

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI WAKTU PENGELASAN TITIK (*SPOT WELDING*)  
TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA SAMBUNGAN *DISSIMILAR*  
*STAINLESS STEEL* AISI 304 DENGAN BAJA KARBON TINGGI SK 5**

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



**Disusun Oleh :**

**ERWIN ARI PRADANA**

**20150130068**

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

**2019**



**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Pengaruh Variasi Waktu Pengelasan Titik (*Spot Welding*)  
terhadap Sifat Mekanis pada Sambungan *Dissimilar* Baja *Stainless Steel*  
*AISI 304* dengan Baja Karbon Tinggi SK 5**

***Effect of Time Welding Variation (Spot Welding) on Mechanical Properties at  
Dissimilar Joints of Stainless Steel AISI 304 with High Carbon Steel SK 5***

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Erwin Ari Pradana**  
**20150130068**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 11 September 2019

**Pembimbing Utama**

Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.  
NIP. 19790523 200501 1 001

**Pembimbing Pendamping**

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.  
NIK. 19700301 199509 123022

**Penguji**

Drs. Sudarisman, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19590502 198702 1 001

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, 18 September 2019

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**



Berli Puriyurna Kamei, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini :

Nama : Erwin Ari Pradana  
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130068  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Waktu Pengelasan Titik  
(*Spot Welding*) terhadap Sifat Mekanis pada  
Sambungan *Dissimilar* Baja *Stainless Steel*  
AISI 304 dengan Baja Karbon Tinggi SK 5

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir ini bagian dari penelitian dosen pembimbing Muhammad Budi Nur Rahman S.T., M.Eng. dan Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., Ph.D., dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Semua publikasi dari penelitian ini harus seijin dosen yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 10 Juli 2019

Erwin Ari Pradana

20150130068

## **MOTTO**

**“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu menyenangi sesuatu, padahal itu tidak baik bagi kamu. Allah maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui.”**

**(Al-Baqarah: 216)**

**“karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai ( dari sesuatu urusan ), kejarlah dengan sungguh-sungguh (urusan ) yang lain.**

**( Q.S Al-Insyirah 5-7)**

## INTISARI

Pengelasan *resistance spot welding* (RSW) adalah salah satu metode penyambungan material logam dengan cara permukaan pelat yang disambung ditekan diantara elektroda dan pada saat yang sama arus dialirkan sehingga permukaan logam menjadi panas dan mencair. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan sambungan las terhadap struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan dari hasil sambungan lasan.

Penelitian menggunakan parameter variasi waktu pengelasan yaitu 2 detik, 3 detik dan 4 detik dengan tegangan konstan 2,02 V. sedangkan material yang digunakan adalah *stainless steel* AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5 dengan ketebalan masing-masing plat 1 mm. tiap plat dipotong dengan ukuran 80 mm dan lebar 25 mm. kemudian disusun secara tumpang dengan posisi baja karbon tinggi SK 5 dibagian atas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan yang digunakan menyebabkan diameter *nugget* semakin meningkat. Sedangkan dari hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan kapasitas beban tarik mengalami peningkatan, akan tetapi di variasi waktu 3 detik ke 4 detik kekuatan beban tarik mengalami penurunan. Kapasitas beban tarik geser tertinggi yaitu sebesar 5260 N. Pengamatan struktur mikro pada sambungan *dissimilar* las titik antara *stainless steel* AISI 304 dengan baja karbon tinggi SK 5 menunjukkan perbedaan fasa antara *base metal*, *weld metal*, dan HAZ. Dimana pada daerah *weld metal* terdapat struktur jenis *austenite* dan *perlite*. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah HAZ baja karbon tinggi SK 5 sebesar  $\pm 586$  HV, dikarenakan sifat baja karbon tinggi SK 5 memiliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan logam lainnya dan terdistribusi panas pengelasan. Dari penelitian yang dilakukan parameter variasi waktu pengelasan berpengaruh terhadap nilai kapasitas beban tarik, nilai kekerasan, dan struktur mikro.

**Kata Kunci** : *spot welding*, SS 304, baja karbon tinggi SK 5, waktu pengelasan

## ABSTRACT

*Resistance spot welding (RSW) welding is a method of connecting metal material by means of the plate surface being pressed together between the electrodes and at the same time a current is flowed so that the metal surface becomes hot and melts. The study aims to determine the ability of welded joints to microstructure, tensile strength and hardness of weld joint results.*

*The research uses welding time variation parameters that are 2 seconds, 3 seconds and 4 seconds with a constant voltage of 2.02 V. while the material used is stainless steel AISI 304 and high carbon steel SK 5 with a thickness of 1 mm each plate. each plate is cut to 80 mm in size and 25 mm wide. then arranged overlapping with the position of high carbon steel SK 5 at the top.*

*The results showed that the longer the welding time used, it increased the diameter of the nugget. While the results of the tensile test show that the longer the time used the shear tensile strength has increased, but in the time variation of 3 seconds to 4 seconds the tensile load strength has decreased. The highest shear tensile load capacity is 5260 N. Observation of the microstructure at the dissimilar welded point joints between AISI 304 stainless steel and high carbon steel SK 5 shows the phase difference between base metal, weld metal, and HAZ. Where in the weld metal area there are austenite and perlite type structures. The highest hardness value is found in the HAZ area of high carbon steel SK 5 of  $\pm 586$  HV, due to the high carbon steel nature which has a high hardness value compared to other metals and is distributed with heat welding. From the research conducted welding time variation parameters affect the value of the tensile load capacity, hardness value, and microstructure.*

*Keywords: spot welding, SS 304, high carbon steel SK 5, welding time*

## **KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum wr wb

Alhamdulillahillabillalamin, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang memberikan karunia, keberkahan, kesehatan dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dapat terselesaikan. Laporan ini dibuat sebagai tindak lanjut dan pertanggungjawaban dari hasil penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun menyampaikan terimakasih sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T, M.Eng.Sc, Ph.D selaku ketua program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman S.T, M.Eng selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho S.T, M.T. Ph.D selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir
4. Bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir
5. Karyawan Karyawati Teknik Mesin UMY

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, 14 Juli 2019

Penulis

Erwin Ari Pradana

20150130068

## DAFTAR ISI

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| HALAMAN JUDUL.....                                       |     |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                  | i   |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                                 | ii  |
| MOTTO .....                                              | iii |
| INTISARI.....                                            | iv  |
| ABSTRACT .....                                           | v   |
| KATA PENGANTAR .....                                     | vi  |
| DAFTAR ISI.....                                          | vii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                      | ix  |
| DAFTAR TABEL.....                                        | xi  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                  | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                 | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                | 3   |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                 | 3   |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                              | 3   |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                             | 4   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....         | 5   |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                               | 5   |
| 2.2 Landasan Teori.....                                  | 7   |
| 2.2.1 Las Titik ( <i>Resistance Spot Welding</i> ).....  | 7   |
| 2.2.2 Parameter Pengelasan.....                          | 9   |
| 2.2.3 <i>Stainless Steel</i> AISI 304 .....              | 10  |
| 2.2.4 Baja Karbon TinggiSK 5 .....                       | 11  |
| 2.2.5 Pengelasan Tak Sejenis ( <i>Dissimilar</i> ) ..... | 12  |
| 2.2.6 Proses Pengelasan .....                            | 13  |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                           | 17  |



|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 3.1 Identifikasi Masalah .....               | 17 |
| 3.2 Perencanaan Penelitian.....              | 17 |
| 3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....      | 17 |
| 3.2.2 Variabel Penelitian .....              | 18 |
| 3.3 Alat Penelitian.....                     | 19 |
| 3.4 Bahan Penelitian.....                    | 23 |
| 3.5 Persiapan Penelitian .....               | 23 |
| 3.5.1 Pembuatan Variabel Penelitian .....    | 24 |
| 3.5.2 Proses Pengelasan .....                | 25 |
| BAB IV PEMBAHASAN.....                       | 29 |
| 4.1 Hasil Pengelasan .....                   | 29 |
| 4.2 Pengujian Struktur Mikro dan Makro ..... | 34 |
| 4.3 Pengujian Kekerasan.....                 | 39 |
| 4.4 Pengujian Tarik .....                    | 43 |
| BAB V PENUTUP.....                           | 47 |
| 5.1 Kesimpulan .....                         | 47 |
| 5.2 Saran.....                               | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         | 48 |
| UCAPAN TERIMAKASIH.....                      | 50 |
| LAMPIRAN.....                                | 51 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. <i>Spot Welding</i> .....                                                                        | 8  |
| Gambar 2.2. Proses <i>resistance spot welding</i> .....                                                      | 9  |
| Gambar 2.3. Kurva hasil pengujian tarik berupa kurva gaya-perpanjangan.....                                  | 14 |
| Gambar 2.4. Pengujian kekerasan <i>vickers</i> dan bentuk indenter.....                                      | 15 |
| Gambar 3.1. Mesin Las Titik Tipe DN-16-1 .....                                                               | 19 |
| Gambar 3.2. Mesin Uji Tarik Tipe TN 20 MD .....                                                              | 20 |
| Gambar 3.3. Mesin Uji Kekerasan .....                                                                        | 21 |
| Gambar 3.4. Mesin Uji Mikro.....                                                                             | 21 |
| Gambar 3.5. <i>Stainless Steel</i> AISI 304 ukuran 80 ml x 25 ml.....                                        | 23 |
| Gambar 3.6. Baja Karbon TinggiSK 5 ukuran 80 ml x 25 ml.....                                                 | 23 |
| Gambar 3.7. Susunan plat sambungan tumpang`spesimen .....                                                    | 24 |
| Gambar 3.8. Diagram Alir .....                                                                               | 28 |
| Gambar 4.1. Hasil dari percobaan pengelasan <i>spot welding</i> .....                                        | 30 |
| Gambar 4.2 <i>Nugget</i> lasan <i>stainless steel</i> AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5<br>.....          | 31 |
| Gambar 4.3 Pengukuran diameter <i>nugget</i> hasil lasan RSW pada permukaan baja<br>karbon tinggi SK 5 ..... | 32 |
| Gambar 4.4 Ukuran diameter <i>nugget</i> setiap variasi waktu pengelasan .....                               | 33 |

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.5 Hasil struktur makro sambungan lasan <i>spot welding dissimilar</i> setiap variasi waktu pengelasan (a) 2 detik (b) 3 detik, dan (c) 4 detik .....         | 34 |
| Gambar 4.6 Struktur mikro base metal <i>stainless steel</i> AISI 304 (a) dan baja karbon Tinggi SK 5 (b) .....                                                        | 35 |
| Gambar 4.7 Struktur mikro HAZ <i>stainless steel</i> AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5.....                                                                        | 36 |
| Gambar 4.8 Struktur mikro <i>weld metal</i> .....                                                                                                                     | 38 |
| Gambar 4.9 Skema penitikan uji kekerasan <i>Vickers</i> .....                                                                                                         | 40 |
| Gambar 4.10 Hubungan antara kekerasan dan waktu pengelasan pada material <i>stainless steel</i> AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5.....                             | 41 |
| Gambar 4.11 Perbandingan hasil uji tarik pada kekuatan geser rata-rata dan pembebanan maksimum rata-rata setiap variasi waktu pengelasan <i>spot resistance</i> ..... | 44 |
| Gambar 4.12 Mode kegagalan spesimen uji tarik geser pada setiap variasi waktu.....                                                                                    | 46 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Sifat mekanik dan termal <i>Stainlees Steel</i> AISI 304 .....           | 11 |
| Tabel 2.2 Sifat mekanik dan termal Baja Karbon Tinggi SK5.....                     | 12 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi mesin las titik tipe DN-16-1 .....                           | 19 |
| Tabel 3.2 Jumlah Spesimen Uji .....                                                | 24 |
| Tabel 4.1 Ukuran luas diameter <i>nugget</i> hasil lasan <i>spot welding</i> ..... | 32 |
| Tabel 4.2 Nilai kekerasan spesimen uji setiap variasi waktu.....                   | 41 |
| Tabel 4.3 Pembebanan tarik rata-rata setiap variasi waktu.....                     | 43 |