

PENGARUH HEAT TREATMENT NORMALIZING TERHADAP KEKUATAN IMPAK ALUMINIUM 7075 PENGELASAN TIG DENGAN VARIASI BENTUK KAMPUH

Muhammad Syifa'ul Qulub ¹, Priyagung Hartono ², Ismi Choirotin ³.

¹Universitas Islam Malang
email: 22001052024@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang
email: priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang
email: ismi.choirotin@unisma.ac.id

ABSTRAK

PWHT Normalizing bertujuan untuk menghasilkan ukuran butiran yang homogen sama, bahan yang telah di Normalizing akan mempunyai sifat yang merata dengan keuletan yang tinggi. Selain meningkatkan kekerasan, proses perlakuan panas pada paduan aluminium seri 7075 ini dapat meningkatkan sifat mekanik yaitu kekuatan impak. Seringkali aluminium dapat menggantikan logam lain dengan fungsi yang sama. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental, yaitu spesimen yang di dipotong sesuai variasi bentuk kampuh lalu dilakukan pengelasan TIG dengan posisi pengelasan yang di tentukan dan penambahan Heat Treatment Normalizing selanjutnya dilakukan pengujian. Hasil perhitungan menunjukkan jika perlakuan panas normalizing dengan parameter yang diberikan (505°C selama 30 menit) memberikan pengaruh pada aluminium 7075, energi impak spesimen kampuh V dan X meningkat setelah mendapatkan perlakuan panas normalizing. Kurangnya pengontrolan panas selama pengelasan pada spesimen kampuh U menyebabkan perlakuan panas yang tidak disengaja. Kombinasi perlakuan panas ini dengan proses normalizing pada penelitian ini selanjutnya justru menurunkan keuletan material pada kampuh U.

Kata Kunci: Heat Treatment Normalizing; Aluminium 7075; Pengelasan TIG.

ABSTRACT

PWHT Normalizing aims to produce homogeneous grain sizes, materials that have been Normalized will have uniform properties with high ductility. In addition to increasing hardness, the heat treatment process on the 7075 series aluminum alloy can improve mechanical properties, namely impact strength. Often aluminum can replace other metals with the same function. The research method used is an experimental method, namely specimens that are cut according to the variation of the bevel shape are then TIG welded with the specified welding position and the addition of Normalizing Heat Treatment is then tested. The calculation results show that if the normalizing heat treatment with the given parameters (505 ° C for 30 minutes) has an effect on aluminum 7075, the impact energy of the V and X bevel specimens increases after receiving normalizing heat treatment. Lack of heat control during welding on U bevel specimens causes unintentional heat treatment. The combination of this heat treatment with the normalizing process in this study actually reduced the toughness of the material at the U-bevel.

Keywords : Heat Treatment Normalizing; Aluminum 7075; TIG welding.

PENDAHULUAN

Aluminium (Al) merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Pemakaian aluminium diperkirakan pada masa mendatang masih terbuka luas baik sebagai material utama maupun material pendukung dengan ketersediaan biji aluminium di bumi yang melimpah (Ariyanto, 2024).

Proses pengelasan yang tidak sesuai akan mengakibatkan material akan menjadi getas akibat pemanasan dan pendinginan yang tidak terkontrol. Maka dari itu diperlukannya Post Weld Heat Treatment (PWHT) untuk mengembalikan struktur material tersebut. PWHT telah menjadi suatu usaha yang umum untuk mengurangi tegangan sisa dan meningkatkan sifat mekanis dari material (Hasil Karya Ilmiah et al., 2024). PWHT Normalizing bertujuan untuk menghasilkan ukuran butiran yang homogen sama, bahan yang telah di Normalizing akan mempunyai sifat yang merata dengan keuletan yang tinggi (Nilai Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak et al., 2023).

Selain meningkatkan kekerasan, proses perlakuan panas pada paduan aluminium seri 7075 ini dapat meningkatkan sifat mekanik yaitu kekuatan impak (Widyawati et al., 2024). Seiring dengan teknologi bahan dan pengolahan logam aluminium cukup banyak digunakan sebagai bahan baku dalam bidang permesinan. Seringkali aluminium dapat menggantikan logam lain dengan fungsi yang sama. Aluminium 7075 adalah salah satu paduan aluminium yang sangat kuat, umumnya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan tinggi dan ringan (Rahangmetan & Bako, 2024).

Paduan aluminium 7075, yang merupakan bagian dari seri 7xxx dan didominasi oleh seng sebagai elemen paduan utama, telah terbukti menjadi material yang sangat kuat dan ringan. Meskipun demikian, pengelasan paduan ini, khususnya dengan metode TIG, menghadirkan tantangan tersendiri. Kandungan seng yang tinggi dapat mempengaruhi fluiditas logam cair selama proses pengelasan, serta meningkatkan risiko pembentukan pori-pori dan retak pada lasan.

Dengan latar belakang tersebut maka dalam penelitian ini, akan membahas bagaimana perbedaan kekuatan hasil sambungan pengelasan TIG pada aluminium 7075. Serta bagaimana pengaruh heat treatment dan variasi bentuk kampuh terhadap uji impak pada hasil sambungan las TIG pada aluminium 7075.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental, yaitu spesiemen yang di dipotong sesuai variasi bentuk kampuh lalu dilakukan pengelasan TIG dengan posisi pengelasan yang di tentukan dan penambahan *Heat Treatment Normalizing* selanjutnya dilakukan pengujian.

Alat Penelitian

1. Mesin Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)
2. Torch TIG
3. Gas Argon
4. Kawat Las (Filler Rod)
5. Sarung Tangan Las
6. Apron las
7. Sepatu Safety
8. Helm Las
9. Tungku Pemanas
10. Gerinda

Bahan Penelitian

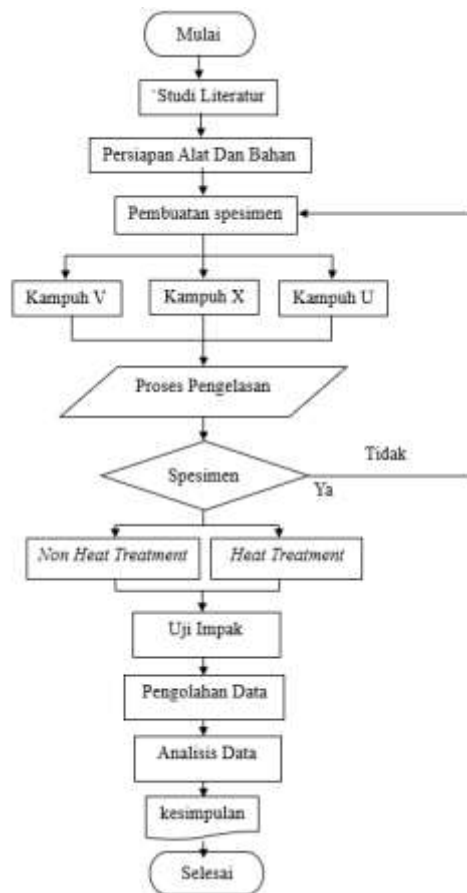
Alumunium 7075

Alumunium 7075 merupakan bahan utama dalam penelitian dikarenakan penelti mengambil penelitian mengenai pengaruh Heat Treatment terhadap alumunium 7075 pengelasan TIG dengan varisai bentuk kampuh dan posisi pengelasan



Gambar 3.1 Alumunium 7075

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian

Keterangan :

- a Tidak = Spesimen tidak memenuhi syarat ,apabila mengalami kerusakan pada saat pengelasan atau tidak memenuhi standart pengujian
- b Ya = Spesimen memenuhi syarat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kekuatan Impak

Pengujian kekuatan impak pada aluminium 7075 dilakukan menggunakan alat uji impak dengan berat pendulum 8,3 kg, sudut pendulum 120°, dan Panjang lengan pendulum sepanjang 0,6 m. Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Perlakuan dan Pengujian Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Cara pengujian spesimen adalah spesimen, diletakan diatas dudukan yang sudah disediakan dan pendulum diatur pada sudut yang di tentukan, lalu pendulum di lepaskan untuk menghantam spesimen sampai patah. Spesimen yang di uji pada penelitian ini ada dua jenis spesimen dengan

perlakuan *heat treatment*, dan tanpa *heat treatment* data.

Pengujian impak ini menghasilkan sudut titik awal pendulum ,dan sudut akhir pendulum yang keluar di layar monitor. Hasil pengujian didapatkan data sebagai berikut:

4.1 Hasil Uji Impak

NO	Sudut Awal (°)	Sudut Akhir (°)	Note
1	120	96.2	U1
2	120	101.3	U2
3	120	98.7	U3
4	120	110.7	V1
5	120	112.6	V2
6	121	108.2	V3
7	120	115.4	X1
8	120	112.9	X2
9	120	113.5	X3
10	120	113.5	TV-1
11	120	108.1	TV-2
12	120	103.2	TV-3
13	120	115.4	TU-1
14	120	114.3	TU-2
15	120	113.8	TU-3
16	120	113.2	TX-1
17	120	112.7	TX-2
18	120	113	TX-3

Note :

Beban pendulum : 8.3 kg

Panjang lengan : 0.6 m

4.2 Perhitungan

Energi Impact (E)

$E = m.g.\lambda (\cos \beta - \cos \alpha)$ (Yopi Handoyo, 2018).

Keterangan :

E = Energi impak (joule)

m = Berat pendulum pendulum (kg)
= 8,3 kg

g = Gravitasi = 9.8 m/s²

λ = Jarak lengan pengayun = 0,6 m

$\cos \alpha$ = Sudut posisi awal pendulum = 120°

$\cos \beta$ = Sudut posisi akhir pendulum

Nilai Impact (K)

$K = E/A$

Keterangan :

E = Energi impact (joule)

A = Luas penampang di bawah takik
(mm²) = 8 mm²

$K = E/A$

$$= 19,028$$

$$= 2,377 \text{ J/mm}^2$$

Rumus perhitungan diatas yang di pakai untuk menentukan energi impact dan nilai impact selanjutnya. Perhitungan diatas menghasilkan energi impact dan nilai impact dari spesimen dengan kampuh U1,dengan energi impact sebesar 19,02 J ,dan nilai impact sebesar 2,377 J/mm².

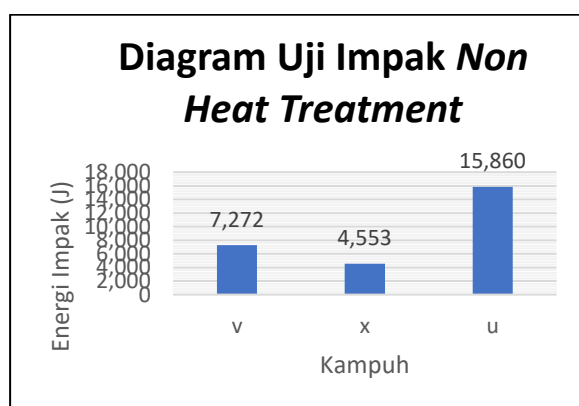
Tabel 4.2 Energi Impact dan Nilai impact

Kode	Sudut Awal α°	Sudut Akhir β°	Energi Impact (J)	Nilai Impact (J/mm²)	Rata-rata energi impact
U1	120	96.2	19,02	2,377	15,860
U2	120	101.3	14,784	1,848	
U3	120	98.7	16,936	2,117	
V1	120	110.7	7,139	0,892	7,272
V2	120	112.6	5,597	0,699	
V3	121	108.2	9,079	1,134	
X1	120	115.4	3,455	0,431	4,553
X2	120	112.9	5,328	0,666	
X3	120	113.5	4,875	0,609	
TV-1	120	113.5	4,875	0,609	9,097
TV-2	120	108.1	9,178	1,147	
TV-3	120	103.2	13,238	1,654	
TU-1	120	115.4	3,455	0,431	4,134
TU-2	120	114.3	4,251	0,531	
TU-3	120	113.8	4,696	0,587	
TX-1	120	113.2	5,138	0,643	5,323
TX-2	120	112.7	5,509	0,688	
TX-3	120	113	5,322	0,665	

Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Impact (J)

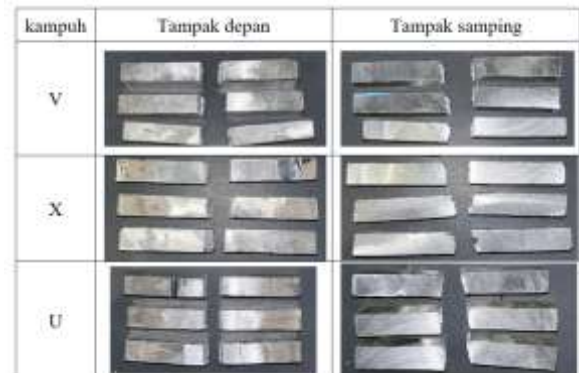
kampuh perlakuan	V	X	U
Non treatment	7,139	3,455	19,02
	5,597	5,328	14,784
	9,079	4,875	16,936
Rata-rata	7,272	4,553	15,860
Treatment Normalizing	4,875	5,138	3,455
	9,178	5,509	4,251
	13,238	5,322	4,696
Rata-rata	9,097	5,323	4,134

4.3 Grafik dan Analisa



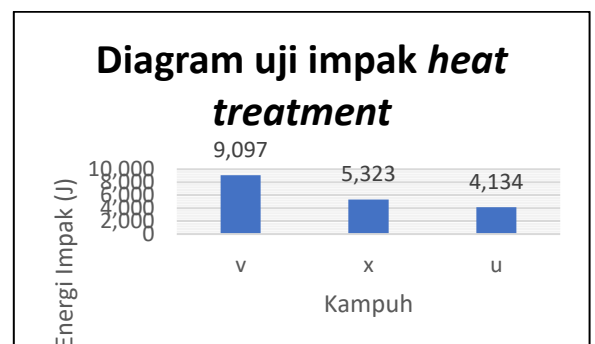
Pada gambar 4.2 dapat di lihat bahwa untuk pengujian impact aluminium 7075 tanpa proses heat treatment dengan perolehan

nilai impact tertinggi yaitu kampuh U memiliki nilai energi impact dengan nilai 15,860 J. nilai impact kampuh V tanpa perlakuan sebesar 7,272 J, dan kampuh X memiliki nilai impact sebesar 4,553 J.



Gambar 4.1 Spesimen tanpa perlakuan heat treatment.

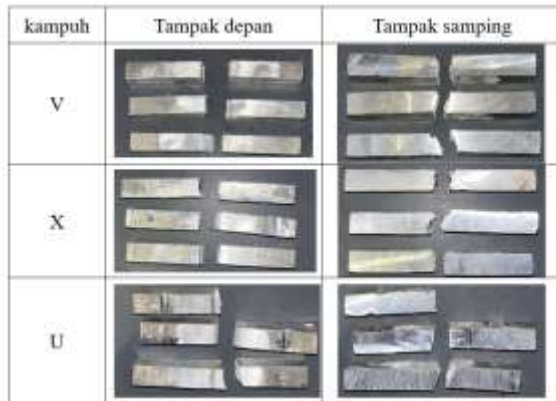
Kampuh U tanpa perlakuan heat treatment memiliki energi impact paling tinggi sebesar 15,860 J. Kampuh U memiliki luas penampang yang paling besar, hal ini menyebabkan sambungan las TIG dengan baik membuat spesimen ulet dan membutuhkan energi impact yang besar untuk mematahkan spesimen tersebut. Banyak faktor yang menyebabkan energi impact menjadi rendah seperti kampuh X yang mempunyai energi impact paling rendah yaitu 4,553 J. Faktor yang paling mempengaruhi yaitu pada proses pengelasan, arus las yang tidak sesuai, Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pendinginan yang cepat dan membentuk struktur mikro yang keras dan rapuh.



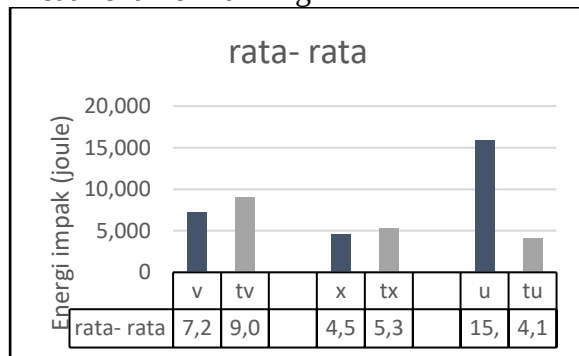
Gambar 4.2 Diagram Uji Impact Aluminium 7075 dengan Heat Treatment

Pada gambar 4.4 dapat di lihat bahwa untuk pengujian impact aluminium 7075 dengan proses heat treatment dengan

perolehan nilai impak tertinggi yaitu kampuh V memiliki nilai energi impak dengan nilai 9,097 J. nilai impak kampuh X dengan perlakuan *Heat Treatment* sebesar 5,323 J, dan kampuh U memiliki nilai impak sebesar 4,134 J.



Gambar 4.3 Spesimen dengan Heat Treatment Normalizing



Gambar 4.4 Diagram Perbedaan Uji Impak Aluminium 7075 tanpa Heat Treatment dan dengan Heat Treatment

Dalam penelitian ini, hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan normalizing berhasil meningkatkan sifat mekanik pada spesimen yang diuji. Energi impak pada kampuh V tanpa perlakuan mendapatkan energi impak sebesar 7,272 J setelah mendapatkan perlakuan meningkat menjadi 9,097 J, dan pada kampuh X tanpa perlakuan mendapatkan energi impak 4,553 J setelah mendapatkan perlakuan mencapai 5,323 J. Meskipun energi impak pada kedua spesimen tersebut meningkat, terdapat penurunan pada kampuh U awal energi impak mendapatkan 15,860 J menjadi 4,134 J. Sebelum perlakuan, kampuh U memiliki nilai impak tertinggi, karena materialnya masih memiliki struktur yang lebih ulet dan mampu menyerap energi benturan dengan lebih baik.

Namun, perubahan mikrostruktur akibat heat treatment normalizing yang bertujuan meningkatkan keuletan dan membuang tegangan sisa pengelasan pada material memberikan pengaruh berbeda pada spesimen. spesimen dengan kampuh U memiliki luas penampang yang paling besar membuat alur pada pengelasan paling banyak sebanyak 3 alur untuk mengisi ruang pada kampuh, dan kurangnya kontrol suhu pada saat pengelasan membuat spesimen mengalami perlakuan panas yang tidak disengaja sehingga kampuh U menjadi lebih ulet sebelum di berikan perlakuan normalizing. namun setelah diberikan perlakuan panas normalizing menyebabkan spesimen menjadi lebih getas sehingga menurunkan ketangguhan.

Perhitungan Statistik

Setelah dilakukan pengujian tarik menggunakan ASTM E23 tipe *charpy-V* selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah sebagai berikut

1) Menentukan formulasi hipotesis.

a. $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$

H_1 : sekurang-kurangnya satu α_i tidak sama dengan nol.

b. $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

H_1 : sekurang-kurangnya satu β_j tidak sama dengan nol.

c. $H_0: (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = (\alpha\beta)_{13} = (\alpha\beta)_{21} = (\alpha\beta)_{22} = (\alpha\beta)_{23} = (\alpha\beta)_{31} = (\alpha\beta)_{32} = (\alpha\beta)_{33} = 0$

H_1 : sekurang-kurangnya satu $(\alpha\beta)_{ij}$ tidak sama dengan nol.

2) Menentukan taraf nyata (α) beserta F

tabel = $\alpha = 5\% = 0,05$

a. Untuk baris (v_1) = 1 => (v_2) 2.3.(3-1) = 12; $F_{0,05(1:12)} = 4,74$

b. Untuk kolom (v_1) = 2 => (v_2) 2.3.(3-1) = 12; $F_{0,05(2:12)} = 3,88$

c. Untuk interaksi: (v_1) = 4 => (v_2) 2.3.(3-1) = 12; $F_{0,05(2:12)} = 3,88$

3) Menentukan kriteria pengujian

Untuk baris, kolom dan untuk interaksi

a. H_0 diterima jika $F_{hit} < F_{0,05} = 4,74$

H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{0,05} = 4,74$

b. H_0 diterima jika $F_{hit} < F_{0,05} = 3,88$

- H0 ditolak jika $F_{hit} > F_{0,05} = 3,88$
 c. H0 diterima jika $F_{hit} < F_{0,05} = 3,88$
 H0 ditolak jika $F_{hit} > F_{0,05} = 3,88$

Tabel 4.4 Data Analisa Anova Uji Impak (J)

No	Jenis	Derajat Bebas	T Hitung	T Tabel
1.	V-VT	2	0,890	4,303
2.	X-XT	2	1,665	4,303
3.	U-UT	2	8,650	4,303

Alkalisasi				
Orientasi	V	X	U	Total
Non treatment	7,139	3,455	19,02	86,213
	5,597	5,328	14,784	
	9,079	4,875	16,936	
Treatment normalizing	4,875	5,138	3,455	55,662
	9,178	5,509	4,251	
	13,238	5,322	4,696	
Total	49,106	29,627	63,142	141,875

Tabel 4.5 Hasil Analisa Anova Uji Impak

Sumber Varian	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel
Rata-rata Baris	51,854	1	51,854	11,78255	4,474
Rata-rata Kolom	94,428	2	47,214	10,72822	3,885
Interaksi	199	2	99,5	22,60893	3,885
Error	52,811	12	4,400917		
Total	398,093	17			

- a) $F_{hitung} = 11,782 > F_{0,05} 4,474$ artinya H0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi kampuh las terhadap aluminium 7075 terhadap kekuatan impact
- b) $F_{hitung} = 10,728 > F_{0,05} 3,885$ artinya H0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi perlakuan heat treatment pada aluminium 7075 terhadap kekuatan impact
- c) $F_{hitung} = 22,608 > F_{0,05} 3,885$ artinya H0 di tolak. Jadi terdapat interaksi antara bentuk kampuh las terhadap perlakuan heat treatment normalizing.

Uji T

Tabel 4.6 Tabel Uji T

d.f	TINGKAT SIGNIFIKANSI						
	20%	10%	5%	2%	1%	0,2%	0,1%
dua sisi	10%	5%	2,5%	1%	0,5%	0,1%	0,05%
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	318,309	636,619
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,327	31,599
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,215	12,924
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,869
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,408
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587

Sebelum di beri perlakuan kampuh U memiliki nilai rata-rata 16,913 J dengan standart deviasi sebesar 2,118 setelah diberi perlakuan panas *normalizing* memiliki energi impact sebesar 4,134 J dengan standart deviasi 0,628. Nilai t hitung sebesar 8,650 , t tabel 4,303 ,dan p value 0,013.

Tabel 4.5 Tabel Uji T α 0,05

- Hipotesis :**
 H0 : tidak ada perbedaan yang signifikan
 H1 : ada perbedaan yang signifikan
- Kriteria pengujian :**
 H0 diterima apabila : $T_{hitung} < 4,303$
 H0 ditolak apabila : $T_{hitung} > 4,303$
 - $T_{hitung} 0,890 < 4,303$, H0 diterima. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kampuh V tanpa perlakuan dan setelah mendapatkan perlakuan panas *normalizing*
 - $T_{hitung} 1,665 < 4,303$, H0 diterima. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara kampuh X tanpa perlakuan dan setelah mendapatkan perlakuan panas *normalizing*
 - $T_{hitung} 8,650 > 4,303$, H0 di tolak. ada perbedaan yang signifikan antara kampuh U tanpa perlakuan dan setelah mendapatkan perlakuan panas *normalizing*

KESIMPULAN

Rekomendasi yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian mikro diperlukan dalam penelitian lanjutan untuk mengamati struktur mikro spesimen dan memvalidasi efek *normalizing* dalam memperbaiki struktur dan menghilangkan tegangan residual akibat pengelasan
2. Kontrol suhu spesimen yang lebih ketat selama pengelasan diperlukan untuk mencegah terjadinya perlakuan panas yang tidak terkendali
3. Penambahan variabel arus pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan proses dan hasil pengelasan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: Perlakuan panas *normalizing* dengan parameter yang diberikan (505°C selama 30 menit) memberikan pengaruh pada aluminium 7075, energi impak spesimen kampuh V dan X meningkat setelah mendapatkan perlakuan panas *normalizing*. Kurangnya pengontrolan panas selama pengelasan pada spesimen kampuh U menyebabkan perlakuan panas yang tidak disengaja. Kombinasi perlakuan panas ini dengan proses *normalizing* pada penelitian ini selanjutnya justru menurunkan keuletan material pada kampuh U.

DAFTAR RUJUKAN

- Bhirawa, W. T. (2020). Proses Pengolahan Data Dari Model Persamaan Regresi Dengan Menggunakan Statistical Product and Service Solution (SPSS). *Statistika*, 71–83.
- Ciptanto Lubis P, Budiarto U, & Jokosisworo S. (2022). Analisa Pengaruh Variasi Waktu Post Weld Heat Treatment Pada Pengelasan SMAW Baja A36 Terhadap Kekuatan Uji Tarik, Uji Impak dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 10(3), 48.
- Pranajaya, W., Santosa, A. W. B., & Budiarto, U. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las dan Arus Listrik

Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG (Tungsten Inert Gas) Pada Aluminium 6061. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 286.

Yopi Handoyo. (2018). Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 1(2), 17–25.