

**PENGARUH *FEED RATE* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN
ALUMINIUM 5052 DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

DAYAN APRIANSYAH

20110130066

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2015

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGARUH *FEED RATE* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN
ALUMINIUM 5052 DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING*

Disusun Oleh :

DAYAN APRIANSYAH

NIM 20110130066

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D

Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng

NIK 19720222200310123054

NIP 197905232005011001

Penguji



Totok Suwanda, S.T., M.T.

NIK 19690304199603 123 024

**Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal ⁰⁶/₁₆

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Novi Caroko, S.T., M.Eng

NIP 197911132005011001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Dayan Apriansyah**

NIM : **20110130066**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **PENGARUH *FEED RATE* TERHADAP ALUMINIUM 5052 DENGAN METODE *FRICTION STIR WELDING*** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, Desember 2015

Yang menyatakan

Dayan Apriansyah

20110130066

INTI SARI

Friction stir welding (FSW) adalah proses pengelasan yang memanfaatkan putaran dari tool yang bergesek terhadap dua buah lempengan logam yang akan disambung. Pengelasan ini biasanya digunakan pada plat-plat logam. Plat yang akan disambung diletakkan berjejer dan di cekam, kemudian tool yang berputar digerakan secara kontinyu dan dengan gerakan aksial yang konstan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan *feed rate* terhadap sifat mekanis pada FSW Aluminium 5052.

Plat aluminium 5052 dengan ukuran awal 160 mm x 110 mm dengan tebal 5 mm, kemudian dipotong menjadi dua bagian yaitu 160 mm x 55 mm. Setelah itu disambung menggunakan metode FSW dengan variasi *feed rate*. Lalu diamati kekuatan tarik diuji dengan mesin uji tarik, nilai kekerasan dengan alat uji vikers, dan struktur mikro dengan mikroskop optik dan SEM. Pengelasan menggunakan putaran pada mesin 3600 rpm dan variasi laju *feed rate* 20 mm/menit, 60 mm/menit, 120 mm/menit, dan 180 mm/menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan tarik tertinggi ke terendah terjadi pada *feed rate* 60 mm/menit kemudian 180 mm/menit sebesar 185 MPa dan 97 MPa. Regangan tarik tertinggi ke terendah terjadi pada *feed rate* 60 mm/menit kemudian 180 mm/menit sebesar 5.98% dan 3.06%. Untuk nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variabel 120 mm/menit dengan nilai kekerasan 86.4 VHN dan nilai kekerasan terendah terdapat pada variabel 20 mm/menit dengan nilai kekerasan 44.8 VHN. Hasil foto struktur makro menunjukkan terdapat cacat *incomplete fusion* sepanjang daerah lasan pada tiap variasi *feed*

Keyword: Aluminium 5052, FSW, *feed rate*,

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum WR. WB.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan karunianya sehingga dapat tersusunnya tugasakhir ini sesuai yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Hanya dengan ijin-Nya, segala urusan yang rumit menjadi mudah.

Tugas akhir ini mencakup pengaruh *feed rate* terhadap alumunium 5052 dengan metode *friction stir welding*. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, banyak kendala baik teknis maupun nonteknis yang penyusun alami, namun hal tersebut tidak menyurutkan langkah penyusun dalam menyelesaikan tugasakhir. Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna baik dari segi materi maupun metodologinya. Oleh karena itu kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini bagi penyusun lebih lanjut dan mendalam pada masa-masa yang akan datang.

Dari proses awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan, untuk itu penyusun tidak lupa menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Novi Caroko S.T.,M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Aris Widy Nugroho. S.T., M.T., Ph.D.,selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.,selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.

4. Bapak TotokSuwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan yang berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua, Ayah dan Ibunda tercinta , dan saudara-saudaraku yang senantiasa selalu mendoakan, memberikan dorongan semangat, kasih sayang, dengan penuh kesabaran dan tanpa henti.
6. Staff pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011 yang telah memberi dorongan, masukan dan semangat selama penelitian.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir, yang tak dapat kami sebutkan semua satu per satu.

Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam TugasAkhir kami ini. Maka kritik dan saran dari anda sangat kami harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan kami sekecil apapun informasi yang ada di buku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum WR. WB.

Yogyakarta, Desember 2015

Penulis,

Dayan Apriansyah

20110130066

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| INTISARI..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 4 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 4 |
| 2.2 Dasar Teori | 5 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1 Pengertian Pengelasan | 5 |
| 2.2.2 Jenis Pengelasan Secara SSW | 6 |
| 2.2.3 Daerah Pengelasan Pada <i>Friction Stir Welding</i> | 8 |
| 2.2.4 Parameter Pengelasan | 9 |
| 2.2.5 Keuntungan | 9 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 10 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 10 |
| 3.2 Tempat Penelitian | 11 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 11 |
| 3.3.1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian | 11 |
| 3.3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian | 14 |
| 3.4 Proses Penelitian | 16 |
| 3.4.1 Proses Pembuatan Tool | 16 |
| 3.4.2 Proses Pengelasan | 16 |
| 3.4.3 Proses Pengujian | 17 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 25 |
| 4.1 Hasil Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> | 25 |
| 4.2 Hasil Uji Komposisi Logam | 27 |
| 4.3 Hasil Uji Struktur Makro dan Mikro | 27 |
| 4.4 Hasil Uji SEM | 31 |
| 4.5 Hasil Uji Tarik | 34 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 4.6 Hasil Uji Kekerasan Vickers | 40 |
| 4.7 Fraktografi | 44 |
| BAB V PENUTUP | 46 |
| 5.1 Kesimpulan | 46 |
| 5.2 Saran | 47 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Prinsip <i>Friction Stir Welding</i> | 6 |
| Gambar 2.2 | <i>Friction Linier Welding</i> | 7 |
| Gambar 2.3 | Prinsip <i>Continous Drive Friction Welding</i> | 8 |
| Gambar 2.4 | Struktur Mikro Hasil Pengelasan dengan Metode <i>Friction Stir Welding</i> | 9 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Percobaan FSW Pada Plat Aluminium | 10 |
| Gambar 3.2 | Mesin Milling | 12 |
| Gambar 3.3 | Gerinda | 12 |
| Gambar 3.4 | Tachometer | 13 |
| Gambar 3.5 | Plat Aluminium | 14 |
| Gambar 3.6 | Desain Tool | 16 |
| Gambar 3.7 | Alat Uji Komposisi | 18 |
| Gambar 3.8 | Kurva Tegangan Tarik | 19 |
| Gambar 3.9 | Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8 | 21 |
| Gambar 3.10 | Pengujian Vickers | 23 |
| Gambar 3.11 | Bentuk Indentor | 23 |
| Gambar 4.1 | Hasil Pengelasan FSW dengan Variasi <i>Feed Rate</i> | 26 |
| Gambar 4.2 | Struktur Makro Sambungan Las FSW dengan Variasi <i>Feed Rate</i> | 28 |
| Gambar 4.3 | Struktur Mikro Base Metal Aluminium 5052 Setelah Pengujian Mikrostruktur | 29 |
| Gambar 4.4 | Struktur Mikro Daerah HAZ Aluminium 5052 dengan Variasi <i>Feed Rate</i> Setelah Pengujian Mikrostruktur | 30 |
| Gambar 4.5 | Struktur Mikro Daerah Weld Nugget Aluminium 5052 dengan Variasi <i>Feed Rate</i> Setelah Pengujian Mikrostruktur | 30 |
| Gambar 4.6 | Hasil Pengujian SEM Di Daerah Lasan FSW Menggunakan Variasi <i>Feed Rate</i> 20 mm/menit | 31 |
| Gambar 4.7 | Hasil Pengujian SEM Di Daerah Lasan FSW Menggunakan Variasi <i>Feed Rate</i> 60 mm/menit | 32 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 4.8 | Hasil EDS Di Daerah Lasan FSW dengan Menggunakan Variasi <i>Feed Rate</i> 20 mm/menit | 33 |
| Gambar 4.9 | Hasil EDS Di Daerah Lasan FSW dengan Menggunakan Variasi <i>Feed Rate</i> 60 mm/menit | 33 |
| Gambar 4.10 | Grafik Uji Tarik dari Setiap Spesimen | 35 |
| Gambar 4.11 | Grafik Variasi <i>Feed Rate</i> terhadap Tegangan | 36 |
| Gambar 4.11 | Grafik Variasi <i>Feed Rate</i> terhadap Regangan | 37 |
| Gambar 4.12 | Grafik Variasi <i>Feed Rate</i> terhadap Modulus Elastisitas | 37 |
| Gambar 4.13 | Grafik Variasi <i>Feed Rate</i> terhadap UTS dan Yield Strength | 38 |
| Gambar 4.14 | Grafik Kekerasan Terhadap Pengaruh Jarak Dari Pusat Lasan | 42 |
| Gambar 4.15 | Grafik Kekerasan Terhadap Pengaruh <i>Feed Rate</i> | 42 |
| Gambar 4.16 | Tampak Atas Bagian Patahan Pada Pengelasan | 44 |
| Gambar 4.17 | Tampak Samping Bagian Patahan Pada Pengelasan | 45 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 SifatMekanikAluminium 5052..... | 15 |
| Tabel 3.2 KandunganUnsurAluminium 5052 Pada ASM Aluminium5052-H34 | 15 |
| Tabel 3.3 RancanganPerhitungan Data UjiTarik..... | 21 |
| Tabel 4.1 HasilUjiKomposisiLogamAluminium..... | 27 |
| Tabel 4.2 HasilPerbandinganUjiKomposisiLogamdenganHasil EDS..... | 34 |
| Tabel 4.3 Data HasilPengujianKekerasanVickers (VHN)..... | 40 |

DAFTAR NOTASI

SSW = *Solid State Welding*

TIG = *Tungsten Inert Gas*

HAZ = *Heat Affected Zone*

FLW = *Friction Linier Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

CDFW = *Countinous Drive Friction Welding*

AL₂O₃ = *Oksida Aluminium*

TMAZ = *Thermomechanically Affected Zone*

SEM = *Scanning Electron Microscope*

ASM = *Aerospace Specification Metal*

ASTM = *Standard Test Methodsof Tension Testing Wrought and Cast Aluminum-
and Magnesium-Alloy Products (Metric)*

Al = *Aluminium*

Cr = *Chromium*

Cu = *Copper*

Fe = *Ferro*

Mg = *Magnesium*

Mn = *Mangan*

Si = *Silicon*

Zn = *Zinc*

C = Carbon

O = Oksigen

MPa = Mega Pascal

Psi = Pound Square Inch

GPa = Giga Pascal

Ksi = Kilo-Pound Per Inci Persegi

VHN = *Vickers Hardnes Number*

WN = Weld Nugget

BM = Base Metal

EDS = Energy Dispersive X-ray Spectroscopy

RPM = Rotation Per Minute

RM = Raw Material

UTS = *Ultimate Tensile Strength*

YS = *Yield strength*