

**PENGARUH ARUS LISTRIK PADA PENGELASAN *RESISTANCE SPOT WELDING*  
TERHADAP KAPASITAS BEBAN TARIK GESER *STAINLESS STEEL* AISI 316 DAN  
*STAINLESS STEEL* AISI 304**

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



**Disusun Oleh:**

**OKI RIVALDA FADILLAH**

**201901130069**

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

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Oki Rivalda Fadillah

NIM : 20190130069

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Fakultas Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH ARUS LISTRIK PADA PENGELASAN *RESISTANCE SPOT WELDING* TERHADAP KAPASITAS BEBAN TARIK GESER SAMBUNGAN *STAINLESS STEEL* AISI 316 DAN *STAINLESS STEEL* AISI 304”** ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan saya sendiri, bukan hasil menjiplak dari karya pihak manapun, terkecuali dasar teori yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka. Penulisan ini bagian dari penelitian dosen Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Publikasi dari penelitian ini harus sepengetahuan dosen. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 19 Oktober 2024

yatakan  


Oki Rivalda Fadillah

20190130069

## MOTTO

“Rotasikan pandanganmu, ambil sudut yang terbaru belum pernah kau coba lihat semua bukan dari matamu. Kelak kau kan mengingat yang membawamu ke sini, kami pernah di situ, di posisimu, helakan kesahmu”

(Perunggu – 33×)

“Berjalan tak seperti rencana adalah jalan yang sudah biasa dan jalan satu-satunya jalani sebaik kau bisa. Bagaimanapun juga merawat cita-cita tak akan semudah berkata-kata Rencana berikutnya rajut lagi cerita merapal doa gas sekencangnya”

(FSTVLST-GAS)

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang atas Rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Pengaruh Arus Listrik Pada Pengelasan *Resistance Spot Welding* Terhadap Kapasitas Beban Tarik Geser Sambungan *Stainless Steel* AISI 316 Dan *Stainless Steel* AISI 304**”. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam yang telah menuntun kita ke zaman yang terang benderang dengan hadirnya agama islam yang sempurna.

Penetrasi las pada las titik yang tidak merata dapat terjadi, terutama jika tidak ada kontrol yang baik atas parameter pengelasan seperti tekanan elektroda, arus, dan waktu pemanasan. Penelitian tentang pengujian hasil sambungan las ini memvariasikan arus dengan waktu penekanan konstan selama tiga detik. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stainless steel* AISI 316 dan *stainless steel* AISI 304. Setelah melalui proses pengelasan, langkah selanjutnya adalah melakukan beberapa pengujian yaitu pengujian tarik geser, pengujian struktur mikro, pengujian struktur makro, dan pengujian kekerasan *vickers*. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui kapasitas beban tarik maksimum dengan variasi arus tertentu pada benda sambungan *stainless steel* AISI 316 dan *stainless steel* AISI 304.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir yang merupakan syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selama penulisan dan pengambilan data penulis banyak menerima bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D, selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. Bapak Ir. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Pendadaran Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Bapak Gumilang Luhung Prihatma, S.ST. selaku ketua jurusan teknik pengelasan, beserta instruktur teknik pengelasan BKLP (Balai Latihan Kerja dan Pengembangan Produktivitas) D.I Yogyakarta.
5. Bapak, Ibu dan saudara- saudara yang telah memberikan do'a, bantuan dan dukungan.
6. Teman teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2019.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, diharapkan hasil dari tugas akhir ini akan bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kemudian diperbaiki pada peneliti yang akan datang

Yogyakarta, 11 September 2024



Oki Rivalda Fadillah

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
MOTTO.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	8
2.2.1. Las Titik (Resistance Spot Welding).....	8
2.2.2. Parameter Pengelasan.....	9
2.2.3. Metalurgi Las.....	11
2.2.4. Baja Tahan Karat ( <i>Stainless Steel</i> ).....	12
2.2.5. <i>Stainless Steel</i> AISI 316.....	14
2.2.6. <i>Stainless Steel</i> AISI 304.....	14
2.2.7. Proses Pengujian Kekerasan ( <i>Hardness Test</i> ).....	14
2.2.8. Proses Pengujian Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ).....	16
2.2.9. Pengujian Struktur Mikro.....	19
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	20
3.2. Tempat Penelitian.....	21

3.3. Alat .....	21
3.3.1. Alat .....	21
3.3.2. Material Penelitian.....	25
3.3.1. Persiapan Spesimen .....	26
3.3.2. Pembuatan Variabel Penelitian.....	27
3.3.4. Proses Pengelasan.....	27
3.3.5. Proses Pengukuran Diameter <i>Nugget</i> Menggunakan ImageJ.....	28
3.4.5. Pengujian Tarik .....	29
3.4.2. Proses Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	30
3.4.3. Pengujian Metalografi .....	30
BAB IV .....	32
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1. Hasil Pengelasan.....	32
4.2. Pengujian Tarik .....	36
4.3. Pengamatan Struktur Mikro .....	42
4.3.1 Pengamatan Foto Makro.....	42
4.3.2. Pengamatan Foto Mikro .....	44
4.4. Pengujian Kekerasan .....	47
BAB V .....	51
KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran .....	51
LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Representasi skematis dari proses pengelasan titik. Resistansi antarmuka elektroda-benda kerja - $R_1$ dan $R_5$ ; resistansi benda kerja - $R_2$ dan $R_4$ ; resistansi antar muka benda kerja - $R_3$ . (J. Norberto Pires, 2006).....	8
Gambar 2. 2 Repräsentasi skema dari hubungan waktu untuk Resistance Spot Welding	10
Gambar 2. 3 Diagram waktu dan arus dan gaya untuk untuk pengelasan titik : Arus pengelasan - $I_w$ ; waktu pengelasan - $t_w$ ; waktu naik - $t_r$ ; waktu turun - $t_f$ ; gaya pengelasan $F_w$ ; gaya penempaan - $F_{forge}$ ; proses annealing sewaktu (J. Norberto Pires, 2006).....	11
Gambar 2. 4 Diagram Shaeffler dari Logam Lasan dalam Pengelasan Baja Tahan Karat (Wirjosumarto dan Okumura, 2002) .....	13
Gambar 2. 5 Uji Vickers Indentor Piramid.....	15
Gambar 2. 6 Gambaran Singkat Uji Tarik.....	16
Gambar 2. 7 Profile Data Hasil Uji Tarik.....	17
Gambar 2. 8 Penentuan Tegangan Luluh (Yield Stress) Untuk Kurva Tanpa Daerah Linear .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Metode Resistance Spot Welding .....	20
Gambar 3. 2 Mesin Las Titik (Resistance Spot Welding).....	21
Gambar 3. 3 Mesin Uji Tarik .....	22
Gambar 3. 4 Alat Uji Kekerasan Mitutoyo HM 100 .....	23
Gambar 3. 5 Alat Uji Mikro Rax Vision MM-10A.....	23
Gambar 3. 6 Alat Uji Makro SZ61 .....	24
Gambar 3. 7 Stainless Steel AISI 316 Ukuran 80 mm x 25 mm.....	25
Gambar 3.8 Stainless Steel AISI 304 ukuran 80 mm x 25 mm.....	25
Gambar 3. 9 Susunan Sambungan Plat Stainless Steel AISI 316 dan Stainless Steel AISI 304 (Standard AWS D8.9-97) .....	26
Gambar 3. 10 Posisi Garis Pengukuran Diameter Nugget .....	28
Gambar 3. 11 Hasil Pengukuran Diameter Nugget Menggunakan ImageJ.....	29
Gambar 4. 1 Hasil Sambungan Percobaan Pengelasan RSW <i>Stainless Steel</i> AISI 316 Dengan <i>Stainless Steel</i> AISI 304 Tiap Variasi Arus .....	33
Gambar 4. 2 Nugget Tiap Variasi Arus Pengelasan.....	34
Gambar 4. 3 Grafik ukuran diameter nugget tiap variasi arus listrik .....	35
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Hasil Uji Tarik pada Kekuatan Tarik Geser dan Pembebanan Maksimum Setiap Variasi Arus Pengelasan Resistance Spot Welding (RSW) .....	37
Gambar 4. 5 Grafik Kekuatan Tarik Geser Pada Tiap Variasi Arus .....	38
Gambar 4. 6 Foto Makro Fractografi Hasil Uji Tarik Pengelasan 30 A .....	38
Gambar 4. 7 Foto Makro Fractografi Hasil Uji Tarik Pengelasan 50 A .....	39
Gambar 4. 8 Foto Makro Fractografi Hasil Uji Tarik Pengelasan 90 A .....	39
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Uji Tarik Geser Arus 30 A.....	41
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Uji Tarik Geser Arus 50 A.....	41
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Uji Tarik Geser Arus 90 A.....	42
Gambar 4. 12 Hasil Pengamatan Makro Sambungan Spot Weding tiap Variasi Arus Pengelasan (a). 30 Ampere (b). 50 Ampere (c). 90 Ampere .....	43
Gambar 4. 13 Struktur Mikro (a). Base Metal Stainless Steel AISI 316 dan (b) Base Metal Stainless Steel AISI 304 .....	44



Gambar 4. 14 Foto Mikro HAZ (Heat Affected Zone) SS AISI 316 - SS AISI 304 .....	45
Gambar 4. 15 Foto Mikro Daerah Weld Metal SSAISI 316 -SS AISI 304 (a). 30 A (b). 50 A (c). 90 A .....	46
Gambar 4. 16 Posisi titik Indentasi Pada Pengujian Kekerasan Vickers.....	47
Gambar 4. 17 Grafik Vickers Hardness Arus 50 Ampere .....	48
Gambar 4. 18 Grafik Vickers Hardness Arus 60 Ampere .....	48
Gambar 4. 19 Grafik Vickers Hardness Arus 70 Ampere .....	48
Gambar 4. 20 Grafik Perbandingan Nilai Uji Kekerasan pada Tiap Variasi Arus.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Baja Tahan Karat.....	13
Tabel 2. 2 Mechanical Properties Stainless Steel AISI 316 .....	14
Tabel 2. 3 Mechanical Properties Stainless Steel AISI 304 .....	14
Tabel 3. 1 Spesifikasi Mesin Las Titik Tipe SSP – 25 LS .....	22
Tabel 3. 2 Komposisi Kimia Stainless Steel 316 .....	25
Tabel 3. 3 Komposisi Kimia Stainless Steel AISI 304.....	26
Tabel 3. 4 Variasi Variabel Penelitian.....	27
Tabel 4. 1 Ukuran Rata - Rata Diameter Nugget Hasil Las Spot Welding .....	35
Tabel 4. 2 Nilai Kapasitas Beban Tarik dan Kekuatan Geser Maksimum Tiap Variasi Arus .....	36
Tabel 4. 3 Nilai Kekerasan Spesimen Setiap Variasi Arus Listrik.....	47

## DAFTAR NOTASI

$H$  = Panas yang dihasilkan (*Joule*)

$I$  = Arus (A)

$t$  = Waktu (s)

$P$  = Gaya tekan

$d$  = Diagonal tapak tekan rata rata (mm)

$\alpha$  = Sudut puncak indenter =  $136^\circ$

$\sigma$  = Tegangan

$\varepsilon$  = Regangan

$\tau$  = Tegangan Geser ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$P$  = Kapasitas Beban tarik (N)

$A$  = Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )