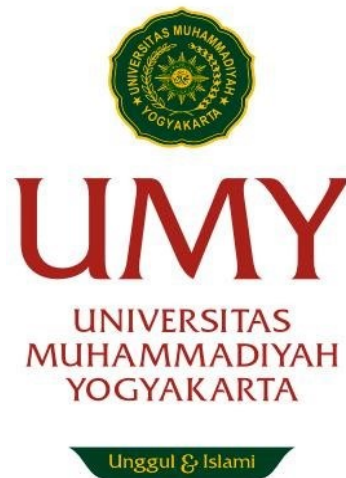


SKRIPSI

Pengaruh Variasi Tekanan Gesek Terhadap Distribusi Temperatur, Sifat Tarik, Struktur Mikro, dan Kekerasan Sambungan Las CDFW Bahan AISI 304-St 41 untuk Poros Turbin Air

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun oleh:
ROHMAD HIDAYAT
20170130020

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Rohmad Hidayat
Nomor Induk Mahasiswa : 20170130020
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Saya menyatakan bahwa skripsi ini yang berjudul: **“Pengaruh Variasi Tekanan Gesek Terhadap Distribusi Temperatur, Sifat Tarik, Struktur Mikro, dan Kekerasan Sambungan Las CDFW Bahan AISI 304-St41 untuk Poros Turbin Air”** adalah asli hasil karya saya dan didalamnya tidak terdapat karya (tulisan), yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis, dengan menyebutkan sumbernya didalam naskah dan daftar pustaka.

Konvolokarta 23 Juli 2021

(Rohmad Hidayat)
Nim. 20170130020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan diwaktu yang tepat. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, ketenangan, kesabaran, dan kesehatan dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta yang tak ada hentinya mendoakan, yang selalu mendukung perjalanan hidup, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang, dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga selalu dalam rahmad Allah SWT, semoga dapat pengampunan dan amal beliau dilimpah gandakan oleh Allah SWT.
3. Keluarga besar yang tak lelah mendoakan dan mendukung agar bisa selesai dalam penulisan naskah ini.
4. Bapak Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T. dan bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D. yang telah menjadi dosen pembimbing serta telah mengajari banyak hal, sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
5. Wilsamilia Nurizki Galihajingtresna yang senantiasa selalu mendukung, dan sabar dalam mendengarkan segala keluh kesah saat menuliskan naskah penelitian ini.
6. Teman saya Sugondo Wijayanto yang telah banyak membantu dan menjadi partner mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
7. Teman-teman kelas A dan seluruh angkatan teknik mesin 2017 yang sama-sama berjuang dari perkuliahan awal semester, hingga menuju pada tahap penelitian tugas akhir ini.
8. Teman-teman IMM atas ilmunya, semoga ilmu yang didapatkan bisa bermanfaat, dan bisa menjadi pribadi yang lebih baik untuk kedepannya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-nya, sehingga kita selalu diberikan kesehatan serta kelancaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Tekanan Gesek Terhadap Distribusi Temperatur, Sifat Tarik, Struktur Mikro, dan Kekerasan Sambungan Las CDFW Bahan AISI 304-St 41 untuk Poros Turbin Air”**. Skripsi ini berisi tentang pengelasan CDFW *dissimilar* (beda jenis) antara bahan AISI 304-St 41 berbentuk silinder pejal. Penelitian ini dilakukan karena permasalahan yang masih sering terjadi pada proses pengelasan gesek, diantaranya adalah sifat *thermal* dan sifat mekanik dalam penyambungan material sejenis dan beda jenis.

Penelitian sambungan las CDFW bahan AISI 304-St 41 menggunakan variasi tekanan gesek (*Friction Pressure*), dan ditambahkan dengan distribusi temperatur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan gesek berpengaruh terhadap distribusi temperatur yang terjadi. Semakin tinggi tekanan gesek yang diberikan, maka semakin tinggi temperatur maksimal yang dihasilkan saat proses pengelasan. Nilai kekuatan tarik optimum didapatkan pada variasi tekanan gesek 50 MPa, dan kembali menurun pada variasi tekanan gesek terbesar 60 MPa. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada nilai kekuatan tarik tertinggi, hal ini membuktikan bahwa nilai kekerasan berbanding lurus dengan nilai kekuatan tarik. Semakin tinggi nilai kekerasan, maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang didapatkan.

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan referensi dan juga alat yang dapat digunakan dalam proses pelaksanaan pengelasan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik, saran dan masukan bagi pembaca tulisan ini, agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua umat, serta dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 23 Juli 2021



Rohmad Hidayat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Las Gesek	9
2.2.2 CDFW	9
2.2.3 Kelebihan dan kekurangan.....	10

2.2.4	Aplikasi pengelasan gesek	11
2.2.5	<i>Stainless Steel</i> 304.....	12
2.2.6	Baja St 41	13
2.2.7	Prinsip kerja termokopel	14
2.2.8	Pengujian tarik	15
2.2.9	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	17
2.2.10	Pengujian Struktur Mikro.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		21
3.1	Identifikasi Masalah.....	22
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1	Bahan.....	22
3.2.2	Alat.....	23
3.3	Perencanaan Penelitian	28
3.3.1	Waktu dan Tempat Penelitian:	28
3.3.2	Variabel penelitian	28
3.4	Persiapan Penelitian.....	30
3.4.1	Persiapan benda kerja.....	30
3.4.2	Persiapan alat ukur	30
3.4.3	Persiapan mesin las gesek	30
3.5.1	Skema mesin las gesek.....	31
3.5.2	Pembuatan benda kerja atau benda uji	33
3.5.3	Pemasangan termokopel.....	33
3.5.4	Proses las gesek.....	33
3.6	Proses Pengujian.....	34
3.6.1	Pengujian Tarik	34
3.6.2	Pengujian <i>Metallography</i>	36

3.6.3	Pengujian Kekerasan.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Hasil Pengelasan Gesek.....	38
4.2	Hasil Uji Tarik.....	40
4.3	Hasil Patahan Uji Tarik.....	42
4.4	Distribusi Temperatur.....	45
4.5	Hubungan Temperatur Setiap Titik Pada Berbagai Tekanan gesek.....	49
4.6	Hasil Perbandingan Distribusi Temperatur.....	51
4.7	Hasil Struktur Mikro dan Makro.....	52
4.7.1	Uji Makro.....	52
4.7.2	Uji Mikro V30.....	53
4.7.3	Uji mikro V40.....	54
4.7.4	Uji mikro V50.....	56
4.7.5	Uji mikro V60.....	57
4.8	Hasil Pengujian Nilai kekerasan.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	63
UCAPAN TERIMA KASIH.....		64
DAFTAR PUSTAKA.....		65
LAMPIRAN.....		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pengelasan <i>Continuous Drive Friction Welding</i> (Sahin, 2009)	10
Gambar 2.2 Gambar <i>Pump shaft</i>	11
Gambar 2.3 Poros.....	11
Gambar 2.4 Diagram fasa baja (Sumber: arcraftplasma. /2016/05/iron-carbon-phase-diagram.html)	14
Gambar 2.5 Prinsip kerja terkomopel	15
Gambar 2.6 Grafik Tegangan Regangan (Sastranegara, 2009).....	16
Gambar 2.7 Proses uji tarik benda kerja.	16
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 (Dieter, 1987) ..	18
Gambar 3.1 Diagram alir <i>continuous drive friction welding</i>	21
Gambar 3.2 Mesin las gesek (<i>Friction Welding</i>).....	24
Gambar 3.3 Mesin bubut.....	24
Gambar 3.4 Alat uji tarik (<i>Universal Testing Machine</i>)	25
Gambar 3.5 (a) Alat uji makro, dan (b) Alat uji mikro	26
Gambar 3.6 Alat uji kekerasan <i>vickers</i>	26
Gambar 3.7 <i>Load cell</i>	27
Gambar 3.8 <i>SAW machine</i>	27
Gambar 3.9 Desain benda kerja standar JIS Z 2201.	30
Gambar 3.10 Skema mesin las gesek.....	31
Gambar 3.11 Posisi pemasangan termokopel	33
Gambar 3.12 Skema benda kerja pengelasan.....	34
Gambar 3.13 Benda kerja uji tarik (<i>Japanese Industrial Standards, 1998</i>).....	35
Gambar 4.1 Hasil pengelasan <i>stainless steel 304</i> dan Baja St 41.....	38
Gambar 4.2 Grafik pemendekan benda kerja setelah pengelasan.....	39
Gambar 4.3 Benda kerja uji tarik	40
Gambar 4.4 Standar benda kerja uji tarik JIS Z 2201 (<i>Japanese industrial Standards,1998</i>).....	40

Gambar 4.5 Grafik tegangan max, tegangan luluh.	41
Gambar 4.6 Grafik regangan maksimum.	42
Gambar 4.7 Benda kerja hasil uji tarik 30 MPa: (a) Tampak patahan permukaan, (b) Tampak samping patahan.	42
Gambar 4.8 Benda kerja hasil uji tarik 40 MPa: (a) Tampak patahan permukaan, (b) Tampak samping patahan.	43
Gambar 4.9 Benda Kerja hasil uji tarik 50 MPa: (a) Tampak patahan permukaan, (b) Tampak samping patahan.	43
Gambar 4.10 Benda kerja hasil uji tarik 60 MPa: (a) Tampak patahan permukaan, (b) Tampak samping patahan.	44
Gambar 4.11 Grafik distribusi temperatur tekanan gesek 30 MPa.	45
Gambar 4.12 Grafik distribusi temperatur tekanan gesek 40 MPa.	46
Gambar 4.13 Grafik distribusi temperatur tekanan gesek 50 MPa.	47
Gambar 4.14 Grafik distribusi temperatur tekanan gesek 60 MPa.	48
Gambar 4.15 Grafik temperatur T1 pada berbagai tekanan gesek.	49
Gambar 4.16 Grafik temperatur T2 pada berbagai tekanan gesek.	49
Gambar 4.17 Grafik temperatur T3 pada berbagai tekanan gesek.	50
Gambar 4.18 Grafik temperatur T4 pada berbagai tekanan gesek.	51
Gambar 4.19 Grafik perbandingan hasil distribusi temperatur maksimal.	51
Gambar 4.20 Hasil uji struktur makro FP 30, 40, 50, dan 60 MPa.	52
Gambar 4.21 Hasil uji struktur mikro FP 30 MPa.	53
Gambar 4.22 Hasil uji struktur mikro FP 40 MPa.	55
Gambar 4.23 Hasil uji struktur mikro FP 50 MPa.	56
Gambar 4.24 Hasil uji struktur mikro FP 60 MPa.	58
Gambar 4. 25 Posisi titik pengujian nilai kekerasan.	59
Gambar 4.26 Grafik hasil uji kekerasan.	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Paduan <i>Stainless steel</i> 304 (Voort & Lucas, 2018).....	13
Tabel 2.2 Sifat Mekanis <i>Stainless Steel</i> 304 (Voort & Lucas, 2018).....	13
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Baja St 41 (Gunawan, 2017).....	14
Tabel 2.4 Sifat Mekanis Baja St 41	14
Tabel 3.1 Komposisi kimia baja St 41 (Gunawan, 2017).....	22
Tabel 3.2 Sifat mekanis baja St 41	22
Tabel 3.3 Paduan <i>stainless steel</i> 304 (Voort & Lucas, 2018)	23
Tabel 3.4 Sifat Mekanis <i>stainless steel</i> 304 (Voort & Lucas, 2018).....	23
Tabel 3.5 Variabel penelitian.	29
Tabel 4.1 Pemendekan material setelah pengelasan.....	39
Tabel 4.2 Distribusi temperatur tekanan gesek 30 MPa.	45
Tabel 4.3 Distribusi temperatur tekanan gesek 40 MPa	46
Tabel 4.4 Distribusi temperatur tekanan gesek 50 MPa.	47
Tabel 4.5 Distribusi temperatur tekanan gesek 60 MPa.	48
Tabel 4.6 Nilai kekerasan variasi tekanan gesek 30 MPa.....	59
Tabel 4.7 Nilai kekerasan variasi tekanan gesek 40 MPa.....	59
Tabel 4.8 Nilai kekerasan variasi tekanan gesek 50 MPa.....	60
Tabel 4.9 Nilai kekerasan variasi tekanan gesek 60 MPa.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik.....	67
Lampiran 2. Pemendekan Benda kerja.....	67
Lampiran 3. Hasil grafik Uji Tarik	68

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) Tegangan tarik.....	17
Persamaan (2.2) Regangan tarik	17
Persamaan (2.3) Kekerasan <i>Vickers</i>	18

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

σ	: Tegangan maksimum (<i>MPa</i>)
F	: Gaya (<i>N</i>)
A	: Luas penampang (<i>mm²</i>)
ε	: Regangan maksimum
ΔL	: Pertambahan panjang (<i>mm</i>)
L_0	: Panjang awal (<i>mm</i>)
P	: Beban yang digunakan (<i>Kgf</i>)
d	: Panjang diagonal rata-rata (<i>mm</i>)
θ	: Sudut antara permukaan intan (136°)
FP	: <i>Friction Pressure (MPa)</i>
UP	: <i>Upset Pressure (MPa)</i>
FT	: <i>Friction Time (S)</i>
UT	: <i>Upset Time (S)</i>