

KARAKTERISTIK HASIL PENGELASAN *OXI ACETILENE WELDING* PADA ALUMINIUM MAGNESIUM DENGAN VARIASI SUDUT KAMPUH 45° DAN 55° TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETANGGUHAN

Zimmi S. Manullang¹, M.Sabri², Indra³, Pramio G. Sembiring⁴
^{1,2,3,4}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155
E-mail : zi_tra@yahoo.com

ABSTRAK

Pengelasan banyak digunakan didalam aplikasi bidang teknik yang mensyaratkan sifat dan karakteristik yang memadai seperti ketangguhan dan foto mikro. Sifat mekanis yang disyaratkan untuk aplikasi bidang teknik sangatlah penting sehingga diperlukan penelitian mengenai karakteristik dan sifat hasil pengelasan terhadap aluminium+magnesium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai ketangguhan sambungan las pada material aluminium magnesium serta karakteristik hasil pengelasan dengan variasi sudut kampuh v 45° dan 55° . Pada penelitian ini dilakukan variasi sudut kampuh v tunggal yaitu 45° & 55° kemudian dilakukan uji ketangguhan, kekerasan, tarik dan foto mikro. Pada uji ketangguhan didapat nilai energi pada kampuh v 45° sebesar 25,23 Joule dan pada kampuh v 55° didapat nilai energi 39,43 Joule, pada uji tarik tegangan rata-rata kampuh 45° 113Mpa dan pada kampuh v 55° 112Mpa.pada foto mikro terlihat hasil pengelasan pada variasi kampuh v 45° & 55° terjadi perubahan bentuk tidak terlalu signifikan, disitu terlihat ada berwarna hitam yaitu magnesium serta berwarna putih keperakan yaitu aluminium sedangkan bulatan-bulatan kecil pada bagian aluminium+magnesium adalah porositas atau cacat las. Variasi kampuh v yang lebih besar maka akan menghasilkan ketangguhan yang lebih baik, sedangkan perpatahannya adalah patah liat. Dari hasil uji kekerasan didapat nilai rata-rata pada kampuh 45° nilai diameter indenter 2,78 mm, pada BHN diperoleh 83,67 , pada kampuh 55° nilai diameter indenter v 2,57 mm dan nilai BHN 95,07.

Kata kunci : Aluminium, magnesium, karakteristik, ketangguhan, photo mikro,

1. PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam teknologi manufaktur. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi logam atau logam paduan yang dilaksanakan pada saat logam dalam keadaan mencair. saat ini pengelasan merupakan pelaksanaan pekerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Pada sambungan konstruksi sambungan mesin, banyak penggunaan teknik pengelasan karena dengan penggunaan teknik ini sambungan menjadi lebih ringan dan lebih sederhana dalam pembuatannya sehingga biaya produksi dapat lebih murah. Logam memegang peranan yang sangat penting bagi perkembangan teknologi. Salah satu proses yang cukup penting dalam perkembangan teknologi ialah pengelasan. Kebutuhan akan pengelasan saat ini sangat tinggi oleh karena teknologi pengelasan itu sendiri yang semakin lama semakin berkembang. Penggunaan teknologi las biasanya dipakai dalam bidang konstruksi, bidang industri, otomotif, perkapalan, pesawat terbang, dan bidang lainnya.

Untuk beberapa keperluan seperti penyambungan konstruksi mesin digunakan pengelasan dengan gas mulia. Pengelasan dengan gas mulia dipilih dikarenakan hasil pengelasan tersebut lebih bersih, kuat, dan disamping itu dapat digunakan pada material non ferro Aluminium (Al).

2. TINJAUAN PUSTAKA

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.

a. Paduan Aluminium-Magnesium

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, lembarlogampembuatanmobil, 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[1].

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[2].

c. Kampuh Las

Untuk menghasilkan kualitas sambungan las yang baik, salah satu faktor yang harus diperhatikan yaitu kampuh las. Kampuh las ini berguna untuk menampung bahan pengisi agar lebih banyak yang merekat pada benda kerja, dengan demikian kekuatan las akan terjamin.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan jenis kampuh adalah:

1. Ketebalan benda kerja.
2. Jenis benda kerja.
3. Kekuatan yang diinginkan.
4. Posisi pengelasan.

Sebelum memulai proses pengelasan terlebih dahulu ditentukan jenis sambungan las yang akan dipilih. Hal-hal yang harus diperhatikan bahwa sambungan yang dibuat akan mampu menerima beban (beban statis, beban dinamis, atau keduanya)[3].

d. Uji Impact

Uji impact adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Pengujian impact 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 ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba, pada uji impact ada dua metode yang digunakan yaitu metode charpy dan metode izod dengan rumus sebagai berikut :

e. Uji Tensile

Uji tarik merupakan salah satu pengujian bahan yang sangat mendasar, dengan menarik suatu bahan maka akan diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi akibat pembebanan tarik. Alat uji tarik ini memiliki pencengkeram (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi. Hasil pengujian akibat pembebanan tarik merupakan grafik tegangan regangan. Tegangan teknik (S) ditentukan dengan membagikan beban (P) pada setiap waktu dengan luas penampang yang awal (A_0) dari spesimen.

Regangan teknik (ϵ) diperoleh dengan membagikan pertambahan panjang dari panjang ukur spesimen (Δl) dengan panjang ukur awal (l_0).

Bentuk grafik tegangan regangan yang dihasilkan dari pengujian tarik akan bergantung kepada jenis material yang diuji.

Pengujian tarik ini sangat berguna untuk memperoleh informasi mengenai kekuatan dan keuletan dari suatu material dibawah pembebanan tegangan uniaxial. Hasilnya akan diperoleh tegangan maksimum dari material yang dapat digambarkan sebagai kekuatan material tersebut[4].

f. Uji kekerasan (Hardness Test)

Pada pengujian kekerasan aluminium magnesium digunakan metode Brinell. Pengujian brinell menggunakan indentor bola baja dengan diameter 10mm (0,394") dan tungsten karbida diameter 10mm (0,394"). Beban yang diberikan berkisar 500 – 3000kg, step 500kg. Nilai kekerasan brinell merupakan fungsi beban dan diameter lobang hasil injakan indentor.

Prosedur pengujian untuk bola baja 10mm dan beban 3000kg digunakan untuk logam-logam ferrous, atau 500kg untuk logam non ferrous. Waktu indentasi sekitar 10 detik, 30 detik berturut turut untuk logam ferrous dan logam non ferrous[4].

g. Photo Mikro

Analisa mikro adalah suatu analisa mengenai struktur logam melalui pembesaran dengan menggunakan mikroskop khusus metalografi. Dengan analisa mikro struktur, kita dapat mengamati bentuk dan ukuran kristal logam, kerusakan logam akibat proses deformasi, proses perlakuan panas, dan perbedaan komposisi. Sifat-sifat logam terutama sifat mekanis dan sifat teknologis sangat mempengaruhi oleh mikro struktur logam dan paduannya. Struktur mikro dari logam dapat diubah dengan jalan perlakuan panas ataupun dengan proses perubahan bentuk (deformasi) dari logam yang akan diuji. Pengamatan metalografi dengan *mikroskop optik* dapat dibagi dua, yaitu: *metalografi makro* yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran 10-100 kali dan *metalografi mikro* yaitu pengamatan struktur dengan perbesaran diatas 100 kali[5].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik hasil pengelasan setelah diberi variasi kampuh v pada specimen terhadap tiap-tiap pengujian.

a. Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan adalah paduan aluminium magnesium dengan perbandingan Al 96% - Mg 4% dibentuk mengacu pada standart uji masing-masing.

Adapun alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Gergaji
- b. Gerinda tangan
- c. Mesin las
- d. Kawat las type AWS-A5.2
- e. Alat uji ketangguhan
- f. Alat uji tarik
- g. Alat uji kekerasan
- h. Alat uji photo mikro

b. Prosedur penelitian

1. Prosedur uji ketangguhan (Impact Test)

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian ketangguhan adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan peralatan mesin *impact Charpy* type CI-30
- b. Menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian sesuai standar ukuran yang telah ditetapkan.
- c. Meletakkan benda uji pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu *Charpy*.
- d. Menaikkan palu *Charpy* pada kedudukan 1560 (sudut α) dengan menggunakan handle pengatur kemudian dikunci.
- e. Putar jarum penunjuk sampai berimpit pada kedudukan 1560.
- f. Lepaskan kunci sehingga palu *Charpy* berayun membentur benda uji.
- g. Memperhatikan dengan mencatat sudut β dan nilai tenaga patah.

2. Prosedur uji tarik (Tensile Test)

- a. Spesimen dibentuk sesuai ukuran menurut standar ASTM E-8M, yaitu panjang daerah uji 60 mm, panjang daerah cekam 60 mm, tebal spesimen 5 mm.
- b. Mesin uji tarik type AMU-1 dihidupkan kemudian disetting alat pembaca grafik dan jarum skala beban pada panel.
- c. Spesimen dicekam pada *chuck* atas, kemudian *chuck* bawah dinaikkan dengan menekan tombol UP hingga mencekam spesimen secara keseluruhan.
- d. Katup hidrolik (*load valve*) dibuka kemudian mesin (pompa hidrolik/PUMP) dijalankan sampai spesimen putus.
- e. Setelah spesimen putus katup hidrolik (*load valve*) ditutup dan katup pembuka (*unload valve*) dibuka, kemudian *chuck* bawah diturunkan dengan menekan tombol down.
- f. Spesimen yang putus dilepas dari *chuck* atas dan bawah, kemudian diukur besar pertambahan panjangnya dan besar nilai regangan yang diperoleh dari grafik hasil uji tarik seperti yang terlihat pada lampiran uji tarik kemudian dicatat data hasil pengujian.

3. Prosedur uji kekerasan (Hardness Test)

Spesimen yang telah di foto mikro, selanjutnya digunakan untuk pengujian kekerasan. Spesimen sebelumnya dipoles terlebih dahulu dengan menggunakan autosol, kemudian dietsa jenis HNO₃. Langkah pengujian :

- a. Memasang indentor piramida intan. Penekanan piramida intan 1360 dipasang pada tempat indentor mesin uji, kencangkan secukupnya agar penekan intan tidak jatuh.

- b. Memberi garis warna pada daerah logam las, HAZ dan logam induk yang akan diuji.
 - c. Meletakkan benda uji di atas landasan.
 - d. Menentukan beban utama sebesar 1kgf.
 - e. Menentukan titik yang akan diuji.
 - f. Menekan tombol indentor.
4. Prosedur photo mikro (Metalografy Test)
- a. Spesimen dibersihkan menggunakan kain, karena spesimen lebih besar dari tempat etsa maka pengetsaan menggunakan kapas yang dibasahi cairan etsa kemudian dioleskan pada permukaan yang dikehendaki. Setelah selesai dioles dengan cairan etsa kemudian dibilas dengan alkohol.
 - b. Letakkan spesimen pada landasan mikroskop optik, aktifkan mesin, dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaan spesimen. Pengambilan foto struktur mikro dengan perbesaran 200x dan 500x. Lihatlah struktur mikro apabila kurang jelas atau kabur, fokuskan lensa agar terlihat dengan jelas.
 - c. Sebelum gambar diambil, film dipasang pada kamera yang telah disetel sedemikian rupa dengan menggunakan film asa 200. Usahakan pada saat pengambilan foto tidak ada hal apapun yang membuat mikroskop optik bergerak, karena apabila mikroskop optik bergerak akan mempengaruhi hasilnya.

4. HASIL DAN ANALISA

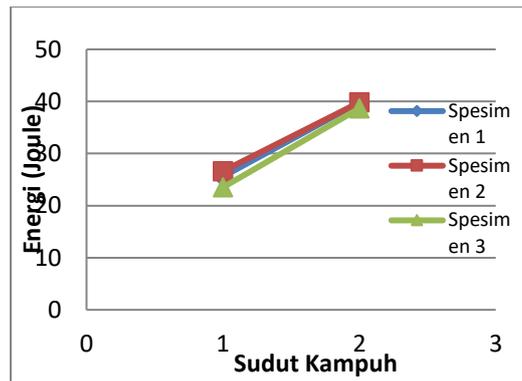
Paduan Aluminium-Magnesium yang dipadukan memiliki perbandingan Aluminium 96% dan Magnesium 4%. Selain itu untuk mengetahui sifat karakteristik dan mekanisnya dilakukan pengujian sebagai berikut:

- a. Uji ketangguhan (Impact Test)
- b. Uji tarik (Tensile Test)
- c. Uji kekerasan (Hardness Test)
- d. Uji photo mikro (Metalografy Test)

1. Uji ketangguhan

Maksud utama pengujian ketangguhan ialah untuk mengukur kegetasan bahan atau juga keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur perubahan energi potensial sebuah bandul yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Perbedaan tinggi ayunan bandul merupakan ukuran energi yang diserap oleh benda uji. Besar energi yang di serap tergantung pada keuletan bahan uji. Bahan yang ulet menunjukkan nilai ketangguhan (impak) yang besar. Suatu bahan yang diperkirakan ulet ternyata dapat mengalami patah liat. Patah liat ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: adanya takikan (notch), kecepatan pembebanan yang tinggi yang menyebabkan kecepatan regangan yang tinggi pula.

Berikut adalah gambar grafik pengujian impak



Gambar 2. Grafik hasil pengujian impak

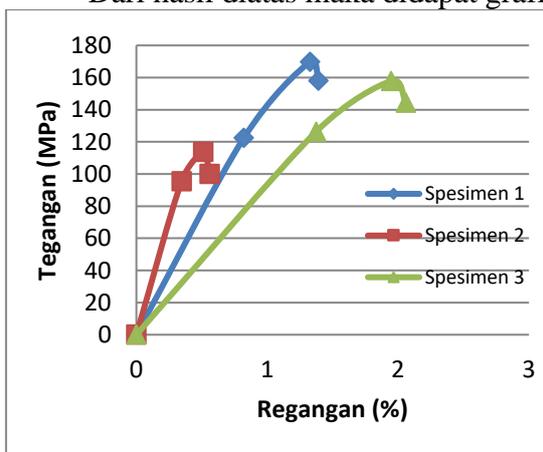
Dapat dilihat dari gambar grafik 2 semakin besar sudut kampuhnya maka semakin tinggi energi yang diserap sedangkan ketangguhannya semakin kecil.

1. Uji tarik (Tensile Test)

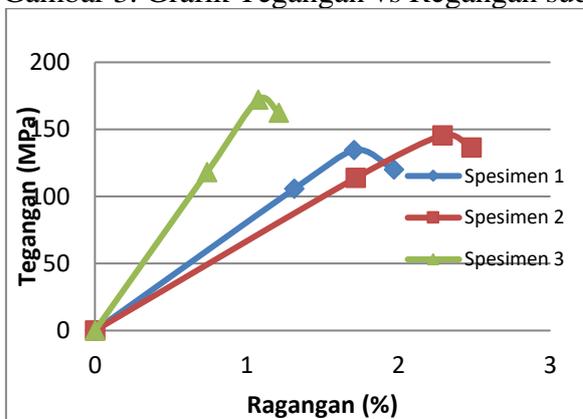
Dari hasil uji tarik yang dilakukan pada spesimen pada tiap-tiap sudut kampuh 45° dan 55° maka didapat sebagai berikut:

- a. Sudut kampuh 45° tegangan rata-rata 113 Mpa.
- b. Sudut kampuh 55° tegangan rata-rata 112Mpa

Dari hasil diatas maka didapat grafik perbandingan hasil uji tarik sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Tegangan vs Regangan sudut kampuh 45°.



Gambar 4. Grafik tegangan vs regangan sudut kampuh 55°

Pada grafik 3 dan grafik 4 dijelaskan bahwa nilai tegangan rata-rata pada sudut kampuh 45° lebih tinggi dibandingkan pada nilai tegangan pada kampuh 55° .

2. Uji kekerasan (Hardness Test)

Pengujian kekerasan terhadap spesimen aluminium magnesium menggunakan metode Brinell hardness test cara pengujian kekerasan menggunakan alat ukur Hardness Tester, hasil pengujian sampel langsung tertera di monitor alat, sampel diukur sampai sepuluh kali dan diambil rata-ratanya yang satuannya dinyatakan dalam satuan BH (*Brinell Hardness*). Pengujian kekerasan memperlihatkan peningkatan kekerasan untuk beberapa titik yang di identasi pada aluminium magnesium setelah dilakukan pengelasan dengan kampuh 45° dan 55° . Hasil pengujian kekerasan diperlihatkan dibawah ini :

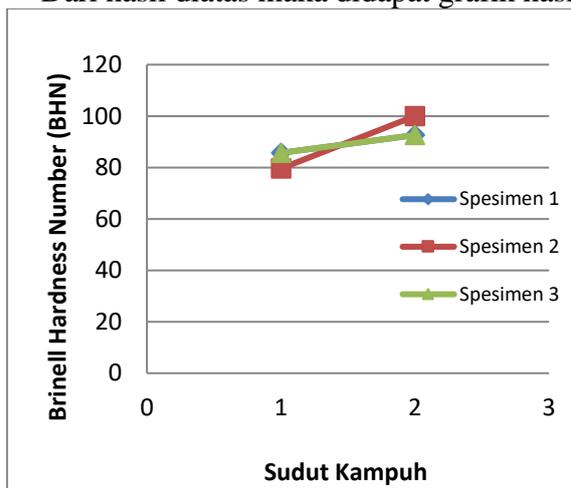
1. Spesimen 45°

- Spesimen I = 2,7mm dan BHN 85,7
- Spesimen II=2,8mm dan BHN 79,6
- SpesimenII=2,7mm dan BHN 85,7

2. Spesimen 55°

- Spesimen I=2,6mm dan BHN 92,6
- Spesimen II=2,5mm dan BHN 100
- Spesimen III=2,6mm dan BHN 92,6

Dari hasil diatas maka didapat grafik hasil uji kekersan brinell VS sudut kampuh



Gambar 5. Grafik nilai perbandingan BHN

Dapat dilihat dari gambar grafik 5 semakin tinggi sudut kampuhnya, maka semakin tinggi pula nilai BHN nya.

5. KESIMPULAN

Adapun hasil dari pengujian pada spesimen aluminium-magnesium dengan variasi sudut kampuh 45° & 55° adalah sebagai berikut:

- Dari variasi sudut kampuh 45° dan 55° dengan paduan aluminium-magnesium menghasilkan karakteristik dan nilai ketangguhan yang berbeda. Nilai energi tertinggi dihasilkan kampuh 55° sebesar 39,43 Joule, sedangkan nilai energi terendah terdapat pada sudut kampuh 45° sebesar 25,23 Joule. Pada karakteristik jenis perpatahannya pada sudut kampuh 45° & 55° adalah jenis patah liat. Dari hasil pengujian terlihat bahwa untuk aluminium-magnesium, sudut kampuh sangat mempengaruhi hasil lasan (nilai ketangguhan impak).

2. Dari hasil uji tarik, didapat nilai tegangan rata-rata pada sudut 45° sebesar 113 Mpa sedangkan pada sudut 55° didapat nilai tegangan rata-rata 112 Mpa.
3. Dari hasil uji kekerasan (*Hardness Test*), didapat nilai rata-rata pada sudut kampuh $v 45^{\circ}$ yaitu pada nilai diameter indentor 2,78 mm, pada BHN diperoleh nilai 83,67, sedangkan pada sudut kampuh $v 55^{\circ}$ didapat nilai rata-rata pada diameter indentor sebesar 2,57 dan pada nilai rata-rata BHN sebesar 95,07.
Dari hasil semua pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa pengelasan pada sudut kampuh $v 45^{\circ}$ lebih baik dari pada sudut kampuh $v 55^{\circ}$, hal ini dibuktikan pada hasil pengujian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tata Sudardia , Shinroku Saitu, 2002 Pengetahuan Bahan Teknik. PT Pradnya Pramita Jakarta.
- [2] S, Widharto, 2007. Menuju Juru Las Tingkat Dunia, cetakan pertama, Jakarta, Pradnya Pramita.
- [3] Josef E. Shigley. Larry D. Mitchell, 1998 Perencanaan Teknik Mesin, Edisi Keempat, Erlangga.
- [4] Charles G. Salmon, Jhon E. Jhonson, 2004 Struktur Baja, Edisi Kedua, Jakarta, Erlangga.
- [5] W, Harsono. T, Okumura, 2007. Teknologi Pengelasan Logam. Pradnya Pramita, Jakarta Cetakan ke VII.

