

**PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP KEKUATAN
TARIK STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LOGAM
SILINDER PEJAL ALUMINIUM 6061 T6 MENGGUNAKAN METODE
*CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Derajat Sarjana Strata-1
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
EKO SYAIFUDIN
20130130197**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**



UMY
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Kekuatan Tarik Struktur Mikro Dan Kekerasan Sambungan Logam Silinder Pejal Aluminium 6061 T6 Menggunakan Metode Continuous Drive Friction Welding

Effect Of Friction Time Variation On Tensile Strength, Micro Structure And Hardness Of Solid Cylindrical Metal Joining Aluminium 6061 T6 Using Continuous Drive Friction Welding

Dipersiapkan dan disusun oleh:
Eko Syaifudin
20130130197

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, (12 Januari 2018)

Pembimbing Utama

Totok Suwanda, S.T., M.T.
NIK. 19690304199603123024

Pembimbing Pendamping

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700307199509123022

Penguji

Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc.
NIK. 197110232201507123083

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, (24 Januari 2018)

Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya sekripsi ini adalah bagian dari disertasi bapak Totok Suwanda dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 Januari 2018



Eko Syaifudi..

MOTTO

“Jadikanlah setiap langkahmu menjadi bermakna, dan menjadikan sesuatu yang bernilai bagi orang lain”

(Eko Syaifudin)

“Barang siapa yang menapaki suatu jalan dalam rangka menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR Ibnu Majah & Abu Dawud)

“Memayu Hayuning Bawono, Ambrasto Dur Hangkoro”
(Manusia hidup di dunia harus mengusahakan keselamatan, kebahagiaan dan kesejahteraan, serta memberantas sifat angkara murka, serakah dan tamak)

(Kanjeng Sunan Kalijaga)

PERSEMBAHAN

Sekripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Ayah dan Ibu tercinta (Hariman & Umasmi), serta Adikku (M. Fairuz Zabadi)** Terima kasih atas segalanya. Atas setiap doa, keringan, rupiah, pengorbanan, dan setiap hal kecil yang telah tercurahkan dan mendidik anakmu dan adikmu dengan penuh kasih sayang. Semua ini tidak akan cukup untuk membalas jasa yang telah kalian berikan kepada anakmu.
2. **Almamaterku, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin-Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.** Yang telah menemaniku kejenjang pendidikan ini.
3. Sahabat – sahabatku dan orang spesial Wahyu Jatmiko, Abdi Gofar, Faisal Irfan Dharmawan, Aris Handoko, Andi Dwi Indira Kurniawan, Ahmad Saputra, Porhadi Rahmat (Alm), Luthfi Dina Rachmatina, Nurullia ‘Aina Dewi, Nurullia ‘Aina Fitri, dan Sikuning yang senantiasa mensupport, membantu, dan yang telah mendengarkan keluh kesah saya selama menyusun Tugas Akhir.

INTISARI

Continuous drive friction welding (CDFW) merupakan suatu metode pengelasan *solid state* yang cocok diaplikasikan pada penyambungan logam silinder pejal. Pada proses penyambungan CDFW digunakan beberapa parameter penting yang berpengaruh terhadap kekuatan sambungan. Beberapa parameter tersebut diantaranya: waktu gesek, tekanan gesek, waktu *upset*, tekanan *upset* dan putaran mesin. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu gesek terhadap kekuatan tarik, struktur mikro dan kekerasan sambungan dengan CDFW.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah logam silinder pejal aluminium 6061 T6. Proses pengelasan menggunakan variasi parameter waktu gesek 2 detik, 3 detik, 4 detik, 5 detik, 6 detik, 7 detik, 8 detik, 9 detik, dan 10 detik. Sedangkan parameter yang lain dibuat konstan, yaitu tekanan gesek 30 MPa, tekanan *upset* 70 MPa, waktu *upset* 2 detik, dan putaran mesin 1000 rpm. Untuk mengetahui pengaruh dari waktu gesek pada hasil sambungan dilakukan pengamatan struktur mikro, pengujian kekerasan vickers, dan pengujian tarik.

Pada pengujian struktur mikro hasil sambungan mengalami perubahan struktur mikro dimana semakin mendekati sambungan kandungan Mg yang ditunjukkan dengan butiran hitam pada spesimen dikarenakan pengetsaan pada spesimen uji semakin meningkat. Pada pengujian kekerasan spesimen mengalami penurunan nilai kekerasan seiring semakin dekatnya jarak dari sambungan. Untuk pengujian tarik kekuatan tarik maksimum terjadi pada waktu gesek 6 detik dengan hasil 215,76 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah diperoleh saat penggunaan waktu gesek 2 detik yaitu 78,60 MPa.

Kata kunci : *CDFW, Aluminium 6061, Waktu gesek, Kekuatan tarik, Struktur mikro, Kekerasan.*

ABSTRACT

Continuous drive friction welding (CDFW) is a solid state welding method that suitable to be applied on solid metal cylinder splicing. In the process of CDFW joint uses several important parameters that affects on the strength of joint. There are several important parameters, such as: friction time, friction pressure, upset time, upset pressure and rotational speed. This study was conducted to determine the effect of friction time variation on tensile strength, microstructure and hardness of aluminium joint with CDFW.

The material used in this study is aluminum solid metal cylinder 6061 T6. The welding process using variation of time friction parameters 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 seconds. While the other parameters keep constant, that are 30 MPa friction pressure, 70 MPa upset pressure, 2 second upset time and rotational speed 1000 rpm. To evaluate the effect of time friction on the joint, micro structure, examination of Vickers hardness test, and tensile test were carried.

From the microstructure examination, the micro structure which is closer to the joint of Mg content indicated by black grain on the specimen. Hardness specimen decrease the hardness value as the distance from joint closes. Maximum drag highest tensile strength was found on the specimen with at 6 seconds friction time (215,76 MPa), while the lowest tensile strength obtained on the specimen with that of 2 seconds is (78,60 MPa).

Keywords: *CDFW, Aluminum 6061 T6, friction time, Micro structure, Hardness, Tensile strength.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobill'alamin. Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan berkah, rahmat, hidayah dan karunia-Nya saya berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Kekuatan Tarik Struktur Mikro dan Kekerasan Sambungan Logam Silinder Pejal Alumunium 6061 T6 Menggunakan Metode *Continuous Drive Friction Welding*”. Alumunium 6061 adalah salah satu jenis material yang banyak digunakan dalam dunia industri. Namun dalam perkembangannya aluminium ini masih banyak permasalahan, aluminium tidak bisa di las menggunakan pengelasan *fusion welding*. Namun permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan metode *friction welding*. *Friction welding* adalah proses penyambungan dalam kondisi padat (*solid state*). *Friction welding* memanfaatkan panas yang ditimbulkan dari gesekan antara kedua permukaan benda kerja dengan memberi gaya tekan pada benda yang berputar. Gesekan kedua benda tersebut akan menghasilkan panas sehingga terjadi proses penyambungan. Motedo *friction welding* ini mempunyai beberapa parameter penting yang dapat mempengaruhi sifat mekanik dan struktur mikro hasil lasan tersebut. Parameter tersebut diantaranya : waktu gesek, tekanan gesek, waktu *upset*, tekanan *upset* dan kecepatan putaran. Ada beberapa jenis *friction welding* yaitu: *Continuous drive friction welding* (CDFW), *Friction stir welding* (FSW) dan *Linier friction welding* (LFW).

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Progam Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu Tugas Akhir ini juga merupakan suatu bukti yang diberikan almamater dan masyarakat.

Banyak pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, Oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besarku, Nabi Muhammad SAW yang telah memberi syafa'atnya dan ketenangan jiwa.

2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M.,Eng.Sc, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
3. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
5. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu tercinta beserta adik, anggota keluarga, dan orang – orang yang saya cintai atas doa dan dukungannya.
7. Tim *Friction Welding*, atas kerjasamanya dari awal hingga akhir dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih ada, karena kesempurnaa itu hanya milik Allah SWT. namun bukan suatu disengaja , hal tersebut semata – mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir saya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Progam Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 12 Januari 2018

Penulis,

Eko Syaifudin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kajian Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Pengelasan Gesek	7
2.2.2. <i>Linier Friction Welding</i>	8
2.2.3. <i>Stir Friction Welding</i>	8
2.2.4. <i>Continuous Drive Friction Welding</i>	9

2.2.5. Keuntungan dan Kekurangan Pengelasan Gesek	11
2.2.6. Aplikasi <i>Countinuous Drive Friction Welding</i>	11
2.2.7. Aluminium dan Paduan Aluminium 6061	12
2.2.8. Pengujian Tarik	14
2.2.9. Pengujian Kekerasan	18
2.2.10. Pengujian Struktur Mikro	19
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Identifikasi Masalah	21
3.2. Perencanaan Penelitian	21
3.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.3. Pengadaan Alat dan Bahan	23
3.3.1. Alat Penelitian	23
3.3.2. Bahan Penelitian	29
3.4. Pelaksanaan Penelitian	30
3.5. Proses Pengujian	33
3.6. Diagram Alir Penelitian	36
HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Hasil Pengelasan Gesek Aluminium 6061 T6	38
4.2. Hasil Struktur Mikro	39
4.3. Hasil Pengujian Kekerasan	42
4.4. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	46
4.5. Fraktografi	49
PENUTUP	50
3.1. Kesimpulan	51
3.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses <i>Linier Friction Welding</i>	7
Gambar 2.2. Proses <i>Stir Friction Welding</i>	8
Gambar 2.3. Skema <i>Continuous Friction Welding</i>	9
Gambar 2.4. Aplikasi Pengelasan Gesek	10
Gambar 2.6. Grafik Tegangan Regangan	14
Gambar 2.7. Metode Pengujian <i>Vickrs</i>	16
Gambar 3.1. Mesin Las Gesek	21
Gambar 3.2. <i>Loadcell</i>	22
Gambar 3.3. Mesin Bubut	22
Gambar 3.4. Mesin Uji Tarik	23
Gambar 3.5. Mesin Uji Mikro	24
Gambar 3.6. Mesin Uji Kekerasan Mikro <i>Vickers</i>	24
Gambar 3.7. Mesin Gergaji Potong	25
Gambar 3.8. Mesin Potong	26
Gambar 3.9. Mesin Poles	26
Gambar 3.10. Skema Mesin Las Gesek	27
Gambar 3.11. Pembubutan Rata	29
Gambar 3.12. Pemasangan Spesimen	29
Gambar 3.13. Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201	31
Gambar 4.1. Hasil Pengelasan	36
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Waktu Gesek dengan Pemendekan	37
Gambar 4.3. Spesimen Pengujian Struktur Mikro	38
Gambar 4.4. Hasil Struktur Mikro Variasi Waktu Gesek 6 Detik	39
Gambar 4.5. Hasil Struktur Mikro Variasi Waktu Gesek 2 Detik	40
Gambar 4.6. Spesimen Uji Kekerasan	41
Gambar 4.7. Titik Pengujian Spesimen	41

Gambar 4.8. Grafik Kekerasan Variasi Waktu Gesek 6 Detik	43
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan pada Parameter	45
Gambar 4.10. Grafik Hubungan Waktu Gesek dan Kekuatan Tarik	47
Gambar 4.11. Hasil Patahan Uji Tarik Variasi Waktu Gesek 6 Detik	48
Gambar 4.12. Hasil Patahan Uji Tarik Variasi Waktu Gesek 2 Detik	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Aluminium Al-Mg-Si Seri 6061 (Surdia.2000)	13
Tabel 3.1. Paduan Aluminium 6061-T6	27
Tabel 4.1. Hasil Pemendekan Spesimen Setelah Pengelasan	37
Tabel 4.2. Hasil Kekerasan Variasi Sambungan Waktu Gesek 6 Detik dan 2 Detik .	42
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Tarik	46

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Rumus Menghitung VHN	16
---	----

DAFTAR NOTASI

CDFW = *Continuous Drive Friction Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

LFW = *Linier Friction Welding*

Al = aluminium

Cu = tembaga

Cr = kromium

Fe = besi

Mg = magnesium

Mn = mangan

O = oksida

Ti = titanium

Zn = seng

Si = silicon

F = gaya (N)

P = tekanan (MPa)

A = luas penampang (mm²)

UTM = *Universal Testing Machine*

σ = tegangan (MPa)

ε = regangan

HAZ = *Heat Effected Zone*

VHN = *Vickres Hardness Number*

DAFTAR LAMPIRAN

A. Hasil Pengujian Kekerasan	55
B. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	57