

(Bidang Unggulan RIP: Transportasi)

LAPORAN AKHIR PENELITIAN
Hibah Penelitian untuk Guru Besar



Evaluasi Kekuatan Sambungan Las *Bimetals*
Dalam Lingkungan Korosif

PENGUSUL:

Ketua : Prof. Ir. Djarot B. Darmadi, MT.,PhD. (NIDN: 0018056705)
Anggota : Dr. Femiana Gapsari MF, ST., MT. (NIDN: 0004078203)

Dibiayai oleh :
Fakultas Teknik

Melalui Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya
Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Brawijaya
Nomor DIPA-023. 17.2.677512/2021

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Tahun 2021

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR

Judul : Evaluasi Kekuatan Sambungan Las Bimetals Dalam Lingkungan Korosif.

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Prof. Ir. DJAROT B. DARMADI, MT., Ph.D.
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
NIDN : 0018056705
Jabatan Fungsional : Guru Besar
Program Studi : -
Nomor HP : 085755815170
Alamat surel (e-mail) : b_darmadi_djarot@ub.ac.id

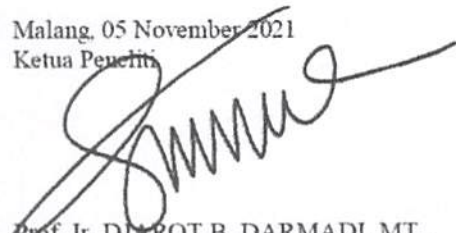
Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. FEMIANA GAPSARI MADHI FITRI, ST., MT.
NIDN : 0004078203
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahap Berjalan : Rp 100,000,000.00
Biaya Keseluruhan : Rp 100,000,000.00

Menyetujui,
Dekan



Prof. Ir. HADI SUYONO, ST., MT.,
Ph.D., IPM, ASEAN Eng.
NIDN. 0020057304

Malang, 05 November 2021
Ketua Peneliti



Prof. Ir. DJAROT B. DARMADI, MT.,
Ph.D.
NIDN. 0018056705

RINGKASAN

Kendaraan dengan bobot ringan merupakan fenomena yang banyak dikembangkan akhir-akhir ini. Salah satu keuntungan menggunakan kendaraan berbobot ringan adalah konsumsi energi serta jumlah polutan yang bisa dikurangi secara signifikan. Meskipun demikian, mempertimbangkan faktor keamanan; faktor bobot ringan harus dikompromikan dengan kekuatan. Untuk mendapatkan dua sifat yang berbeda, dalam kasus ini adalah sifat ringan dan sifat kuat, bisa dilakukan dengan menyambungkan dua material yang berbeda.

Salah satu cara termudah dan biasa dipraktikkan adalah menyambung dua material yang berbeda menggunakan proses pengelasan. Hingga saat ini, logam masih merupakan komponen penting dari suatu konstruksi kendaraan; sekaligus logam memiliki variasi berat jenis dan kekuatan yang lebar sehingga merupakan material yang cocok untuk memperoleh kombinasi ringan dan kuat yang diinginkan. Jika yang disambungkan adalah dua buah logam yang berbeda maka biasa disebut sambungan las *bimetal*.

Elemen dengan sambungan las merupakan bagian yang rentan dari keseluruhan struktur terhadap beban dan kondisi dari luar, tak terkecuali elemen dari kendaraan berbobot ringan. Oleh karenanya evaluasi kekuatan suatu struktur sering didasarkan atas kekuatan sambungan las. Selain kekuatan terhadap beban mekanik, sambungan las sering mengalami kegagalan diakibatkan korosi. Apalagi jika yang disambung adalah dua logam yang berbeda maka akibat adanya beda potensial pada deret Volta, maka korosi akan semakin progresif.

Pada sambungan las selalu terdapat cacat, paling tidak dalam bentuk *voids*. Void-void ini menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan. Jika kondisi tegangan terkonsentrasi pada void-void tersebut dalam kondisi tarik dan sambungan ada dalam lingkungan korosif, maka kolaborasi tegangan tarik dan lingkungan korosif memicu kerusakan dan voids tumbuh menjadi retak. Retak memiliki faktor konsentrasi tegangan yang bahkan lebih tinggi dibanding voids, sehingga akan semakin mempercepat pertumbuhan retak akibat kolaborasi tegangan tarik dan lingkungan korosi.

Berdasar diskusi yang disampaikan pada paragraph di atas, maka diusulkan kegiatan penelitian ini dalam skema hibah penelitian untuk guru besar, yaitu: Evaluasi kekuatan sambungan las *bimetals* dalam lingkungan korosif.

PRAKATA

Hibah penelitian Guru Besar tahun 2021 ini melibatkan 6 (enam) orang mahasiswa, seorang mahasiswa S3, seorang mahasiswa S2 dan empat orang mahasiswa S1. Luaran wajib berupa artikel di Jurnal Internasional bereputasi (Terindeks SCOPUS dengan $SJR \geq 0,1$) yaitu Journal of Applied Science and Engineering telah accepted dan akan terbit pada volume 25 (2022) no. 2 (edisi April). Pada tahap sekarang sedang disusun artikel untuk nantinya (rencana di akhir tahun 2021) akan disubmit ke jurnal internasional sebagai luaran tambahan.

Berdasar pengalaman selama menjalankan kegiatan penelitian yang menggunakan dana Hibah penelitian Guru Besar, kegiatan penelitian ini dapat memberikan atmosfir akademik yang positif melibatkan banyak mahasiswa serta membiayai semua kegiatan penelitian. Meskipun demikian, disadari karena kegiatan penelitian Hibah penelitian Guru Besar ini merupakan pengalaman pertama bagi peneliti tentu masih banyak kekurangan disana-sini. Salah satunya adalah luaran tambahan yang belum bisa dipenuhi hingga laporan akhir ini dibuat. Masih diperlukan beberapa data tambahan, yang pelaksanaan pengujiannya harus menunggu antrian yaitu uji FESEM di laboratorium LSIH UB. Diharapkan diakhir tahun ini setelah data FESEM diperoleh, dapat disusun sebuah artikel untuk disubmit dalam jurnal internasional sebagai luaran tambahan.

Diharapkan kegiatan hibah penelitian Guru Besar ini dapat diteruskan ditahun-tahun mendatang mengingat manfaatnya yang besar dalam meningkatkan atmosfir akademik, serta dapat membantu mahasiswa baik S3, S2 maupun S1 untuk menyelesaikan Desertasi, Thesis maupun skripsinya. Meskipun tentu, perbaikan terus-menerus harus tetap dilakukan agar kegiatan penelitian hibah Guru Besar ini memiliki manfaat dan dampak yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djarot B. Darmadi, Natanael Ardi Sugiarto, Femiana Gapsari, "Stress corrosion cracking at ASTM A36 plate with varied grain orientation", *International Review of Mechanical Engineering*, vol. 12, no. 12, pp. 987-991, 2018.
2. Djarot B. Darmadi, Femiana Gapsari, Osmar Buntu Lobo & Firman Mangasa, Simanjuntak, "Stress Corrosion Cracking Threshold for Dissimilar Capacitive Discharge Welding Joint with Varied Surface Geometry", *Applied Sciences*, vol. 10, no. 6, doi: 10.3390/app10062180, 12ps, 2020.
3. Kasay Mwiks, "Causes and Prevention of Corrosion on Welded Joints", Corrosionpedia, <https://www.corrosionpedia.com/2/4503/corrosion-prevention-causes-and-prevention-of-corrosion-on-welded-joints>, accessed 21 Maret 2021.
4. Alin Constantin Murariu & Nicoleta Plesu, "Investigations of corrosion behavior of welded joint in ASTM A355P5 alloy steel pipe", *International Journal of Electrochemical Science*, vol. 10, pp. 10832 – 10846, 2015.
5. Marek Gucwa, Jerzy Winczek, K. Giza, Pawel Wieczorek, and K. Makles, "The effect of welding methods on the corrosion resistance of 304 stainless steel joints", *Acta Physica Polonica A*, vol. 135, no. 2, pp. 232 - 235 , 2019.
6. A Jannifar, T.A. Ichsan, Hamdani Nurdin, Fakhriza Mukhtar, and Wahdania Wahyudi, "Welding current effect of welded of base metal st37 on characteristics: corrosion rate and hardness", *IoP Conf. Series: Earth and Environmental Science* vol. 268, 7 ps, doi:10.1088/1755-1315/268/012167, 2019.
7. Tongjiao Chu, Yanna Nuli, Haichao Cui, and Fenggui Lu, "Pitting behaviour of welded joint and the role of carbon ring in improving corrosion resistance", *Materials and Design*, vol. 183, ART108120, 13 ps, 2019.
8. Tianyi Zhang, Wei Liu, Thee Chowwanonthapunya, Baojun Dong, Yonggang Zhao, and Yongmei Yang, "Corrosion evolution and analysis of welded joints of structural steel performed in a tropical marine", *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 29, no. 8, pp. 5057 – 5068, 2020.
9. A.C. Gonzaga, C. Barbosa, S.S.M Tavares, A. Zeeman, and J.C. Payao, "Influence of post welding heat treatments on sensitization of AISI 347 stainless steel welded joints", *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 1, pp.908 – 921, 2020.
10. A.S. Alcantara, E.R. Fabian, M. Furko, E. Fazakaz, J. Dobranszky, and T. Berecz, "Corrosion resistance of TIG welded joints of stainless steels", *Materials Science Forum*, vol. 885, pp 190-195, 2016.
11. Ehsan Rahimi, Ali Rafsanjani-Abbasi, Amin Imani, Saman Hosseinpour, and Ali Davoodi, "Insights into galvanic corrosion behavior of Ti-Cu dissimilar joint: effect of

- microstructure and volta potential”, *Materials*, vol. 11, 1820; doi:10.3390/ma11101820, 21ps, 2018.
12. B.S. Huang, J. Yang, D.H. Lu, and W.J. Bin, “Study on the microstructure, mechanical properties and corrosion behavior of S355JR/316L dissimilar welded joint prepared by gas tungsten arc welding multi-pass welding process”, *Science and Technology of Welding and Joining*, vol. 21, no.5, pp. 381-388, doi:10.1080/13621718.2015.1122152, 2016.
 13. Cherish Mani, R Karthikeyan, and S Vincent, “A study on corrosion resistance of dissimilar welds between monel 400 and 316L austenitic stainless steel”, *IoP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 346, art. 012025, 9ps, 2018.
 14. Liying Li, Jun Xiao, Bin Han, Cong Zhou, and Xiaolei Wang, “Welding L415/316L bimetal composite pipe using post-internal-welding process”, *Transactions of the Indian Institute of Metals*, vol. 73, pp. 675-689, 2020.
 15. R. Ashari, A. Eslami, M. Shamanian, and S. Asghari, “Effect of weld heat input on corrosion of dissimilar welded pipeline steels under simulated coating disbondment protected by cathodic protection”, *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 2136-2145, 2020.
 16. Anirban Bhattacharya and Sanchit Singla, “Mechanical properties and metallurgical characterization of dissimilar welded joints between AISI 316 and AISI 4340”, *Transactions of the Indian Institute of Metals*, vol. 70, no. 4, 893 – 901, doi: Bhattacharya, A., & Singla, S. (2016). Mechanical Properties and Metallurgical Characterization of Dissimilar Welded Joints between AISI 316 and AISI 4340. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 70(4), 893–901. doi:10.1007/s12666-016-0879-7; 2016.
 17. Miguel Lozano, Miguel A. Serrano, Carlos Lopez-Colina, Fernando L. Gayarre and Jesus Suarez, “The influence of the heat-affected zone mechanical properties on the behavior of the welding in transverse plate-to-tube joints”, *Materials*, vol. 11, no. 266, doi: 10.3390/ma11020266, 2018.
 18. M. St. Węglowski, S. Dymek, M. Kopyscianski, J. Niagaj, J. Rykala, W. De Waele, and S. Hertele, “A comprehensive study on the microstructure and mechanical properties of arc girth welded joints of spiral welded high strength API X70 steel pipe”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, vol. 20, no. 14, <https://doi.org/10.1007/s43452-020-00018-0>, 2020.
 19. Pablo Fazzini, Jose Luis Otegui, and Hernan Kurnert, “Predicting failure of SMAW girth welded X70 pipelines subjected to soil movement”, *24th World Gas Conference*, Argentina, 5 – 9 October, 2009.
 20. C. Manfredi and JL Otegui, “Failures by SCC in buried pipelines”, *Engineering Failure Analysis*, vol.9, pp. 495 – 509, 2002.

21. J. Wang and A. Atrens, "Microstructure and grain boundary microanalysis of X70 pipeline steel", *Journal of Material Science*, vol. 38, pp. 323 – 330, 2003.
22. Herique Boschetti Pereira, Zehbour Panossian, Ilson Palmieri Baptista and Cesar Roberto de Farias Azevedo, "Investigation of stress corrosion cracking of austenitic, duplex and super duplex stainless steels under drop evaporation test using synthetic seawater", *Materials Research*, vol. 22, no. 2: e20180211, doi: 10.1590/1980-5373-MR-2018-0211, 13ps, 2019.
23. B. Alwin, A.K. Lakshminarayanan, M. Vaudevan, and P. Vasntharaja, "Assessment of stress corrosion cracking resistance of activated tungsten inert gas-welded duplex stainless steel joints", *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol. 26, no.12, pp. 5825-5836, doi: 10.1007/s11665-017-3057-0, 2017.
24. Thiago Amaro Vicente, Leonardo Albergaria Oliveira, Edmilson Otoni Correa, Reginaldo Pinto Barbosa, Venessa Bawden P. Macanhan, and Nelson Guedes de Alcantara, "Stress corrosion cracking behavior of dissimilar welding of AISI 310S austenitic stainless steel to 2304 duplex stainless steel", *Metals*, vol. 8, no. 195, doi: 10.3390/met8030195, 10ps, 2017.
25. R. Sepe, F. Bollino, F. Caiazzo, and F. Berto, "Stress corrosion behavior of welding joint of high strength steel", *IoP Conference Series: Material Science and Engineering*, v.1038, 012055, 2021.