Mpa
  - Tangent Modulus : 633 Mpa
  - Failure Strain : 0,39

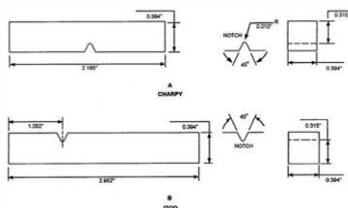
- Dimensi ukuran spesimen :



Gambar 5. Bentuk Spesimen Uji Tarik.[4]

Keterangan:

- ❖ Gage length (G) : 50,0 mm
- ❖ Length of reduced section (A) : 57 mm
- ❖ Width (W) : 12,5 mm
- ❖ Thickness (T) : 10mm
- ❖ Radius of fillet (R) : 12,5 mm
- ❖ Overall length (L) : 200 mm
- ❖ Width of grip section (C) : 20 mm
- ❖ Length of grip section (B) : 50 mm
- ❖ Tipe Pengelasan : TIG
- ❖ Diameter Elektroda Pengis : 2.6 mm

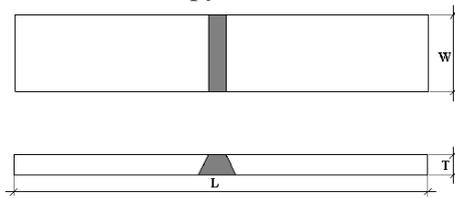


Gambar 6. Bentuk Spesimen Uji Impak [3]

Keterangan:

- ❖ Overall length (L) : 55 mm

- ❖ Width (W) : 10 mm
- ❖ Thickness (T) : 10mm
- ❖ Notched Charpy : 45°



Gambar 7. Bentuk Spesimen Uji *Bending* [5]

Keterangan:

- ❖ Overall length (L) : 152 mm
- ❖ Width (W) : 38 mm
- ❖ Thickness (T) : 10 mm

##### ➤ Parameter Perubahan :

- A1 = Tanpa Pendinginan
- A2 = Pendinginan dengan Air Laut
- A3 = Pendinginan dengan Oli

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pembuatan Spesimen Pengelasan

Proses pengelasan mengacu kepada standar AWS NUMBER 3 dengan posisi las datar (1G) Butt Joint Single V-Groove 60°. Lembaran pelat dipotong menggunakan mesin pemotong dengan dimensi ukuran plat 214 mm x 142 mm x 10 mm sebanyak 3 lembar plat untuk digunakan sebagai spesimen uji tarik, 232 mm x 166 mm x 10 mm sebanyak 3 lembar plat untuk digunakan sebagai spesimen uji tekuk, dan 109 mm x 69 mm x 10 mm sebanyak 3 lembar untuk digunakan sebagai spesimen uji impak dan mikrografi. Setelah pelat dipotong, maka proses selanjutnya adalah pembuatan bevel las. Sudut bevel yang digunakan adalah 60°. Pelat tersebut di las dengan posisi las 1G (Down Hand) dengan menggunakan jenis pengelasan TIG dan logam pengisi memakai elektroda ER 5356 dengan diameter elektrode 3,2 mm.

#### 4.2. Data Hasil Pengelasan dan Pendinginan

Data hasil pengelasan aluminium 5083 dengan logam pengisi ER 5356, dari hasil eksperimen las dan dilanjutkan dengan proses pendinginan yang telah di lakukan di laboratorium pengelasan UNY, menghasilkan data rekaman set parameter dan catatan hasil pengelasan dan pendinginan sebagai berikut :

- a. Logam Induk
  - Material Specification* : AL 5083
  - Tebal : 10 mm
- b. Logam pengisi
  - AWS Classification* : ER 5356
  - Filler Metal Diameter* : 3.2 mm

- c. Posisi  
Posisi Pengelasan : 1 G
- d. Sudut Kampuh : *Single V 60° Butt Joint*
- e. *Shielded Gas* : Argon
- f. Media Pendingin : Air Laut & Oli
- g. Suhu Media Pendingin : 25°
- h. Waktu Pendinginan : 15 Menit

Pada proses yang telah dilakukan setiap kali akan dilakukan proses pengelasan maka akan disiapkan media air laut dan oli yang telah di tampung pada tempat yang tersedia, dengan parameter variasi media pendingin setelah proses pengelasan. Maka setelah proses pengelasan akan langsung dilakukan proses pendinginan secara langsung.

### 4.3. Hasil Pengujian Tarik (*Tensile Strength*)

Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan alami menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 196.48 N/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah pada material dengan perlakuan pendinginan dengan media oli yaitu sebesar 110.49 N/mm<sup>2</sup>. Dari variasi tersebut diketahui bahwa proses pendinginan secara cepat membuat benda semakin kaku/getas yang menyebabkan kekuatan tarik menjadi semakin kecil.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik

Perlakuan	to (mm)	wo (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	P		σ Rata-rata (N/mm <sup>2</sup> )
				Max (N)	σ Max (N/mm <sup>2</sup> )	
Pendinginan Alami	spesimen 1	10.71	12.99	139.12	25080	180.27
	spesimen 2	11.04	12.85	141.86	25230	177.85
	spesimen 3	10.66	13.91	148.28	29850	201.31
	spesimen 4	10.53	14.11	148.58	33650	226.48
Pendinginan Media Air Laut	spesimen 1	11.04	13.41	148.05	25030	169.07
	spesimen 2	11.10	14.03	155.73	29370	188.59
	spesimen 3	10.37	13.85	143.26	15540	108.20
	spesimen 4	10.53	12.91	135.94	15590	114.68
Pendinginan Media Oli	spesimen 1	10.68	12.75	136.17	16110	118.31
	spesimen 2	10.75	14.52	156.09	15370	98.47
	spesimen 3	10.75	14.52	156.09	15370	98.47



Gambar 8. Diagram Hasil Rata-Rata Kekuatan Tarik

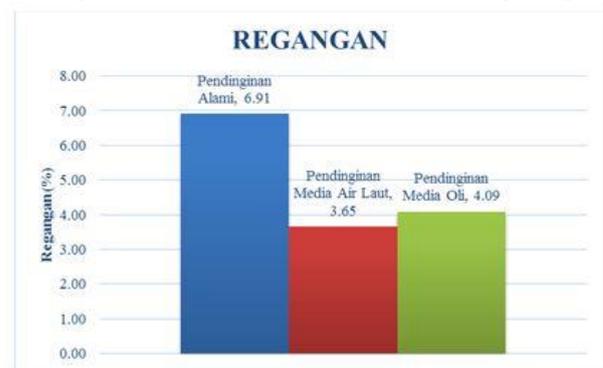
Pada hasil pengelasan dengan perlakuan pendinginan alami menghasilkan kekuatan tarik

tertinggi, yaitu sebesar 196.48 N/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah pada material dengan perlakuan pendinginan dengan media oli yaitu sebesar 110.49 N/mm<sup>2</sup>. Dari variasi tersebut diketahui bahwa proses pendinginan secara cepat membuat benda semakin kaku/getas yang menyebabkan kekuatan tarik menjadi semakin kecil.

### 4.4. Regangan

Tabel 3. Data Regangan

Perlakuan	Lo (mm)	L1 (mm)	ΔL (mm)	Regangan (%)	Regangan Rata-rata (%)
Pendinginan Alami	spesimen 1	50.34	53.51	3.17	6.34
	spesimen 2	50.29	53.65	3.36	6.72
	spesimen 3	50.69	54.53	3.84	7.68
Pendinginan Media Air Laut	spesimen 1	50.07	51.02	0.95	1.90
	spesimen 2	50.67	53.32	2.65	5.30
	spesimen 3	49.93	52.77	2.84	5.68
	spesimen 4	50.21	51.07	0.86	1.72
Pendinginan Media Oli	spesimen 1	50.36	52.50	2.14	4.28
	spesimen 2	50.29	51.91	1.62	3.24
	spesimen 3	50.07	52.20	2.13	4.26
	Spesimen 4	49.77	52.05	2.28	4.56



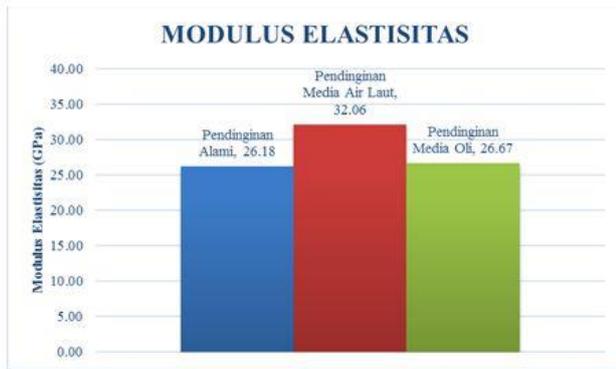
Gambar 9. Diagram Hasil Rata-Rata Regangan

Dilihat dari diagram rata-rata nilai regangan, regangan rata-rata pada spesimen dengan perlakuan pendinginan alami adalah regangan yang tertinggi senilai 6.91%. Sedangkan regangan rata-rata terendah dihasilkan pada spesimen dengan media pendingin air laut sebesar 3.65%.

### 4.5. Modulus Elastisitas

Tabel 4. Data Modulus Elastisitas

Perlakuan	σ Max (MPa)	Regangan (%)	E (MPa)	E Rata-rata (GPa)
Pendinginan Alami	spesimen 1	180.27	6.34	28434.11
	spesimen 2	177.85	6.72	26465.24
	spesimen 3	226.48	9.60	23591.66
	spesimen 4	201.31	7.68	26211.92
Pendinginan Media Air Laut	spesimen 1	75.65	1.90	39815.79
	spesimen 2	169.07	5.30	31899.74
	spesimen 3	246.17	10.56	23311.53
	spesimen 4	188.59	5.68	33202.82
Pendinginan Media Oli	spesimen 1	114.68	4.28	26794.63
	spesimen 2	82.42	3.24	25439.79
	spesimen 3	118.31	4.26	27771.83



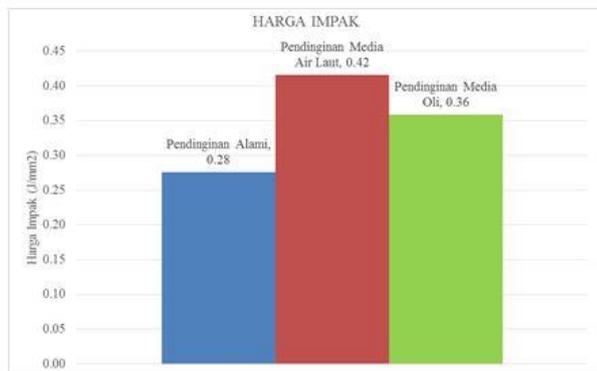
Gambar 10. Diagram Hasil Rata-Rata Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Modulus elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu material, jika rata-rata nilai dari modulus elastisitas besar, maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Hal tersebut ditunjukkan pada spesimen dengan perlakuan pendinginan dengan media air laut yang nilai modulus elastisitasnya paling tinggi yaitu sebesar 32.06 GPa.

#### 4.6. Hasil Pengujian Impak

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Impak

Perlakuan	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Energi (J)	Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )	Total Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )	Rata-rata Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> )
Pendinginan Alami	Spesimen 1	10.88	10.19	29.00	0.26	0.83
	Spesimen 2	11.13	10.26	37.00	0.32	
	Spesimen 3	11.07	10.08	27.00	0.24	
Pendinginan Media Air Laut	Spesimen 1	10.63	10.06	58.00	0.54	1.25
	Spesimen 2	10.48	9.54	38.00	0.38	
	Spesimen 3	10.40	10.33	35.00	0.33	
Pendinginan Media Oli	Spesimen 1	11.03	9.65	38.00	0.36	1.79
	Spesimen 2	10.86	10.46	58.00	0.51	
	Spesimen 3	10.61	10.61	55.00	0.49	
	Spesimen 4	10.71	10.02	47.00	0.44	



Gambar 11. Diagram Hasil Rata-Rata Harga Impact

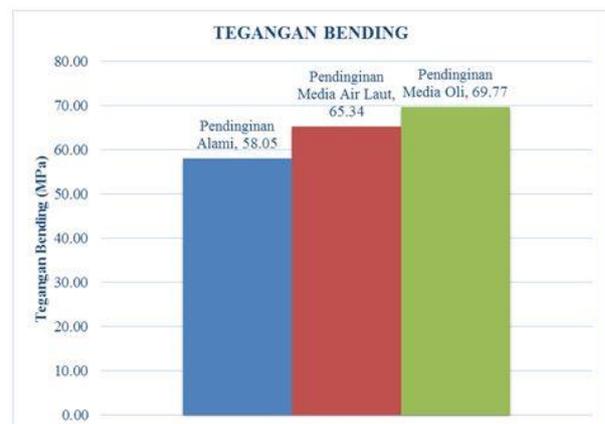
Dari teori uji impact makin keras benda maka akan mendapatkan nilai impact yang makin besar pula. Pada hasil pengujian material yang telah di uji maka didapatkan hasil bahwa proses

pendinginan secara cepat dengan media pendingin berbeda mempengaruhi kekerasan material yang telah di las. Dapat kita lihat bahwa hasil impact terbesar terletak pada perlakuan pendinginan dengan media air laut dengan rata-rata 0.42 J/mm<sup>2</sup>, lalu menurun kekerasan material pengelasannya pada perlakuan pendinginan dengan media pendingin oli dengan rata-rata 0.36 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai harga impact terendah yaitu pada material pengelasan yang diberi perlakuan pendinginan alami dengan rata-rata 0.28 J/mm<sup>2</sup>.

#### 4.7. Hasil Pengujian Tekuk/Bending

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Tekuk/Bending

Perlakuan	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tegangan Bending, σ <sub>b</sub> (MPa)	Δl saat patah (mm)	Rata-rata Tegangan Bending, σ <sub>b</sub> (MPa)
Pendinginan Alami	Spesimen 1	11.24	39.11	61.86	19.89
	Spesimen 2	11.01	41.11	56.03	21.61
	Spesimen 3	11.65	41.57	57.07	18.62
	Spesimen 4	11.28	40.02	57.25	19.00
Pendinginan Media Air Laut	Spesimen 1	10.88	39.99	68.24	32.57
	Spesimen 2	10.61	41.88	62.63	26.62
	Spesimen 3	10.88	41.21	65.15	30.23
Pendinginan Media Oli	Spesimen 1	10.43	37.70	74.07	27.29
	Spesimen 2	10.59	40.78	71.93	34.57
	Spesimen 3	10.73	40.33	68.24	30.55
	Spesimen 3	10.77	41.80	64.85	28.90



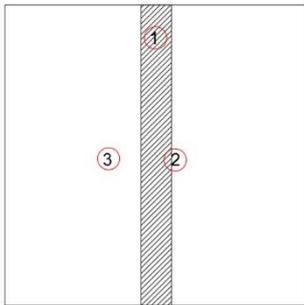
Gambar 12. Diagram Hasil Rata-Rata Tegangan Bending

Dari hasil pengujian tekuk/bending, terlihat pada spesimen dengan proses pendinginan secara cepat akan memiliki kekuatan tekuk/bending yang lebih baik dibandingkan dengan hasil pengeleasan tanpa perlakuan pendinginan. Nilai kekuatan tekuk/bending tertinggi yaitu pada media pendingin oli dengan kekuatan rata rata tegangan bendingnya adalah 69.77 MPa. Dan terbukti bahwa nilai terendah terjadi pada spesimen dengan perlakuan pendinginan alami dengan nilai 58.05 Mpa

#### 4.8. Hasil Pengujian Mikrografi

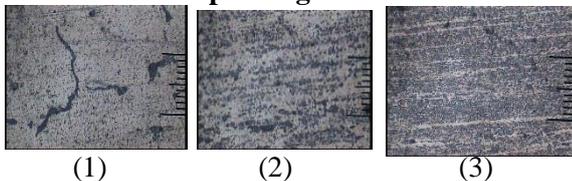
Untuk proses pengerjaan pengujian mikrografi terlebih dahulu material di amplas dengan amplas nomer 100, 200, 400, 600 dan 1000. Setelah proses pengamplasan hingga halus

maka material harus di autosol hingga material yang sudah di amplas mengkilap. Lalu proses dilanjutkan dengan pengetsaan. Untuk material aluminium standart etsa yang di gunakan adalah Larutan NaOH 50%. Hasil dari pengujian ini didapat beberapa hasil gambar struktur mikro dan makro. Dari hasil pengujian mikrografi didapatkan hasil yaitu:



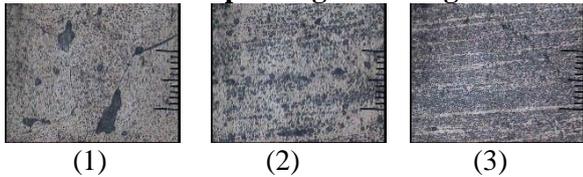
Gambar 13. (1) Daerah Las (2) Daerah HAZ (3) Daerah Base Metal

#### Struktur mikro pendinginan alami.



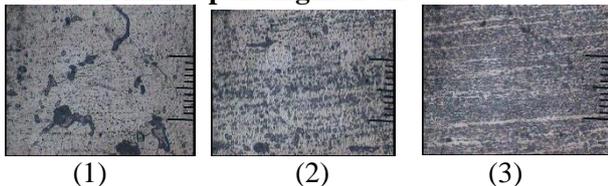
Gambar 14. (1) Daerah Las (2) Daerah HAZ (3) Daerah Base Metal

#### Struktur mikro pendinginan dengan air laut.



Gambar 15. (1) Daerah Las (2) Daerah HAZ (3) Daerah Base Metal

#### Struktur mikro pendinginan oli.



Gambar 16. (1) Daerah Las (2) Daerah HAZ (3) Daerah Base Metal

Pada pengujian mikrografi dapat terlihat struktur aluminium yang telah mengalami perubahan dari struktur asli aluminium 5083, pada bagian Heat Affected Zone (HAZ), dan pada struktur lasnya. Pada tiap variasi media pendinginan memperlihatkan pada tiap struktur mengalami perubahan. Kerapatan struktur dari

hasil las pada tiap media pendingin terlihat bahwa dengan dilakukannya proses pendinginan struktur mikrografi dari hasil pengelasan akan mengalami perubahan. Maka dapat dikatakan bahwa perubahan strukturnya lasnya semakin rapat dan membuat spesimen menjadi semakin keras. Perubahan struktur mikrografi yang menjadi lebih rapat dapat terlihat pula pada hasil kekuatan impact yang membuat benda semakin keras akan memiliki harga impact yang yang lebih baik

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis hasil pengujian tarik, impact, tekuk/*bending*, dan mikrografi pada aluminium 5083 pasca pengelasan TIG dengan media pendingin air laut dan oli yang dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kekuatan tarik aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi media pendingin air laut dan oli serta tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik dari masing-masing perlakuan yaitu tanpa perlakuan pendinginan =  $196.48 \text{ N/mm}^2$  perlakuan pendinginan dengan media pendingin air laut =  $155.29 \text{ N/mm}^2$  dan perlakuan pendinginan dengan media pendingin oli =  $110.49 \text{ N/mm}^2$ .
2. Hasil pengujian impact aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi media pendingin air laut dan oli serta tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan harga impact yang berbeda. Harga impact dari masing-masing perlakuan yaitu tanpa perlakuan pendinginan =  $0.28 \text{ J/mm}^2$ , perlakuan pendinginan dengan media pendingin air laut =  $0.42 \text{ J/mm}^2$  dan perlakuan pendinginan dengan media pendingin oli =  $0.36 \text{ J/mm}^2$ .
3. Hasil pengujian tekuk / *bending* aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi media pendingin air laut dan oli serta tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan tegangan *bending* yang berbeda. Tegangan *bending* dari masing-masing perlakuan yaitu tanpa perlakuan pendinginan =  $58.05 \text{ N/mm}^2$ , perlakuan pendinginan dengan media pendingin air laut =  $65.34 \text{ N/mm}^2$  dan perlakuan pendinginan dengan media pendingin oli =  $69.77 \text{ N/mm}^2$ .
4. Hasil pengujian mikrografi aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi media pendingin air laut dan oli serta tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan perubahan

struktur mikrografi dari masing-masing perlakuan, spesimen dengan perlakuan pendinginan memiliki kerapatan yang lebih rapat dibandingkan dengan spesimen tanpa perlakuan pendinginan.

Dari poin 1, 2 dan 3 dapat kita peroleh perlakuan paling optimal. Untuk uji kekuatan tarik ini diambil perlakuan yang optimal atau paling baik yang memberikan kekuatan tarik terbesar yaitu pada tanpa perlakuan pendinginan sebesar 196.48 N/mm<sup>2</sup> dan harga regangan 6.91 %. Dari uji impak diambil perlakuan pendinginan dengan media pendingin paling optimal yaitu media pendingin air laut dengan harga impak sebesar 0.42 J/mm<sup>2</sup>. Dari uji tekuk / bending diambil perlakuan pendinginan dengan media pendingin paling optimal yaitu media pendingin oli dengan tegangan *bending* sebesar 69.77 N/mm<sup>2</sup>.

## 5.2. 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 perlakuan pengelasan, pemilihan jenis las yang akan di gunakan, keterampilan operator las karena sangat berpengaruh terhadap hasil percobaan karena pada penelitian ini ada kekuarangan pada hasil pengelasan yang masih banyak kesalahan.
2. Perlu perhatian lebih untuk memilih pengelasan yang akan digunakan sebaiknya digunakan pengelasan yang otomatis untuk menghindari kesalahan manusia (*human error*) yang ada untuk mengoptimalkan penelitian dari perlakuan pendinginan pengelasan bahan aluminium 5083 hasil dari pengelasan TIG.
3. Pengujian selanjutnya sebaiknya ditambah dengan pengujian kekerasan.
4. Sebaiknya dilakukan penelitian dengan menggunakan Aluminium yang dapat diperlaku panaskan atau *Heat treatable* agar mendapatkan hasil yang maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aljufri. 2008. *Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG*. Universitas Sumatra Utara.
- [2] ASM. *Metal Handbook Volume 9*. 2004.
- [3] ASTM E23-07a. 2007. *Standard Test Method for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*. USA.
- [4] ASTM E8/E8M-09. 2009. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate*. USA.
- [5] ASTM E190-14. 2014. *Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds*. USA.
- [6] AWS D 1.2. 2004. *Structural Welding Code - Aluminium*. Florida: American Welding Society.
- [7] Dr. Ir. Yuwono Akhmad Herman. M.Phil.Eng 2009. *Buku Panduan Praktikum Karakteriasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Universitas Indonesia
- [8] Jones D (n.d). 2015 . *Pengertian Pengelasan*. Retrieved from:<http://www.pengelasan.com/2014/06/pengertianpengelasanadalah.html>(Accessed: 12 Maret 2017)
- [9] Jurnal Saintek, 2007, *Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 6083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG*. Universitas Malikussaleh.
- [10] Muhammad, Burhanuddin. 2014. *Laporan Bending Test*. Retrieved from: <http://teknikdesaindanmanufaktur.blogspot.co.id/2014/10/laporan-bending-test.html> (Accessed: 17 Maret 2017)
- [11] Naufal, Ahmad. 2016. *Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Aluminium 5083 Pengelasan Gtaw*. Universitas Diponegoro.
- [12] Sunaryo, Hery. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1 untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [13] Z. Zhang, B.L. Xiao. Z.Y Ma, 2014. *Influence of Water Cooling on Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded 2014 Al- T6 Joints*. Shenyang National Laboratory for Material Science.