

Pengaruh Interlayer Partikel Zn dengan Diameter *Shoulder* terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Pengelasan Sambungan *Friction Stir Spot Welding* Alumunium AA1100

Siska Irma Budianti^{1*}, Lingga Arti Saputra², Yonathan Ito³

^{1,2,3} Fakultas Sains dan Teknik Universitas Perwira Purbalingga

Jl. Letjen S Parman, Purbalingga 53316, Indonesia

E-mail: ^{1*} siskabudi690@gmail.com, ² linggalampau@gmail.com ³ yonathanito@unperba.ac.id

DOI: [10.52620/sainsdata.v1i2.56](https://doi.org/10.52620/sainsdata.v1i2.56)

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh diameter shoulder dengan penambahan interlayer partikel Zn sambungan las FSSW. Material yang dipakai berupa dua buah plat alumunium dengan dimensi 125 x 40 x 2 mm. Rancangan spesimen pengelasan FSSW sesuai dengan JIS G 3136. Hasil uji tarik tanpa Zn dengan nilai tertinggi pada diameter tool dengan pin 14 mm sebesar 29.8 MPa dan nilai terendah pada diameter tool dengan pin 12 mm sebesar 21 MPa. Hasil uji tarik dengan Zn dengan nilai tertinggi pada diameter tool dengan pin 14 mm sebesar 24.3 MPa dan nilai terendah pada diameter tool dengan pin 12 mm sebesar 17.7 MPa. Spesimen tanpa Zn 61 HV merupakan area dengan nilai kekerasan tertinggi dan nilai kekerasan terendah tanpa Zn 43 HV. Sedangkan pada spesimen dengan 62 HV merupakan area dengan nilai kekerasan tertinggi dan nilai kekerasan terendah dengan Zn 42 HV.

Kata kunci: Aluminium, FSSW, Diameter Shoulder, Interlayer Zn, Uji Tarik

Abstract:

The purpose of this study is the effect of shoulder diameter with the addition of Zn particle interlayer on FSSW welding joints. The materials used are two aluminum plates with dimensions of 125 x 40 x 2 mm. The design of the FSSW welding specimen is in accordance with JIS G 3136. The results of the tensile test without Zn with the highest value at the tool diameter with a 14 mm pin of 29.8 MPa and the lowest value at the tool diameter with a 12 mm pin of 21 MPa. The tensile test results with Zn with the highest value at the tool diameter with a pin of 14 mm of 24.3 MPa and the lowest value at the tool diameter with a pin of 12 mm of 17.7 MPa. The specimen without Zn 61 HV is the area with the highest hardness value and the lowest hardness value without Zn 43 HV. While the specimen with 62 HV is the area with the highest hardness value and the lowest hardness value with Zn 42 HV.

Keywords: Aluminum, FSSW, Shoulder Diameter, Zn interlayer, Tensile Test

Copyright © Author (s)



Sains Data by STAI Nurul Islam Mojokerto is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang dominan digunakan dalam dunia manufaktur dan otomotif. Logam aluminium memiliki sifat penghantar listrik yang baik dan tahan terhadap korosi. *Resistance Spot Welding* (RSW) sering digunakan dalam bidang industri saat ini. Namun, prosesnya multi-bidang yang digabungkan, sangat nonlinier, penuh dengan ketidakpastian dan gangguan. Keuntungan utama dari RSW adalah prosesnya dapat otomatis dalam volume maksimal untuk operasi tingkat produksi yang tinggi. Namun, proses RSW melibatkan interaksi antara elektromagnetik, *thermal* mekanik, aliran fluida dan fenomena metalurgi di seluruh antarmuka yang menyebabkan sangat rumit. Namun, dengan pengelasan *friction stir spot welding* (FSSW), kekurangan tersebut mampu diatasi.

Friction Stir Spot Welding (FSSW) merupakan metode pengelasan alumunium pertama kali yang di aplikasikan pada panel pintu belakang Mazda RX-8 pada tahun 2003. FSSW mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 99% dari proses pengelasan yang digunakan sebelumnya. Namun, muncul sebuah masalah dalam pengelasan FSSW yaitu penurunan kekuatan sambungan. Hal tersebut dikarenakan adanya fenomena *hook defect*. Munculnya *hook defect* terjadi ketika adanya material yang tidak tersambung

sepenuhnya. Hal ini terjadi karena adanya tumpang tindih pada area sambungan akibat sifat area *hook* yang terbentuk. Salah satu cara mengatasi *hook defect* tersebut dengan penggunaan *interlayer*, sehingga dapat menurunkan terjadinya *hook defect*.

Pada penelitian sebelumnya berlangsung dengan metode *FSSW* pada plat aluminium AA6061-T4, dengan hasil yang menunjukkan adanya kenaikan ketika diameter *shoulder* dan kecepatan putarnya ditingkatkan. Penelitian lain yang sama mengenai perbandingan antara *tool* tanpa dan dengan pin. Pada diameter *shoulder* tanpa pin didapatkan hasil dan struktur mikro yang baik. Hal tersebut dikarenakan *tool* dengan pin menghasilkan timbulnya *keyhole*. Penelitian ini akan mengkaji mengenai pengaruh *interlayer* partikel Zn dengan diameter *shoulder* terhadap struktur mikro dan sifat mekanik pengelasan sambungan *FSSW* Aluminium AA1100 beserta beberapa fenomena yang terjadi pada saat penelitian.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel terikatnya adalah :

1. Kekuatan tarik
2. Kekerasan
3. Struktur mikro dan makro

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebasnya adalah :

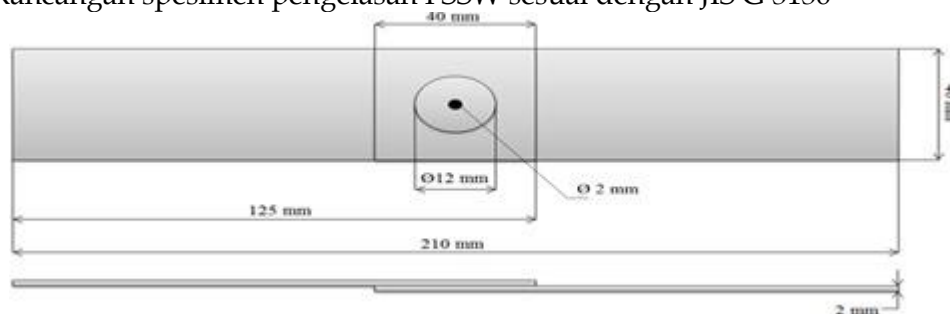
1. Diameter yang digunakan memiliki ukuran 12 mm dan 14 mm dengan pin dan pinless
2. Ketebalan *interlayer* (0,25 mm)
3. RPM : 900 rpm
4. Kedalaman : 2,3 mm
5. *Dwell Time* : 6 s

Variabel kontrol adalah yang besarnya dikendalikan selama penelitian. Variabel kontrolnya adalah :

1. Bentuk spesimen uji tarik sesuai standar ASTM
2. Bahan yang digunakan adalah aluminium setebal 2 mm

Pembuatan Spesimen

Material yang dipakai berupa dua buah plat aluminium dengan dimensi 125 x 40 x 2 mm yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Rancangan spesimen pengelasan *FSSW* sesuai dengan JIS G 3136



Gambar 2.1. Spesimen Uji

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang telah tersambung
2. Cekam benda kerja yang telah tersambung pada mesin *frais*
3. Atur kecepatan mesin *frais*
4. *Frais* spesimen uji tersebut dengan Standar JIS G 3136
5. Setelah spesimen uji telah dibuat, yang selanjutnya memulai tahapan pengujian

Proses Pengelasan FSSW

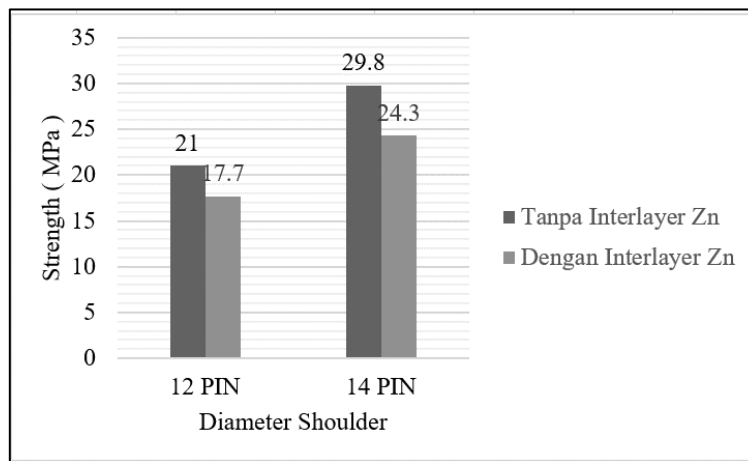
Dimulai dengan pemotongan pada lembaran Al dengan permukaan rata dan bersih sesuai ukuran yang telah ditentukan. Kemudian mengambil partikel dari *interlayer* Zn yang dicampur dengan aci dengan

perbandingan 1 : 1. Selanjutnya pemasangan *tool* dengan variasi diameter 12 mm pin dan *pinless*, 14 mm pin dan *pinless* pada *holder miling* dan pemasangan *jig* dengan kuat ke mesin *fraiss*. kemudian mengatur putaran mesin pada 900 rpm. Selanjutnya pengaplikasian spesimen Al (bawah) ke dudukan *jig*. Meletakkan partikel Zn yang telah dicampur dengan aci 0,35 gram . Masukan spesimen Al (bawah) dan kencangkan pengunci *jig*. Partikel harus berada di tengah dan mengenai *tool*. Selanjutnya menekan *tool* ke bawah hingga menembus Al (atas) sesuai ketentuan. Proses pengelasan selesai kemudian melepas *tool* pada spesimen secara perlahan dan turn off mesinnya. Tinggalkan beberapa waktu supaya panas yang dihasilkan pada waktu proses pengelasan berkurang. Selanjutnya mengambil spesimen dengan melepas kunci *Jig*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

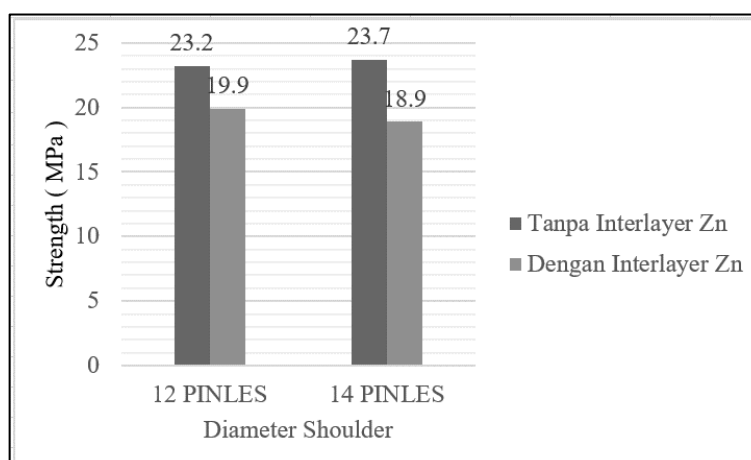
Pengujian Tarik

Pengujian tarik geser dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari hasil pengelasan dengan pembebanan maksimum. Beban yang diberikan padasambungan dengan kecepatan penarikan 5 mm/min menunjukkan hasil uji tarik geser FSSW dengan menggunakan *interlayer Zn* dan tanpa menggunakan *interlayer Zn* dapat dilihat pada gambar 4.1. Hasil pengujian Tarik geser antara FSSW yang menggunakan *interlayer Zn* dan tanpa menggunakan *interlayer Zn* memiliki perbedaan nilai pada setiap variasi diameter *shoulder*.



Gambar 3.1 Grafik Uji Tarik Sambungan FSSW Dengan Diameter Pin

Berdasarkan Gambar 4.1 Menunjukkan nilai uji tarik tanpa Zn dengan nilai tertinggi pada diameter pin 14 mm sebesar 29.8 MPa dan nilai terendah pada diameter pin 12 mm sebesar 21 MPa. Sedangkan pengujian tarik dengan Zn dengan nilai tertinggi pada diameter *tool* dengan pin 14 mm sebesar 24.3 MPa dan nilai terendah pada diameter *tool* dengan pin 12 mm sebesar 17.7 MPa.



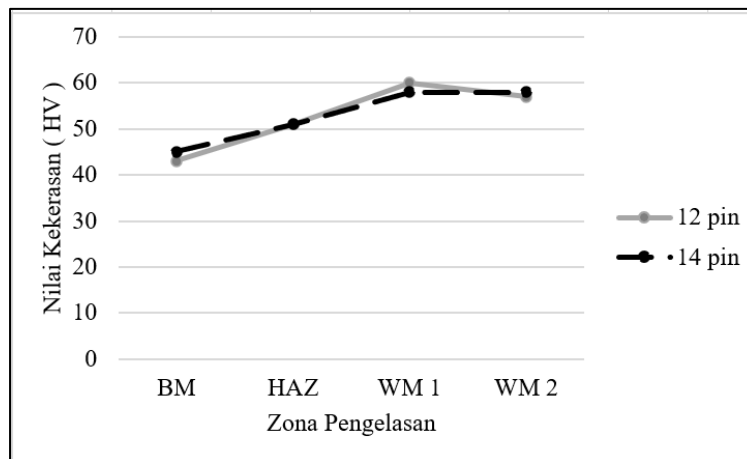
Gambar 3.2 Grafik Uji Tarik Sambungan FSSW Dengan Diameter Pinless

Berdasarkan Gambar 4.2 Menunjukkan nilai uji tarik tanpa Zn dengan nilai tertinggi pada diameter *pinless* 14

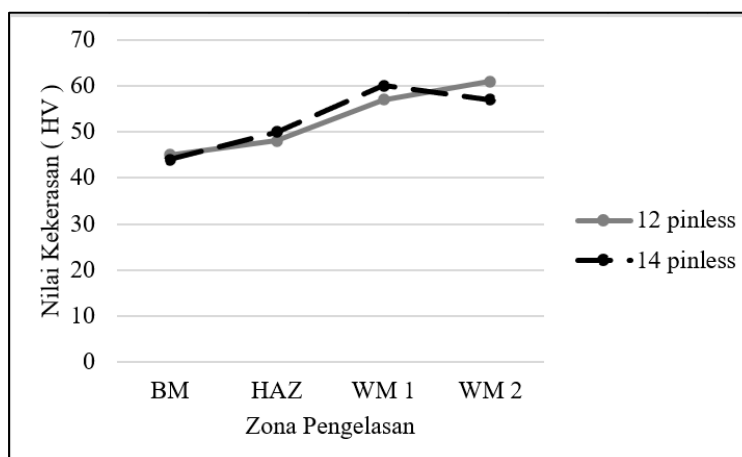
mm sebesar 23.7 MPa dan nilai terendah pada diameter *pinless* 12 mm sebesar 23.2 MPa. Sedangkan pengujian tarik dengan Zn dengan nilai tertinggi pada diameter *tool* dengan *pinless* 12 mm sebesar 19.9 MPa dan nilai terendah pada diameter *tool* dengan *pinless* 14 mm sebesar 18.9 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lebar diameter sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi karena area pengelasan lebih lebar dan pin pada *tool* mempengaruhi kedalaman area pengelasan.

Pengujian Kekerasan (*vikers*)

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan tiap zona pengelasan FSSW. Jumlah titik yang diambil dalam pengujian ini ada 4 titik. Gambar 4.3 menunjukkan pemetaan pengujian kekerasan pada spesimenuji. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan beban 200 gf dan *holding time* selama 10 detik.



Gambar 3.3 Grafik Uji Kekerasan Sambungan FSSW Dengan Diameter Pin



Gambar 3.4 Grafik Uji Kekerasan Sambungan FSSW Dengan Diameter Pinless

Gambar 4.3 dan gambar 4.4 merupakan grafik hasil pengujian kekerasan sambungan FSSW dengan variasi diameter *shoulder* tanpa *interlayer* Zn. Kekerasan tertinggi didapati sebesar 61 HV pada spesimen dengan variasi diameter *tool pinless* 12 mm. Sedangkan nilai terendah didapati sebesar 43 HV pada spesimen dengan variasi diameter *tool* pin 12 mm.

KESIMPULAN

Hasil pengujian kekuatan Tarik yang telah dilakukan pada pengelasan FSSW menggunakan variasi diameter *shoulder* tanpa Zn memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu diameter pin 14 mm sebesar 29.8 MPa dan nilai terendah pada diameter pin 12 mm sebesar 21 MPa. Sedangkan pengujian tarik pengelasan FSSW menggunakan variasi diameter *shoulder* dengan Zn dengan nilai tertinggi pada diameter *tool* dengan pin 14

mm sebesar 24.3 MPa dan nilai terendah pada diameter *tool* dengan pin 12 mm sebesar 17.7 MPa. Pada pengujian tarik, nilai yang menggunakan interlayer Zn lebih rendah daripada nilai yang menggunakan tanpa interlayer Zn.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, E., Muaz, M., Arif, S., Kant, R., Hamza, S. M., Alim, K., Khan, M. A., Khan, S. H., & Khan, S. H. (n.d.). *Pr ep rin t n ot pe er re vie we d Pr t n ot pe ed*.
- Armansyah, Saedon, J., Ferdianto, Toding Bunga, N., & Julian, J. (2022). Karakteristik Kekerasan Lasan Titik Gesekan dan Pengadukan pada Paduan Aluminium 5052-H112. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 4, 143–152. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v4i1.3183>
- Arti Saputra, L. (2023). Pengaruh Hybrid Interlayer Partikel Zinc Pada Friction Stir Spot Welding Material AA1100-AA5052. *Rotasi*, 25(3), 40–45.
- Arti Saputra, L., & Ito, Y. (2023). Pengaruh Interlayer Elektroplating Cu Pada Mechanical Properties Sambungan FSSW Material AA6061-T6. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 3(2), 46–47. <https://doi.org/10.54199/pjse.v3i2.249>
- Arti Saputra, L., Muhayat, N., & Triyono, T. (2018). Effect of Zn Interlayer Particles on Mechanical Properties and Microstructure of Friction Stir Spot Welding Aluminum Alloy. *MATEC Web of Conferences*, 218, 1–6. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821804005>
- Arumugam, A., & Pramanik, A. (2024). A Review on the Recent Trends in Forming Composite Joints Using Spot Welding Variants. *Journal of Composites Science*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/jcs8040155>
- Derbiszewski, B., Obraniak, A., Rylski, A., Siczek, K., & Wozniak, M. (2024). *Studies on Quality of Joints and Phenomena Therein for Welded Vehicle Components Made of Aluminium Alloy – a Review*. <https://doi.org/10.20944/preprints202403.1458.v1>
- Dinari, M., & Haghighi, A. (2017). Surface modification of TiO₂ nanoparticle by three dimensional silane coupling agent and preparation of polyamide/modified- TiO₂ nanocomposites for removal of Cr (VI) from aqueous solutions. *Progress in Organic Coatings*, 110(April), 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.04.044>
- Hu, T., Pan, H., Zhu, P., Zhou, J., Wu, T., Ding, K., & Gao, Y. (2024). Microstructure homogeneity and its role in the mechanical properties of the magnetic pulse welded steel/Al tubular joint. *Journal of Materials Research and Technology*, 30(March), 7076–7083. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.05.111>
- Kumar, A. H. S., Prasad, M. V. R. D., Narayan, Y. S., & Prakash, K. J. (2024). Experimental Analysis of Friction Stir Welding of Dissimilar Aluminium Alloys by Machine Learning. *International Journal of Integrated Engineering*, 16(2), 21–37. <https://doi.org/10.30880/ijie.2024.16.02.003>
- Lukmanto, D., & Muhayat, N. (2020). Pengaruh Shoulder Plunge Depth Dan Panjang Pin Terhadap Sifat Fisik Dan Kekerasan Pada Sambungan Friction Stir Spot Welding Aluminium 1100 Dengan Penambahan Serbuk Zn. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 15(2), 13–20.
- Natawiguna, C., Muhayat, N., & Triyono, T. (2018). Pengaruh Solution Heat Treatment terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Proses Pengelasan Fssw AA6063-T5. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 17(1). <https://doi.org/10.20961/mechanika.v17i1.35044>
- Nugroho, A. W., Purnomo, F. H., & Rahman, M. B. N. (2021). Karakterisasi Sambungan Friction Stir Spot Welding pada Plat Aluminium 5083. *Semesta Teknika*, 24(1), 34–46. <https://doi.org/10.18196/st.v24i1.12603>
- Saputra, L. A., Sukarno, N. A., & Zulaehah, S. (2021). Pengaruh Interlayer Elektroplating Zinc pada Kekuatan Mekanik Friction Stir Spot Welding Aa1100-Ss400. *Semesta Teknika*, 24(2), 93–101. <https://doi.org/10.18196/st.v24i2.13015>
- Shakoori, A., Saeid, T., Ebrahimpour, A., & Faculty, E. (n.d.). *Pr rin t n ot pe er r Pr ep rin t n ot pe er ed*.
- Singh, T., Tiwari, S. K., & Shukla, D. K. (2020). Mechanical and microstructural characterization of friction stir welded AA6061-T6 joints reinforced with nano-sized particles. *Materials Characterization*, 159(02). <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2019.110047>