

Teknik

LAPORAN PENELITIAN TERPADU
KATEGORI C
Program Percepatan Professor



MEMPERBAIKI KUALITAS SAMBUNGAN LAS GESEK DENGAN VARIASI
BENTUK PIN

PENGUSUL:

Ir. Djarot B. Darmadi, MT.,PhD.

(NIDN: 0018056705)

Dilaksanakan atas biaya PNBP Tahun Anggaran 2020
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya berdasarkan kontrak
Nomor : 132 /UN10.F07/PN/2020
Tanggal 4 Mei 2020

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
SEPTEMBER 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Memperbaiki Kualitas Sambungan Las Gesek Dengan Variasi Bentuk Pin.

Kategori Penelitian : C

Ketua Tim Pengusul:

- a. Nama Lengkap : Ir. Djarot B. Darmadi, MT., PhD.
- b. NIDN : 0018056705
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Teknik Mesin

Anggota Peneliti 1:

- a. Nama Lengkap : -
- b. NIDN : -
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Program Studi : -

Lama Penelitian Keseluruhan : 7 bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,-

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 20.000.000,-

Mengetahui,
Ketua BPPM Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



Dr. Ir. Runi Asmaranto, ST., MT.
NIP. 19750113 200012 1 001

Malang, 18 November 2020
Ketua Peneliti,



Ir. Djarot B. Darmadi, MT., PhD
NIP. 19670518 199412 1 001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., IPU.
NIP. 19700721 200012 1 001

IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan : Memperbaiki kualitas sambungan las gesek dengan variasi bentuk pin.
2. Kategori Penelitian : C
3. Ketua Tim Pengusul
- a. Nama Lengkap : Ir. Djarot B. Darmadi, MT.,PhD.
 - b. Bidang keahlian : Teknologi Pengelasan Logam
 - c. Jabatan Struktural : Ketua Jurusan Teknik Mesin
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - e. Fakultas/ Jurusan/ PS : Teknik/ Mesin
 - f. Alamat surat : Teknik Mesin – MT Haryono 167, 6514
 - g. Telepon/Faks : 085755815170
 - h. E-mail : b_darmadi_djarot@ub.ac.id

3. Anggota tim pengusul:

No	Nama anggota	NIM	Alokasi waktu Jam/minggu

4. Objek penelitian : Perbaikan kualitas hasil sambungan las gesek
5. Masa pelaksanaan penelitian : 7 bulan
- a. Mulai : Mei 2020
 - b. Berakhir : November 2020
6. Anggaran yang diusulkan : Rp 20.000.000,-
(Terbilang: *duapuluh juta rupiah*)
7. Lokasi penelitian : Lab. Otomatisasi Manufaktur UB, Lab. Fenomena Dasar Mesin UB.
8. Hasil yang ditargetkan : 1 artikel jurnal ilmiah international bereputasi.
9. Institusi lain yang terlibat : -
10. Keterangan lain yang dianggap perlu :

ABSTRAK

Kendaraan dengan bobot ringan merupakan fenomena yang banyak dievaluasi akhir-akhir ini. Salah satu keuntungan menggunakan kendaraan berbobot ringan adalah konsumsi energi serta jumlah polutan yang banyak bisa dikurangi. Salah satu kandidat utama bahan kendaraan berbobot ringan adalah alumunium yang memiliki kelemahan yakni sifat mampu lasnya yang rendah. Pada sisi lain, sejak dikembangkan oleh The Welding Institute (1991) proses pengelasan mekanik seperti Friction Welding dan Friction Stir Welding diharapkan dapat mengatasi masalah yang ditemui pada proses pengelasan logam dengan sifat mampu las yang rendah.

Topik yang diangkat pada kegiatan penelitian ini adalah proses pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW). Proses FSW hingga sekarang masih merupakan bahan kajian yang menarik dan belum ada teori yang tegak seperti halnya proses pengelasan konvensional (las fusi). Berdasar kajian pustaka, hasil pengelasan FSW ditentukan oleh berbagai hal dan secara garis besar dapat dikategorikan dalam parameter berkenaan dengan pahat geseknya, parameter pemesinan berkenaan dengan proses FSW itu sendiri dan parameter lain diluar dua hal yang telah disebutkan. Pin memegang peran penting dalam pembentukan ikatan pada daerah sambungan. Hal ini disebabkan setelah terbentuknya *nugget zone*, pin mengaduk daerah nugget tersebut untuk membentuk ikatan mekanik. Tentu geometri dari pin sangat menentukan bagaimana ikatan mekanik terbentuk setelah sambungan menjadi padat nantinya. Untuk memperdalam dan mempertajam analisa, juga dilakukan simulasi CFD (*Computerize Fluid Dynamic*). Dengan analisa CFD akan diperoleh kajian mendasar bagaimana suatu hasil eksperimen diperoleh.

RINGKASAN

Aluminium yang diprediksi akan menggantikan baja sebagai logam yang paling banyak digunakan memiliki sifat mampu las yang rendah. Paling tidak ada empat fenomena yang menyebabkan aluminium tidak dapat menghasilkan sambungan las yang baik jika digunakan proses pengelasan konvensional: porositas, lapisan aluminium oksida, *hot cracking* (retak panas) dan *strengt lost*. Seperti telah disinggung, permasalahan menggunakan metode las konvensional (las fusi) pada aluminium antara lain timbulnya porositas yang disebabkan oleh kelarutan hidrogen yang berkurang secara drastis dari fase aluminium cair ke fase aluminium padat ($0.69\text{cm}^3/100\text{gr}$ pada fase cair dan $0.036\text{cm}^3/100\text{gr}$ pada fase padat). Hidrogen yang terserap saat aluminium pada lasan pada kondisi cair harus didorong keluar saat lasan memadat saat mendingin menuju suhu ruang dan karena waktu memadat tersebut relatif singkat banyak hidrogen yang terjebak dalam padatan logam las membentuk pori-pori. Masalah lain yang ditemui pada proses pengelasan aluminium adalah adanya lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) yang terbentuk dengan cepat pada seluruh permukaan aluminium yang bersentuhan dengan atmosfer dan oksida ini memiliki titik lebur yang tinggi (2060°C) dibanding titik lebur aluminium (660°C). Keberadaan Aluminium Oksida ini menyebabkan sambungan yang kurang solid dan pada akhirnya mengurangi kualitas lasan. Untuk meningkatkan kekuatan dari aluminium murni sering ditambahkan unsur paduan. Keberadaan unsur paduan ini menyebabkan fenomena *hot cracking* yang sulit untuk dihindari dan terjadi saat pembekuan. Selain menambahkan unsur paduan, pada aluminium juga diberikan perlakuan mekanik atau thermal untuk menambahkan sifat mekanik yang lebih baik. Perlakuan yang diberikan tersebut akan hilang jika diaplikasikan proses pengelasan konvensional. Hal ini baik disebabkan oleh proses pencairan maupun perubahan fase padat. Dan akibat konduktivitas thermal aluminium yang tinggi, daerah logam cair maupun daerah yang mengalami perubahan fase melingkupi area yang lebar. Fenomena ini sering disebut dengan fenomena *strength lost*.

Pada sisi lain, dikembangkan dan telah dipatenkan oleh TWI (*The Welding Institute*) proses pengelasan mekanik. Salah satu jenis dari proses pengelasan mekanik tersebut adalah *Friction Stir Welding* (FSW). Karena proses pengelasan ini melibatkan suhu yang lebih rendah dibanding proses pengelasan konvensional, diharapkan dapat mengeliminir permasalahan-permasalahan proses suhu tinggi pada proses pengelasan konvensional. Sejak

diperkenalkan, banyak penelitian dilakukan untuk mendapatkan hasil maksimal dari proses pengelasan mekanik tersebut.

Secara garis besar, studi literatur menunjukkan ada 2 katagori besar penelitian berkenaan dengan proses FSW; yaitu evaluasi parameter dari pahat dan parameter dari mesin. Parameter lain juga dievaluasi meskipun terbukti memiliki pengaruh yang tidak begitu signifikan. Pada kegiatan penelitian ini, mempertimbangkan keterbatasan dana dan waktu hanya akan dievaluasi pengaruh bentuk pin terhadap kualitas sambungan FSW. Secara filosofis ikatan mekanik terbentuk seperti bergabungnya dua gumpal tanah liat ketika diremas-remas bersama. Kondisi menjadikannya seperti tanah liat atau dalam FSW disebut dengan daerah *nugget*, adalah dengan menaikkan suhu di daerah *nugget* yang secara teoritis adalah 0,6 – 0,8 suhu leleh dari logam yang akan disambung. Meremas-remas tanah liat adalah gaya pengadukan di daerah *nugget* tersebut yang dilakukan oleh *shoulder* dan pin. *Shoulder* memberikan pengadukan dengan gaya gesek sedangkan pin memberikan pengadukan secara langsung di daerah *nugget*. Oleh karena itu variasi bentuk pin diyakini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas sambungan hasil proses FSW tersebut, karena bentuk pin menentukan bagaimana daerah *nugget* diaduk untuk membentuk ikatan mekanik sebelum daerah *nugget* menjadi padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Firouz Fadaeifard, Khamirul Amin Matori, Sidek Abd Aziz, Liyana Zolkarnain & Mohd Aliff Zairie Bin Abdul Rahim (2017), *Effect of the welding speed on the macrostructure, microstructure and mechanical properties of AA6061-T6 friction stir butt welds*, Metals vol. 7, no.48, pp. 1-16.
- Gunther Sproesser, Ya-Ju Chang, Andreas Pittner, Matthias Finkbeiner & Michael Rethmeier (2017), *Energy efficiency and environmental impacts of high power gas metal arc welding*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, doi:10.1007/s00170-017-9996-7, pp 1-11.
- Gurmeet Singh, Amardeep S. Kang, Kulwant Singh & Jagtar Singh (2017), *Experimental comparison of friction stir welding process and TIG welding process for 6082-T6 aluminium alloy*, Materials Today, vol. 4, pp. 3590-3600.
- Holder, R., Larkin, N., Li, H., Kuzmikova, L., Pan, Z. & Norrish, J. (2011), *Development of a DC-LSND welding process for GMAW on DH-36 Steel*, 56th WTIA annual conference pp. 1-13.
- Igor Z. Radisavljevic, Aleksandar B. Zivkovic, Vencislav K. Grabulov & Nenad A. Radovic (2015), *Influence of pin geometry on mechanical and structural properties of butt friction stir welded 2024-T351 aluminum alloy*, Hemind vol. 69 no. 3, pp. 323-330.
- Inderjeet Singh, Harjot Singh & Ankit Chopra (2014), *Effect of tool rotational speed on tensile and impact strength of friction stir welded joints*, International Journal of Research in Mechanical Engineering & Technology, vol. 4, no. 2, pp. 47-49.
- M.T.S.M. Said, D.A. Hamid, A. Ismail, S.N.N. Zainal, M. Awang, M.A. Rojan, I.M. Ikram and M.F. Makhtar (2016), *Experimental study on effect of welding parameters of friction stir welding (FSW) on aluminium AA5083 T-joint*, Information Technology Journal, vol. 15, no. 4, pp. 99 – 107.
- Mustafa Kemal Bilici, Ahmet Irfan Yukler & Memduh Kurtulmus (2016), *Pin profile and shoulder geometry effects in friction stir spot welded polymer sheets*, The International Journal of Engineering and Science, vol.5, no.6, pp. 29-36.
- P. Boonkanit & W. Pansong (2016), *Design of Experiment of High Pressure Steel Tank Using Tandem Submerged Arc Welding*, Applied Mechanics and Materials, Vol. 848, pp. 11-14.
- Pan, Zengxi; Larkin, Nathan; Li, Huijun; Van Duin, Stephen; Shen, Chen; Lang, Darren & Sterjovski, Zoran (2013), *Evaluation of tandem gas metal arc welding for low distortion butt-welds in naval shipbuilding*, Australasian Welding Journal; vol. 58, no. 2, p. 35-41.

- Piyush Patel, Sachin Patel & Hiren Shah (2017), *Design and experimental study of friction stir welding of AA6061-T6 alloy for optimization of welding parameters by using lathe machine*, International Research Journal of Engineering and Technology, vol. 4, no. 3, pp. 26-32.
- Roger O'Brien, Walter Veldsman & Ahmed Elmarakbi (2014), *The development of an industrial robotic low stress no distortion (LSND) welding system*, International Institute of Welding, International Welding Congress, New Delhi – India, pp. 164 – 170.
- S. Verma, Meenu & J.P. Misra (2016), *Study on temperature distribution during Friction Stir Welding of 6082 aluminum alloy*, 5th International Conference of Material Processing and Characterization.
- Sang-Won Park, Tae-Jin Yoon & Chung-Yun Kang (2017), *Effects of the shoulder diameter and weld pitch on the tensile shear load in friction-stir welding of AA6111/AA5023 aluminum alloys*, Journal of Materials Processing Technology, vol. 241, pp. 112-119.
- V. Balasubramanian (2010), *Friction stir welding: an environmentally cleaner welding process*, Centre for Materials Joining & Research (CEMAJOR), Annamalai University.
- Y. C. Lin & C. P. Chou (1992), *Residual stress due to parallel heat welding in small specimens of type 304 stainless steel*, Journal Materials Science and Technology Vol. 8, No. 9, pp. 837-840.
- Y.C. Lin. &K.H. Lee (1997), *Effect of welding parameters on the residual stress by the parallel heat welding*, International Journal of Pressure Vessels and Piping, Volume 71, Issue 2, pp. 197-202.
- Yahya Bozkurt & Zakaria Boumerzoug (2017), *Tool material effect on the friction stir butt welding of AA2124-T4 alloy matrix MMC*, Journal of Material Research and Technology, vol. 246, *in-press*.