

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC  
HASIL *ELEKTROPLATING* TERHADAP PENGELASAN TITIK  
ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**



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

Disusun oleh :

**RIO SAFRIZON**

**NIM : D200.13.0167**

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

**2018**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN 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, 31 Maret 2018

Yang Menyatakan



**RIO SAFRIZON**

**D200130167**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul "**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN 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 : **Rio Safrizon**

NIM : **D200130167**

Disetujui pada

Hari : *Selasa*

Tanggal : *03 - April - 2018*

Pembimbing Utama



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul "ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN 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 : **Rio Safrizon**

NIM : **D200130167**

Disetujui pada

Hari : Selasa

Tanggal : 03 - April - 2018

Tim Penguji

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

Anggota 1 : **Patana Partono, ST, MT.**

Anggota 2 : **Agus Yulianto, ST, MT.**

Dekan



**(Ir. Subarjono, MT. Ph.D)**

Ketua Jurusan



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

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bedasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 150 / II / 2017 Tanggal 07 Agustus 2017

Dengan ini :

Nama : M. Alfatih Hendrawan, ST, MT

Pangkat/jabatan : Dosen/WD III

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Rio Safrizon

Nomor Induk : D200130167

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

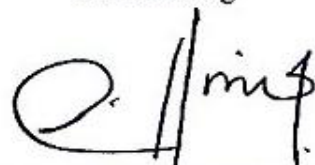
Judul/Topik : Analisa Metalografi Pengaruh Lapisan Zinc Hasil *Elektroplating* Terhadap Pengelasan Titik Antara *Alumunium* Dan *Stainless Steel*.

Rincian Soal/Tugas : Analisa Metalografi Pengaruh Lapisan Zinc Hasil *Elektroplating* Terhadap Pengelasan Titik Antara *Alumunium* Dan *Stainless Steel*.

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 07 Agustus 2017

Pembimbing



M. Alfatih Hendrawan ST, MT

Keterangan :

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk kajor
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)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”  
(QS. Alam Nasyroh : 5)

“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 kamu memilih jalan untuk kuliah berarti anda harus berkomitmen untuk meluluskannya, walaupun terlambatpun tak apa-apa”  
(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 :

1. Kedua orang tua saya yang saya sayangi, hormati dan cintai, yang telah memberikan doa dan semangat tiada henti selama menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT membalas kemuliaan beliau dengan dimudahkan segala urusannya, dilancarkan rejekinya, dan diberi keselamatan dunia maupun akhirat.
2. Keluarga dan teman-teman seperjuangan teknik mesin 2013 yang telah banyak mendukung dan memberikan saran atau masukan-masukan kepada penulis.

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC  
HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN TITIK  
ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**

**Rio Safrizon, Muh. Alfatih Hendrawan**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura

e-mail : [riosafzizon@gmail.com](mailto:riosafzizon@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam bidang manufaktur atau konstruksi otomotif. Berbagai macam metode pengelasan yang digunakan dalam dunia industri salah satunya yaitu pengelasan titik. Pengelasan titik beda material merupakan hasil pengembangan dari teknologi pengelasan untuk dapat meminimalisir berat kendaraan sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh filler zinc hasil elektropalting pada sambungan las titik beda material antara aluminium dan stainless steel. Dimana standar yang digunakan untuk ukuran spesimen adalah ASME QW 462.9, untuk komposisi kimia menggunakan standar ASTM A751-01 dan untuk pengujian metalografi menggunakan standar ASTM E407-07. Proses pengelasan titik dilakukan dengan parameter arus 6000 A, 7000 A, 8000 A, dan waktu 0,2 dt, 0,3 dt, 0,4 dt. Hasil uji komposisi kimia material aluminium merupakan paduan seri 6019, material stainless steel termasuk seri 430 ferritic dan material logam zinc merupakan seri ZA-12. Pada pengujian foto makro arus dan waktu pengelasan berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (nugget) dimana semakin besar arus dan semakin lama waktu pengelasan maka diameter logam las (nugget) akan semakin besar. Pada 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, Electroplating, Uji metalografi**



## **ABSTRACT**

*Welding is the part that can not. Various welding methods used in the industrial world one of which is point welding. Welding material different point is the result of the development of welding technology to be able to minimize the weight of the vehicle so as to reduce fuel consumption. In this study aims to determine the effect of zinc filler elektropalting results on the welding point of different points of material between aluminum and stainless steel. The standard used for the specimen size is ASME QW 462.9, for chemical compositions using the ASTM A751-01 standard and for metallographic testing using the ASTM E407-07 standard. The point welding process is carried out with current parameters of 6000 A, 7000 A, 8000 A, and time of 0.2 dt, 0.3 dt, 0.4 dt. The result of chemical composition test of aluminum material is 6019 series alloy, stainless steel material including 430 ferritic series and zinc metal material is ZA-12 series. In test of macro photo of current and weld time influence to width of diameter of weld metal (nugget) where bigger current and welding time weld metal diameter (nugget) will be bigger. In the micro-photo testing it is seen that the parent metal area, HAZ, and weld metal did not change significantly, but only changed the grain.*

**Keywords : Spot Welding, Dissimilar Material, Electroplating, 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 METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN 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. Sunardi Wiyono, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua saya yang senantiasa selalu mencintai, mendidik, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Kepada rekan satu team Putro Eko purnomo, Yudi Kristianto, Wisnu P, yang selalu membantu, memberi solusi dan bersama-sama dalam menyelesaikan proses Tugas Akhir sampai selesai.
7. Teman angkatan 2013 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, Maret 2018

Rio Safrizon

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL.....	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR NOTASI .....	xix
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 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Dasar teori.....	11
2.2.1. Las titik ( <i>Spot Welding</i> ).....	12

2.2.2. <i>Electroplating</i> .....	18
2.2.3. <i>Aluminium</i> .....	19
2.2.4. Baja Tahan Karat ( <i>Stainless Steel</i> ) .....	25
2.2.5. Seng ( <i>Zinc</i> ).....	31
2.2.6. Studi Metalografi .....	33
2.2.7. Daerah Las.....	34
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	35
3.2 Alur Penelitian .....	36
3.3 Alat dan Bahan .....	42
3.4 Proses Elektroplating Zinc pada Stainless Steel .....	50
3.5 Proses Pengelasan Titik.....	50
3.6 Tahapan Pengujian .....	51
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	55
4.1.1 Material <i>Aluminium</i> .....	55
4.1.2 Material <i>Stainless steel</i> .....	56
4.1.3 Material <i>Zinc</i> .....	58
4.2 Hasil Pengujian Metalografi (makro dan mikro) .....	59
4.2.1 Foto Makro .....	59
4.2.2 Foto Mikro .....	66
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan .....	78

5.2 Saran .....	79
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil uji struktur makro.....	8
Gambar 2.2	Perbandingan stuktur makro <i>filler</i> dan <i>non filler</i> .....	9
Gambar 2.3	Histrogram pengaruh aruh dan waktu.....	9
Gambar 2.4	Hasil uji struktur makro .....	11
Gambar 2.5	Grafik pengaruh arus terhadap lebar <i>nugget</i> .....	11
Gambar 2.6	Klasifikasi cara pengelasan.....	12
Gambar 2.7	Resistansi pada <i>spot welding</i> .....	14
Gambar 2.8	Proses pengelasan dan waktu pengelasan.....	16
Gambar 2.9	Skema pelapisan logam dengan <i>elektroplating</i> .....	19
Gambar 2.10	Diagram <i>Schaeffler</i> .....	31
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	35
Gambar 3.2	Ukuran spesimen.....	37
Gambar 3.3	Skema pengelasan titik.....	39
Gambar 3.4	Arah pemotongan spesimen .....	40
Gambar 3.5	<i>Rectifier</i> arus 5A voltase 20 V.....	43
Gambar 3.6	Mesin las titik .....	44
Gambar 3.7	Alat uji komposisi kimia.....	46
Gambar 3.8	Mikroskop mikro dan makro.....	47
Gambar 3.9	Spesimen <i>stainless steel</i> .....	48
Gambar 3.10	Spesimen <i>aluminium</i> .....	48
Gambar 3.11	Spesimen <i>zinc</i> .....	49
Gambar 3.12	ZnSO <sub>4</sub> , MgSO <sub>4</sub> dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	49



Gambar 4.1	Fasa logam induk <i>stainless steel</i> .....	58
Gambar 4.2	Hasil foto makro dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 6000A.....	60
Gambar 4.3	Hasil foto makro dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 7000A.....	61
Gambar 4.4	Hasil foto makro dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 8000A.....	62
Gambar 4.5	Grafik pengaruh arus dan waktu terhadap Logam las ( <i>nugget</i> ) .....	63
Gambar 4.6	Historigram pengaruh arus dan waktu (Panner, L. Liu (2014)) .....	64
Gambar 4.7	Perbandingan foto makro dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> .....	64
Gambar 4.8	Logam induk <i>aluminium</i> , ( <i>ASM Handbook</i> vol 9).....	66
Gambar 4.9	Logam induk <i>stainless steel</i> , ( <i>ASM Handbook</i> vol 9)	66
Gambar 4.10	Logam induk ( <i>base metal</i> ) spesimen uji .....	67
Gambar 4.11	Foto makro daerah HAZ dan <i>Nugget</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> .....	68
Gambar 4.12	skema pengambilan uji foto mikro .....	68
Gambar 4.13	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>aluminium</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 6000A .....	69
Gambar 4.14	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>aluminium</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 7000A .....	70

Gambar 4.15	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>aluminium</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 8000A .....	71
Gambar 4.16	Perbandingan HAZ <i>aluminium</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> .....	72
Gambar 4.17	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>stainless steel</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 6000A .....	73
Gambar 4.18	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>stainless steel</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 7000A .....	74
Gambar 4.19	Hasil foto mikro daerah HAZ <i>stainless steel</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 8000A .....	75
Gambar 4.20	Perbandingan HAZ <i>stainless steel</i> dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> .....	75
Gambar 4.21	Hasil foto mikro daerah logam las dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 6000A .....	77
Gambar 4.22	Hasil foto mikro daerah logam las dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 7000A .....	77
Gambar 4.23	Hasil foto mikro daerah logam las dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa lapisan <i>zinc</i> arus 8000A .....	78
Gambar 4.24	Perbandingan daerah logam las dengan lapisan <i>zinc</i> dan tanpa dengan lapisan <i>zinc</i> .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variabel dan jumlah spesimen yang akan di buat.....	38
Tabel 4.1	Hasil pengujian komposisi kimia <i>aluminium</i> .....	55
Tabel 4.2	Hasil Uji komposisi kimia <i>stainless steel</i> .....	56
Tabel 4.3	Material <i>stainless steel</i> “ <i>Material Property Data</i> ”.....	57
Tabel 4.4	Hasil Uji komposisi kimia <i>zinc</i> .....	58
Tabel 4.5	Pengaruh arus dan waktu pada lebar logam las ( <i>nugget</i> ) .....	62

## DAFTAR NOTASI

- $H$  = Total *heat input* (*joule*)
- $I$  = Arus listrik (*Ampere*)
- $R$  = Total Tahanan Material (*ohm*)
- $T$  = Waktu pengelasan (*detik*)