

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL* TERHADAP SIFAT FISIK
DAN MEKANIK *FRICTION STIR PROCESSING* ALUMINIUM 1100
DENGAN PENAMBAHAN SERBUK Zn**

SKRIPSI

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



Oleh:

ANTON HARSENO

NIM. I0414010

**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 Kentingan 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 : **0869/TA/S1/08/2019**

Nama : **ANTON HARSENO**
NIM : **10414010**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT/197003231998021001**
Pembimbing 2 : **Prof. Dr. TRIYONO, ST., MT./197406251999031002**
Penguji : **1. TEGUH TRIYONO, ST MEng/ 197104301998021001**
2. Dr. EKO SUROJO., ST,MT/ 196904112000031006

Mata Kuliah Pendukung

1. **TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-15)**
2. **ANALISA KEGAGALAN(MS03075-15)**
3. ()

Judul Tugas Akhir

**"PENGARUH KECEPATAN PUTAR TOOL TERHADAP
SIFAT FISIK DAN MEKANIK FRICTION STIR PROCESSING
ALUMINIUM 1100 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK ZN"**



Surakarta, **2019-09-04 09:39:57**

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 KECEPATAN PUTAR TOOL TERHADAP SIFAT FISIK DAN
MEKANIK FRICTION STIR PROCESSING ALUMINIUM 1100 DENGAN
PENAMBAHAN SERBUK ZN**

Disusun Oleh

ANTON HARSENO
NIM : 10414010

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 **16-09-2019**, pukul **10:30:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS.**

1. TEGUH TRIYONO, ST MEng
197104301998021001
2. Dr. EKO SUROJO., ST,MT
196904112000031006
- 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 : Anton Harseno

NIM : I0414010

Judul tugas akhir : PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL*
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK
FRICTION STIR PROCESSING ALUMINIUM
1100 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK Zn

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 sangsi yang berlaku.

Surakarta, 28 Agustus 2019

Anton Harseno

I01414010

MOTTO

“Terbentur, terbentur, terbentur, terbentuk” (Tan Malaka)

“Boleh berhenti sekolah tapi jangan berhenti belajar” (Mustofa Bisri)

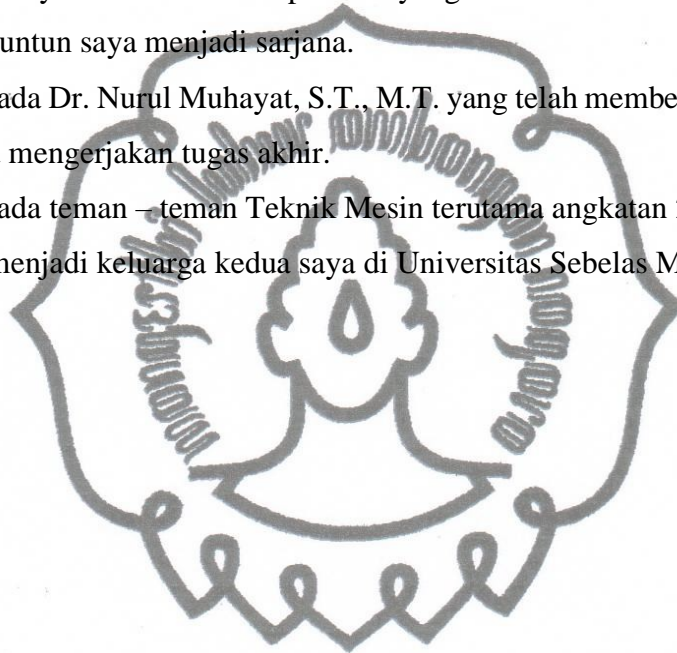
*“ada dua jenis manusia, yang baik dan yang berproses menuju baik”
(Abdurrahman Wahid)*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati ku persembahkan tulisan ini untuk:

1. Kepada Bapak, Ibu dan keluarga yang telah memberikan doá restu, serta dukungannya.
2. Kepada Staf Dosen dan Karyawan Universitas Sebelas Maret yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan ilmunya dan menuntun saya menjadi sarjana.
3. Kepada Dr. Nurul Muhayat, S.T., M.T. yang telah memberi ilmunya selama saya mengerjakan tugas akhir.
4. Kepada teman – teman Teknik Mesin terutama angkatan 2014 yang selama ini menjadi keluarga kedua saya di Universitas Sebelas Maret.



Pengaruh Kecepatan Putaran Dan Dwell Time Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Sambungan Friction Stir Spot Welding Aluminium 1100 Dengan Penambahan Interlayer Serbuk Zn

Anton Harseno

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Surakarta Indonesia

E-mail: Antonharseno@student.uns.ac.id

Abstrak

Friction Stir Processing (FSP) merupakan suatu metode pemrosesan dan modifikasi struktur mikro material. FSP digunakan sebagai alat pemuatan mekanik untuk meningkatkan kekerasan material seperti Aluminium. Penggunaan material yang ringan seperti Aluminium akan menghasilkan bobot kendaraan yang ringan pula dan meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh kecepatan putar tool terhadap sifat fisik dan mekanik pada FSP aluminium 1100 dengan penambahan serbuk Zn. Variasi yang digunakan adalah kecepatan putar tool 1000, 1250, 1600, 1800 rpm dengan dan tanpa penambahan serbuk Zn. Ukuran butir Al meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putar tool. Hasil pengamatan SEM dan EDS menunjukkan distribusi Zn semakin merata seiring dengan menurunnya kecepatan putar tool. Kekerasan menurun seiring bertambahnya kecepatan putar tool. Spesimen dengan penambahan serbuk Zn mengalami peningkatan kekerasan yang lebih tinggi dibanding spesimen tanpa penambahan serbuk Zn. Kekerasan tertinggi didapat pada spesimen dengan variasi kecepatan putar tool 1000 rpm dan dengan penambahan serbuk Zn yaitu sebesar 89,4 HVN.

Kata kunci: FSP, AA1100, kecepatan putar *tool*, kecepatan *traverse tool*, serbuk Zn, *Hardness Micro Vickers*

The Effect of Tool Rotational Speed on Physical and Mechanical Properties of Friction Stir Processing Aluminium 1100 with The Addition of Zn Powder

Anton Harseno

*Departement of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta Indonesia
E-mail: Antonharseno@student.uns.ac.id*

Abstract

Friction Stir Processing (FSP) is a technique of material processing and modification. FSP is used as material alloying method to increase the hardness of material. The use of lightweight material such as Aluminium will produce lighter vehicle weight and increase vehicle fuel efficiency. This research aims to determine the effect of tool rotational speed to physical and mechanical properties on FSP Aluminium 1100 with the addition of Zn powder. Variation used are tool rotational speed of 1000, 1250, 1600, 1800 rpm with and without the addition of Zn powder. The grain size of Al increases with increasing tool rotational speed. SEM and EDS observation shows that Zn is more evenly distributed as tool rotational speed decreases. The hardness decreases with increasing tool rotational speed. The hardness of specimens with the addition of Zn powder increase higher than specimens without the addition of Zn powder. The highest hardness (89,4 HVN) obtained at specimen with 1000 rpm tool rotational speed and with the addition of Zn powder.

Keywords: *FSP, AA1100, tool rotational speed, tool traverse speed, zn powder, Hardness Micro Vickers.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas Berkah dan Karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir **“PENGARUH KECEPATAN PUTAR *TOOL* TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK *FRICTION STIR PROCESSING* ALUMINIUM 1100 DENGAN PENAMBAHAN SERBUK Zn”** 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 Friction Stir Processing.

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, 28 Agustus 2019



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Friction Stir Processing (FSP).....	5
2.3 Mekanisme Penguatan Logam	7
2.4 Aluminium dan Paduannya.....	8
2.5 Mekanisme Penguatan Aluminium Seri 1xxx dengan Zn.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Tempat Penelitian	11
3.2 Bahan Penelitian	11
3.3 Alat Penelitian	12
3.4 Variabel Penelitian	12
3.5 Prosedur Penelitian.....	13

3.6 Diagram Alir Penelitian.....	15
BAB IV DATA DAN ANLISIS	16
4.1 Data Hasil Foto Makro	16
4.2 Data Hasil Foto Mikro.....	17
4.3 Data Hasil Uji SEM dan EDS Area.....	18
4.4 Data Hasil Uji Vickers.....	23
BAB V PENUTUP.....	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Plot efek utama untuk rata-rata nilai kekerasan	5
Gambar 2.2	Ilustrasi proses FSP	6
Gambar 2.3	Zona struktur mikro FSP	7
Gambar 2.4	Foto SEM presipitasi pada batas butir.....	8
Gambar 2.5	Solid solution hardening, kiri: substitutional dan kanan: interstitial	8
Gambar 2.6	Diagram fasa Al-Zn.....	9
Gambar 3.1	Dimensi spesimen.....	11
Gambar 3.2	Tool FSP.....	14
Gambar 3.3	Skema pengerjaan FSP.....	14
Gambar 3.4	Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 4.1	Daerah SZ variasi dengan penambahan serbuk Zn dengan kecepatan putar tool (a). 1000; (b). 1250; (c). 1600 (d). 1800 rpm.....	17
Gambar 4.2	Struktur mikro SZ spesimen dengan variasi kecepatan putar tool 1000 rpm (a) dengan serbuk Zn (b) tanpa serbuk Zn.....	18
Gambar 4.3	(a). Hasil uji SEM spesimen dengan Zn 1000 rpm AS; (b). Hasil uji SEM spesimen dengan Zn 1000 rpm RS	19
Gambar 4.4	(a) Hasil uji EDS area spesimen dengan Zn 1000 rpm AS (b) Hasil uji EDS area spesimen dengan Zn 1000 rpm RS	20
Gambar 4.5	(a). Hasil uji SEM spesimen dengan Zn 1800 rpm bawah SZ; (b). Hasil uji SEM spesimen dengan Zn 1800 rpm tengah SZ.....	21
Gambar 4.6	(a) Hasil uji EDS area spesimen dengan Zn 1800 rpm bawah SZ (b) Hasil uji EDS area spesimen dengan Zn 1800 rpm tengah SZ	22
Gambar 4.7	Pemetaan pengujian Vickers	23
Gambar 4.8	Grafik kekerasan L1	23
Gambar 4.9	Grafik kekerasan L2	24
Gambar 4.10	Grafik kekerasan L3	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 yield dan tensile strength Al murni	9
Tabel 3.1 Variabel penelitian	13
Tabel 4.1 Foto makro pada spesimen dengan penambahan serbuk Zn	16

