

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS
SAMBUNGAN SILINDER PEJAL STAINLESS STEEL 304 DAN PLAT
BAJA KARBON RENDAH DENGAN PENGELASAN *CONTINOUS DRIVE*
FRICTION WELDING (CDFW)**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun oleh:

SIGIT SUPRIYANTO

20140103205

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020/2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Sigit Supriyanto**

NIM : **20140130205**

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul: **Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Silinder Pejal Stainless Steel 304 dengan Plat Baja Karbon Rendah dengan Pengelasan Drive Friction Welding (CDFW)** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada perguruan tinggi lain. Selain itu, karya tulis ilmiah ini tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang telah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya didalam naskah dan daftar pustaka. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Yogyakarta, 18 Juni 2021



Sigit Supriyanto

HALAMAN MOTTO

“Jangan pernah menunda-nunda waktu, selagi bisa dilakukan, lakukanlah”
(Penulis)

“Jika tidak ada bahu untuk bersandar, selalu ada lantai untuk bersujud”
(B.J Habibie)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Al Insyirah : 5)

“Bagaimana kamu bisa bergerak maju kalau kamu terus menyesali masa lalu”
(Edward Elric)

“Tanpa arah dan tujuan tidak ada gunanya kau hidup didunia ini”
(Gai Maito)

“Keyakinan lebih baik daripada rencana apapun”
(Uzumaki Nagato)

UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan skripsi tugas akhir ini.

1. Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan kepada saya sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan dan doanya yang selalu menyertai.
3. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama Tugas Akhir atas motivasi, arahan dan bimbingannya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak membantu dan membimbing selama proses penyusunan Tuga Akhir.
6. Bapak Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang bermanfaat.
7. Saudara saya yang telah memberikan semangat dan doa.
8. Kartika Aditya yang telah memberi motivasi dan semangat dalam penyusunan Tugas akhir.
9. Teman-teman tim Pengelasan yang telah membantu selama penelitian.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam bentuk apapun yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidaya-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul **“PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN SILINDER PEJAL STAINLESS STEEL 304 DAN PLAT BAJA KARBON RENDAH DENGAN PENGELASAN CONTINOUS DRIVE FRICTION WELDING (CDFW)”**. *Stainless steel* banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun di bidang industri dikarenakan bahannya memiliki sifat tahan karat, dan untuk baja juga banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan komponen dalam bidang konstruksi dikarenakan baja memiliki sifat mekanik yang cukup baik dan harganya relatif murah. Penyambungan stainless steel 304 dengan baja karbon rendah menggunakan metode pengelasan gesek (*friction welding*).

Penelitian dilakukan dengan variasi waktu gesek (3, 6 dan 9 detik), menggunakan tekanan gesek 30 MPa, tekanan upset 60 MPa, waktu upset 4 detik dan putaran mesin las gesek 1000 rpm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir skripsi ini sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 18 Juni 2021



Sigit Supriyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	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	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.3 Las Gesek (Friction welding)	7
2.2.1 Friction Stir Welding (FSW)	7
2.2.2 Continuous Drive Friction Welding (CDFW)	8
2.2.3 Linier Friction Welding (LFW)	9
2.2.4 Daerah Lasan	9
2.2.5 Kelebihan dan Kekurangan Friction Welding	10
2.2.6 Aplikasi Pengelasan Gesek	11
2.2.7 Logam <i>Stainless Steel</i> dan Baja karbon	11
2.2.8 Pengujian Struktur Mikro	15
2.2.9 Pengujian Kekerasan	17

2.2.10 Pengujian Tarik	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Identifikasi Masalah	21
3.2 Perencanaan penelitian	21
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.3.2 Variabel Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan.....	23
3.3.1 Alat Penelitian	23
3.3.2 Bahan Penelitian	27
3.4 Pelaksanaan Penelitian	27
3.4.1. Pembuatan Spesimen	27
3.4.2. Pengelasan Gesek	28
3.5 Proses Pengujian	29
3.5.1. Pengujian Struktur Mikro.....	29
3.5.2. Pengujian Kekerasan.....	30
3.5.3. Pengujian Tarik	30
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.7 Analisis Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Pengelasan Gesek.....	35
4.2 Hasil Pengujian Makro dan Mikro	37
4.2.1 Hasil Foto Makro.....	37
4.2.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	38
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan	39
4.4 Hasil Pengujian Tarik.....	43
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Friction Welding (Nandan dkk, 2008)	8
Gambar 2.2 Skema Continous Drive Friction Welding (Sahin, 2009)	8
Gambar 2.3 Skema Linier Friction welding (Magusdeeswaran dkk, 2019)	9
Gambar 2.4 Struktur Mikro hasil lasan (Sanyoto dkk, 2012)	9
Gambar 2.5 Aplikasi Pengelasan Gesek	11
Gambar 2.6 Diagram CCT (Wiryosumarto, 2000)	16
Gambar 2.7 Metode Pengujian Vickers (Subagiyo, 2017)	18
Gambar 2.8 Grafik Pengujian Tarik (Sastranegara, 2009).....	18
Gambar 3.1 Mesin Gergaji	23
Gambar 3.2 Mesin Bubut	23
Gambar 3.3 Mesin Las Gesek	24
Gambar 3.4 Loadcell.....	24
Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik	25
Gambar 3.6 Gergaji Potong Manual	25
Gambar 3.7 Mesin Poles	26
Gambar 3.8 Mesin Uji Struktur Mikro	26
Gambar 3.9 Mesin Uji Kekerasan	27
Gambar 3.10 Spesimen las yang tersambung.....	29
Gambar 3.11 Spesimen Pengujian Struktur Mikro.....	30
Gambar 3.12 Standar Pengujian Tarik JIS Z 2201	31
Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Gesek	35
Gambar 4.2 Diagram Hubungan waktu gesek dengan pemendekan	36
Gambar 4.3 Hasil Spesimen yang selesai di Mounting	37
Gambar 4.4 Hasil Foto Makro perbesaran 9x	37
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	38
Gambar 4.6 Spesimen Pengujian Kekerasan.....	39
Gambar 4.7 Posisi Titik Pengujian Kekerasan.....	40
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Kekerasan.....	42

Gambar 4.9 Spesimen Pengujian Tarik.....	43
Gambar 4.10 Grafik Pengujian Tarik.....	43
Gambar 4.11 Diagram kekuatan Tarik dengan Modulus Elastisitas	44
Gambar 4.12 Diagram Regangan terhadap waktu gesek	45
Gambar 4.13 Hasil Patahan Spesimen Pengujian Tarik	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Paduan <i>Stainless Steel</i> 304 (Kimura dkk, 2017).....	13
Tabel 2.2 Sifat Mekanis <i>Stainless Steel</i> 304 (Kimura dkk, 2017)	13
Tabel 2.3 Komposisi Baja Karbon Rendah ASTM A633 Grade E	14
Tabel 2.4 Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah ASTM A633 Grade E	14
Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran panjang spesimen	36
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Variasi Waktu 3 detik	40
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Variasi Waktu 6 detik	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Variasi Waktu 9 detik	41
Tabel 4.5 Rata-rata Hasil Pengujian Tarik	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Kekerasan waktu gesek 3,6 detik	52
Lampiran 2 Hasil Pengujian Keketasan waktu gesek 9 detik.....	53
Lampiran 3 Hasil Pengujian Tarik 3 detik Sampel 1	54
Lampiran 4 Hasil Pengujian Tarik 3 detik sampel 2.....	55
Lampiran 5 Hasil Pengujian Tarik 6 detik sampel 1.....	56
Lampiran 6 Hasil Pengujian Tarik 6 detik Sampel 2	57
Lampiran 7 Hasil Pengujian Tarik 9 detik sampel 1.....	58
Lampiran 8 Hasil Pengujian Tarik 9 detik sampel 2.....	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

NOTASI

D	= Diagonal rata-rata (mm)
E	= Modulus Elastisitas (GPa)
L_0	= panjang awal benda uji (mm)
L_f	= panjang akhir benda uji (mm)
P	= Beban Pengujian Kekerasan Vickers (kgf)
θ	= Sudut antara permukaan intan (136°)
σ	= Tegangan (MPa)
ε	= Regangan (%)

SINGKATAN

ASTM	= <i>American Standard Testing and Material</i>
CDFW	= <i>Continous Drive Friction Welding</i>
DIN	= <i>Deutch Industrie Normen</i>
FW	= <i>Friction Welding</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
JIS	= <i>Japan Industrial Standard</i>
STDEV	= Standar Deviasi
UTM	= <i>Ultimate Tensile Strength</i>
VHN	= <i>Vickers Hardness Number</i>