

Pengaruh kecepatan putar terhadap kualitas sambungan las *friction welding* magnesium AZ-31

Muhamad Rizkhi¹, Irza Sukamana^{1,*}, Tarkono¹, Moh. Baddarrudin¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

* Email: irza.sukmana@gmail.com

Abstract

Pengelasan adalah proses penyatuan logam, pada kedua bagian logam dimana dilakukan dengan cara perlakuan panas, yaitu hingga mencapai fase titik leleh logam tersebut, pada prosesnya itu kita lakukan dengan cara memanfaatkan energi panas yang terdapat dari nyala busur atau gesekan. Pengelasan adalah teknik penting didalam dunia perindustrian dan juga merupakan suatu teknik yang tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan industri, dikarenakan memegang peranan utama dalam rekayasa dan perbaikan logam. Proses pengelasan dengan metode *friction welding* dilakukan eksperimen dalam jumlah yang banyak untuk mendapatkan sampel terbaik. Dihasilkan Perbedaan kualitas hasil pengelasan dengan *friction welding* dan parameter perbedaan kecepatan rotasi 1150 rpm, 1400 rpm, 1750 rpm. Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengaruh variasi waktu kontak *friction welding* terhadap kualitas hasil pengelasan magnesium AZ-31 dapat diambil kesimpulan dari pengujian tarik yang dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik maksimal (*UTS*) tertinggi diperoleh dari spesimen dengan variasi kecepatan rotasi 1400 rpm yakni sebesar 21,942 Mpa sedangkan untuk spesimen dengan variasi kecepatan putaran *spindel* 1150 rpm sebesar 20,6165 Mpa dan hasil uji tarik terendah diperoleh spesimen dengan variasi kecepatan *spindel* 1700rpm yakni sebesar 12,4183 Mpa. Dari pengujian kekerasan yang dilakukan didapatkan hasil kekuatan kekerasan tertinggi diperoleh dari spesimen dengan variasi kecepatan rotasi 1400 rpm dengan rata – rata nilai kekerasan pada area stir *zone* sebesar 57.1 Hv, sedangkan untuk spesimen dengan variasi kecepatan putaran *spindel* 1150 rpm sebesar 56.76 Hv dan spesimen dengan variasi kecepatan *spindel* 1700 rpm yakni sebesar 55.23 Hv.

Kata kunci : *friction welding*, Struktur mikro *vickers*, dasar teknik pengelasan, jenis-jenis cacat lasan.

1. Pendahuluan

Pengelasan adalah proses penyatuan logam, pada kedua bagian logam dimana dilakukan dengan cara perlakuan panas, yaitu hingga mencapai fase titik leleh logam tersebut, pada prosesnya itu kita lakukan dengan cara memanfaatkan energi panas yang terdapat dari nyala busur atau gesekan. Pengelasan adalah teknik penting didalam dunia perindustrian dan juga merupakan suatu teknik yang tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan industri, dikarenakan memegang peranan utama dalam rekayasa dan perbaikan logam (Budi Santoso, 2014).

Teknik penyatuan pada pengelasan telah diaplikasikan secara luas, contohnya itu pada konstruksi bangunan yang menggunakan baja, konstruksi pada mesin dan juga pada alat-alat dalam bidang kesehatan. Teknologi pengelasan dalam penggunaannya semakin luas, itu dikarenakan dalam pelaksanaan pembuatannya, suatu konstruksi akan

menjadi lebih ringan dan lebih sederhana, sehingga pada biaya produksinya menjadi lebih mudah dan lebih efisien. Sering waktu dalam Perkembangannya ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu berkembang pesat menuntut berkembangnya sumber daya manusia. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan nilai efisiensi yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik didalam ilmu teknik pengelasan (Saripuddin M, 2013).

Friction welding yaitu metode pengelasan yang diketemukan dan telah dikembangkan oleh seorang peneliti dari Uni Sovyet, AL Chudikov ditahun 1950. AL Chudikov adalah seorang ahli mesin menunjukkan hasil dari penelitiannya pada teori tenaga mekanik dimana mampu diubah menjadi suatu energi panas. Pada dasarnya gesekan yang terjadi di bagian-bagian mesin yang bergerak memberikan dampak kerugian karena pada proses tenaga mekanik yang dihasilkan berdampak terjadinya kenaikan suhu yang

berlebihan pada bagian mesin. Chudikov membertitahukan, dimana proses tersebut semestinya dapat digunakan diproses pengelasan. Pada saat proses percobaan serta penelitian Chudikov mampu menyambungkan dengan memanfaatkan panas yang terjadi akibat gesekan. Untuk menghasilkan panas, benda yang ingin dilakukan penyambungan tidak hanya diputar serta digesekan, akan tetapi harus dilakukan penekanan pada bagian yang ingin dilas terhadap satu sama lain. Penekanan ini diberikan bertujuan untuk mempercepat terjadinya fusi atau penggabungan. Cara ini adalah *Friction Welding* atau yang disebut las gesek (Poedji Haryanto, 2011).

Friction welding atau Pengelasan gesek dimana yaitu solusi untuk persoalan dalam proses penggabungan dalam bagian logam yang sulit fusi satu sama lainnya yaitu dengan metode *fusion welding* (Alfian Ferry Ardianto, 2015).

2. Prosedur Pengujian *Friction Welding*

Pengujian dilakukan dengan metode, yaitu

1. Uji Tarik,
2. Uji Mikro Vickers dan Makro.

2.1. Metode Penelitian

Adapun material dan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Magnesium AZ-31 dengan standar ASTM-8
2. Metode pengelasan menggunakan metode *friction welding* (las gesek)



Gambar 1. Variasi FW Mg AZ-31



Gambar 2. Alat pengelasan FW

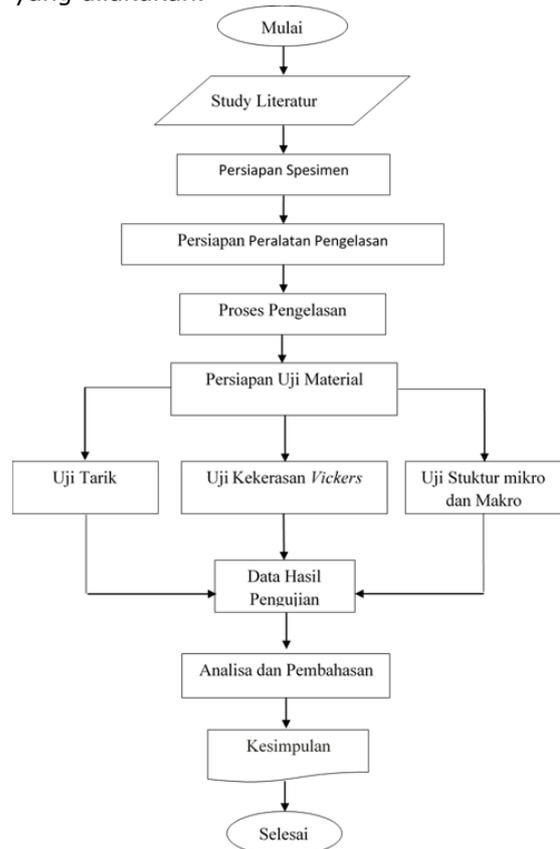
Tabel 1. Parameter Penelitian

No	D (mm)	L (mm)	L _p (mm)	N (rpm)	T (waktu)
1	12			1150	2 menit
2				1400	
3				1750	

Tabel 1. menunjukkan data dari hasil eksperimen pengelasan gesek, diameter benda uji (D), panjang benda uji (L), panjang benda uji setelah proses penyambungan (L_p), kecepatan putar *spindle* (N), waktu putar gesek spesimen.

2.2. Diagram Alir Pengujian

Berikut ini adalah diagram alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Diagram alur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian spesimen uji tarik menggunakan alat standar uji tarik MTS *Landmark U PD 10* – test piece for tensile test for magnesium material

Tabel 2. Data uji tarik hasil proses FW dan posisi perpatahan

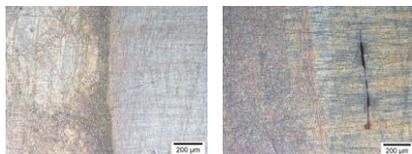
Holding time	Kecepatan putaran (rpm)	UTS (MPa)	Regangan (%)	Posisi patahan
2 menit	1150	20,6165	1,4	Stir zone
	1400	21,942	1,075	Stir zone
	1750	12,418	0,695	Stir zone

Dari table hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa pada specimen dengan *rotational speed* 1400 rpm memiliki nilai rata-rata tegangan maksimum (TS) sebesar 21,942MPa, yang lebih besar dibandingkan specimen dengan *rotational speed* 1150 rpm dan 1750 rpm dimana didapatkan hasil uji tarik dengan nilai TS sebesar 20.6165MPa dan 12,4183MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan rotasi *spindel* pada pengelasan metode *friction welding* berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dari masing-masing specimen yang telah diuji.

Terdapat beberapa jenis kegagalan atau cacat yang terjadi pada pengelasan FW yang dapat diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain pembebanan yang diberikan ketika proses pengelasan dan cacat yang diakibatkan porositas. Porositas pada hasil pengelasan FW harus dihindari dikarenakan dapat mengakibatkan penurunan kekuatan mekanis material. Porositas yang terjadi pada hasil pengelasan diakibatkan oleh gas yang terjebak selama berlangsungnya proses penyambungan magnesium AZ-31 pada tahap pelumeran bagian sambungan akibat gesekan.

3.1. Hasil Struktur Uji Micro Vickers

Hasil struktur uji *micro vickers* dari material magnesium pembesaran 200x. Seperti gambar dibawah ini

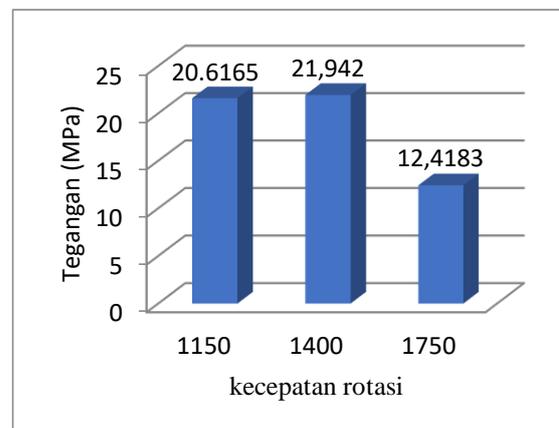


Gambar 4. Hasil struktur uji *micro Vickers* 200 x

Dari uji kekerasan *micro vickers* dengan beban mayor sebesar 0,1 Kgf dan waktu pembebanan selama 5 detik yang dilakukan pada daerah *base metal*, *stir zone*, dan HAZ pada tiap specimen pengujian.

Dari gambar diatas dapat terlihat pada specimen dengan rpm 1150 dan waktu gesek 2 menit, terdapat sebuah garis hitam yang disebut *void* atau rongga berbeda dengan specimen ke dua dengan rpm 1750 dan waktu gesek 2menit, terlihat permukaan yang lebih halus meskipun terdapat *void*. *Void* tersebut terbentuk karena tidak menyatunya sambungan dengan merata pada sebagian permukaan las yang disebabkan kurang tingginya suhu untuk meluluhkan material. Dengan luluhnya permukaan logam maka butiran biji-biji atom dapat berdifusi dan menyatu menjadi sebuah ikatan. Semakin tinggi temperatur maka ukuran atom akan semakin padat dan seragam sehingga regangan yang terjadi semakin kecil hal tersebut yang membuat material menjadi lebih keras dan kuat.

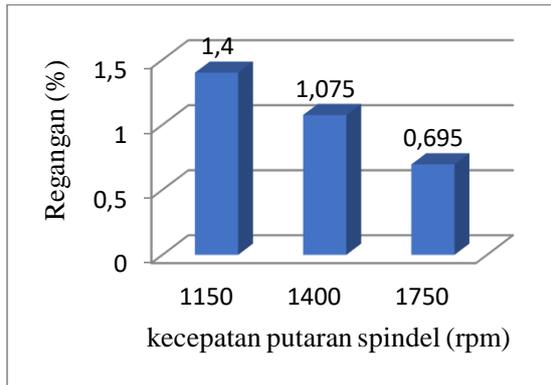
3.2. Hubungan Kekuatan Tarik Dengan Kecepatan Putaran Spindel



Gambar 5. Hubungan Kekuatan Tarik dengan kecepatan putaran spindel

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat kekuatan tarik mengalami perubahan yang diakibatkan perbedaan penggunaan kecepatan rotasi *spindel* pada saat proses pengelasan. Pada pengelasan dengan kecepatan rotasi 1400 rpm besar kekuatan tarik yang diperoleh yaitu sebesar 21,942 MPa, yang merupakan hail pengujian tarik dengan nilai terbaik dan kecepatan rotasi 1750 rpm dengan kekuatan tarik terkecil sebesar 12,4183 MPa.

3.3 Hubungan Regangan Dengan Kecepatan Putaran Spindel



Gambar 6. Hubungan Regangan dengan kecepatan putaran spindel

Gambar 6 merupakan grafik hubungan antara regangan dengan waktu kontak yang digunakan pada saat proses pengelasan. Sama seperti pada grafik kekuatan tarik dengan variasi kecepatan rotasi *spindel*, grafik ini juga menunjukkan nilai regangan cenderung menurun seiring bertambahnya kecepatan rotasi *friction welding* pada magnesium AZ-31.

4. Uji Kekerasan Micro Vickers

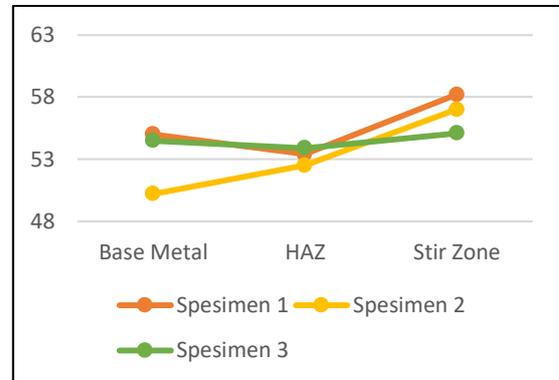
Table 3. Uji kekerasan *micro Vickers*

Sampel	Hardness (Hv)
1150 (Base Metal)	55
	50,2
	54,5
1150 (HAZ)	53,4
	52,5
	53,9
1150 (Stir zone)	58,2
	57
	55,1
1400 (Base Metal)	53,7
	44,8
	49,8
1400 (HAZ)	60,1
	55,6
	62,5
1400 (Stir zone)	51,2
	65,7
	54,4
1750 (Base Metal)	60,7
	60,5
	53,2
1750 (HAZ)	63,7
	64,8
	64,3
1750 (Stir zone)	56,3
	52,6
	56,8

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai kekerasan spesimen yang diuji dengan metode

pengujian kekerasan *microvickers* dengan pembebanan 0,1 Kgf dan waktu penahan selama 5 detik yang dilakukan terhadap 3 spesimen tiap variabel kecepatan putaran *spindel* agar didapatkan data yang variatif dan akurat.

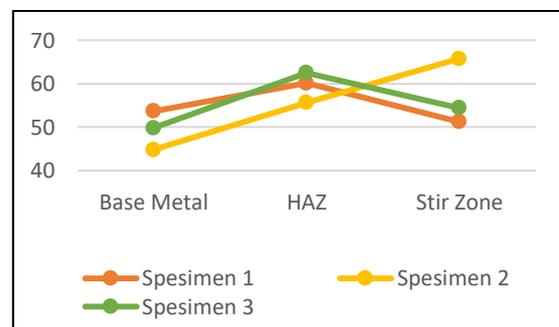
4.1 Friction Welding 1150 rpm



Gambar 7. Grafik hasil uji kekerasan spesimen dengan variasi kecepatan rotasi *spindel* 1150 rpm

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan terhadap spesimen yang dilas dengan FW kecepatan rotasi 1150 rpm didapatkan bahwa daerah *stir zone* memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan pada area base metal dan pada area HAZ, hal tersebut dapat menjadi indikasi bahwa hasil lasan yang terbentuk memiliki kualitas sabungan yang baik.

4.2 Friction Welding 1400 rpm

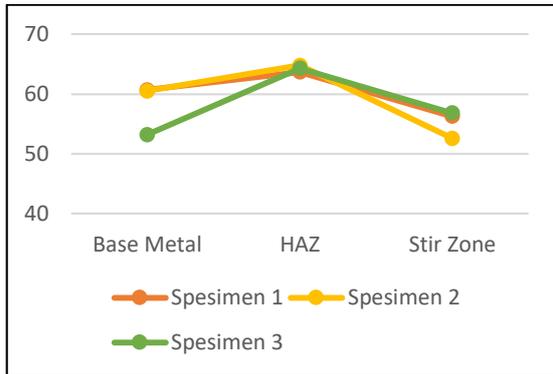


Gambar 8. Grafik hasil uji kekerasan spesimen dengan variasi kecepatan rotasi *spindel* 1400 rpm

Gambar grafik diatas merupakan hasil pengujian kekerasan *micro vickers* pada spesimen yang dilas dengan kecepatan 1400 rpm. Dari grafik terlihat bahwa spesimen 2 memiliki indikasi hasil las yang terbaik dikarenakan nilai kekerasan yang cenderung

meningkat pada bagian stirz zone. Pada spesimen 1 dan 3 bagian *stir zone* cenderung mengalami penurunan.

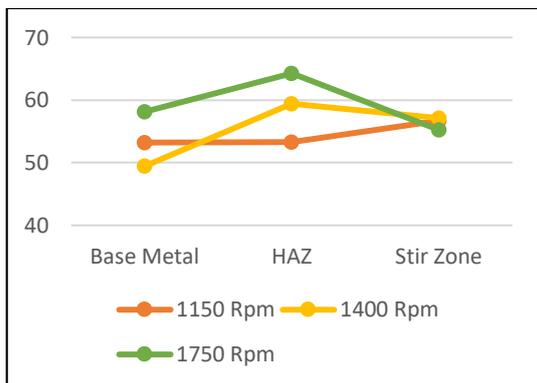
4.3 Friction Welding 1750 rpm



Gambar 9. Grafik hasil uji kekerasan spesimen dengan variasi kecepatan rotasi *spindel* 1700 rpm

Pada spesimen yang dilakukan pengelasan FW dengan kecepatan rotasi 1750 rpm didapati bahwa nilai kekerasan pada area *stir zone* cenderung mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan dengan nilai kekerasan pada area HAZ. Nilai kekerasan tersebut didapatkan dari pengujian terhadap semua spesimen hasil pengelasan dengan putaran *spindel* 1750 rpm.

4.4 Hasil Pengujian Kekerasan

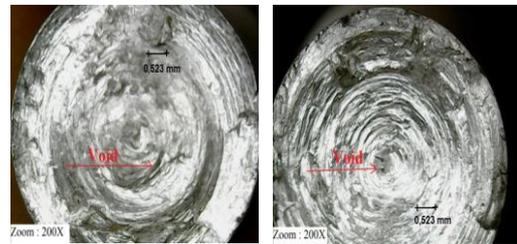


Gambar 10. Grafik perbandingan hasil uji kekerasan tiap sampel uji tarik

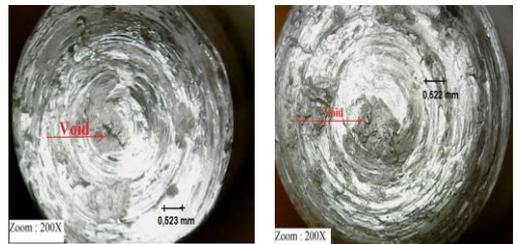
Grafik diatas menunjukkan nilai kekerasan rata-rata yang didapatkan dari pengujian kekerasan *micro vickers*. Dari grafik dapat terlihat bahwa spesimen yang dilakukan pengelasan dengan kecepatan rotasi 1150 rpm memiliki nilai kekerasan yang paling baik yaitu 56,7 Mpa pada area *stir zone*, hal ini dapat terlihat dari grafik yang menunjukkan peningkatan nilai kekerasan di area *stir zone* dibandingkan dengan pada area base metal

dan HAZ yakni sebesar 49,43 Mpa dan 53,26 Mpa. Sedangkan pada spesimen yang dilas dengan kecepatan 1750 mengalami peningkatan kekerasan pada area HAZ yaitu 64,26 Mpa sedangkan pada area *stir zone* mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu dengan nilai kekerasan 55,23 Mpa.

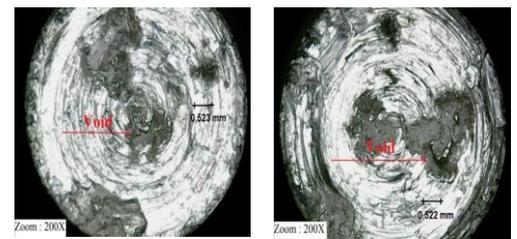
5. Spesimen Uji Foto Makro Magnesium AZ-31



(a)



(b)



(c)

Gambar 11. Spesimen uji foto makro Magnesium AZ-31.a). 1150rpm, b). 1450rpm, c). 1750rpm

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada spesimen dengan kecepatan rotasi 1150 rpm sambungan yang terjadi antara material yang menyatu lebih merata permukaan. Pada spesimen dengan rotasi *spindel* 1450 rpm sambungan antara kedua material terjadi sedikit di bagian tengah dan tepi spesimen. Sedangkan pada spesimen dengan rotasi *spindel* 1700 rpm sambungan yang terjadi antara kedua material yang menyatu hanya terjadi di sedikit permukaan yaitu di bagian tengah spesimen. Void paling kecil terjadi pada gambar 11b dengan rotasi

spindel 1400 rpm, hal ini menyebabkan kualitas sambungan yang terbentuk lebih baik sehingga didapatkan hasil uji tarik yang lebih baik dibandingkan dengan variasi rotasi *spindel* 1150rpm dan 1700 rpm. Sedangkan pada gambar 11c dengan variasi kecepatan putar *spindel* 1700 rpm *void* paling besar, cacat *void* yang terjadi pada spesimen ini menyebabkan penurunan kualitas hasil sambungan yang cukup signifikan dibandingkan dengan spesimen dengan variasi kecepatan putar 1150 rpm dan 1400 rpm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diketahui kecepatan putar sangat mempengaruhi kualitas sambungan dimana semakin tinggi kecepatan putar dapat menyebabkan banyak gas-gas yang terjebak dalam proses penyambungan yang menyebabkan terjadinya *void* atau porositas dan mempengaruhi kualitas keuletan dan ketangguhan magnesium AZ-31 hasil pengelasan *friction welding*.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengaruh variasi waktu kontak *friction welding* terhadap kualitas hasil pengelasan magnesium AZ-31 dapat diambil kesimpulan

1. Dari pengujian tarik yang dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik maksimal (UTS) tertinggi diperoleh dari spesimen dengan variasi kecepatan rotasi 1400 rpm yakni sebesar 21,942 Mpa sedangkan untuk spesimen dengan variasi kecepatan putaran *spindel* 1150 rpm sebesar 20,6165Mpa dan hasil uji tarik terendah diperoleh spesimen dengan variasi kecepatan *spindel* 1700rpm yakni sebesar 12,4183 Mpa.
2. Dari pengujian kekerasan yang dilakukan didapatkan hasil kekuatan kekerasan tertinggi diperoleh dari spesimen dengan variasi kecepatan rotasi 1400 rpm dengan rata - rata nilai kekerasan pada area stir zone sebesar 57.1 Hv, sedangkan untuk spesimen dengan variasi kecepatan putaran *spindel* 1150 rpm sebesar 56.76 Hv dan spesimen dengan variasi kecepatan *spindel* 1700rpm yakni sebesar 55.23 Hv.
3. Dari pengujian foto makro dan mikro diketahui bahwa spesimen dengan kecepatan putaran *spindel* 1400rpm memiliki penampakan hasil sambungan yang baik dimana distribusi panas menghasilkan sambungan yang baik, hasil ini tidak berbeda jauh dengan spesimen dengan variasi putaran *spindel* 1150rpm sedangkan pada spesimen dengan variasi putaran *spindel* 1700 rpm didapati sejumlah cacat berupa *void* sehingga menurunkan kualitas sifat mekanik hasil sambungan.

Daftar Pustaka

- Agung Prabowo, 2005. *Pengaruh Parameter Traveling Speed Pada Proses Friction Stir Welding (FSW) Pelat Al 1100-H8 Terhadap Kualitas Hasil Lasan*. Universitas Lampung
- A.K. Nasution, 2014. *Partially degradable friction-welded pure iron-stainless steel 316L bone pin*. Faculty of Biosciences and Medical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru 81310, Malaysia.
- Alfian Ferry Ardianto, 2015. *Kekuatan puntir sambungan las gesek Al-Mg-Si dengan variasi sudut chamferdua sisi dan kekasaran*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anggun Panata Gama, 2013. *Analisis sifat mekanik dan struktur mikro aluminium paduan seri 6061 hasil pengelasan friction welding dengan variasi sudut*. Universitas Jember.
- Azhari sastranegara, 2009. *Mengenal Uji Tarik dan Sifat-sifat Mekanik Logam*
- B.B. Buldum, A. Sik, I. Ozkul. 2011. *Investigation of machining alloys machinability*. International Journal of Electronic: Mechanical and Mechatronics Engineering Vol.2 Num.3 pp.(261-268).
- Budi Santoso, 2014. *Pengaruh variasi waktu gesekan awal solder terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur makro Aluminium 5083 pada pengelasan friction stir welding*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- Dowling E. Norman, 1999. *Mechanical Behavior Of Materials*. 2nd edition. Printed in the united states of America.
- Fenny Setiawan, 2014. *Karakterisasi penyalaan magnesium AZ31 pada proses bubut menggunakan aplikasi termografi*. Tugas Akhir. Universitas Lampung, Lampung.