

# Pengaruh Parameter Proses *Underwater Friction Stir Spot Welding* Terhadap Kekerasan *Brinell* dan Mikrostruktur Sambungan Paduan AA1100

Oleh:

Muhammad Feri Setiawan (221020200076)

Dosen Pembimbing : Dr. Mulyadi, ST., MT

Dosen Penguji:

1. Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si., M.T.

2. Ir. Iswanto, ST., M.MT.

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Januari, 2026

# Pendahuluan

*Underwater Friction Stir Spot Welding (UFSSW)*, adalah proses pengelasan yang dilakukan di bawah air atau media pendingin cair lainnya. Lingkungan berpendingin ini berfungsi untuk menormalkan suhu yang ada pada sambungan las serta menstabilkan suhu selama proses, mempercepat pendinginan, dan memperkecil zona *Thermal* yang terkena dampak panas.

Material yang digunakan adalah aluminium paduan seri 1XXX, khususnya AA1100, yang merupakan salah satu paduan aluminium komersial paling murni dengan kandungan aluminium mencapai 99%. Pelaksanaan proses *Underwater Friction Stir Spot Welding (UFSSW)* pada penelitian ini, digunakan *Tool* tipe ST90 dengan desain ujung pin berbentuk hexagonal.



# Rumusan Masalah

1.

Bagaimana pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Spot Welding* (UFSSW) terhadap kekerasan pada sambungan paduan aluminium AA1100?

2.

Bagaimana pengaruh parameter proses *Underwater Friction Stir Spot Welding* (UFSSW) terhadap kekuatan Mikrostruktur pada sambungan paduan aluminium AA1100?

# Batasan Masalah

Pengukuran temperatur dilakukan menggunakan thermocouple pada titik yang sama. Penelitian difokuskan pada pengaruh kecepatan putar tool, temperatur media air, dan holding time terhadap kekerasan Brinell serta mikrostruktur sambungan UFSSW aluminium AA1100.

Penelitian ini dibatasi pada kondisi eksperimen Underwater Friction Stir Spot Welding (UFSSW) dengan tinggi perendaman spesimen yang dijaga konstan. Setiap spesimen dilas menggunakan satu jenis tool yang sama untuk menghindari variasi akibat perbedaan geometri tool.

# Tujuan Penelitian

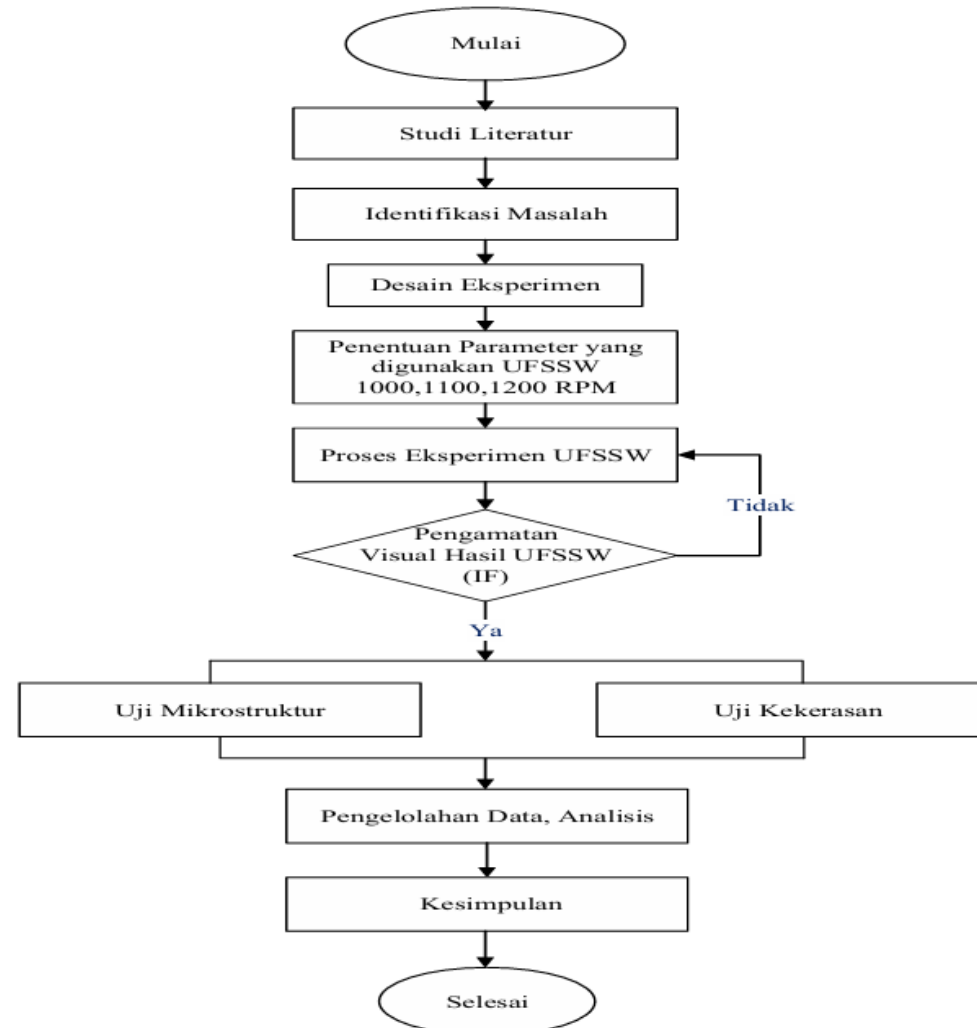
Menganalisis pengaruh proses *Underwater Friction Stir Spot Welding (UFSSW)* terhadap nilai kekerasan pada sambungan aluminium paduan AA1100.

Mengetahui karakteristik sambungan las pada material aluminium paduan AA1100 yang dihasilkan melalui proses *Underwater Friction Stir Spot Welding (UFSSW)*.

Memahami peran desain *Tool/ST90* dengan ujung hexagonal dalam pembentukan sambungan yang kuat dan homogen pada proses UFSSW.

# Metodologi

## Tahapan Penelitian



# Studi Literatur

*“Microstructure and mechanical properties of underwater friction stir welding of CNT/Al-Cu-Mg composites*

(X. Li et al. 2022)

---

Menunjukkan bahwa proses UFSW dengan pendinginan air menghasilkan mikrostruktur yang lebih halus pada zona nugget, sehingga meningkatkan nilai kekerasan dan sifat mekanik sambungan aluminium dibandingkan FSW konvensional.

*“Studying the Possibility to Weld AA1100 Aluminum Alloy by Friction Stir Spot Welding*

(Jassim, A. K., & Al-Subar, R. K. 2017)

---

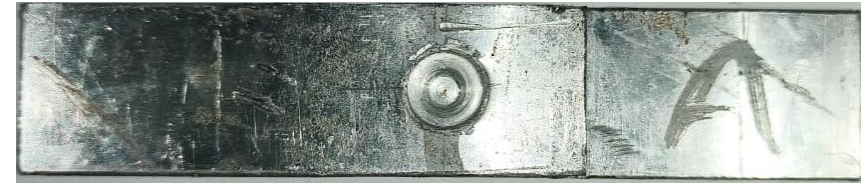
Menunjukkan bahwa FSSW dapat diaplikasikan pada aluminium AA1100 melalui deformasi plastis tanpa pencairan logam, dimana variasi parameter proses mempengaruhi zona sambungan, ukuran butir, dan distribusi kekerasan.

# Hasil & Pembahasan

## Parameter Proses UFSSW

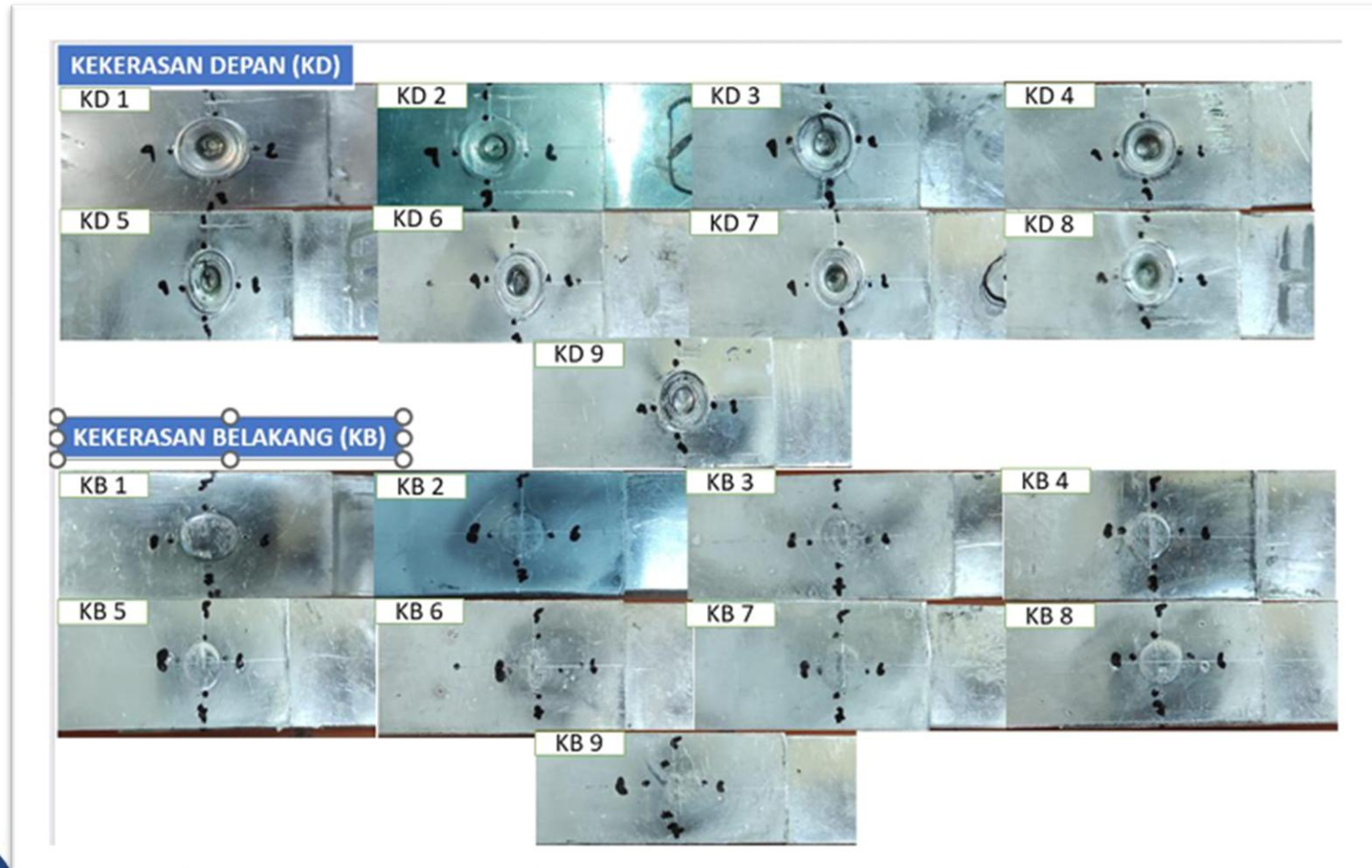
No. Kode	Kecepatan Rotasi RPM	Suhu Air °C	Waktu Penahan (detik)
A	1000	8	4
B	1000	29	7
C	1000	60	10
D	1100	8	4
E	1100	29	7
F	1100	60	10
G	1200	8	4
H	1200	29	7
I	1200	60	10

## Hasil Las UFSSW



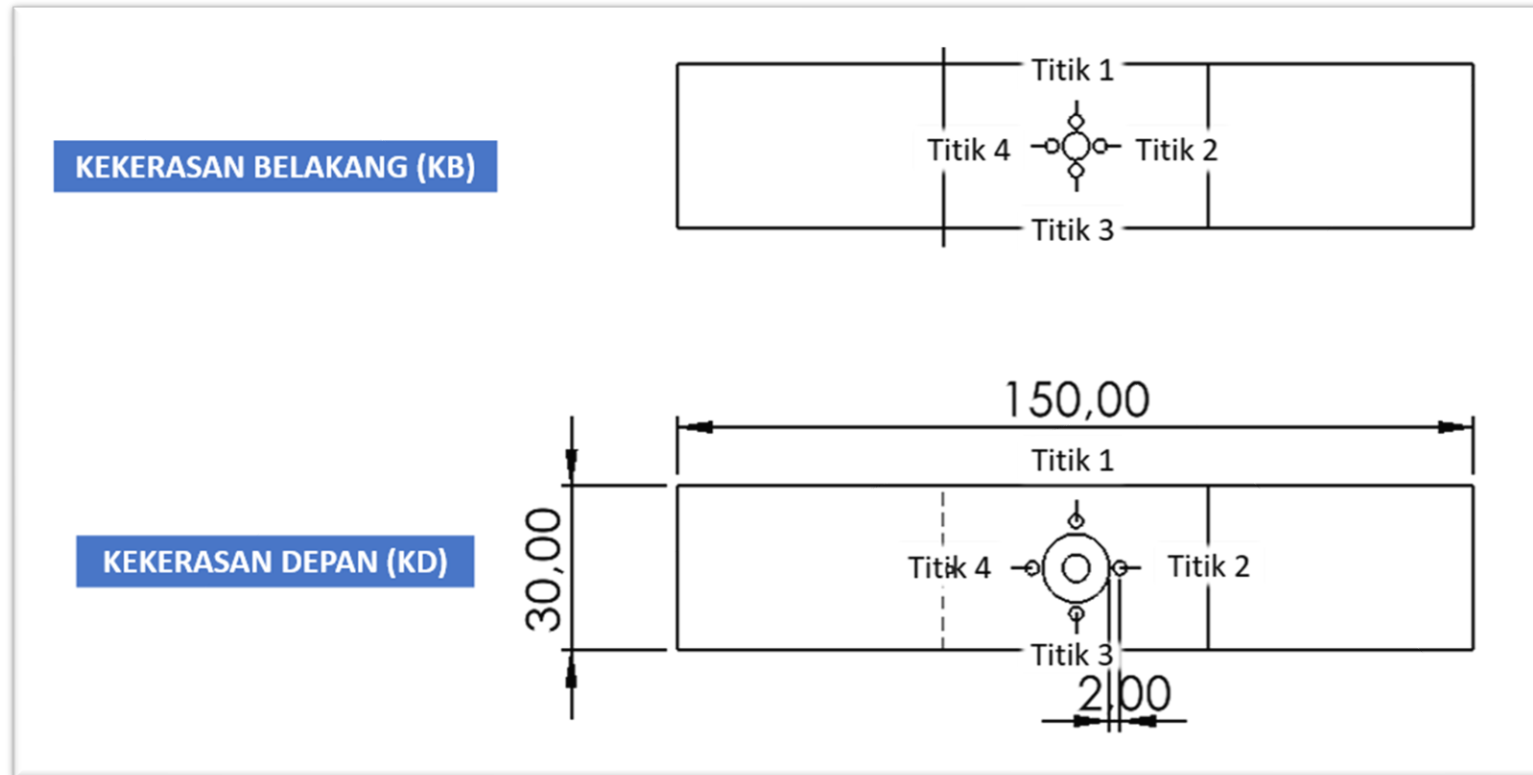
# Hasil Uji Kekerasan

## Spesimen Hasil Uji Kekerasan Brinell



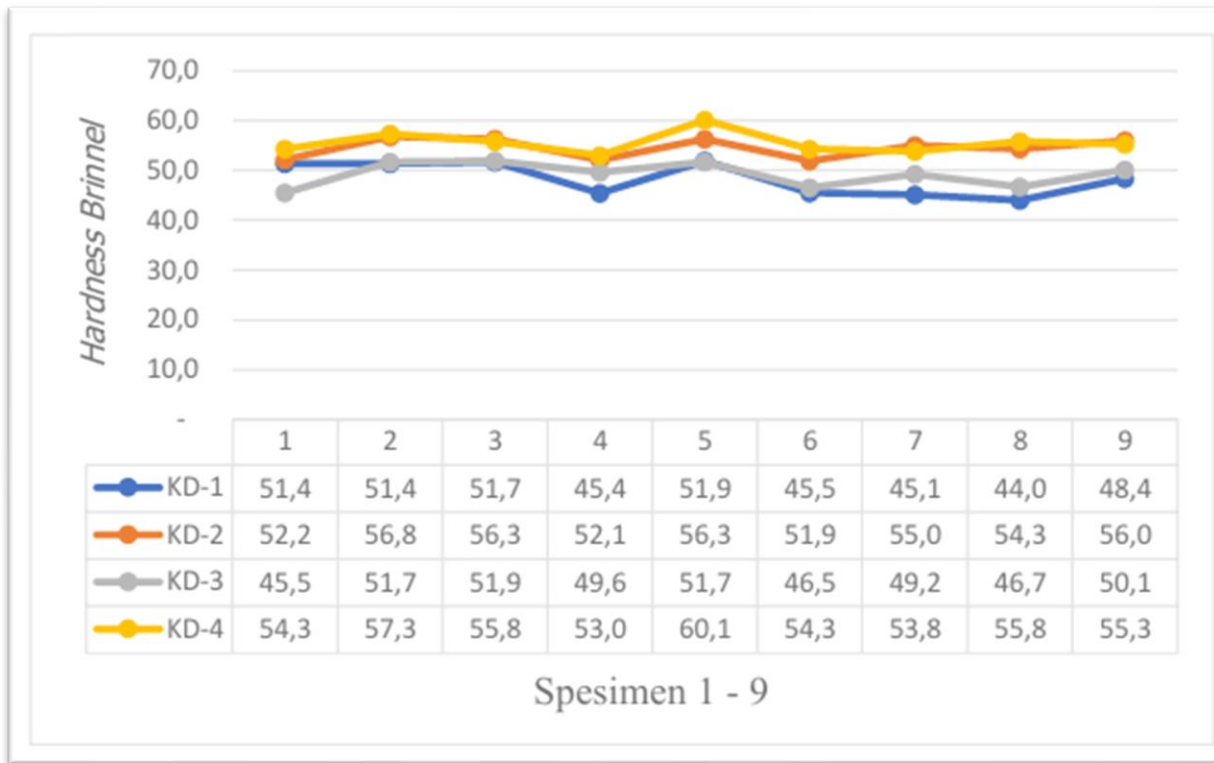
# Hasil Uji Kekerasan

## Desain Titik Spesimen Uji Kekerasan Brinnel

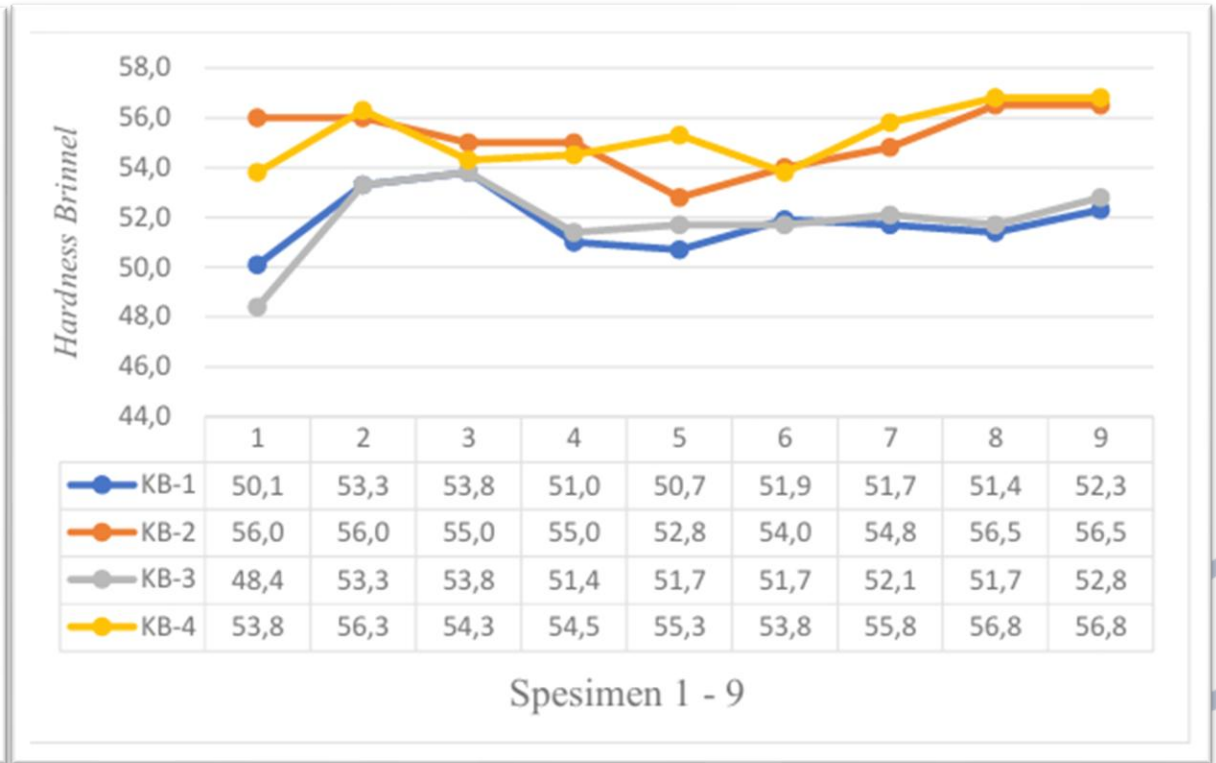


# Hasil Uji Kekerasan

Grafik Uji Kekerasan Brinell Sisi Depan

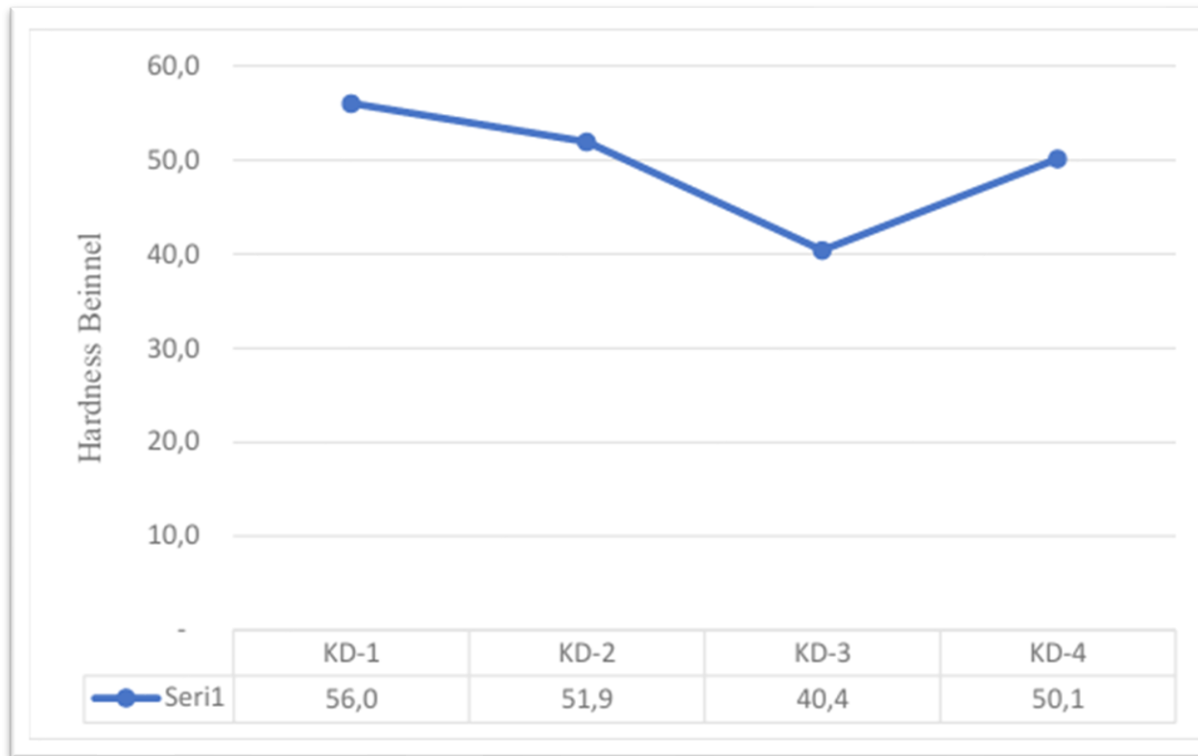


Grafik Uji Kekerasan Brinell Sisi Belakang

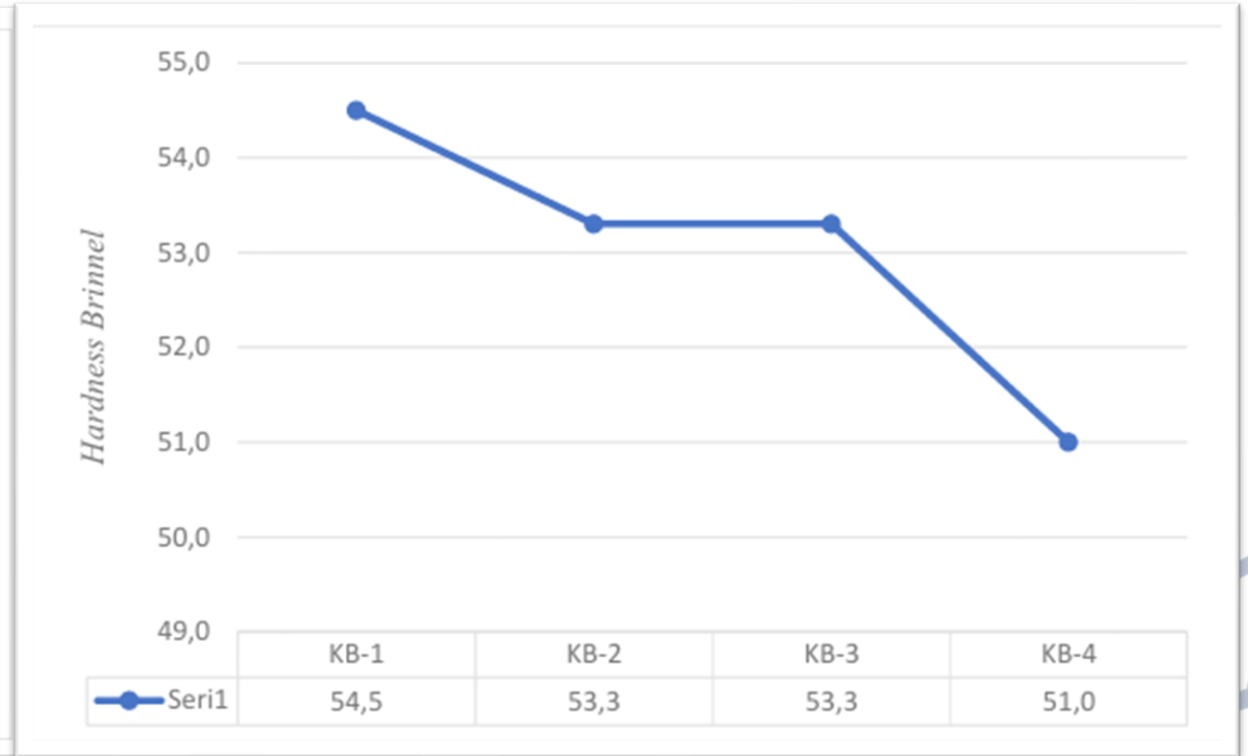


# Hasil Uji Kekerasan Validasi

Grafik Uji Kekerasan Brinnel Sisi Depan



Grafik Uji Kekerasan Brinnel Sisi Belakang



# Hasil Pengamatan Mikrostruktur

Spesimen Uji Mikrostruktur Tampak Samping

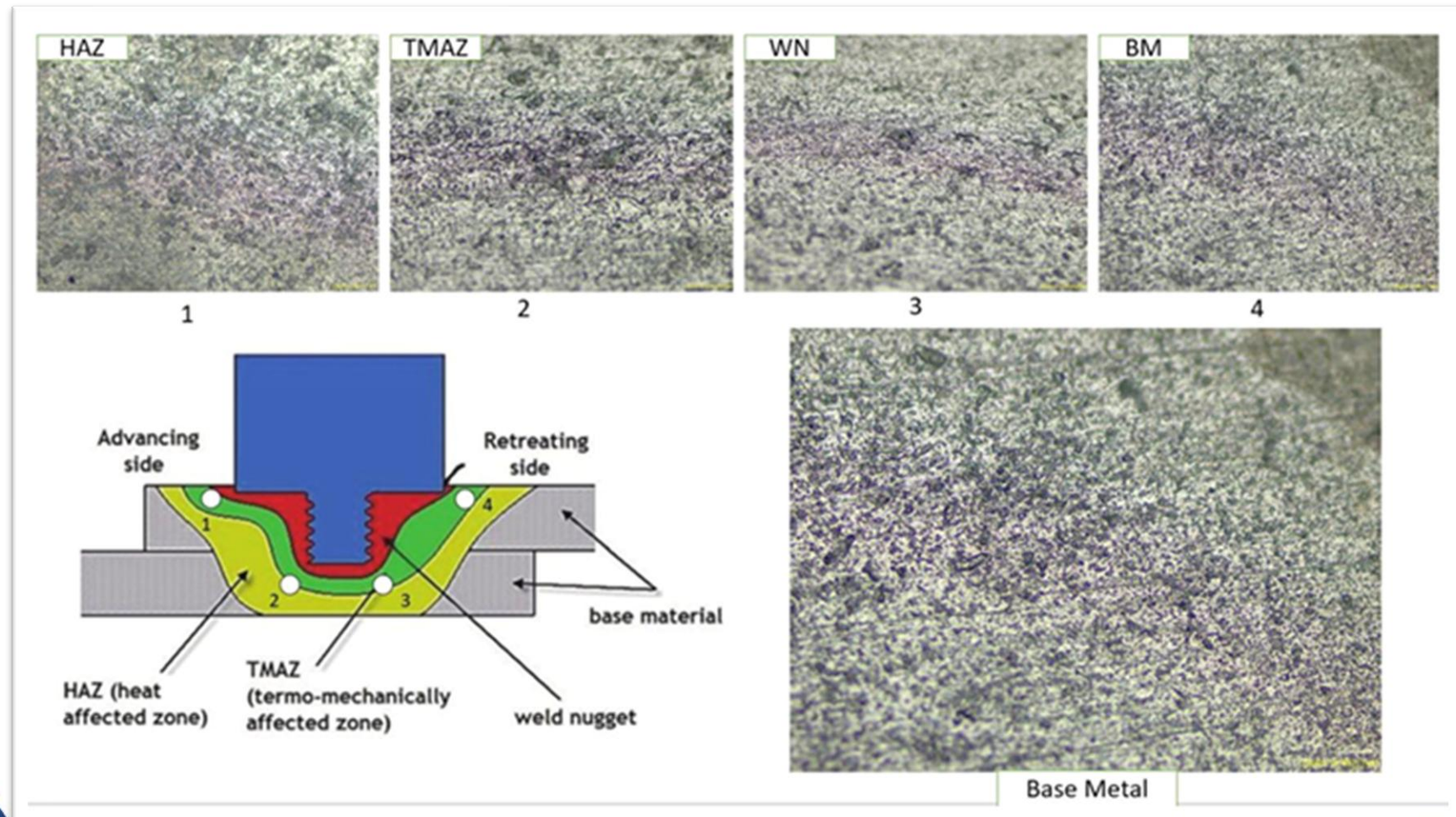


Spesimen Uji Mikrostruktur Tampak Atas



# Hasil Pengamatan Mikrostruktur

Hasil Pengamatan Mikrostruktur dengan Perbesaran 200X



# Analisis Statistik

## Analysis of Variance for Means

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
N	2	2.1246	2.1246	1.0623	9.58	0.095
WT	2	4.9426	4.9426	2.4713	22.28	0.043
HT	2	5.5898	5.5898	2.7949	25.20	0.038
Residual Error	2	0.2218	0.2218	0.1109		
Total	8	12.8789				

## Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
N	2	2,1246	16,50%	2,1246	1,0623	9,58	0,095
WT	2	4,9426	38,38%	4,9426	2,4713	22,28	0,043
HT	2	5,5898	43,40%	5,5898	2,7949	25,20	0,038
Error	2	0,2218	1,72%	0,2218	0,1109		
Total	8	12,8789	100,00%				

# Nilai F Hitung

Parameter Proses	Derajat Bebas (DF)	F Hitung	F Tabel ( $\alpha = 0,05$ )	P-Value	Keterangan
Kecepatan putar <i>tool</i> (N)	2	9,58	19,00	0,095	Terima $H_0$
Temperatur media air (WT)	2	22,28	19,00	0,043	Tolak $H_0$
<i> Holding time</i> (HT)	2	25,20	19,00	0,038	Tolak $H_0$

# Kesimpulan

Variasi parameter proses UFSSW berpengaruh terhadap nilai kekerasan sambungan aluminium AA1100. Nilai kekerasan tertinggi umumnya berada di sekitar weld nugget, dengan perbedaan antara sisi depan dan sisi belakang sambungan.

Hasil analisis Taguchi dan ANOVA menunjukkan bahwa holding time dan temperatur media air berpengaruh signifikan terhadap kekerasan sambungan, sedangkan kecepatan putar tool tidak signifikan dalam rentang parameter penelitian.

Proses UFSSW menghasilkan empat zona mikrostruktur utama (BM, HAZ, TMAZ, dan WN). Pendinginan air mampu memperhalus mikrostruktur, khususnya pada zona weld nugget, yang berkorelasi dengan peningkatan nilai kekerasan sambungan.

# Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi parameter UFSSW yang lebih luas, khususnya kecepatan putar tool dan holding time, untuk memperdalam analisis pengaruhnya terhadap sifat mekanik sambungan.

Pengamatan mikrostruktur dapat ditingkatkan dengan perbesaran lebih tinggi atau metode lanjutan seperti Scanning Electron Microscope (SEM) guna memperoleh informasi yang lebih detail terkait rekristalisasi dan aliran material.

