

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO  
DAN KEKERASAN PADA SAMBUNGAN LOGAM PIPA KUNINGAN 5/8”  
DENGAN METODE PENGELASAN GESEK  
(ROTARY FRICTION WELDING)**

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



Disusun Oleh :

**KOLBI**

**20110130106**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2015**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO  
DAN KEKERASAN PADA SAMBUNGAN LOGAM PIPA KUNINGAN 5/8"  
DENGAN METODE PENGELASAN GESEK  
(ROTARY FRICTION WELDING)**

Disusun Oleh:  
**KOLBI**  
**20110130106**

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 28 Desember 2015

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I



**Totok Suwanda, S.T., M.T.**  
**NIK. 19690304199603 123 024**

Dosen Pembimbing II



**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.**  
**NIK. 19700301199509 123 022**

Penguji



**Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 19790523 200501 1 001**

Tugas Akhir ini Telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, <sup>05</sup> / <sup>16</sup> / 2015

Mengesahkan  
Ketua Program Studi Teknik Mesin



**Novi Caroko S.T., M.Eng**  
**NIP. 19791113 200501 1 001**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Kolbi**

NIM : **20110130106**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **Analisa pengaruh waktu gesek terhadap struktur mikro dan kekerasan pada sambungan logam pipa kuningan 5/8” dengan metode pengelasan gesek (*rotay friction welding*)** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 2015

Yang menyatakan

Kolbi

20110130106

## **PERSEMBAHAN**

Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna) kepada siapa yang dikehendaki Nya. Barang siapa yang mendapat hikmah itu sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak. Dan tiadalah yang menerima peringatan melainkan orang-orang yang bertawakal. (Q.S. Al-Baqarah: 269)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Umak Masnun dan Bak Romi tercinta, terima kasih atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- ❖ Kakak dan adik tersayang, telah memberikan motivasi, nasehat serta dukungan.
- ❖ Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing satu tugas akhir.
- ❖ Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., Ph.D. Selaku dosen pembimbing dua tugas akhir.
- ❖ Bapak Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. Selaku dosen penguji tugas akhir.
- ❖ Teman-teman Teknik Mesin UMY semua angkatan, terutama Genk Ketok Celono TM 2011 yang selalu memberi dukungan satu sama lain.
- ❖ Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah yang telah memfasilitasi laboratorium selama penyelesaian tugas akhir ini.

## INTISARI

Pengelasan Gesek (*Friction Welding*) adalah salah satu metode penyambungan logam dengan memanfaatkan panas yang timbul akibat adanya gesekan antara kedua ujung logam. Hingga kedua ujung logam mencapai titik *thermoplastic* kemudian ditekan dengan tekanan aksial yang menyebabkan kedua logam menyatu. Setiap logam memiliki titik *thermoplastic* yang berbeda-beda, oleh karena itu perlu melakukan penelitian terhadap struktur mikro dan kekerasan pada logam pipa kuningan (*Seamless Brass Tube*) untuk mendapatkan hasil las yang maksimal.

Pada penelitian ini variasi waktu yang dilakukan adalah pengelasan, mulai dari waktu 65, 90, 100 130 dan 150 detik. Alat yang digunakan sebuah mesin bubut yang sudah dimodifikasi dengan alat las gesek dan menggunakan kecepatan putar spindle 2000 rpm dengan bahan specimen berupa logam pipa kuningan (*Seamless Brass Tube*) yang berdiameter 5/8 inch. Setelah pembuatan specimen baru dilanjutkan proses pengujian struktur mikro dan kekerasan.

Semakin lama waktu gesek maka struktur mikro pada daerah interface semakin menyatu jika dibandingkan dengan struktur mikro pada waktu gesek yang lebih kecil. Sedangkan tingkat kekerasan dari hasil pengujian dari titik 0 sampai titik 5 dapat disimpulkan bahwa tingkat kekerasan dari titik 0 atau daerah inti pengelasan terjadi penurunan nilai kekerasan. Tingkat kekerasan tertinggi pada pengelasan dengan waktu gesek 65 detik dengan pengujian kekerasan pada titik 0 yaitu 49 VHN dan nilai kekerasan terkecil terjadi pada waktu gesek 150 detik dengan pengujian kekerasan pada titik 3 yaitu 33 VHN

**Kata Kunci :** *Friction welding*, struktur mikro, kekerasan, pipa kuningan (*seamless brass pipe*)

## **ABSTRACT**

*Friction Welding is one of the metal joining methods by utilizing the heat arising from friction between the two ends of the metal. Until both ends of the metal reached a point thermoplastic is then pressed with a second axial pressure which causes the fused metal. Each metal has a point thermoplastic different, therefore it is necessary to do research on the microstructure and hardness in the metal brass pipes (Seamless Brass Tube) to get the maximum weld.*

*In this study, variations in the time taken is welding, starting from the time 65, 90, 100, 130 and 150 seconds. The tools used a lathe that has been modified by means of friction welding and using spindle rotational speed 2000 rpm with specimen material in the form of metal brass pipes ( Seamless Brass Tube ) with a diameter of 5/8 inch . Having followed the process of making a new specimen microstructure and hardness testing.*

*The longer the time, the microstructure of friction at the interface region increasingly fused in comparison with the micro structure at the time of friction small. While the level of violence of the test results from the point 0 to 5 points can be concluded that the level of violence from the point 0 or core areas welding impaired violence. The highest level of violence at the time of friction welding 65 seconds with the hardness testing at the point 0, is 49 VHN and smallest values occurred at times violent friction 150 seconds with the hardness testing at point 3 that 33 VHN*

**Keywords:** *Friction welding, microstructure, hardness, brass pipe (seamless pipe brass)*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "Analisa Pengaruh waktu gesekan terhadap struktur mikro dan kekerasan pada sambungan logam pipa kuningan 5/8" dengan metode pengelasan gesek (*rotary friction welding*)". Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada tugas akhir ini penulis melakukan penelitian terhadap struktur mikro dan kekerasan pada logam pipa kuningan (*seamless brass tube*) dengan melakukan variasi terhadap waktu pengelasan dan kecepatan putar yang konstan 2000 rpm.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
2. Bapak Ir. Aris Widy Nugroho M.T., Ph.D. Selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
3. Bapak Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
4. Bapak Novi Caroko S.T., M.Eng. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

5. Ayahanda dan Ibunda, serta seluruh keluarga atas dukungan moril dan materil selama ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin 2011, GKC, Solidarity “M” Forever.
7. Seluruh staf dosen dan laboran Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Seluruh pihak yang telah membantu kami, yang tak dapat kami sebutkan semua satu per satu.

Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Maka kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan kami sekecil apapun informasi yang ada di buku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 2015  
Penulis,

Kolbi



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1. Kajian Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Pengertian Pengelasan.....	5
2.2.2. Klasifikasi Cara Pengelasan.....	6
2.2.3. Pengelasan Gesek ( <i>Friction Welding</i> ).....	6

2.2.3.1. <i>Rotary Friction Welding</i> .....	7
2.2.3.2. <i>Friction Stir Welding</i> .....	8
2.2.3.3. <i>Linier Friction Welding</i> .....	9
2.2.4. Daerah Pengelasan.....	9
2.2.5. Kelebihan Pengelasan Gesek ( <i>Friction Welding</i> ).....	10
2.2.6. Aplikasi Pengelasan Gesek.....	11
2.2.7. Pengertian Logam Kuningan.....	11
2.2.7.1. Bahan Baku Kuningan.....	12
2.2.7.2. Jenis-Jenis Kuningan.....	13
2.2.7.3. Diagram biner Cu-Zn (Kuningan).....	15

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2. Perencanaan Penelitian.....	18
3.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2.2. Pengadaan Alat dan Bahan.....	20
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.3.1. Proses Persiapan alat dan Bahan.....	25
3.3.2. Proses Pengelasan.....	27
3.4. Pelaksanaan Pengujian.....	27
3.4.1. Pengujian Mikro <i>Vickers</i> .....	27
3.4.2. Pengujian Struktur Mikro.....	28

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pengelasan Gesek.....	30
4.1.1. Hasil Pengelasan Gesek dengan Waktu 65 detik.....	30
4.1.2. Hasil Pengelasan Gesek dengan Waktu 90 detik.....	31
4.1.3. Hasil Pengelasan Gesek dengan Waktu 100 detik.....	31
4.1.4. Hasil Pengelasan Gesek dengan Waktu 130 detik.....	32

4.1.5. Hasil Pengelasan Gesek dengan Waktu 150 detik.....	32
4.2. Penampang Bagian Sambung.....	33
4.3. Hasil Pengamatan Foto Struktur Mikro.....	34
4.3.1. Daerah Interface atau Daerah Las.....	34
4.3.2. Daerah HAZ ( <i>Heat Affected Zone</i> ).....	34
4.3.3. Daerah Logam Induk ( <i>Base</i> ).....	35
4.4. Titik-Titik Pengujian Kekerasan.....	35
4.5. Hasil pengamatan hubungan kekerasan dengan jarak titik pengujian.....	36
4.6. Hasil pengamatan hubungan kekerasan dengan waktu gesek.....	37

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran.....	40

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses <i>Rotary Friction Welding</i> .....	7
Gambar 2.2. Proses <i>Friction Stir Welding</i> .....	8
Gambar 2.3. Proses Linier <i>Friction Welding</i> .....	9
Gambar 2.4. Daerah pengelasan pada pengelasan gesek.....	10
Gambar 2.5. Aplikasi <i>friction welding</i> .....	11
Gambar 2.6. Logam pipa kuningan.....	11
Gambar 2.7. Diagram fasa Biner Cu-Zn.....	15
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3.2. Mesin las gesek.....	20
Gambar 3.3. Mesin bubut.....	20
Gambar 3.4. Alat yang digunakan sebagai las gesek pipa kuningan ukuran 5/8” .....	21
Gambar 3.5. Alat uji struktur mikro specimen.....	22
Gambar 3.6. Alat uji kekerasan mikro Vickers.....	22
Gambar 3.7. Alat <i>Polish</i> .....	23
Gambar 3.8. Stopwatch.....	23
Gambar 3.9. Tang penjepit.....	23
Gambar 3.10. Jangka sorong.....	23
Gambar 3.11. Gergaji besi.....	23
Gambar 3.12. Penjepit.....	23
Gambar 3.13. Sarung tangan dan Kaca mata.....	24
Gambar 3.14. Spesimen Benda kerja yang telah dipotong.....	25
Gambar 3.15. Meratakan ujung spesimen dengan mesin bubut.....	25
Gambar 3.16. Pemasangan bahan diposisikan center.....	26
Gambar 3.17. Menyetel putaran 2000 Rpm.....	26

Gambar 4.1. Hasil pengelasan gesek.....	30
Gambar 4.2. Hasil pengelasan dengan waktu 65 detik.....	31
Gambar 4.3. Hasil pengelasan dengan waktu 90 detik.....	31
Gambar 4.4. Hasil pengelasan dengan waktu 100 detik.....	32
Gambar 4.5. Hasil pengelasan dengan waktu 130 detik.....	32
Gambar 4.6. Hasil pengelasan dengan waktu 150 detik.....	32
Gambar 4.7. Tampak luar flas las gesek (atas) dan tampak dalam (bawah)...	33
Gambar 4.8. Hasil foto mikro daerah interface.....	34
Gambar 4.9. Hasil foto mikro daerah HAZ.....	34
Gambar 4.10. Hasil foto mikro daerah Base.....	35
Gambar 4.11. Titik-titik pengujian kekerasan.....	36
Gambar 4.12. Grafik hubungan antara kekerasan dengan titik pengujian.....	36
Gambar 4.13. Grafik hubungan antara waktu gesek dengan kekerasan.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perencanaan penelitian.....	19
--	----

## DAFTAR LAMPIRAN

Hasil Foto Mikro Waktu Pengelasan 65 detik.....	43
Hasil Foto Mikro Waktu Pengelasan 90 detik.....	44
Hasil Foto Mikro Waktu Pengelasan 100 detik.....	45
Hasil Foto Mikro Waktu Pengelasan 130 detik.....	46
Hasil Foto Mikro Waktu Pengelasan 150 detik.....	47
Hasil Pengujian Kekerasan.....	48