

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Pengujian *Impact*

4.1.1 Data Hasil Pengujian *Impact*

Pengujian digunakan untuk mengukur ketangguhan suatu spesiman. Ketangguhan suatu speciman adalah kemampuan speciman tersebut untuk menyerap energi pada daerah plastis. Pada penelitian ini dilakukan pengujian *impact* terhadap baja SS41 hasil pengelasan SMAW dengan variasi besar arus *temper bead welding* dengan elektroda E 6013. Hasil dari pengujian *impact* dapat dilihat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Hasil uji *impact*

Spesimen	l (mm)	b (mm)	t (mm)	h (mm)	luas (mm ²)	a (°)	b (°)	Energi (Joule)
P1	55	10	10	8	80	120	87	9,406
	55	10	10	8	80	120	90	11,472
	55	10	10	8	80	120	91	8,217
P2	55	10	10	8	80	120	86	9,702
	55	10	10	8	80	120	87	9,406
	55	10	10	8	80	120	99	5,851
P3	55	10	10	8	80	120	91.5	8,069
	55	10	10	8	80	120	94	7,327
	55	10	10	8	80	120	84	10,295
Logam Induk	55	10	10	8	80	120	30	23,263
	55	10	10	8	80	120	22.5	24,247
	55	10	10	8	80	120	5	25,479

4.1.2 Perhitungan Hasil Pengujian *Impact*

Kerja atau tenaga yang dilakukan untuk mematahkan benda kerja adalah

$$W = G \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha) \quad 4.1$$

Dimana :

W = tenaga patah dalam Joule

G = beban yang digunakan dalam kg (26,32 kg)

L = panjang lengan ayun dalam m (0,647 m)

β = sudut jatuh dalam derajat

α = sudut awal dalam derajat (120°)

Besar kekuatan *impact* adalah

$$\text{Kekuatan Impact} = \frac{\text{Tenaga patah (Joule)}}{\text{Luas penampang patah (mm}^2\text{)}} \quad 4.2$$

Perhitungan kekuatan *impact*

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan Impact} &= \frac{G \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha)}{\text{Luas penampang patah (mm}^2\text{)}} \\ &= \frac{26,32 \cdot 0,647 (\cos 87 - \cos 120) \text{ Joule}}{80 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{9,4058 \text{ Joule}}{80 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka diperoleh besar kekuatan *impact* untuk masing-masing perlakuan, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Uji *impact*

Spesimen	Energi (Joule)	rata-rata (Joule)	HI (Joule/mm ²)	rata-rata HI (Joule/mm ²)
P1	9,4058	9,698	0,1176	0,121
	11,4716		0,1434	
	8,2173		0,1027	
P2	9,7024	8,320	0,1213	0,104
	9,4058		0,1176	
	5,8506		0,0731	
P3	8,0688	8,563	0,1009	0,107
	7,3266		0,0916	
	10,2945		0,1287	
Logam Induk	23,2621	24,329	0,2908	0,304
	24,2473		0,3031	
	25,4788		0,3185	

4.1.3 Analisis Pengujian Statistik Hasil Pengujian *impact*

Hipotesa:

Ho: Perlakuan besar arus yang memberikan rata-rata uji *impact* yang sama

H1: Perlakuan besar arus yang memberikan rata-rata uji *impact* yang tidak sama

Tabel 4.3 Data statistika induk perhitungan Anova hasil uji *impact*

Sampel	P1	P2	P3
1	0,1176	0,1213	0,1009
2	0,1434	0,1176	0,0916
3	0,1027	0,0731	0,1287

$k = 3; N = 9$

Menghitung F hitung melalui variabilitas, derajat bebas dan kuadrat tengah:

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = (0,1176^2 + 0,1434^2 + 0,1027^2 + 0,1213^2 + 0,1176^2 + 0,0731^2 + 0,1009^2 + 0,0916^2 + 0,1287^2) - \left(\frac{0,9969^2}{9}\right) = 0,003539$$

- Jumlah Kuadrat Kolom (JKK)

$$JKK = \left(\frac{0,3637^2}{3} + \frac{0,312^2}{3} + \frac{0,3212^2}{3}\right) - \left(\frac{0,9969^2}{9}\right) = 0,000507$$

- Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKK = 0,003032$$

- Kuadrat Tengah Kolom (KTK)

$$KTK = \frac{JKK}{k-1} = \frac{0,000507}{2} = 0,000254$$

- Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{N - k} = \frac{0,003032}{6} = 0,000505$$

- f Hitung

$$f \text{ Hitung} = KTK / KTG = 0,501676$$

- f Tabel

f tabel pada $\alpha = 0,05$; $db_1=2$; dan $db_2=6$ adalah 5,143253

Dari perhitungan statistik menggunakan analisa varian satu arah, maka akan didapatkan data seperti yang terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Analisa Anova satu arah

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	f Hitung	f table
Kolom (K)	JKK 0,000507	db JKK 2	KTK 0,000254	0,501676	5,143253
Galat (G)	JKG 0,003032	db JKG 6	KTG 0,000505		
Total (T)	JKT 0,003539	db JKT 8			

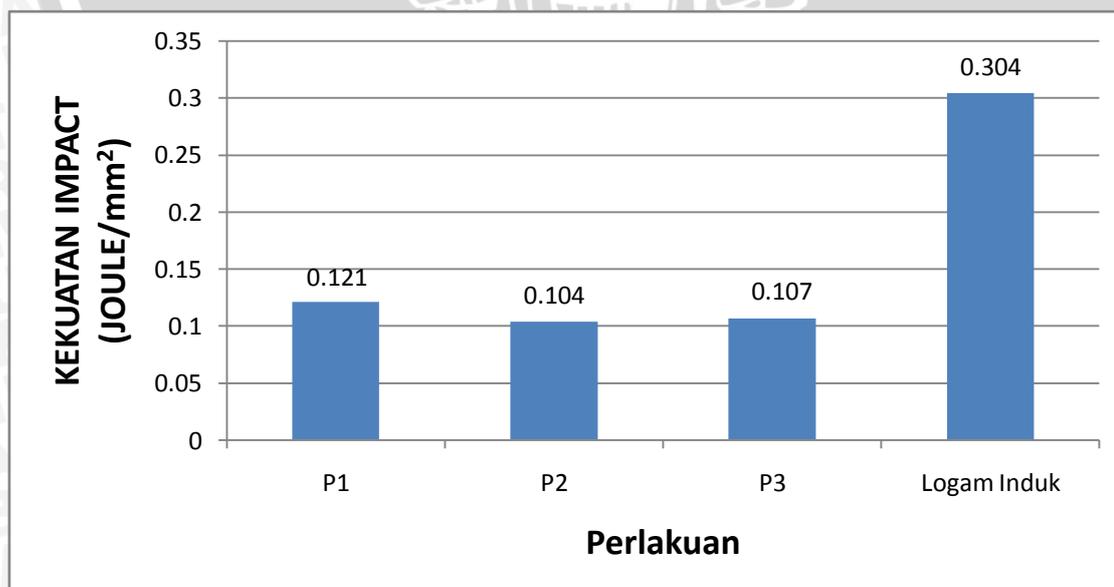
Kesimpulan:

Karena F_{hitung} ada di daerah penerimaan ($F_{hitung} < F_{tabel}$) maka H_0 terima, sehingga bisa disimpulkan setiap perlakuan besar arus memberikan dampak rata-rata uji *impact* yang sama

4.2 Pembahasan

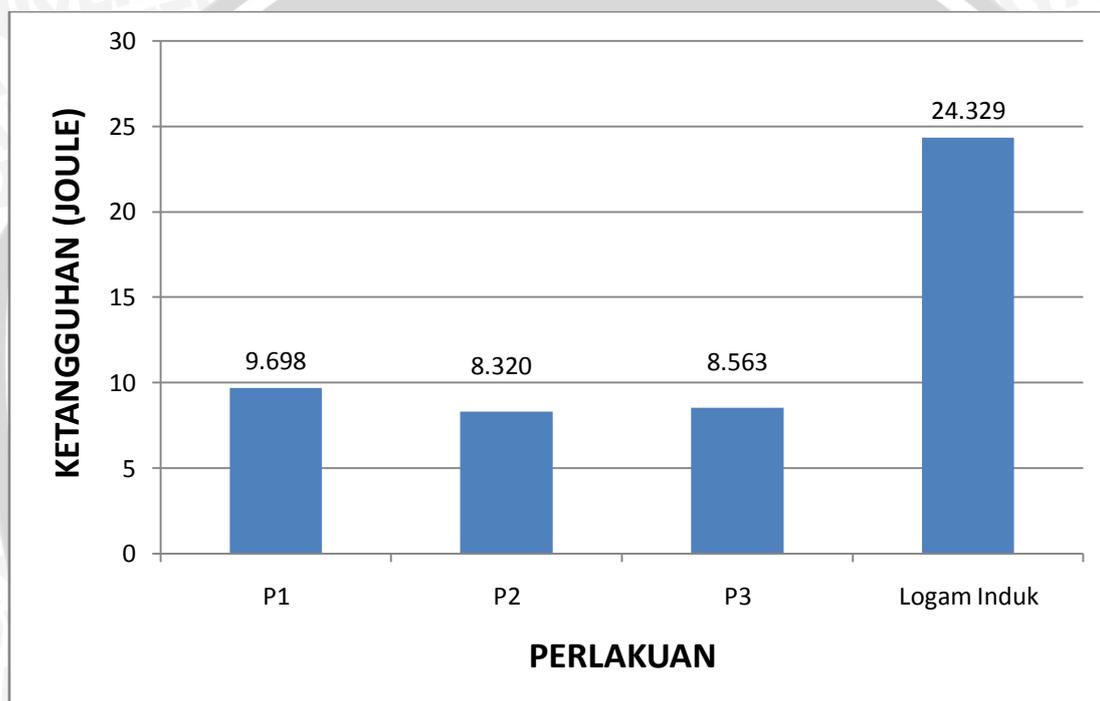
4.2.1 Analisis Grafik

Setelah dilakukan penelitian dan pengolahan data dari hasil uji *impact* maka diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik perbandingan nilai *impact*

Pada gambar 4.1 dapat dilihat perbandingan kekuatan *impact* logam las untuk spesimen dengan perlakuan P1, P2 dan P3. Spesimen yang memberikan kekuatan *impact* logam las paling tinggi terjadi pada perlakuan P1 yaitu 0,1212 Joule/mm². Spesimen dengan perlakuan P3 memberikan ketangguhan sedikit lebih rendah yaitu 0,1071 Joule/mm², sedangkan spesimen yang memberikan kekuatan *impact* paling rendah terjadi pada perlakuan P2 yaitu 0,104 Joule/mm². Untuk spesimen logam induk (tanpa perlakuan) memberikan kekuatan *impact* paling besar dibandingkan dengan ketangguhan spesimen pada semua perlakuan. Spesimen tanpa perlakuan memiliki kekuatan *impact* sebesar 0,3041 Joule/mm².



Gambar 4.2 Grafik perbandingan ketangguhan

Pada gambar 4.2 dapat dilihat grafik perbandingan ketangguhan pada logam las. Spesimen yang memberikan ketangguhan logam las tertinggi terjadi pada perlakuan P1 yaitu sebesar 9,6982 Joule. Spesimen dengan perlakuan P3 memberikan ketangguhan sedikit lebih rendah yaitu 8,5633 Joule. Spesimen yang memberikan ketangguhan terendah terjadi pada perlakuan P2 yaitu 8,3196 Joule. Spesimen logam induk (tanpa perlakuan) memberikan ketangguhan yang paling besar dibandingkan dengan ketangguhan spesimen pada semua perlakuan. Spesimen tanpa perlakuan memiliki ketangguhan sebesar 24,3294 Joule.

4.2.2 Analisa Hubungan Besar Arus Pengelasan Terhadap Ketangguhan dengan

Hasil Uji *impact*

Dari grafik di atas besar arus pengelasan memiliki pengaruh terhadap hasil uji *impact*. Hal ini juga didasarkan pada hasil analisa pengujian statistika yang menunjukkan adanya pengaruh besar arus pengelasan terhadap hasil uji *impact* sambungan las.

Melalui *temper bead welding* secara tidak langsung telah dilakukan usaha penurunan penggetasan melalui perbaikan struktur mikro yang terjadi dengan cara pemanasan kembali menggunakan panas las. Dalam hal ini lapisan las yang ada di bawah dipanaskan oleh lapisan di atasnya sehingga dicapai temperatur di atas titik transformasi Ac3 yang menyebabkan terbentuknya butir-butir kristal yang halus. Perubahan ketangguhan dan kekuatan impak diatas berkorelasi dengan perubahan struktur mikro yang terjadi pada logam las. Pemanasan yang berulang-ulang pada logam las memungkinkan terbentuknya struktur columnar dan struktur yang terkena pemanasan kembali (*reheat*). Jika masukan panas (*heat input*) besar maka laju pendinginan proses pengelasan menjadi lambat, akibatnya struktur yang terbentuk didominasi oleh ferit batas butir yang bersifat lunak, hal itu terjadi pada proses pelapisan kedua. Sedangkan pada kecepatan pendinginan yang tinggi, struktur akhir yang terjadi mengarah pada pembentukan martensit, sehingga jika ini terjadi jelas bahwa hasil pengelasan menjadi lebih keras dan getas, hal itu terjadi pada proses pelapisan pertama yang telah di-*quenching* oleh air. *Heat input* dapat dijelaskan dalam rumus di bawah ini:

$$H = \frac{\eta \cdot E \cdot I}{v} \text{ (J/mm)} \quad 4.3$$

Keterangan :

- H = *Heat input* (J/mm)
- E = Tegangan Busur (Volt)
- I = Arus Pengelasan (Ampere)
- V = Kecepatan Pengelasan (mm/s)
- η = Efisiensi Las SMAW sebesar 0,8

Dimana heat input berbanding lurus dengan arus pengelasan, yaitu semakin kecil arus maka suhu input (*heat input*) semakin kecil juga.

Selain itu, dari kajian literatur dapat dijelaskan bahwa selama proses pengelasan terjadi siklus termal yaitu pemanasan $900\pm^{\circ}\text{C}$ sampai $1300\pm^{\circ}\text{C}$ dan pendinginan. Setelah proses pemanasan dan mengalami pendinginan, besi-gamma atau austenit mulai bertransformasi menjadi besi-alpha atau ferrit, dimana ferrit memiliki daya larut karbon yang sangat sedikit mengendap terus di sepanjang batas-batas butir austenit yang terjadi pada suhu dibawah Ac_3 dan proses berlanjut sampai pada temperatur Ac_1 , pada temperatur di bawah Ac_1 austenit akan bertransformasi menjadi perlit dan berakhir pada temperatur sekitar pada $500\pm^{\circ}\text{C}$, dibawah temperatur 500°C austenit akan bertransformasi menjadi bainit dan berakhir pada temperatur $\pm 300^{\circ}\text{C}$, selanjutnya pada temperatur di bawah 300°C sisa austenit akan bertransformasi menjadi martensit. Sehingga diperkirakan struktur akhir yang terbentuk adalah ferrit, perlit, bainit dan martensit. Struktur ini mempunyai kekerasan yang cukup baik, kemudian dengan meningkatnya persentase kandungan perlit dibandingkan dengan ferrit akibat meningkatnya masukan panas las akan menaikkan sifat kekerasan suatu bahan. Namun, secara teori kekerasan akan berbanding terbalik dengan kekuatan *impact*.

