

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Sudut Chamfer dan Upset Loading Terhadap Kekuatan Puntir Sambungan Innerside Friction Wealding Pada Transmission Shaft Motor Listrik”** ini dengan baik. 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 telah membantu penyelesaian skripsi ini:

- Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST. M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, Msc. Cse., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Teknik Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Prof. Dr. Ir. Pratikto., MMT. selaku dosen pembimbing Pertama yang banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, dan arahan yang membangun bagi penulis.
- Bapak Mudji, selaku laboran Lab. Proses Produksi I Universitas Brawijaya yang banyak membantu dalam penelitian sehingga terselesaikannya skripsi ini.
- Bapak Suhartono, selaku laboran Lab. Proses Produksi II Universitas Brawijaya yang banyak membantu dalam penelitian sehingga terselesaikannya skripsi ini.
- Bapak Rofik, selaku laboran Lab pengujian bahan di politeknik negeri malang yang banyak membantu dalam penelitian sehingga terselesaikannya skripsi ini.

Saran dan kritik yang bersifat membangun penulis harapkan dari pembaca dan semua pihak. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembacanya. Amin.

Malang, Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vi
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1. Penelitian Sebelumnya .....	3
2.2. Aluminium .....	3
2.2.1 Sifat-sifat Aluminium .....	4
2.2.2 Paduan Aluminium .....	5
2.3. Pengaruh Unsur Paduan .....	5
2.4. Sifat Mampu Las Aluminium .....	6
2.5. Paduan Al-Mg-Si .....	7
2.6. Pengelasan .....	8
2.7. Las Gesek .....	11
2.7.1 <i>Stir Friction Welding</i> .....	11
2.7.2 <i>Linear Friction Welding</i> .....	11
2.7.3 <i>Innerside Friction Welding</i> .....	12
2.8. Kelebihan dan Kekurangan Las Gesek .....	13
2.9. <i>Upset Loading</i> .....	13
2.10. <i>Chamfer</i> .....	14
2.11. Pengujian Sambungan Las .....	14
2.12. Aplikasi Pengelasan Gesek .....	18
2.13. Hipotesis .....	19

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	20
3.1. Metode Penelitian.....	20
3.2. Variabel Penelitian.....	20
3.2.1. Variabel Bebas .....	20
3.2.2. Variabel Terikat.....	20
3.2.3 Variabel Kontrol.....	20
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.4 Alat dan Bahan yang Digunakan .....	21
3.4.1 Alat yang Digunakan.....	21
3.4.2 Bahan yang Digunakan.....	24
3.5 Dimensi Benda Kerja .....	24
3.6 Skema Pengelasan Gesek .....	24
3.7 Prosedur Penelitian.....	25
3.7.1 Prosedur Pengelasan Gesek.....	25
3.7.2 Pengujian Kekuatan Puntir.....	25
3.7.3 Prosedur Pengujian Kekuatan Puntir.....	25
3.8 Rancangan Penelitian .....	26
3.8.1 Uji Kecukupan Data Observasi .....	27
3.8.2 Analisis Varian Dua Arah.....	28
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
4.1. Data Hasil Pengujian.....	34
4.1.1 Data Pengujian Nilai torsi.....	34
4.2. Analisa Statistik .....	35
4.2.1 Analisa Varian Dua Arah.....	38
4.3 Pembahasan Grafik .....	40
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	42
5.1. Kesimpulan.....	43
5.2. Saran.....	43

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sifat Aluminium Paduan Al-Mg-Si	8
Tabel 3.1	Komposisi Kimia Paduan Al-Mg-Si	24
Tabel 3.2	Rancangan Penelitian	26
Tabel 3.3	Rancangan Uji Kecukupan Data Observasi	27
Tabel 3.4	Analisis Ragam Klasifikasi Dua Arah dengan Interaksi	29
Tabel 3.5	Analisis Varian Dua Arah	32
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Torsi (N.m)	34
Tabel 4.2	Data Pengujian Kecukupan Data Observasi Torsi (N.m)	35
Tabel 4.3	Analisa Varian Dua Arah	39

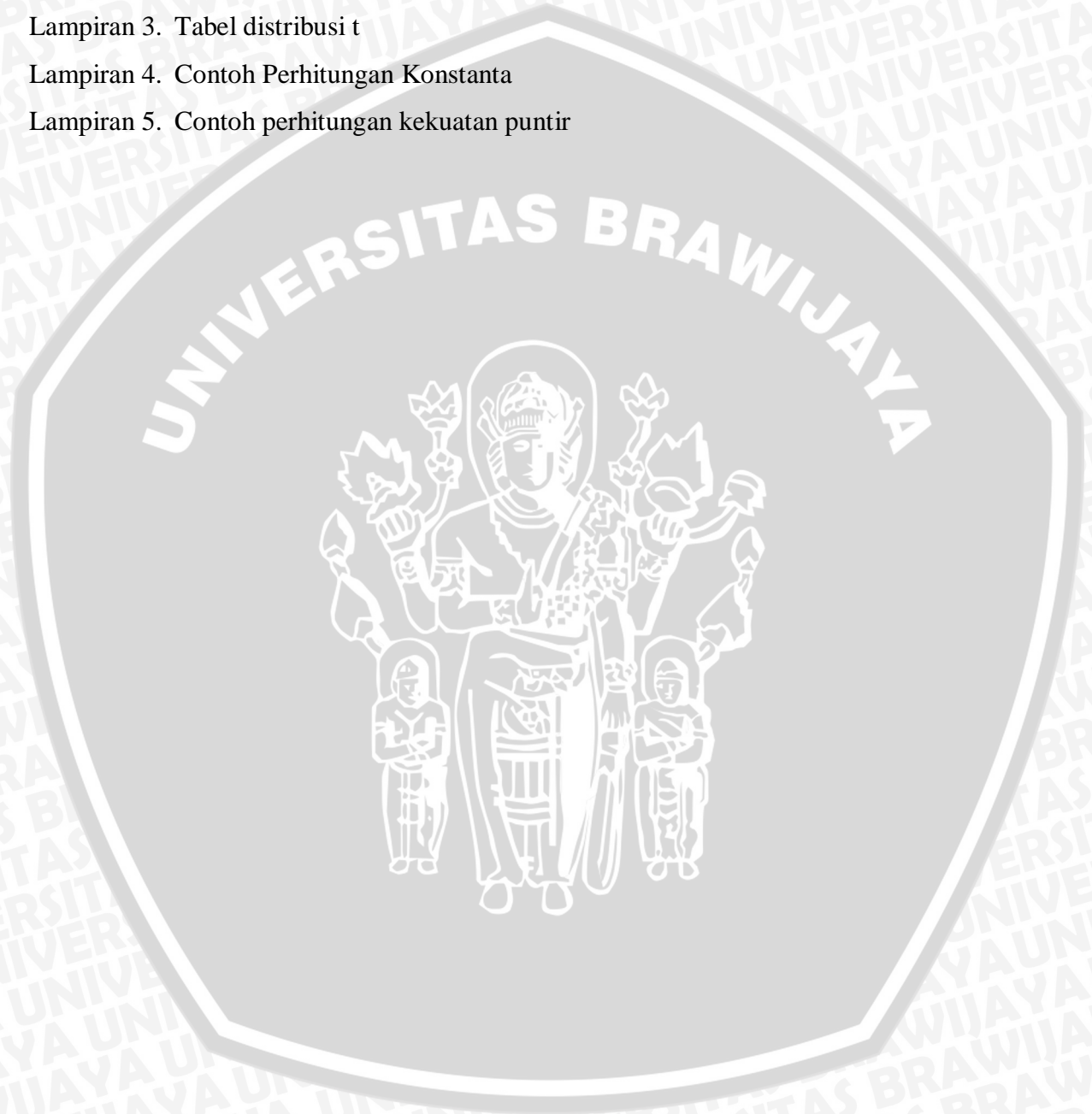


## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Fase Magnesium-Silikon pada Paduan Aluminium	7
Gambar 2.2	Klasifikasi Pengelasan	10
Gambar 2.3	<i>Stir Friction Welding</i>	11
Gambar 2.4	<i>Linear Friction Welding</i>	12
Gambar 2.5	<i>Innerside Friction Welding</i>	12
Gambar 2.6	Proses <i>Upset Loading</i> pada Pengelasan Gesek	13
Gambar 2.7	Geometri <i>Chamfer</i>	14
Gambar 2.8	Pengujian puntir pada benda uji silinder pejal	15
Gambar 2.9	Diagram momen puntir-sudut puntir	16
Gambar 2.10	Keadaan tegangan pada benda uji silinder pejal yang mengalami momen puntir	17
Gambar 2.11	Jenis kegagalan material dalam pembuatan puntir : (a) <i>Brittle failure</i> (b) <i>Ductile failure</i>	17
Gambar 2.12	Aplikasi las gesek pada paduan Al-Mg-Si	19
Gambar 3.1	<i>Stopwatch</i>	21
Gambar 3.2	Jangka Sorong	21
Gambar 3.3	Mesin Bubut	21
Gambar 3.4	Mesin Milling	22
Gambar 3.5	Mesin Sekrap	22
Gambar 3.6	Kamera Digital	23
Gambar 3.7	Mesin Pengujian Puntir	23
Gambar 3.8	Gergaji Mesin	23
Gambar 3.9	Alat Bantu Cekam	24
Gambar 3.10	Dimensi Benda Kerja	24
Gambar 3.11	Skema Alat Pengujian gesek	24
Gambar 3.12	Spesimen Pengujian Puntir	25
Gambar 4.1	Hasil Pengelasan Gesek	34
Gambar 4.2	Grafik Hubungan antara sudut <i>chamfer</i> dan <i>torsi</i> terhadap Kekuatan Puntir Rata-Rata Sambungan <i>Innerside Friction Welding</i> Al-Mg-Si	40
Gambar 4.3	Foto makrostruktur sambungan <i>innerside friction wealding</i> dengan variasi sudut <i>chamfer</i> 20° dan <i>upset loading</i> 180 kgf	40
Gambar 4.4	Foto makrostruktur sambungan <i>innerside friction wealding</i> dengan variasi sudut <i>chamfer</i> 20° dan <i>upset loading</i> 160 kgf	41

**DAFTAR LAMPIRAN**

- | No          | Judul  |
|-------------|--|
| Lampiran 1. | Komposisi Kimia Paduan   |
| Lampiran 2. | Tabel distribusi $F ( \alpha; v_1; v_2 )$ untuk $\alpha = 5\%$ |
| Lampiran 3. | Tabel distribusi t   |
| Lampiran 4. | Contoh Perhitungan Konstanta                                   |
| Lampiran 5. | Contoh perhitungan kekuatan puntir                             |



## DAFTAR SIMBOL

Besaran dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Berat	Newton atau N	$W$
Energi	Joule atau J	$E$
Gaya	Kilogram force atau kgf	$F$
Luas penampang	Milimeter persegi atau $\text{mm}^2$	$A$
Massa	Kilogram atau kg	$m$
Panjang	Milimeter atau mm	$l$
Putaran	Rotasi per menit atau rpm	$n$
Sudut	Derajat atau $^\circ$	$\alpha$
Temperatur	Derajat celcius atau $^\circ\text{C}$	$T$
Waktu	Detik atau s	$t$
Jumlah variasi		$k$
Jumlah pengulangan		$n$
Jumlah data yang diambil		$N$
Standar deviasi		$\Delta$



## RINGKASAN

**Toto Susilo**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2012, Pengaruh Sudut *Chamfer* dan *Upset Loading* Terhadap Kekuatan Puntir Sambungan *Innerside Friction Wealding* Pada *Transmission Shaft* Motor Listrik, Dosen Pembimbing: Pratikto.

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam dunia industri untuk menggantikan penggunaan baja, karena Aluminium mempunyai berat jenis lebih ringan dari pada baja. Namun karena aluminium memiliki panas jenis dan daya hantar panasnya tinggi maka terdapat kesulitan dalam penyambungan aluminium apabila menggunakan *fusion welding* (pengelasan cair). Dalam perkembangannya terdapat beberapa metode pengelasan yang digunakan untuk menyambung aluminium, salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*). Pengelasan gesek (*friction welding*) merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding* (pengelasan cair). Permasalahan yang akan diteliti adalah bagaimana pengaruh sudut *chamfer* dan *upset loading* terhadap kekuatan Puntir pada sambungan *innerside friction welding* pada paduan Al-Mg-Si.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental sejati (*True Experimental Research*) dengan parameter yang dipakai adalah sudut *chamfer* 15°; 20°; 25°; dan 30°, sementara *upset loading* yang digunakan 160 kgf; 180 kgf; dan 200 kgf sebagai variabel bebas, kekuatan puntir sebagai variabel terikat dan variabel terkontrol yang digunakan adalah putaran *spindle* 1600 rpm, waktu pengelasan 2 menit dan *holding* selama 2 menit.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut *chamfer* dan *upset loading* berpengaruh terhadap kekuatan puntir sambungan *innerside friction welding*. Kekuatan puntir terbesar dihasilkan oleh produk dengan sudut *chamfer* 20° dengan *upset loading* 180 kgf sebesar 33,35 N.m. Sedangkan kekuatan puntir terendah dihasilkan oleh produk dengan sudut *chamfer* 30° dengan *upset loading* 160 kgf sebesar 13,9302 N.m. Hal ini dikarenakan semakin sempit luas permukaan kontak sambungan las maka kekuatan puntirnya akan menurun, karena semakin sempitnya permukaan kontak benda kerja yang saling bergesekan pada saat terjadinya pengelasan. Seiring bertambahnya nilai *upset loading*, maka kekuatan puntirnya cenderung menurun. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai *upset loading* maka tekanan yang dihasilkan semakin besar sehingga panas yang dihasilkan semakin tinggi sehingga menurunkan daya tarik antar butiran logam yang akan mempengaruhi kekuatan puntir dari Al-Mg-Si.

**Kata Kunci:** Sudut *Chamfer*, *Upset Loading*, *Innerside Friction Welding*, Kekuatan Puntir, Al-Mg-Si