

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA PENGARUH *FILLER* TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL***



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

Disusun oleh :

**SATRIYA SURYA WARDHANA**

**NIM : D200120053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “**ANALISA PENGARUH *FILLER* TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL***” yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 12 Februari 2018

Yang Menyatakan



**SATRIYA SURYA WARDHANA**

**D200120053**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul “**ANALISA PENGARUH FILLER TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**” telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SATRIYA SURYA WARDHANA**

NIM : **D200120053**

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *12 Februari 2018*

Pembimbing Utama



**(M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.)**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul “**ANALISA PENGARUH FILLER TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**”, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SATRIYA SURYA WARDHANA**

NIM : **D200120053**

Disetujui pada

Hari : Senm

Tanggal : 12 februari 2018

Tim Penguji

Ketua : **M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.**

Anggota 1 : **Agus Yulianto, ST, MT.**

Anggota 2 : **Bambang Waluyo F, ST, MT.**



Dekan



**(Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D)**

Ketua Jurusan



**(Ir. Subroto, MT.)**

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 08 - 09 - 2016  
dengan ini:

Nama : M. Alfatih Hendrawan ST, MT

Pangkat/Jabatan :

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa:

Nama : Satriya Surya Wardhana

Nomor Induk : D200120053

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin

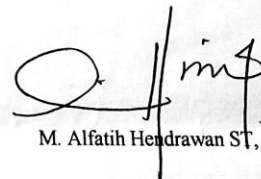
Judul/Topik : Analisa pengaruh *Filler* serbuk terhadap sifat metalografi  
sambungan las beda material pada las titik antara aluminium dan  
stainless steel

Rincian Soal/Tugas :

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

Surakarta, 3/3/2017

Pembimbing



M. Alfatih Hendrawan ST, MT

### 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

## MOTTO

“ Sesungguhnya allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang ada pada diri mereka”  
(Ar-ra'd : 11)

“Jika Allah menolong kamu, maka tak ada orang yang dapat mengalahkanmu. Jika Allah membiarkan kamu (tidak memberi petolongan), maka siapakah gerangan yang dapat menolong kamu (selain) dari Allah sesudah itu? Karena itu, hendaklah kepada Allah saja orang-orang mukmin bertawakal.”  
(QS. Ali Imron (3) : 160)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”  
(Al-Baqarah : 153)

“Syukur dan sabar adalah kunci dalam menghadapi berbagai macam ujian”  
(KH Mustofa Bisri)

“Jika ingin hajat kita sukses, jangan pernah mengeluh, terus berjuang, perbanyak sholat kepada Allah SWT dan Kanjeng Nabi Muhammad SAW, Insyaallah hajat kita akan kabulkan”  
(Penulis)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Kedua orang tua saya yang saya sayangi, hormati dan cintai, yang telah memberikan doa dan semangat selama menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT membalas kemuliaan beliau dengan dimudahkan segala urusannya, dilancarkan rejekinya, dan diberi keselamatan dunia akhirat.

Adik-adikku tercinta, sahabat satu angkatan, pembimbing, keluarga besar dan almamaterku.

**ANALISA PENGARUH *FILLER*  
TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI  
SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK  
ANTARA ALUMINIUM DAN *STAINLESS STEEL***

**ABSTRAK**

Perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi semakin maju, baik di dalam perakitan maupun perawatan. Seiring kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi, membuat kebutuhan pengelasan semakin dibutuhkan. Teknologi pengelasan sendiri terbagi dalam beberapa jenis, salah satunya adalah las titik. Las titik merupakan teknologi las yang banyak digunakan di dalam industri untuk menyambung dua buah material berbentuk lembaran/pelat, dan dalam penelitian ini material yang digunakan adalah aluminium dan *stainless steel* dengan penambahan *filler* campur antara aluminium dan *stainless steel* dengan perbandingan 80% : 20%. Dalam proses pengelasan tersebut menggunakan parameter arus 6000 A, 7000 A, 8000 A dan waktu pengelasan 0,2 detik, 0,3 detik, 0,4 detik dengan *holding time* 0,3 detik. Setelah proses pengelasan selesai kemudian dilakukan Pengujian foto makro dan mikro menggunakan standar ASTM E407-07. Hasil dari pengujian foto makro menunjukkan bahwa arus dan waktu pengelasan berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (*nugget*). Semakin besar arus dan waktu pengelasan, maka diameter logam las semakin besar. Pada hasil pengujian foto mikro terlihat bahwa daerah logam induk, *HAZ*, dan logam las tidak terjadi perubahan yang signifikan, tetapi hanya mengalami perubahan butiran.

**Kata Kunci:** Pengelasan Titik, Beda Material, *Filler*, Uji Metalografi



## **ABSTRACT**

*Technological developments in the field of construction increasingly advanced, both in the assembly and maintenance. Along with technological advances in the field of construction, making welding needs increasingly needed. Welding technology itself is divided into several types, one of which is spot welding. Spot welding is a welding technology that is widely used in the industry to connect two sheet-shaped materials/plates and in this study the material used is aluminum and stainless steel with the addition of mixed filler between aluminum and stainless steel with a ratio of 80%: 20%. In the welding process using current parameters of 6000 A, 7000 A, 8000 A and welding time 0.2 seconds, 0.3 seconds, 0.4 seconds with holding time 0.3 seconds. After the welding process is completed then done Testing macro and micro images using standard ASTM E407-07. The result of macro photos test shows that the current and weld time affect the width of weld metal diameter (nugget). The larger the current and the welding time, the diameter of the weld metal is greater. The results of the micro-photo testing show that the base metal area, HAZ, and weld metal does not change significantly, but only changes the grain.*

**Keywords:** *Spot Welding, Dissimilar Material, Filler, Metallographic Test*

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul “**ANALISA PENGARUH FILLER TERHADAP STRUKTUR METALOGRAFI SAMBUNGAN LAS BEDA MATERIAL PADA LAS TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak M. Alfatih Hendrawan, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT. selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Achmadi dan Ibu Surip Sринi tercinta selaku orang tua saya yang senantiasa selalu mencintai, mendidik, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir, serta kedua adik saya Aryani Fitriana dan Nayya Carissa Wardhani yang saya sayangi.
6. Kepada rekan satu team Pedri Tri Adriyanto, yang selalu membantu, memberi solusi dan bersama-sama dalam menyelesaikan proses Tugas Akhir sampai selesai.
7. Teman angkatan 2012 Teknik Mesin yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan terima kasih atas dukungannya.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan Kasih SayangNya atas segala kebaikan yang telah dikerjakan. Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak dan sebagai amalan yang tidak terputus.

Surakarta, Februari 2018

Satriya Surya Wardhana

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka .....	6
2.2 Dasar teori.....	9
2.2.1. Las titik ( <i>Spot Welding</i> ).....	10

2.2.2.	Aluminium.....	15
2.2.3.	Baja Tahan Karat ( <i>Stainless Steel</i> ).....	21
2.2.4.	<i>Filler</i> campur SS-Al.....	27
2.2.5.	Metalografi.....	27
2.2.6.	Daerah Las.....	28
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2	Alur Penelitian .....	31
3.3	Alat dan Bahan .....	39
3.4	Proses Pengelasan Titik.....	45
3.5	Tahapan Pengujian .....	46
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	50
4.2	Hasil Pengujian Metalografi (makro dan mikro).....	55
4.2.1	Foto Makro.....	55
4.2.2	Foto Mikro .....	63
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan .....	82
5.2	Saran .....	83
 DAFTAR PUSTAKA		
 LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil uji struktur makro.....	7
Gambar 2.2	Grafik pengaruh arus terhadap lebar <i>nugget</i> .....	7
Gambar 2.3	Hasil uji struktur makro dan mikro .....	8
Gambar 2.4	Klasifikasi cara pengelasan .....	10
Gambar 2.5	Resistansi pada <i>spot welding</i> .....	12
Gambar 2.6	Proses pengelasan dan waktu pengelasan .....	14
Gambar 2.7	Diagram <i>Schaeffler</i> .....	26
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	30
Gambar 3.2	Ukuran spesimen.....	33
Gambar 3.3	Skema pengelasan .....	35
Gambar 3.4	Arah pemotongan spesimen .....	36
Gambar 3.5	Hasil <i>mounting</i> spesimen.....	37
Gambar 3.6	Mesin las titik .....	40
Gambar 3.7	Alat uji komposisi kimia ( <i>Spectrometer</i> ) .....	42
Gambar 3.8	Mikroskop mikro dan makro.....	43
Gambar 3.9	Material yang digunakan.....	44
Gambar 4.1	Fasa logam induk <i>stainless steel</i> .....	53
Gambar 4.2	Hasil foto makro <i>filler</i> dan tanpa <i>filer</i> .....	58
Gambar 4.3	Historigram pengaruh arus dan waktu terhadap Logam las ( <i>nugget</i> ) aluminium.....	59

Gambar 4.4	Historigram pengaruh arus dan waktu (Prakoso Deni, (2017)).....	60
Gambar 4.5	Perbandingan foto makro <i>filler</i> dan tanpa <i>filler</i> .....	61
Gambar 4.6	Foto makro pengelasan aluminium dan baja karbon rendah .....	62
Gambar 4.7	Logam induk aluminium, (ASM <i>Handbook</i> vol 9).....	64
Gambar 4.8	Logam induk stainless steel, (ASM <i>Handbook</i> vol 9)	64
Gambar 4.9	Logam induk ( <i>base metal</i> ) spesimen uji.....	65
Gambar 4.10	Data hasil penelitian HAZ aluminium .....	68
Gambar 4.11	Foto makro daerah HAZ dan <i>Nugget</i> dengan <i>filler</i> ...	69
Gambar 4.12	Foto makro daerah HAZ dan <i>Nugget</i> tanpa <i>filler</i> .....	69
Gambar 4.13	Hasil penelitian daerah HAZ pada aluminium .....	70
Gambar 4.14	Daerah HAZ logam <i>stainless steel</i> <i>filler</i> dan tanpa <i>filler</i> .....	73
Gambar 4.15	Hasil identifikasi daerah HAZ, fase <i>austenitic+ferrit</i> pada <i>Stainless steel filler</i> dan tanpa <i>filler</i> .....	74
Gambar 4.16	Logam las ( <i>nugget</i> ) <i>filler</i> dan tanpa <i>filler</i> .....	79
Gambar 4.17	Data hasil penelitian daerah logam las ( <i>nugget</i> ) .....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perbandingan ukuran <i>mesh</i> .....	32
Tabel 3.2. Variabel dan jumlah spesimen yang akan di buat .....	34
Tabel 4.1. Hasil pengujian komposisi kimia aluminium .....	50
Tabel 4.2. Hasil Uji komposisi kimia <i>stainless steel</i> .....	52
Tabel 4.3. Baja tahan karat <i>austenitic</i> berdasarkan <i>Material Property Data</i> .....	54
Tabel 4.4. Pengaruh arus dan waktu pada lebar logam las ( <i>nugget</i> ).....	59



## DAFTAR NOTASI

$H$  = Total *heat input* (*joule*)

$I$  = Arus listrik (*Ampere*)

$R$  = Total Tahanan Material (*ohm*)

$T$  = Waktu pengelasan (*detik*)