

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: PENGARUH VARIASI PROFIL PIN TOOL TERHADAP PENGELASAN ALUMINIUM FRICTION STIR WELDING

Judul Naskah Publikasi: PENGARUH VARIASI PROFIL PIN TOOL TERHADAP PENGELASAN ALUMINIUM FRICTION STIR WELDING

Nama Mahasiswa: Rahmadi Gunawan

NIM: 20140130156

Pembimbing 1: Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.,Ph.D.

Pembimbing 2: Muhammad Budi Nur Rahman S.T.,M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan *:

- | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

*beri tanda \surd di kotak yang sesuai



Rahmadi Gunawan

26 Februari 2019

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.,Ph.D.

26 Februari 2019



Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng. Sc., Ph.D.

26 Februari 2019



Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

“PENGARUH VARIASI BENTUK PIN TOOL TERHADAP PENGELASAN ALUMINIUM FRICTION STIR WELDING”

RAHMADI GUNAWAN
20140130156

Rahmadi.gunawan86@gmail.com

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183 Indonesia**

INTISARI

Pin merupakan suatu komponen terpenting dalam pengelasan FSW. Tool terbuat dari baja karbon Tinggi yang berbentuk silinder kemudian dibentuk menggunakan mesin bubut, Pin tool dibuat dengan bentuk yang bervariasi yaitu : silinder berulir dengan dimensi pin $D \times P = 5 \times 5$ (mm) dengan ulir M5, tirus berulir dimensi pin $D \times P \times R = 5 \times 5 \times 2$ (mm) dengan ulir M5, silinder biasa dimensi pin $D \times P = 5 \times 5$ (mm), untuk dimensi sholder $D \times P = 15 \times 20$ (mm) dengan pemegang pin $D \times P = 15 \times 40$ (mm). Proses pengelasan fsw dilakukan dengan menggunakan tiga variasi pin tool yang dipasang pada mesin fraiskecepatan putar 1500 RPM. Bahan untuk pengelasan ini yaitu plat aluminium seri 1xxx yang sudah di potong dengan ukuran 6×10 cm dengan ketebalan 5 mm dengan feedrate 3 mm/s. hasil pengelasan fsw dilakukan pengujian struktur makro dan mikro, kekerasan, dan sifat tarik. Hasil pengujian tertinggi yaitu 37.84 VHN dengan pin tool silinder ulir, nilai hampir mendekati raw materialnya itu sendiri yaitu 37.80 VHN. Untuk hasil uji tarik tertinggi yaitu 93.08 MPa dengan pin tool tirus ulir, nilai kekuatan tarik ini masih rendah dibandingkan kekuatan tarik raw materialnya yaitu 125.50 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu 1.93 GPa dengan bentuk pin tool silinder ulir tetap masih rendah dari nilai modulus elastisitas dari raw materialnya yaitu 2.11 GPa.

Kata Kunci : Friction Stir Welding (FSW), Variasi Bentuk Pin Tool, Aluminium seri 1xxx.

1.1 Pendahuluan

Aluminium adalah logam ringan yang banyak digunakan dalam bidang industri manapun. Aluminium sangat mudah teroksidasi dalam udara bebas namun oksida tersebut akan membentuk lapisan alumina Al_2O_3 pada permukaan aluminium yang tahan terhadap korosi. Aluminium memiliki sifat konduktivitas panas yang tinggi dan sebagai penghantar listrik yang baik. Material jenis ini banyak sekali diaplikasikan pada pesawat terbang, struktur otomotif dan peralatan rumah tangga.

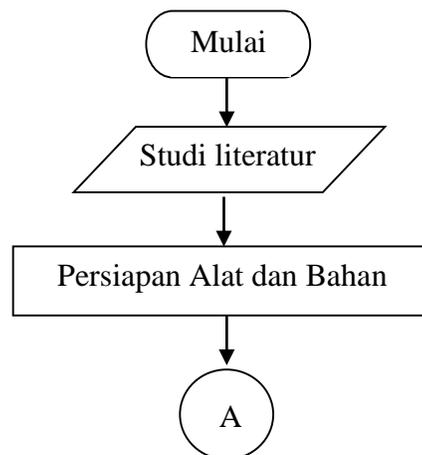
Penyambungan aluminium pada umumnya dilakukan dengan menggunakan proses pengelasan *gas tungsten arc welding* (GTAW) atau *gas metal arc welding* (GMAW). Aluminium mempunyai sifat las yang buruk karena pada permukaan aluminium terdapat lapisan oksida yang mempunyai titik leleh lebih tinggi dari pada aluminium. Salah satu teknik untuk mengatasi hal ini dilakukan dengan pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW). Pengelasan ini termasuk proses pengelasan *Solid State Welding* (SSW), SSW merupakan proses pengelasan dimana pada saat pengelasan logam dalam keadaan padat sehingga proses pengelasan ini sangat baik diaplikasikan pada pengelasan aluminium.

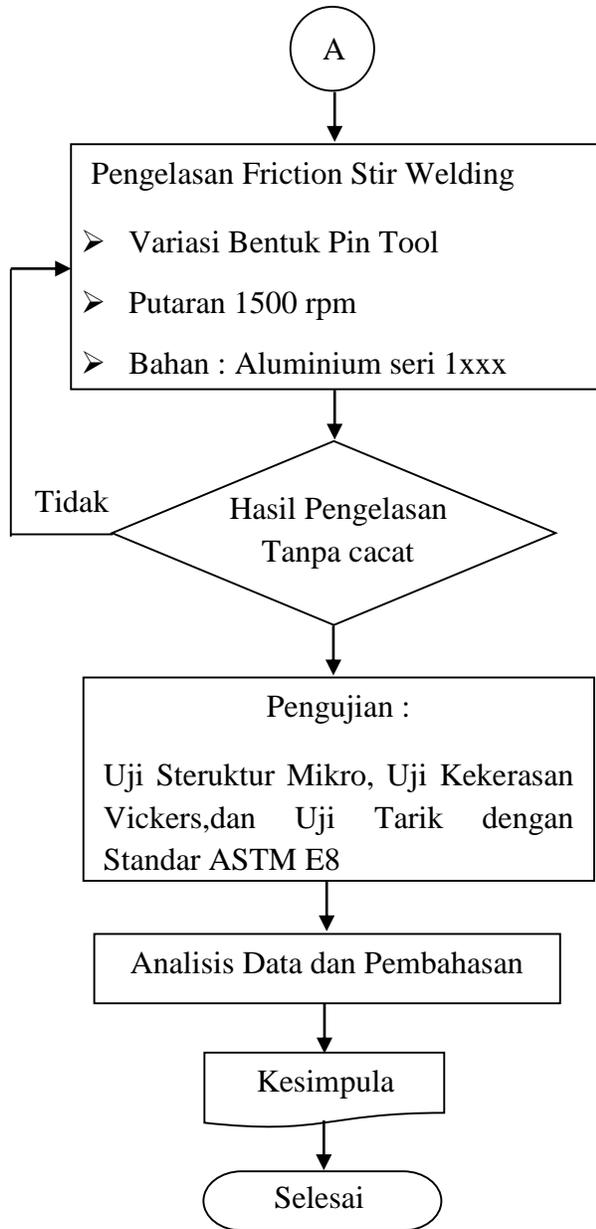
Friction Stir Welding (FSW) adalah sebuah metode penyambungan logam dengan gesekan, yang pada proses penyambungannya tidak memerlukan bahan pengisi atau bahan tambah. Benda kerja dipanaskan sampai $\pm 80\%$ dari titik leburnya dengan panas yang dihasilkan dari gesekan antara benda yang berputar (*Pin*) dengan benda yang diam (benda kerja). Metode FSW ditemukan oleh W. Thomas dan reaksinya dari *The Welding Institut*

(TWI), Cambridge pada tahun 1991. Metode ini banyak digunakan agar karakteristik logam induk tidak banyak berubah. Metode ini banyak memiliki kelebihan dibandingkan pengelasan busur pada umumnya. Kelebihan dari pengelasan ini yaitu tingkat distorsi yang rendah, tidak memerlukan logam pengisi, tidak menghasilkan asap dan tidak memerlukan gas pelindung.

Tool merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pengelasan sehingga pemilihan *tool* harus tepat. Bahan *tool*, diameter dan profil pin, diameter dan panjang pin perlu diperhatikan secara seksama. Bahan *tool* harus memiliki titik didih yang lebih tinggi dari material benda kerja supaya tidak ikut meleleh saat proses pengelasan. Profil pin *tool* mempengaruhi struktur mikro disetiap area atau zone lasan untuk setiap penggunaan bentuk pin yang berbeda. *Tool* dengan profil bentuk pin berbeda - beda akan memberikan hasil yang berbeda dari segi sifat mekanik dan struktur mikronya (Tarmizi 2017).

2 METODOLOGI PENELITIAN





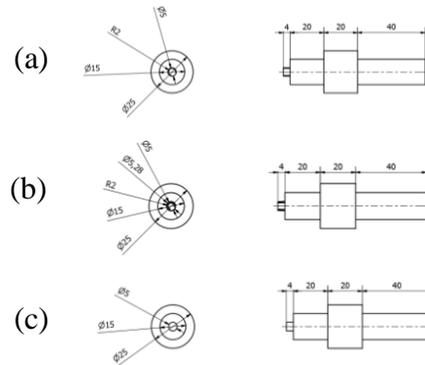
Gambar 1. Diagram alir

2.1 Prinsip Kerja Friction Stir Welding

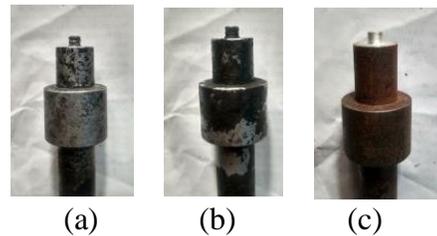
FSW adalah metode pengelasan yang memanfaatkan gesekan antara dua buah benda, pada proses pengelasan ini tidak memerlukan bahan pengisi atau bahan tambah. Panas yang dihasilkan dari gesekan antara benda yang berputar (pin) dengan benda yang diam (benda kerja) mampu melunakkan benda kerja yang akan disambung. Pin yang berputar secara konstan

disentuhkan pada 2 buah logam kerja yang akan disambung dan sudah di cekam sejajar.

2.2 Desain Tool Friction Stir Welding



Gambar 2. Desain Tool FSW a). silinder ulir, b). tirus ulir, c). silinder biasa.



Gambar 3. Desain Tool FSW a). silinder ulir, b). tirus ulir, c). silinder biasa.

Pin tool terbuat dari baja karbon rendah yang berbentuk silinder kemudian dibentuk menggunakan mesin bubut, tool dibuat dengan bentuk yang bervariasi yaitu: silinder berulir dengan dimensi pin $D \times P = 5 \times 5$ (mm) dengan ulir M5, tirus berulir dimensi pin $D \times P \times R = 5 \times 5 \times 2$ (mm) dengan ulir M5, silinder biasa dimensi pin $D \times P = 5 \times 5$ (mm), untuk dimensi sholder $D \times P = 15 \times 20$ (mm) dengan pemegang pin $D \times P = 15 \times 40$ (mm) seperti yang terlihat pada gambar 3.

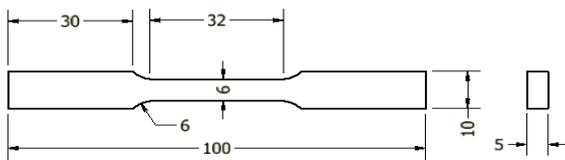
2.3 Proses Pengelasan FSW



Gambar 4. Prinsip FSW

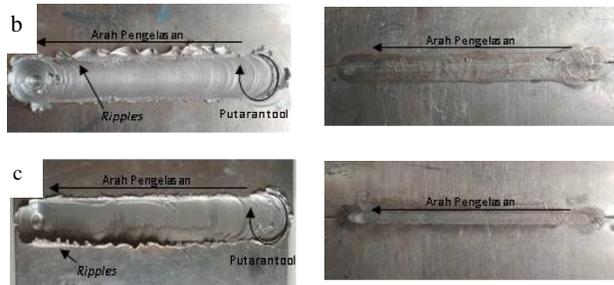
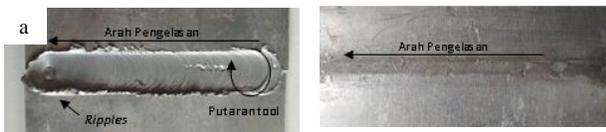
Seperti yang terlihat pada gambar diatas menunjukkan proses FSW, sebuah *tool* berputar yang berbentuk silindris di tekankan pada material yang akan di satukan. Putaran *tool* akan mengakibatkan pemanasan setempat yang mampu melunakan bagian tersebut, *Tool* yang berputar bergerak pada kecepatan tetap pada jalur pengelasan dari material yang akan disatukan.

2.4 Proses Pembentukan Spesimen Uji standard ASTM



Gambar 5. Skema Uji Tarik Menurut ASTM E8

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen hasil pengelasan. Spesimen yang digunakan untuk uji tarik dibuat menurut standard ASTM E8/E8M-09 (Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric)). Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret. Skema spesimen tarik diperlihatkan pada Gambar 5. diatas.

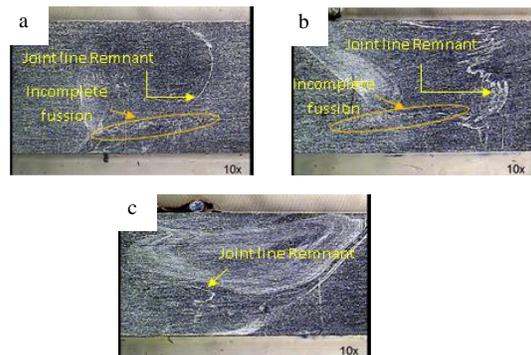


Gambar 6. hasil pengelasan FSW, a). Pin tool silinder ulir, b). Pin tool tirus ulir, c). Pin tool silinder biasa.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian struktur makro dan Mikro

1. Pengujian Makro

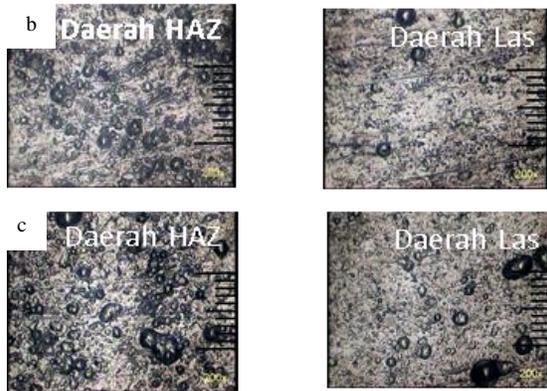


Gambar 7. (a). Pin Tool Silinder Ulir, (a). Pin Tool Tirus Ulir, (c). Pin Tool Silinder Biasa.

Gambar di atas adalah hasil foto makro yang diambil pada spesimen hasil pengelasan FSW dengan perbesaran 10x. Pada ke tiga foto makro di atas terlihat garis pengelasan yang disebabkan karena oksigen yang terjebak pada celah pelat dan tidak dapat keluar pada saat proses pengelasan.

1. Pengujian Mikro

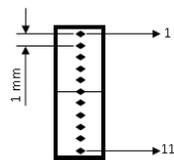




Gambar 8. hasil pengujian mikro, a). Pin tool silinder ulir, b). Pin tool tirus ulir, c). Pin tool silinder biasa.

3.2 Pengujian Kekerasan

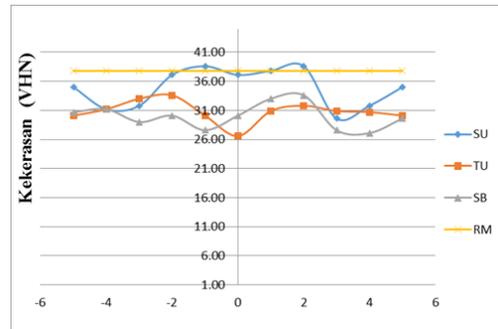
Pengujian kekerasan ini dilakukan pada semua spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan variasi profil pin tool menggunakan skema seperti pada Gambar 9. Adapun hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan *Makro Vickers* ditunjukkan pada Tabel 1.



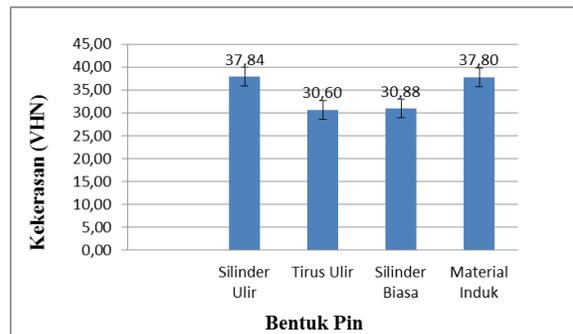
Gambar 9. Skema Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel 1. Nilai Hasil Uji Kekerasan

No	Posisi Titik Uji	Nilai Kekerasan VHN			Raw Material
		Profil Tool			
		Silinder Ulir	Tirus Ulir	Silinder Biasa	
1	-5	55.0	30.1	29.6	37.8
2	-4	31.8	30.7	27.1	
3	-3	29.6	30.9	27.6	
4	-2	38.6	31.8	33.6	
5	-1	37.8	30.9	33.0	
6	0	37.1	26.6	30.1	
7	1	38.6	30.1	27.6	
8	2	37.1	33.6	30.1	
9	3	31.8	33.0	29.0	
10	4	31.2	31.2	31.2	
11	5	35.0	30.1	30.7	



Gambar 10. Grafik Dstribusi Kekerasan pada Sambungan FSW

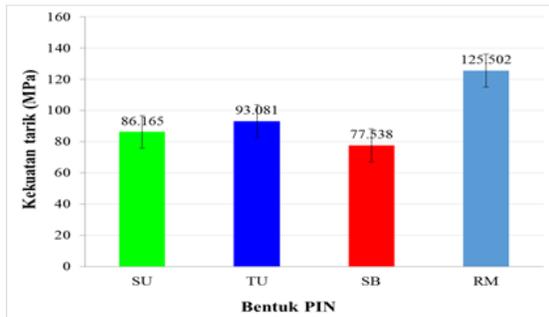


Gambar 11. Grafik Hubungan Profil Pin Tool Dengan Kekerasan Pada Daerah Las FSW

Pengelasan dengan menggunakan metode *Priction Stir Welding* dengan variasi profil tool diketahui dari hasil pengujian kekerasan pada Gambar 11. menunjukkan bahwa profil silinder ulir memiliki tingkat kekerasan rata-rata paling tinggi yaitu 37,84 VHN. Sedangkan untuk profil silinder biasa memiliki tingkat kekerasan rata-rata paling rendah yaitu 30,60 VHN.

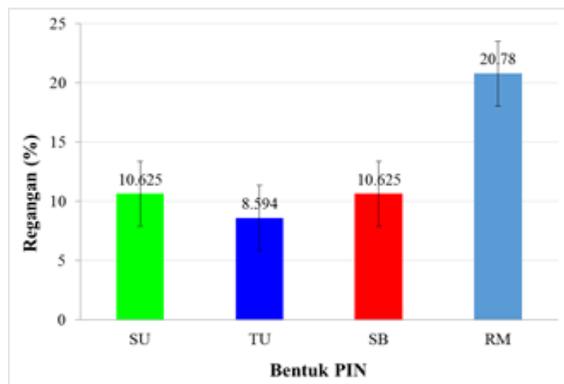
Selain itu jika dilihat dari hasil foto makro dan mikro bentuk profil tool pada pengelasan FSW sangat berpengaruh dalam kekerasan. Hasil pengelasan dimana terdapat cacat las *joint line remnant* pada bentuk profil tool pengelasan FSW bentuk profil silinder ulir memiliki cacat lebih rendah dibandingkan dengan profil lainnya. Bentuk profil tool menyebabkan bentuk butiran pada daerah lasan menjadi lebih besar sehingga kekerasannya meningkat.

3.3 Pengujian Sifat Tarik



Gambar 12. Grafik Hubungan Tegangan Tarik Dengan Variasi Profil Pin Tool Pada Sambungan FSW.

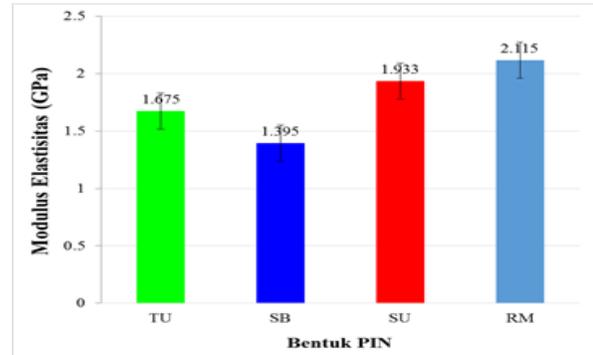
Dari Gambar 12. diatas dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik dari material hasil pengelasan dengan raw material sangatlah masih kecil, kekuatan tarik dari raw material yaitu sebesar 125,502 MPa sedangkan untuk material hasil pengelasan memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 93,081 Mpa dengan profil pin tool tirus ulir, sedangkan untuk kekuatan tarik terendah yaitu 77,538 MPa dengan profil pin tool silinder biasa,



Gambar 13. Grafik Hubungan Regangan Dengan Profil Tool Hasil Pengelasan FSW.

Dari Gambar 13. diatas dapat dilihat bahwa nilai regangan pada hasil pengelasan FSW masih kecil dibandingkan dengan Raw Materialnya, regangan tertinggi pada hasil pengelasan yaitu 51,3% pada profil tool

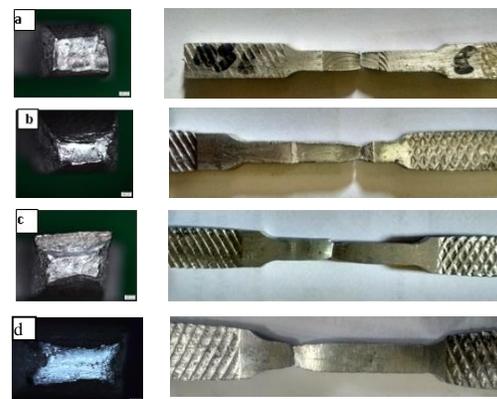
silinder berulir dan juga profil tool tirus berulir sedangkan regangan terendah yaitu sebesar 41,3% dibandingkan dengan raw materialnya.



Gambar 14. Grafik hubungan modulus elastisitas dengan variasi profil tool.

Dari Gambar 14. Di atas dapat dilihat bahwa variasi profil tool sangat berpengaruh dengan modulus elastisitas pada pengelasan FSW. Hasil perhitungan modulus elastisitas tertinggi yaitu pengelasan dengan menggunakan pin tool silinder ulir dengan nilai 89,6% dibandingkan dengan modulus elastisitas dari Raw materialnya, sedangkan untuk nilai terendah yaitu pengelasan dengan menggunakan pin tool silinder biasa dengan nilai 75,4% dibandingkan dengan modulus elastisitas dari raw materialnya.

3.4 Fraktografi



Gambar 15. Tampak Depan Bagian Patahan Las (Kiri) Dan Tampak Samping (Kanan),

(a) Pin Tool Sinder ulir, (B) Pin Tool Tirus Ulir Dan, (C) Pin Tool Silinder Biasa.

Gambar 15. Di atas menunjukkan bentuk patahan pada hasil pengujian tarik pada pengelasan FSW patahan yang terjadi pada bagian lasan biasa disebabkan oleh cacat las dan juga perubahan truktur mikro pada daerah las dan HAZ. Hasil foto patahan diatas menunjukkan bahwa pada gambar (b) menunjukkan bahwa patahan terjadi pada daerah HAZ hal ini menunjukkan patahan ulet, adapun hal tersebut ini disebabkan karena butiran pada daerah tersebut mengecil akibat panas dari hasil pengelasan.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang variasi profil pin tool pada pengelasan aluminium seri 1xxx dengan menggunakan proses friction stir welding dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil dari pengamatan makro menunjukkan bahwa pengelasan dengan pin silinder berulir dan tirus berulir terjadi cacat incomplete fussion.
2. Hasil dari pengujian kekerasan menunjukkan bahwa pengelasan dengan pin tool silinder ulir memiliki nilai kekerasan tertinggi pada daerah lasnya yaitu sebesar 37.84 VHN dibandingkan dengan profil pin tool tirus ulir dan silinder biasa, nilai kekerasan yang di dapat hampir mendekati nilai kekerasan dari raw materialnya yaitu sebesar 37.80 VHN.
3. Hasil dari mengujian tarik menunjukan bahwa pengelasan dengan pin tool tirus ulir memiliki nilai kekuatan tarik lebih besar yaitu 93.08 MPa dibandingkan dengan profil pin tool silinder ulir dan silinder biasa. Kekuatan tarik yang di dapat hampir

mendekati dengan kekukatan tarik dari hasil pengujian base metalnya yaitu sebesar 125.50 MPa.

4. Dari hasil semua hasil pengujian yang telah dilakukan pengelasan fsw terjadi patahan ulet pada semua hasil pengelasan.

4.2 Saran

Adapun untuk meningkatkan hasil penelitian, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya :

1. heat tereatment perlu dilakukan untuk mempercepat proses pengelasan pada saat sebelum pengelasan dilakukan.
2. Untuk penelian selajutnya diusakan pada saat pengambilan material setelah pengelasan harus diusahakan harus benar-benar dingin agar tidak terjadi pemuaiian.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook 2003, *Physical metallurgy and prosses*, Vol 1, hal 501.
- ASTM. 2010. "Standart Test Methods for Tension Testing of Metallic Material, ASTM E8/E8M-09".
- Bayazid S.M, Farhangia H, Ghahramania A. 2015. *Effect of Pin Profile on Defects of Friction Stir Welded 7075 Aluminum Alloy. Procedia Materials Science*, Volume 11.
- Chowdhurya S.M., Chena D.L, Bholea S.D, Caob X. 2010. *Effect of pin tool thread orientation on fatigue strength of friction stir welded AZ31B-H24 Mg butt joints. Procedia Engineering*. Vol 2.

Edward. Z, Hendro P.W. 2013. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Pengaruh Bentuk Probe Pada Tool Shoulder Terhadap Metalurgi Aluminium Seri 5083 Dengan Proses Friction Stir Welding. Prosedia Engineering.* Vol 2 No 1.

Helmi. I, Tarmizi. 2017. *Pengaruh Bentuk Pin Terhadap Sifat Mekanik Aluminium 5083 – H112 Hasil Proses Friction Stir Welding. Jurnal Riset Teknologi Industri.* Vol11 No 1.

Ilangovan M, Rajendra B.A, Balasubramanian V. 2015. *Effect of tool pin profile on microstructure and tensile properties of friction stir welded dissimilar AA 6061eAA 5086 aluminium alloy joints. Defence Technology.* Vol 11 No 1