

**PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU TERHADAP SIFAT  
FISIS DAN MEKANIS PADA SAMBUNGAN *SPOT WELDING*  
*DESIMILAR* BAJA *STAINLESS STEEL 304* DAN BAJA KARBON  
RENDAH**

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Gelar  
Strata-1 pada Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**UMY**

UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

**Disusun Oleh:**

**ARIEF TRIYANDI**

**20180130181**

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

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arief Triyandi

NIM : 20180130181

Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA SAMBUNGAN *SPOT WELDING DESIMILAR* BAJA *STAINLESS STEEL 304* DAN BAJA KARBON RENDAH”**

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 8 Januari 2021



Arief Triyandi  
NIM.20180130181

## **MOTTO**

Tak usah terlalu berharap kepada seseorang karena di dunia saat ini tidak ada yang benar-benar peduli terhadapmu, kebanyakan dari mereka hanya ingin tau tanpa membantu, wujudkan mimpimu dengan cara mengusahakan semampumu untuk hasil pasrahkan kepada ia yang menentuan setiap jalan hamba-hambanya.

Melangkahkan kaki bukanlah hal yang mudah akan tetapi setiap individu berhak atas semua itu karena mereka berhak untuk mengejar dan mewujudkan impiannya.

Aku hanya manusia biasa yang terpehlah luput dari kata salah dan lupa, maka aku percaya tuhan takkan pernah memberikan cobaan pada hambanya melebihi batas kemampuan dari seorang hamba yang hina.

**HADAPI YANG ADA DI DEPANMU SATU PERSATU, MULAILAH DARI HAL KECIL KARENA DARI SITULAH KE PRIBADIANMU TERLIHAT NYATA.**

**“AKU MUNG WAYANG SENG ISEH NDUWE DALANG LAN AKU PERCOYO SKENARIO DALANG IKU APEK”**

## INTISARI

Pengaruh kuat tegangan dan lama waktu pengelasan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas dari sambungan suatu material. *Resistance spot welding* adalah proses penyambungan dua buah material atau lebih yang menggunakan elektroda yang berupa tembaga sebagai pengalir energi panas untuk mencairkan material di bantu dengan tekanan untuk melakukan pengelasan. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu pengelasan terhadap struktur mikro, kekerasan (*Vickers*) dan kapasitas beban tarik-geser.

Proses penyambungan *spot welding* menggunakan plat *Stainless Steel 304* dan baja karbon rendah dengan spesimen panjang 100 mm serta lebar 30 mm. Tebal plat *Stainless Steel 304* yaitu 1 mm dan baja karbon rendah 3 mm, kemudian plat disambung secara tumpang (*lap joint*). Parameter tegangan listrik yang digunakan yaitu 2.02 V, 2.30 V dan 2.67 V dengan waktu pengelasan 3, 4 dan 5 detik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian struktur mikro, kekerasan (*Vickers*) dan penguji tarik-geser.

Hasil pengamatan mikro menunjukkan bahwa terdapat unsur *ferrit* dan *perlit* pada *Stainless Steel 304* serta baja karbon rendah, seiring meningkat tegangan dan waktu pengelasan *perlit* semakin meningkat. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weldmetal* yaitu 350 HV pada tegangan 2.67 V di waktu 3 detik dan nilai kekerasan terendah yaitu 304 HV pada tegangan 2.30 V di waktu 5 detik. Nilai kapasitas beban tarik-geser tertinggi terdapat pada tegangan 2.30 V di waktu 5 detik sebesar 7,850 N dan nilai kapasitas beban tarik-geser terendah terdapat pada tegangan 2.02 V di waktu 4 detik sebesar 4,544 N. Peningkatan tegangan dan waktu dapat mempengaruhi diameter *nugget* pada daerah *weldmetal*.

Kata Kunci: *Stainless Steel 304* dan Baja karbon rendah, *Spot welding desimillar*.

## ABSTRACT

The effect of voltage and welding time is one of the factors that determine the quality of a joint or material. Resistance spot welding is a process of joining two or more pieces of materials using electrodes in the form of copper as heat energy transmitters to melt the material assisted by pressure to perform welding. The purpose of this study was to determine the effect of variations in welding and welding time on microstructure, hardness (*microvickres*) and tensile load bearing capacity.

The material being used were Stainless Steel 304 plate and low carbon steel plates with specimen covering a length of 100 mm and width of 30 mm. Thickness of the Stainless Steel 304 and low carbon steel, plates were 1 mm and 3 mm respectively, which was lap-joined welded. The voltage being used were 2.02 V, 2.30 V and 2.67 V with a welding time of 3, 4 and 5 seconds. In this study, microstructure, hardness (*mickrovikres*) and tensile testing were carried out.

Microstruktur observation showed that there were ferrite and pearlite elements in Stainless Steel 304 and low carbon steel, as the voltage and the welding time increases the pearlite increases. The highest hardness was found in the weld metal area, namely 350 HV at a current of 2.67 V at 3 seconds welding time and the lowest hardness value is 304 HV at a current of 2.30 V at 5 seconds welding time. The highest tensile load capacity 7,850 N was is at a current of 2.30 V at 5 seconds welding time at and the lowest tensile being load capacity 4,544 N was is at a current of 2.02 V at 4 seconds welding time. An increase in voltage and time can affect the diameter of the nuggets in the weldmetal area.

Key words : *Stainless Steel 304* and low carbon steel, *Spot welding desimillar*.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Warrohmatullahi Wabarokaatuh*

*Alhamdulillah* segala puji dan syukur senantiasa selalu disampaikan kepada Allah Swt, yang telah melimpahkan begitu banyak kenikmatan dan karunianya kepada setiap makhluk-Nya. Shalawat dan salam senantiasa disampaikan kepada nabi agung, *uswatun khasanah* yakni Nabi Muhammad SAW. Sehingga laporan Tugas akhir dengan judul “PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA SAMBUNGAN *SPOT WELDING DESIMILAR* BAJA *STAINLESS STEEL 304* DAN BAJA KARBON RENDAH” ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan Tuga Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Strata-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam menuliskan tugas akhir atau skripsi ini, kritik dan saran yang bersifat membangun menjadi masukan bagi penulis untuk menyempurnakannya.

Akhir kata saya mengharapkan semoga laporan tugas akhir saya ini bermanfaat bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, Januari 2021



Arief Triyandi

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAA .....	iii
MOTTO .....	iv
INTISARI.....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 <i>Resistance spot welding</i> (pengelasan titik) .....	10
2.2.2 Parameter Pengelasan .....	12
2.2.3 <i>Heat input</i> .....	13
2.3 <i>Stainless Steel</i> .....	14

2.4	Baja karbon .....	17
2.5	Metalurgi Pengelasan.....	19
2.6	Proses pengujian .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	34
3.2	Alat dan Bahan.....	35
3.2.1	Alat.....	35
3.2.2	Bahan .....	37
3.2.3	Ukuran bahan material .....	39
3.3	Proses Pengelasan .....	40
3.4	Proses Pengujian .....	41
3.4.1	Proses Pengujian Struktur Mikro .....	41
3.4.2	Proses Pengujian Tarik-geser.....	42
3.4.3	Proses Pengujian Kekerasan .....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		46
4.1	Hasil Pengelasan .....	46
4.2	Struktur Mikro .....	51
4.3	Pengujian Tarik-geser .....	59
4.4	Pengujian Kekerasan.....	65
BAB V PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan .....	72
5.2	Saran .....	73
HALAMAN PENGESAHAN.....		74
DAFTAR PUSTAKA .....		76
LAMPIRAN.....		78



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses terjadinya <i>Resistance spot welding</i> .....	11
Gambar 2. 2 Diagram <i>Schaffler</i> .....	14
Gambar 2. 3 a) daerah induk, b) daerah <i>HAZ</i> dan c) daerah las baja karbon rendah (Wisnujati & Kartika, 2017) .....	19
Gambar 2. 4 Grafik pengujian tarik-geser (Sastranegara).....	21
Gambar 2. 5 Diagram Struktur dari Baja Tahan Karat yang Dideposisikan (Diagram Scaeffler) .....	25
Gambar 2. 7 Parameter-Parameter Dasar Pengujian Brinell (Dieter) .....	28
Gambar 2. 8 Prinsip Pengukuran Kekerasan <i>Vickers</i> (Dieter).....	30
Gambar 2. 9 Tipe-Tipe Lekukan Piramida Intan (Dieter).....	30
Gambar 3. 2 Mesin <i>spot welding</i> .....	34
Gambar 3. 3 Universal Testing Machine (UTM).....	34
Gambar 3. 4 Metallurgical microcope inverted type.....	35
Gambar 3. 5 Alat uji <i>Hardness Vickers</i> .....	35
Gambar 3. 6 Mesin <i>grinder polisher</i> .....	36
Gambar 3. 7 Dimensi spesimen uji tarik-geser standar ASTM E8 .....	39
Gambar 3. 8 Contoh Bagian pengambilan struktur makro daerah (A) weldmetal dan (B&C) <i>HAZ</i> .....	41
Gambar 3. 9 Standar uji tarik-geser .....	42
Gambar 3. 10 Dimensi benda uji tarik-geser.....	42
Gambar 3. 11 Skema uji tarik-geser.....	42
Gambar 3. 13 Spesimen uji kekerasan .....	44
Gambar 4. 1 hasil percobaan pengelasan <i>Resistance spot welding</i> <i>Stainless Steel</i> 304 dan baja karbon rendah dengan kuat tegangan (A) 2.02 V, (B)2.30 V , dan (C) 2.67 V.....	45
Gambar 4. 2 bentuk <i>nugget Stainless Steel 304</i> dan baja karbon rendah pengelasan <i>Resistance spot welding</i> .....	47
Gambar 4. 3 Diameter rata-rata <i>nugget</i> tiap variasi tegangan dan waktu pengelasan.....	49
Gambar 4. 4 Struktur mikro <i>base metal</i> baja karbon rendah dan <i>Stainless Steel 304</i> .....	52
Gambar 4. 5 Bagian pengambilan struktur makro daerah (A) logam induk, (B) <i>HAZ</i> dan (C) <i>weldmetal</i> .....	52
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan nilai beban & perpanjangan pada variasi kuat	

tegangan dengan waktu pengelasan 3 detik .....	59
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan nilai beban & perpanjangan pada variasi kuat tegangan pengelasan 2.30 V .....	59
Gambar 4. 8 Hubungan Beban tarik-geser maksimal pada setiap variasi .....	61
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan nilai beban & perpanjangan pada variasi kuat tegangan dengan waktu pengelasan 3 detik .....	62
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan nilai beban & perpanjangan pada variasi kuat tegangan dengan waktu pengelasan 4 detik. ....	63
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan nilai beban & perpanjangan pada variasi kuat tegangan dengan waktu pengelasan 5 detik .....	63
Gambar 4. 12 Letak penentuan pengujian kekerasan .....	65
Gambar 4. 13 Grafik uji kekerasan <i>Vickers Desimillar Stainless Steel 304</i> -Baja karbon rendah dengan waktu pengelasan 3 detik.....	65
Gambar 4. 14 Grafik uji kekerasan <i>Vickers Desimillar Stainless Steel 304</i> -Baja karbon rendah dengan waktu pengelasan 4 detik.....	66
Gambar 4. 15 Grafik uji kekerasan <i>Vickers Desimillar Stainless Steel 304</i> -Baja karbon rendah dengan waktu pengelasan 5 detik.....	67
Gambar 4. 16 Grafik perbandingan nilai kekerasan tiap variasi pengelasan a) BM b) HAZ c) WM c1) WM tengah.....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Komposisi <i>Stainless Steel 304</i> .....	37
Tabel 4. 1	Metode pengukuran diameter <i>nugget</i> pada hasil <i>resistance spot welding</i> pada permukaan spesimen <i>Stainless Steel 304</i> dan baja karbon rendah .....	47
Tabel 4. 2	Ukuran diameter <i>nugget</i> pada setiap variasi tegangan dan waktu pengelasan .....	48
Tabel 4.3	Hasil uji foto makro sambungan <i>Resistance spot welding Stainless Steel 304</i> dan baja karbon rendah.....	51
Tabel 4.4	Struktur mikro sambungan <i>dissimilar Stainless Steel 304</i> -baja karbon rendah variasi waktu tekan .....	54
Tabel 4.5	Struktur mikro sambungan <i>dissimilar stainless steel 304</i> -baja karbon rendah variasi tegangan .....	56
Tabel 4.6	Hasil Uji Tarik-geser Pembebanan Maksimum.....	60
Tabel 4.7	Luas <i>nugget</i> , Beban dan Kekuatan Tarik-geser tiap Variasi tegangan dan waktu pengelasan.....	62
Tabel 4.8	Data hasil pengujian kekerasan <i>Vickers</i> tiap variasi tegangan dan waktu pengelasan .....	69

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

H	= Total heat input (Joule)
I	= Tegangan (Ampere)
R	= Resistansi elektrik dari sirkuit
t	= Waktu pengelasan (detik)
P	= Daya (Watt)
V	= Tegangan (Volt)
$L_f$	= Panjang akhir material pengujian (mm)
$L_0$	= Panjang awal material pengujian (mm)
TLBC	= <i>Tensile Load Bearing Capacity</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscopy</i>
VHN	= <i>Vickers Hardness Number</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
HAZ	= <i>Heat Affected Zone</i>
BM	= <i>Base Metal</i>
WM	= <i>Weld Metal</i>