

**PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN
FRICION WELDING DENGAN MATERIAL BEDA JENIS ALUMUNIUM
6061 T6 DAN *STAINLESS STEEL* 304**

TUGAS AKHIR

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



**Disusun Oleh:
AVIAN JEFRI M
20110130131**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK PADA HASIL PENGELASAN
FRICTION WELDING DENGAN MATERIAL BEDA JENIS ALUMINIUM
6061 T6 DAN STAINLESS STEEL 304**

**Disusun Oleh:
AVIAN JEFRI M 20110130131**

**Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 12 Agustus 2017**

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Totok Suwanda, S.T., M.T.
NIK. 19690304199603 123**

**Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., PhD.
NIK. 19700307199509123022**

Penguji,

**Sudarisman, M.Sc., Ph.D
NIP. 195905021987021001**

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

Tanggal:

**Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Novi Caroko S.T., M.Eng.
NIP. 19791113 200501 1 001**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **AVIAN JEFRI M**

NIM : **20110130131**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: adalah benar-benar hasil karya sendiri bagian dari disertasi Totok Suwanda, S.T., M.T., **PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP HASIL STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN UJI TARIK PADA HASIL PENGELASAN *FRICITION WELDING* DENGAN MATERIAL BEDA JENIS ALUMUNIUM 6061 T6 DAN *STAINLESS STEEL 304***, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya plagiat. 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, 12 Agustus 2017

Yang menyatakan,

Avian Jefri M
NIM: 20110130131

MOTTO

Bismillahirrahmanirrahim

“Sabar dan ikhlas adalah salah satu kunci untuk sukses”

“Berbuat baiklah maka kebaikan akan mengikutimu”

(Avian Jefri M)

“Jika kalian berbuat baik, sesungguhnya kalian berbuat baik bagi diri sendiri”

(Q.S Al-Isra' : 7)

“Niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat”

(Terjemahan Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“Kami tidak bisa mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bisa mewariskan ilmu karena senantiasa ilmu yang kau miliki bisa mengantarmu menuju sukses”

(Ayahanda & Ibunda)

“Kerjakan skripsi, ingat selalu keluarga di rumah”

(Tim Tugas Akhir Friction Welding)

PERSEMBAHAN

“Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapuskan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung”.

(QS. Ath-Thalaq: 2, 3, 4)

Dan sesungguhnya telah Kami berikan hikmah kepada Lukman, yaitu: "Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri; dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji”.

(QS. Luqman: 12)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, ketenangan dan kesehatan dalam mengerjakan skripsi ini.
- Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Sujito dan Ibu Umi Nurjanah terimakasih banyak atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- Adek saya tercinta Elang jatmiko dan Dewi anfuana yang selalu menunggu kelulusan saya
- Nenek tercinta, Mbah putri yang tidak pernah bosan mendoakan dan mendukung saya untuk cepat lulus
- Keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu menanti kelulusan saya

INTISARI

INTISARI

Pada pengelasan fusi telah ditemukan permasalahan dalam proses pengelasan dengan bahan pejal maupun bahan material beda jenis. *Friction welding* adalah metode yang bisa digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. *Friction welding* adalah proses pengelasan dengan cara diputar dan ditekan dimana panas yang dihasilkan berasal dari gesekan yang terjadi antara kedua material. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu gesek terhadap struktur mikro, kekerasan dan uji tarik dengan metode *friction welding*.

Sebelum dilakukan pengelasan, material aluminium dan *stainless steel* dibubut terlebih dahulu sesuai standart JIS Z 2201. Setelah dilakukan pembubutan sesuai standart JIS Z 2201 kemudian material disambung dengan las gesek pada tekanan gesek 35 MPa, waktu tempa 5 detik tekanan tempa 135 MPa dan variasi waktu gesek 1-10 detik. Hasil pengelasan dievaluasi dengan pengujian mikro menggunakan mikroskop optik, kekerasan sambungan dengan *vickers*, lalu kekuatan tarik dengan mesin *universal testing machine* (UTM).

Pada hasil pengujian didapatkan struktur mikro mengalami perubahan pada daerah sambungan aluminium, dimana bentuk butiran magnesium terlihat lebih besar daripada daerah HAZ. Sedangkan Pada daerah sambungan *stainless steel* butiran austenite lebih halus daripada daerah logam induk. Terjadinya peningkatan kekerasan pada aluminium pada jarak 1 mm sedangkan pada *stainless steel* hasil kekerasannya sama. Peningkatan kekerasan pada aluminium masih dibawah kekerasan logam induk yaitu 85.1 VHN. Seiring bertambahnya waktu gesek sampai 4 detik kekuatan tariknya meningkat, kemudian kekuatan tariknya menurun. Didapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi sebesar 235,44 MPa.

Kata Kunci: *Friction welding*, Aluminium, *Stainless steel*, Struktur mikro

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan. laporan ini dibuat sebagai tindak lanjut dan pertanggung jawaban dari hasil penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
2. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
3. Bapak Aris Widiyo Nugraha, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Sudarisman, M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu tercinta beserta adek dan keluarga besar Mbah Kamsir yang selalu mendukung saya
6. Nuraini Fitrianing Tyas dan Nurhana Muktining Tyas yang selalu memotifasi saya untuk cepat menyelesaikan kuliah.
7. Buat teman-teman saya : Qodar, Faisal, Sandy, Angga, Riki, Ubrus, Galang, Bayu, Jaiz, Uto, Anang yang selalu mengingatkan saya untuk cepat lulus dan menunggu kelulusan saya.
8. Alfa luki, Rina dan Aymanchester Miracle, Teman sekaligus Keluarga baru dijogja yang dengan senang hati memberikan fasilitas dan memberi semangat untuk mengerjakan skripsi.

9. McVilla Yati, Nurdiana Ita, Lintang Fadlika, Ndaru Putri Y, terima kasih buat semangat dan perhatiannya agar saya cepat lulus.
10. Teman-teman kontrakan, Bagus Farkhan Almadani, Galang Ayusi putra, Tintus Dwi Cahyo, Immawan Insani, Tofik Haryanto, Bagja Restu Muhammad, yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk mengerjakan skripsi.
11. Team *Friction welding* (Uman, Sony, Zona, Aan, Wahyu, Eko, Luji, Lukman dan Ganto) terimakasih untuk bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.

Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih. Penyusun mengharapkan masukan, kritik, serta saran selama penyusunan berlangsung. Selanjutnya, penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam memahami teori maupun prakteknya.

Yogyakarta, 12 Agustus 2017

Penyusun

Avian Jefri M

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Pengelasan gesek.	6
2.2.2 Daerah Lasan.	7
a. Daerah pengelasan Fusi	7
b. Daerah pengelasan Gesek.....	8
2.2.3 Keuntungan Las gesek	9
2.2.4 Aplikasi Las gesek.	9
2.3 Klasifikasi Logam Alumunium dan <i>Stainless steel</i>	10

a. Klasifikasi Alumunium	10
b. Klasifikasi <i>Stainless steel</i>	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Identifikasi Masalah.....	17
3.3. Perencanaan Penelitian	18
3.4. Waktu dan tempat penelitian.	19
3.5. Pengadaan Bahan dan Alat.....	20
A. Alat Utama	
1. Alat Penelitian Pengelasan gesek	20
2. Mesin Bubut.....	21
3. Load Cell.....	21
4. Data Logger	23
5. Alat uji mikro.....	23
6. Alat Uji Metalography.	24
7. Alat Uji Tarik.....	24
3.4. Penelitian.....	25
A. Skema Mesin Friction Welding.	25
B. Pembuatan Bentuk Spesimen.....	25
C. Proses Pengelasan.	26
D. Proses Pengujian.	28
1. Pengujian Kekerasan.....	28
2. Pengujian Metallography.....	29
3. Pengujian Tarik.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengelasan Gesek	37
4.2. Hasil Pembahasan struktur Mikro dan Makro	38
4.2.1 Struktur Mikro dan Makro.....	38
4.2.2 Hasil dan Analisis Pengujian Kekerasan.	41

4.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Tarik.....	44
4.2.4 Fraktografi.....	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	54
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	55
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Varian Pengelasan Gesek
- Gambar 2.2. Daerah Pengelasan Fusi
- Gambar 2.3. Daerah Pengelasan Gesek
- Gambar 2.4. Contoh Sambungan Pengelasan Gesek
- Gambar 2.5. Tabel Sifat Alumunium Al-Mg-Si seri 6061
- Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian
- Gambar 3.2. Mesin las gesek yang digunakan sebagai las gesek Alumunium Alloy 304 dan *Stainless Steel*
- Gambar 3.3. Skema mesin *friction welding*
- Gambar 3.4. Mesin Bubut
- Gambar 3.5. Load Cell
- Gambar 3.6. Data Logger
- Gambar 3.7. Alat uji kekerasan
- Gambar 3.8. Alat Uji struktur mikro dan Alat polish
- Gambar 3.9. Alat uji tarik
- Gambar 3.10. Keterangan *Friction Welding*
- Gambar 3.11. Hasil pemotongan kemudian pembentukan bahan (a) *Stainless Steel* 304 dan (b) Aluminium Alloy 6061 T6
- Gambar 3.12. Meratakan Ujung Bahan (a) *Stainless Steel* 304 dan (b) Aluminium Alloy 6061 T6
- Gambar 3.13. Pemasangan bahan diposisikan center
- Gambar 3.14. Menyetel Putaran 1000 rpm
- Gambar 3.15. Skematis prinsip identasi dengan metode Vickers
- Gambar 3.16. Pantulan sinar pada pengamatan metallografi
- Gambar 3.17. Profil singkat Uji tarik
- Gambar 3.18. Spesimen Uji Tarik Standart JIS Z 2201
- Gambar 4.1 Hasil pengelasan Al 6061 dan SS 304
- Gambar 4.2. Grafik Hubungan Pemendekan dan waktu gesek
- Gambar 4.3. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan waktu 4 detik

Gambar 4.4. Hasil Pengamatan struktur mikro dengan waktu 1 detik

Gambar 4.5. Profil pengujian kekerasan

Gambar 4.6 Grafik perbandingan Uji kekerasan

Gambar 4.7. Spesimen Uji Tarik

Gambar 4.8. Hasil spesimen setelah diuji tarik

Gambar 4.9. Grafik Perpanjangan

Gambar 4.10. Grafik hubungan kekuatan tarik dan waktu gesek

Gambar 4.11. Penampang Patahan Aluminium dan *stainless steel* dengan waktu gesek 4 detik

Gambar 4.12. Penampang Patahan Aluminium Alloy dan *Stainless Steel* Waktu gesek 1 detik

Gambar 4.13. Penampang Patahan Aluminium dan *Stainless Steel* Waktu gesek 3 detik

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian awal pada bahan alumunium 60661 T6 dan
stainless steel 304

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran panjang setelah pengelasan

Tabel 4.2 Tabel hasil uji kekerasan

Tabel 4.3 Tabel hasil uji tarik

DAFTAR NOTASI

F	= gaya (<i>N</i>)
P	= tekanan (<i>MPa</i>)
A	= luas penampang (<i>mm²</i>)
σ_u	= tegangan tarik maksimal (<i>MPa</i>)
A_o	= luas penampang sebelum dibebani (<i>mm²</i>)
ΔL	= pertambahan panjang (<i>mm</i>)
L	= panjang awal (<i>mm</i>)
σ	= tegangan ($\frac{N}{m^2}$)
ε	= regangan
P	= beban yang digunakan (<i>kg</i>)
d	= panjang diagonal rata-rata (<i>mm</i>)
θ	= sudut diantara permukaan intan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji kekerasan dengan waktu 4 detik

Lampiran 2. Hasil Uji kekerasan dengan waktu 1 detik

Lampiran 3. Uji Tarik dengan variasi waktu 1-10 detik