

PENGARUH BESAR KUAT ARUS PENGELOASAN MIG (*METAL INERT GAS*) TERHADAP CACAT POROSITAS DAN SIFAT MEKANIS BAHAN AA 5083 H116

Indra Wiguna^(a), Ir. Mudjijana., M.Eng.^(b), M. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. ^(c)
 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
 Telepon/ Fax: (0274) 387656/387646
 Email: lwiguna379@gmail.com

INTISARI

Aluminium memiliki ductility yang bagus pada kondisi dingin dan memiliki daya tahan korosi yang tinggi. Aluminium sangat kompetitif dan banyak digunakan dalam bidang teknik seperti pembuatan kapal laut, struktur gerbong kereta api, pembuatan mobil dan pesawat terbang. metode pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengelasan GMAW (*Gas metal Arc Welding*) atau MIG (*Metal Inert Gas*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis cacat porositas pada sambungan las MIG (*Metal Inert Gas*).

Material yang digunakan adalah aluminium seri AA 5083 H116 dengan panjang 300 mm, lebar 150 mm dan tebal 3 mm. Variabel yang digunakan adalah variasi cacat las hasil radiografi dan kuat arus 100 A, 110 A dan 120 A. Pengujian yang dilakukan yaitu uji radiografi, uji tarik, uji bending dan pengamatan makro pada sambungan las.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh jenis cacat pada kuat arus 120 A adalah cacat *clustered porosity*, 110 A adalah cacat *linier porosity* dan 100 A adalah cacat *distributed porosity*. nilai kekuatan tarik pada kuat arus 110 A sebesar 210,76 MPa yang merupakan nilai kekuatan tarik tertinggi karena memiliki bentuk *weld bead* yang paling baik diantara spesimen lainnya. Nilai kekuatan bending pada kuat arus 100 A sebesar 148,873 MPa sekaligus menjadi kekuatan bending tertinggi.

Kata kunci: aluminium, las MIG, radiografi, uji tarik, uji bending dan pengamatan makro.

1. PENDAHULUAN

Pada teknologi produksi berbahan logam, pengelasan memegang peranan sangat penting dalam proses produksi. Dewasa ini telah banyak teknologi baru yang ditemukan dengan cara-cara pengelasan sehingga hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas. Definisi dari pengelasan adalah sebagai penyambungan dua logam atau paduan logam dengan cara dipanaskan diatas batas cair atau dibawah batas cair logam disertai penetrasi maupun tanpa penetrasi, serta diberi logam pengisi atau tanpa logam pengisi (Muku, 2009).

Aluminium adalah logam ringan yang memiliki keuletan yang baik pada kondisi dingin dan memiliki ketahanan korosi yang tinggi. Penggunaan material dengan jenis aluminium ini digunakan sangat luas diberbagai bidang, khususnya dalam bidang industri logam aluminium. Aluminium sangat kompetitif dan banyak digunakan dalam bidang teknik (*engineering*) seperti pembuatan kapal laut, struktur gerbong kereta api, pembuatan mobil dan pesawat terbang. Sehingga bidang industri tergerak untuk melakukan inovasi produk, teknis maupun ekonomi. Setiap tahunnya penggunaan jenis material logam aluminium ini menempati pada urutan ketiga setelah besi dan baja (Sheasby, 2001).

Metode pengelasan yang sering digunakan dalam pengelasan aluminium adalah pengelasan *Gas metal Arc Welding* (GMAW) atau *Metal Inert Gas* (MIG). Pada pengelasan GMAW atau MIG gas pelindung yang digunakan adalah argon, helium atau campuran

diantara keduanya. Gas pelindung pada dasarnya berfungsi untuk melindungi busur dan logam las cair dari pencemaran oksigen dan nitrogen yang ada pada lapisan udara. Jika dalam proses pengelasan gas pelindung tidak tepat melindungi logam las cair maka akan menghasilkan cacat las seperti slag inclusion dan porositas. Sehingga sambungan hasil lasan mengalami perubahan sifat mekanis (Zainol, 2008 dalam Junus, 2011).

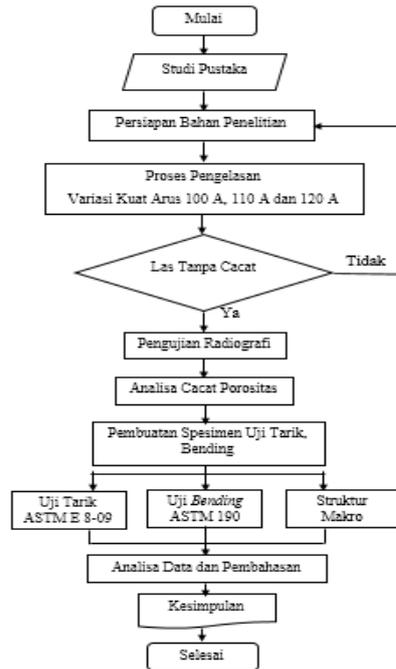
Dalam pengelasan GMAW sering ditemui adanya pengaruh kuat arus terhadap baik buruknya mutu dari hasil pengelasan. Dengan adanya perbedaan kuat arus maka dapat menyebabkan perbedaan sifat-sifat dari hasil pengelasan. Kuat arus sangat berpengaruh dalam pengelasan, semakin tinggi kuat arus yang digunakan, maka semakin tinggi penetrasi serta kecepatan pencairan. Parameter kuat arus ini jelas akan mempengaruhi struktur yang terbentuk pada daerah terpengaruh panas atau *Heat Affected Zone* (HAZ) maupun logam las sehingga berpengaruh pula pada sifat mekanis hasil las. Dengan semakin bertambahnya kuat arus maka kekuatan sambungan las semakin tinggi (Afwandia dan Irfa'i, 2016)

Umumnya pada pengelasan aluminium paduan sangat rentan terhadap terbentuknya cacat porositas yang berlangsung selama proses pembekuan logam lasan. Keberadaan cacat porositas akan secara langsung menurunkan sifat kekuatan mekanis lasan. Oleh karena itu, kontrol terhadap terbentuknya porositas dan pengaruh keberadaan porositas terhadap sifat hasil lasan pada material aluminium dan paduannya merupakan suatu hal yang penting untuk diteliti.

Proses pengelasan merupakan masalah yang cukup rumit, sehingga pada saat melakukan pengelasan penting untuk dilakukan perencanaan sambungan las. Perencanaan ini meliputi beberapa faktor antara lain jenis mesin las, jenis logam las, jenis elektroda, arus las, cara pengelasan dan perubahan mekanis setelah material mendapat siklus panas. Selama proses pengelasan perencanaan tersebut harus dilaksanakan, jika tidak dilaksanakan maka akan menghasilkan cacat las sehingga hasil sambungan las kurang baik.

Inspeksi terhadap sambungan las material aluminium sangat penting untuk mengetahui kualitas dari sambungan las setelah proses pengelasan. Metode yang digunakan dalam inspeksi sambungan las material aluminium adalah dengan metode *Non Destructive Testing* (NDT) atau pengujian tanpa merusak material tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi, menentukan lokasi, ukuran, jumlah dan karakteristik cacat (Wayan dan Yunus, 2014).

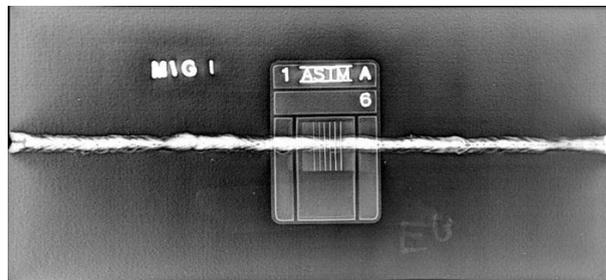
2. METODE PENELITIAN



Gambar 2.1. Diagram Alir

2.1 Radiografi Testing

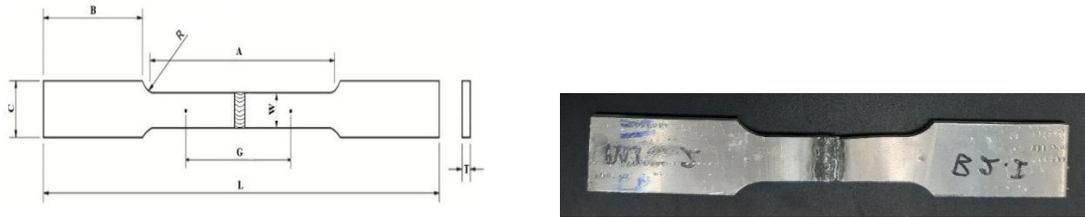
Uji radiografi dilakukan di Sekolah Tinggi Nuklir Yogyakarta dengan menggunakan mesin *LORAD LPX 200* yang dilakukan oleh seorang Radiographer disana. Pengujian radiografi ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pada sambungan las setelah proses pengelasan pada bagian dalam pengelasan untuk dapat diketahui letak cacat, jenis cacat dan jumlah cacatnya, sehingga dapat menjadi acuan pada proses pemotongan spesimen uji tarik dan uji bending.



Gambar 2.2. Hasil Radiografi Test

2.2 Uji Tarik

Pengujian tarik yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan luluh (*yield strength*) dan kekuatan tarik maksimal (*ultimate tensile strength*). Dari setiap spesimen las mig pada penelitian ini dibuatkan 4 buah spesimen uji tarik dengan variabel yang berbeda yaitu 2 spesimen yang terdapat cacat porositas dan 2 spesimen yang tidak terdapat cacat porositas. Pemotongan spesimen uji tarik ini dilakukan di workshop Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta dengan bersasarkan standar ASTM E8-09. Berikut ini adalah spesifikasi ukuran dan gambar dari spesimen uji tarik yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Spesifikasi spesimen uji Tarik

Dimana :

Lenght (L)	= 150	mm
Lenght of reduced section (A)	= 80	mm
Gage lenth (G)	= 40	mm
Lenght of grid section (B)	= 25	mm
Width of grid section (C)	= 25	mm
Width (W)	= 15	mm
Thickness (T)	= 3	mm
Radius of fillet (R)	= 25	mm

2.3 Uji Bending

Pengujian bending yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan bending dari semua spesimen dengan variabel dan jumlah spesimen yang sama dengan uji tarik. Pengujian ini menggunakan metode *three point bending*. Metode ini menggunakan 2 buah tumpuan dan 1 buah indentor di tengah-tengah kedua tumpuan untuk pengujian bending. Pengujian ini menggunakan mesin *control lab* di Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Spesimen uji *bending* dibuat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta dengan berdasarkan standar ASTM E190 dengan dimensi panjang 100 mm, lebar 12,5 mm dan tebal 3 mm seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Spesimen uji bending

2.4. Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan struktur makro dilakukan di laboratorium mikro struktur Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat uji *Olympus BX35M* yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. Dengan optik pembesaran 100x. Pengamatan struktur makro bertujuan untuk mengetahui cacat dan jenis patahan yang ada pada sambungan las MIG setelah proses pengujian tarik.

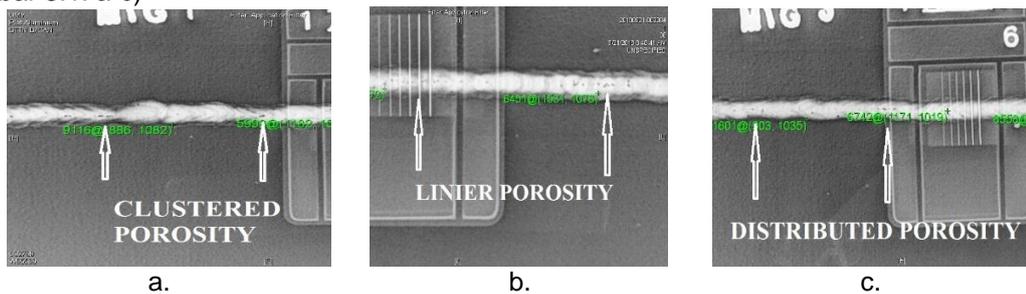


Gambar 2.5. Alat uji makro OLYMPUS BX35M

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Radiografi

Pada pengujian radiografi ini bertujuan untuk mengetahui jenis cacat dan jumlah cacat yang ada dalam pengelasan. Berikut ini adalah hasil pengujian radiografi terlihat pada (Gambar 3.1. a-c)



Gambar 3.1. (a). Hasil pengelasan kuat arus 120 A, (b). Hasil pengelasan kuat arus 110 A, (c). Hasil pengelasan kuat arus 100 A.

Berdasarkan gambar 3.1 (a-c) yang mengacu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.O2/MEN/1982 Tentang Kualifikasi Juru Las di Tempat Kerja. Dihasilkan jumlah cacat porositas dengan jumlah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Jumlah dan ukuran porositas maksimum yang di perkenankan dalam film radiografi untuk panjang 150 mm

Tebal Pelat	Ukuran liang-liang renik (gelembung gas) mm						Jumlah liang renik
	Ukuran Besar	Jumlah	Ukuran sedang	Jumlah	Ukuran Halus	Jumlah	
3	-	-	-	-	0,4	49	4,
6	-	-	0,6	31	0,4	100	10
12	2,5	4	0,8	40	0,5	101	19
19	3	4	0,9	50	0,6	99	29

Tabel 3.2. Jumlah Cacat Porositas

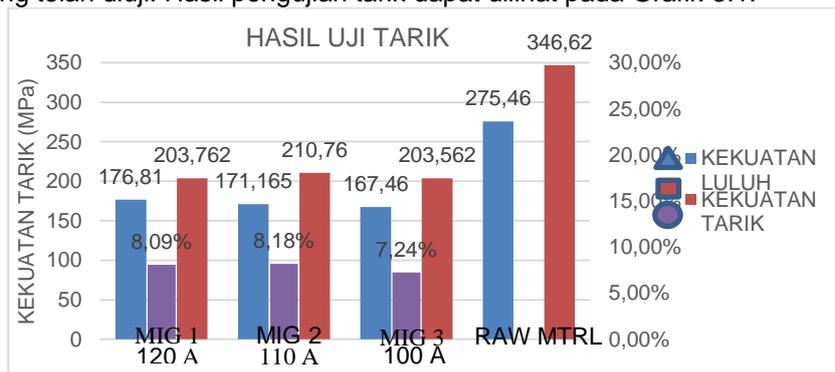
Spesimen	Jumlah porositas las mig dengan ukuran (mm)					
	Besar	Jumlah	Sedang	Jumlah	Halus	Jumlah
MIG 1 kiri	-	-	-	-	0,4	19
MIG 1 kanan	-	-	-	-	0,4	34

MIG 2 kiri	-	-	-	-	0,4	21
MIG 2 kanan	-	-	-	-	0,4	29
MIG 3 kiri	-	-	-	-	0,4	24
MIG 3 kanan	-	-	-	-	0,4	16

Dari hasil radiografi pada sambungan las dengan kuat arus 120 A atau Gambar 4.1 didapatkan sebuah gambaran bahwa jenis cacat yang dihasilkan adalah **clustered porosity** di beberapa titik, hasil radiografi sambungan las dengan kuat arus 110 A atau Gambar 4.2 didapatkan sebuah gambaran bahwa jenis cacat yang dihasilkan adalah **linier porosity** di tengah lasan dan hasil radiografi sambungan las dengan kuat arus 100 A atau Gambar 4.3 didapatkan sebuah gambaran bahwa jenis cacat yang dihasilkan adalah **distributed porosity** di sepanjang lasan. Hal ini mungkin disebabkan laju filler atau gas argon yang kurang cepat dan tidak konstan karena pengelasan dilakukan secara manual sehingga mengakibatkan gas oksigen masuk kedalam lasan dan membentuk porositas. Berdasarkan Tabel 4.1 (Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.O2/MEN/1982 Tentang Kualifikasi Juru Las di Tempat Kerja) hasil pengelasan dari masing-masing spesimen dapat dinyatakan lulus uji dikarenakan jumlah cacat porositas dibawah ambang batas atau kurang dari 49/150 mm.

3.2 Hasil Uji Tarik

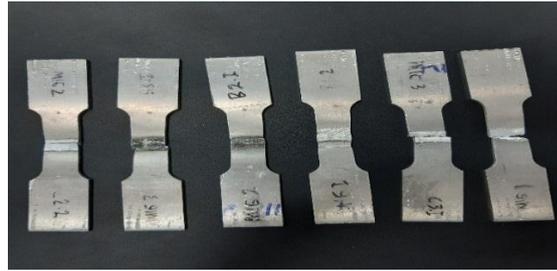
Hasil uji tarik ini menunjukkan nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh dan regangan dari spesimen yang telah diuji. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Grafik 3.1.



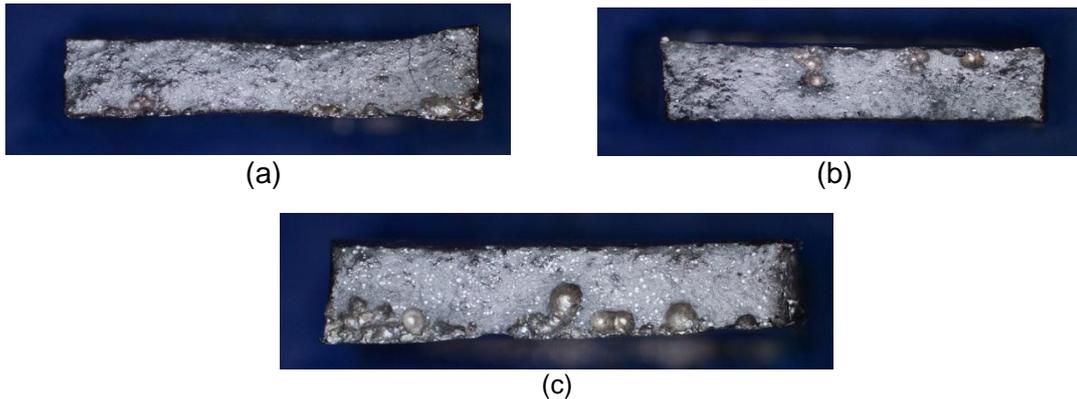
Grafik 3.1. Hasil uji tarik

Berdasarkan data grafik hasil uji tarik di atas dapat dilihat nilai kekuatan tarik dan kekuatan luluh pada *raw material* adalah sebesar 346,62 MPa dan 275,46 MPa (Mudjijana dkk, 2017). Nilai kekuatan dari spesimen dengan variasi kuat arus 120 A sebesar 203,762 MPa kekuatan tarik, 176,81 MPa kekuatan luluh dan 8,09 % regangan, nilai kekuatan dari spesimen dengan variasi kuat arus 110 A sebesar 210,76 MPa kekuatan tarik, 171,165 MPa kekuatan luluh dan 8,18 % regangan dan nilai kekuatan dengan variasi kuat arus 100 A sebesar 203,562 MPa kekuatan tarik, 167,46 MPa kekuatan luluh dan 7,24 % regangan. Berdasarkan pembacaan data grafik uji tarik yang di peroleh, spesimen dengan variasi kuat arus 110 A memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan spesimen dengan variasi kuat arus 120 A dan variasi kuat arus 100 A.

Berdasarkan tinjauan pustaka Mudjijana dkk (2017) memiliki kekuatan tarik tertinggi pada kecepatan 10 mm/s sebesar 268,24 MPa, yang artinya cacat porositas berpengaruh terhadap sifat mekanis uji tarik pada penelitian ini yaitu kekuatan tarik mengalami penurunan sebesar 21 % karena adanya cacat porositas.



Gambar 3.2. Hasil uji Tarik

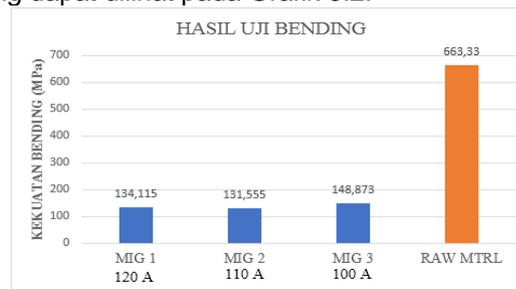


Gambar 3.2. (a). Foto Makro Kuat Arus 120 A, (b). Foto Makro Kuat Arus 110 A, (c). Foto Makro Kuat Arus 100 A

Berdasarkan hasil pengamatan makro pada spesimen setelah dilakukannya proses pengujian tarik, masing-masing spesimen menghasilkan sambungan las yang bersifat getas ditandai dengan hasil uji tarik pada regangan dengan hasil regangan masing-masing di bawah 10% dan ditambah dengan adanya cacat porositas pada sambungan las.

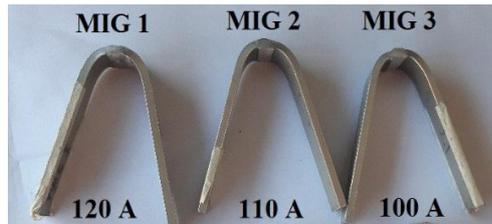
3.3 Hasil Uji Bending

Hasil pengujian *bending* menunjukkan nilai tegangan *bending* maksimal yang dapat diterima oleh spesimen yang diuji. Pengujian *bending* dilakukan dengan uji *root bending*. Hasil dari pengujian *bending* dapat dilihat pada Grafik 3.2.



Grafik 3.3. Hasil Uji Bending

Berdasarkan data grafik hasil uji *root bending* menunjukkan nilai tegangan dari raw material sebesar 663,33 MPa (Mudjijana dkk, 2017). Dari pembacaan grafik 4.2. Pada spesimen variasi kuat arus 120 A memiliki nilai kekuatan bending sebesar 134,115 MPa pada spesimen variasi kuat arus 110 A memiliki nilai kekuatan bending sebesar 131,555 MPa dan pada spesimen variasi kuat arus 100 A memiliki nilai kekuatan bending sebesar 148,873 MPa sekaligus menjadi kekuatan bending tertinggi dibandingkan dengan kuat arus 120 A dan kuat arus 110 A, hal ini terjadi karena pada spesimen uji bending pada kuat arus 100 A memiliki *weld metal* yang lebih lebar.



Gambar 3.3. Gambar spesimen setelah uji bending

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian pada sambungan las MIG bahan aluminium AA 5083 H116 dengan variasi cacat hasil uji radiografi dan kuat arus pengelasan 100 A, 110 A dan 120 A, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian tarik dan bending, kondisi terbaik dari sambungan las MIG yaitu pada variasi kuat arus 110 A dan 100 A dengan nilai kekuatan tarik dan bending terbesar.
2. Berdasarkan hasil uji radiografi jenis cacat pada spesimen variasi kuat arus 120 a yaitu *clustered porosity*, 110 A yaitu *linier porosity* dan 100 A yaitu *distributed porosity*.
3. Cacat porositas berpengaruh terhadap sifat mekanis uji tarik pada penelitian ini yaitu kekuatan tarik mengalami penurunan sebesar 21 % karena adanya cacat porositas.

Dari hasil hasil penelitian ini, pada variasi kuat arus 110 A adalah kuat arus yang terbaik untuk mendapatkan nilai sifat mekanis kekuatan tarik yang tinggi, dan pada variasi kuat arus 100 A adalah kuat arus yang terbaik untuk mendapatkan nilai sifat mekanis kekuatan bending yang tinggi. Salah satu rekomendasi penggunaannya adalah pada kontruksi kapal, karena pada kontruksi kapal harus dapat menahan tegangan akibat gelombang air laut seperti *hogging dan sagging*, pada kondisi *hogging* pelat dasar daerah tengah kapal mengalami tegangan tekan dan pelat geladak daerah tengah kapal mengalami tegangan tarik. Sehingga kedua variasi kuat arus tersebut baik untuk pengelasan kontruksi kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afwindia, A., dan Irfa'i M.A., 2016. *Pengaruh Kuat Arus Las MIG (Metal Inert Gas) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan V Baja Tahan Karat AISI 304*. JTM.Volume 04 Nomor 02 Tahun 2016, 07-12
- Caing., 2009. *Pengaruh Titanium pada Paduan Aluminium AA 3104 Terhadap Mampu Bentuk dan Kekuatan Kemasan Kaleng dengan Proses Draw Wall Ironing*. Skripsi S1, Universitas Indonesia.
- Callister, Jr.W.D., 2010. *Material Science and Engineering: An Introduction, 8th ed*. John Wiley & Sons, USA.
- Hidayat, Isnan., 2018. *Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Distorsi dan Sifat Mekanis Pada Sambungan Las GMAW Double Layer Tack Welded Bahan AA 5083 H116*. Skripsi S1, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Japan Welding Society., 2010. *Welding and Joining Technologies*. Tokyo: Japan Welding Society.
- Junus, S. (2011). Pengaruh Besar Aliran Gas Terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG Pada Paduan Alumunium 5083. *Jurnal ROTOR*, 22-28.

- Kurniawan, D.R., 2017. *Analisa Hasil Pengelasan SMAW dengan 200 A pada Material Plat ST 37 Menggunakan Elektroda E7018 yang di Rendam Air dengan Pengujian Radiografi dan Makro Etsa*. Skripsi S1, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Mandal, N.R., 2005. *Aluminium Welding, 2nd ed*. Narosa Publishing House Pvt Ltd, India.
- Messler, Jr.R.W., 1999. *Principles of Welding – Process, Physics, Chemistry, and Metallurgy, 1st ed*. John Wiley & Sons, USA.
- Mudjijana, Ilman, M.N., dan Iswanto, P.T., 2017. *Karakterisasi Pengaruh Kecepatan Las pada Pengelasan MIG AA 5083 H116 dengan Elektroda ER 5356*. POROS, Volume 15 Nomor 1, Mei 2017, pp. 26-34.
- Muku, I.D.M.K., 2009. *Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG)*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra.M Vol. 3 No. 1, April 2009 (11-17)
- Mutombo, K., Toit, M.D., 2010. *Mechanical Properties of 5083 Aluminium Welds After Manual and Automatic Pulsed Gas Metal Arc Welding Using E5356 Filler*. International Journal of Engineering University of Pretoria, South Africa.
- Prastita, I.W.P., Yunus., 2014. *Pengaruh Variasi Arus dan Jenis Elektroda Hasil Pengelasan SMAW Terhadap Cacat Las Menggunakan Pengujian Ultrasonik Phased Array*. JTM. Volume 02 Nomor 03 Tahun 2014, 29-37.
- Putra, T.M., 2016. *Pengaruh Kecepatan Las Terhadap Distorsi Pada AA 5083 H116 Menggunakan Las TIG dan MIG*. Skripsi S1, Universitas Gadjah Mada.
- Rapon, C.A., 2018. *Pengaruh Kecepatan Las Terhadap Distorsi dan Sifat Mekanis Pada Sambungan Las Tandem TIG-MIG Bahan Aluminium AA 5083 H116*. Skripsi S1, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sheasby, P.G. and R. Pinner, 2001, *The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and Its Alloys 6th Edition*. ASM International.
- Surdia, T. dan Saito, S., 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, P.T Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Susetyo, F.B., Syaripuddin., Hutomo, S., 2013. *Studi Karakteristik Hasil Pengelasan MIG Pada Material Aluminium 5083*. *Jurnal Mechanical*, Volume 4, Nomor 2, September 2013
- Wiryosumarto, H., Okumura, T., 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.