

**PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PIPA
BAJA (BERPUTAR) DENGAN PIPA *STAINLESS STEEL* MENGGUNAKAN
METODE *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

**RORI BANU PRABOWO
20140130218**

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

2018

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PIPA
BAJA (BERPUTAR) DENGAN PIPA *STAINLESS STEEL* MENGGUNAKAN
METODE *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING***

**Disusun Oleh:
RORI BANU PRABOWO
20140130218**

**Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada tanggal 11 Desember 2018**

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700307 199509 123022**

**Totok Suwanda, S.T., M.T.
NIK. 19690304 199603 213024**

Penguji

**Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T.
NIK. 1970124199603123025**

**Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persuaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**Tanggal 20 Desember 2018
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 11 Desember 2018



Rori Banu Prabowo
NIM 20140130218

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan anugerah, taufik serta hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul “PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN PIPA BAJA (BERPUTAR) DENGAN PIPA STAINLESS STEEL MENGGUNAKAN METODE CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING”. Metode penyambungan pipa saat ini masih banyak menggunakan pengelasan fushion (cair) yang memerlukan skill operator yang mumpuni dan waktu pengelasan yang lama. Selain itu dengan metode pengelasan fushion sulit digunakan pada sambungan berbeda jenis (disimillar) seperti pipa baja karbon dengan pipa stainless steel. Hal ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode pengelasan gesek (friction welding). Dengan metode pengelasan gesek penyambungan disimillar pipa stainless steel dengan pipa baja mampu dilakukan tanpa harus menguasai skill posisi 5G dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat.

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi tekanan gesek sebesar 25 MPa, 30 MPa dan 35 MPa dengan tekanan tempa sebesar 50 MPa. Waktu gesek yang dibutuhkan selama 1 detik dengan waktu tempa selama 5 detik. Putaran mesin pengelasan gesek yang digunakan sebesar 1000 rpm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan vickers dan pengujian tarik.

Yogyakarta, 11 Desember 2018

Rori Banu Prabowo
NIM. 20140130206

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAGTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Pengertian Pengelasan	10
2.2.2 Daerah Pengelasan	12
2.2.3 Pengelasan Gesek	14
2.2.4 Kelebihan dan kekurangan Pengelasan Gesek	17
2.2.5 Aplikasi Pengelasan gesek	18
2.2.6 Material	19
2.2.7 Pengujian	20
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Diagram Alir Penelitian	30

3.2 Identifikasi Masalah	31
3.3 Perencanaan Penelitian	31
3.3.1 Waktu dan Tempat penelitian	31
3.3.2 Variabel Penelitian	32
3.3.3 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.4 Persiapan penelitian	38
3.4.1 Pembutan Benda Uji	38
3.4.2 Melakukan Kalibrasi Mesin Las gesek	38
3.4.3 Pelaksanaan Proses Pengelasan Gesek	39
3.5 Pelaksanaan Penelitian	40
3.5.1 Pengujian Struktur Mikro	40
3.5.2 Pengujian Kekerasan Mikro Vickers	40
3.5.3 Pengujian Tarik	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil pengelasan secara Visual	43
4.2 Hasil Analisis Struktur Mikro	45
4.3 Hasil Analisis Kekerasan Material	51
4.4 Hasil Analisis kekuatan Tarik	56
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	66
UCAPAN TERIMAKASIH	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis Pengelasan	11
Gambar 2.2 Pengelasan Fusi	12
Gambar 2.3 Pengelasan Gesek	13
Gambar 2.4 Tahapan Pengelasan Rotary Friction Welding	15
Gambar 2.5 Friction Stir Welding	16
Gambar 2.6 Linear Friction Welding	17
Gambar 2.7 Aplikasi Pengelasan Gesek	19
Gambar 2.8 Struktur mikro Baja Paduan	24
Gambar 2.9 Indentor Uji kekerasan	26
Gambar 2.10 Profil Singkat Uji Tarik	27
Gambar 3.1 Mesin Las Gesek	33
Gambar 3.2 Mesin Bubut	33
Gambar 3.3 Alat Uji Struktur Mikro	34
Gambar 3.4 Alat Uji Kekerasan Mikro Vickers	34
Gambar 3.5 Alat Uji Tarik	35
Gambar 3.6 Load Cell	36
Gambar 3.7 Gergaji Mesin	36
Gambar 3.8 Jangka Sorong	37
Gambar 3.9 Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201	41
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan Gesek baja Dengan Stainless Steel	43
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tekanan Gesek dengan Pemendekan Benda Uji.....	45
Gambar 4.3 Bahan Uji Struktur Mikro dan Kekerasan	46
Gambar 4.4 Struktur Mikro Baja Tekanan 25 MPa	46
Gambar 4.5 Struktur Mikro Stainless Steel Tekanan 25 MPa	47
Gambar 4.6 Struktur Mikro Baja Tekanan 30 MPa	48
Gambar 4.7 Struktur Mikro Stainless Steel Tekanan 30 MPa	48

Gambar 4.8 Struktur Mikro Baja Tekanan 35 MPa	49
Gambar 4.9 Struktur Mikro Stainless Steel Tekanan 35 MPa	50
Gambar 4.10 Titik Pengujian Kekerasan	52
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan	54
Gambar 4.12 Benda Uji Pengujian Tarik Pipa JIS Z 2201 No. 14C ...	56
Gambar 4.13 Grafik Pengujian Tarik Tertinggi Pada Setiap Parameter	57
Gambar 4.14 Diagram Kekuatan Tarik Rata-Rata Dari Setiap Parameter	59
Gambar 4.15 Diagram Regangan Tarik Rata-Rata Dari Setiap Parameter	61
Gambar 4.16 Foto Patahan Hasil Pengujian Tarik	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Stainless Steel 304	21
Tabel 4.1 Pemendekan Benda Uji Setelah Dilakukan Pengelasan Gesek	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Sambungan Pipa Baja (berputar) dengan Pipa Stainless steel Dengan Variasi Tekanan Gesek 25 MPa	52
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Sambungan Pipa Baja (berputar) dengan Pipa Stainless steel Dengan Variasi Tekanan Gesek 30 MPa	53
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Sambungan Pipa Baja (berputar) dengan Pipa Stainless steel Dengan Variasi Tekanan Gesek 35 MPa	53
Tabel 4.5 Rata-rata Hasil Pengujain Tarik	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Kekerasan	71
Lampiran 2 Hasil Pengujian Kekerasan	72
Lampiran 3 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-1 Tekanan Gesek 25 MPa	73
Lampiran 4 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-2 Tekanan Gesek 25 MPa	74
Lampiran 5 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-3 Tekanan Gesek 25 MPa	75
Lampiran 6 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-4 Tekanan Gesek 30 MPa	76
Lampiran 7 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-5 Tekanan Gesek 30 MPa	77
Lampiran 8 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-6 Tekanan Gesek 30 MPa	78
Lampiran 9 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-7 Tekanan Gesek 35 MPa	79
Lampiran 10 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-8 Tekanan Gesek 35 MPa	80
Lampiran 11 Hasil Pengujian Tarik Benda Uji ke-9 Tekanan Gesek 35 MPa	81
Lampiran 12 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Baja 1	82
Lampiran 13 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Baja 2	83
Lampiran 14 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Stainless Steel 1	84
Lampiran 15 Hasil Pengujian Tarik Raw Pipa Stainless Steel 2	85

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas penampang pipa (mm ²).
ASTM	: American Standard Testing and Material.
D	: Diameter luar pipa (mm).
d	: Diagonal rata-rata (mm).
E	: Modulus Elastisitas (GPa).
HAZ	: Heat Affected Zone.
JIS	: Japan Industrial Standard.
L	: Panjang gauge (mm).
L _f	: Panjang akhir spesimen uji tarik (mm).
L ₀	: Panjang awal spesimen uji tarik (mm).
P	: Beban pengujian kekerasan vickers (Kgf).
SD	: Standar deviasi.
TMAZ	: Thermomechanically Affected Zone.
VHN	: Vickers Hardness Number.
WCZ	: Weld Centre Zone.
ε	: Regangan (%).
$\Delta\varepsilon$: Selisih Regangan (%).
σ	: Tegangan (MPa).
$\Delta\sigma$: Selisih Tegangan (MPa).
θ	: Sudut antara permukaan intan (136°).