



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Pengaruh Suhu Pendinginan Dengan Media Air Terhadap Hasil Pengelasan Pada Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Aluminium 5083 Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*)

Akbar Triansyah<sup>1)</sup>, Sarjito Jokosisworo<sup>1)</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>

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

Email: [akbartriansyah@gmail.com](mailto:akbartriansyah@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 dari variasi pendinginan agar di dapatkan pendinginan dengan media air pada suhu yang optimal. Pengelasan aluminium 5083 dilakukan dengan proses pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) dan jenis sambungan pengelasan double v-butt joint dengan sudut 60°. Variable proses pendinginan yang di lakukan menggunakan media air adalah 10° C, 25° C, 50° C, 90° C, dan tanpa pendinginan dengan media air. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pendinginan dengan media air dalam proses pengelasan sangat berpengaruh dalam menentukan kualitas hasil pengelasan ditinjau dari kekuatannya., terlihat dari grafik variasi pendinginan dengan media air tersebut memiliki nilai naik dari hasil las yang tidak dilakukan proses pendinginan. Pada suhu 95° C didapatkan keadaan yang optimal atau paling baik memberikan kekuatan tarik dan nilai regangan tertinggi diantara arus dan kecepatan lainnya, yaitu sebesar 130,18 N/mm<sup>2</sup> dan regangan sebesar 2,91%. Lalu untuk kekuatan impak di dapatkan kekuatan impak terbesar pada suhu pendinginan dengan media air 10° C yaitu dengan nilai kekuatan impaknya 0.26 J/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian tarik dan impak di dapatkan nilai terendah yaitu pada material las yang tidak dilakukan proses pendinginan dengan media air.

Kata Kunci : Aluminium 5083, Pengelasan TIG, Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak, 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.[14].

Perlakuan pada panas hasil pengelasan adalah cara paling efektif untuk membuat sifat mekanik dari kekerasan aluminium. Beberapa tahun sebelumnya, beberapa alumunium yang di teliti menunjukkan proses pendinginan dengan nitrogen cair secara signifikan mengubah bentuk dari hasil zona hasil pengelasan. 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.[14]

Perlakuan pada panas hasil pengelasan adalah cara paling efektif untuk membuat sifat mekanik dari kekerasan aluminium. Beberapa tahun sebelumnya, beberapa aluminium yang diteliti 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.[7]

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.[13]

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[4]

Pengujian impact merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impact dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan lahan. Pengujian Impact merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering di temui dalam transportasi atau konstruksi.[4]

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. [15]

### 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, impact dan mikrografi dari masing-masing variasi pendinginan dengan media air yang berbeda-beda, kemudian mengetahui bagaimana kombinasi parameter pendinginan dengan media air terhadap kekuatan aluminium setelah diuji tarik, impact, dan struktur mikrografinya. terakhir membandingkan hasil kekuatan tarik impact dan mikrografi dari masing masing variasi pendinginan pengelasan dengan media air.

### 1.2. 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. 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 murni (99,99%).
6. Pelat di las dengan posisi 1G (*Down Hand*).
7. Sambungan pengelasan menggunakan jenis sambungan *doubleV-Butt joint* dengan sudut 60°.
8. Pengujian tarik impact dan mikrografi di laboratorium menggunakan standar ASTM E8.
9. Variasi pendinginan dengan media air dengan suhu 10° C, 25° C, 50° C, 90° C, dan tanpa pendinginan dengan media air.

### 1.3. Tujuan Penelitian

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

1. Dapat memperoleh perbandingan kekuatan tarik aluminium dengan variasi spesimen tanpa perlakuan pendinginan dan spesimen di dinginkan dengan air dengan suhu air 10° C, 25° C, 50°C, dan 95° C.
2. Dapat memperoleh perbandingan kekuatan Impact aluminium dengan variasi spesimen tanpa perlakuan pendinginan dan spesimen di dinginkan dengan air dengan suhu air 10° C, 25° C, 50°C, dan 95° C.

3. Dapat memperoleh perbandingan perubahan struktur mikrografi aluminium dengan variasi spesimen tanpa perlakuan pendinginan dan spesimen di dinginkan dengan air dengan suhu air 10° C, 25° C, 50° C, dan 95° C.
4. Memperoleh pendinginan yang optimal dilihat dari kekuatan tarik dan dampak pada pengelasan TIG dan perubahan struktur mikro benda uji.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

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

1. Kegunaan Teoritis  
Untuk memberikan sumbangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi material kapal dan pengelasan terhadap dunia pendidikan, terutama dalam bidang perkapalan dan ilmu pengelasan.
2. Kegunaan Praktis  
Bagi dunia industri perkapalan agar dapat meningkatkan mutu dari sambungan las dan dapat meningkatkan keamanan kapal saat berlayar.
3. Bagi Akademik  
Penelitian ini dapat menjadi pemacu untuk kedepannya muncul penelitian yang lebih baik lagi tentang teknologi pengelasan dan teknologi material bangunan kapal

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

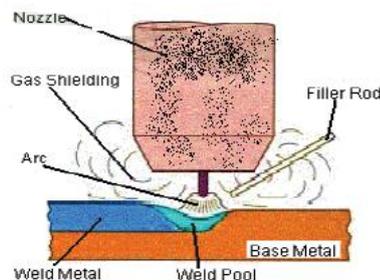
### 2.1. Aluminium

Aluminium paduan seri 5083 adalah jenis aluminium yang banyak digunakan dalam 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*, 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. [5] 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. [6]



Gambar1. 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 [10]

| 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). Dimana komposisi tambahan biasa tidak disebut. 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,

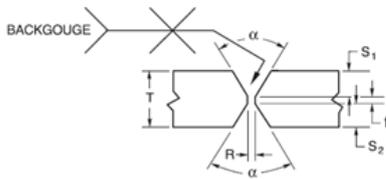
desain sambungan las, dan perlakuan panas (preheat, post heat). [10]

Dalam penelitian logam pengisi yang digunakan yaitu elektroda ER 5356 dengan spesifikasi standart AWS. Adapun mechanical propertinya: [11]

- 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 double V-butt joint dengan sudut kampuh  $60^\circ$



Gambar 2. Sambungan las [3]

## 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 perpatahan (*fracture*). Pada bahan yang bersifat getas, dimana tegangan maksimum itu merupakan sekaligus tegangan perpatahan (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<sub>0</sub> adalah Luas Penampang Mula-mula (mm<sup>2</sup>).

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

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

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

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

Dimana, L<sub>i</sub> adalah Panjang sesudah patah (mm), L<sub>0</sub> 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 (%). [4]

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. [9]

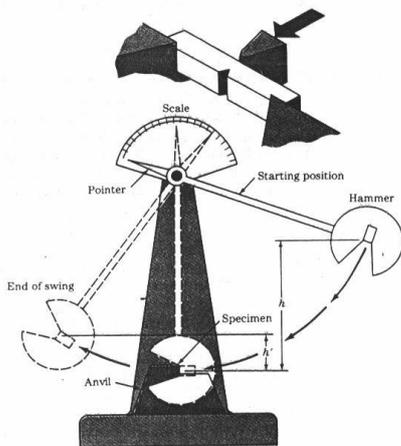
## 2.6. Pengujian Impak

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 perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan. 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 dibawah takik dalam satuan mm<sup>2</sup>. [4]



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

### 2.7. 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. [14]

### 2.8. Proses Pendinginan Pengelasan

Perlakuan pada panas hasil pengelasan adalah cara paling efektif untuk membuat sifat mekanik dari kekerasan aluminium. Beberapa tahun sebelumnya, beberapa aluminium yang diteliti 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. /

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

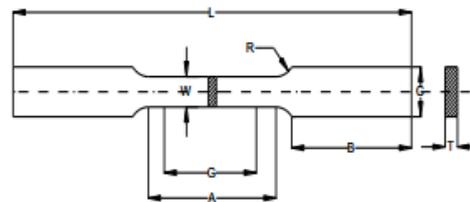
### 3.1. Pengumpulan Data

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.

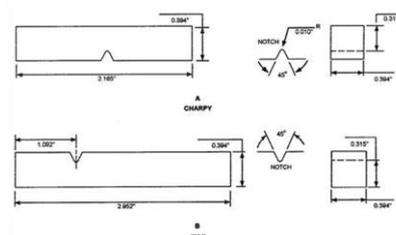
### 3.2. Parameter Penelitian

- Parameter tetap
  - Spesimen dari Aluminium 5083  
Adapun material properti: [10]
    - 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 3. Bentuk Spesimen uji tarik [2]  
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
- Voltage : 22 V
- Parameter perubahan pendinginan dengan media air pada suhu.  
A1=10° C; A2= 25° C; A3=50° C; A4= 90° C.

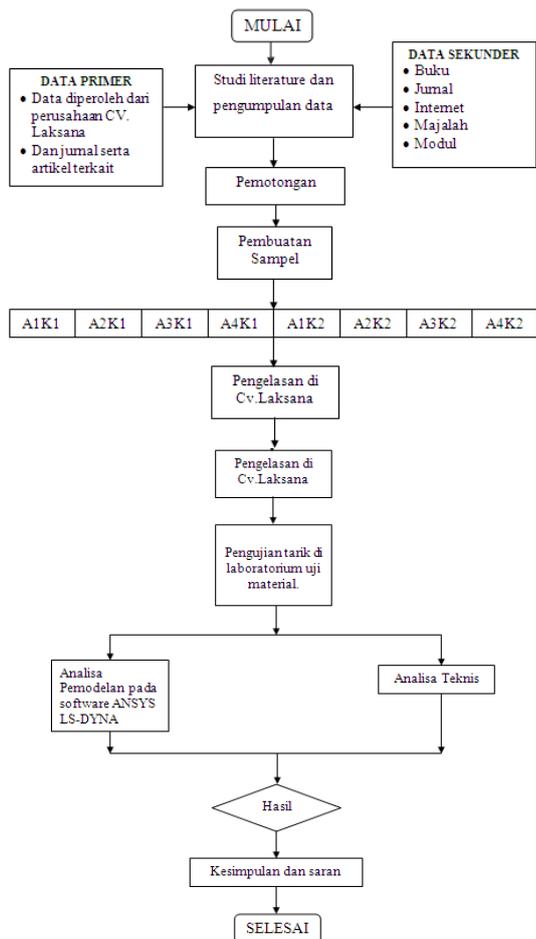


Gambar 4. Bentuk Spesimen uji impact [2]

Keterangan :

- Overall length (L) : 200 mm
- Width (W) : 10 mm
- Thickness (T) : 10mm
- Notched Charpy : 45°

### 3.3. Flow Chart Metodologi Penelitian



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pembuatan Spesimen Pengelasan

Sebelum membuat spesimen sambungan las, dibuat terlebih dahulu spesifikasi prosedur pengelasan atau biasa disebut *welding procedure specification* (WPS). Proses pengelasan mengacu kepada standar *AWS NUMBER 3* dengan posisi las datar (1G) *Butt Joint double V-Groove* 60°. Lembaran pelat dipotong menggunakan mesin pemotong dengan dimensi ukuran plat 240 mm x 90 mm x 10 mm sebanyak 5 lembar plat untuk digunakan sebagai spesimen uji tarik, dan lembaran plat dengan ukuran 80 mm x 90 mm x 10 mm. Setelah pelat sudah 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 2,6 mm. Sebelum di las, material di gerinda terlebih dahulu agar permukaan rata dan menghilangkan kotoran yang terdapat pada material.

### 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 dilakukan di CV.Laksana, menghasilkan data rekaman set parameter dan catatan hasil pengelasan dan pendinginan sebagai berikut :

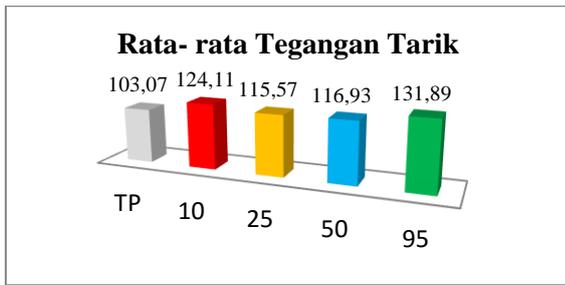
- Logam Induk  
*Material Specificatio* : AL 5083  
Tebal : 10 mm
- Logam pengisi  
*AWS Classification* : ER 5356  
*Filler Metal Diameter* : 2.4
- Posisi  
Posisi Pengelasan : 1 G
- Sudut Kampuh : *Double V*  
60° *Butt Joint*
- Shielded Gas* : Argon
- Media Pendingin : Air
- Pengukur Suhu : Termometer digital

Pada proses yang telah dilakukan setiap kali akan dilakukan proses pengelasan maka akan disiapkan media air yang telah di tampung pada tempat yang tersedia, dengan parameter pendinginan setelah proses pengelasan dengan beberapa suhu dalam derajat celcius

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

Tabel 2. Data hasil pengujian Tarik

| Suhu  | to<br>(mm) | wo<br>(mm) | Ao<br>(mm <sup>2</sup> ) | P Max<br>(N) | σ Max<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | σRata-rata<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |               |
|-------|------------|------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 10° C | spesimen 1 | 10         | 12,50                    | 125          | 15800                         | 125,05                             |               |
|       | spesimen 2 | 10         | 12,50                    | 125          | 18170                         | 142,67                             | <b>122,66</b> |
|       | spesimen 3 | 10         | 12,50                    | 125          | 12570                         | 100,28                             |               |
| 25° C | spesimen 1 | 10         | 12,50                    | 125          | 11840                         | 95,29                              |               |
|       | spesimen 2 | 10         | 12,50                    | 125          | 12630                         | 129,00                             | <b>108,97</b> |
|       | spesimen 3 | 10         | 12,50                    | 125          | 12870                         | 102,61                             |               |
| 50° C | spesimen 1 | 10         | 12,50                    | 125          | 15730                         | 125,75                             |               |
|       | spesimen 2 | 10         | 12,50                    | 125          | 12310                         | 97,91                              | <b>116,50</b> |
|       | spesimen 3 | 10         | 12,50                    | 125          | 15810                         | 125,86                             |               |
| 95° C | spesimen 1 | 10         | 12,50                    | 125          | 18670                         | 148,77                             |               |
|       | spesimen 2 | 10         | 12,50                    | 125          | 17430                         | 136,64                             | <b>130,18</b> |
|       | spesimen 3 | 10         | 12,50                    | 125          | 13360                         | 105,13                             |               |
| TP    | spesimen 1 | 10         | 12,50                    | 125          | 16450                         | 129,19                             |               |
|       | spesimen 2 | 10         | 12,50                    | 125          | 12740                         | 101,96                             | <b>102,71</b> |
|       | spesimen 3 | 10         | 12,50                    | 125          | 9460                          | 76,98                              |               |



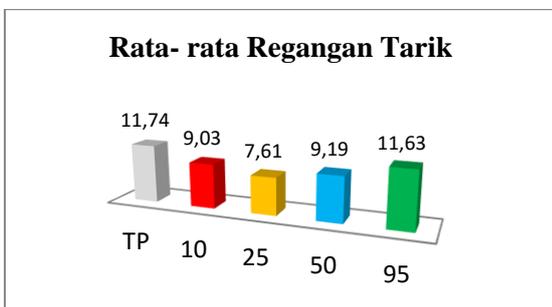
Grafik 1. Rata-rata Tegangan Tarik

Pada pendinginan hasil pengelasan dengan media air dengan suhu 95° C menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 130,18 N/mm<sup>2</sup> dan kekuatan tarik terendah pada material tanpa proses pendinginan yaitu sebesar 107,71 N/mm<sup>2</sup>. Dari variasi tersebut yaitu proses pendinginan material pengelasan dengan media air akan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa proses pendinginan karena jika dibandingkan dengan tanpa pendinginan semua nilai kekuatan tarik dari suhu yang ada lebih besar dibandingkan dengan material tanpa proses pendinginan

#### 4.4. Regangan

Tabel 4. Data regangan

| Suhu  | Lo (mm)    | L1 (mm) | ΔL (mm) | Regangan (%) | Regangan Rata-rata (%) |
|-------|------------|---------|---------|--------------|------------------------|
| 10° C | spesimen 1 | 200     | 204,08  | 4,08         | 2,26                   |
|       | spesimen 2 | 200     | 205,23  | 5,23         |                        |
|       | spesimen 3 | 200     | 204,23  | 4,23         |                        |
| 25° C | spesimen 1 | 200     | 203,60  | 3,60         | 1,90                   |
|       | spesimen 2 | 200     | 203,62  | 3,62         |                        |
|       | spesimen 3 | 200     | 204,19  | 4,19         |                        |
| 50° C | spesimen 1 | 200     | 204,83  | 4,83         | 2,30                   |
|       | spesimen 2 | 200     | 203,35  | 3,35         |                        |
|       | spesimen 3 | 200     | 205,60  | 5,60         |                        |
| 95° C | spesimen 1 | 200     | 207,54  | 7,54         | 2,91                   |
|       | spesimen 2 | 200     | 204,78  | 4,78         |                        |
|       | spesimen 3 | 200     | 205,12  | 5,12         |                        |
| TP    | spesimen 1 | 200     | 206,84  | 6,84         | 2,94                   |
|       | spesimen 2 | 200     | 205,81  | 5,81         |                        |
|       | spesimen 3 | 200     | 204,96  | 4,96         |                        |



Grafik 2. Rata-rata Regangan Tarik

Dilihat dari nilai diagram regangan rata-rata sama halnya dengan nilai diagram tegangan tarik rata-rata, regangan rata-rata pada material tanpa proses pendinginan adalah regangan yang terbesar

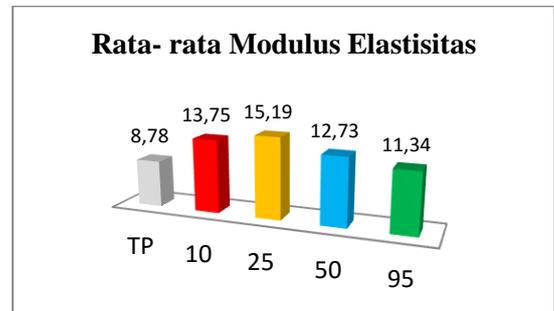
senilai 2,94% . Sedangkan regangan rata-rata terkecil dihasilkan suhu 25° C sebesar 1,90%.

#### 4.5. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas sering disebut Modulus Young yang 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 diunjukkan suhu 25° C yang nilai modulus elastisitasnya paling tinggi yaitu sebesar 14,43 KN/mm<sup>2</sup>

Tabel 6. Modulus Elastisitas

| Suhu  | σ Max (MPa) | Regangan (%) | E (MPa)  | E (GPa) | E Rata-rata (GPa) |
|-------|-------------|--------------|----------|---------|-------------------|
| 10° C | spesimen 1  | 2,04         | 15324,25 | 15,32   | 13,61             |
|       | spesimen 2  | 2,62         | 13639,28 | 13,64   |                   |
|       | spesimen 3  | 2,11         | 11853,56 | 11,85   |                   |
| 25° C | spesimen 1  | 1,80         | 13235,18 | 13,24   | 14,43             |
|       | spesimen 2  | 1,81         | 17817,68 | 17,82   |                   |
|       | spesimen 3  | 2,10         | 12244,86 | 12,24   |                   |
| 50° C | spesimen 1  | 2,42         | 13017,25 | 13,02   | 12,96             |
|       | spesimen 2  | 1,68         | 14613,69 | 14,61   |                   |
|       | spesimen 3  | 2,80         | 11237,08 | 11,24   |                   |
| 95° C | spesimen 1  | 3,77         | 9865,36  | 9,87    | 11,47             |
|       | spesimen 2  | 2,39         | 14292,96 | 14,29   |                   |
|       | spesimen 3  | 2,56         | 10266,39 | 10,27   |                   |
| TP    | spesimen 1  | 3,42         | 9443,42  | 9,44    | 8,66              |
|       | spesimen 2  | 2,91         | 8774,59  | 8,77    |                   |
|       | spesimen 3  | 2,48         | 7759,90  | 7,76    |                   |



Grafik 3. Rata-rata Modulus Elastisitas

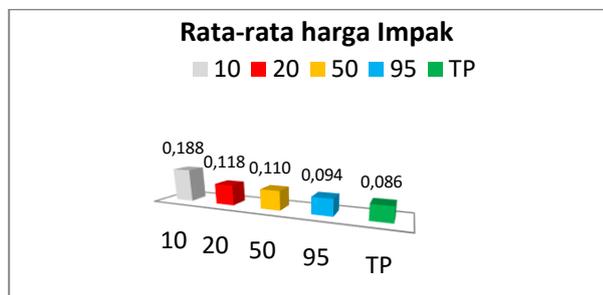
Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pendinginan hasil pengelasan dengan media air sangat mempengaruhi hasil kekuatan lasan (kekuatan tarik), terlihat dari grafik variasi pendinginan hasil pengelasan dengan media air tersebut menyebabkan terlihat pada suhu 95° C menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 130,18 N/mm<sup>2</sup> dan material tanpa proses pendinginan kekuatannya lebih rendah. Pada suhu 25° C yang nilai modulus elastisitasnya paling tinggi yaitu sebesar 14,43 KN/mm<sup>2</sup>, maka semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang

terjadi apabila diberigaya. Jadi, semakin besar nilai modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku.

#### 4.6. Hasil Pengujian Impak

Tabel 6. Tabel Harga Impak

| No | Spesimen | Lebar (mm) | Tinggi (mm) | Energi (J) | Harga Impact (J/mm <sup>2</sup> ) | Rata-rata Harga Impak |
|----|----------|------------|-------------|------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1  | TP       | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              | 0.086                 |
| 2  |          | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              |                       |
| 3  |          | 10.00      | 8.50        | 6.00       | 0.07                              |                       |
| 4  | 10°      | 10.00      | 8.50        | 16.00      | 0.19                              | 0.188                 |
| 5  |          | 10.00      | 8.50        | 18.00      | 0.21                              |                       |
| 6  |          | 10.00      | 8.50        | 14.00      | 0.16                              |                       |
| 7  | 25°      | 10.00      | 8.50        | 12.00      | 0.14                              | 0.118                 |
| 8  |          | 10.00      | 8.50        | 10.00      | 0.12                              |                       |
| 9  |          | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              |                       |
| 10 | 50°      | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              | 0.110                 |
| 11 |          | 10.00      | 8.50        | 12.00      | 0.14                              |                       |
| 12 |          | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              |                       |
| 13 | 95°      | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              | 0.094                 |
| 14 |          | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              |                       |
| 15 |          | 10.00      | 8.50        | 8.00       | 0.09                              |                       |



Grafik 4. Total Harga Impak

Dari teori uji impak makin keras benda maka akan mendapatkan nilai impak yang makin besar pula. Pada hasil pengujian pada material yang telah di uji maka di dapatkan hasil bahwa proses pendinginan secara cepat dengan media air pada suhu yang telah ditentukan mempengaruhi kekerasan material yang telah di las. Dapat kita lihat bahwa hasil impak terbesar terletak pada proses pendinginan pada suhu 10° C yaitu total harga impaknya 0.56 J/mm<sup>2</sup>, lalu berubah menurun kekerasan material pengelasannya yaitu suhu 25 ° C yaitu total harga impaknya 0.35 J/mm<sup>2</sup>, lalu suhu 50 ° C yaitu total harga impaknya 0.33 J/mm<sup>2</sup>, dan suhu 95 ° C yaitu total harga impaknya 0.28 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai total harga impak terendah yaitu pada material pengelasan yang tanpa dilakukan proses pendinginan dengan total harga impaknya 0,26 J/mm<sup>2</sup>.

#### 4.7. Hasil Pengujian Mikrografi

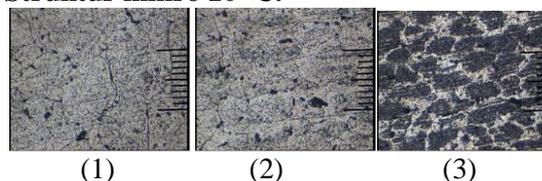
Untuk proses pengerjaan pengujian mikrografi tahapan yang harus dilakukan sebelum hasil dapat dilihat struktur mikro dan makronya terlebih dahulu material di amplas dengan amplas nomer 100, 200, 400, 600 dan 1000. setelah proses pengamplasan hingga halus maka material

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:



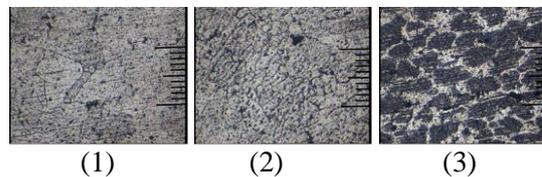
Gambar 9. Stuktur Makro Uji Mikrografi

#### Struktur mikro 10° C.



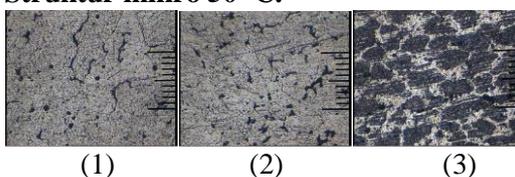
Gambar 10. (1) daerah las (2) daerah HAZ (3) daerah base metal

#### Struktur mikro 25° C.



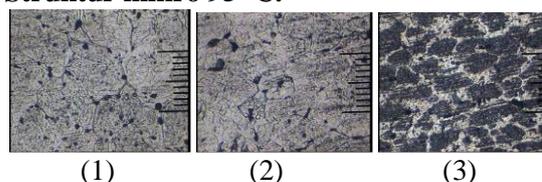
Gambar 11. (1) daerah las (2) daerah HAZ (3) daerah base metal

#### Struktur mikro 50° C.



Gambar 12. (1) daerah las (2) daerah HAZ (3) daerah base metal

#### Struktur mikro 95° C.



Gambar 13. (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 pendinginan dengan suhu air memperlihatkan pada tiap struktur mengalami perubahan. Kerapatan struktur dari hasil las pada tiap suhu 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 impak yang membuat benda semakin keras akan memiliki kekuatan impak yang lebih baik.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan alias hasil uji kekuatan tarik pada aluminium 5083 hasil pengelasan TIG yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Gajah Mada Yogyakarta, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kekuatan tarik aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi pendinginan hasil pengelasan dengan media air dan tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda. Kekuatan tarik dari masing-masing suhu yaitu  $10^{\circ}\text{C} = 122,66\text{ N/mm}^2$   $25^{\circ}\text{C} = 108,97\text{ N/mm}^2$   $50^{\circ}\text{C} = 116,50\text{ N/mm}^2$   $95^{\circ}\text{C} = 130,18\text{ N/mm}^2$  dan tanpa proses pendinginan =  $102,71\text{ N/mm}^2$ .
2. Hasil pengujian kekuatan impak aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi pendinginan hasil pengelasan dengan media air dan tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan kekuatan impak yang berbeda. Kekuatan impak dari masing-masing suhu yaitu  $10^{\circ}\text{C} = 0,188\text{ J/mm}^2$   $25^{\circ}\text{C} = 0,118\text{ J/mm}^2$   $50^{\circ}\text{C} = 0,110\text{ J/mm}^2$   $95^{\circ}\text{C} = 0,094\text{ J/mm}^2$  dan tanpa proses pendinginan =  $0,086\text{ J/mm}^2$ .
3. Hasil pengujian mikrografi aluminium 5083 hasil pengelasan TIG dengan variasi pendinginan hasil pengelasan dengan media air dan tanpa perlakuan pendinginan menghasilkan perubahan struktur mikrografi dari masing-masing suhu, terlihat perbedaan kerapatan pada struktur hasil pengelasan dengan proses pendinginan.
4. Dari uji kekuatan tarik ini diambil keadaan yang optimal atau paling baik yang

memberikan kekuatan tarik terbesar yaitu pada suhu  $95^{\circ}\text{C}$  sebesar  $130,18\text{ N/mm}^2$  dan harga regangan  $11,63\%$ . Dari kekuatan impak diambil keadaan paling optimal yaitu  $10^{\circ}\text{C}$  dengan kekuatan impak sebesar  $0,188\text{ J/mm}^2$ . Dan struktur mikrografi hasil pengelasan yang paling rapat menghasilkan kekerasan yang lebih pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$ .

### 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 proses 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 proses pendinginan pengelasan bahan aluminium 5083 hasil dari pengelasan TIG.

## 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] ASTM E8/E8M-09. 2009. *Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate*. USA.
- [3] AWS D 1.2. 2004. *Structural Welding Code - Aluminium*. Florida: American Welding Society.
- [4] Dr. Ir. Yuwono Akhmad Herman. M.Phil.Eng 2009. *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material I Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Universitas Indonesia
- [5] Jones D (n.d). 2015 . *Pengertian Pengelasan*. Retrieved from:<http://www.pengelasan.com/2014/06/pengertianpengelasanadalah.html>(Accessed: 09 November 2016)
- [6] 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.

- [7] 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.
- [8] Sunaryo, Hery. 2008. *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1 untuk Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [9] Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. 2004. *Mengelas dengan Proses Las Gas Tungsten*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan.
- [10] Yudo Hartono dan Mulyanto Imam Pujo. 2008. *Pengaruh Penggunaan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C Terhadap Kekuatan Tarik Lasan Sambungan Butt Pada Material Kapal Aluminium 5083*. Universitas Diponegoro.
- [11] ASM. *Metal Handbook Volume 9*. 2004.
- [12] ASTM *Rules B209 - 06 Mechanical Properties for Aluminium Alloy*.