

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN TERPADU PERCEPATAN PROFESOR
KATEGORI C



***ROTARY FRICTION WELDING PADA ALUMINIUM AA 6061
YANG TELAH MENGALAMI PERLAKUAN ARTIFICIAL AGING***

TIM PENGUSUL

Dr. SUGIARTO, ST. MT.	0017046904
MOCH. SYAMSUL MA'ARIF, ST. MT.	0026077104
MUHAMMAD FEBRIANSYAH S.	165060201111056
ACHMAD GALANG PAMBUDI	165060201111009

Dibiayai oleh:
Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya
Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA)
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Nomor DIPA: 135 / UN 10.F07/PN/ 2020

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
SEPTEMBER 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : *Rotary Friction Welding Pada Aluminium AA 6061 Yang Telah Mengalami Perlakuan Artificial Aging*

Kategori Penelitian : Hibah Percepatan Profesor

Ketua Tim Pengusul

- a. Nama Lengkap : Dr. Sugiarto, ST. MT.
- b. NIDN : 0017046904
- c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- d. Program Studi : Teknik Mesin
- e. No.HP : 08155506240
- f. Alamat surel (email) : sugik_mlg@ub.ac.id

Anggota Peneliti (1)

- a. Nama lengkap : Moch. Syamsul Ma'arif, ST. MT.
- b. NIDN : 0026077104
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota Peneliti (ke-n) :

Lama Penelitian Keseluruhan : 6 (enam) bulan

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,-

Biaya Tahun Berjalan : Rp. 20.000.000,-

Mengetahui,
Ketua BPPM Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



Dr. Runi Asmaranto, ST., MT.
NIP. 19710830 200012 1 001

Malang, 23 September 2020

Ketua Peneliti,



Dr. Sugiarto, ST. MT.
NIP. 19690417 199512 1 001

Menyetujui,
DEKAN Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya



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

IDENTITAS KEGIATAN

1. Judul Usul : *Rotary Friction Welding Pada Aluminium AA 6061 Yang Telah Mengalami Perlakuan Artificial Aging*
2. Kategori Penelitian : Hibah Percepatan Profesor
3. Ketua Tim Pengusul
- a. Nama Lengkap : Dr. SUGIARTO, ST. MT.
 - b. Bidang Keahlian : Material Manufaktur
 - c. Jabatan Struktural : -
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - e. Fakultas/Jurusan/PS : Teknik/ Mesin
 - f. Alamat Surat : Jl. KH. Yusuf RT.05 RW.06 Kelurahan Tasikmadu Kec. Lowokwaru Kota Malang
 - g. Telp/Faks : 08155506240
 - h. E-mail : sugik_mlg@ub.ac.id
4. Anggota tim pengusul
- a. Dosen:
- | No. | Nama dan Gelar Akademik | Bidang Keahlian | Unit Kerja | Alokasi Waktu (jam/minggu) |
|-----|-----------------------------------|-----------------|-------------|----------------------------|
| 1. | Moch. Syamsul Ma'arif.
ST. MT. | Teknik Produksi | Fak. Teknik | 6 Jam/ minggu |
| 2. | | | | |
- b. Mahasiswa :
- 1). Mahasiswa 1 : Muhammad Febriansyah S. (NIM. 165060201111056)
 - 2). Mahasiswa 2 : Achmad Galang Pambudi (Nim, 165060201111009)
5. Obyek penelitian : Teknologi Pengelasan (Material Manufaktur)
6. Masa pelaksanaan penelitian :
- a. Mulai : Mei 2020
 - b. Berakhir : November 2019
7. Anggaran yang diusulkan : Rp. 20.000.000,- (Terbilang: dua puluh juta rupiah)
8. Lokasi penelitian : Laboratorium Proses Produksi I (Teknik Mesin UB)
9. Hasil yang ditargetkan : Artikel jurnal internasional
10. Keterangan lain yang dianggap perlu : -

PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Alloh SWT. karena atas limpahan rahmat dan karunianya kami dapat menyelesaikan kegiatan penelitian melalui Pogram Hibah Percepatan Profesor tahun 2020 dengan judul “ *Rotary Friction Welding* Pada Aluminium AA 6061 Yang Telah Mengalami Perlakuan *Artificial Aging*”. Dalam kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada :

1. Rektor Univeritas Brawijaya yang telah berkenan mendanai kegiatan ini.
2. Dekan Fakultas Univeritas Brawijaya yang telah menyetujui kegiatan penelitian ini
3. Ketua BPPM Fakultas Teknik yang telah menyetujui kegiatan penelitian ini
4. Ketua Jurusan Mesin dan para Ketua Laboratorium di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah mengijinkan penggunaan peralatan laboratorium untuk penelitian ini .
5. Semua pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan amal kebaikan Bapak/Ibu semuanya mendapat pahala dan balasan yang setimpal di kemudian hari. Akhirnya semoga tulisan ini memberi manfaat bagi kami dan para pembaca. Terima Kasih

Tim Peneliti

RINGKASAN

Las gesek merupakan salah satu solusi dalam memecahkan permasalahan penyambungan logam yang sulit dilakukan dengan *fusion welding* (pengelasan cair). Metode pengelasan ini cukup efektif dilakukan untuk penyambungan logam yang memiliki *weldability* rendah seperti aluminium paduan AA 6061. Kualitas hasil pengelasan gesek sangat bergantung pada parameter proses seperti tekanan gesekan, waktu gesekan, tekanan tempa, waktu tempa dan kecepatan putar. Kualitas sambungan las gesek dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan parameter pengelasan, penggunaan interlayer, mengubah bentuk geometris dan memberikan perlakuan panas sebelum atau sesudah proses pengelasan. Tingkat deformasi pada pengelasan gesek bergantung pada suhu akibat gesekan dan besarnya tekanan yang terjadi pada daerah *interface*. Seringkali terjadi pelunakan yang berlebihan, pengasaran butiran logam dan pembentukan fase intermetalik pada batas las (*interface*) akibat suhu gesekan yang terlalu tinggi dan tekanan tempa yang terlalu besar pada logam paduan. Dari hasil beberapa penelitian terhadap perubahan sifat AA 6061 diketahui bahwa perlakuan panas *artificial aging* mampu meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik AA 6061. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan mekanik sambungan las gesek aluminium AA 6061 setelah mengalami perlakuan *artificial aging*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental skala laboratorium. Material uji menggunakan aluminium AA 6061 berdiameter 20 mm. Parameter yang divariasikan adalah suhu pemanasan *artificial aging* pasca pengelasan sebesar 100 °C, 150 °C dan 200 °C dan tekanan tempa pada pengelasan gesek sebesar 325 bar, 350 bar, 375 ba. Parameter tetap yang diamati adalah profile sambungan, mikrostruktur, distribusi kekerasan dan kekuatan tarik sambungan. Variabel terkendali, meliputi: putaran spindle 1600 rpm, tekanan gesek 65 bar atau 65 kg/cm², waktu gesekan $t_f = 6$ detik, waktu tekanan tempa $t_w = 60$ detik, diameter kontak benda kerja 15 mm dan besar sudut chamfer benda kerja 15°.

Hasilnya adalah *Burn of Length* (BOL) meningkat akibat kenaikan temperatur *artificial aging* dari 100°C sampai 150°C dan turun kembali pada temperatur 200°C. Semakin tinggi tekanan tempa akhir semakin meningkat pula BOL-nya. Kenaikan temperatur *artificial aging* dan peningkatan tekanan tempa berpengaruh terhadap perubahan luas Z_{pl} dan Z_{pd} yang berarti berpengaruh terhadap perubahan profile sambungan las gesek. Temperatur *artificial aging* yang semakin tinggi dari 100°C sampai 150°C dan dikombinasikan tekanan tempa 375 bar menghasilkan nilai *Burn of Length* (BOL) yang semakin besar, luas area $Z_{pl} + Z_{pd}$ yang semakin besar dan kekuatan tarik yang semakin besar pula. Kekuatan tarik turun kembali ketika suhu *artificial aging* dinaikan menjadi 200°C. Kekerasan permukaan bagian yang menekan lebih tinggi dibanding kekerasan permukaan bagian yang berputar. Distribusi kekerasan daerah sambungan yang tinggi didapatkan pada specimen yang diberi perlakuan *artificial aging* suhu 150°C dan 200°C dengan tekanan tempa akhir las 325 bar disebabkan oleh partikel hitam dan abu-abu yang dindikasikan sebagai struktur Mg_2Si dan Fe_3SiAl_{12} yang halus dan tersebar merata. Sedangkan kekerasan specimen tanpa perlakuan panas *artificial aging* dengan tekanan tempa akhir 325 bar paling rendah karena partikel hitam dan abu-abu yang terbentuk lebih besar dan penyebarannya tidak merata.

Kata kunci : *Rotary Friction welding*; *artificial aging*; AA 6061; sifat fisik; sifat mekanik

DAFTAR PUSTAKA

- American, An and National Standard. 2007. (*AWS B4.0-2007*) American Welding Society. Committee on Mechanical Testing of Welds. American National Standards Institute. American Welding Society. Technical Activities Committee-Standard Methods f.Pdf.
- ASM Handbook, Volume 4, 1991, Heat Treating of Aluminum Alloys, ASM Handbook Committee, p 841-879, DOI: 10.1361/asmhba0001205
- ASM Handbook Vol 6, 1995, *Welding, Brazing & Soldering*
- Akash.M, Mani.N, Prajwal.S, Prasanna Kumar.H , Shiva Kumar.P, Dr .K S Badarinarayan, 2016, Microstructural Characterization And Mechanical Properties Of Al 6061 Subjected To Heat Treatment Under T6 Conditions, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), e-ISSN: 2395 -0056, Volume: 03 Issue: 05, pp. 3169-3171.
- Andrzej Ambroziak, Marcin Korzeniowski, Paweł Kustro, Marcin Winnicki, Paweł Sokołowski, and Ewa Harapińska, 2014, Friction Welding of Aluminium and Aluminium Alloys with Steel Hindawi Publishing Corporation Advances in Materials Science and Engineering, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/981653>.
- Astrom, P., 2002, *Optimization of Parameters in a Friction Model for Friction Welding*, Lulea University.
- C Shanjeevi, S Satish Kumar and P Sathiyaa, 2014, Multi-objective optimization of friction welding parameters in AISI 304L austenitic stainless steel and copper joints, *Journal of Engineering Manufacture* published online, DOI: 10.1177/0954405414555590.
- Hazman Seli, Ahmad Izani Md. Ismail, Endri Rachman, Zainal Arifin Ahmadd, 2010, Mechanical evaluation and thermal modelling of friction welding of mild steel and aluminium, *Journal of Materials Processing Technology* Vol. 210, pp.1209-1216.
- Indira Rani M, Marpu R N and Kumar A C S, 2011, *Study of Process Parameters of Friction Stir Welded AA 6061 Aluminum Alloy in O and T6 Conditions*, ARPN-Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN 1819-6608, VOL. 6, NO. 2, pp: 61-66
- J. Ridhwan, J. A. Noorl, M. S. Zakaria, Z. Zulfattah, M. H. M. Hafidzal, 2014, Effect Of Heat Treatment On Microstructure And Mechanical Properties Of 6061 Aluminum Alloy, *ournal of Engineering and Technology*, ISSN: 2180-3811 Vol. 5 No. 1, pp.89-98
- Kutz Myer, 2002, *Handbook of Mate Selection*, John Wiley & Sons. Inc, New York
- Mishra R S and Ma Z Y (2005), *Friction Stir Welding and Processing*, Materials Science and Engineering, R 50, pp. 1-78.
- Mukesh Kumar, Muhammad Moazam Baloch, Muhammad Ishaque Abro, Sikandar Ali Memon And Ali Dad Chandio, 2019, Effect of Artificial Aging Temperature on Mechanical Properties of 6061 Aluminum Alloy, Mehran University Research Journal of Engineering & Technology, e-ISSN: 2413-7219, Vol. 38, No. 1, 31-36, , DOI: 10.22581/muet1982.1901.03.
- Ozdemir, N., Sarsilmaz F., Hascalik A., 2005, *Effect of rotational speed on the interface properties of friction-welded AISI 304L to 4340 steel*, Materials and Design, Science Direct, Elsevier Ltd, 28: 301-307
- S.T.Selvamani, S.Divagar and M.Vigneshwar, 2015, Application of Response Surface

- Methodology (RSM) in friction welding AISI 1020 grade steel joints, *International Journal of Engineering Research in Africa* Vol. 16, pp 38-44, Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/JERA.16.38.
- Sahin Mumin, H. Erol Akata, 2003, Joining with friction welding of plastically deformed steel, *Journal of Materials Processing Technology* 142, pp. 239-246.
- Sahin Mumin, 2004, Simulation of friction welding using a developed computer program, *Journal of Materials Processing Technology*, pp. 153-154, ISSN. 1011-1018.
- Sandeep Kumar, Rajesh Kumar and Yogesh Kumar Singla, 2012, To Study The Mechanical Behaviour Of Friction Welding Of Aluminium Alloy And Mild Steel, *International Journal Mechanical Engineering & Robotics Research*, Vol. 1, No.3 , pp.43-50.
- Sathiya, P. *et.al.*, 2007, *Effect of Friction Welding Parameters on Mechanical and Metallurgical Properties of Ferritic Stainless Steel*, *International Journal of Advanced Manufacture*, Vol.31, 1076-1082.
- Shatha M. Rajaa, Hassan A. Abdulhadi, Khairallah S. Jabur, Ghusoon R. Mohammed, 2018, Aging Time Effects on the Mechanical Properties of Al 6061-T6 Alloy, *Engineering, Technology & Applied Science Research*, Vol. 8, No. 4, pp. 3113-3115
- Shiny Leslie, Baiju Sasidharan, 2016, Process Parameter Optimization of Friction Welding of Al 6061 with Flat-Convex Interface Geometry, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, ISSN: 2278-0181 IJERTV5IS090224 Vol. 5. (09).
- Smith, 1995, *Material Science and Engineering (second edition)*, New York. Mc Graw.Hill.inc. Diakses di: <http://trove.nla.gov.au/work/17704220>. pada tanggal: 18 Januari 2017 pukul 12.30 WIB. Surdia T Saito, 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soundararajan V, Valant M and Kovacevic R, 2006, *An Overview of R&D Work in Friction Stir Welding at SM*, *Association of Metallurgical Engineers of Serbia*, Vol. 12, No. 4.
- Sushant Sukumar Bhate and S. G. Bhatwadekar, 2016, A Literature Review Of Research On Rotary Friction Welding, *International Journal Of Innovative Technology And Research (IJITR)*, Vol. 4, Issue No.1, pp. 2601 – 2604.
- V.V. Satyanarayana, G. Madhusudhan Reddy, T. Mohandas, 2005, Dissimilar metal friction welding of austenitic–ferritic stainless steels, *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 160, pp. 128-137.
- Yilbas B. S., Sahin Ahmet Z., 2014, *Friction Welding, Thermal And Metallurgical Characteristics*, Springer Briefs In Manufacturing And Surface Engineering, DOI: [10.1007/978-3-642-54607-5_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54607-5_3)
- <http://www.upmet.com/sites/default/files/datasheets/6061.pdf> (diunduh 26 Agustus 2019)

Lampiran 1



International Conference on Mechanical Engineering Research and Application (ICOMERA) 2020



Gedung Teknik Mesin I, Jl. MT Haryono
167 Malang 65145 East Java -
Indonesia

PAPER ACCEPTANCE NOTIFICATION

Number : 247/VIII/ICOMERA2020/LoA

Date : October 6, 2020

First Author : Sugiarto

Email : sugik_mlg@ub.ac.id

Affiliation : Mechanical Engineering Department,

Universitas Brawijaya Co-authors : Victor Yuardi R.,

M. Samsul Ma'arif, Femelio As'ad A.

Paper Title : Artificial aging heat treatment Post-effect on profile and mechanical properties of the AA 6061 friction
welding joint

PaperID : iCOMERA-Paper 246

Dear Sugiarto

We are pleased to inform you that, after a careful double-blind peer-reviewing process, your manuscript is accepted for oral presentation at the International Conference on Mechanical Engineering Research and Application 2020 (ICOMERA 2018) to be held from 7 - 9th October 2020 in Malang, Indonesia.p

To be eligible to publish on IOP Conference Series (Scopus Indexed), please submit your full paper using ICOMERA 2020 paper template (<https://proicomera.ub.ac.id/index.php/icomera/2/about/submissions#authorGuidelines>) and make revision as advised by our reviewer.

Also, selected papers will be published in International Journal of Integrated Engineering (IJIE) – UTHM (Scopus Indexed), Jurnal Rekayasa Mesin (JRM) and International Journal of Mechanical Engineering Technologies and Applications (MECHTA) which is subjected to terms and conditions stipulated by editorial boards. The information regarding the papers published in IJIE, JRM, and MECHTA will be informed in separate letter.

After receiving this Letter of Acceptance (LoA), you need to:

1. Submit your full revised paper to iCOMERA's 2020 OCS system by visiting our website (<https://proicomera.ub.ac.id/index.php/icomera/2>) and follow the Online Revision Guidelines.
2. Notify iCOMERA 2020 committee about how you will do the presentation (preferably by asynchronous system via recorded presentation or by synchronous system via zoom on the day of conference). Please also send your recorded presentation no later than 11 September 2020 to icomera.ub@gmail.com or icomera@ub.ac.id

Please note that Presenter MUST present their paper, otherwise, the paper will not be published.

Should you have any questions concerning registration, conference program, and paper publication, please do not hesitate to contact us by e-mail to icomera.ub@gmail.com and icomera@ub.ac.id and khairul.anam27@ub.ac.id for OCS system. For the most updated information of the conference, kindly refer to the official conference website at <http://icomera.teknik.ub.ac.id>.

Yours sincerely,

Djarot B. Darmadi, PhD.

Djarot B. Darmadi, PhD. Treasurer of iCOMERA 2020

Thank you, Yours sincerely,