

# Studi Eksperimental *Friction Stir Welding* Terhadap Keuletan Pada Material AA6061-T651

Oleh:

Febrian

Mulyadi

Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2024



# Pendahuluan

FSW banyak diaplikasikan pada material aluminium dan salah satunya adalah aluminium 6061. Aluminium dan paduannya merupakan logam yang banyak digunakan dibidang teknik karena mempunyai banyak keunggulan. Termasuk pada aluminium seri 6061 yang memiliki kekuatan dan ketahanan korosi yang cukup baik. dan untuk meyakinkan bahwa hasil yang didapat mengacu pada standart dan spesifikasi yang dituju maka diadakanlah uji tekuk pada material tersebut. Dari penelitian-penelitian sepanjang penulis ketahui belum ada penelitian yang membahas mengenai uji tekuk pada pengelasan *Friction Stir Welding*. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahuisifat ulet dan mengetahui apakah timbul retak atau tidak pada sambungan aluminium 6061 yang telahmelalui proses pengelasan FSW.

# Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

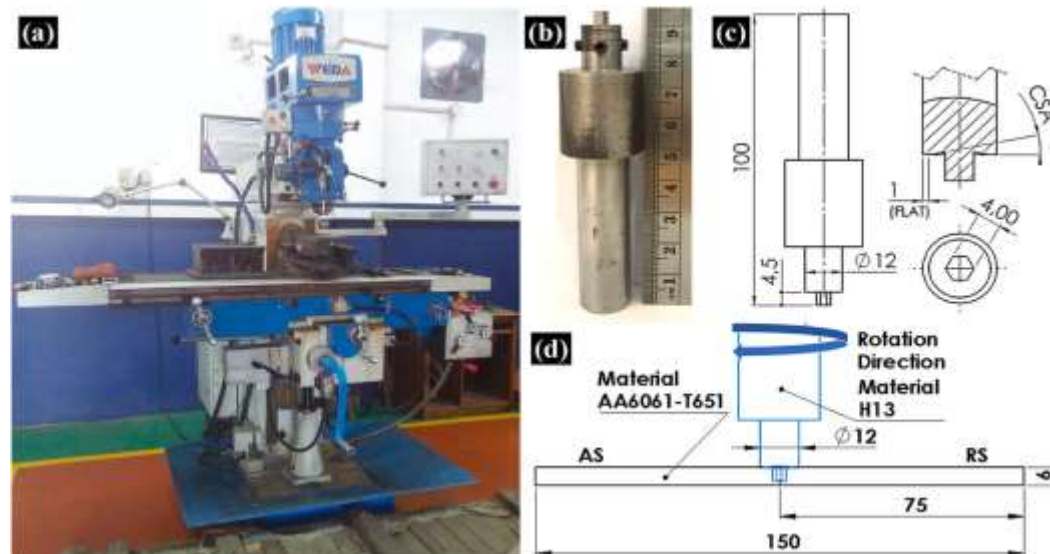
bagaimana pengaruh parameter proses FSW terhadap keuletan pada sambungan las material AA6061-T651 ?

# Metode

## Alat dan Bahan



Plat Aluminium AA 6061-T651



(a) Foto mesin FSW; (b) Foto alat FSW buatan; (c) Diagram skematik alat FSW; (d) Tampilan skematik eksperimen

# Metode

## Desain Eksperimen

No Spc	Kecepatan rotasi <i>tool</i> (rpm)	Kecepatan pengelasan (mm/min)	Sudut kemiringan <i>tool</i> (°)	Sudut bahu cekung (°)
1	765	24	2	2
2	765	43	2.5	5
3	765	65	3	8
4	765	90	3.5	11
5	1208	65	2.5	2
6	1208	90	2	5
7	1208	24	3.5	8
8	1208	43	3	11
9	1907	90	3	2
10	1907	65	3.5	5
11	1907	43	2	8
12	1907	24	2.5	11
13	3022	43	3.5	2
14	3022	24	3	5
15	3022	90	2.5	8
16	3022	65	2	11

## Hasil Proses Friction Stir Welding



# Metode

Uji tekuk<sup>2</sup> adalah Metode pengujian yang umum digunakan menentukan kisaran sifat plastis suatu bahan dan menentukan kemampuannya untuk berubah bentuk dalam radius tertentu.. Sedangkan metode yang digunakan adalah Triple Point yang dimana sampel diletakkan pada dua titik tumpuan di ujungnya, dan beban diterapkan pada titik tengahnya. Pengujian Tekuk dilakukan dengan menggunakan standart ASTM E290.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Keterangan:

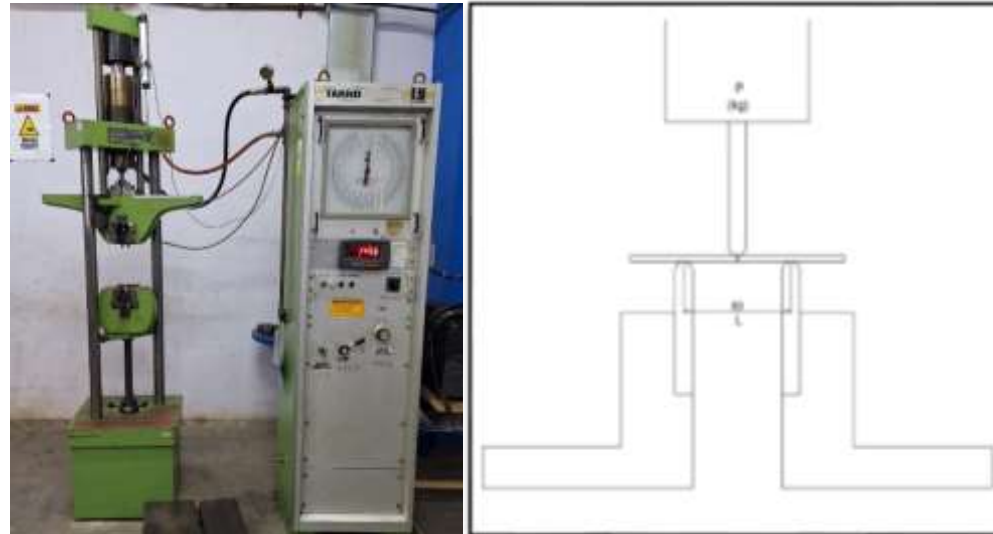
$\sigma_b$  : Tegangan tekuk/bending (Mpa)

P : Beban (Newton)

L : Panjang span/support span (mm)

b : Lebar (mm)

d : Tebal (mm)



Mesin Uji Tekuk ; Mesin Uji tekuk Tarno Grocki ;  
Layout pengujian Tekuk

# Hasil



No Spc	Kecepatan rotasi tool (rpm)	Kecepatan pengelasan (mm/min)	Sudut kemiringan tool (°)	Sudut bahu cekung (°)	Uji Tekuk (Mpa)
1	765	24	2	2	11,9
2	765	43	2,5	5	10,3
3	765	65	3	8	8,1
4	765	90	3,5	11	9,1
5	1208	65	2,5	2	8,7
6	1208	90	2	5	5,4
7	1208	24	3,5	8	8,2
8	1208	43	3	11	9,7
9	1907	90	3	2	12,7
10	1907	65	3,5	5	9,1
11	1907	43	2	8	9,7
12	1907	24	2,5	11	10,2
13	3022	43	3,5	2	9,6
14	3022	24	3	5	9,2
15	3022	90	2,5	8	11,6
16	3022	65	2	11	11,3

# Hasil

N mempunyai hasil kontribusi 34,40%, WS kontribusi 1,93 % TL berkontribusi 6,76% dan hasil dari SBC hanya berkontribusi 23,56%. Untuk hasil P-Value kecepatan rotasi tool 0,490 yang bisa diartikan bahwa N mempunyai dampak pengaruh yang optimal terhadap hasil uji tekuk. untuk P-Value WS 0,979 , P-Value TL 0,889 dan SBC 0,609 yang nilainya lebih besar dari 0,05 bisa diartikan bahwa parameter pengelasan FSW ini tidak mempunyai dampak pengaruh yang signifikan pada uji tekuk.

## Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
N	3	15,5804	34,40%	15,5804	5,1935	1,03	0,490
WS	3	0,8733	1,93%	0,8733	0,2911	0,06	0,979
TL	3	3,0623	6,76%	3,0623	1,0208	0,20	0,889
SBC	3	10,6721	23,56%	10,6721	3,5574	0,71	0,609
Error	3	15,1011	33,34%	15,1011	5,0337		
Total	15	45,2893	100,00%				

## Analisis Varian Pengujian Tekuk



# Hasil

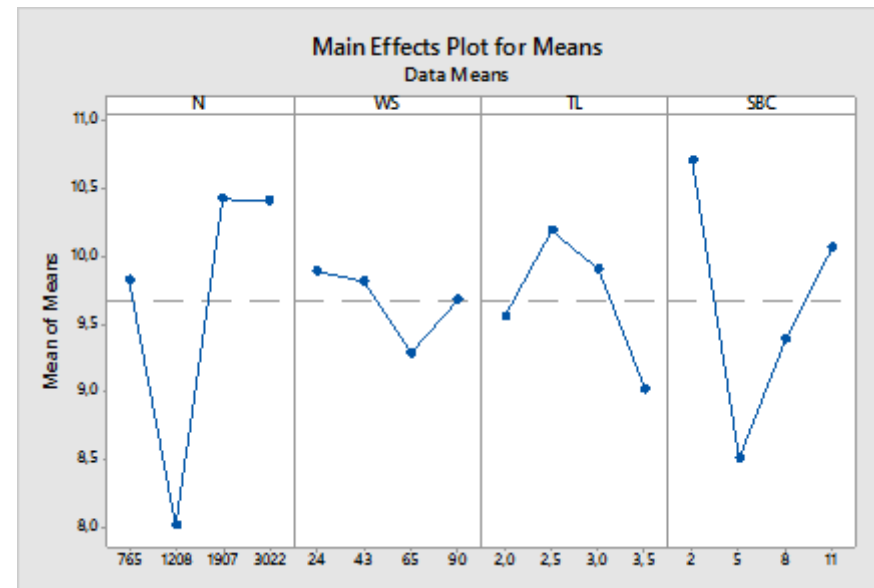
## Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan (Mpa)} = & 9,668 + 0,160 N_{765} - 1,658 N_{1208} + 0,756 N_{1907} + 0,741 N_{3022} \\ & + 0,224 WS_{24} + 0,146 WS_{43} - 0,383 WS_{65} + 0,013 WS_{90} - 0,110 TL_{2,0} \\ & + 0,522 TL_{2,5} + 0,239 TL_{3,0} - 0,651 TL_{3,5} + 1,041 SBC_{2} - 1,162 SBC_{5} \\ & - 0,277 SBC_{8} + 0,398 SBC_{11} \end{aligned}$$

## Persamaan Regresi

# Hasil

dapat diketahui bahwa parameter proses mengenai pengaruh variabel bebas (kecepatan rotasi tool, kecepatan pengelasan, kemiringan tool, dan sudut bahu cekung) terhadap variabel terikat ( uji tekuk ) yaitu kecepatan rotasi menunjukkan 3022 menunjukkan hasil yang optimal, kecepatan pengelasan 24 menunjukkan bahwa ini cukup baik, kemiringan tool  $2,5^{\circ}$  menunjukkan hasil yang optimal dan sudut bahu cekung  $2^{\circ}$  sedikit naik tetapi masih optimal. Yang ditunjukkan oleh Gambar 7.



# Pembahasan

- Berdasarkan hasil uji ANOVA pada parameter Proses *FSW* kontribusi N sebesar 34,40 %, kontribusi WS 1,93 %, TL 6,76 % dan SBC Berkontribusi 23,56 %. Bahwa hasil uji ANOVA menunjukkan parameter proses *FSW* yang mempunyai peranan kontribusi besar yaitu Kecepatan Rotasi Tool dan Kecepatan Pengelasan
- Pada variabel bebas (kecepatan rotasi tool, kecepatan pengelasan, sudut kemiringan tool dan sudut bahu cekung) yang memiliki pengaruh besar pada variabel terikat (parameter proses *FSW*) adalah Kecepatan Rotasi dan Kecepatan Pengelasan. Pada hasil persamaan regresi nilai variabel bebas (Kecepatan Rotasi tool dan Kecepatan Pengelasan) lebih dominan menunjukkan hasil positif pada variabel terikat (parameter proses *FSW*) sedangkan hasil dari variabel bebas (Sudut Kemiringan Dan Sudut Bahu Cekung) terdapat banyaknya hasil yang negatif.

# Manfaat Penelitian

1. Mengetahui sejauh mana keuletan dan kekuatan material Aluminium AA6061 yang telah dilas dengan Teknik Friction Stir Welding.
2. Mengetahui kelebihan dan kekurangan teknik pengelasan Friction Stir Welding setelah dilakukan uji tekuk.
3. Mengetahui faktor- faktor mana saja yang berpengaruh terhadap kekuatan Tekuk material AA6061

# Referensi

- [1] M. M. Z. Ahmed, K. Touileb, M. M. El-Sayed Seleman, I. Albaijan, and M. I. A. Habba, “Bobbin Tool Friction Stir Welding of Aluminum: Parameters Optimization Using Taguchi Experimental Design,” *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 8, 2022, doi: 10.3390/ma15082771.
- [2] G. Gebreamlak and B. Singh, “Friction Stir Welding and its Applications: A Review,” Nov. 2020.
- [3] U. Muhammadiyah Mataram Mataram, M. Hariz Dedy Sayogi, and M. Nur Sasongko, “Seminar Nasional LPPM UMMAT Analisis Temperatur Retreating Side dan Advancing Side Sambungan Las Friction Stir Welding AA 6061 Pada Perbedaan Suhu Awal,” vol. 2, no. April, pp. 633–639, 2023.
- [4] N. R. Y. Liara, S. Jokosiswor, and Untung Budiarto, “Analisa Sifat Mekanik Pengelasan GMAW ( Gas Metal Arc Welding) Alumunium 6061 dengan Variasi Holding Time pada Proses Normalizing,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 10, no. 2, pp. 1–9, 2022.
- [5] J. Hasil, K. Ilmiah, A. Isworo, U. Budiarto, and A. W. Budi, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Perbandingan Kekuatan Impak, Tarik, Tekuk dan Mikrografi Pada Aluminium 6061 Pasca Pengelasan Tungsten Inert Gas (TIG) dengan Media Pendingin Air Laut, Air Tawar dan Udara,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [6] H. Saputra, M. Ivanto, and G. S. Lubis, “Pengaruh hasil pengelasan model SMAW terhadap kekuatan tarik baja ST 37 dan ASTM A36,” *JTRAIN J. Teknol. Rekayasa Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 55–64, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/62930/75676596455>

# Referensi

- [7] D. F. Rahmadan, “Confirmation Experiment Of Friction Stir Welding Process On Aluminum Alloy Aa 6061-T651 On Impact Strength And Vickers Hardness [ Eksperimen Konfirmasi Proses Friction Stir Welding Pada Material Aluminium Alloy Aa 6061-T651 Terhadap Kekuatan Impact Dan Ha,” pp. 1–16.
- [8] I. Iswanto, N. Noerdianto, A. Fachruddin, and M. Mulyadi, “Analisa perbandingan kekuatan hasil pengelasan TIG dan pengelasan MIG pada Aluminium 5083,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 87–92, 2020, doi: 10.24127/trb.v9i1.1166.
- [9] S. Aws *et al.*, “5 Veronika , Rika , dkk ; Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Hasil Uji Bending Dengan Standar Aws Pada Baja ASTM A36 6 Veronika , Rika , dkk ; Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Hasil Uji Bending Dengan Standar Aws Pada Baja ASTM A36,” vol. 9, no. 2, pp. 5–14, 2023.
- [10] A. Wahjudi, A. Sigit, and I. M. Londen, “A study of concave shoulder angle on the mechanical properties and fractography of friction stir welded AA6061-T651 joints,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 28, no. November 2023, pp. 78–86, 2024, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.11.258.
- [11] Mulyadi, R. Firdaus, and R. S. Untari, “Optimization of Friction Stir Welding Parameters for AA6061-T651 Aluminum Alloy: Defect Analysis and Process Improvement,” *Acad. Open*, vol. 8, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.21070/acopen.8.2023.6665.
- [12] A. H. Kurnianto and Y. Yunus, “Pengaruh Variasi Beban Penekanan Pada Pengelasan Gesek (Friction Welding) S45C Terhadap Kekuatan Bending Dan Bentuk ...,” *J. Tek. Mesin*, pp. 161–164, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/56662%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/56662/44510>

