

Las Gesek (*Friction Welding*) Logam Tidak Sejenis (*Dissimilar Metals*) Magnesium AZ-31 Terhadap Aluminium AL-13

Ardian Prabowo¹, Irza Sukmana², Yanuar Burhanuddin³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Gedung H – Lantai 2, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35143
E-mail: irza.sukmana@gmail.com

ABSTRAK

Friction welding (FW) merupakan teknik pengelasan dengan cara menggesekkan dua permukaan material las hingga mencapai sekitar 60 - 80% titik cair bahan. Dalam proses *friction welding*, salah satu material berputar, sedangkan material lainnya tetap, sehingga terjadi gaya yang menghasilkan panas. Setelah mencapai temperatur las gesek, kemudian diberikan gaya tekan sehingga terjadi penyambungan kedua material. Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh variasi waktu kontak selama 3, 5, dan 10 menit terhadap kualitas hasil pengelasan gesek logam tidak sejenis (*dissimilar metal*) antara Magnesium AZ-31 dan Aluminium AL-13. Hasil uji keras logam las menunjukkan nilai kekerasan rata-rata pada daerah *stir zone (SZ)* untuk waktu kontak 3 menit adalah sebesar 65,6 HRE, dan sebesar 57,6 HRE dan 51,0 HRE pada masing-masing waktu kontak 5 dan 10 menit. Selanjutnya, hasil uji tarik menunjukkan, waktu kontak las selama 10 menit menghasilkan kekuatan tarik material yang paling optimal, yaitu sebesar 23,264 Mpa, dibandingkan waktu kontak 3 menit (sebesar 14,257 Mpa), maupun 5 menit (sebesar 15,765 Mpa).

Kata Kunci

Las gesek, Magnesium AZ-31, Aluminium AL13

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan dua buah logam dengan jalan pemanasan dan pelelehan logam dasarnya. Dalam prakteknya, kedua ujung logam yang akan disambung dipanaskan hingga mencapai titik leburnya dengan busur nyala sehingga didapatkan logam. Selain teknik tersebut, juga dikenal sistem pengelasan tanpa peleburan atau *solid-state welding*, dimana proses penyambungan logam dasar dilakukan pada kisaran 60% s.d. 80% temperatur cair bahan yang akan dilas. Contoh proses pengelasan padat (*solid-state welding*) tersebut, diantaranya adalah teknik pengelasan gesek (*friction weldin, FW*) dan pengelasan putar gesek (*friction stir welding, FSW*). Panas yang digunakan dalam proses pengelasan FW adalah dari gesekan kedua permukaan logam dasar las, sedangkan pada proses FSW, panas dihasilkan dari gesekan dan putaran *indentor* las atau juga dikenal dengan pahat las FSW [1,2].

Secara umum, dalam proses pengelasan gesek (FW) akan menghasilkan struktur las berupa: logam dasar (*based metal, BM*), daerah terpengaruh panas (*heat affected zone, HAZ*), dan daerah las (*weld zone, WZ*) atau juga diidentifikasi sebagai daerah putaran (*stir zone, SZ*).

Salah satu keuntungan pengelasan padat adalah dimungkinkannya melakukan penyambungan material tidak seragam (*dissimilar metals*) [2]. Pengelasan material tidak seragam sering diperlukan untuk keperluan khusus, terutama bila diperlukan penyambungan dua material dengan karakterisasi berbeda. Misalnya, penyambungan baja tahan karat (*stainless steel*) dengan baja karbon untuk

penggunaannya pada daerah kerja berbeda, dimana baja tahan karat untuk daerah yang korosif sementara baja karbon untuk daerah normal. Proses ini akan lebih ekonomis dan aman secara teknik, sebagaimana dilaporkan peneliti lain [3,4].

Potensi aplikasi yang lain, diantaranya adalah penyambungan magnesium dan aluminium untuk membuat bahan dasar baut tulang (*bone screw*) mampu terdegradasi sebagian (*partially degradable*). Dalam implementasinya, diperlukan dua macam logam sebagai bahan dasar baut tulang, dimana bagian yang akan ditanam di dalam struktur tulang yang retak (di-implan) merupakan bagian yang mampu terdegradasi, sedangkan bagian luarnya merupakan logam yang tahan karat, sehingga pada saat tulang yang patah sudah tersambung dengan baik, baut magnesium terdegradasi pada saat yang bersamaan, sehingga tidak diperlukan operasi besar ke-dua untuk pengangkatan baut tulang. Teknik ini dirasa lebih mengurangi resiko pasien dan lebih ekonomis [4]. Untuk itu, diperlukan suatu studi untuk menguji berbagai kemungkinan dan hipotesa tersebut, diantaranya potensi pengelasan dua logam dasar tidak sejenis dengan proses pengelasan gesek (FW). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak atau gesekan pada sambungan logam las berbeda jenis (*dissimilar metals*) terhadap kualitas sambungan dengan menggunakan metode *friction welding*.

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

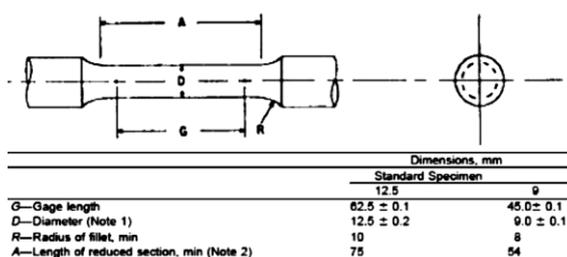
- a. Bahan yang digunakan adalah Magnesium AZ-31, dan Aluminum AL-31 yang keduanya hasil pengecoran. Paduan utama bahan AZ-31 adalah Aluminum (Al) 3% dan Zinc 1%.
- c. Proses pengelasan menggunakan mesin bubut konvensional, dimana spindle bahan Aluminum diletakkan pada spindle bergerak, sementara Magnesium pada bagian yang tetap (*tail stock*).
- d. Alat uji yang digunakan adalah Mesin Uji Tarik, Alat uji keras Rockwell, dan mikroskop untuk uji foto makro adalah menggunakan OEM (Original Equipment Manufacturing).

Tahapan-tahapan pengujian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penyiapan bahan magnesium dan aluminium sesuai standar yang direncanakan.
- b. Penyiapan mesin bubut dan pemasangan kedua bahan yang akan dilas.
- c. Proses pengelasan, yang meliputi: pemutaran spesimen uji sehingga timbul panas dari gesekan kedua permukaannya. Panas yang timbul dari temperatur kamar hingga temperatur pengelasan, Kemudian spesimen tetap diberikan gaya tekan agar terjadinya penyambungan kedua material las. Mesin las kemudian dimatikan, dan dilakukan proses pendinginan spesimen di udara sehingga mencapai temperatur kamar.
- d. Spesimen dilepaskan dari dan diuji sifat-sifat mekaniknya.

2.2 Standar Uji Tarik

Standar Uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan standar ASTM E-8 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi sampel uji tarik ASTM-E8

Dimensi spesimen untuk uji tarik adalah: Gage length (G) 62,5mm, diameter (D) 12,5mm, dan Radius filet (R) 10mm.

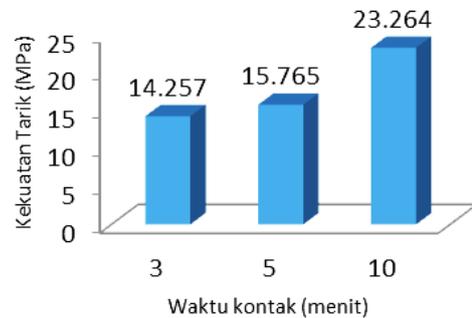
2.3 Parameteri Pengelasan Gesek

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi waktu kontak gesekan selama 3, 5, dan 10 menit dan dengan menggunakan kecepatan putar poros yang konstan, yaitu 1400 rpm. Parameter pengujian ini ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu yang dimana dilakukan pengelasan logam sejenis berbahan Magnesium (Mg) [5].

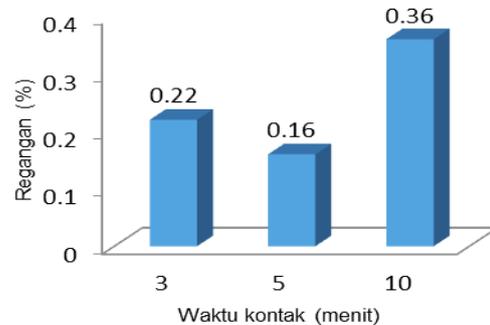
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Uji Tarik

Data pengaruh waktu kontak las gesek antara Magnesium AZ-31 dan Aluminum AL-13 terhadap kekuatan tarik maupun regangan logam las adalah sebagaimana presentasi grafik pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak las gesek (FW) terhadap kekuatan tarik logam las



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak las gesek (FW) terhadap regangan logam las

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa kekuatan tarik cenderung meningkat dengan bertambahnya waktu kontak las, dimana kekuatan tarik untuk masing-masing waktu kontak 3, 5, dan menit secara berturut-turut adalah sebesar 14,257 MPa; 15, 765 MPa, dan 23,264 MPa. Peningkatan kekuatan tarik tersebut menunjukkan bahwa waktu kontak yang singkat tidak mampu menghasilkan proses penyambungan kedua spesimen, lama waktu kontak las gesek dalam pengelasan logam Magnesium juga disimpulkan oleh penelitian terdahulu [6].

Selanjutnya, untuk mencari lama waktu kontak yang optimal berdasarkan kualitas hasil las, dilakukan pengujian hubungan antara regangan dan waktu kontak, sesuai grafik pada Gambar 3. Data tersebut menunjukkan nilai regangan cenderung naik seiring bertambahnya waktu kontak las FW antara Mg AZ-31 dan AL-13, kecuali pada waktu kontak gesek selama 5 menit terjadi penurunan bila dibandingkan waktu kontak 3 menit.

3.2 Hasil Uji Keras

Uji keras logam las dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan logam las pada daerah logam dasar, HAZ, dan *stir zone*. Setelah dilakukan pengujian maka didapat data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

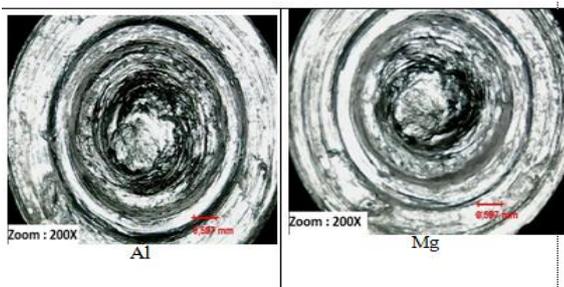
Tabel 1. Data uji keras daerah hasil las FW

AL13. T (menit)	Stir Zone	HAZ Mg	HAZ Al	Base Metal Mg	Base Metal Al
3	47	69	99	79	93
	79	70	97	77	96
	71	68	97	78	95
HRE rata-rata	65,6	69	97,6	78	94,6
5	60	60	97	75	92
	51	67	95	79	95
	62	68	93	80	93
HRE rata-rata	57,6	65	95	78	93,3
10	43	77	90	79	94
	59	56	89	75	96
	51	46	91	79	96
HRE rata-rata	51	58,6	90	78	95,3

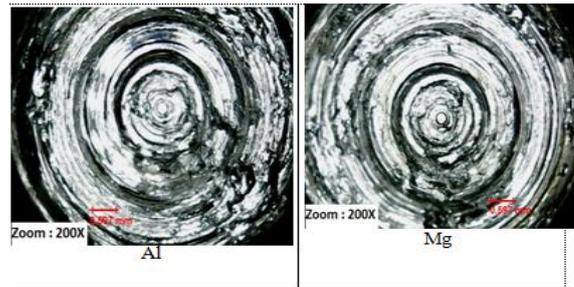
Berdasarkan Tabel 1 diatas, secara umum kekerasan material menurun dengan peningkatan lama waktu pengelasan, baik untuk daerah las *stir zone*, dan HAZ Mg dan HAZ Al. Angka kekerasan pada daerah stir zone untuk waktu pengelasan 3 menit memiliki nilai yang lbih bervariasi bila dibandingkan waktu yang lain, dimana angka kerasannya berkisar pada angka 47HRE s.d. 71HRE. Seanjutnya, terjadi penurunan angka kekerasan logam dasar (Magnesium) bila dibandingkan dengan daerah HAZ untuk semua lama waktu pengelasan. Penurunan angka kekerasan pada daerah HAZ ini, juga sesuai dengan hasil penelitian terdahulu [2,6].

3.3 Pengujian Metalografi

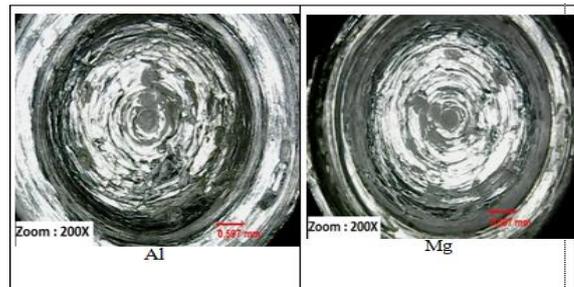
Gambar struktur makro diambil pada daerah patahan hasil uji tarik dengan menggunakan mikroskop OEM pada perbesaran 200x. Foto struktur makro daerah hasil las untuk berbagai waktu kontak, adalah sebagaimana Gambar 4 s.d. 6.



Gambar 4. Foto makro pada waktu kontak 3 menit



Gambar 5. Foto makro pada waktu kontak 5 menit



Gambar 6. Foto makro pada waktu kontak 10 menit

Berdasarkan perbandingan ketiga gambar foto makro hasil patahan logam las di atas, dapat dilihat bahwa pada spesimen dengan waktu kontak las selama 10 menit menghasilkan patahan yang lebih baik dan terintegrasi antara dua material yang berbeda, bila dilihat pada kedua sisi permukaan patahannya baik pada sisi Mg maupun Al. Area penyambungan kedua material semakin menurun dengan semakin cepat waktu kontakannya. Hal tersebut menyimpulkan bahwa ada suatu waktu optimum yang belum didapatkan dari kombinasi parameter pengelasan gesek yang diuji.

Jenis cacat las yang dapat ditemukan dalam pengelasan gesek logam tidak sejenis pada penelitian ini terutama adalah ketidak-integrasi (*disintegrasi*) logam lasan dan *void*. Cacat pengelasan terbanyak terjadi pada waktu pengelasan 3 menit.

4. KESIMPULAN

Proses penyambungan logam tidak sejenis Aluminium dan Magnesium telah diujikan dan berhasil dilakukan, dimana terjadi penyambungan kedua logam. Angka kekuatan tarik dan regangan tertinggi didapatkan pada waktu kontak las selama 10 menit, dimana angka kekuatannya adalah 23,264 MPa, dan regangan sebesar 0,36%. Jenis cacat yang terjadi dalam proses pengelasan ini terutama adalah disintegrasi daerah las dan *void*. Waktu kontak las gesek selama 3 menit memberikan cacat yang paling banyak, dan paling sedikit pada pengujian dengan waktu kontak 10 menit. Kualitas hasil pengelasan dipengaruhi oleh variasi waktu kontak logam las gesek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan finansial dari Kemenristekdikti melalui Program Hibah Kompetensi dan Hibah Penelitian Produk Terapan (PPT) tahun Anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fawaid, R. Ismail, Jamari, S. Nugroho, "Karakteristik AISI 304 Sebagai Material Friction Welding" *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 3*, vo. 1 no. 1, pp. c.29 - c.23, 2012.
- [2] D. A. Tyagita, Y. S. Irawan, W. Suprpto, "Kekuatan puntir dan porositas hasil sambungan sambungan las gesek AlMg-Si dengan variasi chamferdua dan gaya tekan akhir," *Rekayasa Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 69-74, 2014.
- [3] J. M. Topf, P. T. Murray, "Hypomagnesemia and hypermagnesemia," *Rev Endoc Metab Disord.*, vol. 4, pp. 195-206, 2003.
- [4] A. Hermanto, Y. Burhanuddin, I. Sukmana, "Peluang dan Tantangan Aplikasi Baut Tulang Mampu Terdegradasi Berbasis Logam Magnesium," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 93-98, Desember 2016.
- [5] Solihin, K. Ummah, I. Sukmana, "Pengaruh Waktu Kontak Gesek Las Magnesium AZ-31 Terhadap Kualitas Sambungan Friction Welding," *Jurnal Energi dan Manufaktur*, in pres.
- [6] H. Kuscu, I. Becenen, M. Sahin, "Evaluation of Temperature and Properties at Interface of AISI 1040 Steel Joined by Friction Welding," *Assembly Automation*, vol. 28, pp. 308-316, 2006.