

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Pengaruh Sudut Chamfer Satu Sisi Dan Burn-Off Length Terhadap Kekuatan Tarik Pada Sambungan Las Gesek Dissimilar A6061-ST41**" ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini bisa terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, bimbingan dan doa dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini :

1. Bapak Dr. Eng Nurkholis Hamidi St., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Mesin.
2. Bapak Purnami, ST., MT. selaku sekretaris Jurusan Mesin.
3. Ibu Dr. Eng Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Mesin.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, Msc.Cse selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Produksi dan sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan, bimbingan, pengetahuan dan motivasi untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, ilmu, masukan dan banyak motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Jurusan Teknik Mesin.
7. Kedua orang tua tercinta dan tersayang, bapak Lukman Hadi dan ibu Nurul Faiziah yang tidak pernah henti mendoakan dan memberikan semangat kepada saya, semoga kedua orang tua saya diberikan kesehatan selalu dan dalam lindungan-Nya.
8. Adik-adikku Bariq Bagawanta dan Kara Mira Khairunisa atas semangat dan doanya.
9. Keluarga Besar Laboratorium Proses Produksi I, Bapak Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium dan rekan-rekan asisten terima kasih atas fasilitas dan dukungan yang diberikan.



10. Saudara-saudaraku Teknik Mesin angkatan 2011 yang telah berjuang bersama selama perkuliahan hingga menyelesaikan kuliah, semoga selalu diberikan kemudahan dalam segala urusan. *Solidarity Forever!!!*
11. Saudaraku Alfaj, Bastian, Chandra, Dewantoro, Ferdiantara, Reza, Rifan, Nofan, Yani dan Zuhri atas segala dukungan dan bantuannya semoga selalu diberikan kelancaran dalam segala hal dan tetap semangat.
12. Azizah Putri yang selalu sabar mensupport dan memberi semangat kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis demi kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Aamiin

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN.....	x

BAB I PENDAHULUAN	1
--------------------------------	---

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penilitian	4
1.5 Manfaat Penilitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
-------------------------------------	---

2.1 Penilitian Sebelumnya	5
2.2 Aluminium.....	6
2.2.1 Sifat-sifat Aluminium	6
2.2.2 Sifat Mampu Las Aluminium	8
2.2.3 Paduan Al-Mg-Si	9
2.3 Baja.....	11
2.3.1 Sifat-sifat Baja	12
2.3.2 Baja ST 41	13
2.4 Pengelasan	13
2.4.1 Pengertian Las	13
2.4.2 Klasifikasi Pengelasan.....	13
2.5 Friction Welding.....	14
2.5.1 <i>Inertia Friction Welding</i>	14
2.5.1 <i>Continuous Drive Friction Welding</i>	15



2.5.2	<i>Linear Friction Welding</i>	17
2.6	<i>Burn of Length</i>	17
2.7	Daerah <i>Heat Affected Zone</i> (HAZ)	18
2.8	Pengujian Tarik	18
2.9	Energi Pengelasan Pada Proses <i>Friction Welding</i>	20
2.10	Hipotesis	22
BAB III METODOLOGI PENILITIAN		23
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2	Variabel Penelitian	23
3.2.1	Variabel Bebas	23
3.2.2	Varibel Terikat	23
3.2.3	Variabel Terkontrol	24
3.3	Spesifikasi Alat dan Bahan	24
3.3.1	Spesifikasi Alat	24
3.3.2	Bahan	27
3.3.3	Dimensi Spesimen	28
3.4	Instalasi Penelitian	30
3.5	Prosedur Penilitian	31
3.5.1	Pengelasan Gesek	31
3.5.2	Penentuan <i>Burn of Length</i>	32
3.5.3	Pemberian Gaya Tekan	32
3.5.4	Pengujian Kekuatan Tarik	33
3.6	Rancangan Hasil Penilitian	33
3.6.1	Analisa Data	33
3.6.2	Analisa Grafik	34
3.7	Diagram Alir Penilitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	35
4.2	Pembahasan	36
4.2.1	Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik pada <i>burn-off length</i> 10 mm	36
4.2.2	Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik pada <i>burn-off length</i> 15 mm	38

4.2.3	Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik pada <i>burn-off length</i> 20 mm	39
4.2.4	Hubungan antara variasi sudut <i>chamfer</i> satu sisi dan <i>burn-off length</i> terhadap kekuatan tarik sambungan las	40
4.2.5	Analisa Foto Makrostruktur pada Sambungan Las.....	42
4.2.6	Hasil Pengujian Kekerasan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

NO HALAMAN	JUDUL
Tabel 2.1	Komposisi kimia berdasarkan berat A6061
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Paduan pada Al-Mg-Si
Tabel 3.1	Komposisi Kimia Paduan A6061
Tabel 3.2	Komposisi Baja St 41
Tabel 3.3	Jumlah Spesimen
Tabel 3.4	Rancangan Data Hasil Pengujian Tarik.....
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Tarik
Tabel 4.2	Data Nilai Kekerasan Pada Spesimen Dengan Kekuatan Tarik Tertinggi ..45
Tabel 4.3	Data Nilai Kekerasan Pada Spesimen Dengan Kekuatan Tarik Tertinggi ..46



DAFTAR GAMBAR

NO	JUDUL	HALAMAN
	Gambar 2.1 Diagram fase <i>Pseudo-binary</i> pada paduan Al-Mg-Si.....	10
	Gambar 2.2 Parameter <i>Inertia Friction Welding</i>	15
	Gambar 2.3 Proses Continuous Drive Friction Welding.....	15
	Gambar 2.4 Pemilihan parameter dengan waktu untuk ketiga fase dari las gesek.....	16
	Gambar 2.5 Skema Proses <i>Linear Friction Welding</i>	17
	Gambar 2.6 Daerah <i>zpl</i> , <i>zpd</i> dan <i>zud</i>	18
	Gambar 2.7 Diagram Tegangan-Regangan	19
	Gambar 2.8 Spesimen Uji Tarik	20
	Gambar 2.9 Permukaan gesek	21
	Gambar 3.1 Skema pemberian Gaya Awal dan Gaya Tekan Akhir.....	24
	Gambar 3.2 Stopwatch	24
	Gambar 3.3 Jangka Sorong.....	25
	Gambar 3.4 Mesin Bubut Tipe KRISBOW KW16-485	25
	Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik	26
	Gambar 3.6 Kamera.....	26
	Gambar 3.7 Mesin Bubut untuk Pengelasan	27
	Gambar 3.8 <i>Power Hacksaw</i>	27
	Gambar 3.9 Bentuk dan dimensi benda kerja.....	28
	Gambar 3.10 Dimensi Spesimen Tanpa <i>Chamfer</i>	29
	Gambar 3.11 Dimensi Spesimen dengan sudut <i>chamfer</i> 30^0	29
	Gambar 3.12 Dimensi Spesimen dengan sudut <i>chamfer</i> 45^0	29
	Gambar 3.13 Dimensi Spesimen dengan sudut <i>chamfer</i> 60^0	29
	Gambar 3.14 Skema Alat Pengelasan Gesek.....	30
	Gambar 3.15 Skema Penentuan <i>Burn of Length</i>	32
	Gambar 3.16 Spesimen Uji Tarik	31
	Gambar 3.17 Skema Grafik Hubungan <i>burn-off length</i> dan sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik sambungan las	33
	Gambar 3.18 Alur Penelitian	34
	Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik sambungan las pada <i>burn of length</i> 10 mm.....	37



Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik sambungan las pada <i>burn of length</i> 15 mm	38
Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik sambungan las pada <i>burn of length</i> 20 mm	39
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara sudut <i>chamfer</i> terhadap kekuatan tarik pada variasi <i>burn of length</i> 10 mm, 15 mm dan 20 mm	40
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara <i>burn of length</i> terhadap kekuatan tarik pada variasi sudut <i>chamfer</i>	40
Gambar 4.6 Hasil foto makrostruktur dengan nilai kekuatan tarik tertinggi pada sudut <i>chamfer</i> 30^0 dan <i>burn-off length</i> 15 mm.....	42
Gambar 4.7 Hasil foto makrostruktur dengan nilai kekuatan tarik terendah pada sudut <i>chamfer</i> 0^0 dan <i>burn-off length</i> 10mm	43
Gambar 4.8 Foto makrostruktur pada saat pengambilan titik hasil pengelasan gesek dengan kekuatan tarik tertinggi pada sudut <i>chamfer</i> 30^0 dan <i>burn of length</i> 15 mm44	
Gambar 4.9 Foto makrostruktur pada saat pengambilan titik hasil pengelasan gesek dengan kekuatan tarik tertinggi pada sudut <i>chamfer</i> 0^0 dan <i>burn of length</i> 10 mm45	



DAFTAR LAMPIRAN

NO	JUDUL
Lampiran 1	Spesimen Sebelum Pengelasan
Lampiran 2	Spesimen Setelah Pengelasan
Lampiran 3	Spesimen Uji Tarik
Lampiran 4	Grafik Tegangan Regangan
Lampiran 5	Grafik Heat Input
Lampiran 6	Tabel Hasil Pengujian Komposisi
Lampiran 7	Pengujian Tarik



RINGKASAN

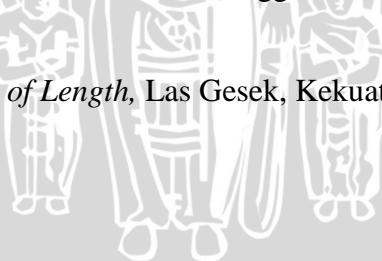
Faldi Hadyan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, Pengaruh Sudut *Chamfer* Satu Sisi Dan *Burn-Off Length* Terhadap Kekuatan Tarik Pada Sambungan Las Gesek Dissimilar A6061-ST41, dosen Pembimbing: Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., MT.dan Ir. Tjuk Oerbandono, Msc.Cse.

Ada berbagai proses yang digunakan dalam penggunaan aluminium dan baja St 41 dalam dunia industri, salah satunya adalah proses penyambungan atau pengelasan. Metode pengelasan salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekuatan tarik pada sambungan las dissimilar antara Al6061-St41.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *true experimental* nyata dan langsung pada objek yang akan diteliti yaitu pengelasan gesek. Metode ini dipakai agar bisa mengetahui secara langsung pengaruh sudut chamfer satu sisi dan *burn-off length* terhadap kekuatan tarik pada sambungan las gesek dissimilar A6061 – St41. Variasi yang digunakan adalah sudut chamfer sebesar 0° , 30° , 45° dan 60° , serta *burn-off length* sebesar 10mm, 15mm dan 20mm. Putaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1600 rpm dengan gaya tekan awal sebesar 10 N/mm^2 dan gaya tekan akhir sebesar 20 N/mm^2 . Bentuk spesimen adalah silinder dengan diameter spesimen sebesar 18 mm. Setelah proses pengelasan akan dilakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik untuk mengetahui nilai kekuatan tarik pada sambungan las.

Setelah proses pengelasan gesek selesai dilakukan, lalu spesimen akan diuji tarik. Dari analisis dengan uji tarik didapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sudut 30° pada *burn of length* 15 mm sebesar 197.9598 N/mm^2 dan kekuatan tarik terendah terdapat pada sudut 0° pada B.O.L 10 mm sebesar 139.4766 N/mm^2 . Hal ini terlihat bahwa semakin kecilnya permukaan bidang kontak akan menyebabkan semakin besarnya nilai kekuatan tarik karena heat input yang didapat semakin kecil sehingga luas daerah HAZ akan semakin kecil pula dan menyebabkan semakin tinggi nilai kekuatan tariknya.

Kata Kunci : Sudut *Chamfer*, *Burn of Length*, Las Gesek, Kekuatan Tarik , A6061, ST41



DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials. 2004. Standard Test Method for Torsion at Room Temperature, ASTM Designation E143. Annual Book of ASTM Standards. Vol. 03.01. pp 338-342.
- American Welding Society B4.0;2007. Standard Methods for Mechanical Testing of Welds.
- Bhamji, Imran (2011). Solid state joining of metals by linear friction welding: A literature review. Manchester Materials Science Centre, University of Manchester, Cambridge.
- I.J. Polmear, 1995. "Light Alloys", E. Arnold, Hodder & Stoughton Ltd. Third edition, UK.
- Irawan, Y.S, dkk. 2012. Pengaruh Sudut Chamfer Dan Gaya Tekan Akhir Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas Sambungan Las Gesek Pada Paduan Al-Mg-Si. Jurnal Rekayasa Mesin III (1) : 293-298
- Irawan, Y.S, dkk. 2016. "Torsion Strength Of Continuous Drive Friction Weld Joint Of Round Bar Aluminium A6061 Affected By Single Cone Geometry Of Friction Area". Sustainable Energy and Advanced Materials 040010 : 1-7
- Irawan, Y.S, dkk. 2016. "Tensile Strength of Weld Joint Produced by Spinning Friction Welding of Round Aluminum A6061 with Various Chamfer Angles". Advanced Materials Research 576 : 761-765.
- Purwanto, H. 2012. *Diktat material Teknik*. Teknik mesin, Unwahas semarang.
- Rn, Shubhavardhan, Surendran S (2012). "Friction Welding To Join Dissimilar Metals", Department Of Ocean Engineering and IIT Madras, Chennai 600036, India
- Sahin, Mumin. 2010. "Friction Welding Of Different Materials". Faculty of Engineering and Arch. Mechanical Engineering Trakya University.
- Sahin, Mumin dkk. 2010. "Modelling of Friction Welding". Faculty of Engineering and Arch. Mechanical Engineering Trakya University.
- Spindler ,1994."What Industry Needs to Know About Friction Welding", Welding Journal, Indiana.
- Uday, M. B., M. N. Ahmad Fauzi, H. Zuhailawati, A. B. Ismail (2010). "Advance in Friction Welding Proses : a Review". Institute Of Materials, Minerals And Mining.

