

Pengaruh interlayer elektroplating cu pada *mechanical properties* sambungan *fssw* material AA6061-T6

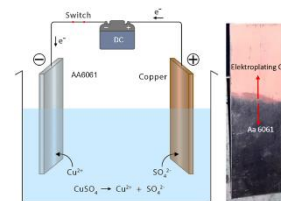
Lingga Arti Saputra¹, Yonathan ito¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Perwira Purbalingga

Penulis Korespondensi : Lingga Arti Saputra (e-mail: Linggalampu@gmail.com)

ABSTRAK

Sambungan Friction Stir Spot Welding (FSSW) merupakan proses turunan dari *Friction Stir Welding* (FSW). *Hook defect* yang terjadi pada pengelasan FSSW mampu diatasi dengan pemberian interlayer. Metode yang digunakan dengan menambahkan interlayer elektroplating dengan variasi pin dan pinless pada *toll*. Pengujian Tarik geser sambungan dengan pin dan tanpa interlayer menghasilkan nilai 4,4kN. Hasil pengujian kekerasan *vickers* mendapatkan nilai tertinggi pada profil pin dan tanpa penggunaan interlayer sebesar 132HV pada *dwelt time* 8s.



KATA KUNCI FSSW, Interlayer Cu, AA6061, hook defect

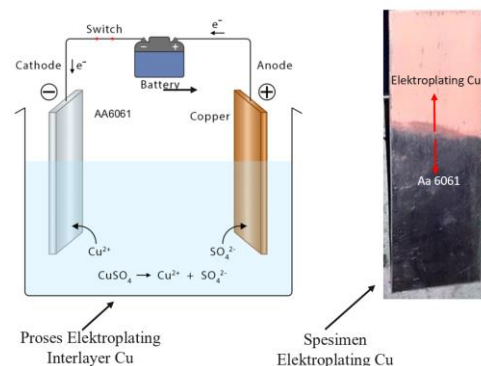
1. PENDAHULUAN

Metode sambungan *Friction Stir Welding* (FSW) merupakan teknik pengelasan yang dapat digunakan untuk menyambung plat aluminium (Al). Metode ini menggunakan alat berbentuk *toll* yang diputar sehingga mampu menghasilkan panas karena efek gesekan. Fungsi dari *toll* ini untuk menghasilkan panas dan deformasi plastis sehingga bahan teraduk sehingga menghasilkan sambungan dalam keadaan padat[1]. Penelitian tentang FSW terus dikembangkan dalam beberapa bidang, misalnya kedirgantaraan, otomotif, kereta api dan energi terbarukan[2]. *Friction Stir Spot Welding* (FSSW) adalah proses turunan dari FSW untuk Sambungan FSSW diklame mampu menghemat konsumsi energi 99%[4]. Peningkatan kemampuan sambungan terus dilakukan salah

satunya dengan menurunkan terjadinya *hook defect*. *Hook defect* merupakan cacat intrinsik yang terjadi pada daerah transisi daerah terikat dan tidak terikat[5]. menyambung material dengan posisi tumpeng tindh[3]. Perusahaan Otomotif Mazda pada tahun 2023 mulai mengembangkan FSSW pada panel pintu belakang. Interlayer Zn dapat digunakan untuk mengatasi masalah *hook defect*[6]. Penelitian FSSW dengan menggunakan interlayer terus dikembangkan dalam berbagai material sambungan, misalnya AA1100-AA1100[7], [8], AA1100-SS400[9], [10], Al- Cu[6], [11], [12], Al- Mg[13]–[16], AA5083-H112[17]. Penelitian ini membahas pengaruh interlayer elektroplating Cu pada kemampuan mekanik material AA6061- T6.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan material AA6061-T6 dengan ketebalan 1,8mm. Komposisi kimia dilihat pada tabel 1. Sifat fisik material AA6061-T6 dapat dilihat pada tabel 2. *Toll* dengan pin menggunakan Ø *shoulder* 12mm, Ø pin 2mm, Panjang ping 1mm. Variasi pengelasan dapat dilihat pada tabel 3. Interlayer Cu digunakan pada sambungan. Proses elektroplating dengan arus 1A, 3Volt, dan lama rendaman 5 menit. Proses elektroplating Cu dapat dilihat pada Gambar 1. Pengujian Tarik geser menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian kekerasan menggunakan *Hardness Vickers Number* (HVN) dengan standar ASTM E384.



Gambar 1. Proses interlayer elektroplating Cu

Tabel 1. Komposisi kimia AA6062-T6

Ni	Mg	Fe	Si	Cr	Al	Mn	Cu
0,0005	-	0,0005	0,1	-	2,5	0,2	0,05

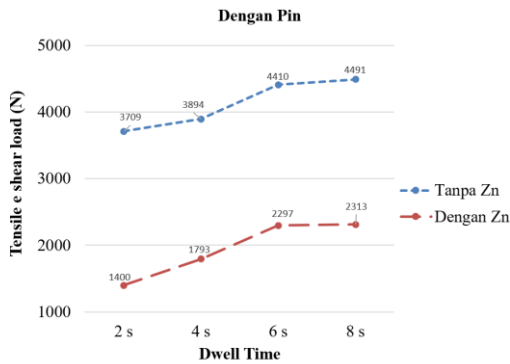
Tabel 2. Sifat mekanik AA6062-T6

0,2 Y.S (MPa)	UTS (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV)
281	3081	161	107

Tabel 3. Variasi pengelasan FSSW

Variasi	Non interlayer	Dengan Interlayer Cu
Dwell Time (s)	2. 4. 6. dan 8	2. 4. 6. dan 8
Plunge depth (mm)	1,5	1,5
Kecepatan Putar (rpm)	1200	1200
Toll	Dengan pin dan tanpa less	Dengan pin dan tanpa less

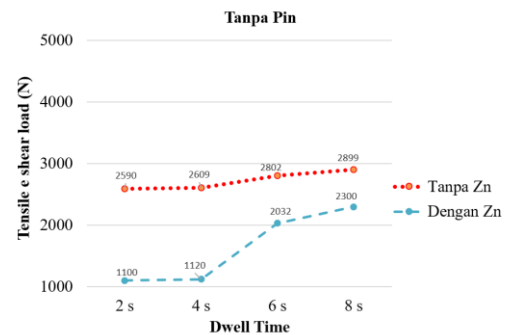
Hasil tertinggi pengujian tarik tanpa menggunakan interlayer dan profil *tool* dengan pin pada *dwell time* 8s sebesar 4,4kN. Nilai terendah pada *dwell time* 2s sebesar 3,7kN. Penggunaan interlayer Cu pada *dwell time* 8 menghasilkan nilai 2,3kN. Pada *dwell time* 2 menghasilkan nilai 1,4kN. Hasil pengujian dengan penguasaan profil pin pada *tool* menunjukkan penurunan kemampuan dengan penambahan interlayer Cu.



Gambar 2. Hasil uji Tarik geser dengan pin pada toll

Hasil pengujian pada hasil sambungan dengan profil *toll* tanpa pin menghasilkan nilai yang bervariasi. Hasil pengujian pada sambungan tanpa interlayer Cu pada *dwell time* 8s menunjukkan nilai tertinggi 2,8kN. Pada *dwell time* 2s menunjukkan nilai 2,5kN. Hasil pengujian sambungan dengan menggunakan interlayer Cu pada *dwell time* 8s menunjukkan nilai 2,3kN dan pada *dwell time* 2s menunjukkan nilai 1,1kN.

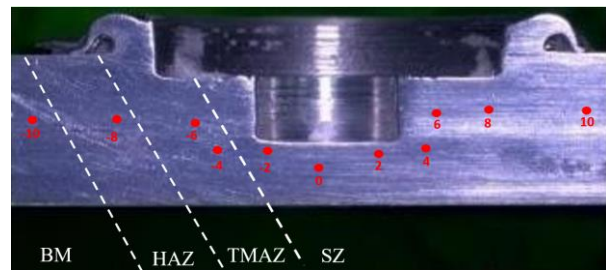
Nilai pengujian Tarik geser sangat dipengaruhi oleh *dwell time* karena adanya reaksi *thermomekanik* dan *deformasi plastis* pada material[18]. Penggunaan interlayer Cu menurunkan kemampuan sambungan.



Gambar 3. Hasil uji Tarik geser tanpa pin pada toll

Pengujian kekerasan vikers

Pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan spesimen. Distribusi nilai kekerasan teridentifikasi pada zona reaksi dengan titik interval 2mm. Gambar 4. Menunjukkan zona lokasi pengujian.



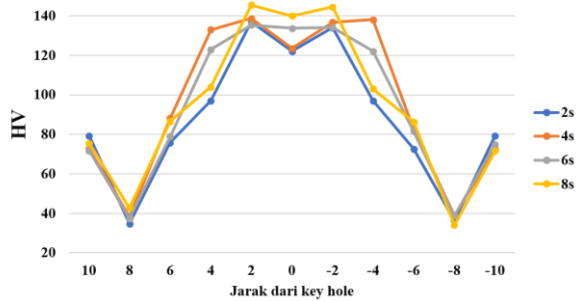
Gambar 4. Titik pengujian kekerasan vikers

Daerah stir zone (SZ) merupakan titik awal pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan juga dilakukan pada area reaksi panas pengelasan yang dilihat pada tabel 4.

Hasil Pengujian Kekerasan Dengan Pin

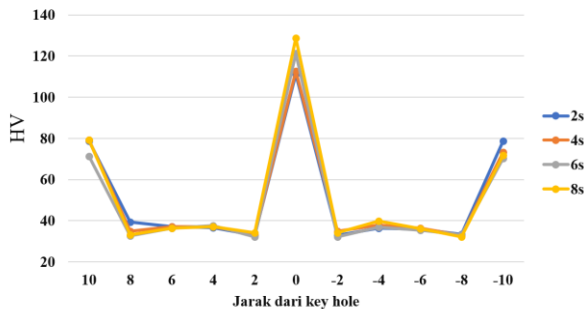
Hasil pengujian kekerasan yang dilakukan pada variasi kekerasan dengan pin menunjukkan distribusi kekerasan yang bervariasi. Gambar 5. Menunjukkan sambungan tanpa

menggunakan interlayer Cu memiliki nilai tertinggi pada *dwell time* 8s dengan nilai 139,9HV pada daerah SZ. Nilai terendah pada *dwell time* 2s dengan nilai 122HV pada daerah SZ.



Gambar 5. Hasil uji kekerasan vikers dengan pin (tanpa interlayer)

Gambar 6. Menunjukkan sambungan dengan menggunakan interlayer Cu memberikan distribusi nilai kekerasan yang bervariasi. Daerah SZ memiliki nilai kekerasan yang paling besar karena efek pin. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada *dwell time* 8s dengan nilai 128HV. Nilai terendah pada *dwell time* 2s sebesar 111HV di SZ.

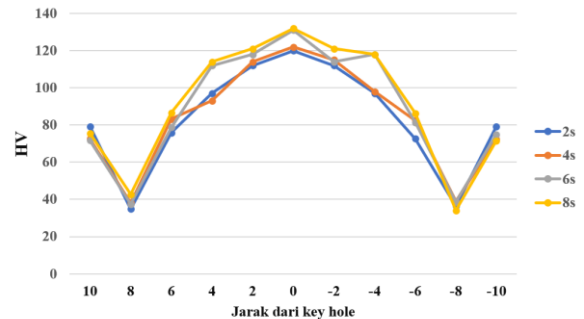


Gambar 6. Hasil uji kekerasan vikers dengan pin (dengan interlayer Cu)

Hasil Pengujian Kekerasan Tanpa Pin

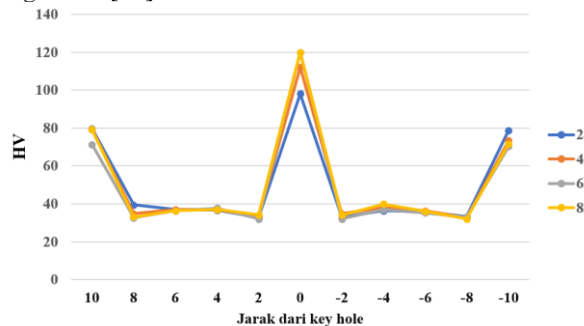
Hasil pengujian kekerasan vikers pada variasi tanpa pin pada *tool* memberikan distribusi kekerasan yang berbeda. Gambar 7. Menunjukkan hasil pengujian kekerasan vikers. Nilai tertinggi terdapat di daerah SZ pada *dwell time* 8s dengan nilai 132HV. Sedangkan nilai

terendah pada *dwell time* 2s dengan nilai kekerasan 210HV. Gambar 8. Menunjukkan nilai hasil pengujian kekerasan tanpa pin dan tanpa interlayer Cu. Nilai kekerasan tertinggi terdapat di daerah SZ pada *dwell time* 8 s dengan nilai kekerasan 120HV. Nilai terendag terdapat pada *dwell time* 2 s dengan nilai kekerasan 98HV.



Gambar 7. Hasil uji kekerasan vikers tanpa pin (tanpa interlayer)

Distribusi nilai kekerasan pada hasil pengujian memiliki kecenderungan berbentuk W-Shape[19]. Daerah SZ merupakan daerah yang memiliki tingkat kekerasan paling tinggi karena danya pepadatan butir oleh mekanisme pengelasan [20].



Gambar 8. Hasil uji kekerasan vikers tanpa pin (dengan interlayer)

Daerah 8 dan -8 diidentifikasi sebagai daerah yang memiliki nilai kekerasan paling rendah dikarenakan terbentuknya intermetalik dan proses penuaan karena kenaikan suhu[21] . tabel 4. Menunjukkan distribusi rata-rata kekerasan pengujian vikers pada setiap daerah pengelasan

Tabel 4. Distribusi kekerasan pada area pengelasan (HV)

Profil Pin	Pernana n Interlay er Cu	Base Met al (BM)	Thermo- Mechanic al Affect Zone (TMAZ)	Head affect Zone (HA Z)	Stir Zon e (SZ)
Denga n pin	Dengan interlaye r	75,3	33,9	36,8	61,6
	Tanpa interlaye r	74,6	37,6	98	135,4

	r				
Tanpa pin	Dengan interlaye r	75,4	36,8	33,9	59,7
	Tanpa interlaye r	74,6	93,3	37,6	119,3

3. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian membuktikan bahwa penggunaan interlayer elektroplating Cu memberikan hasil yang bervariasi pada hasil sambungan. Pengujian Tarik geser

pada profil toll dengan menggunakan pin tanpa interlayer Cu memiliki hasil yang lebih baik sebesar 4,4kN. dari pada dengan menggunakan interlayer sebesar 2,3kN. Nilai kekeran *vickers* tertinggi pada profil pin tanpa interlayer sebesar 132HV pada *dwelt time* 8s. Penambahan interlayer elektroplating Cu tidak mampu meningkatkan kekuatan mekanis hasil sambunga.

4. Daftar Pustaka

- [1] R. S. Mishra and Z. Y. Ma, "Friction stir welding and processing," *Materials Science and Engineering R: Reports*, vol. 50, no. 1–2. Aug. 31, 2005.
- [2] Y. H. J. C. J. S. J. F. dos S. Xiangchen Meng, "Recent progress on control strategies for inherent issues in friction stir welding," *Materials Science*, 2020.
- [3] C. A. G. Aita, I. C. Goss, T. S. Rosendo, M. D. Tier, A. Wiedenhöft, and A. Reguly, "Shear strength optimization for FSSW AA6060-T5 joints by Taguchi and full factorial design," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 6, pp. 16072–16079, Nov. 2020.
- [4] J. M. Piccini and H. G. Svoboda, "Effect of pin length on Friction Stir Spot Welding (FSSW) of dissimilar Aluminum-steel joints," *Procedia Materials Science*, vol. 9, pp. 504–513, 2015.
- [5] B. H. Silva, G. Zepon, C. Bolfarini, and J. F. dos Santos, "Refill friction stir spot welding of AA6082-T6 alloy: Hook defect formation and its influence on the mechanical properties and fracture behavior," *Materials Science and Engineering A*, vol. 773, Jan. 2020.
- [6] A. Boucherit, M. N. Avettand-Fènoël, and R. Taillard, "Effect of a Zn interlayer on dissimilar FSSW of Al and Cu," *Mater Des*, vol. 124, pp. 87–99, 2017, doi: 10.1016/j.matdes.2017.03.063.
- [7] Lingga Arti Saputra, "PENGARUH INTERLAYER ZN PADA KEKUATAN MEKANIK SAMBUNGAN FRICTION STIR SPOT WELDING MATERIAL ALUMUNIUN PADUAN," *Perwira Journal of Science and Engineering (PJSE)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [8] L. Arti Saputra, N. Muhayat, and T. Triyono, "Effect of Zn Interlayer Particles on Mechanical Properties and Microstructure of Friction Stir Spot Welding Aluminum Alloy," in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, Oct. 2018.
- [9] L. A. Saputra, N. A. Sukarno, and S. Zulaehah, "Pengaruh Interlayer Elektroplating Zinc pada Kekuatan Mekanik Friction Stir Spot Welding Aa1100-Ss400," *Semesta Teknika*, vol. 24, no. 2, pp. 93–101, Nov. 2021.
- [10] S. Alaeibehmand, E. Ranjbarnodeh, and S. E. Mirsalehi, "Materials Characterization Joining mechanism in pinless FSSW of aluminum-steel with or without Zn and brass interlayers," *Mater Charact*, vol. 180, no. July, p. 111400, 2021.
- [11] H. Liu, Y. Zuo, S. Ji, J. Dong, and H. Zhao, "Friction stir solid-liquid spot welding of Cu to Al assisted by Zn interlayer," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 18, pp. 85–95, 2022.
- [12] A. Shahrabadi, H. Ezatpour, and M. Paidar, "Protrusion friction stir spot welding of dissimilar joints of 6061 aluminum alloy/Copper sheets with Zn interlayer," *Mater Lett*, vol. 328, no. September, p. 133107, 2022.
- [13] X. Gu, C. Sui, J. Liu, D. Li, Z. Meng, and K. Zhu, "Microstructure and mechanical properties of Mg/Al joints welded by ultrasonic spot welding with Zn interlayer," *Mater Des*, vol. 181, p. 108103, 2019.
- [14] S. Ji, S. Niu, J. Liu, and X. Meng, "Friction stir lap welding of Al to Mg assisted by ultrasound and a Zn interlayer," *J Mater Process Technol*, vol. 267, pp. 141–151, 2019.
- [15] R. Z. Xu, D. R. Ni, Q. Yang, C. Z. Liu, and Z. Y. Ma, "Pinless Friction Stir Spot Welding of Mg – 3Al – 1Zn Alloy with Zn Interlayer," *J Mater Sci Technol*, vol. 32, pp. 76–88, 2016.
- [16] L. M. Zhao and Z. D. Zhang, "Effect of Zn alloy interlayer on interface microstructure and strength of diffusion-bonded Mg-Al joints," *Scr Mater*, vol. 58, no. 4, pp. 283–286, 2008.
- [17] M. Paidar, M. K. M. Nasution, S. Mehrez, D. Bokov, V. V. Ramalingam, and A. M. Zain, "The feasibility of friction stir spot extrusion-brazing of AA5083-H112 aluminum alloy to brass sheets with Zn interlayer," *Mater Lett*, vol. 308, no. PA, p. 131084, 2022.
- [18] Z. Zhang, X. Yang, J. Zhang, G. Zhou, X. Xu, and B. Zou, "Effect of welding parameters on microstructure and mechanical properties of friction stir spot welded 5052 aluminum alloy," *Mater Des*, vol. 32, no. 8–9, pp. 4461–4470, Sep. 2011.
- [19] S. Venukumar, S. Yalagi, and S. Muthukumaran, "Comparison of microstructure and mechanical properties of conventional and refilled friction stir spot welds in AA 6061-T6 using filler plate," *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, vol. 23, no. 10, pp. 2833–2842, 2013.

- [20] J. Y. Cao, M. Wang, L. Kong, and L. J. Guo, "Hook formation and mechanical properties of friction spot welding in alloy 6061-T6," *J Mater Process Technol*, vol. 230, pp. 254–262, 2016.
- [21] Z. Zhang, B. L. Xiao, and Z. Y. Ma, "Enhancing mechanical properties of friction stir welded 2219Al-T6 joints at high welding speed through water cooling and post-welding artificial ageing," *Mater Charact*, vol. 106, pp. 255–265, Jun. 2015.