

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA LAS SPOT WELDING
MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ADLI BIAN TO

18511234

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2022)**

**PENGARUH VARIASI ARUS PADA LAS SPOT WELDING
MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ADLI BIAN TO

18511234

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2022)**

HALAMAN PENGESAHAN


Nama : Adli Bianto
NIM : 18511234
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Variasi Arus Pada Las Spot Welding
Material Beda Jenis SUS 301 Dan DIN 1.4003

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, Februari 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Fadelan, M. T.
NIK. 19610509 199009 12

Dosen Pembimbing II



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini saya,

Nama : Adli Bianto
NIM : 18511234
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Arus Pada Las Spot Welding
Material Beda Jenis SUS 301 Dan DIN 1.4003

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya adalah hasil tulisan saya sendiri. Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya.

Apabila saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, berarti gelar dan ijasah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Ponorogo, Februari 2022

Mahasiswa,



Adli Bianto

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

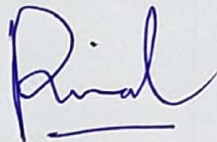
Nama : Adli Bianto
NIM : 18511234
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Arus Pada Las Spot Welding Material
Beda Jenis SUS 301 Dan DIN 1.4003

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Jumat
Tanggal : 04 Februari 2022
Nilai :

Menyetujui,

Dosen Penguji I



Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIK. 19870920 201204 12

Dosen Penguji II

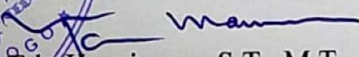


Ir. Nanang Suffiadi Ahmad, M.T.
NIK. 19660626 199309 14

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik




Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI





Nama : ADLI GIANTO




NIM : 18511234

Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI WELDING CURRENT LAS SPOT
WELDING MATERIAL BEPA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003

Dosen Pembimbing I : Ir. FADELAN, M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	3 Sept 2021	- Tambaran Umum dan Isi dari proposal skripsi	- Menambahkan bahasan kendala apa saja yg dihadapi pada saat pembuatan spesimen uji	
2	25 Nov 2021	- Revisi Judul	- Revisi judul untuk member agar lebih sederhana dan singkat	
3	26 Nov 2021	- Isi skripsi	- Diskusi singkat teknis isi skripsi dan metode pengujian.	
4	08 Des 2021	- Isi skripsi	- Diskusi terkait isi dari skripsi & tentang teknis pengujian dari isi skripsi - Penambahan saran untuk hasil pengujian ketika arus dinaikkan lebih tinggi	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	10 JAN 2022	- Penyerahan sample Material untuk Pengujian Mikro Struktural	- Di uji sendiri dengan mikroskop kampus	
6	14 JAN 2022	- Pengujian Mikro Struktur	- Ditambahkan penjabaran tentang Hasil Mikro Struktur.	
7	18 Jan 2022	- Evaluasi Hasil Pengujian Mikro Struktur	- Ditambahkan penjelasan dan Penjabaran tentang hasil pengujian Mikro Struktur.	
8				
9				
10				

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI





Nama : ADLI BIANTO




NIM : 18511234

Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI WELDING CURRENT LAS SPOT WELDING
MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003

Dosen Pembimbing II : YOYOK WINARDI, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	3 Sept 2021	- Gambaran Umum dan isi dari proposal skripsi	- Menambahkan bahasan kendala apa saja yg dihadapi pada saat pembuatan specimen uji	
2	25 Nov 2021	- Revisi Judul	- Revisi judul agar lebih sederhana dan singkat	
3	26 Nov 2021	- Isi Skripsi	- Diskusi tingkat teknis isi skripsi dan metode pengujian.	
4	08 Des 2021	- Isi Skripsi	- Diskusi terkait isi dari skripsi & tentang teknis pengujian dari isi skripsi - Penambahan saran untuk hasil pengujian ketika ans dinaikkan lebih tinggi - Penambahan uji micro dengan sample	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	10 JAN 2022	- Penyerahan Sample Material untuk uji Mikro struktural	- Di Uji sendiri Menggunakan Mikroskop Sampur.	
6	14 JAN 2022	- Pengujian Mikro struktur	- Ditambahkan penjabaran tentang Hasil pengamatan mikro struktur	
7	18 JAN 2022	- Evaluasi Hasil pengujian Mikro struktur	- Ditambahkan penjelasan dan Penjabaran tentang hasil pengujian Mikro Struktur	
8				
9				
10				

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Alloh SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Arus Pada Las Spot Welding Material Beda Jenis SUS 301 Dan Din 1.4003”.

Dengan selesainya Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Progam Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak - bapak Dosen Pembimbing .
4. Semua Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmunya.
5. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah banyak membantu dan membimbing.
6. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala kritikan yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata penulis hanya bisa berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca baik dari kalangan akademis maupun lainnya.

Ponorogo, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Jenis-Jenis Mesin Las.....	7
2.3. <i>Resistance Spot Welding</i>	12
2.4. Parameter Pengelasan.....	15
2.4.1. Arus Listrik Pengelasan.....	16
2.4.2. Tahanan Listrik (<i>Resistance</i>).....	16
2.4.3. Waktu Pengelasan.....	17
2.5. Karakteristik Elektroda.....	18
2.5.1. Penekanan Elektroda.....	19

2.5.2. Fungsi Elektroda.....	19
2.5.3. Komposisi Material Elektroda.....	20
2.6. Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>).....	20
2.7. Pengujian Spesimen.....	23
2.7.1. <i>Macro Sectional Test</i> dan <i>Micro Structure Test</i>	23
2.7.2. Tegangan Tarik.....	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2. Studi Pustaka dan <i>Survey</i> Lapangan.....	27
3.3. Alat dan Bahan.....	27
3.3.1. Alat Penelitian.....	27
3.3.2. Bahan Penelitian.....	30
3.4. Spesimen.....	30
3.4.1. Pembuatan Spesimen.....	30
3.4.2. Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	32
3.5. Pengujian Spesimen.....	33
3.5.1. Spesimen <i>Macro Sectional Test</i>	33
3.5.2. Pengujian Tarik.....	35
3.6. Pengambilan Data.....	35
3.6.1. Data Hasil Pengujian Tarik.....	35
3.6.2. Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i>	36
3.7. Diagram Alir.....	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengelasan.....	38
4.2. Analisis Masukan Panas.....	39
4.3. Pembahasan Hasil Pengujian.....	40
4.3.1. Pembahasan Uji <i>Macro Sectional Test</i>	40
4.3.2. Pembahasan Pengujian Tarik.....	49
4.3.3. Pembahasan Uji Mikro Struktur.....	57
4.4. Hambatan Dalam Pembuatan Spesimen.....	62
4.4.1. Setting Parameter Yang Sulit.....	62

4.4.2. Banyak Membutuhkan Material Sample.....	62
4.4.3. Ketersediaan Material Dalam Negeri Terbatas.....	62
4.4.4. Material Sample Kotor.....	63
4.4.5. Keterbatasan Lensa Mikroskop.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jenis Sambungan Tumpang.....	13
Gambar 2.2 Skema Proses RSW.....	14
Gambar 2.3 Tahapan Siklus Pengelasan Titik.....	15
Gambar 2.4 Resistensi Pada <i>Spot Welding</i>	16
Gambar 2.5 Tipe Elektroda RSW Sesuai Standar ISO.....	19
Gambar 2.6 Diagram <i>Schaffler</i>	21
Gambar 2.7 Penetrasi dalam <i>Macro Sectional Test</i>	24
Gambar 2.8 Uji Tarik Spesimen Sambungan Tumpang.....	25
Gambar 2.9 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	26
Gambar 3.1 Mesin Las Titik.....	27
Gambar 3.2 <i>Magnifying Loupe</i> 10x.....	28
Gambar 3.3 <i>Torsee Universal Testing Machine</i>	29
Gambar 3.4 Dimensi Plat Baja Tahan Karat.....	30
Gambar 3.5 Dimensi Spesimen Uji Sesuai Standar JRS.....	31
Gambar 3.6 Diagram Pembuatan Spesimen.....	32
Gambar 3.7 <i>Macro Sectional Test</i>	34
Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Aktual Pembuatan Spesimen Uji.....	38
Gambar 4.2 Spesimen Uji <i>Macro Sectional Test</i>	40
Gambar 4.3 Proses Etsa dengan Metode Pencelupan.....	41
Gambar 4.4 Grafik Uji <i>Macro Sectional Test</i>	47
Gambar 4.5 Grafik diameter nugget terhadap besar arus.....	48
Gambar 4.6 Grafik <i>heat input</i> terhadap besar arus.....	48
Gambar 4.7 Spesimen Pengujian Kekuatan Tarik.....	49
Gambar 4.8 Proses Pengujian Tarik Spesimen.....	50
Gambar 4.9 Spesimen Setelah Dilakukan Pengujian Tarik.....	53
Gambar 4.10 Bentuk Sobekan Akibat Uji Tarik.....	53
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Tegangan Tarik per Variasi Arus.....	56

Gambar 4.12 Sample Mesin Poles Untuk Uji Mikro Struktur.....	58
Gambar 4.13 Mikroskop Uji Metalografi UMPO.....	58
Gambar 4.14 Struktur mikro logam induk.....	59
Gambar 4.15 Struktur mikro pada daerah HAZ.....	60
Gambar 4.16 Struktur mikro pada daerah las.....	61
Gambar 4.17 Sample Material Dipakai Beberapa Titik.....	63
Gambar 4.18 Hasil Spot dari Material kotor.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Material Elektroda.....	20
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Stationary Spot Welding Machine</i>	28
Tabel 3.2 Komposisi Kimia Masing-Masing Material.....	30
Tabel 3.3 Parameter Pengelasan (<i>Welding Condition</i>).....	33
Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian Tarik.....	35
Tabel 3.5 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i>	36
Tabel 4.1 Data Aktual Parameter yang Digunakan Untuk Pengelasan.....	38
Tabel 4.2 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i> Pengelasan 8,5 kA.....	41
Tabel 4.3 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i> Pengelasan 9 kA.....	42
Tabel 4.4 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i> Pengelasan 9,5 kA.....	43
Tabel 4.5 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i> Pengelasan 10 kA.....	44
Tabel 4.6 Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i> Pengelasan 10,5 kA.....	45
Tabel 4.7 Rangkuman Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i>	46
Tabel 4.8 Data Hasil Uji Kekuatan Tarik.....	50
Tabel 4.9 Data Keseluruhan Hasil Uji Kekuatan Tarik.....	52
Tabel 4.10 Data Nilai Besarnya Diameter Sobekan Pada Material.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar dan Spek Mesin <i>Stationary Spot Welding Machine</i>	66
Lampiran 2. Elektroda yang Digunakan Yaitu Ø16 R75.....	70
Lampiran 3. Material <i>Properties</i>	71
Lampiran 4. Material SUS dan DIN Setelah Dilakukan Pemotongan.....	77
Lampiran 5. Journal Tentang Setting Parameter Awal.....	78
Lampiran 6. Spesimen Uji Setelah Dilakukan Pengelasan Resistansi Titik.....	80
Lampiran 7. Spesimen Uji <i>Macro Sectional Test</i>	81
Lampiran 8. Proses Etsa Dengan Metode Pencelupan.....	82
Lampiran 9. Cairan Hcl dan HNo3 yang Digunakan Untuk Etsa.....	83
Lampiran 10. Proses Pengujian Tarik Spesimen.....	84

PENGARUH VARIASI ARUS PADA LAS SPOT WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003

ABSTRAK

Pengelasan *spot* adalah contoh pengelasan resistansi yang paling banyak digunakan di sambungan tumpang. Panas dihasilkan di dalam material yang bergabung dengan resistansi ke bagian arus tinggi melalui bagian logam, yang ditahan di bawah tekanan yang telah ditentukan sebelumnya. Proses ini digunakan untuk menggabungkan bahan lembaran, biasanya dalam format Kisaran ketebalan 0,5-3mm (meskipun pelat hingga ketebalan 6mm dapat digabungkan). Pengelasan ini menggunakan elektroda paduan tembaga untuk meneruskan tekanan dan mengalirkan arus listrik yang melalui benda kerja. Panas akan dihasilkan terutama di permukaan kontak antar dua lembar, akhirnya menyebabkan material dilas meleleh, selanjutnya membentuk nugget las. Daerah lasan yang meleleh terbentuk oleh tekanan yang diteruskan oleh ujung elektroda.

Dalam teknologi industri manufaktur kereta api saat ini, kereta dari material lembaran pelat terutama *stainless steel* semakin populer. Hal ini dikarenakan dengan material lembaran pelat bisa didapatkan konstruksi yang ringan dan sederhana namun struktur tetap kuat. Terlebih lagi semakin banyak jenis material yang tersedia di pasaran dengan masing-masing karakteristik dan *properties*. Penelitian ini akan menggunakan material DIN 1.4003 tebal 3 mm dan SUS 301 tebal 2 mm. Selanjutnya dilakukan pengelasan *spot* dengan waktu pengelasan 20 *cycle* atau 0,4 detik dan variasi arus yang digunakan yaitu 8,5 kA; 9,0 kA; 9,5 kA; 10,0 kA; dan 10,5 kA. Hasil yang akan diteliti adalah *macro sectional test* dan kekuatan *shear test* yang terjadi pada material.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji *macro sectional test* diameter *nugget* terlihat semakin besar berdasarkan variasi *welding current* yang digunakan, hal tersebut dipengaruhi oleh *heat input* yang dibangkitkan. *Nugget* yang paling besar dihasilkan pada variasi arus pengelasan 10,5 kA dengan nilai sebesar Ø9,7 mm. Sedangkan untuk nilai tegangan tarik yang paling tinggi pada penelitian ini juga didapatkan pada arus pengelasan 10,5 kA dengan nilai sebesar 18,78 kN.

Kata kunci : nugget, resistansi las titik, *stainless steel*, uji tarik, arus pengelasan

THE EFFECT OF CURRENT VARIATIONS ON SPOT WELDING FOR DISIMILLAR MATERIAL SUS 301 AND DIN 1.4003

ABSTRACT

Spot welding is the most widely used example of resistance welding in lap joints. The heat is generated within the material being joined by the resistance to the passage of a high current through the metal parts, which are held under a pre-set pressure. The process is used for joining sheet materials, typically in 0.5-3mm thickness range (although plates up to 6mm thickness can be joined). It uses shaped copper alloy electrodes to apply pressure and convey the electrical current through the work pieces. Heat is developed mainly at the interface between two sheets, eventually causing the material being welded to melt, subsequently forming a weld nugget. The molten pool is contained by the pressure applied by the electrode tip.

In the current technology of the rolling stock manufacturing industry, the train car body of sheet plate material, especially stainless steel, is gaining popularity. This is because with sheet plate material you can get a light and simple construction but structure still strong. Moreover, there are more types of materials available in the market with their respective characteristics and properties. This study will use 3 mm thick DIN 1.4003 and 2 mm thick SUS 301. Furthermore, spot welding is performed with a welding time of 20 cycles or 0.4 seconds and the current variation used is 8,5 kA; 9,0 kA; 9,5 kA; 10,0 kA; and 10,5 kA. The results to be studied are the macro sectional test and the strength of the shear test occur on the material.

The results showed that of the macro sectional test the diameter of the nuggets was getting bigger based on the variation of the welding current used, this was influenced by the heat input generated. The largest nuggets were produced at a welding current variation of 10,5 kA with a value of Ø9,7 mm. Meanwhile, the highest tensile stress value in this study was also obtained at a welding current of 10,5 kA with a value of 18,78 kN.

Keywords : *nugget, resistance spot welding, stainless steel, tensile test, welding current*