

**ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK PADA SAMBUNGAN LAS
GESEK DUA JENIS MATERIAL BAJA TAHAN KARAT SS 304 DENGAN
BAJA KARBON ST 40**

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagai syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Mesin



Diajukan oleh:

NAMA : Sohabat Imanu

NIM : 133010385

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG

2018

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK PADA SAMBUNGAN LAS GESEK DUA JENIS MATERIAL BAJA TAHAN KARAT SS 304 DENGAN BAJA KARBON ST 40

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing Tugas Akhir untuk Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Pada :
Hari : *Selasa, 4*
Tanggal : *4 Desember 2019*

Pembimbing I



Dr. H. Helmy Purwanto, ST.,M.T
NPP : 05.01.1.0060

Pembimbing II



M. Dzulfikar, S.T, M.T
NPP. 05.15.1.0324

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN/REVISI

Nama Mahasiswa : Sohabat Imanu
NIM : 133010385
Judul TA : Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Pada Sambungan Las Gesek Dua Jenis Material Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Baja Karbon ST 40

Telah Dipertahankan dan Direvisi Di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

Penguji 1
Nama : Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T.
Tanggal Pengesahan : 3-12-2018
Tanda Tangan : 
Penguji 2
Nama : Dr. S. M. Bondan Respati, ST., M.T
Tanggal Pengesahan : 30/11-2018
Tanda Tangan : 
Penguji 3
Nama : Ir. Tabah Priangkoso, M.T
Tanggal Pengesahan : 30/11/2018
Tanda Tangan : 
Penguji 4
Nama : Darmanto, S.T, M. Eng
Tanggal Pengesahan : 
Tanda Tangan : 

Semarang, November 2018

Mengetahui
Ketua Program Studi


(Dr. S. M. Bondan Respati, ST., M.T)



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"hidup mu bukanlah untukmu, tapi hidupmu untuk orang lain"

PERSEMBAHAN

Semoga terselesainya Tugas Akhir ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku, maka dengan selesainya karya kecilku ini saya persembahkan untuk:

- 1. Bapak samirun, Ibu robiah, adikku yang telah memberikan kasih sayang serta doa nya*
- 2. Keluarga besar UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG*
- 3. Dosen program studi teknik mesin*
- 4. Teman-teman mahasiswa program studi teknik mesin UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG*
- 5. Teman-teman yang sering menanyakan "KAPAN WISUDA.?"*

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sohabat Imanu

NIM : 133010385

Program studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa tugas akhir tidak merupakan jiplakan dan bukan dari karya orang lain.

Semarang, 5 Desember 2018

Yang menyatakan



(Sohabat iman)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Sambungan Las Gesek Dua Jenis Material Baja Tahan Karat Ss 304 Dengan Baja Karbon St 40”**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu baik sebelum penyusunan, selama penyusunan maupun setelah penyusunan. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Helmy Purwanto, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang dan sebagai Dosen pembimbing I.
2. Bapak Dr. S.M. Bondan Respati, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
3. Bapak Darmanto, ST., M.Eng., selaku Dosen Wali dan koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak M. Dzulfikar, S.T, M.T Selaku dosen pembimbing II.
5. Bapak Kusdi, ST. dan Bapak Nur Kholis, ST. Selaku Laboran Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang
6. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang membantu dalam penyusunan laporan.
7. Terima kasih pada teman terbaik.ku Habbibul mujtabah,ST, Acep Djamal,ST, Ubaidilah muhajir dan teman-teman kost wisma atmaja yang terus memberikan semangat padaku agar terselesai nya Tugas Akhir ini .
8. Almamaterku.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Semarang, November 2018

Penulis



Sohabat Imanu

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
MOTTO PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR NOTASI.....	
ABSTRAK.....	
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan masalah	3
I.4 Tujuan penelitian.....	4
I.5 Manfaat penelitian	4
I.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
II.1 Tinjauan pustaka	6
II.2 Landasan teori	7
II.3. Daerah Lasan.....	10
II.4. Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>).....	10
II.4.1. <i>Linier Friction Welding</i>	11
II.4.2. <i>Stir friction welding</i>	12
II.4.3. <i>Continuous drive friction welding (CDFW)</i>	13
II.4.4. Keuntungan Pengelasan Gesek	15
II.4.5. Aplikasi Las Gesek	16
II.5. Klasifikasi Baja Karbon	16
II.6. Klasifikasi Logam <i>Stainless Steel 304</i>	18
II.7. Uji Tarik.....	21

II.8 Pengujian <i>Metallografi</i>	24
II.9. Pengujian Kekerasan	25
II.9.1. Brinnel (HB / BHN).....	26
II.9.2. Uji kekerasan Vickers.....	26
II.9.3. Uji kekerasan rockwell.....	27

BAB III METODELOGI PENELITIAN

III.1 Identifikasi masalah	28
III.2. Perencanaan Percobaan	28
III.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian	28
III.2.2. Pengadaan Alat dan Bahan	30
III.3 Bahan Penelitian	35
III.4. Persiapan Penelitian.....	36
III.4.1. Alat ukur	36
III.4.2. Kalibrasi Mesin <i>friction welding</i>	36
III.5. Pelaksanaan Penelitian.....	36
III.5.1. Studi Literatur	36
III.5.2. Skema Mesin <i>friction welding</i>	37
III.5.3. Pembuatan Bentuk Spesimen Las Gesek.....	38
III.5.4. Proses pengelasan	38
III.6. Pelaksanaan Pengujian.....	40
III.7. Diagram Alir Penelitian.....	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Foto Hasil Pengelasan (<i>friction welding</i>)	44
IV.2. Hasil Foto Makro.....	47
IV.3 Foto Mikro.....	50
IV.3.1. Struktur Mikro logam induk.....	50
IV.3.2. Struktur Mikro Daerah HAZ	52
IV.3.3 Foto Struktur Mikro Sambungan.....	55
IV.4. Pengujian tarik.....	57
IV.5. Pengujian Kekerasan	62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan 64
V.2. Saran 65

Daftar Pustaka

Lampiran



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Daerah Pengelasan Fusi.....	10
Gambar II.2. Proses LFW	11
Gambar II.3. Proses <i>Stir friction welding</i>	12
Gambar II.4. Daerah pengelasan gesek	13
Gambar II.5. Parameter las gesek	15
Gambar II.6. Hasil sambungan-sambungan las gesek (a) poros motor, (b) aluminium-SS (<i>Copier Fuser Roller</i>), (c) konektor Cu-Al, (d) poros baling-baling (<i>Al-Steel</i>), (e) peralih penghubung pada reaktor nuklir (<i>Al Alloy-Steel</i>)	16
Gambar II.7. Diagram tegangan regangan hasil uji tarik.....	21
Gambar II.8. Kurva Tegangan-Regangan sederhana	24
Gambar II.9 skematik struktur micro dengan menggunakan mikroskop optik	25
Gambar III.1. Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8.....	29
Gambar III.2. Skema Proses Pengelasan.....	30
Gambar III.3. Mesin Bubut	31
Gambar III.4. Mesin Uji Tarik.	32
Gambar III.5. Alat uji kekerasan	32
Gambar III.6. Mesin Uji Foto Mikro.	33
Gambar III.7. Mesin Poles	33
Gambar III.8. Foto Makro.....	34
Gambar III. 9 Jangka sorong.....	34
Gambar III.10 Mesin <i>Frais</i>	35
Gambar III.11. Skema Mesin <i>Friction Welding</i>	37
Gambar III.12. Hasil pemotongan bahan (A) baja carbon ST 40 dan (B) <i>stainless steel</i> 304	38
Gambar III.13. Meratakan Ujung Bahan Baja Karbon Dan <i>Stainless Steel</i>	39
Gambar III.14. Pemasangan Bahan Diposisikan <i>Center</i>	39
Gambar III.15. Diagram Alur Penelitian.....	43
Gambar IV.1 Hasil pengelasan gesek dengan tekanan 0,03 MPa.....	44

Gambar IV.2 Hasil pengelasan gesek dengan tekanan 0,04 MPa.....	45
Gambar IV.3 Hasil pengelasan gesek dengan tekanan 0,05 MPa.....	46
Gambar IV.4 Hasil pengelasan gesek dengan kecepatan putar 2000 rpm dan variasi tekanan a). 0,03 MPa, b). 0,04 MPa, dan c). 0,05 MPa.....	47
Gambar IV.5 Foto makro hasil pengelasan gesek (<i>friction welding</i>) a). tekanan 0,03 MPa, b). tekanan 0,04 MPa dan c). tekanan 0,05 Mpa.....	48
Gambar IV.6. Grafik perbedaan tinggi luberan dari proses pengelasan <i>friction welding</i> atau las gesek, pada dua jenis material yang berbeda dengan variasi tekanan dan rpm konstan 2000 rpm.	50
Gambar IV.7. Foto mikro logam induk baja karbon ST 40, a). perbesaran 100 X b). Perbesaran 200x	51
Gambar IV.8. Foto mikro logam induk baja <i>Stainless Steel</i> . a). perbesaran 100x b). perbesaran 200x.....	52
Gambar IV.9. a). Daerah haz tekanan 0,03 MPa; b). Daerah haz Tekanan 0,04 MPa; c). Daerah haz tekanan 0,05 MPa	53
Gambar IV.10 Perbedaan sambungan hasil las gesek dengan sisi kiri SS 304 dan sisi kanan ST 40: a). Sambungan las dengan tekanan 0,03 MPa, b). Sambungan las dengan tekanan 0,04 MPa, dan c). Sambungan las dengan tekanan 0,05 MPa.....	56
Gambar IV.11 Grafik perbandingan tegangan luluh dan tegangan puncak pada variasi tekanan las gesek	58
Gambar IV.12. Grafik regangan terhadap variasi tekanan gesek.....	59
Gambar IV.13. Hasil foto makro patahan pengujian tarik pada maerial logam induk las gesek. a). <i>Stainless steel</i> 304 dan b). Baja karbon ST 40.	60
Gambar IV.14. Hasil foto makro patahan pengujian tarik sambungan pengelasan gesek (<i>friction welding</i>) dengan variasi tekanan a). Tekanan 0,03 MPa, b). tekanan 0,04 MPa dan c). 0,05 Mpa.....	61
Gambar IV.12 Grafik nilai kekerasan	63

DAFTAR TABEL

Tabel III.1. Tabel Rancangan Penelitian Awal pada Bahan Baja Karbon ST 40 dan <i>Stainless Steel</i> 304.	30
Tabel III.2. Komposisi kimia <i>stainless stell</i> 304 dan Baja Karbon ST 40	35
Tabel IV.3. Nilai tinggi luberan hasil las gesek variasi tekanan	49
Tabel IV.2. Nilai hasil pengujian tarik sambungan las gesek dengan variasi tekanan, material logam induk baja karbon ST40 dan <i>Stainless Steel</i> 304.	58
Tabel IV.3 Nilai hasil pengujian kekerasan sambungan las gesek dengan variasi tekanan, material logam induk baja karbon ST40 dan <i>Stainless Steel</i>	62



DAFTAR NOTASI

No	Lambang	Keterangan	Satuan
1.	F	Gaya	N
2.	A	Luas penampang	mm ²
3.	ϵ	Regangan	-
4.	ΔL	Pertambahan panjang	mm
5.	L	Panjang	mm
6.	D	Diameter indenter	mm
7.	d	Diameter jejak	mm
8.	θ	Sudut	o
9.	σ	Tegangan	N/mm ² atau MPa
10.	N	Putaran	rpm
11.	v	Kecepatan	m/s

ABSTRAK

Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Pengelasan gesek (friction welding) adalah penyambungan oleh panas gesek akibat perputaran logam satu terhadap logam lainnya dibawah pengaruh tekan aksial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh tekanan gesek terhadap bentuk sambungan, struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan las gesek Continuous Drive Friction Welding (CFDW). Bahan yang digunakan adalah logam silinder pejal baja karbon ST 40 dan Baja tahan karat Ss 304 dengan diameter 10 mm. Proses pengelasan gesek dilakukan dengan variasi tekanan 0,03 MPa, 0,04 MPa, dan 0,05 MPa, dan menggunakan kecepatan putar 2000 rpm dalam keadaan konstan. Hasil pengelasan gesek pada tekanan 0,05 MPa membentuk sambungan las yang sempurna, lurus dan rapi serta struktur partikelnya memadat dan mengecil menghasilkan nilai tegangan tarik yang tertinggi yaitu sebesar 510,269 MPa dan nilai kekerasan 83,67 HRB. Pada pengelasan gesek dengan tekanan 0,03 MPa memiliki nilai tarik sebesar 476,202 MPa dengan struktur partikel yang memadat dan memanjang menghasilkan sambungan las yang lurus akan tetapi bergelombang dengan nilai kekerasan 82,00 HRB. Pada tekanan 0,04 MPa memiliki nilai tarik yang rendah sebesar 459,325 MPa struktur partikelnya padat mengikuti arah putaran menghasilkan sambungan yang pecah membentuk dua garis lasan dengan nilai kekerasan 81,67 HRB.

Kata Kunci: las gesek, tekanan, kekerasan, kekuatan uji tarik, struktur mikro