

Pengaruh waktu kontak terhadap kualitas sambungan hasil las gesek (*Friction Welding*) Magnesium AZ-31

Solihin¹⁾, Irza Sukmana^{2)*}, Khairul Ummah³⁾

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Gedung H - Lt. 2, Jalan Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35143

³ Jurusan Teknik Penerbangan, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha No. 10, Bandung

Abstrak

Pengelasan merupakan salah satu proses penyambungan dua atau lebih bahan teknik, dengan atau tanpa peroses pencairan logam dasarnya. Teknologi Las Gesek (*Friction Welding, FW*) merupakan salah satu teknik pengelasan padat atau pengelasan tanpa proses pencairan (*solid-state welding*). Pembangkitan panas dalam proses FW dihasilkan dengan cara menggesekkan permukaan material las (*base metal*) hingga mencapai temperatur penyambungannya (*semi-solid temperature*) atau sekitar 80% dari temperature cair bahan, dan dalam hal Magnesium AZ31 adalah sekitar temperatur 550°C. Setelah bahan mencapai temperatur semi-solid tersebut, kemudian diberi tekanan agar terjadi proses penyambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi proses terhadap kualitas hasil pengelasan gesek, yang meliputi: kekuatan tarik, struktur makro, dan nilai kekerasan bahan hasil las. Parameter pengujiannya adalah variasi waktu kontak las, yaitu selama 3, 5, dan 10 menit. Kecepatan putar spindle selama proses pengelasan ditetapkan 1400 rpm. Hasil pengelasan menunjukkan bahwa waktu kontak gesek 3 menit menghasilkan kekuatan tarik tertinggi (16,78 MPa), bila dibandingkan dengan dua parameter lain. Hasil uji keras pada daerah las (*stir zone*) menunjukkan angka kekerasan rata-rata yang relative konsisten, atau sebesar 60 HR_E untuk semua parameter, sedangkan angka kekerasan rata-rata di daerah terpengaruh panas (*heat affected zone, HAZ*) untuk waktu kontak gesek 3, 5 dan 10 menit secara berturut-turut adalah sebesar 69,6; 64,6; dan 60,6 HR_E. Hasil penelitian awal ini memberikan potensi studi lanjutan pada berbagai parameter pengelasan lain agar didapatkan kualitas sambungan las gesek yang optimum untuk proses pengelasan gesek Magnesium AZ-31.

Kata Kunci: Las gesek, Magnesium AZ-31, struktur makro, cacat void.

Abstract

Welding is a process technology aiming to join two or more materials. Friction Welding (FW) is including in a solid-state technology cluster, where the heat is resulted by the friction contact between two welding material's surface. FW is usually using the lathe machine and the two weld materials were placed on fix- and rotated-tail stocks. The welding process start once the temperature reach about 80% of material's melting temperature and in the case of Magnesium AZ-31 alloys was about 550°C. Afterwards, the rotated tailstock was push for joining the two materials. In this study, we have tested contact welding at 3, 5, and 10 minutes respectively on rotating speed of 1400rpm. In this study, friction weld of 3 min resulted the highest Tensile Strength, i.e., 16.78MPa of the weld material when compare to other parameters. Also, the hardness number at stir zone of welding parameter 3, 5, and 10minutes are almost the same, i.e., 60 HR_E, while at the heat affected zone (HAZ) area were 69.6; 64.6; and 60.6 HR_E respectively. This initial results show a potential further research for different friction welding parameters in order to find the optimum welding operational parameters in friction weld Magnesium AZ-31.

Keywords: Friction Welding, Magnesium AZ-31, macro structure, void.

1. Pendahuluan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua atau lebih bahan teknik dengan cara memanaskannya hingga mencapai titik cair. Energi panas yang dihasilkan dalam proses pengelasan dapat berasal dari nyala busur (*fusion*) luar atau pun dari gesekan dua benda kerja. Teknologi pengelasan logam termasuk suatu proses penting dalam dunia industri manufaktur dan penerbangan modern hingga saat ini. Proses pengelasan juga memegang peran penting dalam bidang perbaikan (*maintenance*) dan rekayasa industri [1].

Dalam dunia industri modern, secara umum terdapat 2 (dua) katagori proses pengelasan, yaitu: pengelasan dengan pencairan (*fusion welding*) dan pengelasan tanpa pencairan atau dalam kondisi padat (*semi-solid welding*) [1]. Pengelasan gesek atau *friction welding (FW)* merupakan salah satu metode pengelasan yang telah dikembangkan oleh seorang ahli mesin dari Uni Sovyet, AL Chudikov pada tahun 1950.

Dalam pengujiannya, diusulkan bahwa tenaga mekanik dapat diubah menjadi energi panas untuk proses pengelasan [2]. Dalam aplikasi di industri modern saat ini, teknologi las gesek (*friction welding*) telah menjadi satu alternatif solusi dalam memecahkan masalah penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding*, diantaranya adalah pada kasus penyambungan *crank-shaft* [2].

Prinsip kerja FW adalah memanfaatkan gesekan dari benda kerja yang berputar dengan benda kerja lain yang diam sehingga mampu melelehkan kedua permukaan logam las (*base metal*) dan dengan bantuan gaya tekan dari luar, akan didapatkan permukaan las yang tersambung. Parameter penting dalam proses pengelasan gesek meliputi: waktu gesekan (*friction time*), kecepatan rotasi (*rotational speed*) lengan bergerak (*rotational spindle*), dan gaya tekanan. Kualitas hasil las gesek, akan sangat dipengaruhi oleh ketepatan pemilihan parameter-parameter prosesnya,

*Korespondensi: Tel./Fax.: 081294836432/-

E-mail: irza.sukmana@eng.unila.ac.id

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2017

seperti: gaya tekan yang kurang dapat menurunkan angka kekuatan tarik hasil las [3].

Meskipun terdapat beberapa penelitian las gesek dengan berbagai variasi parameter pengelasan yang telah dipublikasikan [4-6], namun data studi FW bagi material Magnesium AZ-31 masih belum banyak ditemukan. Dalam penelitian ini, akan diuji pengaruh waktu kontak las gesek terhadap kualitas sambungan las gesek (*friction weld quality*). Kecepatan rotasi spindle dan gaya tekan yang diberikan selama proses pengelasan diasumsikan tetap.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah meliputi:

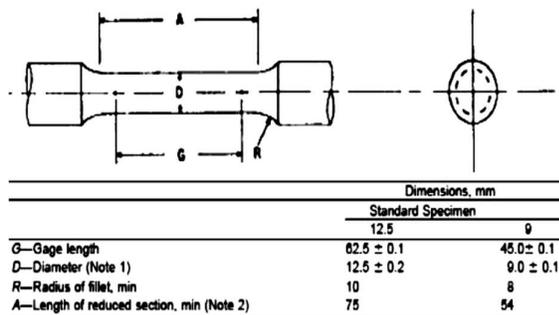
- Magnesium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah magnesium AZ-31. Magnesium ini merupakan dari beberapa kelompok yang dibedakan berdasarkan paduan penyusunnya. Magnesium AZ-31 merupakan paduan magnesium dengan kandungan utama unsur Aluminium (Al) 3% dan Zinc (Zn) 1%.
- Mesin Bubut. Proses penyiapan sampel dan pengelasan gesek menggunakan mesin bubut konvensional, dimana energi listrik diubah menjadi gerak utama oleh sebuah motor listrik, yang selanjutnya melalui sistem transmisi dihasilkan gerak putar spindle. Proses pengelasan terjadi karena adanya panas gesekan antara dua benda kerja yang berputar dan benda kerja tetap.
- Mesin Uji Tarik, untuk mencari tegangan dan regangan magnesium AZ-31 yang telah dilas.
- Mesin Uji kekerasan Rockwell, untuk mencari nilai kekerasan daerah uji magnesium AZ-31.
- Alat uji mikroskop USB adalah untuk mengetahui foto makro dari benda uji setelah dilakukan uji tarik.

2.2. Parameter Pengujian

Parameter pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi waktu kontak (gesekan), selama 3, 5, dan 10 menit dimana kecepatan putar spindle adalah 1400rpm dan gaya tekan diasumsikan tetap (konsisten).

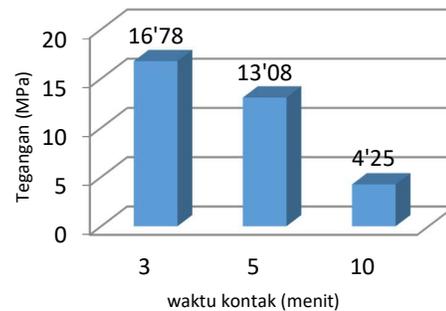
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Tarik, dilakukan berdasarkan ASTM E-8 sebagaimana Gambar 1 dibawah.



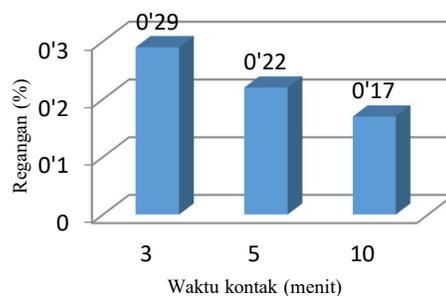
Gambar 1. Sampel standar uji tarik ASTM-E8

Pengujian tarik dilakukan pada logam Magnesium AZ-31 hasil pengelasan FW. Hasil yang diperoleh, dimana daerah las (*weld zone*) berada di sekitar area pertengahan sampel (symbol "D" pada Gambar 1). Hasil uji tarik terhadap sampel las dengan ke-3 parameter pengelasan adalah sebagaimana Gambar 2 dan Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan waktu kontak

Berdasarkan Gambar 2 di atas, angka kekuatan tarik hasil las berbanding terbalik (cenderung menurun) terhadap waktu kontak las. Waktu kontak las selama 3menit, besar kekuatan tarik yang diperoleh adalah 16,78 MPa dan merupakan angka kekuatan tarik tertinggi bila dibandingkan pada waktu kontak las 5 dan 10 menit, dimana kekuatan tariknya sebesar 13,08MPa dan 4,25MPa. Angka kekuatan tarik yang cenderung menurun seiring peningkatan waktu gesek, dapat disebabkan oleh peningkatan jumlah cacat las, sebagaimana juga dilaporkan oleh peneliti lain [7,8]. Selanjutnya, angka regangan teknik logam las juga menunjukkan trend (kecenderungan) yang sama, sebagaimana dipresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik regangan teknik terhadap waktu kontak gesek

3.2. Data dan Analisa Hasil Uji Keras

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui angka kekerasan logam magnesium AZ-31 pada daerah-daerah hasil pengelasan gesek (FW), yaitu: logam dasar (*base metal*), daerah terpengaruh panas (*heat affected zone, HAZ*), dan logam las (*stir zone*). Data hasil pengujian adalah sebagaimana Tabel 1.

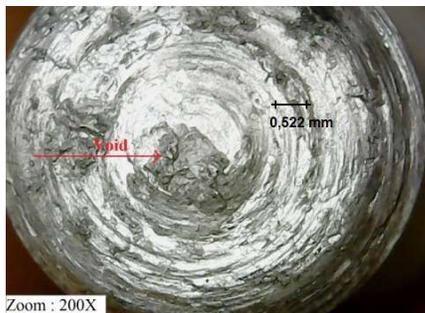
Tabel 1. Data uji kekerasan Rockwell (HR_E)

t (menit)	HR_E	Posisi HR_E	HR_E rata-rata
3	51	Stir zone	60
	62		
	67		
	73	HAZ	
	62		
	74		
	5	66	
76			
71			
59		Stir zone	
65			
56			
10	71	HAZ	64.6
	63		
	59		
	66	Base metal	
	76		
	71		
10	61	Stir zone	60
	62		
	57		
	65	HAZ	
	48		
	69		
	10	66	
76			
71			
71			

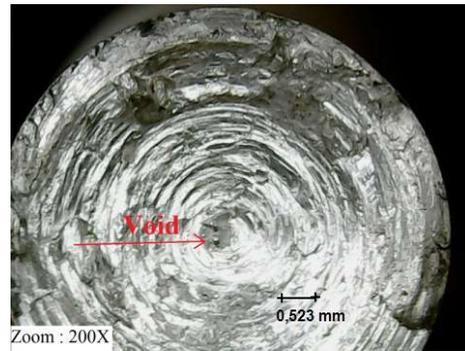
Berdasarkan Tabel 1 di atas, nilai kekerasan spesimen dengan waktu kontak gesek 3 menit berkisar antara 51 s.d. 67 HR_E pada daerah *stir zone* dan 59 s.d. 56 HR_E pada spesimen dengan waktu gesek 5 menit. Sedangkan pada spesimen dengan waktu gesek 10 menit nilai kekerasan pada daerah *stir zone* berkisar antara 57 s.d. 60 HR_E , dimana angka kekerasan rata-rata pada daerah *stir zone* untuk ketiga parameter waktu kontak gesek adalah sama, yaitu sebesar 60 HR_E . Selanjutnya, angka kekerasan juga menurun dengan peningkatan waktu kontak gesek, dimana angka kekerasan rata-rata di daerah terpengaruh panas (*heat affected zone, HAZ*) untuk waktu kontak gesek 3, 5 dan 10 menit secara berturut-turut adalah sebesar 69,6, 64,6 dan 60,6 HR_E . Angka kekerasan di daerah HAZ ini menunjukkan *trend* yang sama dengan angka kekuatan tarik sampel hasil las.

3.3. Pengujian Foto Makro

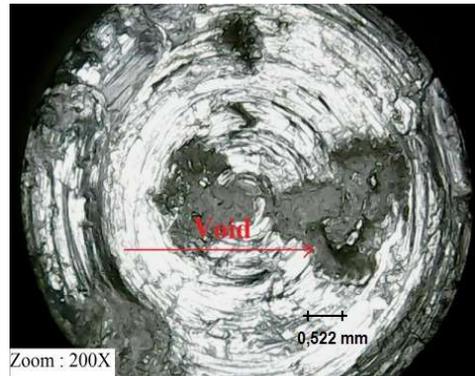
Pengujian makroskopik logam las gesek dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dalam perbesaran 200x terhadap daerah penampang patah hasil uji tarik, sebagaimana Gambar 4 s.d. Gambar 6 berikut ini.



Gambar 4. Foto makro penampang patah las pada kontak gesek 3 menit



Gambar 5. Foto makro penampang patah las pada kontak gesek 5 menit



Gambar 4. Foto makro penampang patah las pada kontak gesek 10 menit

Berdasarkan gambar-gambar di atas, dapat dilihat bahwa pada spesimen dengan waktu kontak selama 3 menit sambungan yang terjadi antara kedua material las relatif lebih merata pada semua sisi permukaan; bila dibandingkan terhadap spesimen dengan waktu kontak gesek 5 menit (sambungan hanya terjadi pada bagian tengah dan tepi), maupun pada spesimen 10 menit (dimana sambungan hanya terjadi di bagian tengah).

Cacat *void* paling sedikit ditemukan adalah pada sampel dengan parameter kontak gesek 3 menit bila dibandingkan parameter yang lain. Berdasarkan parameter pengelasan yang dilakukan, semakin lama waktu kontak gesek akan menghasilkan cacat *void* sehingga mempengaruhi kekuatan tarik bahan hasil pengelasan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik terbesar terjadi pada spesimen dengan waktu kontak gesek 3 menit, yaitu sebesar 16,78 MPa dan nilai kekuatan tarik terkecil adalah pada waktu kontak selama 10 menit (4,25 MPa). Hasil foto makro menunjukkan adanya cacat *void* karena gas terjebak selama proses pengelasan gesek, dimana pertambahan jumlah dan besar *void* adalah sesuai dengan peningkatan waktu kontak gesek. Cacat las gesek tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik logam las gesek Magnesium AZ-31.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas kontribusi dana Hibah Kompetensi (Irza Sukmana) dari Kemenristekdikti Tahun Anggaran 2017.

Daftar Pustaka

- [1] Budi Santoso, 2014. *Pengaruh variasi waktu gesekan awal solder terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur makro Alumunium 5083 pada pengelasan friction stir welding*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- [2] Alfian Ferry Ardianto, 2015. *Kekuatan puntir sambungan las gesek Al-Mg-Si dengan variasi sudut chamferdua sisi dan kekasaran*. Universitas Brawijaya. Malang.
- [3] Anggun Panata Gama, 2013. *Analisis sifat mekanik dan struktur mikro alumunium paduan seri 6061 hasil pengelasan friction welding dengan variasi sudut*. Universitas Jember.
- [4] Fenny Setiawan, 2014. *Karakterisasi penyalan magnesium AZ31 pada proses bubut menggunakan aplikasi termografi*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- [5] 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).
- [6] Wahyu Nugroho, 2010. *Pengaruh Durasi Gesekan, Tekanan Gesek dan Tekanan Tempa Terhadap Kekuatan Sambungan Las Gesek Langsung pada Baja Karbon Aisi 1045*, Tugas Akhir. Intitut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [7] Wiryosumarto, H dan Okumura, T. 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jilid 7. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- [8] H.Kuscu, I. Becenen, M. Sahin, 2008, *Evaluation of Temperature and Properties at Interface of AISI 1040 Steel Joined by Friction Welding*, Assembly Automation, Vol 28, pp.308-316.



Khairul Ummah earned bachelor's degree (honours) from Mechanical Engineering Intitute Technology of Bandung (ITB) in 1997. He then earned master's degree from Industrial Management ITB in 2000. Currently work as lecturer at Aerospace Engineering ITB, he has interest in system modeling, computer simulation, environmental protection, experimental design and testing.



Irza Sukmana holds his Ph.D degree in Chemical and Biotechno-logycal Engineering from Universite de Sherbrooke, QC, Canada 2010. He is Senior Lecturer at Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Universitas Lampung, Indonesia. His main interest is mechanical and biomedical materials engineering.



Solihin menyelesaikan studi program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung pada 2016. Penelitian sripsinya di bidang pengelasan gesek Magnesium. Saat ini ia sedang mencari peluang dan tantangan untuk dapat berkarir di dunia industri.