

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Data Hasil Penelitian

Pada penelitian pengaruh variasi kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan *impact* hasil sambungan las didapatkan melalui pengujian kekuatan *impact* dengan data didapatkan dari pembacaan metode *impact charpy test*.

4.1.1. Data Hasil Pengujian *Impact*

Pengaruh variasi kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan *impact* hasil sambungan las didapatkan melalui pengujian kekuatan *impact*. Dari data kekuatan impak dibawah ini dapat dilihat hasil sebagai berikut :

Spesifikasi pendulum :

- Panjang lengan pendulum : 750 mm
- Berat pendulum : 26,2 kg
- Sudut akhir *dry run* : 101°

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian *impact Charpy*

Arus (ampere)	Kecepatan (mm/s)	P (mm)	L (mm)	T (mm)	H (mm)	A (mm ²)	Pengulangan	sudut awal α (°)	sudut akhir β (°)
120	0.5	55	10	10	8	80	1	120	39
120	0.5	55	10	10	8	80	2	120	34
120	0.5	55	10	10	8	80	3	120	41
120	1.5	55	10	10	8	80	1	120	64
120	1.5	55	10	10	8	80	2	120	61
120	1.5	55	10	10	8	80	3	120	68
120	2.5	55	10	10	8	80	1	120	84
120	2.5	55	10	10	8	80	2	120	86
120	2.5	55	10	10	8	80	3	120	78



160	0.5	55	10	10	8	80	1	120	18
160	0.5	55	10	10	8	80	2	120	29
160	0.5	55	10	10	8	80	3	120	26
160	1.5	55	10	10	8	80	1	120	45
160	1.5	55	10	10	8	80	2	120	47
160	1.5	55	10	10	8	80	3	120	49
160	2.5	55	10	10	8	80	1	120	77
160	2.5	55	10	10	8	80	2	120	70
160	2.5	55	10	10	8	80	3	120	76
200	0.5	55	10	10	8	80	1	120	2
200	0.5	55	10	10	8	80	2	120	1
200	0.5	55	10	10	8	80	3	120	2
200	1.5	55	10	10	8	80	1	120	10
200	1.5	55	10	10	8	80	2	120	9
200	1.5	55	10	10	8	80	3	120	13
200	2.5	55	10	10	8	80	1	120	51
200	2.5	55	10	10	8	80	2	120	40
200	2.5	55	10	10	8	80	3	120	42

4.1.2. Perhitungan Nilai Kekutan *Impact*

- o Energi yang dibutuhkan secara ideal (Verma, ER. CL, 1976 : 86) :

$$E' = WH1 - WH2$$

$$E' = W (H1 - H2)$$

$$E' = W ((R - R \cos \beta) - (R - \cos \alpha))$$

$$E' = W((1 - \cos \beta) - (1 - \cos \alpha))$$

$$E' = W R (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2.2)$$

$$E' = 26.2 \times 10 \times 0.75 (\cos 120 - \cos 39)$$

$$E' = 250.96 \text{ Kgf. mm}$$

dengan :

E' = energi untuk mematahkan spesimen (Kgf.mm)

R = panjang lengan pendulum (mm)

W = berat pendulum (N)

A_0 = luas penampang (mm^2)

H_1 = tinggi kedudukan awal pendulum (mm)

H_2 = tinggi pendulum setelah mematahkan (mm)

α = sudut simpangan awal ($^\circ$)

β = sudut simpangan akhir dengan beban ($^\circ$)

- o Kerugian energi terjadi karena adanya gesekan dalam poros bantalan (Davis, 1964:236).

Energi gesekan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$f = WR (\cos \beta - \cos \beta_0) \quad (2.3)$$

$$f = 26.2 \times 10 \times 0.75 (\cos 120 - \cos 101)$$

$$f = 60.92 \text{ Kgf. mm}$$

dengan :

β_0 = sudut simpangan akhir dengan tanpa beban ($^\circ$)

f = energi gesekan (Kgf.mm)

- o Energi aktual yang diperlukan

$$E = E' - f \quad (2.4)$$

$$E = 250.96 - 60.92$$

$$E = 190.04 \text{ Kgf.mm}$$

dengan :

E = energi aktual (Kgf.mm)

- o Energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen setiap satuan luas

$$A_k = \frac{E}{A_0} \quad (2.5)$$

$$A_k = \frac{190.04}{80}$$

$$A_k = 2.38 \text{ Kgf.mm/mm}^2$$

dengan :

A_k = Kekuatan *impact* (Kgf.mm/mm²)

A_0 = Luas penampang batang lintang dibawah takik (mm²)

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil kekuatan *impact* yang ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Data Hasil Kekuatan *Impact*

	Arus (Ampere)	Spesimen ke	Kecepatan pengelasan (mm/s)		
			0.5	1.5	2.5
Kekuatan <i>impact</i> (Kgf.mm/mm ²)	120	1	2.38	1.54	0.72
		2	2.50	1.66	0.64
		3	2.32	1.39	0.98
		Rata-rata	2.40	1.53	0.78
	160	1	2.80	2.20	1.02
		2	2.61	2.14	1.31
		3	2.67	2.08	1.06
		Rata-rata	2.70	2.14	1.13
	200	1	2.92	2.89	2.01
		2	2.92	2.89	2.35
		3	2.92	2.86	2.29
		Rata-rata	2.92	2.88	2.22

4.1.3. Perhitungan Nilai Masukan Panas

Contoh perhitungan nilai masukan panas :

$$H = \frac{E \cdot I}{V}$$

$$H = \frac{25.120}{0,5}$$

$$H = 6000 \text{ Joule/mm}$$

dengan :

H = masukan panas (Joule/mm)

E = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

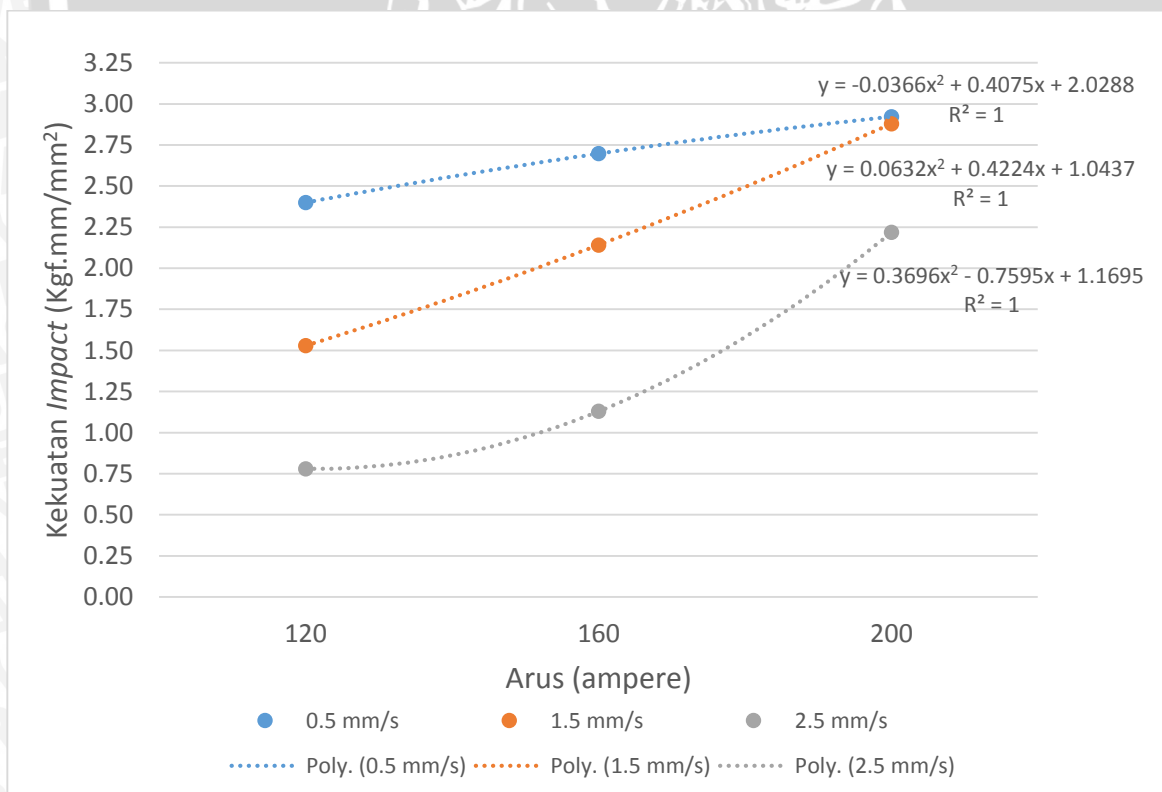
V = kecepatan pengelasan (mm/s)

Tabel 4.3 Nilai Masukan Panas

No.	Arus (ampere)	Kecepatan Pengelasan (mm/s)	Tegangan (volt)	Heat Input (Joule/mm)
1	120	0.5	25	6000
2	120	1.5	25	2000
3	120	2.5	25	1200
4	160	0.5	25	8000
5	160	1.5	25	2667
6	160	2.5	25	1600
7	200	0.5	25	10000
8	200	1.5	25	3333
9	200	2.5	25	2000

4.2. Analisa Grafik dan Pembahasan

4.2.1. Pembahasan Grafik Hubungan Kuat Arus Terhadap Kekuatan *Impact* Hasil Sambungan Las

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kuat Arus Terhadap Kekuatan *impact* Hasil Sambungan Las

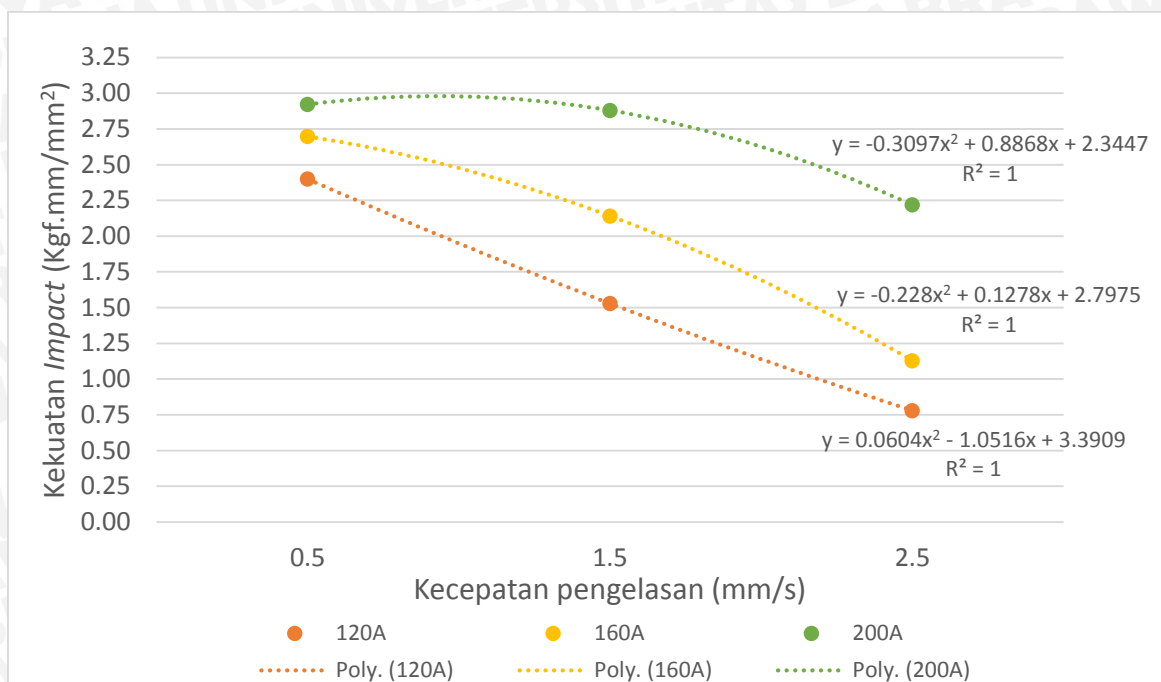
Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin besar kuat arus yang diberikan maka kekuatan *impact* yang didapatkan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin besar kuat arus yang diberikan maka masukan panas besar temperatur peleburan yang berbeda-beda. Pada temperatur yang tinggi dengan pendinginan udara akan menyebabkan lama pendinginan yang berlangsung lambat dari pada temperatur peleburan yang rendah. Dengan pendinginan lambat akan membuat struktur butiran berkembang maka akan membuat lasan menjadi ulet.

Pada kecepatan pengelasan 0,5 mm/s dapat dilihat bahwa grafik hubungan arus dengan kekuatan *impact* cenderung mendatar dikarenakan arus yang besar dengan kecepatan yang rendah menyebabkan temperatur peleburan tinggi lebih merata pada logam las. Pada kecepatan 1,5 mm/s dapat dilihat grafik hubungan arus dengan kekuatan *impact* lebih cenderung meningkat karena masukan panas yang cukup menyebabkan temperatur peleburan antara logam induk dengan logam las sesuai dan panasnya menyebar merata. Dengan kecepatan yang sesuai akan meningkatkan nilai kekuatan *impact*.

Pada kecepatan 2,5 mm/s dapat dilihat grafik hubungan arus dengan kekuatan *impact* pada arus 120 ampere dan 160 ampere cenderung mendatar kemudian pada arus 200 ampere langsung meningkat drastis dibandingkan kecepatan yang lain. Hal ini disebabkan karena pada arus 200 ampere dibandingkan 120 ampere dan 160 ampere nilai masukan panas besar menyebabkan temperatur peleburan antara logam induk dengan logam las lebih merata. Sedangkan pada arus 120 ampere dan 160 ampere masukan panas yang kurang dan belum cukup untuk menyebarkan panas secara merata sehingga temperatur peleburannya yang rendah maka proses pendinginan dengan udara yang terjadi berlangsung lebih cepat akan mengakibatkan lebih getas dibandingkan arus 200 ampere.

Jadi pembahasan tentang hubungan kuat arus dan kekuatan *impact* hasil sambungan las ini sesuai dengan hipotesis. Semakin bertambahnya kuat arus sampai batas optimumnya yang digunakan menyebabkan nilai kekuatan *impact* yang semakin besar.

4.2.2. Pembahasan Grafik Hubungan Kecepatan Pengelasan Terhadap Kekuatan *impact* Hasil Sambungan Las



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kecepatan Pengelasan Terhadap Kekuatan *impact* Hasil Sambungan Las

Pada gambar 4.2 terlihat bahwa grafik hubungan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan *impact* hasil sambungan las mempunyai kecenderungan yang menurun dengan semakin tinggi kecepatan pengelasan yang digunakan. Hal ini disebabkan dengan masukan panas yang kurang dan penetrasi yang dangkal karena pemanasan yang tidak merata. Jadi karena temperatur pemanasan yang rendah proses pendinginan berlangsung lebih cepat sehingga membuat lasan cenderung getas karena penguatan lasan yang rendah maka energi yang diserap semakin banyak.

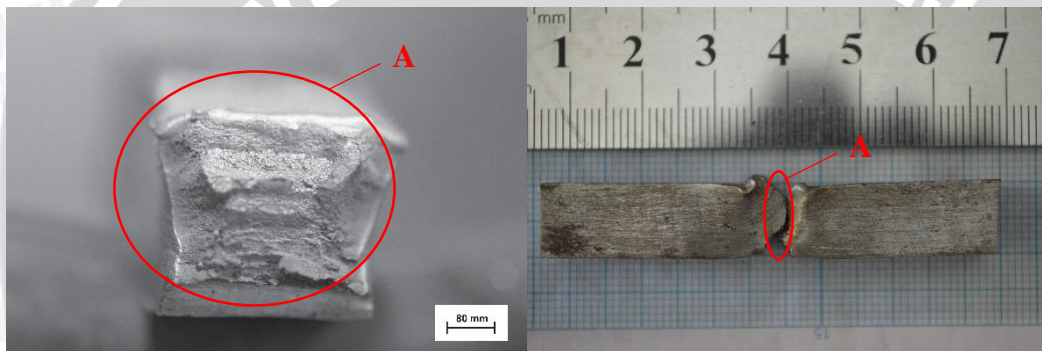
Pada arus 200 ampere grafik hubungan kecepatan pengelasan dan kekuatan *impact* terlihat bahwa kecepatan 0,5 mm/s dan kecepatan 1,5 mm/s cenderung mendatar kemudian mengalami penurunan yang signifikan pada kecepatan 2,5 mm/s. Hal ini terjadi karena pada kecepatan 0,5 mm/s dan 1,5 mm/s dengan arus yang rendah menyebabkan masukan panas yang paling tinggi dan temperatur pemanasan yang terjadi lebih merata, sehingga pendinginan yang berlangsung lebih lambat dibandingkan yang terjadi pada kecepatan 2,5 mm/s. Dengan proses pendinginan yang berlangsung lebih lama menyebabkan nilai kekuatan *impact* paling tinggi karena sifat material yang lebih ulet.

Pada arus 120 ampere dengan arus 160 ampere dapat dilihat bahwa mengalami kecenderungan penurunan yang tidak terlalu jauh berbeda dibandingkan pada arus 200

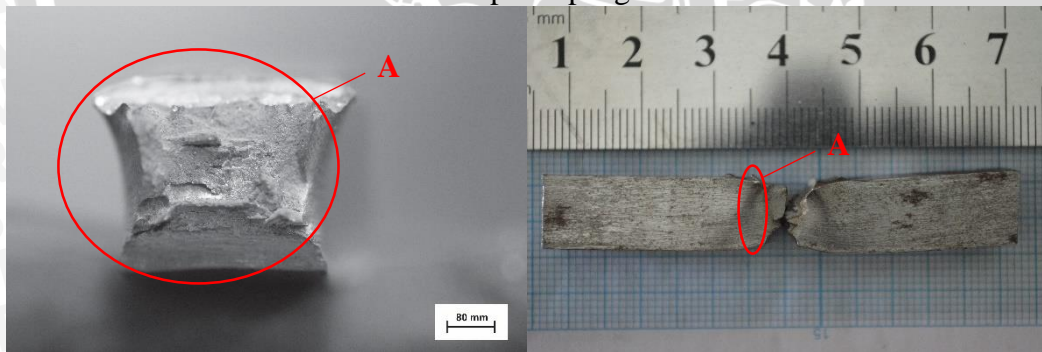
ampere. semakin bertambahnya nilai kecepatan pengelasan sangat berpengaruh pada penurunan kekuatan *impact* . Hal ini disebabkan semakin berkurang masukan panas yang terjadi dan penetrasi yang kurang menyebabkan laju pendinginan yang cepat karena panas yang belum cukup merata sepenuhnya. Karena laju pendinginan yang lebih cepat menyebabkan energi yang diserap semakin banyak maka bersifat cenderung getas berpengaruh pada penurunan kekuatan *impact* .

Jadi dapat dilihat bahwa semakin cepat parameter kecepatan pengelasan sampai batas optimumnya yang digunakan akan menurunkan nilai kekuatan *impact* tersebut. Maka hasil penelitian ini sesuai dengan hipotesis.

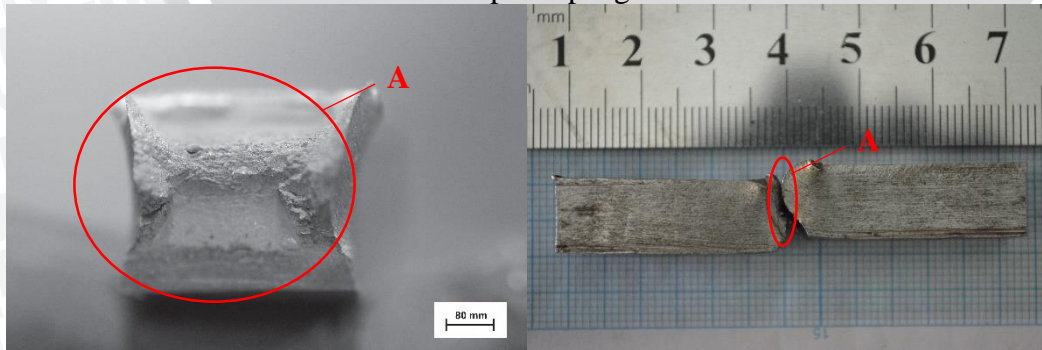
4.3.3. Pembahasan Foto Makro Permukaan Patahan Hasil Pengujian *Impact*



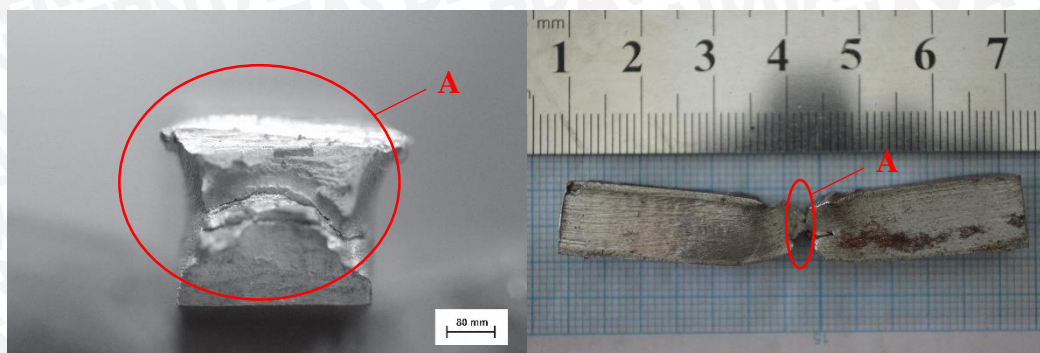
Arus 120 A dan kecepatan pengelasan 0.5 mm/s



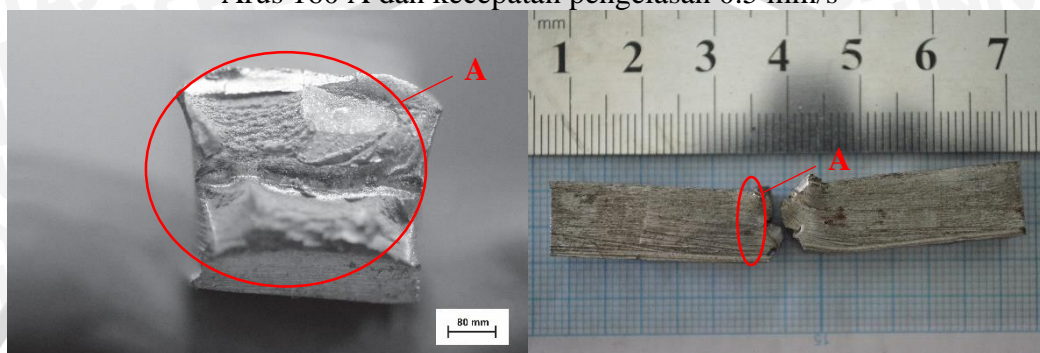
Arus 120 A dan kecepatan pengelasan 1.5 mm/s



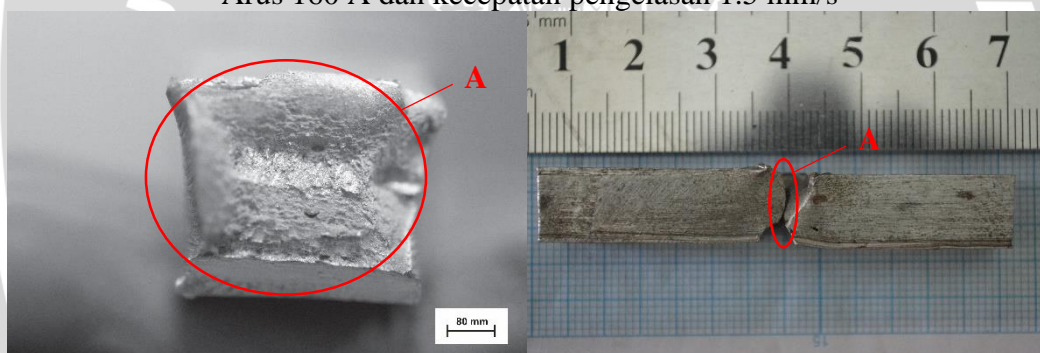
Arus 120 A dan kecepatan pengelasan 2.5 mm/s



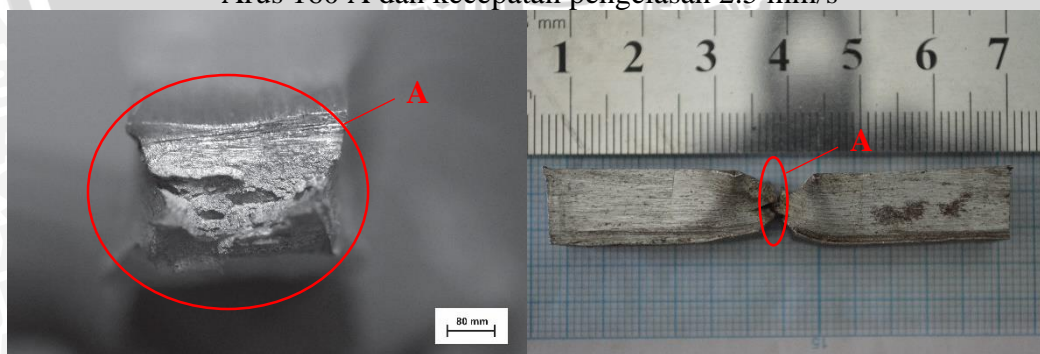
Arus 160 A dan kecepatan pengelasan 0.5 mm/s



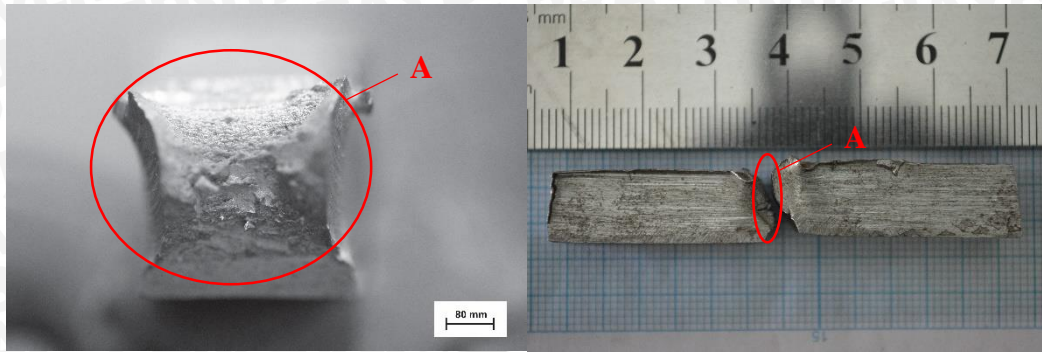
Arus 160 A dan kecepatan pengelasan 1.5 mm/s



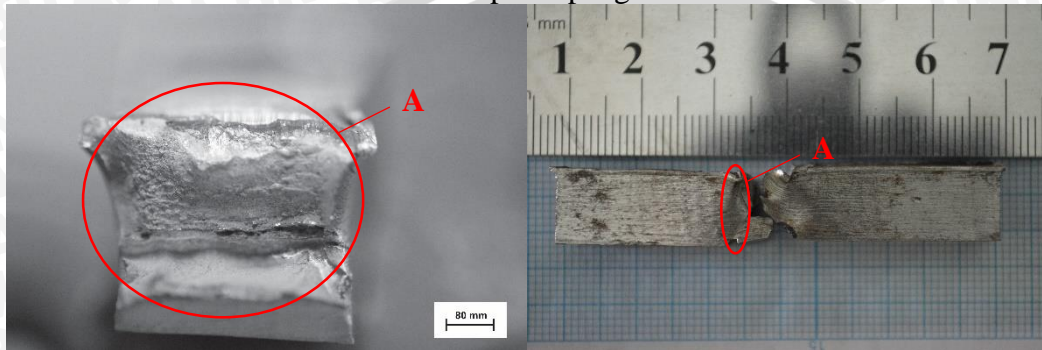
Arus 160 A dan kecepatan pengelasan 2.5 mm/s



Arus 200 A dan kecepatan pengelasan 0.5 mm/s



Arus 200 A dan kecepatan pengelasan 1.5 mm/s



Arus 200 A dan kecepatan pengelasan 2.5 mm/s

Gambar 4.3 Foto makro permukaan patahan hasil pengujian *impact* dengan pembesaran 80x

Dengan melihat perbedaan permukaan patahan dengan menggunakan *software imageJ* di dapatkan persentase luasan permukaan ulet dan getas yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Presentase Luasan Permukaan Ulet dan Getas

Arus	Kecepatan Pengelasan	Ulet (%)	Getas (%)
120	0.5	63	37
	1.5	55	45
	2.5	51	49
160	0.5	64	36
	1.5	57	43
	2.5	53	47
200	0.5	81	19
	1.5	72	28
	2.5	60	40

Pengamatan makro terhadap patahan *impact* yang terlihat pada gambar 4.3, menunjukkan bahwa terjadi permukaan patahan getas dan ulet. Pada arus 120 ampere dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/s terlihat permukaan patahan yang datar dan getas karena disebabkan proses pendinginnya dengan udara berlangsung lebih cepat dengan ditunjukkan bahwa nilai kekuatan *impact* yang terendah yaitu 0,78 Kgf.mm/mm². Pada Arus 200 ampere dengan kecepatan pengelasan 0,5 mm/s terlihat bahwa permukaan patahan terlihat berserat dan ulet, karena pendinginan dengan udara berlangsung lambat. Hal ini ditunjukkan dengan hasil kekuatan *impact* paling tinggi yaitu 2,92 Kgf.mm/mm².

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

