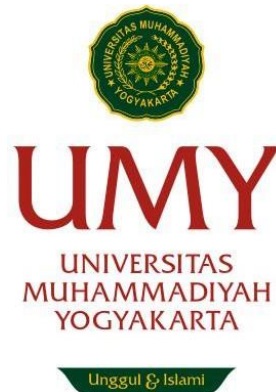


**SKRIPSI**  
**PENGARUH VARIASI TEKANAN *UPSET* TERHADAP DISTRIBUSI  
TEMPERATUR, UJI TARIK, STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN  
PADA PENGELASAN *COUNTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING*  
SILINDER PEJAL LOGAM BEDA JENIS BAJA ST 60 DAN *STAINLESS  
STEEL 304***

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**Iskandar Mulia Hasibuan**  
**20160130202**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2021**

## HALAMAN PERYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iskandar Mulia Hasibuan  
Nomor Induk Mahasiswa : 20160130202  
Program Studi : S-1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Penyusun, 8 Maret 2021

 Iskandar Mulia Hasibuan)

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang tak ada hentinya mendoakan, yang selalu mendukung perjalanan hidup, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang, dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga selalu dalam rahmad Allah SWT, semoga dapat pengampunan dan amal beliau dilimpah gandakan oleh Allah SWT.
2. Keluarga besar tak lelah mendoakan dan mendukung agar bisa selesai dalam penulisan naskah ini.
3. Terimakasih kepada bapak Muh.Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng dan bapak Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng . Yang telah menjadi pembimbing dan mengajari banyak hal sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
4. Sahabat saya yang tidak banyak Bayu , Fahmi dan putri Suri yang menjadi keluarga tak sedarah dari bangku sekolah hingga kuliah masih tetap bersama, semoga kebaikan mereka dibalas oleh sang pencipta.
5. Dan mendengarkan keluh kesah dalam penulisan ini, serta sebagai orang yang senantiasa membantu dalam masalah apapun. Terimakasih saya ucapkan dan semoga diberi jalan kemudahan untuk kita semua.
6. Teman teman kelas E dan seluruh angkatan teknik mesin 2016 yang sama-sama berjuang dalam perkuliahan dari awal semester.
7. Teman teman Bem KMFT terimakasih atas ilmunya yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
8. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Pengelasan.....	8
2.2.2 Las gesek ( <i>friction welding</i> ).....	9
2.2.3 <i>Continuous Drive Friction Welding</i> (CDFW) .....	9
2.2.4 Kelebihan Dan Kelemahan Las Gesek ( <i>Friction Welding</i> ) .....	10
2.2.5 Aplikasi Pengelasan Gesek .....	11
2.3 Baja .....	11
2.3.1 Klasifikasi Logam <i>Stainless Steel</i> AISI 304 .....	11
2.3.2 Baja ST 60.....	12
2.4 Proses Pengujian .....	13
2.4.1 Pengujian Tarik .....	13
2.4.2 Pengamatan struktur mikro .....	17
2.4.3 Pengujian Kekerasan <i>vickers</i> .....	18

2.4.4 Distribusi Suhu.....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Diagram Alir .....	20
3.2 Identifikasi Masalah.....	21
3.3 Perencanaan Percobaan.....	22
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.4 Alat Penelitian.....	23
3.4.1 Alat utama .....	23
3.4.2 Bahan Penelitian .....	27
3.4.3 Persiapan penelitian .....	27
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.5.1 Skema Mesin Las Gesek .....	28
3.5.2 Pembuatan Benda Uji.....	30
3.5.3 Pemasangan Termokopel .....	30
3.5.4 Proses Las Gesek .....	30
3.6 Proses Pengujian Pengelasan .....	32
3.6.1 Pengujian Tarik .....	32
3.6.2 Pengujian Metallography .....	33
3.6.3 Pengujian Kekerasan.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil Pengelasan Gesek .....	36
4.2 Profil Distribusi Suhu .....	38
4.3 Hasil Perbandingan Distribusi Suhu .....	42
4.4 Hasil Struktur Makro dan Struktur Mikro .....	43
4.5 Hasil Struktur Mikro .....	44
4.5.1 Hasil Struktur Mikro Tekanan <i>Upset</i> 50 MPa .....	44
4.5.2 Hasil Struktur Mikro Tekanan <i>Upset</i> 60 MPa .....	45
4.5.3 Hasil Struktur Mikro Tekanan <i>Upset</i> 70 MPa .....	46
4.5.4 Hasil Struktur Mikro Tekanan <i>Upset</i> 80 MPa .....	47
4.5 Hasil Pengujian Nilai Kekerasan .....	48
4.6 Hasil Uji Tarik .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>57</b>

5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
Daftar Pustaka .....	59
LAMPIRAN .....	61

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur Mikro dari zona berbeda dari baja tahan karat AISI 304.....	6
<b>Gambar 2.2</b> Distribusi kekerasan pada; logam las (WM), daerah pengaruh panas (HAZ) dan logam induk (BM) .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Hubungan antara kekuatan tarik dan tekanan gesekan .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Diagram skematik percobaan CDFW .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Pump motor shaft (Izumi machine mfg.html) .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Ball Screw (Izumi machine mfg.html) .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Grafik tegangan – regangan.....	14
<b>Gambar 2.8</b> Mikroskop metalografi olympus model BX53M .....	17
<b>Gambar 2.9</b> Indentasi <i>vickers</i> .....	18
<b>Gambar 2.10</b> Prinsip kerja termokopel (blog.unnes.ac.id/antonsupri/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip kerjanya).....	19
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram alir pengambilan data.....	21
<b>Gambar 3. 2</b> Mesin <i>countinuous drive friction welding</i> .....	23
<b>Gambar 3. 3</b> Mesin bubut .....	24
<b>Gambar 3. 4</b> Alat uji tarik ( <i>universal testing machine</i> ) .....	24
<b>Gambar 3. 5</b> (a) Alat uji makro dan (B) Alat uji Mikro .....	25
<b>Gambar 3. 6</b> Alat pengujian kekerasan <i>vickers</i> Mitutoyo HM – 100.....	25
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Load cell</i> .....	26
<b>Gambar 3. 8</b> Mesin gergaji otomatis .....	26
<b>Gambar 3. 9</b> Skema mesin las <i>countinuous drive friction welding</i> .....	28
<b>Gambar 3. 10</b> Posisi pemasangan termokopel.....	30
<b>Gambar 3. 11</b> Skema pemasangan spesimen.....	31
<b>Gambar 3. 12</b> Spesimen uji tarik .....	32
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil Pengelasan baja st 60 dan <i>stainless steel</i> 304.....	36
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Pemendekan spesimen setelah pengelasan.....	37
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Distribusi temperatur tekanan <i>upset</i> 50 MPa .....	38
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Distribusi temperatur tekanan <i>upset</i> 60 MPa .....	39
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Distribusi temperatur tekanan <i>upset</i> 70 MPa .....	40

<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Distribusi temperatur tekanan <i>upset</i> 80 MPa .....	41
<b>Gambar 4. 7</b> Perbandingan Distribusi temperatur maksimal.....	42
<b>Gambar 4. 8</b> Hasil Uji Struktur Makro Variasi Tekanan <i>Upset</i> .....	43
<b>Gambar 4. 9</b> Hasil Uji Struktur Mikro Variasi Tekanan <i>Upset</i> 50 MPa .....	44
<b>Gambar 4. 10</b> Hasil Uji Struktur Mikro Variasi Tekanan <i>Upset</i> 60 MPa .....	45
<b>Gambar 4. 11</b> Hasil Uji Struktur Mikro Variasi Tekanan <i>Upset</i> 70 MPa .....	46
<b>Gambar 4. 12</b> Hasil Uji Struktur Mikro Variasi Tekanan <i>Upset</i> 80 MPa .....	47
<b>Gambar 4. 13</b> Posisi Pengujian Nilai Kekerasan.....	48
<b>Gambar 4. 15</b> Grafik Hasil Nilai Kekerasan.....	51
<b>Gambar 4. 16</b> Spesimen Uji Tarik .....	52
<b>Gambar 4. 17</b> Standar Uji Tarik .....	52
<b>Gambar 4. 18</b> Grafik Uji Tarik Maksimum.....	53
<b>Gambar 4. 19</b> Diagram Hasil kekuatan Tarik Dan Modulus Elastisitas.....	54
<b>Gambar 4. 20</b> Spesimen Hasil Uji Tarik.....	55



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Panduan logam pejal <i>stainless steel</i> 304 .....	12
<b>Tabel 2. 2</b> Mekanis <i>Stainless steel</i> 304.....	12
<b>Tabel 2. 3</b> Komposisi Kimia baja st 60 .....	13
<b>Tabel 2. 4</b> Sifat material baja st 60 .....	13
<b>Tabel 3. 1</b> Variabel Penelitian.....	23
<b>Tabel 3. 2</b> Paduan logam pejal <i>stainless steel</i> 304 .....	27
<b>Tabel 3. 3</b> Paduan Baja st 60 .....	27
<b>Tabel 4. 1</b> Pemendekan Spesimen Setelah Pengelasan.....	37
<b>Tabel 4. 2</b> Nilai kekerasan variasi teknanan <i>upset</i> 50 Mpa.....	49
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai kekerasan variasi teknanan <i>upset</i> 60 Mpa.....	49
<b>Tabel 4. 4</b> Nilai kekerasan variasi teknanan <i>upset</i> 70 Mpa.....	50
<b>Tabel 4. 5</b> Nilai kekerasan variasi Teknanan <i>upset</i> 80 Mpa.....	50