

TUGAS AKHIR

Pengaruh Waktu Gesek Terhadap Distribusi Temperatur, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, dan Kekerasan Sambungan *Las Continuous Drive Friction Welding* Silinder Pejal Logam Beda Jenis Baja St 41 dan *Stainless Steel 304*

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



Disusun Oleh :

SUGONDO WIJAYANTO

20170130022

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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sugondo Wijayanto

Nomor Mahasiswa : 20170130022

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu ataupun disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 11 September 2021



(Sugondo Wijayanto)

Nim. 20170130022

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Hanya kepada Engkaulah kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami memohon pertolongan”

-Q.S. Al-Fatihah 1: Ayat 5-

“Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah hati menjadi tenteram”

-Q.S. Ar-Ra'd 13: Ayat 28-

“Barang siapa yang menyibukkan dirinya dengan bersandar kepada Allah, maka Allah akan mencukupi kebutuhannya”

-Ibnu Qoyyim-

“Jadilah yang terbaik di mana pun berada. Berikan yang terbaik yang bisa kamu berikan”

-Prof. Dr. Ing. H. BJ Habibie-

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wa rahmatullahi Wa barakatuh.

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga kita selalu diberikan kesehatan sampai saat ini. Selawat dan salam kita curahkan kepada Rasulullah Muhammad saw. yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah hingga masa Islam. *Alhamdulillah robbil 'alamin* saya dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul: **Pengaruh Waktu Gesek Terhadap Distribusi Temperatur, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro, Dan Kekerasan Sambungan Las *Continuous Drive Friction Welding* Silinder Pejal Logam Beda Jenis Baja St 41 dan *Stainless Steel* 304**

Tugas akhir ini berisi tentang pengelasan *continuous drive friction welding* menggunakan bahan beda jenis dengan variasi waktu gesek dengan penambahan distribusi temperatur. Hasil uji variasi waktu gesek berpengaruh terhadap distribusi temperatur dan uji kekerasan, waktu gesek yang paling lama didapatkan kekuatan tarik yang maksimal.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari bentuk sempurna, dikarenakan keterbatasan referensi dan waktu yang tersedia untuk penyusunannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran guna membangun tugas akhir yang lebih baik di masa yang akan datang.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya saya mengucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wa rahmatullahi Wa barakatuh.

Yogyakarta, 3 September 2021

Penyusun,

(Sugondo Wijayanto)

DAFTAR ISI

HALAMANJUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
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 TINJUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)	6
2.2.2 <i>Continuous Drive Friction Welding</i> (CDFW).....	7
2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan <i>Friction Welding</i>	7
2.2.4 Aplikasi Pengelasan Gesek.....	8
2.2.6 <i>Stainless Steel 304</i>	9
2.2.7 Baja ST 41	10
2.2.8 Prinsip Kerja Termokopel.....	11

2.2.9 Pengujian Tarik.....	11
2.2.10 Pengujian Struktur Mikro	16
2.2.11 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Tahapan Penelitian	19
3.2. Perencanaan Penelitian	20
3.2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	20
3.2.2 Variabel Penelitian	20
3.4. Alat dan Bahan	22
3.4.1 Alat Penelitian	22
3.5. Persiapan Penelitian.....	26
3.6. Pelaksanaan Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Hasil Pengelasan Gesek.....	34
4.2. Distribusi Temperatur.....	36
4.3. Hasil Struktur Makro dan Mikro	40
4.4. Hasil Pengujian Kekerasan.....	46
4.5. Hasil Patahan Uji Tarik	51
BAB V PENUTUP	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	55
UCAPAN TERIMA KASIH.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram skematik percobaan CDFW.....	7
Gambar 2. 2 Pump shaft.....	8
Gambar 2. 3 Poros Spindle.....	8
Gambar 2. 4 Diagram fasa Baja	11
Gambar 2. 5 Kurva tegangan – regangan.....	12
Gambar 2. 6 proses uji tarik spesimen	12
Gambar 2. 7 Bentuk patah uji tarik (a) patah ulet, (b) patah getas.....	15
Gambar 2. 8 Skema pengujian kekerasan <i>Vickers</i>	18
Gambar 2. 9 Tipe lekukan piramid intan <i>Vickers</i> : (a) Lekukan sempurna, (b) Lekukan bantal jarum, (c) Lekukan berbentuk tong.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengambilan Data	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir (lanjutan).....	20
Gambar 3. 3 Mesin Las Gesek	22
Gambar 3. 4 Mesin Bubut	23
Gambar 3. 5 Alat Uji Tarik (<i>Universal Testing Machine</i>)	23
Gambar 3. 6 (a) Alat Uji Makro, dan (b) Alat Uji Mikro.....	24
Gambar 3. 7 Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Mitutoyo HM-100	24
Gambar 3. 8 <i>Load Cell</i>	25
Gambar 3. 9 Gergaji mesin	25
Gambar 3. 10 <i>Desain</i> spesimen benda uji Standar JIS (<i>Japanese Industrial Standards</i>).....	26
Gambar 3. 11 Skema Mesin Las Gesek	28
Gambar 3. 12 Posisi Pemasangan Termokopel.....	30
Gambar 3. 13 Skema spesimen pengelasan	30
Gambar 4. 1 Hasil Pengelasan baja St 41 dan <i>stainless steel</i> 304.....	34
Gambar 4. 2 Diagram hubungan waktu gesek dengan pemendekan spesimen.....	35
Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Temperatur pada waktu gesek 4 detik.....	36
Gambar 4. 4 Grafik Distribusi Temperatur pada waktu Gesek 5 Detik.....	37
Gambar 4. 5 Grafik Distribusi Temperatur pada waktu Gesek 6 Detik.....	38

Gambar 4. 6 Grafik Distribusi Temperatur waktu Gesek 7 Detik.	39
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan distribusi temperatur maksimal pada berbagai waktu gesek.....	40
Gambar 4. 8 Hasil uji struktur makro variasi waktu gesek.	41
Gambar 4. 9 Struktur mikro hasil pengelasan dengan waktu gesek 4 detik.....	42
Gambar 4. 10 Struktur mikro hasil pengelasan dengan waktu gesek 5 detik.....	43
Gambar 4. 11 Struktur mikro hasil pengelasan dengan waktu gesek 6 detik.....	44
Gambar 4. 12 Struktur mikro hasil pengelasan dengan waktu gesek 7 detik.....	45
Gambar 4. 13 Posisi titik pengujian nilai kekerasan	46
Gambar 4. 14 spesimen pengujian nilai kekerasan	47
Gambar 4. 15 Grafik pengujian nilai kekerasan.....	49
Gambar 4. 16 Spesimen Uji Tarik.....	50
Gambar 4. 17 Diagram uji tarik maksimum terhadap waktu gesek	51
Gambar 4. 18 Permukaan patahan spesimen hasil uji tarik.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Panduan Logam Pejal <i>Stainless Steel</i> 304.....	10
Tabel 2. 2 Mekanis <i>Stainless Steel</i> 304.....	10
Tabel 2. 3 Komposisi baja 41	10
Tabel 2. 4 Sifat mekanis baja St 41	11
Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian Awal Bahan Baja St 41 dan <i>Stainless Steel</i> 304	21
Tabel 3. 2 Paduan <i>stainless steel</i> 304.....	26
Tabel 4. 1 Tabel hasil pengukuran panjang dan pemendekan material	35
Tabel 4. 2 Hasil pengujian nilai kekerasan dengan waktu gesek 4 detik.....	47
Tabel 4. 3 Hasil pengujian nilai kekerasan dengan waktu gesek 5 detik.....	48
Tabel 4. 4 Hasil pengujian nilai kekerasan dengan waktu gesek 6 detik.....	48
Tabel 4. 5 Hasil pengujian nilai kekerasan dengan waktu gesek 7 detik.....	49
Tabel 4. 6 Hasil pengujian nilai uji tarik.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik.....	59
Lampiran 2. Pemendekan Benda Kerja.....	59
Lampiran 3. Hasil Grafik Uji Tarik.....	60

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Tegangan Tarik	13
Persamaan (2.2) Regangan Tarik	13
Persamaan (2.3) Kekerasan <i>Vickers</i>	17
Persamaan (3.1) Kalibrasi <i>Load Call</i>	27

σ : Tegangan maksimum (MPa)

F : Gaya (N)

A : Luas penampang (mm^2)

ε : Regangan maksimum

ΔL : Pertambahan panjang (mm)

L_0 : Panjang awal (mm)

P : Digunakan beban (Kgf)

d : Panjang rata-rata diagonal (mm)

θ : Sudut permukaan intan (136°)

FP : *Friction Pressure* (MPa)

UP : *Upset Pressure* (MPa)

FT : *Friction Time* (S)

UT : *Upset Time* (S)