

**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI  
PADA METODE *BRAZING* ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN  
MENGUNAKAN *FILLER* ALUSOL**



**Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Surakarta**

**Disusun Oleh :**

**ENDRIANSYAH ZULFIKRI**

**NIM : D 200 120 117**

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

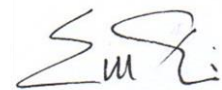
**2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul "**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI PADA METODE *BRAZING* ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN MENGGUNAKAN *FILLER* ALUSOL** ", yang dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari penelitian atau skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, .....2017

Yang menyatakan,



Endriansyah Zulfikri

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul "**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI PADA METODE *BRAZING* ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN MENGGUNAKAN *FILLER* ALUSOL**"  
Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ENDRIANSYAH ZULFIKRI**

NIM : **D 200 120 117**

Telah disetujui dan disahkan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 22 Maret 2017

Mengetahui,

Pembimbing Utama ,



**Agus Dwi Anggono, ST,M.Eng, Ph.D.**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI PADA METODE *BRAZING* ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN MENGGUNAKAN *FILLER* ALUSOL**”  
Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Surakarta.

Disusun oleh :

Nama : **ENDRIANSYAH ZULFIKRI**

Nim : **D 200 120 117**

Disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 22 Maret 2017

**Tim Penguji :**

Ketua : **Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D.** ()

Anggota 1 : **Masyrukan, ST, MT.** ()

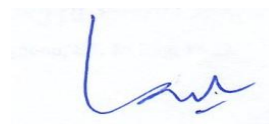
Anggota 2 : **Patna Partono, ST, MT.** ()

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

**Ketua Jurusan,**



**Tri Widodo B.R, S.T., M.Sc., Ph.D.**

# LEMBAR SOAL TUGAS

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

dengan ini :

Nama : Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Endriansyah Zulfikri

Nomor Induk : D200120117

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin

Judul/Topik : Analisa Kekuatan Mekanik dan Struktur Metalografi Pada Metode *Brazing* Antara Aluminium dan Besi Dengan Menggunakan *Filler* Alusol.

Rincian Soal/Tugas :

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

Surakarta, 4 Maret 2016

Pembimbing



Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Keterangan :

\*coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

## HALAMAN MOTTO

يَرْجِعُ حَتَّىٰ اللَّهُ سَبِيلٍ فِي كَانِ الْعِلْمِ طَلَبٍ فِي خَرَجَ مَنْ

**“Barang siapa yang keluar dalam menuntut ilmu maka ia adalah seperti berperang di jalan Allah hingga pulang”.**

**(#H.R. Tirmidzi)**

مَنْ جَدَّ وَ جَدَّ

**“Barang siapa bersungguh-sungguh maka dia akan berhasil”**

**“It ain’t how hard you hit...It’s about how hard you can get hit and keep moving forward. How much you can take and keep moving forward. That’s how winning is done!”.**

**(#Rocky Balboa, Sylvester Stallone)**

**“Bukan tentang lebih baik dari yang lain, tapi merubah lebih baik dari yang kemarin ”.**

**(#Penulis)**

**“Barang siapa yang mengamalkan yang diketahuinya maka Allah menganugrahkan ilmu yang belum diketahuinya”**

**(#Shihab, 1994: 439)**

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

**(#Qs.al-Mujadalah:11)**

**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI  
PADA METODE BRAZING ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN  
MENGUNAKAN FILLER ALUSOL.**

**Endriansyah Zulfikri, Agus Dwi Anggono**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura  
e-mail: [endriansyahkipli@gmail.com](mailto:endriansyahkipli@gmail.com)

**ABSTRAKSI**

*Dalam industri otomotif, bahan bergabung menjadi proses penting. Salah satu metode bergabung adalah mematri. Itu digunakan untuk dua bahan bersama yang memiliki sifat yang berbeda. Ada banyak difficulties untuk sifat yang berbeda bersama bahan karena kemampuan las yang berbeda. Dalam penelitian ini, tujuannya adalah menyambungkan aluminium dan baja karbon dengan menggunakan metode mematri. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium tebal 2mm dan baja karbon tebal 1,6 mm. Mematri akan conducte dengan menggunakan aluminium filler yang memiliki nama comercial sebagai alusol. ASME IX digunakan untuk memproduksi spesimen dan ASTM E8 digunakan untuk uji tarik dari bahan asli tanpa bergabung. Uji kekerasan mikro dilakukan dengan menggunakan AWS D8.9-97 standart. ASTM E407-07 terpilih standar untuk fotografi makro dan mikro. uji tarik logam dasar aluminium disampaikan tegangan tarik rata-rata 112,53 ketegangan N / mm<sup>2</sup> dan rata-rata 3,58%. Tegangan geser maksimum dalam ujian adalah 41,74 N / mm<sup>2</sup> dan ketegangan dari 8,5%. uji microhardness Vickers dari spesimen ditunjukkan kekerasan tertinggi adalah pada baja karbon sementara kekerasan terendah pada HAZ (Heat Affected Zone) aluminium. Foto makro alusol ditunjukkan posisi alusol, aluminium dan baja karbon dalam warna yang berbeda. struktur mikro aluminium di HAZ itu ditampilkan berubah dimana ukuran butir meningkat. Sementara di baja karbon, perlit gandum memiliki meningkat juga di HAZ. Untuk pengisi alusol, itu struktur mikro berubah menjadi lebih kecil dari sebelum proses mematri.*

**Kata Kunci :** *Brazing, aluminium, baja karbon, filler alusol, HAZ.*

**ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI  
PADA METODE BRAZING ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN  
MENGUNAKAN FILLER ALUSOL.**

**Endriansyah Zulfikri, Agus Dwi Anggono**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura  
e-mail: [endriansyahkipli@gmail.com](mailto:endriansyahkipli@gmail.com)

**ABSTRACT**

*In automotive industries, joining materials have been a important process. One of the joining method was brazing. It was used to joint two materials which have different properties. There were many difficulties to joint different properties of materials due to the different weld ability. In this research, the aim is to joint aluminium and carbon steel by using brazing method. The material used in this research was 2 mm thick of aluminium and 1.6 mm thick of carbon steel. Brazing will be conducte by using aluminium filler which has comercial name as alusol. ASME IX was used to manufacture the specimen and ASTM E8 was used for tensile test of original material without joining. The micro hardness test was carried out by using AWS D8.9-97 standart. ASTM E407-07 was selected standard for macro and micro photograph. Tensile test of base metal of aluminium was delivered average tensile stress of 112.53 N/mm<sup>2</sup> and average strain of 3.58%. The maximum shear stress in the test was 41.74 N/mm<sup>2</sup> and strain of 8.5%. Vickers microhardness test of the specimen was shown the highest hardness was on the carbon steel while the lowest hardness was on HAZ (Heat Affected Zone) of aluminium. The macro photo of alusol was shown the position of alusol, aluminium and carbon steel in different color. Micro structure of aluminium in HAZ was shown changed which the grain size has increased. While in the carbon steel, perlit grain has increase as well in HAZ. For the alusol filler, it was micro structure changed become smaller than before brazing process.*

**Keywords** : Brazing, aluminium, carbon steel, alusol filler, HAZ.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah,dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya, Beserta Rasulnya. Alhamdulillah penulis selalu bersyukur ataskemampuan sederhana yang dimiliki. Rasa bangga, terharu, serta bahagia atas karunia dan kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Kupersembahkan karya sedrhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

### **“Ayahanda dan Ibunda Tercinta”**

Kepada ayahanda (Entong Syamsudin) dan ibunda (Endah Pujianah) tercinta. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tiadaterhingga aku persembahkan karya sederhana ini sebagai rasa bahagia serta terima kasihku atas segala kasih sayang, nasehat, motivasi, doa yang tiada henti engkau panjatkan, dukungan yang nyata serta cinta kasih tiada terhingga yang selama ini Ayahanda dan Ibunda berikan kepada anakmu ini. Semoga dengan karya sederhana ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia.

### **“Adik dan Kakakku Tersayang”**

Terima kasih untuk adikku (Febry Nurfauzi) dan kakakku (Fatmawati Putri) tersayang, tingkah nakalmu terkadang membuat jengkel tetapi atas doa dan dukungan kalian membuat adik dan kakakmu ini menjadi lebih semangat untuk menyusun skripsi hingga selesai. Mohon maaf apabila kakak dan adikmu ini belum dapat menjadi panutan yang baik tetapi akan berusaha menjadi kakak atau adik yang terbaik.

### **“My Best Friend’s”**

Untuk sahabat seperjuangan skripsikun (Agung dan Rony) terima kasih atas bantuan, nasihat, doa, hiburan, ejekan dan semangat yang telah kalian berikan selama pengerjaan skripsi ini. Serta untuk sahabat kuliahku yang terutama (Narno, Sesa, Rika) yang selalu memberikan masukan dan meluangkan waktu untuk mengajari saya apabila mengalami kesulitan dalam pembuatan skripsi ini, aku ucapkan terimakasih atas bantuan dan doa kalian semoga persahabatan ini selamanya. Teman-teman teknik mesin UMS 2012 yang aku tidak bisa sebutkan namanya satu persatu aku ucapkan terimakasih atas bantuan kalian semoga keakraban kita selalu terjaga. Amiin.. (M Solidarity)

### **“Dosen Pembimbing Tugas Akhirku”**

Bapak Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng,Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak atas waktu, bimbingan, dan ilmu yang selama ini bapak berikan kepada saya selama pengerjaan tugas akhir ini. Semoga bapak beserta keluarga diberikan kesehatan selalu dan rejeki yang berlimpah oleh Allah SWT. Amiin.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR METALOGRAFI PADA METODE *BRAZING* ANTARA ALUMINIUM DAN BESI DENGAN MENGGUNAKAN FILLER ALUSOL”**dengan baik dan tepat pada waktunya.Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas segala limpahan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tri Widodo Besar R, ST.,M.Sc.,Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing utama Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Bapak Masyrukan, S.T, MT. selaku dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan dan semangat kepada penulis.
6. Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan pengalaman yang bermanfaat.

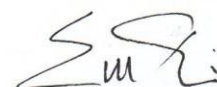
7. Kedua orang tua serta semua keluarga yang telah membesarkan, mendo'akan memotivasi serta membiayai semua kebutuhan penulis sampai sekarang.
8. Sahabat dalam penelitian maupun penulisan Narno ST., Agung Santoso, Rony Hidayat, Sesa Jati Mastika, Rika Isnanto.
9. Rekan-rekan Teknik Mesin khususnya angkatan 2012 dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian penulisan Laporan Tugas Akhir ini baik moril maupun materiil.

Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak dan juga bisa menjadi referensi untuk laporan-laporan yang akan dilakukan di kemudian hari.

Akhirnya apabila ada kritik dan saran yang sifatnya membangun akan penulis terima dengan senang hati demi sempurnanya laporan ini.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, \_\_\_\_\_ 2017



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL .....	v
LEMBAR MOTTO .....	vi
ABSTRAK .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR SIMBOL .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Landasan Teori .....	14
2.2.1 Las Mematri (Brazing).....	14
2.2.2 Aluminium .....	18
2.2.3 Baja Karbon .....	23
2.2.4 Metalografi .....	24
2.2.5 Teori Elastisitas dan Plastis .....	25
2.2.6 Tegangan.....	26

2.2.7 Regangan .....	27
2.2.8 Tegangan Geser .....	28
2.2.9 Deformasi .....	29
2.2.10 Pengujian Kekerasan.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir .....	35
3.2 Bahan Penelitian .....	37
3.3 Alat yang Penelitian .....	38
3.4 Sampel.....	45
3.5 Lokasi Penelitian .....	47
3.6 Prosedur Penelitian.....	47
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Material Aluminium.....	57
4.1.1 Struktur Mikro Aluminium.....	57
4.1.2 Uji Tarik RAW Material Aluminium .....	58
4.2 Besi (Fe) .....	60
4.2.1 Hasil Foto Mikro Besi .....	60
4.3 Alusol (Aluminium Solder).....	62
4.3.1 Hasil Foto Mikro Alusol .....	62
4.4 Hasil Pengujian Tarik dan Geser .....	63
4.4.1 Hasil Pengujian Tarik RAW Material .....	63
4.4.2 Hasil Pengujian Geser Sambungan Brazing .....	64
4.5 Pengujian Kekerasan Vickers Microhardness.....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Proses Brazing Plat Aluminium Dengan Besi Menggunakan Sambungan <i>Lap joint</i> .....	7
Gambar 2.1 Hasil Uji Geser Proses Brazing daerah Las Aluminium Dengan Stainless Menggunakan Logam <i>Filler</i> Zn-Al Paduan Yang Berbeda (Yang Jinlong, 2014) .....	9
Gambar 2.2 Hasil Foto Makro Proses Brazing Antara al Dengan Stainless Menggunakan <i>Filler</i> Zn-Al (Yang Jinlong, 2014) .....	10
Gambar 2.3 Foto Mikro Reaksi Penetrasi Filler Pada Logam Induk .....	12
Gambar 2.4 Pemasangan Karbida Tip Pada Pemegang Dengan Sambungan <i>Brazing</i> .....	12
Gambar 2.5 Jarak Celah Logam Pada Penyambungan (Kusharjanto, 2004).....	12
Gambar 2.6 Diagram Tegangan Regangan ( <a href="http://www.suhilmanoka.blogspot.com">www.suhilmanoka.blogspot.com</a> ) .....	13
Gambar 2.7 Macam Indentor Uji Kekerasan (Kalkapkjian, s.Dkk, 2009) .	31
Gambar 2.8 Indentor Berbentuk Piramida Intan (The Welding Institute, 2016) .....	32
Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian .....	35
Gambar 3.2 Pelat Aluminium Setelah Dipotong Sesuai Standar ASME IX .....	37
Gambar 3.3 Pelat Baja Karbon Setelah Dipotong Sesuai Standar ASME IX .....	37
Gambar 3.4 Batang Aluminium Solder (Alusol) yang Digunakan.....	38
Gambar 3.5 Mesin Brazing .....	39
Gambar 3.6 Mesin Pengujian Geser.....	40
Gambar 3.7 Alat Uji Kekerasan Vickers Microhardness .....	41
Gambar 3.8 Alat Uji Makro dan Mikro .....	42



Gambar 3.9 Penggaris dan Sepidol .....	42
Gambar 3.10 Mesin Potong .....	43
Gambar 3.11 SarungTangan .....	43
Gambar 3.12 Amplas .....	43
Gambar 3.13 Korek Api .....	44
Gambar 3.14 Kain Bludru .....	44
Gambar 3.15 Autosol .....	44
Gambar 3.16 Cetakan Kaca .....	45
Gambar 3.17 Resin dan Katalis .....	45
Gambar 3.18 Spesimen Uji Tegangan Geser .....	46
Gambar 3.19 Spesimen Uji Tarik RAW Material .....	46
Gambar 3.20 Spesimen Uji Makro Mikro dan Uji Kekerasan .....	46
Gambar 3.21 Ukuran Spesimen Standar ASME IX.....	49
Gambar 3.22 Ukuran Spesimen UjiTarik RAW Material ASTM E8 .....	49
Gambar 4.1 Hasil Foto Makro Spesimen .....	56
Gambar 4.2 Hasil Mikro Material Aluminium .....	57
Gambar 4.3 Grafik Uji Tarik RAW Material Aluminium Ketebalan 2 mm..	59
Gambar 4.4 Grafik Rata-rata Hasil Uji Tarik RAW Material Aluminium Ketebalan 2 mm.....	59
Gambar 4.5 struktur Material Besi .....	60
Gambar 4.6 Diagram <i>Continus Cooling Transformation</i> .....	62
Gambar 4.7 Mikrostruktur Alusol.....	62
Gambar 4.8 Grafik Uji Tarik RAW Material Aluminium Tebal 2 mm.....	63
Gambar 4.9 Grafik Rata-rata Hasil Uji Tarik RAW Material Aluminium....	64
Gambar 4.10 Grafik Uji Geser Pada Sambungan Brazing Plat Aluminium Tebal 2 mm Dengan Plat Besi Tebal 1,6 mm .....	65
Gambar4.11 Grafik Rata-rata Hasil Uji Geser Pada Sambungan Brazing .....	65
Gambar 4.12 Mode Patahan Sambungan Las Jenis <i>Button Pull-Out</i> <i>Failure Mode</i> .....	66

Gambar 4.13 Hasil Uji Kekerasan Pada Sambungan Brazing Plat  
Aluminium tebal 2mm Dengan Besi tebal 1,6 mm ..... 67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Karbon .....	24
---	----

## DAFTAR SIMBOL

$\tau$	= tegangan geser	(Pa, Mpa)
P	= gaya geser eksternal	(N)
A	= Luas Permukaan	(mm <sup>2</sup> , m <sup>2</sup> )
HV	= Nilai kekerasan Vickers	(HV)
P	= Gaya penekanan	(gf)
d	= Panjang lekukan rata-rata	( $\mu$ m)
$\sigma$	= Tegangan Normal	(N/mm <sup>2</sup> )
$\epsilon$	= Regangan	(%)
F	= Gaya	(N)
l	= Panjang Mula-mula	(mm)
$\Delta l$	= Pertambahan Panjang	(mm)