



**PENGARUH PENGELASAN ULANG GAS METAL ARC
WELDING (GMAW) PADA PADUAN Al-Mg 5083 TERHADAP
KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO DAN CACAT LAS
POROSITAS**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh

David Triyo Nugroho
NIM 041910101029

**JURUSAN TEKNIK MESIN STRATA SATU
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Umi Kalsum dan Ayahanda Soehartono tercinta, yang selama ini telah memberikan dukungan moril, materi, doa, serta kasih sayang yang tiada tara;
2. Kakak-kakakku serta keluarga besarku yang selama ini selalu memberikan motivasi dan semangat;
3. Seluruh Guru dan Dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman kepada penulis dengan tulus ikhlas;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang selalu penulis junjung tinggi;
5. Teman-temanku senasib dan seperjuangan khususnya anak S1 teknik mesin 2003-2006 yang selalu kompak, Yopi, Otong, Mas pelunk, Tangguh, Singgih, Atma, Widie, Ari, Sempak, Andre “ las ” dan semuanya yang telah memberikan banyak bantuan, masukan, dukungan dan hiburan, terima kasih.
6. Teman-teman band The Bajahitam dan sahabat-sahabatku, Cacac, Aden, Nia, Kampes, Pepen, Navisa, Prisil dan semuanya, terima kasih atas dukungannya selama ini.

MOTTO

Salah satu cara memecahkan masalah adalah jangan memulai dengan mempersoalkan bagaimana masalah itu terjadi, tetapi mulailah dengan bagaimana masalah tersebut dapat terselesaikan



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : David Triyo Nugroho

NIM : 041910101029

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “Pengaruh Pengelasan Ulang Gas Metal Arc Welding (GMAW) pada Paduan Al-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik, Struktur Mikro dan Cacat Las Porositas” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 04 November 2010

David Triyo Nugroho
041910101029

PENGESAHAN

Skripsi berjudul Pengaruh Pengelasan Ulang Gas Metal Arc Welding (GMAW) pada Paduan Al-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik, Struktur Mikro dan Cacat Las Porositas telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 29 Oktober 2010
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji,

Ketua

Sekretaris

Salahudin Junus, ST., MT.
NIP 19751006 200212 1 002

Ir. FX. Kristianta M.Eng.
NIP 19650120 200112 1 001

Anggota I

Anggota II

Imam Sholahudin, S.T.
NIP 19811029 200812 1 003

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.
NIP 19670123 199702 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

EFFECT OF GAS METAL ARC WELDING (GMAW) RE-WELDED IN Al-Mg ALLOY 5083 TO THE TENSILE OF STRENGTH, MICROSTRUCTURES AND DEFECTIVE WELDED POROSITY

David Triyo Nugroho

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Abstract

The process of replating or errors in the grafting material welding Al-Mg 5083 often found in the shipping industry it is necessary to repair or re-welding. In this thesis, the process of re-using a welding machine welding GMAW (Gas Metal Arc Welding) with given variations in the depth of the weld metal reduction of 3 mm and 6 mm repair to know how big effect on the value of tensile strength and microstructure and weld defects caused by porosity. From the tensile test results obtained with the highest tensile strength variation reduction of 6 mm depth of the weld metal repair of 78.15 MPa and strain values of 9.66%. We have the largest percentage porosity value at the beginning of the weld material / rejected by the greatest density of 0.467% and repeated variations on the process of welding the weld metal reduction in the depth of 6 mm by 2.5 gram/cm³. The test results obtained radiographic indication of the porosity of the smallest defect in the reduction of the depth variation of the weld metal 6 mm number one with a diameter of 6 mm. In the observation of micro structure, visible amount of magnesium silicate particles (Mg₂Si) contained the most variation in weld metal reduction of 6 mm depth of the weld metal. Mg₂Al₃ presence will also increase the toughness of the material, the content of zirconium (Zr) and some titanium (Ti) role as the resultant refiner details (grain-refiner), increased levels of refinement details with increasing heat input and speed welding.

Key word : Al-Mg 5083, GMAW welding, repair, tensile strength, density, porosity percentage, radiography, microstructure.

PRAKATA

Puji dan syukur yang tak terhingga, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi ini tanpa adanya halangan suatu apapun. Penyusunan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusun menyadari bahwa penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan saran dari berbagai pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Salahudin Junus, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak FX. Kristianta, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini
2. Bapak Ir.Ahmad Syuhri, M.T. dan Bapak Imam Sholahudin, S.T., selaku dosen penguji.
3. Bapak Mahros Darsin, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik
4. Bapak Ir. Digdo Listyadi, M.Sc., selaku Dekan Jurusan Teknik Mesin
5. Kedua orang tuaku dan kakak-kakaku yang telah memberikan segenap kasih sayang.
6. Teman-teman Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Doa seluruh rekan dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah banyak berperan dalam penyusunan laporan ini.

Demikian dari penulis, bagi para pembaca dan yang menggunakan laporan ini penulis berharap ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Jember, November 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PERSEMBAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| PERNYATAAN | iv |
| PENGESAHAN | v |
| <i>Abstract</i> | vi |
| PRAKATA | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1. 1 Latar Belakang | 1 |
| 1. 2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1. 3 Tujuan dan Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1. 4 Batasan Masalah..... | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2. 1 Sifat dan Penggunaan Aluminium..... | 5 |
| 2.1.1 Sifat dan Penggunaan Aluminium..... | 5 |
| 2.1.2 Paduan Aluminium..... | 6 |
| 2. 2 Kodifikasi Aluminium..... | 10 |
| 2. 3 Aluminium 5083..... | 11 |
| 2. 4 Pengelasan GMAW atau MIG | 12 |
| 2.4.1 Prinsip Kerja..... | 12 |
| 2.4.2 Keunggulan dan Kelemahan GMAW..... | 16 |
| 2.4.3 Parameter Pengelasan..... | 17 |
| 2. 5 Pengaruh Pengelasan Ulang (Repair Welding)..... | 24 |
| 2.5.1 Distorsi Las..... | 25 |
| 2.5.2 Distorsi Angular | 25 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.5.3 | Pengaruh Ketebalan Pelat..... | 26 |
| 2.5.4 | Pengaruh Kecepatan Pengelasan dan Arus Listrik Las | 26 |
| 2.6 | Jenis-jenis Cacat Lasan | 27 |
| 2.7 | Pengujian Radiografi..... | 32 |
| 2.8 | Densitas | 35 |
| 2.9 | Perhitungan Persentase Porositas..... | 35 |
| 2.10 | Kekuatan dan Pengujian Tarik | 37 |
| BAB 3. | METODE PENELITIAN..... | 41 |
| 3.1 | Tempat dan Waktu Penelitian | 41 |
| 3.2 | Bahan dan Alat | 41 |
| 3.2.1 | Bahan..... | 41 |
| 3.2.2 | Alat | 42 |
| 3.3 | Prosedur Penelitian..... | 43 |
| 3.3.1 | Persiapan Material dan Proses Pengelasan..... | 43 |
| 3.3.2 | Pembuatan Spesimen Uji..... | 45 |
| 3.4 | Pengujian | 46 |
| 3.4.1 | Pengujian Tarik | 46 |
| 3.4.2 | Densitas | 48 |
| 3.4.3 | Perhitungan Persentase Porositas | 48 |
| 3.4.4 | Pengujian Radiografi | 50 |
| 3.4.5 | Uji Struktur Mikro | 51 |
| 3.5 | Analisa Data | 52 |
| 3.6 | Diagram Alir Penelitian..... | 54 |
| BAB 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 56 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Uji Tarik..... | 56 |
| 4.2 | Pembahasan Kekuatan Tarik..... | 58 |
| 4.3 | Hasil Densitas dan Persentase Porositas | 59 |
| 4.4 | Uji Radiografi..... | 61 |
| 4.5 | Pengamatan Struktur Mikro | 65 |

| | |
|--|----|
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 73 |
| 5. 1 Kesimpulan..... | 73 |
| 5. 2 Saran..... | 75 |
| DAFTAR PUSTAKA | 76 |
| Lampiran-Lampiran | 79 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Proses Kerja Pengelasan GMAW | 13 |
| Gambar 2.2 Skema alat las GMAW (<i>Wiryosumarto, 2000</i>)..... | 18 |
| Gambar 2.3 Metode transfer logam dari elektroda ke benda kerja Pada pengelasan GMAW..... | 19 |
| Gambar 2.4 Mesin las GMAW dengan rangkaian polaritas balik.atau DC (+)..... | 18 |
| Gambar 2.5 Cacat las retak (<i>Asyari Daryus – Proses Produksi</i>) | 27 |
| Gambar 2.6 Bagian-bagian dari sambungan las | 28 |
| Gambar 2.7 Cacat porositas (<i>Asyari Daryus – Proses Produksi</i>)..... | 28 |
| Gambar 2.8 Terdapat cacat-cacat porositas pada hasil uji foto radiografi(<i>Mathers - Welding of Aluminum and its Alloys</i>) | 29 |
| Gambar 2.9 Inklusi (<i>Asyari Daryus – Proses Produksi</i>) | 30 |
| Gambar 2.10 Cacat las karena kurangnya fusi atau penetrasi (<i>Asyari Daryus – Proses Produksi</i>) | 31 |
| Gambar 2.11 Bentuk cacat-cacat las imperfect shape | 32 |
| Gambar 2.12 Uji radiografi..... | 33 |
| Gambar 2.13 Contoh alat uji radiografi | 33 |
| Gambar 2.14 Kurva tegangan-regangan material | 38 |
| Gambar 3.1 Test coupon | 45 |
| Gambar 3.2 Penampang lasan dengan variasi penggerindaan 3 mm | 45 |
| Gambar 3.3 Penampang lasan dengan variasi penggerindaan 6 mm | 45 |
| Gambar 3.4 Spesimen uji tarik | 46 |
| Gambar 3.5 Jenis-jenis penetrometer | 51 |
| Gambar 3.6 Penampang lasan..... | 51 |
| Gambar 3.7 Diagram alir penelitian..... | 55 |
| Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian tarik Al-Mg 5083 pada pengelasan normal/reject, pengelasan ulang dengan kedalaman penggerindaan 3mm,dan kedalaman penggerindaan 6 mm. | 57 |
| Gambar 4.2 Kurva densitas..... | 59 |
| Gambar 4.3 Kurva porositas | 60 |
| Gambar 4.4 Cassete dan film..... | 63 |
| Gambar 4.5 Radiation source..... | 63 |
| Gambar 4.6 Penetrometer..... | 64 |

| | |
|---|--------------------------------------|
| Gambar 4.7 Surveymeter | 64 |
| Gambar 4.8 Hasil uji radiografi proses pengelasan normal/reject | 64 |
| Gambar 4.9 Hasil uji radiografi proses pengelasan ulang (kedalaman 3 mm) | 65 |
| Gambar 4.10 Hasil uji radiografi proses pengelasan ulang (kedalaman 6 mm) | 65 |
| Gambar 4.11 Struktur mikro base metal Aluminium 5083 (500x) | 67 |
| Gambar 4.12 (a) Weld Metal dan (b) HAZ pengelasan normal/material las reject (500x) | 68 |
| Gambar 4.13 (a) Weld Metal dan (b) HAZ pengelasan ulang dengan kedalaman penggerindaan 3 mm (500x) | 69 |
| Gambar 4.14 (a) Weld Metal dan (b) HAZ pengelasan ulang dengan kedalaman penggerindaan 6 mm (500x) | 70 |
| Gambar A.1 Grafik tegangan regangan (pengelasan normal/reject) | Error! |
| | Bookmark not defined.5 |
| Gambar A.2 Grafik tegangan regangan (pengelasan ulang kedalaman penggerindaan 3 mm) | 85 |
| Gambar A.3 Grafik tegangan regangan (pengelasan ulang kedalaman penggerindaan 6 mm) | 89 |
| Gambar B.1 Kurva densitas porositas | 91 |
| Gambar D.1 Material Las Reject (loc1), Material Las Ulang Kedalaman Penggerindaan 3 mm (loc2), Material Las Ulang Kedalaman Penggerindaan 6 mm (loc3) | 93 |
| Gambar D.2 Sampel pengujian densitas dan porositas | 93 |
| Gambar D.3 Sampel pengujian tarik | 94. |
| Gambar D.7 Sampel pengujian mikro | 94 |
| Gambar F.1 Mesin uji radiografi | 97 |
| Gambar F.2 Timbangan Digital | 9Error! Bookmark not defined. |
| Gambar F.3 Gelas ukur | 9Error! Bookmark not defined. |
| Gambar F.4 Oven pengering | 97 |
| Gambar F.5 Mesin uji tarik | 98 |
| Gambar F.6 Mesin pengampelas | 98 |
| Gambar F.7 Mikroskop optik | 99 |
| Gambar F.8 Gas Argon 99 % dan mesin las GMAW | 99 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Kodifikasi Aluminium | 10 |
| Tabel 2.2 Komposisi Kimia Aluminium 5083..... | 16 |
| Tabel 2.3 Klasifikasi elektroda berdasar jenis logam induk berdasarkan AWS (AWS, 1999. <i>Specification for Bare Aluminum and Aluminum-Alloy Welding Electrodes and Rods</i>) | 22 |
| Tabel 2.4 <i>Komposisi Kimia pada Filler untuk Pengelasan GMAW. (AWS A5.10-92 ASME SFA 5.1)</i> | 23 |
| Tabel 3.1 Contoh tabel perhitungan uji tarik..... | 48 |
| Tabel 4.1. Hasil Uji Radiografi Test..... | 62 |
| Tabel 4.2. Komposisi Aluminium 5083 (ASM , 2005) | 67 |
| Tabel A.1 Tabel uji tarik las normal..... | 80 |
| Tabel A.2 Tabel uji tarik lasan ulang 3 mm..... | 85 |
| Tabel A.3 Tabel uji tarik lasan ulang 6 mm..... | 83 |
| Tabel C Prosedur Pengelasan GMAW..... | 92 |

ABSTRAK

Proses replating atau kesalahan pengelasan dalam penyambungan material Al-Mg 5083 banyak dijumpai pada industri perkapalan maka diperlukan adanya repair atau pengelasan ulang. Dalam tugas akhir ini, proses pengelasan ulang menggunakan mesin las GMAW (Gas Metal Arc Welding) dengan diberikan variasi pengurangan kedalaman logam lasan 3 mm dan 6 mm repair untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap nilai kekuatan tarik dan struktur mikro maupun cacat las porositas yang ditimbulkan. Dari hasil uji tarik didapatkan kekuatan tarik tertinggi pada variasi pengurangan kedalaman logam lasan 6 mm repair sebesar 78,15 MPa dan nilai regangan sebesar 9,66%. Nilai persentase porositas terbesar terdapat pada material lasan awal/reject sebesar 0,467% dan densitas terbesar pada proses pengelasan ulang variasi pengurangan kedalaman logam lasan 6 mm sebesar 2,5 gram/cm³. Hasil pengujian radiografi didapatkan adanya indikasi cacat berupa porositas yang terkecil pada variasi pengurangan kedalaman logam lasan 6 mm sejumlah satu dengan diameter 6 mm. Pada pengamatan struktur mikro, terlihat jumlah partikel magnesium silikat (Mg₂Si) terbanyak terdapat pada weld metal variasi pengurangan kedalaman logam lasan 6 mm. Adanya Mg₂Al₃ juga akan meningkatkan ketangguhan material, kandungan zirconium (Zr) dan sedikit titanium (Ti) berperan sebagai paduan penghalus butir (grain-refiner), tingkat penghalusan butir meningkat dengan meningkatnya masukan panas dan kecepatan las.

Kata kunci : Al-Mg 5083, pengelasan GMAW, repair, kekuatan tarik, densitas, persentase porositas, radiografi, struktur mikro.

ABSTRACT

The process of replating or errors in the grafting material welding Al-Mg 5083 often found in the shipping industry it is necessary to repair or re-welding. In this thesis, the process of re-using a welding machine welding GMAW (Gas Metal Arc Welding) with given variations in the depth of the weld metal reduction of 3 mm and 6 mm repair to know how big effect on the value of tensile strength and microstructure and weld defects caused by porosity. From the tensile test results obtained with the highest tensile strength variation reduction of 6 mm depth of the weld metal repair of 78.15 MPa and strain values of 9.66%. We have the largest percentage porosity value at the beginning of the weld material / rejected by the greatest density of 0.467% and repeated variations on the process of welding the weld metal reduction in the depth of 6 mm by 2.5 gram/cm³. The test results obtained radiographic indication of the porosity of the smallest defect in the reduction of the depth variation of the weld metal 6 mm number one with a diameter of 6 mm. In the observation of micro structure, visible amount of magnesium silicate particles (Mg₂Si) contained the most variation in weld metal reduction of 6 mm depth of the weld metal. Mg₂Al₃ presence will also increase the toughness of the material, the content of zirconium (Zr) and some titanium (Ti) role as the resultant refiner details (grain-refiner), increased levels of refinement details with increasing heat input and speed welding.

Key word : Al-Mg 5083, GMAW welding, repair, tensile strength, density, porosity percentage, radiography, microstructure.