

ANALISA TEKNIS PERBANDINGAN KEKUATAN *BUTT JOINT FRICTION STIR WELDING* 1200 RPM DENGAN *MIG (METAL INERT GAS)* PADA ALUMINIUM ALLOY 5083

Raden Mas Firmansyah Bagas Pradipta¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾, Hartono Yudo¹⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: firmansyahbp@gmail.com

Abstrak

Kekuatan dari sambungan material aluminium dapat menghasilkan nilai yang berbeda dengan perbedaan metode pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik pada metode pengelasan *Friction Stir Welding* dengan *Metal Inert Gas* yang diterapkan pada plat Aluminium. Plat Aluminium yang sering digunakan adalah material Aluminium jenis 5083. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dengan menggunakan standart ASTM E8-M. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan kekuatan tarik rata-rata metode pengelasan *Metal Inert Gas* adalah 111,05 MPA sementara hasil kekuatan tarik dari metode pengelasan *Friction Stir Welding* adalah 26,24 MPA. Pada penelitian kali ini juga dilakukan analisis menggunakan software Ansys Dyna untuk mengetahui besaran tegangannya.

Kata Kunci : Aluminium 5083, Pengelasan MIG, Pengelasan FSW, Kekuatan tarik, ANSYS LS DYNA

Abstract

The strength of the aluminum material connection can produce different grades with different welding methods. The aim of this study was to compare the tensile strength of the welding method Friction Stir Welding with Metal Inert Gas is applied to the plate Aluminium. Plat Aluminium is frequently used material Aluminium kind 5083. Pengujian done is by using standard tensile test ASTM E8-M. Hasil testing that has been done shows the average tensile strength Metal Inert Gas welding method is 111.05 MPA while the results of the tensile strength of welding method Friction Stir welding is 26.24 MPA. Pada the present study was also conducted analysis using ANSYS software to determine the amount Dyna AMPLIFY.

Keywords: Aluminium 5083, MIG Welding, Welding FSW, tensile strength.

1. Pendahuluan

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu [2]. Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi pengelasan telah mengalami perkembangan pesat, ditemukannya metode-metode baru untuk mengatasi permasalahan

dalam proses penyambungan material merupakan petunjuk adanya perkembangan dalam teknologi pengelasan. Salah satunya adalah pengelasan tanpa logam penambah yaitu pengelasan gesek (*friction stir welding*).

Pengelasan gesek (*friction stir welding*) merupakan sebuah metode yang telah ditemukan dan dikembangkan oleh Wayne Thomas untuk benda kerja Aluminium dan aluminium Alloy pada tahun 1991 di TWI (The

Welding Institute) Amerika Serikat [13]. Prinsip kerja Friction Stir Welding adalah memanfaatkan gesekan dari benda kerja yang berputar dengan benda kerja lain yang diam sehingga mampu melelehkan benda kerja yang diam tersebut dan akhirnya tersambung menjadi satu. Karakteristik mekanis sambungan pada Friction Stir Welding ditentukan oleh parameter: kecepatan pengelasan dan putaran tool (RPM).

Dalam pengelasan aluminium terdapat pula pengelasan dengan logam penambah, salah satunya yaitu MIG (Metal Inert Gas). Prinsip kerja dari metode pengelasan MIG (Metal Inert Gas) yaitu menyambungkan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat, dengan menggunakan elektroda gulungan (filler metal) yang sama dengan logam dasarnya (base metal) dan menggunakan gas pelindung (Inert gas).

Cara pengelasan Friction stir welding dan MIG mempunyai kelebihan masing-masing secara teknis seperti pengerjaan Friction Stir Welding yang lebih cepat dan MIG yang teknik pengelasannya sangat flexibel untuk digunakan.

Tujuan pada penelitian ini akan dikaji dua jenis pengelasan yaitu Friction Stir Welding dan MIG (Metal Inert Gas) untuk mengelas paduan Aluminium 5083 ditinjau dari kekuatan tariknya dengan menggunakan uji tarik konvensional dan analisa tegangan tarik menggunakan software ANSYS DYNA.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengelasan

Pengelasan secara umum adalah suatu proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom [14]. Menurut "Welding Handbook" pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanasinya dengan suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Pengelasan adalah suatu proses penggabungan logam dimana logam menjadi satu akibat panas las, dengan atau tanpa

pengaruh tekanan, dan dengan atau tanpa logam pengisi [9].

2.2 Friction Stir Welding

FSW termasuk unconsumable solid-state joining process yang berarti pengelasan tanpa bahan tambah dan suhu kerjanya tidak melewati titik lebur benda kerja dan digunakan untuk aplikasi dimana kebutuhan akan perubahan karakteristik dasar dari benda kerja bisa diminimalisir sekecil mungkin [4].

Prinsip dasar dari proses pengelasan FSW sangat sederhana yaitu dengan menggunakan sebuah tool yang terdiri dari pin dan shoulder yang diputar pada kecepatan putaran tertentu menggunakan mesin milling. Tool pada 2 buah ujung plat atau lembaran logam yang akan disambung. Setelah penetrasi pada tingkat kedalaman tertentu, tool akan bergerak sepanjang garis sambungan antara logam yang disambung. Gesekan antara kedua benda kerja tersebut menimbulkan panas hingga 80-90 % dari titik lebur material benda kerja, sehingga *rotation speed* dan *welding speed* menjadi parameter utamanya [10].

Pada penelitian ini dipilih rotation speed 1200 RPM dan welding speed 50 mm/min yang berdasar pada penelitian yang sebelumnya dilakukan [1] dan menyesuaikan kondisi mesin milling yang ada. Ditinjau dari penelitian sebelumnya pemilihan rotational speed 1200 RPM dikarenakan menghasilkan hasil lasan yang bagus dengan asumsi travel speed 29 mm/menit pada plat dengan ketebalan 4 mm, dikarenakan plat yang digunakan pada penelitian kali ini memiliki tebal 8 mm maka peneliti mengasumsikan pemilihan travel speed sebesar 50 mm/menit.

2.3 MIG (Metal Inert Gas)

MIG (Metal Inert Gas) adalah pengelasan dengan gas nyala yang dihasilkan berasal dari busur nyala listrik, yang dipakai sebagai pencair metal yang di-las dan metal penambah. Sebagai pelindung oksidasi dipakai gas pelindung yang berupa gas kekal (inert) atau CO₂. MIG digunakan untuk mengelas besi atau baja, sedangkan gas pelindungnya adalah menggunakan Karbon dioksida CO₂. Pada las listrik MIG juga

panas ditimbulkan oleh busur listrik antara dua elektron dan bahan dasar [3].

Pada penelitian ini dipilih arus sebesar 160 A yang berdasar pada jenis elektroda yang digunakan [5].

2.4 Uji Tarik

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik *propotionality limit*. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini dikatakan batang uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar *necking* tersebut. Pada batang getas tidak terjadi *necking* dan batang akan putus pada saat beban maksimum.

2.5 Karakteristik Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik serta sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Adanya penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya akan meningkatkan kekuatan mekanik Aluminium [7]. Aluminium mempunyai sifat mekanik tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang relatif baik. Logam ini dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga digunakan untuk material pesawat terbang,

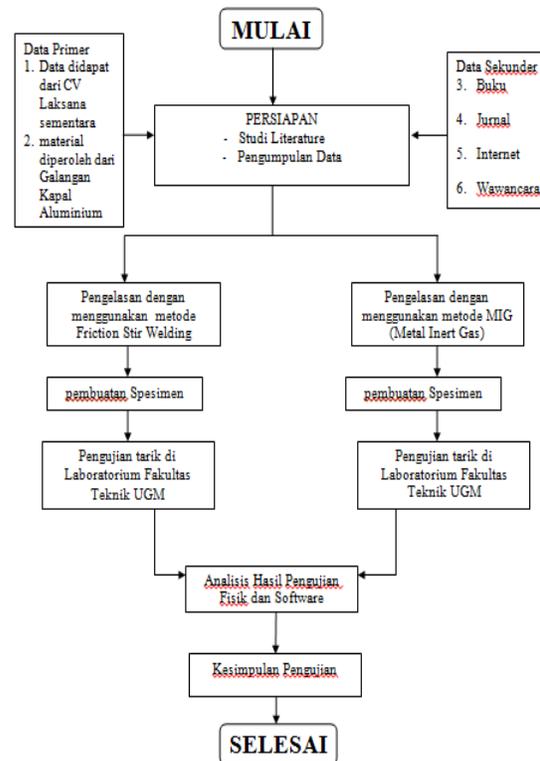
otomotif, kapal laut, dan kontruksi bangunan. Alumunium yang sering digunakan untuk pembuatan kapal laut adalah Aluminium Alloy 5083. Paduan 5083 yang diambil adalah paduan antara (4,5%Mg) yang kuat dan mudah dilas serta tahan korosi [12].

3. Metodologi Penelitian

3.1 Sampel Penelitian

Dalam penelitian ini ada 2 (dua) macam spesimen yakni spesimen dengan jenis perlakuan pengelasan Friction Stir Welding dan spesimen dengan jenis perlakuan pengelasan MIG (Metal Inert Gas)

3.2 Diagram Alir Penelitian



3.3 Bahan dan Alat Penelitian

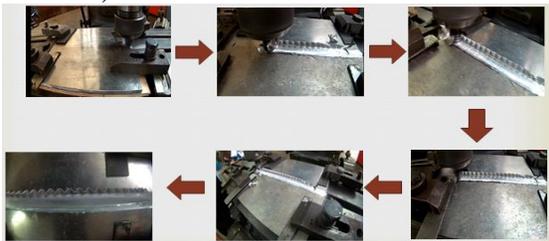
- Aluminium 5083
Bahan yang digunakan adalah material Aluminium 5083 dengan ketebalan 8mm dan material yang digunakan adalah material yang tahan korosi sehingga terutama terhadap korosi air laut sehingga banyak digunakan sebagai material bangunan kapal.
- Filler Metal ER 5356
Elektroda yang digunakan untuk pengelasan MIG (Metal Inert Gas) adalah ER 5356

- Tools Friction Stir Welding
Menggunakan material KNL extra 50 yang dibentuk tools FSW kemudian di keraskan melalui proses hardening hingga kekerasan mencapai 60 HRC
- Mesin Milling
Mesin yang digunakan untuk melakukan proses pengelasan Friction Stir Welding adalah mesin Milling Universal.
- Mesin Las MIG
Mesin las yang digunakan untuk mengelas aluminium 5083 adalah mesin las DC dengan polaritas balik dengan Merk ESAB.

3.4 Proses Pengelasan

3.4.1 Friction Stir Welding

- Pengadaan Benda Kerja
Material yang digunakan merupakan material aluminium 5083 tuang dalam bentuk ingot oleh karena itu harus dilakukan pemotongan terlebih dahulu.
- Pembuatan Tool
Selain pembuatan proses ini juga meliputi proses perancangan dimulai dari dimensi hingga bentuk yang digunakan. Dilanjutkan pembuatan tool dengan proses bubut dan juga Heat treatment untuk mendapatkan kekerasan yang diinginkan (60 HRC). Material tools adalah KNL extra 110.
- Persiapan Mesin
Proses ini meliputi setting mesin dan pencekaman benda kerja agar dapat simetris dan tidak mengalami kelonggaran
- Proses FSW
Proses dilakukan dengan cara bertahap dan sistematis untuk parameter yang diinginkan yaitu RPM (1200 RPM) dan travel speed (50 mm/min)

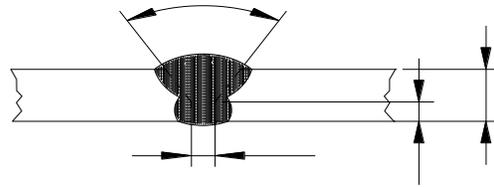


Gambar 1 Proses Friction Stir Welding

3.4.2 MIG (Metal Inert Gas)

Proses pengelasan ini menggunakan proses Metal Inert Gas. Pemilihan bentuk

sambungan pengelasan material aluminium 5083 ini didasarkan pada standar AWS D.1.2/D 1.2M: 2003 yakni bentuk sambungan V tunggal (single V-groove weld)



Gambar 2 Bentuk V tunggal [6 dan 8]

Keterangan :

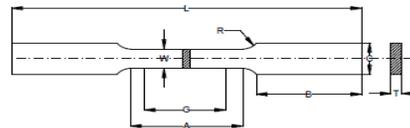
- Bentuk alur : Alur bentuk V tunggal
- Tebal logam Induk : 8 mm
- Root opening : 3 mm
- Root face : 2 mm
- Groove angle : 60
- Posisi pengelasan : Flat (1G)

Parameter Pengelasan

- Arus (Ampere) : 160 A [7]

3.5 Prosedur Pengujian

1. Spesimen uji tarik tipe plat
Spesimen uji tarik sambungan las didasarkan pada ASTM E 8M dengan bentuk dan ukuran sebagai berikut :



Gambar 3 Desain Spesimen [5]

Keterangan (dalam mm):

Gage length (G) : 50,0 ± 0.1

Length of reduced section (A) : 57

Width (W) : 12,5 ± 0.2

Thickness (T) : 6

Radius of fillet (R) : 12,5

Overall length (L) : 200

Width of grip section (C) : 20

Length of grip section (B) : 50

2. Pembentukan Spesimen

Proses pembentukan spesimen dilakukan setelah proses pengelasan dengan menggunakan mesin bubut dan mesin frais

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan menggunakan mesin uji tarik universal testing machine diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Perhitungan Base metal

Spec	Tarik	Regangan
Base Metal	325.6	14.21

4.1 Friction Stir Welding

Tabel 2. hasil perhitungan tarik spesimen proses pengelasan Friction Stir Welding

Spec	Luas (mm)	Tarik (MPa)
1	100	18.48
2	100	20.65
3	100	23.62

Dari hasil pengujian tarik pada pengelasan friction stir welding diperoleh bahwa nilai tegangan (σ_{max}) rata – rata untuk pengelasan menggunakan putaran tool 1200 RPM dengan kecepatan pengelasan 50 mm/menit adalah 20,91 Mpa. Hasil tersebut sangat jauh dari nilai tegangan (σ_{max}) base metal yang di gunakan, sehingga terlihat belum mendapatkan hasil yang maksimal.



Gambar 4 Hasil Pengelasan

Pada gambar yang terlihat diatas hasil pengelasan terlihat rapi, bagus dan menyatu akan tetapi hal tersebut justru menunjukkan alur las

yang terlalu tipis [11], sehingga hal itulah yang menyebabkan hasil lasan memiliki kekuatan tarik jauh dibawah base metal. Penyebab utama penurunan kekuatan yang jauh dibawah base metal tersebut di karenakan waktu penetrasi (holding time) yang kurang lama, hal ini dibuktikan dengan adanya spesimen pengujian tarik yang diisolasi dikarenakan nilai pengujiannya lebih besar hingga 100 % dibanding rata-rata spesimen yang dilakukan pengujian.

4.2 MIG (metal Inert Gas)

Pada Pengelasan Metal Inert Gas di tetapkan parameter pengelasan yaitu dengan tegangan sebesar 20 V dan 160 A untuk arusnya dengan kecepatan las 11,3 mm/s yang menghasilkan heat input 2831,85 joule/cm dengan perhitungan sebagai berikut :

$$HI = 60.E.I/v$$

Keterangan:

H = Masukan Panas (joule/cm)

E = Tegangan Busur (volt)

I = Arus Las (Ampere)

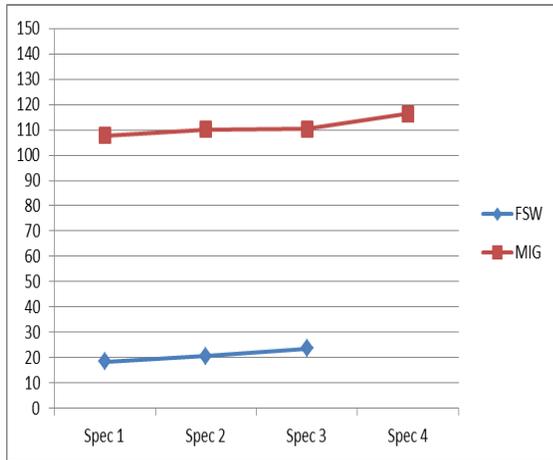
v = Kecepatan Las (cm/menit)

$$HI = 60.20.160/67,8$$

$$= 2831,85 \text{ joule/cm}$$

Tabel 3. hasil perhitungan tarik spesimen proses pengelasan Metal Inert Gas

Spec	Luas (mm)	Tarik (MPa)
1	100	107.62
2	100	110.05
3	100	110.22
4	100	116.32

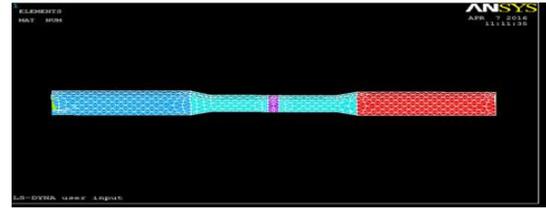


Gambar 5. kekuatan tarik sambungan las

Hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan tarik rata-rata sambungan las material aluminium 5083 dengan proses pengelasan Friction Stir Welding (FSW) adalah 20,91 MPA dan untuk kekuatan tarik rata-rata pengelasan dengan proses Metal Inert Gas adalah 111,05 MPA. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata-rata pengelasan Metal Inert gas lebih besar secara signifikan dari pengelasan Friction Stir Welding. Proses pengelasan metal inert gas mempunyai kekuatan tarik yang sangat signifikan dibanding proses pengelasan Friction Stir Welding dikarenakan Metal Inert Gas (MIG) menggunakan penambahan elektroda sebagai kumpuh las sementara Friction Stir Welding merupakan proses pengelasan tanpa kumpuh las. Friction stir welding menggunakan kekuatan putaran tools sebagai pengganti kumpuh las untuk menghasilkan panas terhadap benda kerja yang dilas, hal itulah yang membuat pengaruh kekuatan tarik pengelasan menjadi besar.

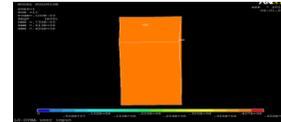
4.3 Pengujian spesimen menggunakan software ANSYS DYNA

- Input geometry spesimen.
Setelah melakukan pembuatan geometry spesimen sambungan pelat sesuai standard ASTM E8M-00b dan AWS D1.1/D1.1M:2002 (Metric version per ASTM E 8 M) untuk spesimen logam las sesuai dengan ukuran asli sambungan.
- Meshing
Meshing di lakukan untuk memasukan elemen – elemen pada spesimen.



Gambar 6. Geometri spesimen yang telah di meshing

- Material Properties
Pendefinisian material spesimen dilakukan untuk menginput nilai – nilai mekanis material logam induk.
- Analisa
Setelah memasukan material properties maka spesimen dapat di analisa. Pada percobaan spesimen ini di dapatkan validasi kurang dari 10 % dari hasil uji tarik dengan beban tarik 14000 N



Gambar

7. analisa uji tarik spesimen

Hasil Uji Tarik Menggunakan Software Ansys

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan menggunakan software Ansys diperoleh data sebagai berikut :

Hasil perhitungan tarik dengan menggunakan software Ansys Dyna pada proses pengelasan Friction Stir Welding adalah 22,60 MPA, sementara untuk perhitungan tarik menggunakan Software Ansys Dyna pada proses pengelasan Metal Inert Gas adalah 119 MPA

Hasil pengujian dengan menggunakan software Ansys didapatkan bahwa kekuatan tarik sambungan las material aluminium 5083 dengan proses pengelasan Friction Stir Welding (FSW) adalah 22,6 MPA dan untuk kekuatan tarik pengelasan dengan proses Metal Inert Gas adalah 119 MPA. Hal ini menunjukkan bahwa pengelasan Friction Stir Welding lebih kecil dari kekuatan tarik rata-rata pengelasan Metal Inert Gas.

4.4 Hasil Uji Tarik Keseluruhan

Tabel 4. hasil uji tarik keseluruhan Friction Stir Welding

Spec	Luas (mm)	Tarik (MPA)	Ansys (MPA)
1	100	18.48	22.60
2	100	20.65	
3	100	23.62	

Tabel 5. hasil uji tarik keseluruhan Metal Inert Gas

Spec	Luas (mm)	Tarik (MPA)	Ansys (MPA)
1	100	107.62	119
2	100	110.05	
3	100	110.22	
4	100	116.32	

Hasil uji tarik yang dilakukan menggunakan mesin uji tarik universal testing machine pada proses pengelasan Friction stir welding mempunyai nilai rata-rata 20,91 MPA sementara nilai rata-rata hasil uji tarik yang dilakukan menggunakan Software Ansys adalah 22,6 MPA yang berarti hasil dari pengujian lapangan dengan pengujian software angka tidak mencapai 10%.Sementara untuk proses pengelasan MIG nilai rata-rata pengujian lapangan adalah 111,05 MPA dan untuk pengujian menggunakan software Ansys adalah 119 MPA yang berarti pengujian lapangan dengan pengujian software angka juga tidak lebih dari 10%.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian perbandingan kekuatan tarik antara proses pengelasan metode Friction Stir Welding 1200 RPM dengan MIG (Metal Inert Gas) yang telah dilakukan pada material Aluminium Alloy 5083,maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian di dapatkan bahwa kekuatan tarik rata – rata sambungan las material aluminium 5083 pada pengelasan Friction Stir Welding adalah 20,91 MPa dan pada pengelasan MIG (Metal Inert Gas) yaitu 111,05 Mpa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik (σ) rata- rata sambungan las pengelasan Friction Stir Welding lebih kecil dari kekuatan tarik rata – rata pengelasan MIG (Metal Inert Gas).
2. Hasil pengujian menggunakan software ANSYS DYNA di dapatkan bahwa kekuatan tarik rata – rata sambungan las material aluminium 5083 pada pengelasan MIG adalah 119 MPA dan pada pengelasan friction stir welding adalah 22,6 MPA dengan validasi FSW sebesar 8,08 % sementara validasi MIG adalah 7,15 %, yang berarti mendapatkan validasi kurang dari 10 % . Hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil validasi software Friction Stir Welding lebih kecil dibanding validasi software MIG (Metal Inert Gas).

5.2 Saran

1. Pada pengelasan friction Stir welding 1200 RPM diharapkan penetrasi yang dilakukan oleh pin terhadap benda kerja dapat berjalan dengan waktu yang lebih lama agar mendapatkan hasil pengelasan yang lebih baik.
2. Disarankan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan termometer tembak (thermo gun) sebagai pengatur suhu benda kerja.
3. Disarankan untuk menggunakan mesin CNC yang memiliki performa lebih baik.

Daftar Pustaka

1. Afendi, M. 2015. Friction Stir Welding of Aluminium Alloy 5083 Butt Joint Modified MILKO 37 Milling Machine. Pahang: Universiti Malaysia Pahang.

2. Alvianto. 2012. Pengertian Las. www.alvianto94.blogspot.com/2012/02/pengertian-las.html?m=1 (Accessed: 22 April 2016)
3. Ausaid. 2001. Dasar Las MIG/MAG (GMAW). Batam: Batam Institutional Development Project
4. ASM International. 2007. Friction Stir Welding and Processing. American Society of Material. Ohio
5. American National Standart. 2004. ASTM. Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. E 8M – 00b: 3.
6. ANSI/ AWS D.1.2/ D.1.2M. 2003. Structural Welding Code Alumunium.
7. BOC. 2007. Welding Consumables. IPRM. Section 8: 431.
8. Haynes, John. 1995. Welding Manual (Heynes Manual). USA: John Haynes Manual, Inc.
9. Jones D (n.d). 2015. Pengertian Pengelasan. Retrieved from: <http://www.pengelasan.com/2014/06/pengertian-pengelasanadalah.html> (Accessed: 16 April 2016)
10. Khaled, Terry. 2005. An outsider Looks At Friction Stir Welding. Lakewood, California: Federal Aviation Administration.
11. Sriwidharto. 1996. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita
12. Tata S, Shinroku S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya paramita.
13. Thomas, WM; Nicholas, ED; Needham, JC; Murch, MG; Temple-Smith, P; Dawes, CJ. 1991. Friction-Stir Butt Welding. GB Patent No 9125978.8. International patent application No. PCT/GB92/02203
14. Wiryosumarto, H dan Okumura, Thoshie. 1996. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta: Pradnya Paramita.