

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Pengaruh Variasi Arus Dan Lama Pengelasan Sambungan *Stainless Steel 304* Terhadap Kekuatan Geser Dan Foto Makro Pada Mesin *Spot Welding* ”** Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng., Dr.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
2. Bapak Purnami, ST., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
3. Ibu Widya Wijayanti, ST., MT., Dr.Eng selaku Kepala Program Studi Strata-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc.,CSE selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Teknik Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
5. Bapak Prof. Ir. Sudjito selaku Penasihat Akademik saya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
6. Bapak Ir. Endi Sutikno, MT. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan ilmu, masukan dan bimbingan yang bermanfaat selama proses penelitian ini.
7. Bapak Ir. Erwin Sulisty, MT. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan, bimbingan dan ilmu yang bermanfaat selama proses penelitian ini berlangsung.
8. Pihak Lab. Produksi Politeknik Negeri Malang, Lab. Struktur Universitas Negeri Malang, dan Lab. Pengujian Bahan Universitas Brawijaya yang membantu memberikan bantuan dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat selesai.
9. Kedua Orang Tua dan Almarhumah Ibu tercinta serta adik-adik tersayang yang senantiasa memberikan semangat, doa dan dukungan baik moral maupun material setiap waktu.
10. Saudara Maulana Dwi Prayatna selaku partner skripsi yang telah banyak membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai.

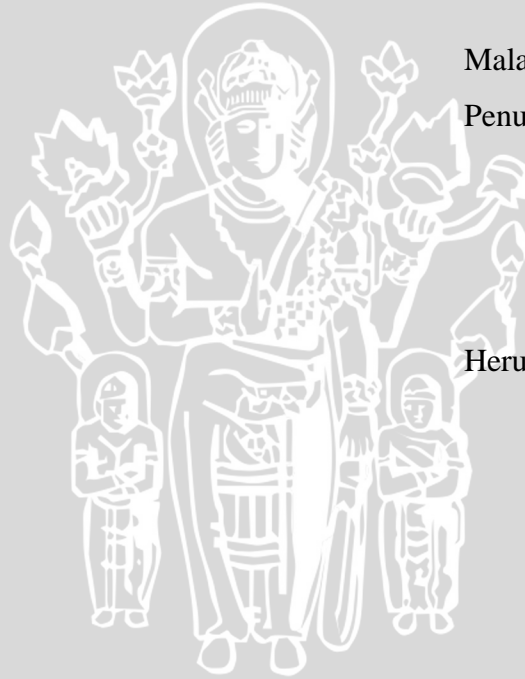
11. Teman-teman ADMIRAL Angkatan 2012 yang telah membantu dan memberi dukungan moril serta selalu memberi hiburan.
12. Teman-teman seperjuangan yang dulu ngekost di Warung Mama, teman kontrakan Gang Masjid, dan teman kost gang Tapak Jalak yang selalu memberikan masukan, pencerahan dan kebahagiaan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar kedepannya menjadi lebih baik. Semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2016

Penulis

Heru Eko Wahyudi



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Konsep Dasar Pengelasan	5
2.2.1 Las Resistansi Listrik	6
2.2.2 Las Titik (<i>Resistance Spot Welding</i>)	8
2.2.2.1 Pengaruh Arus dan Waktu	9
2.2.3 Daerah Lasan	11
2.2.4 Distorsi Sambungan Las	12
2.2.5 Macam - macam Sambungan Las	13
2.3 <i>Stainless Steel</i>	14
2.3.1 Jenis <i>Stainless Steel</i>	14
2.3.2 Keuntungan <i>Stainless Steel</i>	16
2.3.3 <i>Stainless Steel</i> 304	17
2.3.4 Komposisi kimia dan sifat fisik <i>Stainless Steel</i> 304	17
2.3.5 Sifat Mekanik <i>Stainless Steel</i> 304	18
2.3.6 Sifat Elektrik <i>Stainless Steel</i> 304	18
2.3.7 Sifat Termal <i>Stainless Steel</i> 304	18
2.3.9 Sifat Mampu Las <i>Stainless Steel</i>	19
2.4 Pengujian Kekuatan Geser	20
2.4.1 Tegangan dan Regangan Normal	20
2.4.2 Tegangan dan Regangan Geser	23
2.4.3 Persyaratan Mekanis	25
2.5 Metalografi	26
2.6 Anova	27

2.6.1	Klasifikasi Anova	27
2.6.1.1	<i>One Way</i> Anova	28
2.6.1.2	<i>Two Way</i> Anova	28
2.6.2	Langkah Pengujian Anova	29
2.6.2.1	Pengujian <i>One Way</i> Anova	29
2.6.2.2	Pengujian <i>Two Way</i> Anova	31
2.7	Hipotesa	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	35
3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian	35
3.3	Variabel Penelitian	35
3.3.1	Variabel Bebas	35
3.3.2	Variabel Terikat	35
3.3.3	Variabel Kontrol	36
3.4	Alat dan Bahan Yang Digunakan	36
3.4.1	Bahan	36
3.4.2	Alat	36
3.5	Dimensi Spesimen Pengelasan	40
3.6	Prosedur Penelitian	41
3.6.1	Proses Pengelasan Titik	41
3.6.2	Pengujian Kekuatan Geser Spesimen	41
3.6.2	Penentuan Luas Daerah Lazan	41
3.7	Diagram Alir Penelitian	43

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Analisis Statistik	44
4.1.1	Anova	44
4.1.2	Pengumpulan Data	44
4.1.3	Pengolahan Data	46
4.1.4	Uji Asumsi	46
4.1.5	Uji <i>Two Way</i> Anova	48
4.2	Analisis Grafik	50
4.3	Analisis Foto Makro	53

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Kimia <i>Stainless Steel</i> 304.....	17
Tabel 2.2	Sifat Mekanik <i>Stainless Steel</i> 304	18
Tabel 2.3	Sifat Elektrik <i>Stainless Steel</i> 304.....	18
Tabel 2.4	Sifat Termal <i>Stainless Steel</i> 304	18
Tabel 2.5	Variasi Total <i>One Way Anova</i>	31
Tabel 2.6	Variasi Total <i>Two Way Anova</i>	33
Tabel 3.1	Spesifikasi Mesin <i>Spot Welding</i>	37
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>Universal Testing Machine</i>	38
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Gaya geser	44
Tabel 4.2	Data Hasil Pengukuran Luas Daerah Lasan	45
Tabel 4.3	Data Hasil Perhitungan Kekuatan Geser	46
Tabel 4.4	<i>Test of Normality</i> untuk Faktor Arus.....	47
Tabel 4.5	<i>Test of Normality</i> untuk Faktor Waktu.....	47
Tabel 4.6	<i>LEvene's Test of Equality of Error</i>	48
Tabel 4.7	<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>	49
Tabel 4.8	Perbandingan sampel luas daerah lasan pada masing-masing arus Pengelasan	59

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi pengelasan logam	6
Gambar 2.2	a) Las titik b) Las garis	7
Gambar 2.3	a) Las tumpul lantak b) Las tumpul tekan	8
Gambar 2.4	Skema las titik	8
Gambar 2.5	Tahapan proses pengelasan titik	9
Gambar 2.6	Skema Aliran listrik tiga phase pada <i>resistance spot welding</i>	10
Gambar 2.7	Efek hambatan listrik terhadap panas yang dihasilkan	11
Gambar 2.8	Daerah lasan	12
Gambar 2.9	Perubahan bentuk pada lasan	13
Gambar 2.10	Jenis-jenis sambungan dasar	14
Gambar 2.11	Batang prismatis yang mengalami tarik (a) diagram benda bebas dari segmen batang, (b) segmen batang sebelum dibebani, (c) segmen batang sesudah dibebani, dan (d) tegangan normal pada batang	20
Gambar 2.12	Sambungan dengan baut dimana bautnya dibebani geser tunggal	23
Gambar 2.13	Kegagalan baut secara geser tunggal	24
Gambar 2.14	Elemen kecil dari bahan yang mengalami tegangan dan regangan geser	25
Gambar 2.15	Persamaan Dasar ANOVA	28
Gambar 2.16	Persamaan Dasar <i>Two Way</i> ANOVA	29
Gambar 2.17	Format Data <i>One-way</i> ANOVA	30
Gambar 2.18	Format Analisis Data ANOVA	32
Gambar 3.1	Mesin Las Titik	36
Gambar 3.2	<i>Universal Testing Machine</i>	38
Gambar 3.3	Jangka Sorong	39
Gambar 3.4	Tang Meter	39
Gambar 3.5	Mikroskop dan Kamera	40
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Arus Pengelasan terhadap Gaya Geser	50
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Arus Pengelasan terhadap Luas daerah Lasan	51

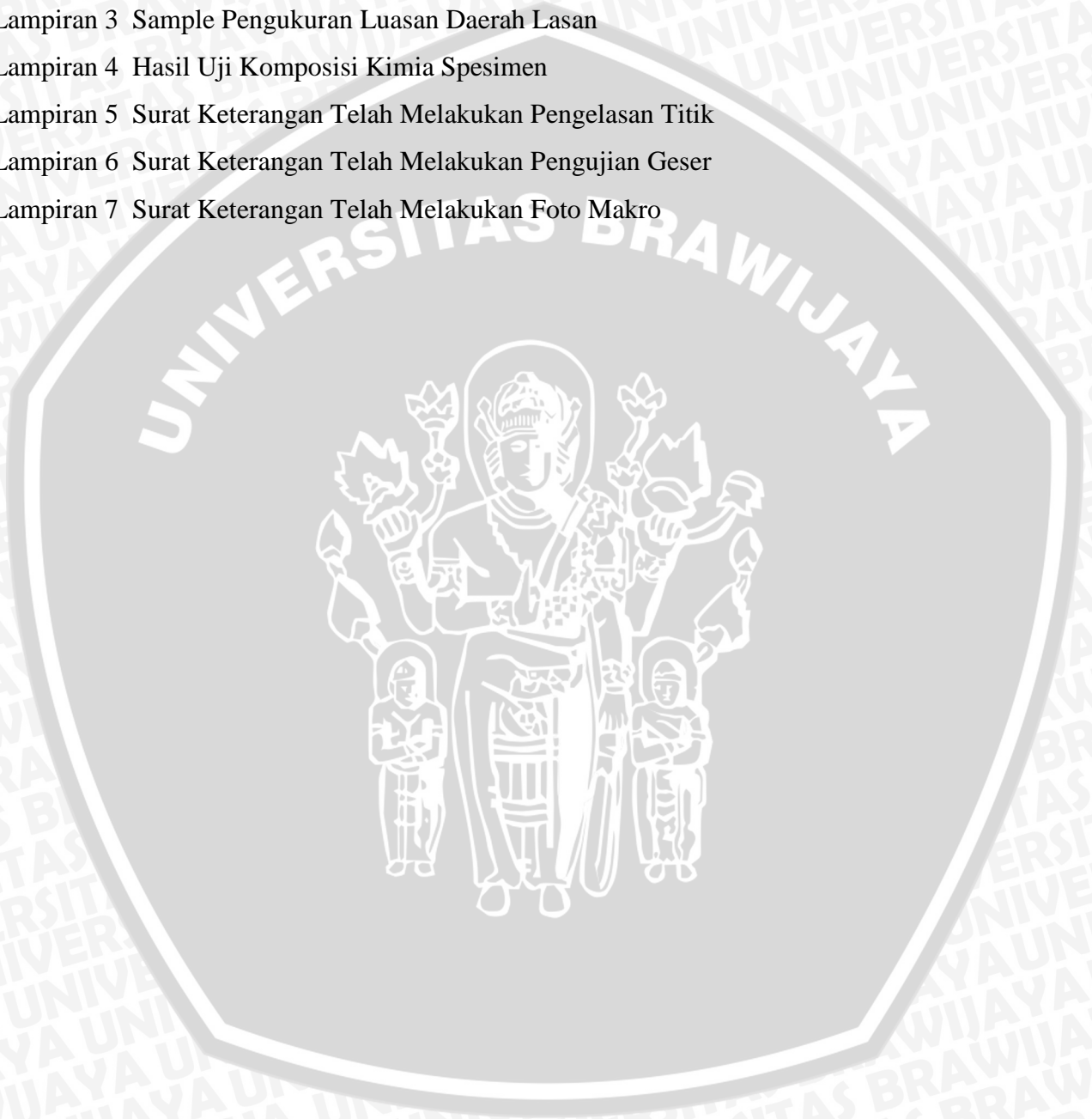


Gambar 4.3 Grafik Hubungan Waktu Pengelasan dan Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Geser..... 52



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Foto Makro
Lampiran 2	Sample Data Gaya Geser
Lampiran 3	Sample Pengukuran Luasan Daerah Lasan
Lampiran 4	Hasil Uji Komposisi Kimia Spesimen
Lampiran 5	Surat Keterangan Telah Melakukan Pengelasan Titik
Lampiran 6	Surat Keterangan Telah Melakukan Pengujian Geser
Lampiran 7	Surat Keterangan Telah Melakukan Foto Makro



RINGKASAN

Heru Eko Wahyudi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Pengaruh Variasi Arus Dan Lama Pengelasan Sambungan Satainless Steel 304 Terhadap Kekuatan Geser Dan Foto Makro Pada Mesin Spot Welding*, Dosen Pembimbing : Endi Sutikno dan Erwin Sulistyono.

Las titik merupakan salah satu jenis las resistansi listrik yang mulai dikembangkan setelah ditemukan energi listrik yang dapat dipergunakan dengan mudah, merupakan suatu teknik penyambungan yang ekonomis dan efisien khususnya untuk pengerjaan logam khususnya jenis pelat. Beberapa parameter penting dalam pengelasan titik yaitu waktu pengelasan, arus dan ketebalan pelat. Parameter – parameter tersebut akan berpengaruh terhadap sifat mekanik hasil sambungan las titik . Salah satu sifat mekanik yang penting dalam pengaplikasiannya terutama pada hasil sambungan las titik adalah kekuatan geser.

Pada penelitian ini dilakukan penggunaan parameter yaitu arus pengelasan dan waktu pengelasan pada sambungan pelat stainless steel 304 tipe lap joint dengan dimensi spesimen mengacu pada standar JIS Z 3136 : 1999. Peningkatan arus dan lama pengelasan akan meningkatkan heat input yang nantinya akan meningkatkan kekuatan gesernya. Pada proses pengelasan titik ini dilakukan empat variasi arus (74A, 84 A, 94 A, dan 104 A), untuk variasi waktu juga ada empat variasi (1,5 detik, 2 detik, 2,5 detik dan 3 detik). Setelah proses pengelasan titik dengan variasi tersebut dilakukan pengujian geser dan hasilnya berupa gaya geser yang akan dibagi dengan luas daerah lasan untuk mengetahui kekuatan gesernya.

Hasil dari pengelasan titik dengan variasi tersebut secara statistik didapat bahwa terdapat perbedaan rata-rata kekuatan geser secara signifikan pada masing-masing jenis variasi yaitu arus dan waktu, tetapi untuk interaksi antara arus dan waktu tidak terdapat perbedaan rata-rata kekuatan geser secara signifikan. Dalam analisis grafik pertambahan arus dan waktu ternyata meningkatkan nilai gaya geser (N) dan luas daerah lasan (mm²) yang nantinya juga akan meningkatkan kekuatan gesernya. Nilai kekuatan geser terendah terdapat pada arus pengelasan 74 A dengan waktu pengelasan 1,5 detik yaitu 444,814 N/mm². Dan nilai kekuatan geser tertinggi terdapat pada arus pengelasan 104 A dengan waktu pengelasan 3 detik yaitu 570,602 N/mm². Dalam pengamatan dalam foto makro terdapat fenomena pada semua spesimen dengan arus 104 A sambungan tidak terlepas pada daerah lasannya. Dan besarnya kekuatan geser hasil lasan tersebut lebih tinggi dibanding daerah HAZnya karena pada daerah HAZ mempunyai sifat getas, hal tersebut yang membuat sambungan terputus pada batas HAZ dan logam lasan

Kata Kunci: *spot welding*, arus, lama pengelasan, *stainless steel*, kekuatan geser

SUMMARY

Heru Eko Wahyudi, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, in July 2016, The Effect Of Variation In Current And Welding Time Of Stainless Steel 304 Joining To Shear Stength And Macro Photograph On Spot Welding Machine, Academic Supervisor: Endi Sutikno and Erwin Sulisty.*

Spot welding is one type of electric resistance welding that was developed after the discovery of electrical energy that can be used easily, is a grafting technique that is economical and efficient, especially for metalworking particular type of plate. Some important parameters in spot welding is the welding time, current and plate thicknesses. These parameters will affect the mechanical properties of the weld joint results point. One of the mechanical properties are important in aplication mainly on the results of welded joints is the shear strength.

In this research, the use of parameters: welding current and welding time on the connection type 304 stainless steel plate lap joint with the specimen dimensions refer to the standard JIS Z 3136: 1999. The increase in current and long welding heat input will increase which will increase the shear strength. At this point the welding process is done four current variation (74A, 84 A, 94 A and 104 A), for a variation of the time there were four variations (1.5 seconds, 2 seconds, 2.5 seconds and 3 seconds). After the spot-welding process with the variation of shear testing and the result will be a shear force divided by the area of the weld to determine the shear strength.

The results of the welding point with a variation of the statistically found that there are differences in the average shear strength significantly in each type of variation that is current and time, but to the interaction between the current and the time there are no differences in average shear strength significantly. In analys of flow chart analysis between current and time appears to increase the value of the shear force (N) and wide weld area (mm^2) which will also increase the shear strength. Shear strength value was lowest for the welding current of 74 A with the welding time of 1.5 seconds is $444.814 \text{ N} / \text{mm}^2$. And shear strength values highest in the welding current 104 A with a 3 second welding time is $570.602 \text{ N} / \text{mm}^2$. In the observations contained in the macro image phenomenon in all specimens with current 104 A connection can not be separated in the welding area. And the magnitude of the shear strength of the weldment results higher than HAZarea because the region has the properties of brittle HAZ, it makes a connection on the boundary HAZ and weld metal.

Keywords: spot welding, current, welding time, stainless steel, shear strength