

PENGARUH ARUS PENGELASAN PADA BAJA ASTM SA 516 Gr70 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETANGGUHAN LAS SMAW DENGAN ELEKTRODA E7018

Mohamad Faizal¹, Ali R Salam²

Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta^{1 2}
email¹ : mfaizalh172@gmail.com

Abstract

The strength of the weld is influenced by the arc voltage, the magnitude of the current, the speed of welding, the magnitude of the penetration and the electrical polarity. The determination of the magnitude of the current in metal grafting using arc welding affects the efficiency of the work and the weld material. Based on the existing problems, this research aims to determine the effect of low carbon steel welding current on tensile strength, toughness, hardness and micro structure to use SMAW with E7018 electrode using experimental research methodology using low alloy steel ASTM SA 516 gr 70 containing chemical element C = 0.16%, Si = 0.37%, Mn = 0.146%, S = 0.11%, Ni = 1%, Nb = 1%, Cr = 2%, Cu = 0.47%. Material welded with a variation of welding current 110 A, 130 A and 150 A using reverse polarity DC SMAW with E7018 electrode diameter of 3.2 mm. Specimens were tested for tensile strength, toughness, hardness and microstructure photographs with the highest tensile strength results in a variation of 130 A currents with an average of 546.83 MPa which increased by 21.77 MPa from raw materials. The highest yield strength at 130 A current variation with an average of 377.27 MPa which increased by 17.27 MPa from raw materials. The toughness in the highest welding area occurs in the 110 A current variation of an average of 1.85 Joule / mm², it decreases 0.375% of the raw materials. The highest level of hardness occurs in the weld metal area with an average of 201.5 HVN of current variation of 150 A, this show in the micro structure of the grains are softer than the variations of other welding currents.

Keywords: current, toughness, tensile strength, SMAW

PENDAHULUAN

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las.

Penentuan besar arus dalam pengelasan ini mengambil 110 A, 130 A dan 150 A. Pengambilan 110 A dimaksudkan sebagai pembandingan dengan interval arus diatas.

TINJAUAN PUSTAKA

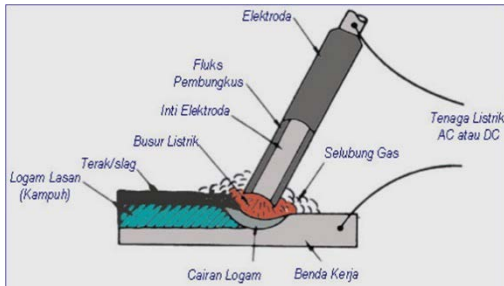
Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan.

Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan

mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kumpuh las.

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul ditempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.



Gambar 1. Las SMAW (WiryoSumarto, 2000)

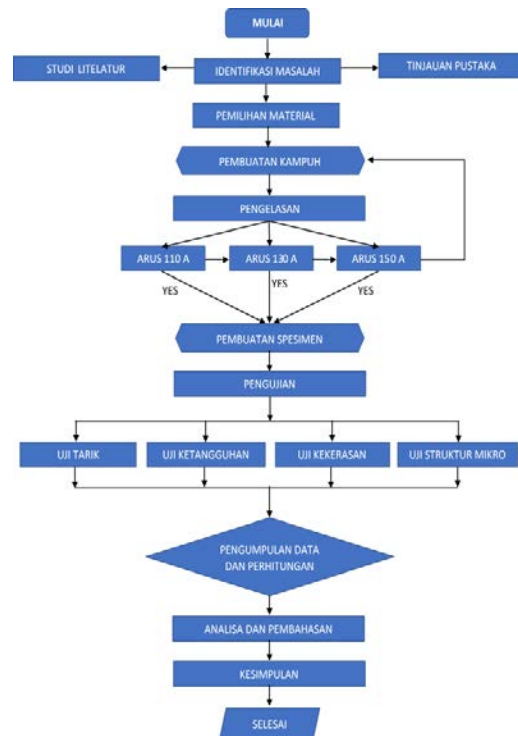
Elektroda adalah bagian ujung rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas. E7018 adalah suatu jenis elektroda yang mempunyai spesifikasi tertentu. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan E7018 menurut Soedjono, (1994) adalah:

- E : Elektroda las listrik (E 7018)
- 70 : Tegangan tarik minimum dari hasil pengelasan (70.000 Psi) atau sama dengan 492 MPa.
- 1 : Posisi pengelasan (angka 1 berarti dapat dipakai dalam semua posisi pengelasan).
- 8 : Menunjukkan jenis selaput serbuk besi hidrogen rendah dan interval arus las yang cocok untuk pengelasan.

Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Baja paduan banyak digunakan untuk kapal, jembatan, roda kerta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam permesinan.

METODOLOGI



Gambar 2 Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 2 menjelaskan tentang tahapan-tahapan dalam proses penelitian sehingga dalam proses pengerjaannya dapat lebih terstruktur. Dengan adanya diagram alir ini, dapat diketahui hasil yang telah dicapai dan hal-hal yang harus dikerjakan untuk mendapatkan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

Dimensi Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah plat baja paduan rendah ASTM SA 516 Gr. 70.
2. Ketebalan plat 12 mm.
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis E7018 dengan diameter 3,2 mm.
4. Arus pengelasan yang digunakan adalah 110 A, 130A, 150A.
5. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, jarak celah plat 2 mm, tinggi akar 2 mm dan sudut kampuh 70°.
6. Bentuk Spesimen uji mengacu pada Standar ASME IX 2010 untuk pengujian uji Tarik.
7. Bentuk Spesimen uji mengacu pada Standar ASTM A370 untuk pengujian uji ketangguhan.
8. Komposisi kimia dari bahan diambil dari Mill Certificate seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kimia Material dalam % berat

C	Si	Mn	S	P	Ni	Nb	Cr	Cu
0.16	0.37	0.146	0.3	0.11	1	1	2	0.47

Hasil Pengelasan

Hasil Pengelasan pada penelitian ini dapat dilihat pada (Tabel 2) sampai (Tabel 4) :

Tabel 2 Hasil Pengelasan dengan Arus 110 A

Ampere 110								
Welding Sequence	Welding Process	Filler Metal		Current Type		Range Voltage [E]	Travel Speed [V] (mm/min)	Heat Input [HI] (KJ/mm)
		Class	Dia (mm)	Polarity Type	Range Amp. [I]			
Root Pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	110	38	30.0	8.36
Hot Pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	110	38	42.1	5.95
Capping	SMAW	E7018	3.2	DCEP	110	38	22.6	11.12

Tabel 3. Hasil Pengelasan dengan Arus 130 A

Ampere 130								
Welding Sequence	Welding Process	Filler Metal		Current Type		Range Voltage [E]	Travel Speed [V] (mm/min)	Heat Input [HI] (KJ/mm)
		Class	Dia (mm)	Polarity Type	Range Amp. [I]			
Root pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	130	38	29.4	10.07
Hot Pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	130	38	40.6	7.31
Capping	SMAW	E7018	3.2	DCEP	130	38	61.5	4.82

Tabel 4. Hasil Pengelasan dengan Arus 150 A

Ampere 150								
Welding Sequence	Welding Process	Filler Metal		Current Type		Range Voltage [E]	Travel Speed [V] (mm/min)	Heat Input [HI] (KJ/mm)
		Class	Dia (mm)	Polarity Type	Range Amp. [I]			
Root pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	150	38	76.1	4.49
Hot Pass	SMAW	E7018	3.2	DCEP	150	38	9.9	34.54
Capping	SMAW	E7018	3.2	DCEP	150	38	48.5	7.05

Berdasarkan Tabel 2 s/d 4 untuk menghitung Heat Input dapat dihitung sebagai berikut:

Ukuran Benda Kerja :

Panjang = 300 mm
 Lebar = 150 mm
 T = 12 mm
 Sudut V = 70°
 Jarak Celah = 2 mm

$$HI = \frac{\text{Tegangan (E)} \times \text{Arus (I)} \times 60}{\text{Kec. Pengelasan (V)} \times 1000} = \dots \text{kJ/mm}$$

Dimana:

HI = Heat Input (kJ/mm)
 E = Tegangan (Volt)
 I = Arus (A)
 V = Kecepatan Pengelasan (mm/min)

a) 110 Ampere

• Root Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \rightarrow V = \frac{150 \text{ mm}}{5 \text{ min}} = 30 \text{ mm/min}$$

$$= \frac{38 \times 110 \times 60}{30 \times 1000} = 8.36 \text{ kJ/mm}$$

• Hot Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 42,1 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 110 \times 60}{42,1 \times 1000} = 5.96 \text{ kJ/mm}$$

• Capping

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 22 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 110 \times 60}{22 \times 1000} = 11.1 \text{ kJ/mm}$$

b) 130 Amper

• Root Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 29,4 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 130 \times 60}{29,4 \times 1000} = 10.08 \text{ kJ/mm}$$

• Hot Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 40,54 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 130 \times 60}{40,54 \times 1000} = 7.31 \text{ kJ/mm}$$

• Capping

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 61,5 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 130 \times 60}{61,5 \times 1000} = 4.82 \text{ kJ/mm}$$

c) 150 Amper

• Root Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 76,14 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 150 \times 60}{76,14 \times 1000} = 4.49 \text{ kJ/mm}$$

• Hot Pass

$$HI = \frac{E \times I \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 9,9 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 150 \times 60}{9,9 \times 1000} = 34.54 \text{ kJ/mm}$$

• Capping

$$HI = \frac{E \times l \times 60}{V \times 1000} \quad (V = 48.5 \text{ mm/min})$$

$$= \frac{38 \times 130 \times 60}{48.5 \times 1000}$$

$$= 7.05 \text{ kJ/mm}$$

Hasil Uji Tarik

Tabel 5 Hasil Uji Tarik pada daerah las

Parameter	Spesimen			
	Raw material	Arus 110 A	Arus 130 A	Arus 150 A
σ_u (MPa)	525.00	440.34	553.83	402.98
	-	440.76	539.71	446.74
Rata - Rata	525.00	440.55	546.77	424.86
σ_y (MPa)	360.00	303.83	382.14	278.06
	-	304.12	372.40	308.25
Rata - Rata	360.00	303.98	377.27	293.15
e (%)	27.00	29.00	25.93	21.48
	-	29.65	28.98	23.36
Rata - Rata	27.00	29.33	27.46	22.42
q (%)	-	64.88	64.66	65.19
	-	64.42	65.58	61.32
Rata - Rata	-	64.65	65.12	63.26

Data Spesimen:

- L = 250 mm
- W = 19 mm
- Lo = 60 mm
- T = 12 mm
- R = 25 mm

a) 110 Amper

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$T-1) \sigma_u = \frac{97819.17}{222.14} = 440.34 \text{ Mpa}$$

$$T-2) \sigma_u = \frac{96628.56}{219.23} = 440.76 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{440.34 + 440.76}{2} = 440.55 \text{ Mpa}$$

b) 130 Amper

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$T-1) \sigma_u = \frac{122248.10}{220.72} = 553.83 \text{ Mpa}$$

$$T-2) \sigma_u = \frac{122337.10}{226.67} = 539.71 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{553.83 + 539.71}{2} = 546.77 \text{ Mpa}$$

c) 150 Amper

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

$$T-1) \sigma_u = \frac{90310.60}{224.11} = 402.98 \text{ Mpa}$$

$$T-2) \sigma_u = \frac{90101.37}{201.69} = 446.73 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{402.98 + 446.73}{2} = 424.86 \text{ Mpa}$$

a. Perhitungan Elongation (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \quad \longrightarrow \quad \Delta L = L_1 - L_o$$

Dimana:

- E : Elongation
- Lo : Panjang penampang Mula-Mula (mm)
- L1 : Panjang penampang setelah ditarik (mm)

Data Spesimen:

- L = 250 mm
- W = 19 mm
- Lo = 60 mm
- T = 12 mm
- R = 25 mm

a) 110 Amper

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \quad \longrightarrow \quad \Delta L = L_1 - L_o$$

$$T-1) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{77.48 - 60}{60} \times 100\% = 29\%$$

$$T-2) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{77.79 - 60}{60} \times 100\% = 29.65\%$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{29 + 29.65}{2} = 29.33\%$$

b) 130 Amper

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

$$T-1) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{75.56 - 60}{60} \times 100\% = 25.93\%$$

$$T-2) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{77.39 - 60}{60} \times 100\% = 28.98\%$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{25.93 + 28.98}{2} = 27.46\%$$

c) 150 Amper

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

$$T-1) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{74.02 - 60}{60} \times 100\% = 23.36\%$$

$$T-2) \epsilon = \frac{L_1 - L_o}{L_o} \times 100\%$$

$$= \frac{72.89-60}{60} \times 100\% = 21.48\%$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{23.36+21.48}{2} = 22.42\%$$

b. Perhitungan Reduksi Penampang

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100\% ; \quad q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

Dimana:

A₀ : Luas Mula – Mula (mm²)

A₁ : Luas Setelah ditarik (mm²)

q : Reduksi Penampang

a) 110 Amper

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

$$\text{T-1) } q = \frac{222.14-78}{222.14} \times 100\% = 64.88\%$$

$$\text{T-2) } q = \frac{219.23-78}{222.23} \times 100\% = 64.42\%$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{64.88\% + 64.42\%}{2} = 64.65\%$$

b) 130 Amper

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

$$\text{T-1) } q = \frac{220.72-78}{220.72} \times 100\% = 64.66\%$$

$$\text{T-2) } q = \frac{226.67-78}{226.67} \times 100\% = 65.58\%$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{64.66\% + 65.58\%}{2} = 65.12\%$$

c) 150 Amper

$$q = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

$$\text{T-1) } q = \frac{224.11-78}{224.11} \times 100\% = 65.19\%$$

$$\text{T-2) } q = \frac{201.69-78}{201.69} \times 100\% = 61.30\%$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{65.19\% + 61.30\%}{2} = 63.26\%$$

Hasil Uji Impak (Charpy)

Experimen untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan ketangguhan antara bahan yang mengalami perlakuan pengelasan dengan logam induk. Hasil dari pengujian ketangguhan impak (Charpy) ini berupa tenaga yang diserap (W) dalam satuan Joule (J) dan Nilai pukul takik (K) dalam satuan KiloJoule/mm² (kJ/mm²). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.6:

Tabel 6 Hasil Uji Impak (Charpy)

No	Parameter	Raw material	Arus 110 A	Arus 130 A	Arus 150 A
1	Tenaga Patah (J)	237	149.6	138	121
2		-	147.3	128	121
Rata-Rata		237	148.45	133	121

1	Ketangguhan (Joule / mm ²)	2.96	1.87	1.73	1.51
2		-	1.84	1.60	1.51
Rata-Rata		2.96	1.85	1.66	1.51

Dari Tabel 6 maka nilai ketangguhan dapat dihitung sebagai berikut:

$$K = \frac{W}{A_0}$$

Dimana:

K: Nilai Ketangguhan (Joule / mm²)

W: Tenaga Patah (Joule)

A₀: Luas Penampang mula dibawah takikan (mm²)

Tabel 7 Data Spesimen

No	Parameter	Sudut Awal (α)	Sudut Jatuh (β)	a (mm)	t (mm)	A (mm)
1	Arus 110 A	156°	4°	8.05	10.00	80.50
2		156°	15°	8.00	10.10	80.80
1	Arus 130 A	156°	32°	8.00	10.00	80.00
2		156°	44°	7.96	9.96	79.28
1	Arus 150 A	156°	51°	8.00	10.05	80.40
2		156°	51°	8.00	10.00	80.00

a) 110 Amper

$$\text{T-1) } K = \frac{W}{A_0} = \frac{149.6}{80.05} = 1.87 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{T-2) } K = \frac{W}{A_0} = \frac{147.3}{80.80} = 1.84 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{149.6 + 147.3}{2} = 1.85 \text{ Joule/mm}^2$$

b) 130 Amper

$$\text{T-1) } K = \frac{W}{A_0} = \frac{138}{80.00} = 1.73 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{T-2) } K = \frac{W}{A_0} = \frac{128}{79.28} = 1.60 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{149.6 + 147.3}{2} = 1.66 \text{ Joule/mm}^2$$

c) 150 Amper

$$\text{T-1) } K = \frac{W}{A_0} = \frac{121}{80.40} = 1.51 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{T-2) } K = \frac{W}{A_0}$$

$$= \frac{121}{80.00} = 1.51 \text{ Joule/mm}^2$$

$$\text{Rata - Rata} = \frac{151 + 151}{2} = 1.51 \text{ Joule/mm}^2$$

Hasil Uji Kekerasan

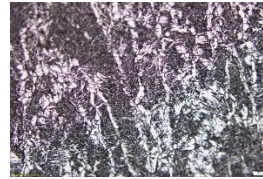
Nilai kekerasan dari setiap spesimen dimasukkan kedalam Tabel 8

Tabel 8 Hasil Uji Kekerasan

Daerah	Titik	Spesimen		
		Arus 110 A (HVN)	Arus 130 A (HVN)	Arus 150 A (HVN)
Logam las	1	201.0	203.8	233.4
	2	199.1	203.3	208.8
	3	199.8	203.6	205.0
	4	185.0	202.3	204.7
	5		200.0	200.3
	6		199.9	199.8
	7		199.3	199.4
	8		198.1	196.8
	9		197.9	195.9
	10		195.0	194.4
	11		192.3	194.0
	12		188.7	193.3
	13		186.6	193.6
Rata - Rata		196.2	197.8	201.5
Batas HAZ	14	177.4	163.2	184.4
	15	177.0	163.4	183.1
	16	172.4	156.6	183.0
	17	170.2	156.7	183.2
	18	170.1	145.6	182.9
	19	162.7	141.9	178.5
	20	163.2	141.1	176.1
	21	153.6	141.3	171.4
Rata-rata		168.3	151.2	180.3
Batas Logam induk	22	139.0	138.1	151.5
	23	138.1	137.5	139.1
	24	137.4	137.1	137.3
	25	137.1	135.4	137.1
Rata-rata		137.9	137.0	141.3

Hasil Foto Struktur Mikro

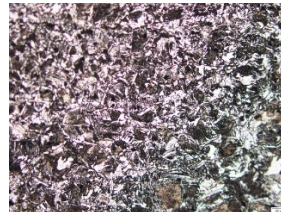
Struktur Mikro Logam Las Variasi Arus 110 A



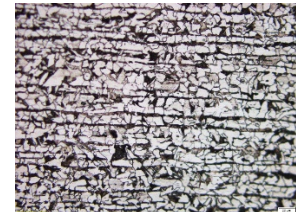
Gambar 3 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 110 A pada daerah Weld Metal (Pembesaran 20x)



Gambar 4 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 110 A pada daerah antara Weld Metal dengan daerah HAZ (Pembesaran 20x)



Gambar 5 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 110 A pada daerah antara HAZ dengan daerah Akhir HAZ (Pembesaran 20x)



Gambar 6 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 110 A pada daerah Base Metal (Pembesaran 20x)

Struktur Mikro Logam Las Variasi Arus 130 A



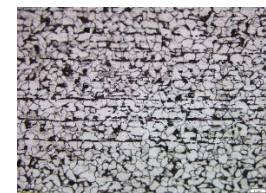
Gambar 7 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 130 A pada daerah Weld Metal (Pembesaran 20x)



Gambar 8 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 130 A pada daerah antara Weld Metal dengan daerah HAZ (Pembesaran 20x)

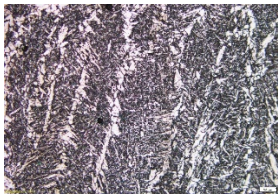


Gambar 9 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 130 A pada daerah HAZ (Pembesaran 20x)

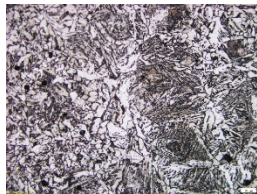


Gambar 10 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 130 A pada daerah Base Metal (Pembesaran 20x)

Struktur Mikro Logam Las Variasi Arus 150 A



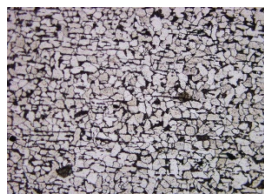
Gambar 11 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 150 A pada daerah Weld Metal (Pembesaran 20x)



Gambar 12 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 150 A pada daerah antara Weld Metal dengan daerah HAZ (Pembesaran 20x)



Gambar 13 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 150 A pada daerah HAZ (Pembesaran 20x)



Gambar 14 Struktur Mikro dengan Variasi Arus 150 A pada daerah Base Metal (Pembesaran 20x)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil penelitian diketahui bahwa ada perbedaan struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik, ketangguhan dari *raw material* dengan material yang dilakukan proses pengelasan dengan tiga variasi arus, yaitu sebesar 110 Amper, 130 Amper, 150 Amper.

Dari data hasil pengujian kelompok variasi arus 150 Amper mempunyai ketangguhan paling kecil dibandingkan variasi arus 110 Amper dan arus 130 Amper maupun *raw material*, akan tetapi pada pengujian tarik bahan ini (SA-516 Gr. 70) mempunyai kekuatan yang paling tinggi di banding arus 110 A dan 150 Amper.

Pengujian pertama adalah pengujian tarik dan pengujian impak untuk variasi arus 110 Amper. Nilai kekuatan tarik, tegangan luluh, reduksi penampang dan perpanjangan untuk baja (SA-516 gr. 70) mempunyai nilai yang relatif stabil diantara variasi arus pengelasan lain. Pada arus 110 A meskipun rendah akan tetapi relatif stabil yang menyebabkan pengelasan tidak terlalu sukar untuk penyalaan busur listrik. Panas yang di hasilkan cukup untuk melelehkan elektroda dan *raw material* serta penembusan yang terjadi cukup baik. pada pengujian tarik untuk kualitas lasan, kelompok ini mempunyai kekuatan tarik dan tegangan luluh cukup baik meskipun uji tarik pada variasi arus 130 Amper adalah paling tinggi dibanding kelompok variasi arus yang lain ataupun *raw material*. Nilai perpanjangan dan reduksi penampang yang hampir sama dengan kelompok arus 130 Amper dan lebih tinggi dibanding kelompok arus 150 amper.

Pengujian yang kedua adalah pengujian tarik dan pengujian impak untuk variasi arus pengelasan 130 Amper. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja paduan rendah mempunyai nilai yang paling besar dibanding kelompok variasi arus 110 Amper, 150 Amper dan *raw material*. Nilai reduksi penampang dan perpanjangan mempunyai nilai yang paling tinggi dibanding benda uji dengan variasi arus 110 Amper dan 150 Amper.

Pengujian ketiga adalah pengujian tarik dan pengujian impak untuk variasi pengelasan 150 Amper. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk kualitas baja (SA-516 gr.70) yang mempunyai kandungan paduan rendah mempunyai nilai yang paling rendah dibanding benda uji dengan variasi arus 110 Amper dan 130 Amper. Untuk perpanjangan dan reduksi penampang kelompok ini paling rendah di banding kelompok lainnya. Arus pengelasan 150 Amper termasuk dalam interval arus yang diijinkan untuk elektroda E7018 diameter 3.2 mm yaitu antara 115 – 165 Amper. Pada pengelasan ini busur yang terjadi lebih besar dan peleburan elektroda lebih cepat. Nilai yang dihasilkan dan pengujian tarik untuk kualitas lasan lebih kecil dibandingkan kelompok variasi arus yang lain.

Dari hasil pengujian ketangguhan impak diketahui bahwa nilai untuk kelompok variasi arus mengalami penurunan bila dibandingkan dengan *raw material* (*Mill Certificate*), ini karena panas yang dihasilkan saat pengelasan menyebabkan bahan semakin ulet sehingga ketangguhan yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai ketangguhan untuk arus 110 Amper lebih tinggi dibanding dengan kelompok benda uji variasi arus 130 Amper dan 150 Amper, Karena struktur mikro ferit acicular lembut yang berupa bilah-bilah melintang lebih optimal, sehingga menahan rambatan retak yang terjadi.

Pada daerah HAZ terjadi kekerasan yang tinggi, hal ini disebabkan adanya struktur ferit kasar dan bainit. Nilai kekerasan yang paling tinggi terjadi pada pengelasan dengan variasi arus 150 Amper, karena *Heat Input* yang masuk tinggi sehingga mengakibatkan nilai kekerasan yang lebih tinggi.

SIMPULAN

Dari data-data dan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara umum masukan panas yang berbeda mempengaruhi nilai ketangguhan dan struktur mikro pada daerah las dan HAZ. Pada penelitian ini range 110 A-130A merupakan arus yang direkomendasikan.
2. Nilai hasil uji tarik didapatkan, bahwa pengelasan dengan variasi arus 130 Amper memiliki nilai uji tarik paling tinggi dibanding variasi arus 110 Amper dan 150 Amper yang berarti bahwa

- pengaruh arus sangatlah tinggi untuk mendapatkan kualitas lasan yang bagus.
3. Nilai hasil uji ketangguhan atau impak didapatkan, bahwa pengelasan dengan variasi arus 110 Amper memiliki nilai uji ketangguhan atau impak paling tinggi dibanding variasi arus 130 Amper dan 150 Amper yang berarti semakin tinggi variasi arus mengakibatkan ketangguhan pada material ini semakin menurun.
 4. Nilai hasil uji kekerasan didapatkan, bahwa pengelasan dengan variasi arus 150 Amper memiliki rata-rata kekerasan yang paling tinggi diantara variasi arus 110 Amper dan 130 Amper.
 5. Hasil uji struktur mikro didapatkan, bahwa pengaruh *heat input* dengan variasi arus 150 Amper cenderung meningkatkan struktur martensit pada variasi tersebut namun mengurangi struktur *Acicular Ferit* (AF) dibanding variasi arus lainnya.

Saran

Dari hasil dan pembahasan maka dapat disampaikan saran sbb :

1. Untuk lebih spesifik terhadap kualitas lasan agar dilakukan pengujian *Radiography Test* .
2. Untuk pembangunan konstruksi disarankan agar setelah pengelasan dapat dilakukan PWHT.

DAFTAR PUSTAKA

- Widharto, S., 2001, *Petunjuk Kerja Las*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wiryosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Erlangga, Jakarta.
- <https://www.google.com/search?q=Diagram+CCT+untuk+baja> , 11 Maret 2017
- GeogeE.Dieter, SriatiDjaprie, *Metalurgi Mekanik* I.Erlangga Jakarta 1993
- A.S Mahroni⁽¹⁾, B.H. Kembaren⁽²⁾, *Jurnal Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus Terhadap Kekerasan, Tegangan Tarik, Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E6013*,2013-Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
- Hamid Abdul, *Jurnal Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Hasil Sambungan*, 2016-Teknik Mesin Universitas Batam
- Sariipudin M⁽¹⁾, Dedi Umar Lauw⁽²⁾, *Pengaruh Hasil Pengelasan Terhadap Kekuatan, Kekerasan dan Struktur Mikro Baja ST 42*, 2013 – Teknik Mesin Universitas Islam Makassar