

DAFTAR ISI

	halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Pengelasan.....	6
2.3 <i>Friction Stir Welding</i>	7
2.4 Gaya pada <i>Friction Stir Welding</i>	11
2.5 Parameter Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i>	11
2.6 Pengujian Tarik	13
2.7 <i>Heat input</i>	17
2.8 Gesekan	18
2.9 Perancangan <i>Tool</i>	19
2.10 Tembaga.....	21
2.11 Aluminium	22
2.12 Hipotesa	24
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	25

3.2 Variabel Penelitian.....	25
3.2.1 Variabel Bebas	25
3.2.2 Variabel Terikat	26
3.2.3 Variabel Terkontrol.....	26
3.3 Skema Penelitian	26
3.4 Spesifikasi Alat dan Bahan	26
3.4.1 Alat Penelitian	26
3.4.2 Bahan Penelitian	30
3.5 Instalasi Penelitian	31
3.6 Prosedur Penelitian.....	32
3.6.1 Proses Pengelasan	33
3.6.2 Proses Pengujian Kekuatan Tarik	33
3.7 Rancangan Penelitian.....	34
3.7.1 Analisa Data.....	34
3.7.2 Analisa Grafik.....	35
3.8 Diagram Alir	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Uji Tarik Spesimen Las	37
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Hubungan Kecepatan Putar Terhadap Kekuatan Tarik.....	38
4.2.2 Analisa Foto Makro	41
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	halaman
Tabel 2.1.	Hasil <i>Axis Load</i> pada <i>Rotational Speed</i> dan <i>Travel Speed</i>	13
Tabel 2.2.	Material Properties Paduan Tembaga dan Penggunaannya	22
Tabel 2.3.	Sifat fisik dan sifat mekanik aluminium	23
Tabel 3.1.	Spesifikasi mesin Universal X6328B	28
Tabel 4.1.	Data Hasil Uji Tarik Spesimen Las	37
Tabel 4.2.	Data Hasil Uji Tarik Spesimen Las	37
Tabel 4.3.	Tabel Prosentase Normalisasi Kekuatan Tarik terhadap Kekuatan Tarik Logam Induk Aluminium Murni	38

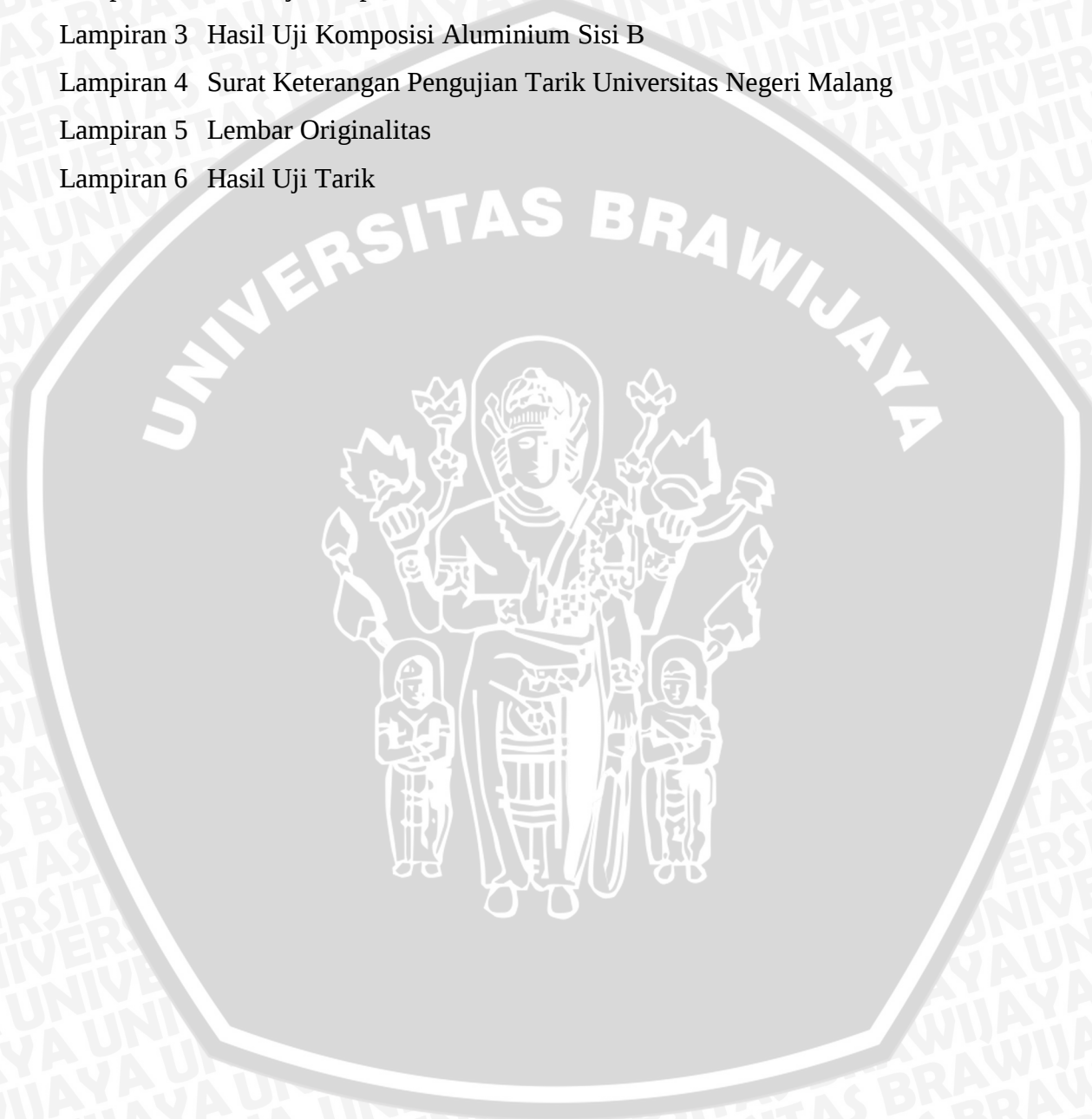


DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi Cara Pengelasan.....	7
Gambar 2.2	Skema <i>Friction Stir Welding</i>	8
Gambar 2.3	Pembagian daerah pengelasan pada FSW	9
Gambar 2.4	Jenis Sambungan pengelasan.....	10
Gambar 2.5	Gaya-gaya pada <i>Friction Stir Welding</i>	11
Gambar 2.6	Hubungan Tegangan dengan Regangan	15
Gambar 2.7	Metode <i>Offset</i>	16
Gambar 2.8	Hubungan Tegangan Regangan Rekayasa dan Sejati.....	17
Gambar 2.9	Fenomena Gesekan	19
Gambar 2.10	Konfigurasi <i>Shoulder</i> dan Pin.....	20
Gambar 3.1	Skema Penelitian.....	26
Gambar 3.2	Mesin Frais	27
Gambar 3.3	Mesin Uji Tarik.....	29
Gambar 3.4	Kunci Pas	30
Gambar 3.5	Dimensi <i>Tool</i> Pengelasan.....	31
Gambar 3.6	Dimensi Benda Kerja Sebelum di Las	31
Gambar 3.7	Instalasi Penelitian	32
Gambar 3.8	Dimensi Benda Kerja Uji Tarik	34
Gambar 3.9	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1	Hubungan Kecepatan Putaran <i>Spindle</i> Terhadap Kekutan Tarik Sambungan Las pada Aluminium dengan Tembaga Murni	39
Gambar 4.2	Kekuatan Tarik yang Dinormalisasi terhadap Logam Induk Aluminium Murni	40
Gambar 4.3	Foto Makro Spesimen Setelah Uji Tarik Putaran <i>Spindle</i> 1096 RPM .	41
Gambar 4.4	Foto Makro Spesimen Setelah Uji Tarik Putaran <i>Spindle</i> 1452 RPM .	41
Gambar 4.5	Foto Makro Spesimen Setelah Uji Tarik Putaran <i>Spindle</i> 1842 RPM .	42
Gambar 4.6	Foto Makro Spesimen Setelah Uji Tarik Putaran <i>Spindle</i> 2257 RPM .	42
Gambar 4.7	Foto Makro Spesimen Setelah Uji Tarik Putaran <i>Spindle</i> 2906 RPM .	43

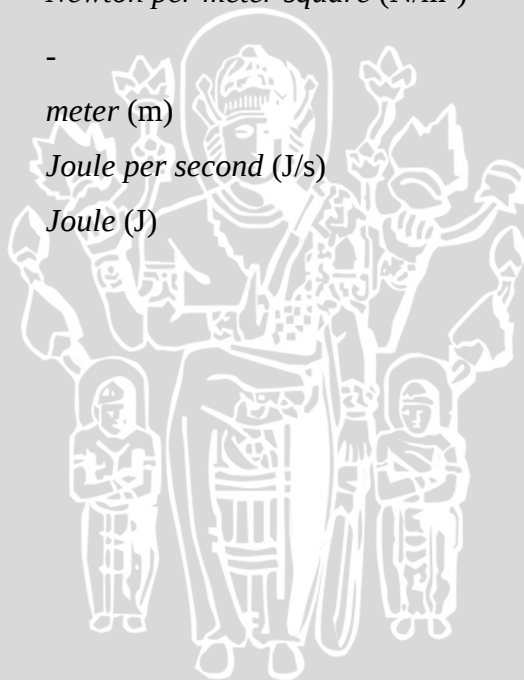
DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Hasil Uji Komposisi Tembaga
Lampiran 2	Hasil Uji Komposisi Aluminium Sisi A
Lampiran 3	Hasil Uji Komposisi Aluminium Sisi B
Lampiran 4	Surat Keterangan Pengujian Tarik Universitas Negeri Malang
Lampiran 5	Lembar Originalitas
Lampiran 6	Hasil Uji Tarik



DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Tegangan Tarik	<i>Newton per meter square</i> (N/m^2)	σ
Luas	<i>meter square</i> (m^2)	A
Gaya	<i>Newton</i> (N)	F
Energi Panas	<i>Calorie</i> (Cal)	Q
Kecepatan sudut	<i>radiant per second</i> (rad/s)	ω
Waktu	<i>second</i> (s)	t
Jari – jari	<i>meter</i> (m)	R
Tinggi	<i>meter</i> (m)	H
Tegangan Geser	<i>Newton per meter square</i> (N/m^2)	τ
Koefisien Gesek	-	μ
Jarak	<i>meter</i> (m)	s
Daya	<i>Joule per second</i> (J/s)	P
Usaha	<i>Joule</i> (J)	W



RINGKASAN

M. Kautsar Harish, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2016, Pengaruh Putaran *Spindle* Terhadap Kekuatan Tarik Aluminium dan Tembaga Murni *Butt Joint Friction Stir Welding*, Dosen Pembimbing : Djarot B. Darmadi dan Bayu Satriya Wardhana

Friction Stir Welding pertama kali dikenalkan oleh *The Welding Institute* (TWI) pada tahun 1991 di Inggris. *Friction Stir Welding* merupakan salah satu dari beberapa *welding method* yang menggunakan fase *solid-state* atau dapat juga dibilang sebagai fase *intermetallic* dari material yang tidak pada lazimnya dipakai dalam menyambungkan logam. *Friction stir welding* (FSW) mulai banyak dikembangkan karena merupakan metode yang dapat menyambungkan dua buah material yang berbeda jenis. Untuk saat ini metode FSW terus dikembangkan agar nantinya didapatkan hasil pengelasan yang optimal, maka dari itu penelitian ini dibuat dan dikhususkan untuk mencari parameter pengelasan yang sesuai untuk menyambungkan material yang berbeda.

FSW mempunyai beberapa parameter yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan antara lain : putaran *spindle*, kecepatan pengelasan, dimensi dan bentuk *tool*, gaya normal, kemiringan *tool*, kedalaman shoulder. Penelitian ini menggunakan sambungan *butt joint* dengan material aluminium dan tembaga murni dengan parameter permesinan yakni kecepatan *spindle* 1096 rpm; 1452 rpm; 1842 rpm; dan 2257 rpm; 2906 rpm. Dengan kecepatan pengelasan 74 mm/min, kemiringan 2°, bentuk *tool* kerucut, dimensi spesimen 80x125x3 mm.

Dari hasil pengujian tarik, didapatkan bahwa kecepatan putaran *tool* mempengaruhi hasil kekuatan tarik. Pada putaran 1096 rpm sampai dengan 1452 rpm mengalami kenaikan, pada putaran 1096 rpm memiliki kekuatan tarik rata – rata sebesar 43.55 Mpa dan pada putaran 1452 rpm kekuatan tarik rata – rata sebesar 61.72 MPa. Juga pada hasil didapatkan nilai kekuatan tarik pada putaran 1842 rpm sebesar 44.80 MPa, serta semakin turun pada putaran 2257 rpm dan 2906 rpm masing – masing nilai kekuatan tarik rata – ratanya sebesar 39.47 MPa dan 30.39 MPa. Sedangkan pada foto mikro juga menjelaskan bahwa pada rpm 1452 rpm terlihat perubahan dimensi yang dimana menandakan terjadi kemuluran pada daerah sambungan las, serta pada putaran 2257 rpm dan 2906 rpm terjadi *void* didalam sambungan las dimana hal ini dapat menyebabkan *initial crack* yang mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan tarik.

Kata Kunci: *Friction Stir Welding*, *Dissimilar Metal*, *butt joint*, Kecepatan Putaran *Spindle*, Aluminium Murni, Tembaga Murni, Kekuatan Tarik.

SUMMARY

M. Kautsar Harish, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, November 2016, The Influence of Spindle speed on Tensile Strength of Aluminium and Copper Friction Stir Welding Butt Joint, the advisors : Djarot B. Darmadi and Bayu Satriya Wardhana*

Friction Stir Welding first introduced by The Welding Institute (TWI) in 1991 in the UK. Friction Stir Welding is one of the few welding method that use solid-state phase or it can also be considered as an intermetallic phase of a material that is not in the usual used in joining metal. Friction stir welding (FSW) began much developed as a method to joint two or more different material types. For now FSW methods continue to be developed in order to eventually obtain optimum welding results, therefore this research was made and devoted to the search for the appropriate welding parameters to connect different materials.

Friction Stir Welding has several parameters that can affected the results of the joining, among others: spindle rotation, welding speed, dimensions and shape of the tool, the normal force, the slope of the tool, the depth of the shoulder. This study using a butt joint of pure aluminum and pure copper material with the welding parameters tool rotational speed 1096 rpm; 1452 rpm; 1842 rpm; and 2257 rpm; 2906 rpm. The welding speed at 74 mm / min, the slope at 2°, the tool shape is cone, the specimen dimensions 80x125x3 mm.

From the tensile test results, it was found that the spindle rotation speed or tool rotational speed affect the results of tensile strength. In round 1096 rpm to 1452 rpm tensile strength was increased, on 1096 rpm rotation has the tensile strength with the average at 43.55 MPa and on 1452 rpm rotation tensile strength with the average at 61.72 MPa. And also the results of tensile strength values at 1842 rpm rotation obtained 44.80 MPa, and getting down at tool rotational speed 2257 rpm and 2906 rpm respectively each average value of tensile strength at 39.47 MPa and 30.39 MPa. While the macrophotograph also explained that at rpm 1452 rpm noticeable that dimensions was change where it can showed that elongation occurred in the area of welded joints, as well as on rotation 2257 rpm and 2906 rpm void was happened in the welded joints where it can caused initial crack resulting decreased the value of tensile strength.

Keywords: Friction Stir Welding, Dissimilar Metal, butt joint, Rotation Spindle Speed, Pure Aluminium Pure Copper, Tensile Strength.