

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS METODE *FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL *STAINLESS STEEL 403*



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu pada Jurusan
Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Ragatantra

D200160115

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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: **OPTIMALISASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS METODE *FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL *STAINLESS STEEL 403***

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 30 Desember 2020

Penulis



Ragatantra

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini berjudul "**OPTIMALISASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS METODE FRICTION WELDING BAHAN SILINDER PEJAL STAINLESS STEEL 403**" telah disetujui dan diajukan sebagai syarat menyelesaikan program sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ragatantra
NIM : D200160115

Diterima dan disetujui pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 30 Desember 2020

Dosen Pembimbing


Ir. Bibit Segito, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini berjudul "OPTIMALISASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS METODE *FRICITION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL *STAINLESS STEEL 403*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan Sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersembahkan oleh :

Nama : Ragatantra

NIM : D200160115

Diterima dan disetujui pada :

Hari/Tanggal : Rabu / 3 Maret 2021

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Anggota 1 : Nurmuntaha Agung N., S.T., M.T.


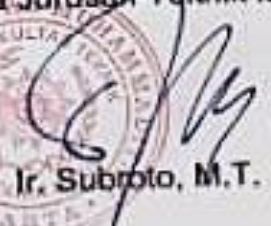
Anggota 2 : Ir. Agus Hariyanto, M.T.


.....)

.....)

.....)

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 029/II/2020 Tanggal 21 Februari 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Pangkat/Jabatan : Pembina/Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ragatantra

Nomor Induk : D200160115

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 9

Judul/Topik : Optimalisasi Waktu Gesek Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Sambungan Las Metode *Friction Welding* Bahan Silinder Pejal *Stainless Steel* 403

Rincian Soal/Tugas : Pengujian Struktur Mikro pada Sambungan Las Metode *Friction Welding* Bahan Silinder Pejal *Stainless Steel* 403

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 21 Februari 2020

Pembimbing

Ir. Bibit Sugito, M.T.

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajar (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO

“Dan aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka beribadah kepada-Ku.”

(Q.S Adz Dzariyat: 52)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum, sebelum kaum itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka”

(Q.S Ar-Ra'd [13]: 11)

“Man Jadda Wajadda, Barang siapa yang bersungguh – sungguh maka dia akan mendapatkannya”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Persembahkan tugas akhir ini dan rasa terima kasih saya ucapkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rizki, dan semua yang saya butuhkan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Orang tua yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil sehingga saya dapat menyusun tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah yang tiada terkira. Atas izin-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dialah yang Maha Berilmu dan Maha Pemberi Ilmu bagi siapa saja yang dikehendaki-Nya.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, tidak mungkin dicapai tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan nasihat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Bapak Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing tugas akhir, yang menjadi guru bagi saya. Yang mana telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko S.T., M.T. atas dukungan, semangat yang telah disampaikan kepada saya. serta telah menjadi Pembimbing Akademik yang mencontohkan tentang pengembangan karakter.
5. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
6. Teman – teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang tidak bias disebutkan satu persatu. Semoga Selalu diberikan keberkahan dan kelancaran.

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon

maaf yang sebesar – besarnya. Penulis berharap ada kritikan dan saran yang bersifat membangun. Terimakasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

**OPTIMALISASI WAKTU GESEK TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN
STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS METODE *FRICTION WELDING*
BAHAN SILINDER PEJAL *STAINLESS STEEL 403***

Ragatantra, Ir. Bibit Sugito, M.T.

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail : regatantra@gmail.com

Abstrak

Pada masa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan pada konstruksi mesin. Ini disebabkan karena mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi lebih sederhana. Pengelasan biasanya dipergunakan untuk reparasi, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, menyambung dua material atau poros, dan lain-lain. Pengelasan harus mempertimbangkan kesesuaian antara jenis material yang akan disambung dan metode yang digunakan dalam proses pengelasan, sehingga hasil dari lasan mempunyai kekuatan sambungan yang baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik, nilai kekerasan mulai dari logam induk hingga sambungan, dan struktur mikro dengan metode las gesek. Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah *Stainless Steel 403*. Proses pengelasan dilakukan dengan memvariasi waktu gesek sebesar 4 detik, 6 detik, dan 8 detik. Gesekan dilakukan dengan mesin *friction welding* putaran 1450 rpm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik, pengujian struktur mikro, dan pengujian kekerasan vickers. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dari hasil las gesek mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu gesek yang digunakan, tegangan maksimum tertinggi pada pengelasan 8 detik memiliki nilai tegangan 215.85 N/mm². Hasil penampang patah pada semua sambungan stainless steel didominasi perpatahannya bersifat ulet. Pengujian kekerasan menjelaskan bahwa dari ketiga variasi waktu gesek nilai kekerasan tertinggi terletak disekitar sambungan (*weld line*) pada waktu gesek 8 detik sebesar 280.24 VHN dibandingkan daerah haz dan logam induk. Terakhir, struktur mikro dengan perbesaran 500x memperlihatkan baik pada daerah lasan, daerah terkena panas, dan logam induk didominasi oleh struktur ferrite dan pearlite.

Kata kunci : *Stainless steel 403, Friction welding, Waktu gesek, Kekuatan tarik, Struktur mikro, Kekerasan Vickers*

**OPTIMIZATION OF FRICTION TIME TO MECHANICAL PROPERTIES
AND MICRO STRUCTURE OF WELDING FRICTION WELDING
METHOD FRICTION WELDING METHOD STAINLESS STEEL 403
PEEL CYLINDER**

Ragatantra, Ir. Bibit Sugito, M.T.

Mechanical Engineering Muhammadiyah University of Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

E-mail : regatantra@gmail.com

Abstract

At this time welding techniques have been widely used in machine construction. This is because machines are made with simpler connection techniques. Welding is usually used for repair, making a hard coating on tools, thickening worn parts, joining two materials or shafts, and so on. Welding must consider the suitability between the type of material to be joined and the method used in the welding process, so that the result of the weld has a good joint strength. The purpose of this study was to determine how much tensile strength, hardness value starting from the main metal to the joints, and microstructure using the friction welding method. In this study, the material used is Stainless Steel 403. The welding process is carried out by varying the friction time of 4 seconds, 6 seconds, and 8 seconds. Friction is carried out by means of a 1450 rpm friction welding machine. The tests carried out are tensile strength testing, microstructure testing, and vickers hardness testing. The results of the test show that the tensile strength of the friction welding results increases with increasing friction time, the highest maximum stress at 8 seconds of welding has a stress value of 215.85 N / mm². The fracture section results on all stainless steel joints are dominated by ductile fractures. The hardness test explains that of the three variations of the friction time, the highest hardness value is located around the joint (weld line) at a friction time of 8 seconds of 280.24 VHN compared to the haz areas and the parent metal. Finally, the microstructure with a magnification of 500x showed that both the weld area, the heat affected area, and the base metal were dominated by ferrite and pearlite structures.

Keywords: 403 stainless steel, friction welding, friction time, tensile strength, microstructure, vickers hardness

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Proses Dasar Pengelasan.....	7
2.2.2 Pengelasan Gesek	8
2.2.3 Daerah Sambungan Las	11
2.2.4 Kelebihan dan kekurangan Las Gesek.....	12
2.2.5 Aplikasi Las Gesek.....	13

2.3	Kajian Materi Uji.....	13
2.3.1	Stainless Stell.....	13
2.3.2	Stainless Stell 403.....	15
2.3.3	Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C.....	16
2.4	Pengujian Bahan	17
2.4.1	Pengujian Tarik	17
2.4.2	Pengujian Kekerasan	23
2.4.3	Pengamatan Struktur Mikro.....	25
BAB III METODELOGI PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian.....	28
3.2	Alat dan Bahan	29
3.2.1	Bahan Penelitian	29
3.2.2	Alat Penelitian	29
3.2.3	Perlengkapan	29
3.3	Prosedur Penelitian	32
3.3.1	Persiapan Spesimen	32
3.3.2	Proses pengelasan.....	33
3.3.3	Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	35
3.4	Proses Uji Tarik	38
3.5	Proses Uji Kekerasan	38
3.6	Proses Uji Foto Struktur Mikro	39
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Hasil Pengujian	40
4.1.1	Analisa Data Hasil Pengujian Tarik	40
4.1.2	Data Pengujian Kekerasan dan Analisa	41
4.2	Analisa / Pembahasan	43
4.2.1	Pengujian Tarik	43
4.2.2	Pengujian Kekerasan	46
4.2.3	Pengujian Foto Struktur Mikro.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
	KESIMPULAN DAN SARAN	53

5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA.....	55
	LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahap friction welding	9
Gambar 2.2 Skema <i>Direct-drive Welding</i>	10
Gambar 2.3 Skema Inertia-drive welding	11
Gambar 2.4 Daerah Pengelasan Friction Welding	11
Gambar 2.5 Hasil Sambungan Las Gesek.....	13
Gambar 2.6 Diagram fasa Fe-Fe ₃ C.....	16
Gambar 2.7 Alat Uji Tarik.....	17
Gambar 2.8 Profil Singkat Uji Tarik.....	18
Gambar 2.9 Pertambahan Panjang Benda kerja	20
Gambar 2.10 Skema uji tarik.....	21
Gambar 2.11 Bentuk perpatahan pada uji tarik.....	22
Gambar 2.12 <i>Vickers Hardness Tester</i>	23
Gambar 2.13 Indentasi Vickers	24
Gambar 2.14 Mikroskop Struktur Mikro	25
Gambar 3.1 Diagram Alir	28
Gambar 3.2 Metallographic cutting machine.....	30
Gambar 3.3 Grinding and polishing machine	30
Gambar 3.4 Jangka sorong.	31
Gambar 3.5 Ampelas	31
Gambar 3.6 Gergaji	31
Gambar 3.7 Kikir	32
Gambar 3.8 Perlengkapan keselamatan kerja	32
Gambar 3.9 Raw material <i>Stainless Steel</i>	33
Gambar 3.10 Material yang akan diproses <i>Friction Welding</i>	33
Gambar 3.11 Mesin Las Gesek	33
Gambar 3.12 Pengelasan gesek.....	34
Gambar 3.13 Material Setelah Dilakukan Pengelasan.....	35
Gambar 3.14 Standar Uji Tarik	36
Gambar 3.15 Spesimen Material Sebelum Dilakukan Pengujian.....	37

Gambar 3.16 Skema uji Tarik	38
Gambar 3.17 Titik Uji Kekerasan	38
Gambar 4.1 Titik Uji Kekerasan	41
Gambar 4.2 Diagram tegangan-regangan	44
Gambar 4.3 Histogram kekuatan tarik maksimum	45
Gambar 4.4 Nilai kekerasan pada sambungan	46
Gambar 4.5 Struktur Mikro pengelasan 4 detik.....	48
Gambar 4.6 Struktur Mikro pengelasan 6 detik.....	49
Gambar 4.7 Struktur Mikro pengelasan 8 detik.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat mekanis Stainless Steel 403	15
Tabel 2.2 Komposisi kimia baja SS 403.....	15
Tabel 3.1 Hasil proses las gesek dengan variasi waktu gesek	35
Tabel 4.1 Hasil Uji tarik dengan waktu gesek 4 detik.....	40
Tabel 4.2 Hasil Uji tarik dengan waktu gesek 6 detik.....	40
Tabel 4.3 Hasil Uji tarik dengan waktu gesek 8 detik.....	41
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers waktu gesek 4 detik	42
Tabel 4.5 Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers waktu gesek 6 detik	42
Tabel 4.6 Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers waktu gesek 8 detik	42
Tabel 4.7 Hasil rata-rata pengujian tarik	43
Tabel 4.8 Hasil pengujian kekerasan	46

DAFTAR RUMUS

Rumus 1 Tegangan (σ).....	19
Rumus 2 Regangan (ε).....	20
Rumus 3 Modulus Elastisitas (E).....	21
Rumus 4 Kekuatan Tarik (σ_B).....	22
Rumus 5 Kekerasan (VHN).....	23
Rumus 6 Kekerasan Micro Vickers (d).....	24
Rumus 7 Kekerasan (VHN).....	24