

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)
DAN *ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY* (EDX)
PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061
DENGAN *FILLER ALUSOL* DAN LOKAL**



Disusun Sebagai Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

RYAN EKO NUGROHO

NIM : D200150220

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) DAN ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY (EDX) PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN FILLER ALUSOL DAN LOKAL

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 4 Januari 2020

Yang Menyatakan



Ryan Eko Nugroho

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul "**ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) DAN ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY (EDX) PADA PENGELASAN BRAZING PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN FILLER ALUSOL DAN LOKAL**" telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ryan Eko Nugroho

NIM : D200150220

Disahkan pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 28 Januari 2020

Pembimbing Tugas Akhir



Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul "ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) DAN ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY (EDX) PADA PENGELASAN BRAZING PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN FILLER ALUSOL DAN LOKAL", telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ryan Eko Nugroho


NIM : D200150220

Disetujui pada

Hari : Kamis

Tanggal : 13 Februari 2020

Tim Penguji

Ketua : Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D ()

Anggota 1 : Ir. Tri Tjahjono, M.T. ()

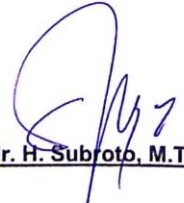
Anggota 2 : Dr. Ir. Ngafwan, M.T. ()

Dekan Fakultas Teknik



(Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.)

Ketua Jurusan Teknik Mesin


(Ir. H. Subroto, M.T.)



LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 023/II/2019 tanggal 13 Februari 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini:

Nama : Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

Pangkat / Jabatan : Dosen Teknik Mesin

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ryan Eko Nugroho

No Induk : D200150220

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir

Judul/Topik : "ANALISIS *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM)
DAN *ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY* (EDX)
PADA PENGELASAN BRAZING PADA PENGELASAN
BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN *FILLER*
ALUSOL DAN LOKAL"

Rincian Soal/Tugas : Mengetahui struktur mikro dan komposisi pada brazing
aluminium 6061 dengan filler alusol dan lokal dengan pengujian
SEM dan EDX

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 September 2019

Pembimbing

Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

Keterangan :

Dibuat Rangkap Tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO & PESAN

“Sesungguhnya sesudah kesulitan akan ada kemudahan, maka bila engkau telah selesai dari satu pekerjaan, kerjakan pula pekerjaan berikutnya dan hanya kepada tuhan-mu”.

(Q.S Al-Insyirah)

“Barang siapa bersungguh – sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri”.

(Q.S. Al-Ankabut : 6)

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan”.

(Q.S. Al-Mujadalah : 11)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT, Rabbku atas rahmat, bimbingan dan hidayah-Nya, meskipun hamba-Nya melakukan dosa, lalai terhadap Allah, Allah masih memberikan kesempatan untuk memperbaiki diri dan bertaubat.
2. Ibu dan Bapak, atas do'a dan ridho darimu. Akhirnya satu amanah terselesaikan dan sekarang berlanjut ke amanah lain yang Insya Allah keberkahan sudah siap didepan mata.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “ANALISIS *SCANNING ELECTRON MICROSCOPE* (SEM) DAN *ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY* (EDX) PADA PENGELASAN BRAZING PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN *FILLER ALUSOL* DAN LOKAL” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis dengan segala hormat ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
4. Bapak Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.selaku Pembimbing Tugas Akhir sekaligus guru bagi saya, yang mana telah mengarahkan, membantu dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.

5. Bapak Nur AkhliS, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus menjadi guru bagi saya.
6. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama menempuh studi.
7. Ayahanda dan ibunda yang dengan ikhlas dan sabar mengasuh, membesarkan, membimbing serta mendoakanku selalu.
8. Teman-teman seperjuangan dalam pengerjaan tugas akhir.
9. Keluarga Teknik Mesin UMS angkatan 2015.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan juga bisa menjadi referensi untuk laporan-laporan yang akan dilakukan dikemudian hari. Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, terhormatlah bagi yang berprestasi dan berprestasilah dengan tetap menjaga kehormatan.

Surakarta, 4 Januari 2020



Ryan Eko Nugroho

ANALISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) DAN ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY (EDX) PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM SERI 6061 DENGAN FILLER ALUSOL DAN LOKAL

Abstrak

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam teknologi manufaktur, pengelasan penyambungan logam juga bisa dilakukan dengan metode brazing. Brazing merupakan cara penyambungan dengan menggunakan logam pengisi diantara permukaan logam induk yang disambung. Proses brazing merupakan teknologi las yang banyak digunakan dalam industri untuk penyambungan material yang berbentuk pipa, lembaran atau pelat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan analisis komposisi kimia pada sambungan plat aluminium seri 6061 dengan filler alusol dan filler lokal dengan SEM dan EDS.

Pada penelitian ini menggunakan hasil las brazing dengan standar pembuatan spesimen ASME IX, plat aluminium seri 6061 dengan filler alusol dan filler lokal. Sampel yang akan diuji merupakan potongan atau sisi dari hasil sambungan masing-masing spesimen. Sebelum dilakukan pemindaian dengan mesin foto SEM dan EDS, sample dipotong sesuai dengan ukuran pada mesin sem-edx. Melakukan pemindaian atau proses SEM dan EDS.

Hasil pengujian SEM untuk filler alusol menunjukkan adanya butir pada base metal aluminium yang memiliki diameter rata rata sebesar 17.595 μm , adanya hole atau porosity dengan diameter hole sebesar 8.26 μm . Pada pengujian EDS di masing-masing spectrum unsur yang paling banyak adalah aluminium (Al). Ketika di spectrum 2 (filler), filler alusol mempunyai unsur selain aluminium yaitu unsur karbon (C), oksigen (O_2), sedangkan filler lokal mempunyai unsur aluminium (Al), karbon (C), oksigen (O_2), silikon (Si) dan unsur Seng (Zn).

Kata kunci : Mematri, Aluminium, Scanning Electron Microscope, Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy

ANALYSIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE (SEM) AND ENERGY-DISPERSIVE XRAY SPECTROSCOPY (EDX) ON BRAZING ALUMINUM SERIES 6061 WITH ALUSOL AND LOCAL FILLERS

ABSTRACT

Welding is one part that can not be separated in manufacturing technology, welding metal jointing can also be done by brazing method. Brazing is a way of connecting by using filler metal between the surfaces of the parent metal to be joined. The brazing process is a welding technology that is widely used in industry for the connection of materials in the form of pipes, sheets or plates. This study aims to determine the microstructure and analysis of chemical composition in the connection of the 6061 series aluminum plate with alusol fillers and local fillers with SEM and EDS.

In this study using the results of welding brazed with ASME IX specimens making standards, aluminum plate 6061 series with alusol fillers and local fillers. The sample to be tested is a cut or side from the connection results of each specimen. Before scanning with SEM and EDS photo machines, the samples are cut to size on the sem-edx machine. Scan or process SEM and EDS.

SEM test results for alusol fillers showed the presence of grains on an aluminum base metal which had an average diameter of 17,595 μm , the presence of holes or porosity with a diameter hole of 8.26 μm . In EDS testing in each spectrum the most element is aluminum (Al). When in spectrum 2 (filler), alusol fillers have elements other than aluminum, namely carbon (C), oxygen (O_2), while local fillers have aluminum (Al), carbon (C), oxygen (O_2), silicon (Si) elements and the element Zinc (Zn).

Keywords : *Brazing, Aluminum, Scanning Electron Microscope, Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO & PESAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistem Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. <i>Brazing</i>	10
2.2.2. Elemen Proses <i>Brazing</i>	15
2.2.3. Logam Induk	15
2.2.4. Logam Pengisi (<i>Filler</i>)	16

2.2.5. <i>Fluks</i>	17
2.2.6. Proses Pembuatan Spesimen <i>Brazing</i>	19
2.2.7. Jenis Cacat	21
2.2.8. Reaksi Interfacial.....	23
2.2.9. Oksidasi	28
2.2.10. Aluminium	29
2.2.11. Pengujian Penelitian Sebelumnya.....	36
2.2.12. <i>Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-ray</i>	40
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	43
3.2. Bahan Penelitian	44
3.3. Alat Penelitian.....	45
3.4. Lokasi Penelitian	46
3.5. Parameter Pengelasan.....	46
3.4. Prosedur penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Hasil Pengujian SEM dan EDX untuk <i>Brazing</i> antara Aluminium dan Aluminium dengan <i>Filler Alusol</i>	49
4.2 Analisis Hasil Pengujian SEM dan EDX untuk <i>Brazing</i> antara Aluminium dan Aluminium dengan <i>Filler Lokal</i>	52
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. SEM <i>Filler</i> Alusol Tipe Lembut.....	6
Gambar 2.2. Lapisan Kuningan Alusol Dan Aluminium Dengan Perbesaran 40x	8
Gambar 2.3. Mikrograf SEM Dari Sambungan <i>Stainless Steel</i> Dan Aluminium Tanpa Penambahan Serbuk Tembaga Perbesaran (A) 1000x; (B)3000x.....	9
Gambar 2.4. Mikrograf SEM Dari Sambungan Alumunium Dan <i>Filler</i> Alusol Dengan Perlakuan Etsa 40 Menit Perbesaran 9000x.....	10
Gambar 2.5. <i>Torch Brazing</i>	12
Gambar 2.6. Tungku Untuk Mematri.....	13
Gambar 2.7. Ukuran Spesimen (ASME IX QW 462.9).....	19
Gambar 2.8. Ukuran Spesimen Uji	20
Gambar 2.9. Pemotongan Spesimen Standar ASME IX.....	20
Gambar 2.10. Pengelasan <i>Brazing</i> Variasi Jarak (<i>Gap</i>)	21
Gambar 2.11. <i>Filler</i> Lokal (Kiri) dan <i>Filler Alusol</i> (Kanan)	21
Gambar 2.12. Cacat Retak (<i>crack</i>)	22
Gambar 2.13. Cacat <i>Porosity</i>	22
Gambar 2.14. Cacat Inklusi (<i>Inclusion</i>).....	23
Gambar 2.15. Mekanisme Interdiffusion	23
Gambar 2.16. Mekanisme difusi vacancy	24
Gambar 2.16. Mekanisme difusi <i>vacancy (atas)</i> , Mekanisme difusi (bawah) <i>interstitial</i>	24
Gambar 2.18. Mekanisme Diffusion Bonding.....	27
Gambar 2.19. Komposisi Kimia Aluminium Seri 6061.....	35
Gambar 2.20. Grafik Uji Tarik <i>Filller Alusol</i> dengan Gap 0,1 mm.....	36
Gambar 2.21. Grafik Uji Tari <i>Filller Alusol</i> dengan Gap 0,2 mm	37
Gambar 2.22. Grafik Uji Tarik <i>Filler</i> Lokal dengan Gap 0,1 mm.....	37
Gambar 2.23. Grafik Uji Tarik <i>Filler</i> Lokal dengan Gap 0,2 mm.....	37

Gambar 2.24. Grafik Hubungan Jarak (<i>Gap</i>) Terhadap Tegangan Tarik.....	38
Gambar 2.25. Foto Makro Pada Permukaan : (A) Alusol Tipe Lembut <i>Gap</i> 0,1 Mm; (B) Alusol Tipe Lembut <i>Gap</i> 0,2 Mm; (C) Filler Lokal <i>Gap</i> 0,2 Mm; (D) Filler Lokal <i>Gap</i> 0,1 Mm....	39
Gambar 2.26. Mesin <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	41
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 3.2. Hasil Las <i>Brazing</i>	44
Gambar 3.3. Alat foto SEM dan EDX.....	45
Gambar 3.4. Gergaji besi.....	45
Gambar 3.5. Mesin Amplas	46
Gambar 3.6. Pemotongan Spesimen Standar ASME IX Dengan Variasi Jarak (<i>Gap</i>).....	47
Gambar 4.1. Mikrograf SEM Dari Sambungan Aluminium Dan Aluminium Dengan <i>Filler Alusol</i> Perbesaran 1000 kali ...	49
Gambar 4.2. Mikrograf SEM Untuk <i>Line Analysis</i> Dengan <i>Filler Alusol</i>	51
Gambar 4.3. Mikrograf SEM Dari Sambungan Aluminium Dan Aluminium Dengan <i>Filler</i> Lokal Perbesaran 5000 Kali....	52
Gambar 4.4. Mikrograf SEM Dari Sambungan Aluminium Dan Aluminium.....	54
Gambar 4.5. Mikrograf SEM Untuk <i>Line Analysis</i> Dengan <i>Filler</i> Lokal.....	54

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Hasil Pengujian Tarik Pengelasan Brazing Dengan Sambungan Lap Joint.	38
Tabel 3.1. Tabel Parameter Pengelasan	46
Tabel 4.1. <i>Spectrum 1 Filler Alusol</i>	50
Tabel 4.2. <i>Spectrum 2 Filler Alusol</i>	50
Tabel 4.3. <i>Spectrum 3 Filler Alusol</i>	50
Tabel 4.4. <i>Spectrum 1 Filler Lokal</i>	53
Tabel 4.5. <i>Spectrum 2 Filler Lokal</i>	53
Tabel 4.6. <i>Spectrum 3 Filler Lokal</i>	53