

## PENGARUH SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL ALUMINIUM-MAGNESIUM PADA BODY PESAWAT TANPA AWAK TERHADAP BEBAN IMPAK DAN CACAT LAS

Dahlan Tanjung<sup>1</sup>, Ikhwansyah Isranuri<sup>2</sup>, M. Sabri<sup>3</sup>, Marragi M.<sup>4</sup>, Farida Ariani<sup>5</sup>

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

Email: dahlantanjung.milanisti@rocketmail.com

### ABSTRAK

Pembangunan konstruksi dengan menggunakan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelas. Agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik dengan menggunakan pengelasan Oxy Acetylene Welding (OAW) pada material paduan Aluminium-Magnesium. Salah satu faktor yang mempengaruhi ketangguhan material adalah sifat mekanik dari material tersebut. Untuk mengkaji hal tersebut disusunlah sebuah konsep penelitian yang terdiri dari dua tahapan. Mengukur nilai ketangguhan (Impak) pengelasan pada Aluminium-Magnesium dan pengujian Penetran(Cacat las). Pada pengujian Impak nilai ketangguhan tertinggi terdapat pada spesimen I yaitu sebesar 0,3501 joule/mm<sup>2</sup>. Dan pada pengujian penetran terdapat cacat las yang berupa retak (Crack) dan lubang jarum (pin hole). Penambahan unsur magnesium sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material tersebut.

*Kata kunci: Pengelasan oxy-acetylene, pengujian Impak, - Penetran, aluminium magnesium.*

### ABSTRACT

*Mechanical konstruksi using metal at the present time involves many elements particularly the field of welding In order to obtain a good quality connection with oxy acetylene welding using welding on Aluminium-Magnesium alloy material one of the factor that influence the toughness of a material is the material's mechanical properties. If the material given welding process, it will be able to change the mechanical properties of the material. Prepared to examine it was a concept study consisted of two phases. Measuring the value of toughness welding on Aluminium-Magnesium and penetran Testing. Especially in the field of building design for welded joints is one of the manufacture of welded joint which require technical skills in order to obtain high for welders good quality in conection with this study using aluminum metal magnesium on oxy asitilen(OAW).One of the factors that affect material toughness is the mechanical properties of the material . If the material given welding process , it will be able to change the mechanical properties of the material . Oxy Acetylene welding test on, Indicating that the addition of agular hem and magnesium affect the outcome of welds. And on penetran testing is used to find the defective weld surface welds.*

*Keywords: oxy-acetylene gas welding, Impact test, Penetran Test, aluminium-magnesium*

### 1. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa logam.Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelas agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik.

Agar diperoleh sambungan las yang baik dengan menggunakan pengelasan Oxy-Acetilene Welding (OAW) pada material Aluminium-Magnesium, Salah satu factor

yang mempengaruhi ketangguhan material adalah sifat mekanik dari material tersebut. Untuk mengkaji hal tersebut maka disusunlah suatu konsep penelitian untuk mengetahui nilai ketangguhan dari material dan pengujian cacat las setelah dilakukan proses pengelasan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### a. Paduan Aluminium

Paduan aluminium merupakan material utama yang saat ini digunakan di banyak industri. Aluminium dipilih karena memiliki sifat ringan dan kekuatannya dapat dibentuk dengan cara dipadu dengan unsur lain. Permasalahan yang dihadapi adalah pemilihan jenis unsur apa yang akan dipadu dengan aluminium untuk mendapatkan karakteristik material yang dibutuhkan. Paduan logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi terhadap korosi [1].

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.

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].

### b. Las Oxy-acetylene

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.

Pengelasan dengan gas dilakukan dengan membakar bahan bakar gas yang dicampur dengan oksigen ( $O_2$ ) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu tinggi ( $3000^{\circ}C$ ) yang mampu mencairkan logam induk dan logam pengisinya. Jenis bahan bakar gas yang digunakan adalah acetylene, propana atau hidrogen, sehingga cara pengelasan ini dinamakan las oxy-acetylene atau dikenal dengan nama las karbit.

Nyala acetylene diperoleh dari nyala gas campuran oksigen dan acetylene yang digunakan untuk memanaskan logam sampai mencapai titik cair logam induk. Pengelasan dapat dilakukan dengan atau tanpa logam pengisi. Oksigen diperoleh dari proses elektrolisa atau proses pencairan udara. Oksigen komersil umumnya berasal dari proses pencairan udara dimana oksigen dipisahkan dari nitrogen. Oksigen ini disimpan dalam silinder baja pada tekanan 14 MPa. Gas asetilen ( $C_2H_2$ ) dihasilkan dari reaksi kalsium karbida dengan air. Gelembung-gelembung gas naik dan endapan yang terjadi adalah kapur tohor.

### c. Cacat Pada Las

Cacat las dibagi atas tiga kelompok yakni [3] :

#### 1. Kelompok cacat visual

Yakni cacat yang tampak di permukaan las, seperti : spatters (percikan las), pin hole (lubang jarum), porosity (gelembung gas/keropos), convexity (cekung), crack (retak) memanjang atau melintang, cold lap (lapis dingin), undercut (longsor pinggir) baik yang bertegangan rendah maupun tinggi (notch), excessive reinforcement (terlalu menonjol),

wide bead (terlalu lebar), high low (tinggi rendah/salah penyetelan), stop start (salah sewaktu mengganti elektrode).

## 2. Kelompok cacat non visual

Yakni cacat yang terdapat di permukaan namun tidak tampak karena berada pada akar las, seperti : porosity, convexity, undercut, crack, excessive penetration (tembusan berlebihan), incomplete penetration (tidak ada tembusan), blow hole (terbakar tembus).

## 3. Kelompok cacat internal

Yakni cacat yang terdapat di dalam bahan las yang baru dapat dideteksi dengan menggunakan teknik uji tanpa merusak seperti : radiografi, ultrasonik maupun magnetik partikel, seperti : slag inclusion (inklusi terak), porosity, slag lines (jajaran terak) atau wagon track (jejak gerobak), crack, worm metal (inklusi tungsten/ logam berat), incomplete fusion (fusi tidak sempurna), cold lap.

## d. Uji impak

Sejumlah uji impak batang uji bertakik dengan berbagai desain telah dilakukan dalam menentukan perpatahan rapuh pada logam. Metode yang telah menjadi standar untuk uji impak ini ada 2, yaitu uji impak metode Charpy dan metode Izod. Metode charpy banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan metode Izod lebih sering digunakan di sebagian besar dataran Eropa. Batang uji metode charpy memiliki spesifikasi, luas penampang 10 mm x 10 mm, takik berbentuk V. Proses pembebanan uji impak pada metode Charpy dan metode Izod dengan sudut 45°, kedalaman takik 2 mm dengan radius pusat 0.25 mm.

Batang uji Charpy kemudian diletakkan horizontal pada batang penumpu dan diberi beban secara tiba-tiba di belakang sisi takik oleh pendulum berat berayun (kecepatan pembebanan  $\pm 5$  m/s). Batang uji Izod, lebih banyak dipergunakan saat ini, memiliki luas penampang berbeda dan takik berbentuk v yang lebih dekat pada ujung batang. Dua metode ini juga memiliki perbedaan pada proses pembebanan [4].



Gambar 1 mesin uji impak

Pada baja dan aluminium terdapat perbedaan harga impak. Harga impak baja lebih tinggi daripada aluminium menunjukkan bahwa ketangguhan baja lebih tinggi jika dibandingkan dengan aluminium. Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menyerap energi dan berdeformasi plastis hingga patah.

Takik (notch) dalam benda uji standar ditujukan sebagai suatu konsentrasi tegangan sehingga perpatahan diharapkan akan terjadi di bagian tersebut. Selain berbentuk V dengan sudut  $45^{\circ}$ , takik dapat pula dibuat dengan bentuk lubang kunci (key hole). Pengukuran lain yang biasa dilakukan dalam pengujian impak Charpy adalah penelaahan permukaan perpatahan untuk menentukan jenis perpatahan yang terjadi.

#### e. Uji Penetrasi Metode NDT

Adapun Metode utama Non Destructive Testing meliputi [5] :

##### 1. Visual Inspection

Sering kali metode ini merupakan langkah yang pertama kali diambil dalam NDT. Metode ini bertujuan menemukan cacat atau retak permukaan dan korosi. Dalam hal ini tentu saja adalah retak yang dapat terlihat oleh mata telanjang atau dengan bantuan lensa pembesar ataupun boroskop.

##### 2. Liquid Penetrant Test

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 di permukaan material. Selanjutnya, penetrant yang tersisa di permukaan material disingkirkan. Cacat akan nampak jelas jika perbedaan warna penetrant dengan latar belakang cukup kontras.

##### 3. Magnetic Particle Inspection

Dengan menggunakan metode ini, cacat permukaan (surface) dan bawah permukaan (subsurface) suatu komponen dari bahan ferromagnetik dapat diketahui. Prinsipnya adalah dengan memagnetisasi bahan yang akan diuji. Adanya cacat yang tegak lurus arah medan magnet akan menyebabkan kebocoran medan magnet. Kebocoran medan magnet ini mengindikasikan adanya cacat pada material. Cara yang digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran medan magnet adalah dengan menaburkan partikel magnetik di permukaan. Partikel-partikel tersebut akan berkumpul pada daerah kebocoran medan magnet.

##### 4. Eddy Current Test

Inspeksi ini memanfaatkan prinsip elektromagnet. Prinsipnya, arus listrik dialirkan pada kumparan untuk membangkitkan medan magnet di dalamnya. Jika medan magnet ini dikenakan pada benda logam yang akan diinspeksi, maka akan terbangkit arus Eddy. Arus Eddy kemudian menginduksi adanya medan magnet. Medan magnet pada benda akan berinteraksi dengan medan magnet pada kumparan dan mengubah impedansi bila ada cacat.

##### 5. Ultrasonic Inspection

Prinsip yang digunakan adalah prinsip gelombang suara. Gelombang suara yang dirambatkan pada spesimen uji dan sinyal yang ditransmisi atau dipantulkan diamati dan diinterpretasikan. Gelombang ultrasonic yang digunakan memiliki frekuensi 0.5 – 20 MHz. Gelombang suara akan terpengaruh jika ada void, retak, atau delaminasi pada material. Gelombang ultrasonic ini dibangkitkan oleh transducer dari bahan piezoelektri

yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi getaran mekanik kemudian menjadi energi listrik lagi.

#### 6. Radiographic Inspection

Metode NDT ini dapat untuk menemukan cacat pada material dengan menggunakan sinar X dan sinar gamma. Prinsipnya, sinar X dipancarkan menembus material yang diperiksa. Saat menembus objek, sebagian sinar akan diserap sehingga intensitasnya berkurang. Intensitas akhir kemudian direkam pada film yang sensitif. Jika ada cacat pada material maka intensitas yang terekam pada film tentu akan bervariasi. Hasil rekaman pada film ini lah yang akan memperlihatkan bagian material yang mengalami cacat.

#### f. Jenis Patahan

Pada spesimen yang telah dilakukan pengujian impact, akan dapat diketahui jenis patahan yang dihasilkan. Adapun jenis-jenis patahan tersebut antara lain:

##### 1. Patahan Getas

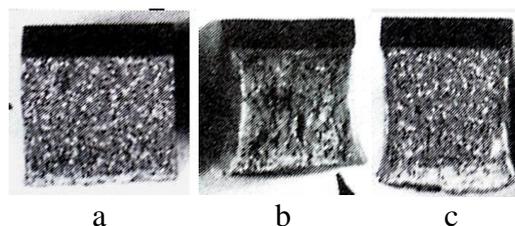
Ciri-ciri patahan getas adalah memiliki permukaan rata dan mengkilap, apabila potongan ini disambung kembali maka kedua potongan ini akan menyambung dengan baik dan rapat. Hal ini disebabkan pada saat proses patahnya, spesimen tidak mengalami deformasi. Bahan yang memiliki jenis patahan ini mempunyai kekuatan impact yang rendah.

##### 2. Patahan Liat

Ciri-ciri permukaan patahan jenis ini tidak rata dan tampak seperti beludru, buram dan berserat. Jika potongan disambungkan kembali maka sambungan tidak akan rapat. Bahan yang memiliki jenis patahan ini mempunyai kekuatan impact yang tinggi, karena sebelum patah bahan mengalami deformasi terlebih dahulu.

##### 3. Patahan Campuran

Ciri-cirinya patahan jenis ini adalah permukaan patahan sebagian terdiri dari patahan getas dan sebagian yang lain adalah patahan liat. Sifat-sifat patahan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Sifat-sifat Patahan (a) Patahan getas, (b) Patahan liat, dan (c) Patahan campuran.[6].

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan nilai ketangguhan sambungan las pada material Al-Mg pada body pesawat tanpa awak dalam bentuk spesimen uji sesuai standart ASME E 8 terhadap beban impact dan untuk mengetahui jenis cacat las terjadi setelah dilakukan proses pengelasan.

#### a. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium-magnesium dari body pesawat tanpa awak dalam bentuk spesimen sesuai dengan standart ASME E8.

Adapun peralatan yang dipergunakan selama penelitian ini adalah

1. Gergaji (saw)
2. Mesin Las Oxi-Acetilene (OAW).
3. Mesin Sekrap.
4. Alat uji ketangguhan.
5. Gerinda tangan.

#### b . Prosedur Penelitian

##### 1. Prosedur Pengujian Impak

Adapun prosedur pengujian impak adalah sebagai berikut :

- a. Spesimen diuji Impak dengan menggunakan alat uji impak charpy.
- b. Takik dibuat pada spesimen dengan ukuran sudut  $45^0$  dan dengan kedalaman takik 2 mm.
- c. Sudut bandul diatur sesuai dengan standar prosedur pengujian yang sesuai dengan alat uji yaitu  $147^0$ , dengan menggunakan salah satu tool yang ada di alat uji impak tersebut.
- d. Spesimen diletakkan pada tumpuan, posisi takik diatur membelakangi posisi pemukulan.
- e. Trigger ditarik, lalu bandul akan terlepas dan akan menghantam spesimen, trigger.
- f. Lalu dihitung sudut dari saat bandul memukul spesimen hingga bandul mencapai sudut maksimal, dengan melihat pada scale.

##### 2. Prosedur Penelitian Cacat Las

Adapun metode yang digunakan untuk pengujian cacat las adalah non destructive test dengan menggunakan metode penetran test, metode penetran test yang merupakan metode NDT yang paling sederhana, metode ini digunakan untuk menemukan cacat dipermukaan, dan dapat digunakan pada posisi apapun.

Melalui metode ini, cacat pada material akan terlihat lebih jelas, prosedur percobaan untuk uji penetran adalah :

- a. Spesimen yang telah dibentuk, dan dilas, terlebih dahulu dibersihkan dengan detergen atau zat pembersih lainnya agar kotoran pada spesimen hilang. Lalu disemprot dengan menggunakan cairan penetran pada daerah las nya.
- b. Spesimen dibiarkan mengering selama setengah jam, dan setelah mengering, spesimen dibersihkan dengan cairan cleaner.
- c. Setelah dibersihkan menggunakan cairan cleaner, lalu spesimen disemprot dengan menggunakan cairan developer, dan dilihat jika cairan penetran masih terdapat pada daerah yang disemprot itu berarti terdapat cacat las pada spesimen.

#### 4. HASIL DAN ANALISA

Sebagaimana tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari pengujian impak dan cacat las yang dilakukan pada spesimen dari body pesawat tanpa awak setelah melakukan tahapan tahapan seperti pada metodologi penelitian maka didapat hasil dari energi yang diserap dan jenis cacat las yang terjadi pada spesimen setelah dilakukan proses pengelasan.

a. Hasil pengujian Impak

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Charpy dengan sudut awal pemukulan 147°. Dibawah ini adalah tabel 4.1 hasil dari pengujian impak pada material Al yang diberi penambahan unsur Mg.

Spes	$\alpha$	$\beta$	A (mm <sup>2</sup> )	Jenis Patahan
1	147°	133°	85	Liat
2	147°	134,5°	89	Liat
3	147°	135,5°	91,5	Liat

Dan berikut adalah jenis gambar jenis patahan dari specimen setelah dilakukan pengujian impak.



Gambar 2 jenis patahan.

Dari gambar jenis patahan diatas dapat kita lihat bahwa jenis patahan yang terjadi adalah liat. Permukaan specimen tidak rata dan tampak seperti beludru, buram, dan berserat.

$$E = P \cdot D (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots \dots (4.1)$$

Dari persamaan diatas dapat kita ketahui berapa besar energy yang diserap dari masing-masing specimen yaitu pada specimen 1 besar energy yang diserap adalah sebesar 24,15 Nm, Specimen 2 sebesar 22,36 Nm, Specimen 3 sebesar 20,36 Nm.

Untuk mencari ketinggian bandul sebelum terjadi pemukulan dan setelah terjadi pemukulan pada specimen 1 didapat dengan rumus :

$$\begin{aligned} h_1 &= (\sin (\alpha - 90) \cdot \lambda) + \lambda \dots \dots \dots (4.2) \\ &= (\sin (147 - 90) 0,75 \text{ m}) + 0,75 \text{ m} \\ &= (0,8386 \cdot 0,75 \text{ m}) + 0,75 \text{ m} \\ &= 1,3790 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h_2 = (\sin (\beta - 90) \lambda) + \lambda \dots \dots \dots (4.3)$$

Maka diperoleh nilai h2 untuk masing-masing specimen adalah untuk Specimen 1 sebesar 1,2614m, Specimen 2 sebesar 1,2756 m, Specimen 3 sebesar 1,2849 m.

Dari persamaan rumus diatas didapat besarnya harga impak dari masing-masing specimen yaitu :

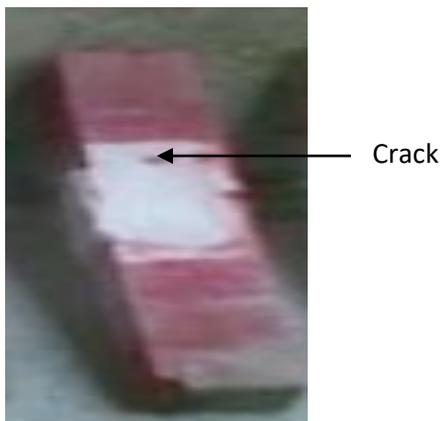
$$I = \frac{E}{A} \dots \dots \dots (4.4)$$

Untuk spesimen 1 = 0,3501 Joule/mm<sup>2</sup> , Spesimen 2 = 0,2940 Joule/mm<sup>2</sup> , Spesimen 3 = 0,2616 Joule/mm<sup>2</sup> .

Dari data-data diatas dapat dilihat bahwa nilai ketangguhan impak tertinggi terdapat pada spesimen 1 dengan nilai 0,3501 joule/mm<sup>2</sup> dan nilai ketangguhan terendah terdapat pada spesimen 3 dengan nilai 0,2616 joule/mm<sup>2</sup> dan nilai ketangguhan rata-rata impak adalah 0,3019 joule/mm<sup>2</sup> .

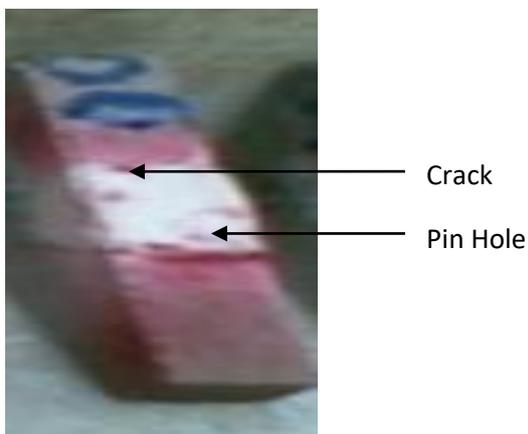
#### b. Hasil pengujian cacat las

Non Destructive Test (NDT) metode pentrant test (PT) adalah uji cacat las yang dapat memeriksa cacat yang ada di permukaan. Pada spesimen uji, maka diindikasikan terdapat crack di beberapa spesimen tetapi masih pada batas aman. Berikut adalah hasil uji cacat las.



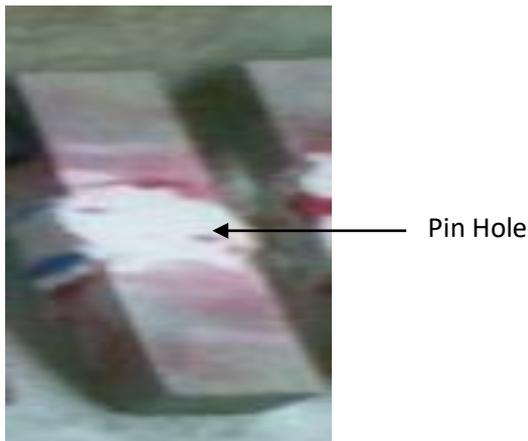
Gambar 3 hasil uji cacat las pada spesimen 1.

Pada spesimen 1 ditemukan cacat las yaitu lubang jarum (*pin hole*) yang disebabkan oleh terbentuknya gas didalam bahan las sewaktu pengelasan.



Gambar 4 hasil spesimen uji cacat las pada spesimen 2.

Pada spesimen 2 ditemukan cacat las yaitu *pin hole* (lubang jarum) dan retak (*Crack*). Crack disebabkan oleh Tegangan di dalam material, penggetasan pada bahan dan daerah terimbas panas, karat tegangan, bahan tidak cocok dengan kawat las, pengelasan tanpa perlakuan panas yang benar.



Gambar 5 hasil uji cacat las pada spesimen 3.  
Pada spesimen 3 ditemukan cacat las yaitu lubang jarum.

## 5. KESIMPULAN

Adapun hasil dari pengujian pada specimen setelah dilakukan proses pengelasan adalah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan cacat las dengan metode NDT menggunakan cairan penetrant, pada 3 spesimen aluminium-magnesium yang telah mengalami pengelasan menunjukkan adanya cacat las yaitu lubang jarum (pin hole), retak.
2. Pada pengujian impak menghasilkan nilai ketangguhan yang berbeda dari masing-masing specimen. Nilai ketangguhan tertinggi dihasilkan oleh specimen 1 yaitu sebesar  $0,3501 \text{ joule/mm}^2$  sedangkan nilai ketangguhan terendah terdapat pada specimen 3 yaitu sebesar  $0,2616 \text{ joule/mm}^2$  dan dapat disimpulkan bahwa pada pengujian impak semakin kecil hasil pemukulan akhir maka nilai ketangguhan impak semakin besar.
3. Setelah dilakukan pengujian impak dari specimen dan pengelasan pada body pesawat tanpa awak dapat kita simpulkan bahwa pengelasan OAW cocok dipakai untuk pengelasan body pesawat paduan aluminium-magnesium.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASM Handbook.1988.Metals Handbook Ninth Edition Volume 15 Casting,The University of Alabama.
- [2] Prof.Dr.Ir.Harsono Wiryosumarto. Prof.Dr. Thosie Okumura, Teknologi Pengelasan Pada Logam Pradnya Paramita,Jakarta Cetakan ke IX.
- [3] Widharto, 2007. Menuju Juru Las Tingkat Dunia, cetakan pertama, Jakarta, Pradnya Pramita
- [4] W,Harsono. T, Okumura, 200. Teknologi Pengelasan Logam. Pradnya Pramita, Jakarta Cetakan ke VIII.
- [5] Sindo kou. WELDING METALLURGY.University of Wiconsin