

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN VARIASI ARUS DAN DIAMETER ELEKTRODA PADA PLAT ASTM A36 UNTUK KAPAL TERHADAP SIFAT MEKANIK

Andika Dwi Indra Prasetyo¹⁾, Akbar Rachmawan Putra²⁾, Ichlas Wahid³⁾
Teknik Mesin dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya¹⁾,
Teknik Mesin dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya²⁾,
Teknik Mesin dan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya³⁾

*Email : andikadwiindra1927@gmail.com¹⁾, akbar.rachmawan335@gmail.com²⁾,
ichlaswahid@untag-sby.ac.id³⁾

ABSTRAK

Proses pengelasan dilapangan menggunakan las bolak balik dengan sambungan *butt joint* dan *square groove* dimana pada proses pengelasan ini kurang maksimal dan menyebabkan kebocoran. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui nilai kekuatan tarik yang terbaik hasil pengelasan smaw menggunakan metode alur las *double-v groove* dengan variasi arus dan diameter elektroda pada plat ASTM A36. (2) mengetahui nilai ketangguhan yang terbaik hasil pengelasan smaw menggunakan metode alur las *double-v groove* dengan variasi arus dan diameter elektroda pada plat ASTM A36. Pertama siapkan material ASTM A36. Membuat alur las *double-V groove* dengan sudut 60° . Melakukan pengelasan dengan elektroda RD-460 E6013 pada variasi arus 90 A, 110 A, dan 130 A dan diameter elektroda $\varnothing 2,6$ mm, $\varnothing 3,2$ mm, dan $\varnothing 4$ mm. Pembuatan spesimen uji tarik (JIS-Z 220) dan impak (JISZ 2202). Kemudian melakukan uji tarik dan uji ketangguhan. Didapatkan nilai kekuatan tarik paling tinggi pada variasi diameter $\varnothing 4$ mm, arus 130 A dengan tegangan maksimum $60,2$ kg/mm² dan regangan maksimum 13,5% Kemudian nilai ketangguhan paling tinggi pada variasi $\varnothing 4$ mm, arus 130 A pada suhu 33 °C dengan nilai energi yang diserap = $216,607$ J dan harga impak = $2,708$ J/mm². Dan nilai kekuatan tarik paling rendah pada variasi diameter $\varnothing 4$ mm, arus 90 A dengan tegangan maksimum $44,67$ kg/mm² dan regangan maksimum 4,35% Kemudian nilai ketangguhan paling tinggi juga pada pengelasan variasi $\varnothing 4$ mm, arus 90 A pada suhu panas 300 °C dengan nilai energi yang diserap = $22,427$ J dan harga impak = $0,28$ J/mm².

Kata-kata kunci: ASTM A36, Pengelasan SMAW, *Double-V Groove*, Pengujian Tarik, Pengujian Ketangguhan.

ABSTRACT

The welding process in the field uses back and forth welding with butt joints and square groove joints where the welding process is less than optimal and causes leaks. This study aims to (1) determine the best tensile strength value from smaw welding using the double V groove welding method with variations in current and electrode diameter on ASTM A36 plate. (2) find out the best toughness value of SMAW welding results using the double V groove welding method with variations of current and electrode diameter on ASTM A36 plate. Firstly, prepare ASTM A36 material. Makes a double-V groove weld with an angle of 60° . Perform welding with RD-460 E6013 electrodes at varying currents of 90A, 110A and 130A and electrode diameters of $\varnothing 2.6$ mm, $\varnothing 3.2$ mm and $\varnothing 4$ mm. Preparation of

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...

tensile test specimens (JIS-Z 2201) and impact (JIS-Z 2202). Then do the tensile test and toughness test. The highest tensile strength value was obtained at Ø4 mm diameter variation, 130A current with a maximum stress of 60.2 kg/mm² and 13.5% maximum strain. Then the highest toughness value was at Ø4 mm variation, 130A current at 33°C with a absorbed energy = 216.607 J and impact = 2.708 J/mm². And the lowest tensile strength value is at Ø4 mm diameter variation, 90A current with a maximum stress of 44.7kg/ mm² and 4.21% maximum strain. Then the highest toughness value is also at Ø4 mm variation welding, 90A current at 300°C with absorbed energy = 22.427 J and impact value = 0.28 J/mm².

Keywords: ASTM A36, SMAW Welding, Double-V Groove, Tensile Testing, Toughness Testing.

Pendahuluan

Pada proses reparasi kapal terdapat berbagai macam perbaikan salah satunya yaitu replating. Proses replating adalah proses kapal dilakukan penggantian plat baru dan menggantikan plat lama yang telah mengalami penipisan plat yang diakibatkan karena terjadinya korositas yang terjadi karena air laut, sehingga harus ada perbaikan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal. Proses replating dilakukan dengan cara memotong sebagian plat yang sudah menipis dan mengganti dengan plat yang baru. Plat yang baru dipasang menggunakan proses pengelasan SMAW. Proses pengelasan plat kapal yang baru, dilakukan dengan cara bolak-balik. Yakni bagian depan di lakukan proses pengelasan, kemudian bagian sisi belakang juga dilakukan proses pengelasan. Pada pengelasan bolak-balik menggunakan jenis sambungan *butt joint* dengan *square groove*, pengisian cairan logam pada sambungan las kurang maksimal sehingga menyebabkan terjadinya getas hingga kebocoran pada sambungan las. Saat terjadi kebocoran maka dilakukan repair pada proses pengelasan dan itu akan memakan banyak waktu dan biaya. Dari permasalahan diatas, maka akan dilakukan penelitian dengan proses pengelasan dengan pembuatan alur las *double-V groove* dimana pada proses pengelasan ini diharapkan cairan logam dapat mengisi penuh plat pada proses pengelasan sehingga dapat mencegah terjadinya getas hingga kebocoran pada plat kapal dan dalam penelitian diatas dapat mengetahui seberapa kuat atau keuletan sambungan las sehingga dapat diketahui efisiensi pada proses penyambungan. Penelitian ini akan dilakukan beberapa pengujian pada proses pengelasan SMAW dengan variasi diameter Ø2,6 mm, Ø3,2 mm, dan Ø4 mm dan variasi arus 90A, 110A, dan 130A dengan metode pembuatan alur las *double-V groove* 30° dengan dilakukan pengujian mekanik seperti pengujian tarik, dan pengujian impak. Diharapkan dengan beberapa proses pengujian ini kita dapat mengetahui nilai kekuatan pada saat pengujian tarik, dan impak pada plat yang akan dilakukan penyambungan.

Metode A. Persiapan Material

ASTM A36 yaitu baja karbon rendah dengan beberapa komposisi kimia yaitu Carbon (C), Mangan (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S), dan Posfor (P) yang dipakai untuk aplikasi struktur/konstruksi umum (general purpose structural steel) biasanya material ini paling banyak digunakan pada jembatan (bridge), pelat kapal, oil tank, dll.



Gambar 1 Persiapan material

Pada penelitian ini menggunakan specimen uji material baja ASTM A36 dengan spesifikasi plat baja dengan ukuran berikut ini :

1. Tipe baja ASTM A36
2. Panjang 160 mm
3. Lebar 130 mm
4. Tebal 10 mm
5. Total plat 18 pcs

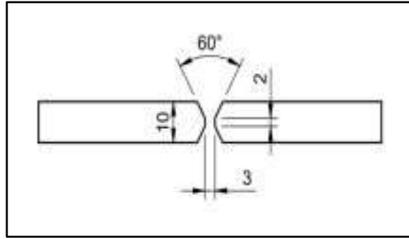
Sebelum melakukan pengerjaan ada beberapa alat yang disiapkan. Berikut ini adalah peralatan yang dibutuhkan :

1. Mesin las SMAW
2. Pelindung mata
3. Sarung tangan las
4. Sepatu safty
5. Apron
6. Sikat baja
7. Kikir
8. Busur derajat
9. Palu las
10. Jangla sorong

B. Persiapan Material

Pada penelitian ini siapkan material ASTM A36 yang sudah di potong sesuai spesifikasi, lalu dilakukan pembuatan alur las. Pembuatan alur las ini menggunakan mesin frais dengan sudut kampuh *double - v groove*.

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...



Gambar 2 Alur *Double V-Groove*



Gambar 3 Proses pembuatan alur double-V groove

Ketika sudah di frais dimana sisi – sisi plat sudah di fasing rata lalu dilakukan pembuatan kampuh atau alur. Setelah dilakukan proses pengefraisan lalu dilakukan pengukuran kembali sehingga didapat hasil sesuai dengan standart dengan ukuran root 2 mm, dan sudut yang di dapat 60°.

C. Proses Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

Setelah material dibuat alur las, proses pengelasan pada pengujian dapat dilakukan. Pada proses pengelasan sendiri terdapat beberapa tahap atau langkah – langkah yang dilakukan, yaitu sebgai berikut :

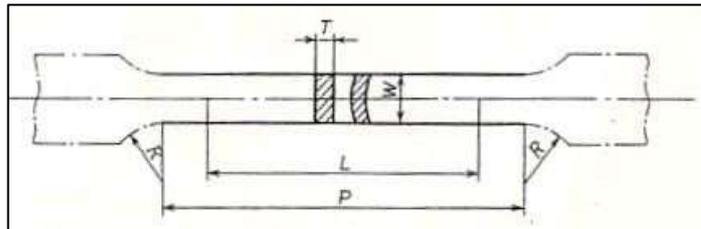
1. Pada pengelasan SMAW menggunakan RD 460 E6013
2. Pada proses pengelasan awal dilakukan pengelasan *tack weld* agar material tetap dalam posisinya dan tidak mulet.
3. Lalu dilakukan proses pengelasan dengan *welding position 1G*, dengan variasi dengan variasi Arus 90A, 110A,dan 130A diameter elektroda Ø2,6 mm, Ø3,2 mm, dan Ø4 mm.
4. Pada proses pengelasan dilakukan pengelasan 3 layer yaitu pengelasan dengan *root*, *hot pass*, dan *capping*.



Gambar 4 Hasil pengelasan

D. Pembuatan Spesimen

Setelah melakukan pengelasan, kemudian dilakukan pembuatan spesimen untuk melakukan tahap selanjutnya yaitu tahap pengujian. Pada pembuatan spesimen ini dilakukan proses pengefraisan agar spesimen lebih presisi dan sesuai dengan standar pembuatan spesimen dalam pengujian. Pada pembuatan spesimen ini untuk pengujian tarik menggunakan standart JIS-Z 2201 dan uji impak dengan menggunakan standart JIS-Z 2202.



Gambar 5 Spesimen uji tarik JIS-Z 2201

Dimana :

$W = 12,5 \text{ mm}$ $L = 50 \text{ mm}$ $P = 80 \text{ mm}$ $R = 15 \text{ mm}$



Gambar 6 Pembuatan spesimen uji tarik (JIS-Z 2201)

Setelah dilakukan pembuatan spesimen selesai dilakukan lalu selanjutnya membuat spesimen uji impak sesuai dengan standart JIZ 2201. Dimana pada pembuatan spesimen oini dilakukan proses fasing dengan mesin frais dan dilakukan pembuatan takik sesuai standart.



Gambar 7 Pembuatan spesimen uji impak (JIS-Z 2202)

E. Pengujian Tarik

Setelah pembuatan spesimen uji tarik dengan sesuai standart JIZ2201 dengan spesifikasi panjang spesimen 250 mm, panjang lengan 80 mm, tebal 10 mm, dan lebar 12,5 mm. Setelah spesimen sesuai, lalu dilakukan pengujian tarik di POLINEMA.

1. Siapkan spesimen yang akan diuji

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...

2. Tempatkan spesimen pada mesin dan jepi spesimen secara tegak lurus
3. Atur skala beban yang diinginkan
4. Setelah itu penarikan dilakukan di mulai dari beban 0
5. Pada proses penarikan spesimen di beri pembebanan secara perlahan sehingga tidak menimbulkan beban kejutan
6. Selama penarikan berlangsung terjadi pertambahan panjang spesimen dan pengecilan spesimen hingga putus
7. Dari pengujian tersebut hasil dari beban yang di terima dan pertambahan panjang tersebut dapat dilihat dari sensor uji tarik pada mesin.



Gambar 8 Proses pengujian tarik

Setelah dilakukan proses pengujian tarik material baja ASTM A36 dapat diketahui nilai kekuatan pengujian tarik dari bahan uji. Setelah didapat data pengujian dapat dihitung nilai uji tarik dari persamaan berikut:

1. Tegangan (Stress)

Tegangan yaitu terjadinya reaksi dari bahan yang timbul pada bagian spesimen saat menahan gaya beban yang diberikan. Pada nilai stress (σ) ini merupakan nilai banding antara beban gaya diberikan (F) terhadap luas penampang (A).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{kg/mm}^2 \quad (\square)$$

Dimana :

$$\sigma = \text{Stress (kg/mm}^2\text{)}$$

$$F = \text{Beban (kg)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}$$

2. Regangan (Strain)

Strain yaitu benda yang diberi beban tarik dan akan mengalami pertambahan panjang baik sesaat maupun permanen.

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \% \quad (\square)$$

Dimana : ε = Regangan (%)

$$L_1 = \text{Panjang akhir (mm)}$$

$$L_0 = \text{Panjang Awal (mm)}$$

F. Pengujian Impak

Setelah membuat spesimen uji impak, kemudian dilakukan pengujian impak. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan beban kejut pendulum pada mesin uji impak sehingga dapat mengetahui (E) dan (HI) terhadap suhu yang di serap. Spesifikasi standar uji impak JIS-Z 2202 memiliki ukuran Panjang spesimen 55 mm, lebar 10 mm, tebal 10 mm, dan takik membentuk V dengan sudut 45°. Pengujian ini di lakukan di Lab. Material UNTAG Surabaya.

1. Siapkan spesimen yang telah diberi temperatur pada spesimen
2. Letakan spesimen yang akan di uji pada penompang uji impak
3. Pastikan jarum penunjuk berada di angka nol pada saat bandul tergantung bebas
4. Kunci bandul saat dinaikan
5. Naikan bandul secara perlahan sampai jarum pada uji impak menunjukkan sudut awal
6. Kemudian lepas kunci bandul, kemudian dapat diperoleh data dari uji impak



Gambar 9. Proses pengujian Impak

Setelah dilakukan proses pengujian impak material baja ASTM A36 dapat diketahui nilai kekuatan pengujian impak dari bahan uji sehingga dapat diketahui nilai uji tarik dari penelian ini dengan rumus berikut:

$$E = W \cdot I \cdot (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) \quad (\square)$$

Dimana :

E = Energi yang diserap (J)

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...

W = Beban pendulum (kg)

I = Lengan bandul (m)

Cos α_1 = Sudut awal (°)

HI = _ (J mm)

Cos α_2 = Sudut akhir (°)

$$\frac{E}{A} \quad (□)$$

Dimana :

HI = Harga Impak (J/mm²)

E = Energi diserap (J)

A = Area melintang dibawah takik (mm²)

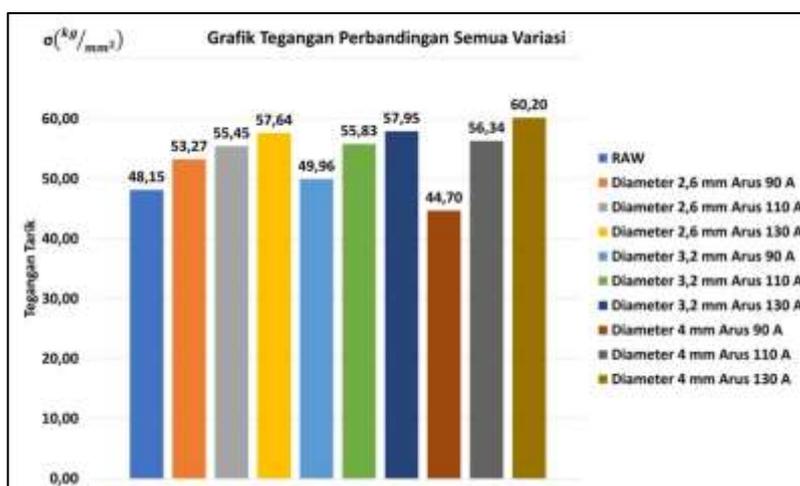
Hasil dan Pembahasan A. Hasil Pengujian Tarik

Setelah dilakukan pengujian maka didapat hasil dan pembahasan tentang nilai uji kekuatan tarik dan uji impak pada proses pengelasan SMAW. Pada proses pengelasan SMAW didapat 3 kali pengambilan data pada setiap variasi arus dan diameter elektroda pada proses pengelasan SMAW. Setelah itu dari 3 kali hasil pengujian nilai tersebut di rata – rata agar dapat mendapatkan nilai pengujian yang maksimal pada setiap variasi.

Tabel 1 Data hasil pengujian tarik

Variasi	Keterangan	Beban (kg)	Pertambahan Panjang (mm)	Tegangan (kg/mm ²)	Regangan (%)
Raw Material	Yield	4295,0	3,14	34,36	3,92
	Maksimum	6018,8	15,98	48,15	19,97
	Putus	4427,5	22,84	35,42	28,55
Ø2,6 mm – 90A	Yield	4898,8	1,02	39,19	1,27
	Maksimum	6658,8	7,16	53,27	8,95
	Putus	6037,5	9,82	48,30	12,28
Ø2,6 mm – 110A	Yield	5152,5	2,54	41,22	3,17
	Maksimum	6931,3	11,19	55,45	13,99
	Putus	6161,3	14,02	49,29	17,52
Ø2,6 mm – 130A	Yield	5297,5	1,84	42,38	2,30
	Maksimum	7205,0	10,15	57,64	12,69
	Putus	6935,0	11,58	55,48	14,48
Ø3,2 mm – 90A	Yield	5110,0	1,04	40,88	1,30
	Maksimum	6245,0	5,18	49,96	6,48
	Putus	6135,0	5,81	49,08	7,26
Ø3,2 mm – 110A	Yield	5222,5	2,88	41,78	3,60
	Maksimum	6978,8	11,46	55,83	14,32
	Putus	5693,8	15,00	45,55	18,75
Ø3,2 mm – 130A	Yield	5186,3	1,01	41,49	1,26
	Maksimum	7243,8	10,58	57,95	13,22
	Putus	6098,8	13,14	48,79	16,43

Ø4 mm – 90A	Yield	4281,3	0,70	34,25	0,87
	Maksimum	5587,5	3,37	44,70	4,21
	Putus	4758,8	3,66	38,07	4,58
Ø4 mm – 110A	Yield	5171,3	1,50	41,37	1,87
	Maksimum	7042,5	10,10 11,14	56,34	12,62
	Putus	6885,0		55,08	13,92
Ø4 mm – 130A	Yield	5381,3	2,27	43,05	2,84
	Maksimum	7525,0	10,80	60,20	13,50
	Putus	7373,8	11,83	58,99	14,79



Gambar 9 Grafik perbandingan semua variasi material

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pengelasan dengan variasi diameter dan arus dangat mempengaruhi kekuatan hasil tarik pada suatu material. Pada data diatas didapat nilai uji tarik tertinggi pada variasi Ø4 mm – 130 A dengan nilai tegangan maksimum rata – rata 60,2 kg/mm² dan nilai regangan 13,50%. Dan nilai terendah di dapat pada variasi diameter dan arus Ø4mm – 90A dengan tegangan maksimum rata – rata 44,70 kg/mm² dan nilai regangan 4,21%.

B. Hasil Pengujian Impak

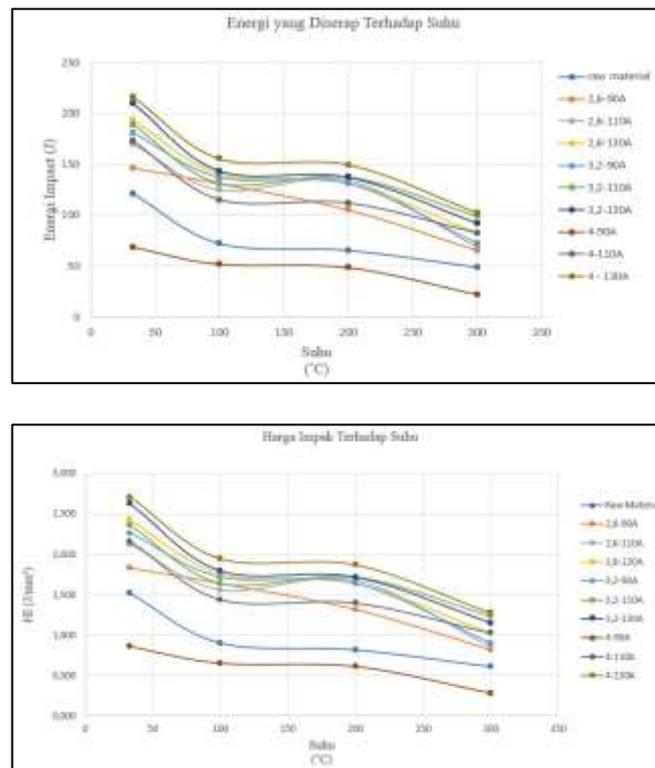
Dalam pengujian Impak ini maka dapat mengetahui hasildari ketangguhan pada sambungan las, pada pengujian ini kita dapat mengetahui energi yang diserap E (J) terhadap suhu (°C) dan Harga Impak HI (J/mm²). Pada pengujian ini dapat diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 2 Data Hasil Uji ketangguhan

Variasi	Suhu (°C)	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)	E (J)	HI (J/mm ²)
Raw Material	33	110	73	121,53	1,519
	100	110	88	72,247	0,903
	200	110	90	65,557	0,819

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...

	300	110	95	48,842	0,611
Ø2,6 mm – 90A	33	110	65	146,565	1,832
	100	110	70	131,115	1,639
	200	110	78	105,409	1,318
	300	110	90	65,557	0,819
Ø2,6 mm – 110A	33	110	57	169,951	2,124
	100	110	72	124,789	1,560
	200	110	69	134,182	1,677
	300	110	89	68,816	0,860
Ø2,6 mm – 130A	33	110	48	193,797	2,422
	100	110	67	140,45	1,756
	200	110	70	131,115	1,639
	300	110	85	82,234	1,028
Ø3,2 mm – 90A	33	110	53	180,915	2,261
	100	110	68	137,249	1,716
	200	110	70	131,115	1,639
	300	110	88	72,247	0,903
Ø3,2 mm – 110A	33	110	50	188,774	2,360
	100	110	70	131,115	1,639
	200	110	68	137,364	1,717
	300	110	80	98,834	1,235
Ø3,2 mm – 130A	33	110	41	210,224	2,628
	100	110	66	143,517	1,794
	200	110	68	137,364	1,717
	300	110	82	92,202	1,153
Ø4 mm – 90A	33	110	89	68,816	0,860
	100	110	94	52,139	0,652
	200	110	95	48,842	0,611
	300	110	103	22,427	0,280
Ø4 mm – 110A	33	110	56	172,711	2,159
	100	110	75	115,013	1,438
	200	110	76	111,754	1,397
	300	110	85	82,234	1,028
Ø4 mm – 130A	33	110	38	216,607	2,708
	100	110	62	155,459	1,943
	200	110	64	149,517	1,869
	300	110	79	102,131	1,277



Gambar 10 Grafik ketangguhan yang diperoleh dari pengelasan variasi Ø2,6 mm, Ø3,2 mm, dan Ø4 mm dengan Arus 90A, 110A, dan 130A

Dari data yang didapat pada variasi arus dan diameter pengelasan diatas menunjukkan bahwa nilai ketangguhan impact tertinggi didapat pada variasi arus, diameter pengelasan, dan perlakuan panas Ø4 mm – 130A – 33°C dengan Energi yang Di Serap 216,607 J dan Harga Impact sebesar 2,71 J/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah didapat di variasi arus, diameter elektroda, dan pada suhu kamar pengelasan Ø4 mm – 90A – 300°C dengan Energi yang Di Serap 22,427 J Harga Impact 0,28 J/mm².

Kesimpulan

Dari hasil analisa diatas pengaruh arus dan diameter elektroda pada pengelasan ASTM A36,dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian Tarik, dapat disimpulkan pada pengujian tarik ini kekuatan tarik terbesar di dapat pada variasi arus dan diameter elektroda , Ø4mm – 130A dengan nilai tegangan rata – rata 60,20 kg/mm² dengan nilai regangan 13,50 % dan nilai terendah di variasi Ø4mm – 90A dengan nilai rata – rata 44,70 kg/mm² dan nilai regangan 4,21 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi arus, dan diameter harus disesuaikan sesuai spesifikasi sehingga dapat menghasilkan hasil yang maksimal seperti pada variasi Ø4 mm – 130A. Pada variasi Ø4 mm – 90A mendapatkan hasil yang rendah dikarenakan pada saat proses pengelasan arus yang dihasilkan terlalu kecil sehingga pada saat proses pengelasan kurang maksimal.

PENGARUH PENGELASAN SMAW DOUBLE-V GROOVE DENGAN...

2. Dari hasil pengujian Ketangguhan dapat disimpulkan bahwa proses pengelasan dengan variasi arus, diameter elektroda, dan pemberian variasi suhu dapat berpengaruh terhadap sifat mekanik pada material baja ASTM A36. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian impact dimana nilai ketangguhan impact tertinggi terdapat pada variasi arus, diameter pengelasan, dan pada variasi suhu, Ø4 mm – 130A – 33°C dengan Energi Yang Di Serap 216,607 J dan Harga Impact sebesar 2,71 J/mm² dan nilai ketangguhan impact terendah terdapat pada variasi arus, diameter elektroda, dan pada variasi suhu, Ø4 mm – 90A – 300°C dengan Energi Yang Di Serap 22,427 J Harga Impact 0,28 J/mm². Dapat disimpulkan bahwa variasi suhu, arus, dan diameter sangat mempengaruhi nilai sifat mekanik pada sifat ketangguhan material.

Daftar Pustaka

- Gunawan, E., 2017. Analisa Pengaruh Perubahan Parameter Arus Pada Pengelasan Material Plat ASTM A36 Terhadap Sifat Mekanik Dengan Pengelasan SMAW. *Rekayasa Teknologi Industri*, pp. 1-8.
- Muhammad Dikwan, S. J. A. F. Z., 2019. Pengaruh Normalizing Terhadap Kekuatan Tarik, Impact, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ASTM A36 Akibat Pengelasan Shielded-Metal Arc Welding (SMAW) dengan Variasi 2 waktu Pemanasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Volume 7, pp. 1-9.
- Muhammad Ryan Wahyudi, A., 2022. PERBANDINGAN PENGGUNAAN JENIS ELEKTRODA E6013 untuk SAMBUNGAN LAS PLAT BAJA ASTM A36. *Jurnal INVOTEK POLBENG*, Volume 12, pp. 1-5.
- Reynald Daniel Nicholas Manurung, U. B. H. Y., 2021. Analisa Kekuatan Tarik dan Impact Hasil Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Baja ASTM A36 dengan Variasi Polaritas dan Besar Arus Pengelasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Volume 9, pp. 1-9.
- Wayan Artadinata, Y., 2020. ANALISIS PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH LAS DOUBLE V DAN KUAT ARUS LAS PADA PENGELASAN SMAW WELD JOINT PLAT BAJA ASTM A36 TERHADAP KEKUATAN IMPACT DAN STRUKTUR MIKRO. *Jurusan Teknik Mesin*, Volume 8, pp. 1-8.
- Wirjosumarto, H. P. P., 1991. Teknik Pengelasan Logam, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Santoso, E. B. & C. M., 2022. Analisa Peranan Variasi Arus Pengelasan SMAW Dengan Material ASTM 36 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro. *Mechanical Engineering Journal*, pp. 1-6.
- Robby Nur Fridayan, H. P. d. H. I., 2017. Analisis Pengaruh Variasi Heat Input dan Bentuk Kampuh pada Pengelasan SMAW Weld Joint Pelat Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknik*, Volume 6, pp. 1-4.
- Syaripuddin, I. B. Y. M. P., 2014. Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las Smaw. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, pp. 1-4.
- Wirjosumarto, H. d. O. T., 1996. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.

