

**DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PENGELASAN GESEK
CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING BAHAN SILINDER PEJAL
LOGAM BEDA JENIS (ALUMUNIUM 2024 T4 - STAINLESS STEEL AISI
420).**

**Disusun Oleh:
EGIN SUBARKAH 20110130125**

**Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 14 Maret 2017**

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Totok Suwanda, S.T., M.T.

NIK. 19690304199603 123

Ir. Aris Widyo Nugroho M.T., PhD.

NIK. 19700301199509 123 022

Penguji,

Cahyo Budiyanoro, ST.,M.Sc.

NIK. 19711023 201507 123083

**Tugas akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal:

**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 : **EGIN SUBARKAH**

NIM : **20110130125**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: adalah benar-benar hasil karya sendiri bagian dari disertasi Totok Suwanda, S.T., M.T., **DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PENGELASAN GESEK *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL LOGAM BEDA JENIS (ALUMUNIUM 2024 T4 - STAINLESS STEEL AISI 420)** 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, 14Maret 2017

Yang menyatakan,

Egin Subarkah
NIM: 20110130125

MOTTO

Bismillahirrahmanirrahim

“Salah jurusan bukan berarti salah masa depan”

“Lulus terakhir bukan berarti dapat rizki yang terakhir”

(Egin Subarkah)

“MAN JADDA WAJADA”

Barang siapa bersungguh-sungguh pasti akan mendapatkan hasil

(Q.S Ar-Ra'd 11)

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan”

(Q.SAl-Rahman 13)

“Niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu

dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat”

(Terjemahan Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“Kami tidak bisa mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bisa

mewariskan ilmu karena senantiasa ilmu yang kau miliki bisa mengantarmu

menuju sukses”

(Ayahanda & Ibunda)

“Kerjakan skripsi, ingat selalu keluarga di rumah”

(Tim Tugas Akhir Friction Welding)

PERSEMBAHAN

“Barangsiapa bertakwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapuskan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung”.

(QS. Ath-Thalaq: 2, 3, 4)

Dan sesungguhnya telah Kami berikan hikmah kepada Lukman, yaitu: "Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri; dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji”.

(QS. Luqman: 12)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan keberkahan, ketenangan dan kesehatan dalam mengerjakan skripsi ini.
- Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Wasimin dan Ibu Diwen terimakasih atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- Istri dan anak saya tercinta, Nur khasanah dan Luigi Annafii Subarkah terimakasih atas kasih sayang dan penyemangat yang kalian berikan
- Kaka dan Keponakan tersayang, Yayun Sri Wardani, dan Karl Kafi Kasnarasreta, Kian Kafa Kasnakasaki, telah memberikan motivasi, canda tawa, serta dukungan.
- Teman-teman kontrakan, Bagus Farkhan Almadani, Galang Ayusi putra, Tintus Dwi Cahyo, Immawan Insani, Tofik Haryanto, Bagja Restu Muhammad, Luhur Yudis Pratama, Akbar Maulana, dan Avian Jevri Malindo, yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk mengerjakan skripsi.

INTISARI

Pengelasan logam beda jenis dan silinder pejal diameter besar dengan teknik pengelasan fusi sulit dilakukan. Dalam beberapa tahun terakhir berkembang proses pengelasan *solid state welding*. Penyambungan logam silinder pejal yang dilakukan seperti penyambungan as roda pada mobil mengalami kendala tidak tersambung pada bagian tengah. Untuk mengatasi hal tersebut, pengelasan gesek lebih efektif dilakukan untuk menggabungkan silinder pejal diameter besar. Logam beda jenis yang memiliki sifat mekanik dan termal yang berbeda dapat disambungkan dengan metode pengelasan gesek

Pengelasan gesek merupakan metode penyambungan material yang memanfaatkan panas yang ditimbulkan antara gesekan kedua material yang sama maupun berbeda. Keistimewaan pengelasan gesek dapat menyambung material yang berbeda yang dilihat, distribusi temperatur, dan kandungan yang terdapat didalamnya. Pada penelitian ini dilakukan *Countinous Drive Friction Welding (CDFW)* terhadap material logam beda jenis antara Aluminium 2024 T4 dengan Stainless Steel AISI 420. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan parameter. Putaran yang digunakan untuk pengelasan gesek 1000 rpm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengujian tarik dengan standard *JIS Z 2201*.

Pada setiap parameter terlihat distribusi temperatur berangsur-angsur turun sesuai *inter face* logam yang bergesekan. Dapat dilihat pada parameter 60-7.5-85-60 adalah parameter terbaik untuk mencapai temperatur maksimal 304.0882°C karena distribusi temperturnya meningkat dibandingkan dengan parameter 60-5-60-60 dan 40-5-60-60. Semakin jauh sensor panas dengan bidang gesek, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur maksimal. Dari hasil pengujian tarik terlihat pada hasil tegangan tarik dan tegangan luluh menghasilkan nilai yang temperatif.

Kata Kunci: Pengelasan gesek, logam beda jenis, distribusi temperatur, kekuatan tarik

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan. Laporan ini dibuat sebagai tindak lanjut dan pertanggungjawaban dari hasil Penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
2. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
3. Bapak Aris Widiya Nugraha, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu tercinta beserta kaka, istri dan anak tercinta, dan orang-orang yang kami cintai atas doa dan dukungannya.
6. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.

Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih. Penyusun mengharapkan masukan, kritik, serta saran selama penyusunan berlangsung. Selanjutnya, penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam memahami teori maupun prakteknya.

Yogyakarta, 14 Maret 2017

Penyusun

Egin Subarkah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	6
2.3. Daerah Lasan	
a. Las Fusi	7
b. Las Gesek	8
2.4. Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)	9
2.4.1. Keuntungan Pengelasan Gesek	10
2.4.2 Aplikasi Pengelasan Gesek	11
2.5. Logam Aluminium Alloy 2024-T4.....	11

2.5.1	Klasifikasi Logam Aluminium Alloy 2024-T4	11
2.6	Stainless Steel AISI 420.....	12
2.6.1	Klasifikasi Logam Stainless Steel AISI 420	12
2.7	Distribusi Temperatur Selama Pengelasan Gesek	14
2.7.1	Metode Pengukuran Temperatur	15
2.7.2	Jenis-jenis Alat ukur Temperatur	15
2.7.3	Prinsip Kerja Termokopel	15
2.7.4	Fungsi Termokopel	16
2.7.5	Termokopel Sebagai Sensor panas.....	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Diagram Alir Penelitian	18
3.2.	Identifikasi Masalah.....	19
3.3.	Perencanaan Penelitian	19
3.3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.3.2.	Pengadaan Bahan dan Alat	21
A. Alat Utama		
1.	Alat Penelitian.....	21
2.	Mesin Bubut.....	22
3.	Alat Uji Tarik.....	23
4.	Load Cell.....	23
5.	Thermocouple Welder	24
6.	Data Loger	24
7.	Power Supply	25
B. Bahan Penelitian		
a.	Aluminium Alloy 2424-T4 Silinder Pejal	25
b.	Stainless Steel AISI 420 Silinder Pejal.....	25
3.4.	Persiapan Penelitian	25
3.4.1.	AlatUkur	26

3.4.2. Kalibrasi Mesin Friction Welding	26
3.5. Pelaksanaan Penelitian	26
3.5.1 Parameter Yang Digunakan Dalam Perhitungan	26
3.5.2 Mesin Friction welding	27
3.5.3 Pembuatan Bentuk Spesimen.....	27
3.5.4 Proses Pengelasan	28
3.6. Proses Pengujian	29
PengujianTarik	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pengambilan Data.....	33
4.2. Hasil Pengelasan Gesek	34
4.3. Hasil Profil Distribusi Temperatur.....	35
4.4. Hasil Pengukuran Distribusi Temperatur.....	38
4.5. Hasil dan Analisis Pengujian Tarik.....	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA	46
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	47
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Daerah las fusi

Gambar 2.2. Daerah las gesek

Gambar 2.3. Contoh aplikasi pengelasan metode rotary. (a) Bentuk baut klem, (b) Hydraulic Cylinder, (c) Peralih penghubung pada reactor nuklir (Al Alloy-Steel)

Gambar 2.4. Rangkaian dasar termokopel

Gambar 2.5. Bentuk fisik termokopel

Gambar 2.6. Termokopel

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.2. Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201

Gambar 3.3. Mesin las gesek yang digunakan sebagai las gesek Alumunium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420

Gambar 3.4. Mesin Bubut

Gambar 3.5. Alat Uji Tarik

Gambar 3.6. Load Cell

Gambar 3.7. Thermokopel Welder

Gambar 3.8. Data Loger

Gambar 3.9. Power Suplay

Gambar 3.10. Skema Mesin *Friction Welding*

Gambar 3.11. Hasil pemotongan kemudian pembentukan bahan (a) Stainless Steel AISI 420 dan(b) Aluminium Alloy 2024-T4

Gambar 3.12. Meratakan Ujung Bahan(a) Stainless Steel AISI 420 dan (b) Aluminium Alloy 2024-T4

Gambar 3.13. Pemasangan bahan diposisikan center

Gambar 3.14. Kurva Tegangan -Regangan

Gambar4.1.Pemasangan Termokopel Pada Benda Kerja Yang Diam Yaitu Aluminium Alloy 2024-T4

Gambar 4.2. Hasil Pengelasan Gesek Stainless Steel AISI 420 dan Aluminium Alloy 2024-T4

- Gambar 4.3. Grafik Profil Distribusi Temperatur Pada Logam Aluminium Alloy 2024-T4 Dengan Variasi (Pf 60 – Tf 7.5 – Pu 85 – Tu 60)
- Gambar 4.4. Grafik Profil Distribusi Temperatur Pada Logam Aluminium Alloy 2024-T4 Dengan Variasi (Pf 40 – Tf 5 – Pu 60 – Tu 55)
- Gambar 4.5. Grafik Profil Distribusi Temperatur Pada Logam Aluminium Alloy 2024-T4 Dengan Variasi (Pf 60 – Tf 5 – Pu 60 – Tu 60)
- Gambar 4.6. Grafik Distribusi Temperatur Maksimal Pada Logam Aluminium Alloy 2024-T4 Berbagai Variasi Gaya Tekan
- Gambar 4.7. Grafik Kecepatan Pemanasan Terhadap Posisi
- Gambar 4.8. Grafik Gabungan beban Perpanjangan (1) UTS 20.52 MPa, (2) UTS 23.07 MPa, (3) UTS 16.20 MPa
- Gambar 4.9. Grafik Hasil Tegangan Tarik
- Gambar 4.10. Penampang Patahan Aluminium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420 Waktu Tempa 60 detik, Variasi Tekanan Tempa 60MPa
- Gambar 4.11. Penampang Patahan Aluminium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420 Waktu Tempa 55 detik, Variasi Tekanan Tempa 60 MPa
- Gambar 4.12. Penampang Patahan Aluminium Alloy 2024-T4 dan Stainless Steel AISI 420 Waktu Tempa 60 detik, Variasi Tekanan Tempa 85 MPa

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian awal pada bahan alumunium 2024 T4 dan stainless steel 420

Tabel 3.2. Paduan Aluminium Alloy 2024-T4

Tabel 3.3. Paduan Aluminium Alloy 2024-T4

Tabel 4.1. Data hasil pengujian tarik pada sambungan bahan Aluminium Alloy 2024-T4 dengan Stainless Steel AISI 420. Luas penampang Spesimen (158mm²)

DAFTAR NOTASI

K	= konstanta pegas ($\frac{N}{mm}$)
F	= gaya (N)
Δx	= perbedaan panjang (mm)
P	= tekanan (MPa)
A	= luas penampang (mm ²)
σ_u	= tegangan tarik maksimal (MPa)
A_o	= luas penampang sebelum dibebani (mm ²)
ΔL	= pertambahan panjang (mm)
L	= panjang awal (mm)
E	= gradien kurva
σ	= tegangan ($\frac{N}{m^2}$)
ε	= regangan
P	= beban yang digunakan (kg)
d	= panjang diagonal rata-rata (mm)
θ	= sudut diantara permukaan intan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Tarik Tekanan Gesek 40 MPa, Waktu Gesek 5 Detik, Tekanan Tempa 60 MPa, Waktu Tempa 55 Detik

Lampiran 2. Uji Tarik Tekanan Gesek 60 MPa, Waktu Gesek 5 Detik, Tekanan Tempa 60 MPa, Waktu Tempa 60 Detik

Lampiran 3. Uji Tarik Tekanan Gesek 60 MPa, Waktu Gesek 7,5 Detik, Tekanan Tempa 85 MPa, Waktu Tempa 60 Detik