

**PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK TERHADAP DISTRIBUSI  
TEMPERATUR, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA  
PENGELASAN *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING*  
SAMBUNGAN SILINDER PEJAL LOGAM BEDA JENIS ALUMINIUM  
6061-T6 DAN *STAINLESS STEEL 304***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Starta-1 Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**TRY YULIANTO**  
**20140130217**

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

**2018**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Tri Yulianto  
Nim : 20140130217  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

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

Yogyakarta, 28 Agustus 2018  
  
  
TRI YULIANTO  
20140130217

## MOTTO

*“Do’a dan Usaha adalah jembatan penghubung untuk meraih mimpi”*

*(Tri Yulianto)*

*“Dan tidak dapat mengambil pelajaran (daripadanya) melainkan orang-orang yang berakal”*

*(QS. Ali Imran (3):7)*

*“Seribu orang tua bisa bermimpi, Satu orang pemuda bisa mengubah dunia.*

*(Ir. Soekarno)*

*“Jika kamu tidak mengambil resiko, maka kamu tidak dapat meraih masa depan. Hiduplah tanpa ada penyesalan”*

*(Monkey D. Luffy)*

*“ing ngarso sung tuladha, ing madya mangun karsa, tut wuri handayani”*

*(Ki Hajar Dewantara)*

*“Kita Sekolah maka kita wajib menyelesaikannya”*

*(Tri Yulianto)*

## PERSEMBAHAN

Dengan Mengucap Syukur Alhamdulillah, Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kepada orang tua saya, Bapak **Pranyata** dan Ibu **Sri Sumarni** sebagai tanda bukti dan cinta kepada bapak ibu.
2. Kakak-kakak Saya **Jaka Kristianta** dan **Dina Yuli Kristianti** yang telah memberikan Do'a dan semangatnya untuk saya. *Thank you for the support.*
3. Keluarga Besar dari Simbah **Wiji Hadi Wiyono** dan Simbah **Harjo Mandoyo**.
4. Kepada kekasih saya, **Isna Nafilati Khasanah, A.Md.** yang telah menemani, memberi dorongan, semangat, motivasi dan sayanagnya. *What you have done so far is quite useful to me. I'am not able to repay your kindness. I can only say thank you.*
5. Untuk Almamater **Universitas Muhammadiyah Yogyakarta** tercinta inilah tanggung jawab saya.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN .....	Error! Bookmark not defined.
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN .....	4
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	8
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	12
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
INTISARI.....	xError! Bookmark not defined.
ABSTRACT .....	xError! Bookmark not defined.

### BAB I PENDAHULUAN

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

### BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. <i>Friction Welding</i> .....	8
2.2.1.1. <i>Continuous Drive Friction Welding (CDFW)</i> .....	8
2.2.1.2. <i>Friction Stir Welding (FSW)</i> .....	9
2.2.1.3. <i>Linear Friction Welding (LFW)</i> .....	10

2.2.2.	Keunggulan dan Keterbatasan <i>Friction Welding</i> .....	11
2.2.3.	Aplikasi Penyambungan <i>Continuous Drive Friction Welding</i> .....	12
2.2.4.	Klasifikasi Aluminium 6061-T6 .....	13
2.2.4.1.	Jenis-jenis Aluminium .....	14
2.2.5.	Klasifikasi <i>Stainless Steel</i> 304 (AISI 304).....	16
2.2.6.	Pengujian Kekerasan Mikro Vickers.....	18
2.2.7.	Pengujian <i>Metallografi</i> .....	19
2.2.8.	Distribusi Temperatur Selama Pengelasan Gesek.....	21
2.2.8.1.	Metode Pengukuran Temperatur .....	21
2.2.8.2.	Prinsip Kerja Termokopel.....	22
2.2.8.3.	Fungsi Termokopel.....	23
2.2.8.4.	Termokopel Sebagai Sensor Panas .....	23

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Identifikasi Masalah.....	24
3.2.	Perencanaan Penelitian .....	24
3.2.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.3.	Pengadaan Alat dan Bahan.....	26
3.3.1.	Alat Penelitian.....	26
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	31
3.4.	Persiapan Penelitian.....	32
3.4.1.	Pemeriksaan Alat Ukur.....	32
3.4.2.	Kalibrasi Mesin Las Gesek (CDFW) .....	32
3.5.	Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.5.1.	Skema Mesin Las Gesek.....	33
3.5.2.	Pembuatan Spesimen Benda Kerja .....	34
3.5.3.	Proses Pengelasan .....	34
3.6.	Pemasangan Termokopel .....	35
3.7.	Pelaksanaan Pengujian.....	36
3.7.1.	Pengujian <i>Metallografi</i> .....	36
3.7.2.	Pengujian Kekerasan .....	37

3.8. Analisis Data .....	38
3.9. Diagram Alir Penelitian .....	39

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pengelasan Gesek .....	40
4.2. Profil Distribusi Temperatur .....	42
4.3. Hasil Perbandingan Distribusi Temperatur .....	46
4.4. Hasil Struktur Mikro .....	47
4.4.1. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dan Makro .....	48
4.5. Pengujian Kekerasan Mikro Vickers .....	52

#### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran .....	60
5.3. Ucapan Terimakasih .....	61

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses <i>Continuous Drive Friction Welding</i> . .....	8
Gambar 2.2. Proses <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
Gambar 2.3. Proses <i>Linear Friction Welding</i> .....	10
Gambar 2.4. Hasil Sambungan <i>Continuous Drive Friction Welding</i> .....	12
Gambar 2.5. Proses Indentasi <i>Hardness Vickers</i> .....	19
Gambar 2.6. Rangkaian Dasar Termokopel.....	22
Gambar 2.7. Bentuk Fisik Termokopel.....	22
Gambar 2.8. Termokopel .....	23
Gambar 3.1. Mesin Las Gesek .....	26
Gambar 3.2. Mesin Gegraji .....	26
Gambar 3.3. Mesin Bubut .....	27
Gambar 3.4. Alat Uji Struktur Mikro.....	27
Gambar 3.5. Load Cell.....	28
Gambar 3.6. Gergaji Tangan ( <i>Handsaw</i> ) .....	28
Gambar 3.7. <i>Grinding Belt</i> .....	29
Gambar 3.8. Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	29
Gambar 3.9. Data <i>Logger</i> .....	30
Gambar 3.10. Bor .....	30
Gambar 3.11. <i>Thermocouple Welder</i> .....	31
Gambar 3.12. Skema Mesin <i>Friction Welding</i> .....	33
Gambar 3.13. Dimensi Benda Kerja.....	34
Gambar 3.14. Pemasangan Spesimen dengan Posisi Center.....	35
Gambar 3.15. Posisi Pemasangan Termokopel .....	35
Gambar 3.16. Alat Uji Kekerasan dan Skematis Proses Indentasi .....	37
Gambar 4.1. Hasil Pengelasan Gesek (a) 30 Mpa, (b) 35 Mpa, dan (c) 40 Mpa ..	40
Gambar 4.2. Grafik Hubungan Antara Tekanan Gesek dan Pemendekan .....	41
Gambar 4.3. Grafik Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 30 Mpa .....	42
Gambar 4.4. Grafik Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 35 Mpa .....	43
Gambar 4.5. Grafik Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 40 Mpa. ....	44



Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Distribusi Temperatur Maksimal.....	46
Gambar 4.7. Spesimen Uji Mikro.....	47
Gambar 4.8. Hasil Struktur Mikro 30 Mpa .....	48
Gambar 4.9. Hasil Struktur Mikro 35 Mpa .....	49
Gambar 4.10. Hasil Struktur Mikro 40 Mpa .....	50
Gambar 4.11. Titik Pengujian Kekerasan .....	52
Gambar 4.12. Grafik Distribusi Kekerasan Tekanan 30 Mpa .....	54
Gambar 4.13. Grafik Distribusi Kekerasan Tekanan 35 Mpa.....	55
Gambar 4.14. Grafik Distribusi Kekerasan Tekanan 40 Mpa.....	56
Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Distribusi Kekerasan.....	57
Gambar 4.16. Distribusi Kekerasan (Sahin, 2009) .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Variabel Penelitian .....	25
Tabel 3.2. Konduktivitas Termal (k) dari Bahan.....	31
Tabel 3.3. Paduan Alumunium 6061-T6.....	31
Tabel 3.4. Paduan <i>Stainless Steel</i> 304.....	32
Tabel 4.1. Hasil Pemendekan Pengelasan.....	41
Tabel 4.2. Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 30 Mpa.....	42
Tabel 4.3. Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 35 Mpa.....	43
Tabel 4.4. Distribusi Temperatur Pada Tekanan Gesek 40 Mpa.....	44
Tabel 4.5. Hasil Perbandingan Distribusi Temperatur Maksimal .....	46
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Kekerasan .....	53

## **DAFTAR PERSAMAAN**

Persamaan 2.1. Rumus menghitung VHN .....	18
Persamaan 3.1. Rumus menghitung VHN .....	37

## DAFTAR NOTASI

FW	= <i>Friction Welding</i>
CDFW	= <i>Continuous Drive Friction Welding</i>
FSW	= <i>Friction Stir Welding</i>
LFW	= <i>Linier Friction Welding</i>
Al	= aluminium
Mg	= magnesium
Mn	= mangan
F	= gaya (N)
P	= tekanan (MPa)
A	= luas penampang (mm <sup>2</sup> )
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
gf	= Gram Force
C	= Karbon
S	= Sulfur
Mn	= Mangan
Si	= Silikon
Fe	= Besi
Ni	= Nikel
Cr	= Kromium
d	= Panjnag Diagonal Rata-Rata

**DAFTAR LAMPIRAN**

A. Hasil pengujian kekerasan ..... 63