

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH *HOLDING TIME* DAN ARUS  
PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN  
LAS TITIK PADA *STAINLESS STEEL***



Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi  
Strata Satu Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**SIGIT ARIYANTO WIBOWO**

**D.200.09.0031**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2015**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :  
**“ANALISIS PENGARUH *HOLDING TIME* DAN ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK PADA *STAINLESS STEEL*”** Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat 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, Juni 2015

Yang menyatakan,

  
Sigit Ariyanto Wibowo

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “**ANALISIS PENGARUH HOLDING TIME DAN ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK PADA STAINLESS STEEL**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SIGIT ARIYANTO WIBOWO**

NIM : **D.200.09.0031**

Disetujui pada

Hari : Senin


Tanggal : 29 Juni 2015

Pembimbing Utama



Muh Alfatih Hendrawan.,ST.,MT

Pembimbing Pendamping



Supriyono., ST.,MT.,Ph.,D

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ANALISIS PENGARUH *HOLDING TIME* DAN ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK PADA *STAINLESS STEEL*”, 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.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **SIGIT ARIYANTO WIBOWO**

NIM : **D.200.09.0031**

Disahkan pada

Hari : Senin

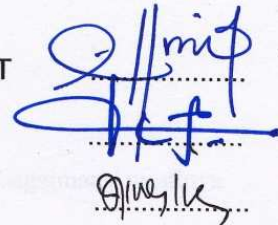
Tanggal : 6 Juli 2015

Tim Penguji :

Ketua : Muh Alfatih Hendrawan.,ST.,MT

Anggota 1 : Supriyono., ST.,MT.,Ph.,D

Anggota 2 : Nur Aklis . ST.,M.,Eng.



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono., MT., Ph.D.

Ketua Jurusan,

Tri Widodo Besar R., ST.,M.Sc. Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 92/A.3-II/TM/TA/IV/2014. Tanggal 29 April 2014

dengan ini :

Nama : Muh. Alfatih H., ST., M.T.  
Pangkat/Jabatan : Lektor  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Sigit Ariyanto Wibowo  
Nomor Induk : D 200 090 031  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : PENGARUH HELDING TIME TERHADAP KUALITAS HASIL LAS SPOT WELDING  
PADA STAINLESS STEEL.  
Rincian Soal/Tugas :  
- VARIASI = I, HELDING TIME  
- WELD TIME= FIX  
- UJI KEKERASAN DAN UJI GESER.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ...29 April 2014.....

Pembimbing



Muh. Alfatih H., ST., M.T.

Cc. : Supriyono, ST., MT., Ph.D.  
Lektor Kepala

Keterangan :

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

**MOTTO**

**“ Niscaya Allah akan meninggikan beberapa derajat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat “**

**( Q.S. Al mujadalah 11 )**

**Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.**

**( Q.S. Al – Insyiroh ; 6 )**

**“Sometimes good people make bad choices, it doesn’t mean they have to pay for them the rest of their life ,it means they are human”**

**(Anonymous)**

# ANALYSIS OF INFLUENCE OF HOLDING TIME AND WELDING CURRENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF STAINLESS STEEL SPOT WELD

**Sigit Ariyanto Wibowo, Muh. Alfatih Hendrawan, Supriyono**  
Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol post I Pabelan, Kartasura  
email: [sigit.ariyantowibowo@yahoo.com](mailto:sigit.ariyantowibowo@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Spot Welding is one of the resistance welding method most widely used in the automotive and manufacturing world. Spot Welding has several advantages among fast process, neat and simple. Current and holding time is an important parameter for determining the quality of the spot weld. This study aims to determine the effect of holding time parameter and variations in electrical current in the welding results to the shear strength and hardness distribution.*

*In this study, using a material austenitic stainless steel with a constant thickness of 0.8 mm. With the variation of holding time 1 s ; 3 s and 5 s. While the variation of the current parameter 5000 A, 6000 A and 7000 A. The experiment is testing the shear strength or Tensile Shear Load Bearing Capacity and micro vickers hardness test with testing standards AWS D8.9-97.*

*The results showed that the variation of holding time has an increase in the strength of welded average 3.73% and current variation had an average increase of 13.44%. While the variation current and holding time on hardness testing has the same hardness distribution, weld nugget area has the highest hardness then HAZ and base metal. Where the highest hardness is 285.6 HVN<sub>0,2</sub> in weld nugget with 7000 ampere welding current and a holding time of 5 seconds.*

**Keywords: Spot Welding, shear test, hardness test, stainless steel**

# **ANALISIS PENGARUH *HOLDING TIME* DAN ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK PADA *STAINLESS STEEL***

**Sigit Ariyanto Wibowo, Muh. Alfatih Hendrawan, Supriyono**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura  
email : [sigit.ariyantowibowo@yahoo.com](mailto:sigit.ariyantowibowo@yahoo.com)

## **ABSTRAKSI**

*Spot Welding merupakan salah satu metode pengelasan resistensi listrik yang paling banyak digunakan pada dunia otomotif dan manufaktur. Las jenis ini memiliki beberapa keunggulan diantara prosesnya cepat, rapi dan sederhana. Arus dan holding time merupakan parameter yang penting untuk menentukan kualitas hasil las titik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi parameter holding time dan variasi arus listrik pada hasil pengelasan las titik terhadap kekuatan geser dan distribusi kekerasannya.*

*Pada penelitian ini menggunakan material austenite stainless steel dengan ketebalan konstan 0,8 mm . Dengan variasi parameter holding time 1 dt; 3 dt dan 5 dt. Sedangkan variasi parameter arus 5000 A, 6000 A dan 7000 A. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian geser (Tensile Shear Load Bearing Capacity) dan uji kekerasan vickers micro hardness dengan standar pengujian AWS D8.9-97.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi holding time memiliki peningkatan terhadap kekuatan sambungan las titik rata-rata sebesar 3,73 % dan variasi arus memiliki peningkatan rata-rata sebesar 13,44 %. Sedangkan pada pengujian kekerasan variasi parameter holding time dan arus memiliki distribusi kekerasan yang sama, daerah weld nugget memiliki kekerasan tertinggi di ikuti HAZ dan base metal. Dimana kekerasan tertingginya adalah 285,6 HVN<sub>0,2</sub> terdapat pada weld nugget dengan arus pengelasan 7000 ampere dan holding time 5 detik.*

**Kata kunci : Spot Welding, uji geser, uji kekerasan, stainless steel**



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikumWr. Wb.*

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “**ANALISIS PENGARUH *HOLDING TIME* DAN ARUS PENGELASAN TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN LAS TITIK PADA *STAINLESS STEEL*** “, dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT.,Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar R.,ST., M.Sc.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Muh Alfatih Hendrawan.,ST., MT. Selaku pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Supriyono., ST.,MT.,Ph.,D selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak ,Ibu dan keluarga tercinta, yang tiada hentinya memberikan doa, cinta, semangat dan kasih sayang serta motivasi.
6. Teman satu tim Vemo, Pepy dan Nurbi, terimakasih untuk semangat, kerja keras dan kerjasamanya.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin UMS dan mahasiswa Teknik Mesin UNS yang ikut memberi saran dan motivasi.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis, semoga kebaikan kalian mendapatkan balasan dari Allah SWT. Amin.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan. Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Lembar Motto.....	vi
Abstrak.....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Simbol .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5

2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1. Las Resistensi Listrik ( <i>Resistance Welding</i> ) .....	6
2.2.2. <i>Resistance Spot Welding</i> .....	13
2.2.3. <i>Stainless Steel</i> .....	11
2.2.4. Konsep Tegangan Regangan .....	17
2.2.5. Konsep Tegangan Geser .....	19
2.2.6. Pengujian <i>Shear-Tension</i> .....	19
2.2.7. Pengujian Kekerasan.....	20
2.2.7.1. Pengujian Kekerasan Rockwell .....	21
2.2.7.2. Pengujian Kekerasan Brinell .....	22
2.2.7.3. Pengujian Kekerasan Vickers.....	22

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian .....	25
3.2. Alat Penelitian .....	25
3.2.1. Mesin Las <i>Spot Welding</i> .....	31
3.2.2. Alat Pengujian.....	27
3.2.2. Alat Bantu Pengujian .....	29
3.3. Metode Penelitian .....	30
3.3.1. Diagram Alir Penelitian.....	30
3.3.2. Urutan Penelitian .....	31

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Geser.....	36
4.1.1. Analisa Grafis .....	36

4.1.2. Analisa Statistik .....	39
4.1.3. Pembahasan Pengujian Geser dan Mode Kegagalan sambungan .....	41
4.1. Analisa Pengujian Mikro Vickers .....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan .....	53
5.2. Saran .....	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Las Resistensi Listrik .....	7
Gambar 2.2 Jenis Sambungan Tumpang .....	8
Gambar 2.3 Skema Pengelasan Lantak.....	8
Gambar 2.4 Resistensi Pada <i>Resistance Spot Welding</i> .....	10
Gambar 2.5 <i>Welding Process and Welding Time</i> .....	11
Gambar 2.6 Proses <i>Spot Welding</i> .....	13
Gambar 2.7 Konsep Tegangan Regangan.....	17
Gambar 2.8 Konsep Tegangan Geser.....	19
Gambar 2.9 Skema Pengujian <i>Shear Tension</i> .....	20
Gambar 2.10 Bentuk Indentor Pengujian Kekerasan.....	21
Gambar 2.10 Bentuk Indentor Pengujian Vickers .....	23
Gambar 2.10 Korelasi Kekuatan Tarik dan Kekerasan Brinell .....	21
Gambar 3.1 <i>Stainless Steel</i> .....	25
Gambar 3.2 Mesin <i>Spot Welding</i> .....	26
Gambar 3.3 Mesin UTM ( <i>Universal Testing Machine</i> ) .....	27
Gambar 3.4 Mesin Uji Kekerasan.....	28
Gambar 3.5 <i>Shear Machine</i> .....	29
Gambar 3.6 <i>Stop Watch</i> .....	29
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.8 Spesimen Uji Geser AWS D8.9-97 .....	32
Gambar 3.9 Spesimen yang sudah di mounting.....	34

Gambar 3.10 Indentasi Kekerasan standar aws D8.9-97 .....	35
Gambar 4.1 <i>Interface failure dan botton Pullout failure</i> .....	44
Gambar 4.2 Pola kegagalan Uji Geser .....	44
Gambar 4.3 Arah Pembebanan dan Mekanisme kegagalan .....	44
Gambar 4.4 Diagram <i>Schaffler</i> .....	47
Gambar 4.5 Peningkatan Arus Vs Kekerasan .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Austinitic Stainless Steel</i> .....	15
Tabel 2.2 <i>Martensitic Stainless Steel</i> .....	16
Tabel 2.3 <i>Ferrinitic Stainless Steel</i> .....	17
Tabel 3.1 Jumlah Spesimen Pengelasan .....	32
Tabel 4.1 Output Pengujian Statistik.....	39



## DAFTAR SIMBOL

Q	= Heat Input	(Joule)
T	= Waktu	(detik)
I	= Kuat arus	(Ampere)
R	= Hambatan Listrik	(Ohm)
F <sub>m</sub>	= Gaya Maksimum	(Newton)
$\sigma$	= Tegangan	(N/m <sup>2</sup> )
$\varepsilon$	= Regangan	(%)
l	= Panjang	(mm)
$\Delta l$	= Pertambahan panjang	(mm)