

SKRIPSI

**PENGARUH BENTUK *PIN TOOL* TERHADAP KEKUATAN
SAMBUNGAN LAS PADA PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING*
DISSIMILAR ALUMINIUM SERI 1XXX SEBAGAI *RETREATING* DAN
ALUMINIUM SERI 5XXX SEBAGAI *ADVANCING***

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

EKO ADE HARI WIBOWO

20140130015

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Eko Ade Hari Wibowo**

NIM : **20140130015**

Dengan ini menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul: **PENGARUH BENTUK *PIN TOOL* TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING DISSIMILAR* ALUMINIUM SERI 1xxx SEBAGAI *RETEATING* DAN ALUMINIUM SERI 5xxx SEBAGAI *ADVANCING*** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan pada instansi apapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 12 Oktober 2018

Yang menyatakan



Eko Ade Hari Wribowo
20140130015

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih dan lagi maha penyayang”

Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Ku persembahkan karya tulis tugas akhir ini untuk orang yang saya cintai dan saya sayangi.

“Bapak dan Ibu tercinta”

Teristimewa Bapak Sakiran dan Ibu Surati tercinta, terkasih, tersayang, pahlawan dan malaikat dalam hidupku. Kupersembahkan karya tulis yang sangat sederhana ini kepada Bapak dan Ibu tercinta yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan, nasihat, do’a dan kasih sayang yang tiada tara. Namun ini hanyalah sebuah kado kecil yang dapat ku berikan dari bangku kuliah ini yang tiada setara dengan pengorbanan yang telah dilakukan untuk membahagiakan anakmu ini. Semoga dengan selesainya karya tulis ini menjadi langkah awal dimana aku dapat membuat bapak dan ibu bangga.

MOTTO

*“Barang Siapa Yang Keluar Rumah Untuk Menuntut
Ilmu, Berarti Dia Berada Di Jalan Allah Hingga
Pulang”*

(H.R. Turmudji)

*“Ilmu Bukan Sekedar Dihafal, Tapi Ilmu Adalah Yang
Bermanfaat”*

(Imam Syafi'i)

*“Jika Kalian Bersyukur, Maka Allah Sungguh Akan
Menambah Nikmat Bagi Kalian”*

(QS: Ibrahim 7)

*“Jadilah Seseorang Yang Lebih Baik Dari Orang-Orang
Yang Sudah Baik”*

(Babeh Sakiran)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Pengelasan	8
2.2.2 Jenis Pengelasan Secara <i>Solid State Welding</i>	8
2.2.3 Pengertian <i>Friction Stir Welding</i>	10
2.2.3.1. Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i>	13
2.2.4 Siklus Proses <i>Friction Stir Welding</i>	15
2.2.5 Parameter Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i>	16
2.2.6 Desain <i>Welding Tool</i>	17
2.2.7 <i>Depth Of Weld</i> dan Kemiringan <i>Tool</i>	19

2.2.8 Gaya pada <i>Friction Stir Welding</i>	19
2.3 Keuntungan dan Aplikasi <i>Friction Stir Welding</i>	20
2.4 Aluminium.....	21
2.4.1 Sifat Aluminium	22
2.4.2 Unsur-Unsur Paduan Aluminium	23
2.4.3 Karakterisasi Paduan Aluminium	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.2 Tempat Penelitian.....	29
3.3 Alat dan Bahan	29
3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian	29
3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian	35
3.4 Proses Penelitian.....	36
3.4.1 Proses Pembuatan <i>Tool</i> Pengelasan.....	36
3.4.2 Proses Pengelasan	38
3.4.3 Proses Pengujian	39
3.5 Analisis Data	44
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Pengelasan Pada FSW <i>Dissimilar</i>	45
4.2 Hasil Foto Makro dan Mikro.....	47
4.2.1 Hasil Foto Makro.....	47
4.2.2 Hasil Foto Mikro	50
4.3 Hasil Uji Kekerasan.....	52
4.4 Hasil Uji Tarik.....	58
4.5 Fraktografi	61
BAB V KESIMPULAN & SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
UCAPAN TERIMAKASIH	70
LAMPIRAN	72

DAFTAR NOTASI

Al	: Aluminium
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
ASM	: <i>American Society for Materials</i>
BM	: <i>Base Metal</i>
C	: <i>Carbon</i>
CDFW	: <i>Countinous Drive Friction Welding</i>
Cr	: <i>Chromium</i>
Cu	: <i>Copper</i>
Fe	: <i>Ferro</i>
FLW	: <i>Friction Linier Welding</i>
FSW	: <i>Friction Stir Welding</i>
HAZ	: <i>Heat affected Zone</i>
Ksi	: <i>Kilo-Pound Per Inci persegi</i>
Mg	: <i>Magnesium</i>
Mn	: <i>Mangan</i>
MPa	: <i>Mega Pascal</i>
O	: <i>Oksigen</i>
Psi	: <i>Pound Square Inch</i>
RM	: <i>Raw Material</i>
RPM	: <i>Rotation Per Minute</i>
Si	: <i>Silicon</i>
SSW	: <i>Solid State Welding</i>
TIG	: <i>Tungsten Inert Gas</i>
TMAZ	: <i>Thermomechanically Affected Zone</i>
UTS	: <i>Ultimate Tensile Strength</i>
VHN	: <i>Vickers Hardness Number</i>
WN	: <i>Weld Nugget</i>
YS	: <i>Yield Strength</i>
Zn	: <i>Zinc</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Prinsip <i>Continous Drive Friction Stir Welding</i>	8
Gambar 2.2. Prinsip <i>Friction Stir Welding</i>	9
Gambar 2.3. Prinsip <i>Friction Linier Welding</i>	10
Gambar 2.4. Skema FSW	12
Gambar 2.5. Proses <i>Friction Stir Welding</i>	13
Gambar 2.6. Skema Kerja FSW	14
Gambar 2.7. <i>Heat Zone</i> pada FSW	14
Gambar 2.8. Geometri <i>Welding Tool</i>	17
Gambar 2.9. Contoh Desain <i>Pin</i> pada <i>Welding Tool</i> FSW	18
Gambar 2.10. Konfigurasi Desain <i>Welding Tool</i> FSW.....	19
Gambar 2.11 Skema <i>Stir Welding</i>	19
Gambar 2.12 Gaya-Gaya pada Pengelasan FSW	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2 Mesin <i>Milling</i>	30
Gambar 3.3 Mesin Bubut	30
Gambar 3.4 Gerinda	31
Gambar 3.5 <i>Tachometer</i>	31
Gambar 3.6 <i>Infrared Thermometer</i>	32
Gambar 3.7 Amplas	32
Gambar 3.8 Mesin Uji Tarik UTM	33
Gambar 3.9 Mesin Uji Struktur Mikro.....	33
Gambar 3.10 Mesin Uji Struktur Makro	34
Gambar 3.11 Mesin <i>Hardness Tester</i>	34
Gambar 3.12 Mesin Uji Komposisi	35
Gambar 3.13 Plat Aluminium Seri 1xxx dan Seri 5xxx.....	35
Gambar 3.14 Bahan Baku <i>Tool</i> FSW	36
Gambar 3.15 Desain <i>Tool</i> Pengelasan FSW	37
Gambar 3.16 Bentuk <i>Pin Welding Tool</i>	38
Gambar. 3.17. Kurva Tegangan Tarik	40

Gambar 3.18. Skema Pengujian Tarik menurut ASTM E8/E8-09	41
Gambar 3.19 Pengujian <i>Vickers</i>	43
Gambar 4.1 Proses Pengelasan dengan Metode FSW	45
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan FSW <i>Dissimilar</i>	46
Gambar 4.3 Foto Struktur Makro	49
Gambar 4.4 Daerah Pengamatan Struktur Mikro	50
Gambar 4.5 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dan seri 5xxx variasi bentuk <i>pin tool</i> silinder berulir	54
Gambar 4.6 Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dan seri 5xxx variasi bentuk <i>pin tool</i> silinder tidak berulir	54
Gambar 4.7. Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dan seri 5xxx variasi bentuk <i>pin tool</i> tirus berulir	55
Gambar 4.8. Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dan seri 5xxx variasi bentuk <i>pin tool</i> tirus tidak berulir	55
Gambar 4.9. Grafik distribusi kekerasan pengelasan FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dan seri 5xxx dari semua variasi bentuk <i>pin tool</i>	56
Gambar 4.10. Grafik pengaruh variasi bentuk <i>pin tool</i> terhadap kekerasan pada daerah sambungan las (titik 0)	57
Gambar 4.11. Grafik Uji Tarik hasil FSW <i>Dissimilar</i> antara Aluminium Seri 1xxx dengan Seri 5xxx	58
Gambar 4.12. Grafik pengaruh bentuk pin tool terhadap kekuatan tarik hasil las FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dengan aluminium seri 5xxx	59
Gambar 4.13. Grafik pengaruh bentuk pin tool terhadap regangan hasil las FSW <i>dissimilar</i> aluminium seri 1xxx dengan aluminium seri 5xxx	60
Gambar 4.14. Penampang patahan spesimen uji tarik tampak atas hasil pengelasan FSW dengan variasi bentuk <i>pin tool</i> pada (a) silinder berulir, (b) silinder tidak berulir, (c) tirus berulir, (d) tirus tidak berulir	62
Gambar 4.15. Penampang patahan spesimen uji tarik tampak samping hasil pengelasan FSW dengan variasi bentuk <i>pin tool</i> pada (a) silinder	

berulir, (b) silinder tidak berulir, (c) tirus berulir, (d) tirus tidak
berulir63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi aluminium paduan berdasarkan cara pembuatannya menurut (American National Standard Institute (ANSI)).....	24
Tabel 2.2 Kandungan Unsur Aluminium 5052 (ASM Al 5052-H112)	27
Tabel 2.3 Kandungan Unsur Aluminium 1100 (ASM Al 1100-H14)	27
Tabel 3.1 Komposisi Aluminium Seri 1xxx	36
Tabel 3.2 Komposisi Aluminium Seri 5xxx	36
Tabel 3.3 Rancangan Perhitungan Data Pengujian Tarik	41
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Struktur Mikro Pengelasan FSW Dissimilar Aluminium Seri 1xxx dan Aluminium Seri 5xxx dengan Variasi Bentuk <i>Pin Tool</i>	51
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan.	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Hasil Pengujian Komposisi Aluminium Seri 1xxx	72
Lampiran Hasil Pengujian Komposisi Aluminium Seri 5xxx	73
Lampiran Hasil Pengujian Kekerasan	74
Lampiran Hasil Pengujian Tarik	77
Lampiran Gambar Teknik <i>Welding Tool</i>	95