

**PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP KEKUATAN TARIK,  
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAS METODE  
*CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL  
LOGAM *STAINLESS STEEL 304***

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :  
GANTOSANTOSA AMINDINATA  
20130130185**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2020**

## PERNYATAAN

Saya 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 dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 07 Desember 2020



Gantosantosa Amindinata

- MOTTO -

“Jika kita membatasi diri sendiri , kita tidak akan pernah bisa mengējarnya maka lampauilah batasmu dan buatlah langkah besar ke depan , semangat dan positive thinking”

(Gantosantosa)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(QS. Al-Insyiroh : 6-7)

“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga”

(HR. Muslim)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(QS.ar-Ra'd : 11)

“Ingatlah kebaikan orang kepadamu dan lupakanlah kebaikanmu kepada orang lain”

(Gus Mus)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Yang paling utama,*

*Bismillahirrahmanirrahim, sembah sujudku kepada Tuhanku Allah SWT atas nikmat dan karuniaNya yang telah memberikan segala kemudahan dan kekuatan untuk melakukan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam bagi junjunganku, Nabi Muhammad SAW atas teladannya.*

*Ayahanda dan Ibunda Tercinta*

*Teimakasih kuucapkan kepada papa dan mamaku, Kasdirun dan Siti Hajir atas cinta dan doa tulus yang tiada henti-hentinya untuk anakmu ini. Mungkin atas pencapaian ini belum bisa membalas segala yang telah beliau berikan kepadaku. Tetapi Ganto akan selalu berusaha membuat papa dan mama bangga dan bahagia.*

*Kakak-kakaku Tersayang*

*Terimakasih aku ucapkan kepada kakak – kakakku, Yunita Kasitya diningrum, Rahmadian Kasityadinata(alm), Gustryheny Kasityadiningrum, Racharjaya Kasityadinata yang telah memberikan motivasi kepadaku ketika aku butuh kalian. Tugas Akhir ini ,merupakan langkah awal bagi Ganto dalam mewujudkan impian meraih gelar S-1. Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dan ilmu yang diperoleh bisa bermanfaat bagi keluarga dan orang lain.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN SAMBUNGAN LAS METODE *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL LOGAM *STAINLESS STEEL 304*”.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Guna untuk melengkapi salah satu syarat kurikulum yang ditetapkan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu Tugas Akhir ini merupakan suatu bukti yang diberikan kepada almamater dan masyarakat.

Banyak pihak yang telah membantu selama penulis menyusun Tugas Akhir ini, Untuk itu atas segala bentuk bantuannya yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT dan suri tauladan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kesehatan serta panutan bagi penulis.
2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas kemudahan dalam proses administrasi selama menjadi mahasiswa.
3. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan banyak motivasi, arahan dan nasehat selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah membimbing memberikan arahan, motivasi dan nasehat selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Cahyo Budiyantoro, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji pada Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin UMY atas bimbingannya kepada penulis selama kuliah di Teknik Mesin UMY.
7. Kedua orang tua beserta adik dan anggota keluarga beserta orang-orang terkasih yang telah memberikan doa, dorongan, nasehat dan motivasi kepada penulis selama ini.

7. Kedua orang tua beserta adik dan anggota keluarga beserta orang-orang terkasih yang telah memberikan doa, dorongan, nasehat dan motivasi kepada penulis selama ini.
8. Kepada Friction Welding Team 2017 ( Wahyu Jatmiko, Uman Setiadi, Lukman Hakim, Aan widy, Eko Syaifudin, dan teman-teman yang lain) atas kerjasama dan saling membantu selama proses menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh kawan-kawan Teknik Mesin dan Tim Hore, yang telah memberikan bantuan dan semangat
10. Spesial terimakasih untuk sahabat-sahabat'ku yang menjadi bagian dari cerita hidup'ku, khusus'nya "Wahyu, Nisa, Ghofar, Lia, Fredy, Gombloh, Agung, Budi, dan Ambar". Yang telah banyak membantu dan menjadi tempat'ku mengadu, bersandar serta belajar dan berbagi cerita, suka duka serta pengalaman hidup. Anda semua telah banyak mengajarkan penulis tentang kebaikan dan kebahagiaan serta arti kehidupan. mensupport dan mendengarkan segala keluh kesah dari penulis.
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga amal kebaikan semua pihak mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga yang tertulis di sini dapat bermanfaat bagi almamater Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 07 Desember 2020

Penulis



Gantosantosa A

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
INTISARI .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Pengelasan Gesek ( <i>Friction Welding</i> ).....	8
2.2.1.1 <i>Friction Stir Welding (FSW)</i> .....	9
2.2.1.2 <i>Linear Friction Welding (LFW)</i> .....	10
2.2.1.3 <i>Continuous Drive Friction Welding (CDFW)</i> .....	10
2.2.2 Kelebihan Pengelasan Gesek <i>Continuous Drive Friction Welding</i> ..	12

2.2.3 Aplikasi Pengelasan Gesek Metode <i>Rotary</i> .....	12
2.2.4 Klasifikasi Logam <i>Stainless Steel AISI 304</i> .....	13
2.2.5 Pengujian Tarik.....	15
2.2.6 Pengujian Kekerasan Mikro Vikers.....	16
2.2.7 Pengujian <i>Metallografi</i> .....	17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Identifikasi Masalah.....	20
3.2 Perencanaan Penelitian.....	20
3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2.2 Penentuan Kecepatan Putaran dan Eksentisitas Sambungan.....	22
3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	23
3.4 Persiapan Penelitian.....	29
3.4.1 Alat Ukur.....	29
3.4.2 Kalibrasi Mesin <i>Friction Welding</i> .....	29
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.5.1 Skema Mesin <i>Friction Welding</i> .....	30
3.5.2 Pembuatan Bentuk Spesimen.....	31
3.5.3 Proses Pengelasan.....	31
3.6 Pelaksanaan Pengujian.....	32
3.6.1 Pengujian Tarik.....	32
3.6.2 Pengujian Kekerasan.....	32
3.6.3 Pengujian <i>Metallografi</i> .....	33
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	34

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

4.1 Hasil Pengelasan Gesek.....	37
4.2 Pengujian Struktur Mikro dan Makro.....	39
4.2.1 Hasil Pengamatan Struktur Mikro dan Makro.....	40
4.3 Hasil dan Analisis Pengujian Kekerasan.....	42
4.4 Analisa Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	47
4.5 Fraktografi.....	51



**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 54

5.2 Saran..... 55

**DAFTAR PUSTAKA ..... 56**

**LAMPIRAN..... 58**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>Friction Stir Welding</i> .....	9
Gambar 2.2 Proses <i>Linear Stir Welding</i> .....	10
Gambar 2.3 Proses <i>Continuous Drive Friction Welding</i> .....	11
Gambar 2.4 Aplikasi Pengelasan Gesek Metode <i>Rotary</i> .....	12
Gambar 2.5 Regangan-Tegangan .....	15
Gambar 2.6 Proses Indentasi <i>Hardness Vickers</i> .....	17
Gambar 3.1 Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201 .....	21
Gambar 3.2 Mesin Las Gesek.....	23
Gambar 3.3 Mesin Bubut.....	24
Gambar 3.4 Mesin Uji Tarik.....	24
Gambar 3.5 Alat Uji Struktur Mikro .....	25
Gambar 3.6 Alat Uji Makro.....	25
Gambar 3.7 <i>LoadCell</i> .....	26
Gambar 3.8 Mesin Gergaji.....	26
Gambar 3.9 Mesin <i>MetaCut</i> .....	27
Gambar 3.10 Alat Uji Kekerasan.....	27
Gambar 3.11 <i>Grinding Belt</i> .....	28
Gambar 3.12 Skema Mesin <i>Friction Welding</i> .....	30
Gambar 3.14 Pemasangan Spesimen pada Posisi Center .....	31
Gambar 3.15 Alat Uji Metode Vickers dan Skematis Proses Indentasi .....	34
Gambar 3.16 Diagram Alir Penelitian .....	36
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Gesek <i>AISI 304</i> Dengan Variasi Waktu Gesek	38
Gambar 4.2 Grafik Pemendekan Hasil Sambungan Pengelasan Gesek .....	39

Gambar 4.3 Spesimen Pengujian Struktur Mikro.....	41
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro Variasi Waktu Gesek 8 detik.....	41
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Struktur Mikro Variasi Waktu Gesek 3 detik.....	42
Gambar 4.6 Spesimen Pengujian Kekerasan .....	43
Gambar 4.7 Titik Pengujian Kekerasan Vickers .....	44
Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji Kekerasan pada Variasi Waktu Gesek.....	46
Gambar 4.9 Grafik Tegangan dan Regangan.....	48
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Tarik.....	50
Gambar 4.11 Penampang Patah Uji Tarik Variasi Waktu Gesek 8 Detik.....	52
Gambar 4.12 Penampang Patah Uji Tarik Variasi Waktu Gesek 3 Detik.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Awal .....	22
Tabel 3.2 Paduan <i>AISI</i> 304 .....	28
Tabel 4.1 Pemendekan Spesimen Setelah Pengelasan.....	39
Tabel 4.2 Hasil Kekerasan Variasi Waktu Gesek 8 Detik.....	44
Tabel 4.3 Hasil Kekerasan Variasi Waktu Gesek 3 Detik.....	45
Tabel 4.4 Hasil Uji Tarik Pada Variasi Waktu Gesek .....	49
Tabel 4.5 Hasil <i>AISI</i> 304 .....	51

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

CDFW	= <i>Continuous drive friction welding</i>
FSW	= <i>Friction stir welding</i>
LFW	= <i>Linear friction welding</i>
DIN	= <i>Deutsche industrie normen</i>
HAZ	= <i>Heat effected zone</i>
$\sigma$	= Tegangan
F	= Gaya tarikan (N)
A	= Luas penampang
$\varepsilon$	= Regangan
$\Delta L$	= Pertambahan panjang
L	= Panjang awal
P	= Beban yang diterima (N)
d	= Panjang diagonal rata-rata
$\theta$	= Sudut puncak
JIS	= <i>Japan industrial standards</i>
C	= Karbon
P	= Fosfor
S	= Sulfur
Mn	= Mangan
Si	= Silikon
Cr	= Kromium
Ni	= Nikel
Fe	= Besi
UTM	= <i>Universal testing machine</i>
PU	= Tekanan <i>upset</i>
TF	= Waktu Gesek

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A Hasil pengujian kekerasan .....	58
Lampiran B Hasil perhitungan efisiensi .....	60
Lampiran C Hasil pengujian tarik.....	61