

## PENGARUH KETANGGUHAN SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL ALUMINIUM-MAGNESIUM TERHADAP BEBAN IMPAK DENGAN VARIASI SUDUT KAMPUH V 60° DAN 90°

Harry Pramana<sup>1</sup>, Bustami Syam<sup>2</sup>, Marragi Muttaqin<sup>3</sup>, Alfian Hamsi<sup>4</sup>, Tugiman<sup>5</sup>, Suprianto<sup>6</sup>  
*harrypramana27@yahoo.com*

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

### ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi ketangguhan material adalah sifat mekanik dari material tersebut. Jika material diberi proses pengelasan, maka akan dapat merubah sifat mekanik dari material tersebut. Untuk mengkaji hal tersebut disusunlah sebuah konsep penelitian yang terdiri dari dua tahapan. Mengukur ketangguhan impak hasil pengelasan akibat variasi besar sudut kampuh V 60° dan 90° terhadap variasi paduan aluminium-magnesium dan memeriksa cacat las pada hasil lasannya. Hasil dari pengujian menunjukkan pengelasan dengan variasi sudut kampuh V 60° pada paduan paduan aluminium-magnesium dengan kadar magnesium 2.2% dan dengan sudut kampuh 60° mempunyai nilai ketangguhan impak rata-rata yang lebih baik dibandingkan sudut kampuh 90°, nilai ketangguhan impak yang dihasilkan untuk Al 98%-Mg 1.4% dengan sudut kampuh 60° adalah 0,2877 Joule/mm<sup>2</sup>, untuk Al 98%-Mg 1.4% dengan sudut kampuh 90° adalah 0,2739 Joule/mm<sup>2</sup>, Al 97%-Mg 2.2% dengan sudut kampuh 60° adalah 0,3064 Joule/mm<sup>2</sup>, dan untuk Al 97%-Mg 2.2% dengan sudut kampuh 90° adalah 0,3038 Joule/mm<sup>2</sup>. Pengujian pada pengelasan *oxy-acetylen* gas untuk paduan aluminium-magnesium, menunjukkan bahwa sudut kampuh dan penambahan kadar magnesium mempengaruhi hasil lasan (ketangguhan impak).

Kata kunci: *ketangguhan impak, las oxy-acetylene, sudut kampuh, aluminium-magnesium.*

### 1. PENDAHULUAN

Pada era industrialisasi dewasa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan logam, konstruksi bangunan dan konstruksi mesin[1]. Penggunaan teknologi pengelasan dan sambungan ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya.

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair.

Sambungan las merupakan bagian yang paling rawan terjadi kegagalan pada komponen mesin/konstruksi karena terjadi perubahan sifat material akibat pengaruh panas dan kecenderungan terdapat cacat pengelasan pada sambungan. Pada komponen/konstruksi yang mengalami beban dinamis, hal tersebut merupakan salah satu faktor penentu dalam ketangguhan material. Berbagai upaya dilakukan untuk mengantisipasi kerawanan tersebut seperti pengelasan yang benar sesuai WPS (*Welding Procedure Specification*).

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Normen*) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Dalam proses penyambungan ini adakalanya disertai dengan tekanan dan material tambahan (*filler material*).

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu 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 *continue*[2].

Pada tahap-tahap permulaan dari pengembangan teknologi las, biasanya pengelasan hanya digunakan pada sambungan-sambungan dari reparasi yang kurang penting. Tapi setelah melalui pengalaman dan praktek yang banyak dan waktu yang lama, maka sekarang penggunaan proses-proses

pengelasan dan penggunaan konstruksi-konstruksi las merupakan hal yang umum di semua negara di dunia.

Pengelasan dengan *oxy-acetylene* adalah proses pengelasan secara manual dengan pemanasan permukaan logam yang akan dilas atau disambung sampai mencair oleh nyala gas *acetylene* melalui pembakaran  $C_2H_2$  dengan gas  $O_2$  dengan atau tanpa logam pengisi. Proses penyambungan dapat dilakukan dengan tekanan sangat tinggi sehingga dapat mencairkan logam.

## 2.2. Pengelasan pada Aluminium

Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang kimia, listrik, bangunan, transportasi dan alat-alat penyimpanan. Kemajuan akhir-akhir ini dalam beberapa teknik pengelasan menyebabkan pengelasan aluminium dan paduannya menjadi sederhana dan dapat dipercaya. Karena hal ini maka penggunaan aluminium dan paduannya di dalam banyak bidang telah berkembang[3].

Paduan Aluminium dapat diklasifikasikan dalam tiga cara, yaitu berdasarkan pembuatan, dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa, berdasarkan perlakuan panas dengan klasifikasi, dapat dan tidak dapat diperlaku-panaskan dan cara yang ketiga yaitu berdasarkan unsur-unsur paduan. Berdasarkan klasifikasi ketiga ini aluminium dibagi dalam tujuh jenis yaitu: jenis Al murni, Al-Cu, Al-Mn, Al-Si, Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Zn.

Dalam paduan biner Al-Mg satu fasa yang ada dalam keseimbangan dengan larutan padat Al adalah larutan padat yang merupakan senyawa antar logam  $Al_3Mg_2$ . Sel satuannya merupakan hexagonal susunan rapat (eph) tetapi ada juga yang sel satuannya kubus berpusat muka (fcc) rumit. Titik eutetiknya adalah  $450^\circ C$ , 35%Mg dan batas kelarutan padatnya pada temperature eutektik adalah 17,4% yang menurun pada temperature biasa sampai kira-kira 1,9%Mg, jadi kemampuan penuaan dapat diharapkan[4].

Paduan Al-Mg mempunyai ketahanan korosi yang sangat baik disebut hidrinalium. Paduan dengan 2-3%Mg dapat mudah ditempa, dirol dan diekstrusi. Paduan Al-Mg umumnya non heat treatable. Seri 5052 banyak digunakan pada pipa hidrolik, lembar logam pembuatan mobil, truk, dan lain-lain. Seri 5052 biasa digunakan sebagai bahan tempaan. Paduan 5056 adalah paduan paling kuat setelah dikeraskan oleh pengerasan regangan apabila diperlakukan kekerasan tinggi. Paduan 5083 yang dianil adalah paduan antara (4,5%Mg) yang kuat dan mudah dilas sehingga banyak digunakan sebagai bahan untuk tangki LNG. Seri 5005 dengan 0,8%Mg banyak digunakan sebagai batang profil ekstrusi. Seri 5050 dengan 1,4%Mg dipakai sebagai pipa saluran minyak dan gas pada kendaraan.

## 2.3. Metode Penetrant

Metode Liquid Penetrant Test merupakan metode NDT yang paling sederhana. Metode ini digunakan untuk menemukan cacat di permukaan terbuka dari komponen solid, baik logam maupun non logam, seperti keramik dan plastik fiber. Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas. Caranya adalah dengan memberikan cairan berwarna terang pada permukaan yang diinspeksi. Cairan ini harus memiliki daya penetrasi yang baik dan viskositas yang rendah agar dapat masuk pada cacat dipermukaan material. Selanjutnya, penetrant yang tersisa di permukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna penetrant dengan latar belakang cukup kontras. Selesai inspeksi, penetrant yang tertinggal dibersihkan dengan cairan developer.

## 2.4. Uji Impak

Mesin uji bentur (impact) yang digunakan untuk mengetahui harga impact suatu bahan yang diakibatkan oleh gaya kejut pada bahan uji tersebut. Tipe dan bentuk konstruksi mesin uji bentur beraneka ragam mulai dari jenis konvensional sampai dengan sistem digital yang lebih maju.

Pengujian impact charpy banyak dipergunakan untuk menentukan kualitas bahan. Benda uji takikan berbentuk V yang mempunyai kedalaman takikan 2 mm banyak dipakai. Permukaan benda uji pada impact charpy dikerjakan halus pada semua permukaan. Mesin uji impact charpy ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin uji impact Charpy.

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau energi yang diserap benda uji sampai patah didapat rumus yaitu :

$$\begin{aligned}
 E &= Ep_1 - Ep_2 \\
 &= m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2 \\
 &= m \cdot g (h_1 - h_2) \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

Dari persamaan rumus diatas didapatkan besarnya harga impact yaitu:

$$I = \frac{E}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- Ep = Energi Potensial
- I = Nilai Impact (Joule/mm<sup>2</sup>)
- m = Berat Pendulum (Kg)
- g = Gravitasi 9,81 m/s<sup>2</sup>

h<sub>1</sub> = Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m).

h<sub>2</sub> = Jarak akhir antara pendulum dengan benda uji (m).

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Metode Penelitian adalah cara yang dipakai dalam suatu kegiatan penelitian, sehingga mendapatkan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan secara akademis dan ilmiah.

Pada penelitian ini penulis meneliti tentang hasil pengelasan *Oxy-acetylene* untuk mengetahui sifat mekanik dari paduan aluminium magnesium setelah dilakukan pengelasan. Dalam penelitian ini sampel yang di gunakan adalah plat paduan Al-Mg yang telah di las kemudian di bentuk benda uji sesuai standar ASTM.

**3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian**

**3.1.1 Tempat**

Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Pengujian Departmen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.

**3.1.2 Waktu**

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan maret 2013 sampai dengan selesai.

**3.2 Kawat Las**

Elektroda/kawat las yang digunakan pada proses pengujian adalah elektroda tipe AWS-A5.2 dengan gambar dan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 2. Kawat las AWS-A5.2.

Kawat las yang terbuat dari aluminium dan ada yang terbuat dari campuran fosfor dan perunggu (*bronze*) yang dipakai untuk menyambung dan membentuk lapisan pada aluminium, *steel* dan *cast iron*, kuningan, dan sebagainya.

### 3.3 Prosedur Pengujian Cacat Las

Prosedur percobaan untuk uji penetrasi adalah:

1. Spesimen yg telah dibentuk, dan dilas, terlebih dahulu dibersihkan dengan detergen atau zat pembersih lainnya agar kotoran pada spesimen hilang. Lalu disemprot dengan menggunakan cairan penetrasi pada daerah lasan.  
Spesifikasi Cairan Penetrasi, Cleaner, dan Developer:  
Merk: Magnaslux.  
Buatan: USA.  
Exp Date: 2015.
2. Spesimen dibiarkan mengering selama setengah jam, dan setelah mengering, spesimen dibersihkan dengan cairan cleaner, gambar 3 merupakan jenis cairan yang dipakai dalam prosedur penetrasi.



Gambar 3. Cairan Penetrant Test

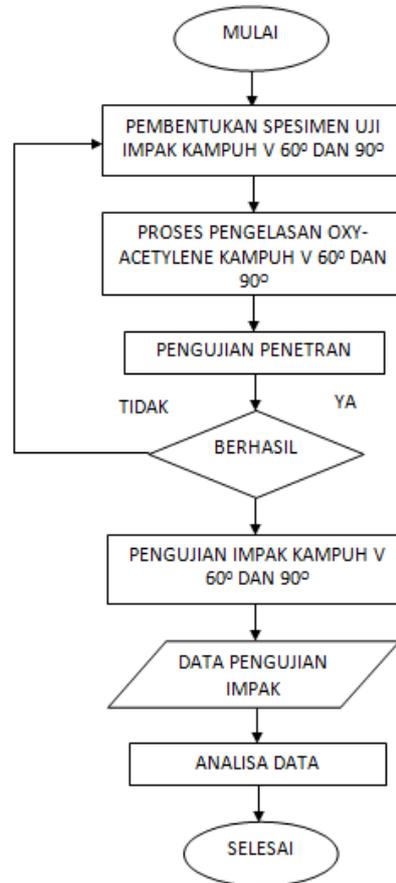
3. Setelah dibersihkan menggunakan cairan cleaner, lalu spesimen disemprot dengan menggunakan cairan developer, dan dilihat jika cairan penetrasi masih terdapat pada daerah yang disemprot itu berarti terdapat cacat las pada spesimen.

### 3.4 Prosedur Pengujian Impak

1. Spesimen diuji impak dengan menggunakan alat uji impak charpy yang berada pada Laboratorium Ilmu Logam Fisik Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
2. Takik dibuat pada spesimen dengan ukuran sudut 45° dan dengan kedalaman takik 2 mm.
3. Sudut bandul diatur sesuai dengan standar prosedur pengujian yang sesuai dengan alat uji yaitu 147°, dengan menggunakan salah satu tool yang ada di alat uji impak tersebut.
4. Spesimen diletakkan pada tumpuan, posisi takik diatur membelakangi posisi pemukulan.
5. Trigger ditarik, lalu bandul akan terlepas dan akan menghantam specimen.
6. Lalu dihitung sudut dari saat bandul memukul spesimen hingga bandul mencapai sudut maksimal, dengan melihat pada scale.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun prosedur pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir Penelitian.

## 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai hasil dari percobaan penetrasi dan dampak yang dilakukan pada spesimen Al 98%-Mg 1.4% dan Al 97%-Mg 2.2%. Setelah melakukan tahapan-tahapan seperti pada metodologi penelitian maka didapat hasil dari nilai energi yang diserap dan nilai ketangguhan dampak pada pengujian dampak.

### 4.1 Hasil Pengujian Cacat Las

Pemeriksaan cacat las dilakukan dengan pengujian tidak merusak NDT (*Non Destructive Test*) menggunakan cairan penetrant, dari hasil pemeriksaan ke 12 spesimen yang telah mengalami pengelasan tidak menunjukkan adanya cacat las, dalam artian masih dalam kriteria batasan yang bisa diterima.

Dalam metode penetrant test ini semua langkah kerja tidak bisa diabaikan begitu saja dan harus berurutan. Untuk menunjang keberhasilan suatu pengujian menggunakan penetrant test, persiapan alat dan bahan harus lengkap. Selain itu, persiapan permukaan benda kerja juga sangat perlu diperhatikan, karena jika suatu benda kerja yang hendak dilakukan test uji penetrant pada permukaannya masih terdapat kotoran seperti grease, oli, minyak, dan lain-lain, maka hasil ini akan mempengaruhi hasil uji penetrant.

### 4.2 Hasil Pengujian Dampak

Berdasarkan dari pengujian yang dilakukan maka dapat di hitung nilai ketangguhan dampak dari material yaitu sebagai berikut :

- Panjang Spesimen Uji : 55 mm

- Lebar : 10 mm
- Tebal : 10 mm

Maka tegangan tarik dapat dihitung:

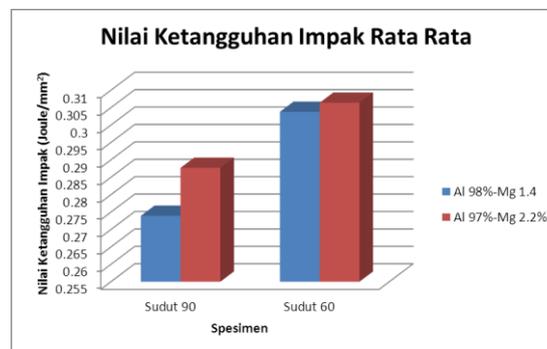
$$I = \frac{E}{A}$$

$$I = \frac{E}{A} = \frac{28,4671}{87}$$

$$= 0,3272 \text{ Joule/mm}^2$$

#### 4.3. Hasil Perhitungan Ketangguhan Aluminium–Magnesium

Dari perbandingan pada gambar 5 dibawah dapat disimpulkan bahwa, semakin besar sudut kampuh V, maka semakin besar deformasi dan tegangan sisa yang dihasilkan, Hal ini dapat dimengerti dikarenakan pada sudut terbesar, memiliki luas melintang lasan yang lebih besar. Sehingga deposit lasan yang dihasilkan lebih besar. Adapun deposit dan tegangan sisa mempengaruhi besarnya kekuatan dari hasil lasan, karena tegangan sisa juga bertindak sebagai beban yang tetap yang akan menambah nilai beban kerja yang diberikan dari luar, sehingga kekuatan las pada kampuh V sudut 60<sup>0</sup> memiliki ketangguhan las yang lebih baik. Semakin besar penambahan kadar magnesium pada aluminium maka semakin besar ketangguhan dari material aluminium-magensium terlihat pada gambar 5, sehingga material Al 97%-Mg 2.2% dengan sudut kampuh 60<sup>0</sup> memiliki kekuatan lasan yang lebih baik sebesar 0,3064 Joule/mm<sup>2</sup>.



Gambar 5. Nilai ketangguhan impak.

#### 5. KESIMPULAN

Adapun hasil dari pengujian pada spesimen aluminium-magnesium dengan kadar magnesium 1.4%, 2.2% dan variasi sudut kampuh V 90<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup> adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan cacat las dengan metode NDT (*Non Destructive Test*) menggunakan cairan penetrant, pada 12 spesimen aluminium-magnesium yang telah mengalami pengelasan tidak menunjukkan adanya cacat las yang signifikan.
2. Dari variasi sudut kampuh 60<sup>0</sup> dan 90<sup>0</sup> dengan paduan aluminium-magnesium menghasilkan nilai ketangguhan yang berbeda. Nilai ketangguhan tertinggi dihasilkan oleh paduan Al 97%-Mg 2.2% sebesar 0,3064 Joule/mm<sup>2</sup> dengan sudut kampuh 60<sup>0</sup> sedangkan nilai ketangguhan terendah terdapat pada paduan Al 98%-Mg 1.4% dengan sudut kampuh 90<sup>0</sup> sebesar 0,2739 Joule/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian terlihat bahwa untuk paduan aluminium-magnesium, kandungan magnesium, besar sudut kampuh sangat mempengaruhi hasil lasan (nilai ketangguhan impak).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tata S, Shinroku S, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya paramita, Jakarta, 1999.
- [2] Wiryosumarto, H dan Okumura, Thoshie, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
- [3] Carry, *Modern Welding Tecnology*, prentice Hall, New Jersey, 1993.
- [4] Callister, *Materials Science and Engineering*, John Wiley, 1985.