

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Variasi Friction Time Terhadap Sifat Tarik Sambungan Friction Welding Dengan Panjang 3 mm Pada Aluminium Alloy 6061”** dengan baik dan lancar. Tidak lupa shalawat dan salam kami haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW.

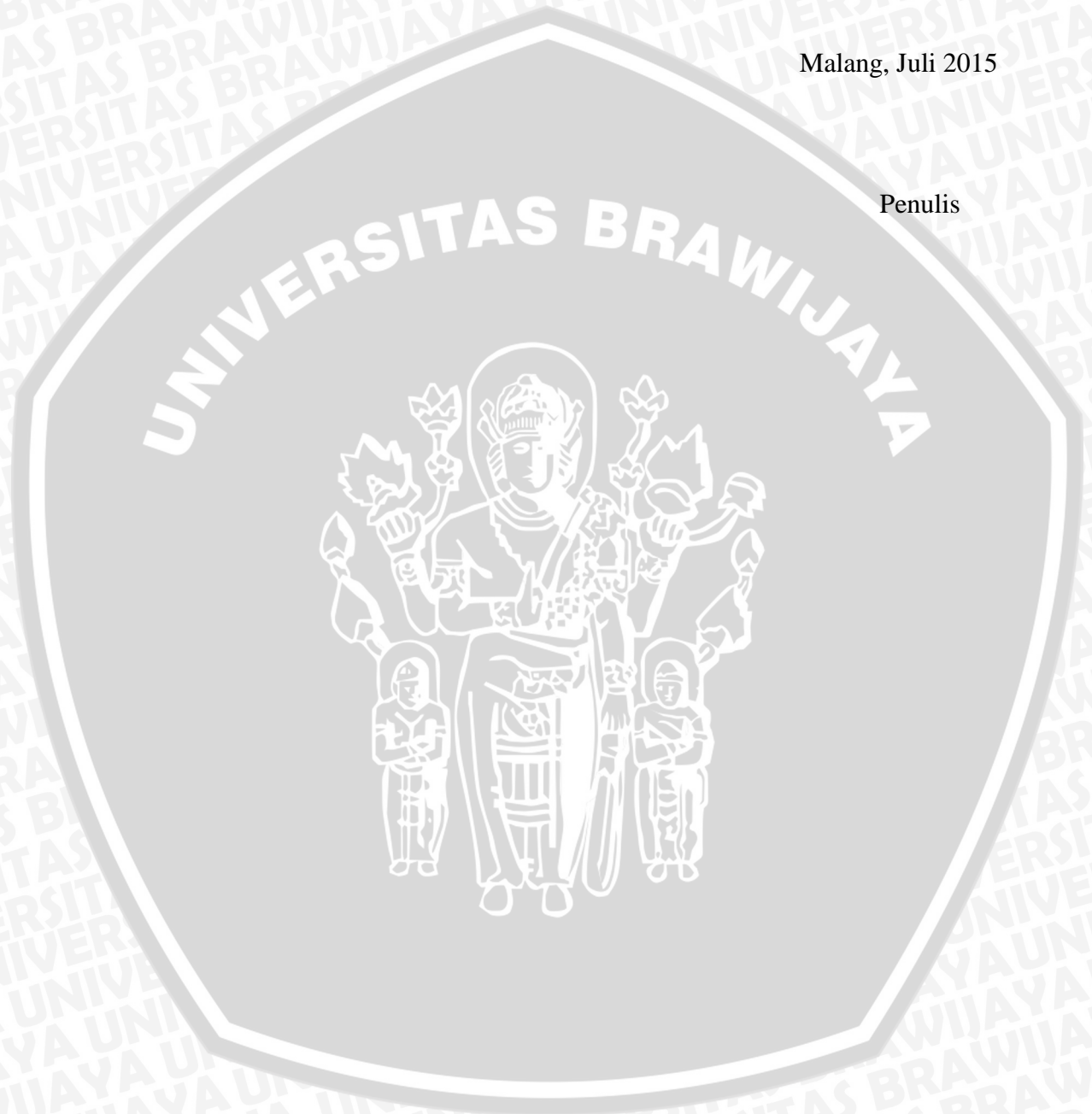
Penulis menyadari bahwa selama penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian skripsi ini:

- Bapak dan Ibuku, Kasturiyanto dan Supiyah, serta kakak dan adikku, Chandra ary wahyudi dan Fithra Zahra Noorahma atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang diberikan selama ini.
- Bapak Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng., Dr.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Purnami, ST., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
- Ibu Widya Wijayanti, ST., MT., Dr.Eng Selaku Kepala Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Bapak Dr.Eng Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng, selaku dosen pembimbing pertama yang tidak pernah lelah memberikan bimbingan, ilmu, arahan, dan motivasi untuk membangun skripsi ini
- Bapak Rudianto Raharjo, ST., MT, selaku dosen pembimbing kedua yang banyak meluangkan waktu memberikan arahan revisi dari skripsi ini.
- Putri Wahyuning Jati, yang senantiasa memberikan semangat motivasi maupun meluangkan menemani penulis mengerjakan skripsi ini.
- Yanuar dan Gigih, sebagai satu tim skripsi yang sudah banyak membantu dalam motivasi dan berdiskusi mengenai penyelesaian skripsi ini.
- Teman-teman Griya Shanta family house, yang selalu memberikan hiburan game di saat penulis suntuk dengan pengerjaan skripsi ini.
- Renata dan Aldo, selalu mengajak bermain DOTA di saat penulis kelelahan dalam pengerjaan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tuhan Ynag Maha Esa senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Saran dan kritik yang bersifat membangun penulis diharapkan dari pembaca ini semua pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, Juli 2015

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. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Macam-Macam Aluminium	4
2.3 Paduan AA 6061	6
2.4 Unsur Paduan Aluminium	6
2.5 Sifat Mampu Las Paduan Aluminium	7
2.6 Las Gesek (<i>Friction Welding</i>)	8
2.6.1 <i>Linear Friction Welding</i>	8
2.6.2 <i>Friction Stir Welding</i>	9
2.6.3 Kelebihan <i>Linier Friction Welding</i>	10
2.6.4 Aplikasi <i>Friction Welding</i>	11
2.7 Energi Pengelasan	11
2.7.1 Energi mekanik pada proses <i>friction welding</i>	11
2.8 <i>Heat Affected Zone (HAZ)</i>	14
2.9 Pengujian Kekuatan Tarik	14
2.10 Pengujian Makrostruktur	16
2.11 Pengujian Kekerasan	16
2.12 Pengujian Mikrostruktur	17

2.13 Hipotesis.....	18
---------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian	19
3.1.1 Variabel Bebas	19
3.1.2 Variabel Terikat.....	19
3.1.3 Variabel Terkontrol	19
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.3 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	20
3.3.1 Alat Yang Digunakan.....	20
3.3.2 Bahan Yang Digunakan.....	23
3.4 Skema Alat Pengelasan Gesek	24
3.5 Prosedur Penelitian.....	24
3.5.1 Pengelasan Gesek	24
3.5.2 Pengujian Kekuatan Tarik.....	25
3.5.3 Pengujian Makrostruktur.....	25
3.6 Rancangan Penelitian	26
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	28

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian Tarik	29
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Hasil Variasi <i>Friction Time</i> Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek Dengan Panjang Chamfer 3 mm	29
4.2.2 Hasil Pengujian Kekerasan Dengan Panjang <i>Chamfer</i> 3 mm.....	33
4.2.3 Hasil Foto Mikrostruktur Dengan Panjang <i>Chamfer</i> 3 mm	34
4.2.4 Hasil Variasi <i>Friction Time</i> Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Tanpa <i>Chamfer</i>	36
4.2.5 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i> Dengan Tanpa <i>Chamfer</i>	38
4.2.6 Hasil Foto Mikrostruktur Dengan Tanpa <i>Chamfer</i>	39
4.2.7 Hubungan Nilai Kekuatan Dengan Menggunakan <i>Chamfer</i> 3 mm dan Tanpa Menggunakan <i>Chamfer</i>	41



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA



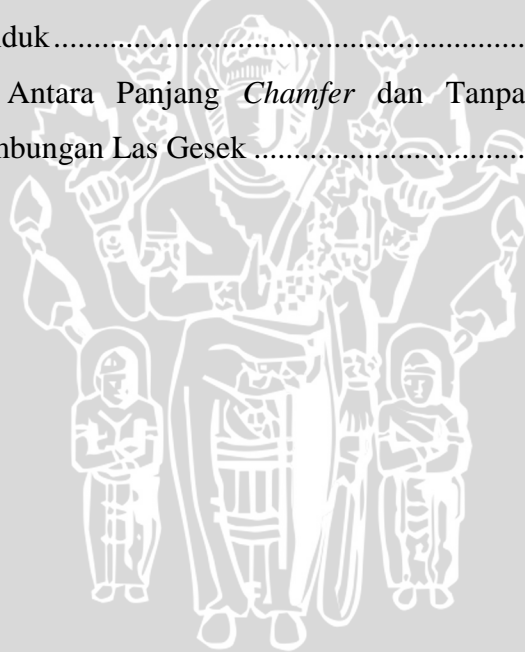
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia AA 6061.....	6
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Paduan AA 6061	6
Tabel 2.3 Sifat AA 6061	6
Tabel 2.4 Hubungan Ukuran Butir Dengan Diameter Butir (ASTM E-112).....	18
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Paduan Al-Mg-Si	23
Tabel 3.2 Hasil Uji Komposisi Al-Mg-Si	23
Tabel 4.1 Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek dengan Panjang <i>Chamfer</i> 3 mm	29
Tabel 4.2 Luasan Daerah Logam Las, <i>HAZ</i> , dan area porositas dengan panjang <i>chamfer</i> 3 mm	31
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> dengan panjang <i>chamfer</i> 3 mm	33
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Diameter Butir dengan Metode Planimetri	35
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Tarik Tanpa <i>Chamfer</i>	36
Tabel 4.6 Luasan Daerah Logam Las, <i>HAZ</i> , dan area porositas dengan tanpa <i>chamfer</i> ...	38
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> dengan tanpa <i>chamfer</i>	38
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Diameter Butir dengan Metode Planimetri	40

DAFTAR GAMBAR

2.1	Skema <i>Friction Welding</i>	8
2.2	Skema Proses <i>Friction Stir Welding</i>	9
2.3	Parameter <i>Friction Welding</i>	9
2.4	Aplikasi Las Gesek.....	11
2.5	<i>Friction Surface</i>	12
2.6	Mengukur Koefisien Gesek Aluminium	13
2.7	Grafik Hubungan Tegangan Regangan	15
2.8	Penampang Melintang dari <i>friction welding</i>	16
2.9	Indentor Piramid Intan Pada Metode <i>Vickers</i>	17
3.1	<i>Stopwatch</i>	20
3.1	Jangka Sorong	20
3.3	Mesin Bubut	21
3.4	Mesin Milling	21
3.5	Thermo Gun	21
3.6	Mesin Uji Tarik	22
3.7	<i>Micro Vickers Hardness Tester</i>	22
3.8	Kamera	23
3.9	Spesimen Uji	24
3.10	Skema Pengelasan Gesek.....	24
3.11	Spesimen Uji Tarik.....	25
3.12	Hasil Pemotongan spesimen Hasil Las.....	26
3.14	Titik Pengambilan Data Kekerasan	27
3.17	Diagram <i>Flowchart</i> Penelitian	28
4.1	Grafik Hubungan Variasi <i>Friction Time</i> Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek Dengan Panjang <i>Chamfer</i> 3 mm.....	30
4.2	Foto makrostruktur daerah pengelasan pada <i>friction time</i> 40 detik dengan panjang Panjang <i>chamfer</i> 3 mm.....	31
4.3	Foto makrostruktur daerah pengelasan pada <i>friction time</i> 60 detik dengan panjang <i>Chamfer</i> 3 mm.....	31
4.4	Foto mikrostruktur dengan pembesaran 500x dengan panjang <i>chamfer</i> 3 mm <i>friction time</i> 40 detik dengan daerah: (a) Daerah Las; (b) Daerah HAZ; (c) Daerah logam induk	34

4.5	Foto mikrostruktur dengan pembesaran 500x dengan panjang <i>chamfer</i> 3 mm <i>friction time</i> 60 detik dengan daerah: (a) Daerah Las; (b) Daerah HAZ; (c) Daerah logam induk.....	34
4.6	Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Friction Time</i> terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek Tanpa <i>chamfer</i>	37
4.7	Foto Makrostruktur Daerah Pengelasan Pada <i>frictin time</i> 40 detik tanpa <i>chamfer</i> ... 37	
4.8	Foto Makrostruktur Pada Daerah Pengelasan Tanpa <i>Chamfer</i> pada <i>friction time</i> 60 Detik.....	37
4.9	Foto mikrostruktur dengan pembesaran 500x dengan tanpa <i>chamfer</i> pada <i>friction time</i> 40 detik dengan daerah: (a) Daerah Las; (b) Daerah HAZ; (c) Daerah logam induk.....	39
4.10	Foto mikrostruktur dengan pembesaran 500x dengan tanpa <i>chamfer</i> pada <i>friction time</i> 60 detik dengan daerah: (a) Daerah Las; (b) Daerah HAZ; (c) Daerah logam induk.....	39
4.11	Grafik Hubungan Antara Panjang <i>Chamfer</i> dan Tanpa <i>Chamfer</i> Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek.....	41



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Keterangan Penelitian di Laboratorium Pengujian Bahan
- Lampiran 2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers
- Lampiran 3 Surat Keterangan Pengujian Tekan Pegas di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi
- Lampiran 4 Data Hasil Pengujian Konstanta Pegas
- Lampiran 5 Surat Keterangan Pengujian Tarik Aluminium
- Lampiran 6 *Calibration Certificate Universal Testing Machine*
- Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Tarik
- Lampiran 8 Hasil Uji Komposisi Al-Mg-Si
- Lampiran 9 Tabel Standar Ukuran Butir dan Perhitungan Jumlah Butir
- Lampiran 10 Data Temperatur Hasil *Friction Welding*



RINGKASAN

Teguh Aris Santoso, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2015, pengaruh variasi *friction time* terhadap sifat tarik sambungan *friction welding* dengan panjang *chamfer* 3 mm pada *aluminium alloy* 6061, dosen pembimbing: Yudy Surya Irawan dan Rudianto Raharjo.

Teknik pengelasan merupakan metode proses penyambungan untuk bermacam-macam material dalam industri manufaktur. *Friction welding* termasuk salah satu teknik pengelasan yang menggunakan prinsip gesekan dan panas. Teknik ini merupakan salah satu solusi untuk proses penyambungan logam aluminium yang memiliki kelemahan dalam proses penyambungan dengan pengelasan listrik maupun gas. Dalam proses pengelasan, panas yang terjadi disebabkan konversi dari energi mekanik menjadi energi termal antar permukaan yang bergesekan dimana salah satu berotasi dan yang benda lainnya diberi gaya tekan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik maksimal dari *friction welding* dengan *chamfer* 3mm. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh variasi *friction time* terhadap sifat mekanik kekuatan tarik sambungan las gesek Aluminium A6061 dengan panjang *chamfer* 3mm, dengan variasi *friction time* yang digunakan 40 detik, 45 detik, 50 detik, 55 detik, dan 60 detik. Dalam semua variasi *friction time*, terdapat pemberian gaya awal sebesar 150 kgf selama 3 detik kemudian masuk bagian *friction time*. Setelah itu pemberian gaya akhir sebesar 200 kgf pada saat putaran *chuck* dihentikan selama 3 detik kemudian di tahan selama 2 menit untuk pendinginan.

Hasil penelitian ini semakin lama waktu pengelasan akan mempengaruhi kekuatan tarik dari sambungan las. Kekuatan tarik maksimal pada waktu 40 detik dengan nilai 207,61 MPa, sedangkan kekuatan tarik terendah pada waktu pengelasan 60 detik dengan nilai 139,27 MPa.

Kata Kunci : *Friction Welding*, *Friction Time*, Kekuatan Tarik, Al-Mg-Si, Panjang *Chamfer*