

**PENGARUH KEDALAMAN *TOOL* DENGAN PARTIKEL ZN
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA FSP
ALUMINIUM AA 1100**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**



Oleh:

GALIH PRAMUDITA

NIM. I0414022

**PRODI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2019**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

Jl. Ir. Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Teknik Mesin**
Nomor : **0872/TA/S1/11/2018**

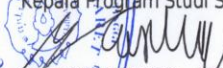
Nama : **GALIH PRAMUDITA**
NIM : **10414022**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT/197003231998021001**
Pembimbing 2 : **Prof. Dr. TRIYONO, ST., MT./197406251999031002**
Penguji : **1. HERU SUKANTO, ST,MT/ 197207311997021001**
2. TEGUH TRIYONO, ST MEng/ 197104301998021001

Mata Kuliah Pendukung

1. **TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-15)**
2. **TEKNOLOGI DAN PROSES PERMESINAN(MS73033-15)**
3. **ANALISA KEGAGALAN(MS03075-15)**

Judul Tugas Akhir

**"PENGARUH KEDALAMAN TOOL DENGAN PARTIKEL ZN
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
FSP ALUMINIUM AA 1100"**

Surakarta, 2018-12-03 23:42:33
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

Dr. EKO SUROJO., ST,MT
NIP. **196904112000031006**

Tembusan :

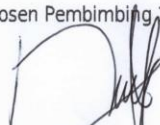
1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**PENGARUH KEDALAMAN TOOL DENGAN PARTIKEL ZN TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA FSP ALUMINIUM AA 1100**


Disusun Oleh

GALIH PRAMUDITA
NIM : **10414022**

Dosen Pembimbing 1

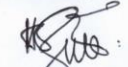

DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**


Dosen Pembimbing 2


Prof. Dr. TRIYONO, ST., MT.
NIP. **197406251999031002**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **11-09-2019**, pukul **09:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS.**


1. HERU SUKANTO, ST,MT
197207311997021001
2. TEGUH TRIYONO, ST MEng
197104301998021001
3. _____






Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta

Dr. EKO SUROJO., ST,MT
NIP. **196904112000031006**

Koordinator Tugas Akhir

DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS

Saya mahasiswa program studi S1 teknik mesin Fakultas Teknik UNS
yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Galih Pramudita
NIM : I0414022
Judul tugas akhir : PENGARUH KEDALAMAN TOOL
DENGAN PARTIKEL ZN TERHADAP
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADA FSP ALUMINIUM AA 1100

Dengan ini menyatakan tugas akhir atau skripsi yang saya susun tidak mencontoh atau melakukan plagiat dari karya ilmiah orang lain. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi terdapat unsur-unsur plagiasi saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Surakarta, 11 September 2019



Galih Pramudita

I0414022

MOTTO

“Kamu akan selalu menjadi murid, tidak akan pernah menjadi ahli. Teruslah bergerak maju” (Conrad Hall)

“All in all you’re just another brick in the wall” (Pink Floyd)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati ku persembahkan tulisan ini untuk:

1. Kepada Bapak dan Ibu yang telah memberikan doá restu, serta dukungannya.
2. Keluarga besar semua yang tidak bosan-bosannya memberikan banyak doa serta dukungan sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kepada Staf Dosen dan Karyawan Universitas Sebelas Maret yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan ilmunya dan menuntun saya menjadi sarjana.
4. Kepada Dr. Nurul Muhayat, S.T., M.T. dan Prof. Dr. Triyono, S.T., M.T. yang telah memberi ilmunya selama saya mengerjakan tugas akhir.
5. Kepada team tugas akhir pengelasan FSP Alvian Restu, Anton Harseno, Fajar Dika, dan Ferly Gustyo yang selama ini selalu memberikan masukan dan saran yang banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Kepada teman – teman Teknik Mesin terutama angkatan 2014 yang selama ini menjadi keluarga kedua saya di Universitas Sebelas Maret.
7. Kepada teman – teman Boedoet, dan Pikir sek Jenenge yang telah memberikan do'a dan dukungannya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

**PENGARUH KEDALAMAN *TOOL* DENGAN PARTIKEL ZN
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA FSP
ALUMINIUM AA 1100**

Galih Pramudita

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta Indonesia

E-mail: galihpramudita@gmail.com

Abstrak

Friction Stir Processing (FSP) adalah salah satu proses pengerjaan yang menggunakan prinsip kerja FSW yang bertujuan untuk pengerasan permukaan logam ringan seperti aluminium. Aluminium dan paduannya menjadi salah satu komponen permesinan yang banyak digunakan karena sifat ringan dan mampu bentuk yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *tool plunge depth* (TPD) terhadap sifat fisik dan mekanik material *aluminium alloy* 1100. Sifat fisik diamati melalui pengamatan struktur makro, mikro, dan SEM, sedangkan sifat mekanik dianalisa melalui pengujian kekerasan *Vickers*. Variasi yang digunakan dalam penelitian, yaitu TPD 0,2 mm ; 0,4 mm ; 0,6 mm ; 0,8 mm dengan penambahan volume Zn sebesar 45,216 mm³ dan keempat TPD di atas tanpa penambahan Zn. Volume Zn, *dwell time*, kecepatan putar *tool*, dan kedalaman cetakan dalam keadaan seragam. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai yang semakin meningkat seiring bertambahnya TPD. Nilai kekerasan permukaan tertinggi yaitu 89,3 HV pada kedalaman TPD 0,8 mm dengan penambahan Zn, sedangkan dengan variasi tanpa penambahan Zn sebesar 45,8 HV. Hasil pengujian SEM menunjukkan persebaran Zn yang tidak merata pada daerah SAZ yang dibuktikan dengan kandungan Zn yang tinggi di daerah *edge tool* pada pengamatan EDS.

Kata kunci: *Friction Stir Processing* (FSP), AA1100, TPD, *Micro-hardness Vickers*, SEM

**PENGARUH KEDALAMAN TOOL DENGAN PARTIKEL ZN
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA FSP
ALUMINIUM AA 1100**

Galih Pramudita

*Departement of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta Indonesia*

E-mail: galihpramudita@gmail.com



Abstract

Friction Stir Processing (FSP) is a working process that uses the FSW working principle aimed at hardening of light metal surfaces such as aluminum. Aluminum and its alloys are one of the machining components which are widely used due to its light weight and good formability. This research aims to determine the effect of tool plunge depth (TPD) on the physical and mechanical properties of 1100 aluminum alloy material. Physical properties are observed through observations of macrostructure, microstructure, and SEM while mechanical properties are analyzed through Vickers hardness testing. Variations used in the study, namely TPD 0.2 mm; 0.4 mm; 0.6 mm; 0.8 mm with an additional Zn volume of 45.216 mm³ and without the addition of Zn. Zn volume, dwell time, tool rotational speed, and the depth of the mold in a uniform state. The results of the hardness test show increased value with increasing TPD. The highest surface hardness value is 89.3 HV at a TPD of 0.8 mm with the addition of Zn, while with variations without the addition of Zn of 45.8 HV. SEM test results showed uneven Zn distribution in the SAZ area as evidenced by the high Zn content in the edge tool area on EDS observation.

Keywords: *Friction Stir Processing (FSP), AA1100, TPD, Micro-hardness Vickers, SEM*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas Berkat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir **“PENGARUH KEDALAMAN TOOL DENGAN PARTIKEL ZN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA FSP ALUMINIUM AA 1100”** ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Sebelas Maret juga dimaksudkan untuk menambah wawasan di bidang pengelasan khususnya pengelasan FSP.

Dalam Penyelesaian Skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. EKO SUROJO, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Dr. Nurul Muhayat, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyempurnakan Laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr. Triyono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyempurnakan Laporan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen, Staf, dan karyawan jurusan teknik mesin fakultas teknik Universitas Sebelas Maret atas jasa – jasanya selama penulis menuntut ilmu.
5. Orang Tua yang selalu memberikan semangat dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret sebagai keluarga kedua yang selalu memotifasi untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.

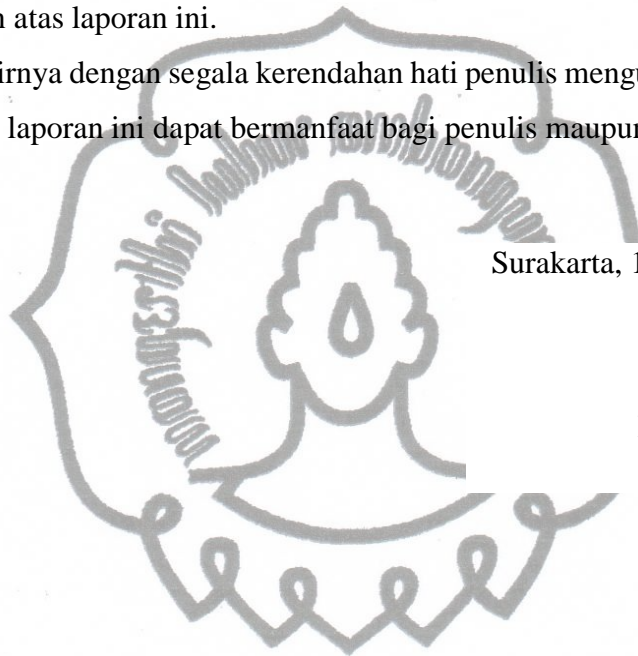
7. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga mengantarkan mengatarkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan penulis, untuk itu sebelumnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Surakarta, 11 September 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN INTEGRITAS PENULUS.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Friction Stir Welding.....	5
2.2 Friction Stir Processing.....	6
2.3 Mekanisme Penguatan Material.....	10
2.4 Mekanisme Penguatan Al dengan Interlayer Zn.....	12
2.5 Jenis – Jenis Aluminium dan Paduannya.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat Penelitian.....	15
3.2 Bahan Penelitian.....	15
3.3 Alat Penelitian.....	16
3.4 Variabel Penelitian.....	17
3.5 Prosedur Penelitian.....	18
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	20

BAB IV DATA DAN ANALISIS.....21

 4.1 Data Hasil Uji *Vickers*.....21

 4.2 Data Hasil Uji Makro.....25

 4.3 Data Hasil Uji SEM dan EDS Area.....27

 4.4 Data Hasil Uji Mikro.....32

BAB V PENUTUP..... 35

 5.1 Kesimpulan.....35

 5.2 Saran.....35

Daftar Pustaka

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses FSW.....	5
Gambar 2.2	Proses FSP.....	7
Gambar 2.3	Penampang melintang pada spesimen.....	8
Gambar 2.4	Zona struktur mikro FSP.....	9
Gambar 2.5	Solid solutions strengthening substitutional and interstitial	10
Gambar 2.6	Profil kekerasan sepanjang permukaan di daerah adukan.....	10
Gambar 2.7	Pengaplikasian FSP	12
Gambar 2.8	Diagram fasa Al-Zn	13
Gambar 3.1	Dimensi bahan penelitian	14
Gambar 3.2	Dimensi <i>tool</i> FSP	15
Gambar 3.3	Skematik <i>Friction Stir Processing</i>	18
Gambar 3.4	Diagram Alur Penelitian	19
Gambar 4.1	Pemetaan pengujian kekerasan <i>Vickers</i>	19
Gambar 4.2	Diagram hasil uji kekerasan bagian <i>under tool</i>	20
Gambar 4.3	Diagram hasil uji kekerasan bagian tengah	22
Gambar 4.4	Diagram hasil uji kekerasan bagian bawah	22
Gambar 4.5	Hasil foto makro penampang melintang variasi kedalaman <i>tool</i> dengan penambahan Zn (a). 0,2 mm, (b). ,4mm,(c).0,6mm,(d).0,8mm.....	24
Gambar 4.6	Hasil foto makro permukaan variasi kedalaman <i>tool</i> dengan penambahan Zn (a). 0,2 mm, (b). 0,4 mm, (c). 0,6 mm, (d). 0,8 mm.....	25
Gambar 4.7	Hasil uji mikro tanpa penambahan Zn (a) Penampang melintang; (b) Permukaan	26
Gambar 4.8	Hasil uji SEM variasi kedalaman 0,2 mm.....	25
Gambar 4.9	Hasil uji EDS spesimen dengan Zn variasi penetrasi kedalaman <i>tool</i> 0,2 mm	26
Gambar 4.10	Hasil uji SEM variasi kedalaman 0,8 mm	27
Gambar 4.11	Hasil uji EDS spesimen dengan Zn variasi penetrasi kedalaman <i>tool</i> 0,8 mm	28
Gambar 4.12	Hasil uji SEM tanpa Zn	28

Gambar 4.13 Hasil uji EDS tanpa Zn..... 29

Gambar 4.14 Base Metal AA1100 31

Gambar 4.15 4.15 Hasil foto mikro variasi kedalaman tool dengan penambahan Zn pada daerah SAZ. (a). 0,2 mm, (b). 0,4 mm, (c). 0,6 mm, (d). 0,8 mm.....32

Gambar 4.16 Struktur mikro daerah SAZ tanpa penambahan Zn 32



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi kimia Al 1100.....	15
Tabel 3.2 Variabel penelitian	17
Tabel 4.1 Sturktur makro pada spesimen dengan penambahan serbuk Zn.....	23
Tabel 4.2 Pengamatan mikroskopik pada daerah SAZ dengan penambahan partikel Zn.....	31



