

PENGARUH POLARITAS ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN MENGGUNAKAN SISTEM *SLIDING ADAPTIVE VERTICAL* PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP HASIL PENGELASAN

Alfadeny Anjer Farino^[1], Yohanes^[2].

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
^[1]alfadeny13defa@gmail.com, ^[2]yohanes@lecturer.unri.ac.id

Abstract

SMAW (Shield Metal Arc Welding) is one of the commonly used welding technology because it has an excess of which easy to use at any thickness, easy to use with all the welding position and the flow can be varied. In this research, a welding machine of SMAW used Adaptive Vertical Sliding System, so that the welding speed can be arranged constant. This research used a variation of the DC flow (reverse polarity and straight polarity) and the speed of welding based on the welding results by conducting of visual testing, penetrant testing, tensile testing and metalografi testing. The welding speed was controlled using the arduino uno, which linked to motor stepper as the Activator. The Materials used was low carbon steel (mild steel), the groove was used a single v groove of 60 ° and an electrode of E6013. There were 18 specimens to be tested, which 9 of specimens using the straight polarity and 9 of specimens using the reverse polarity. The highest tensile strength of whole specimens occur on straight polarity specimens of 490.95 MPa and the lowest tensile strength specimens occur in the reverse polarity of 283.47 MPa. The micro structure was determined by many factors such as heat input, flow, the speed of the welding, and the rate of cooling. In this research HAZ areas has a larger grain structure than base metal and weld metal.

Keywords: *Welding, Tensile Testing, Penetrant Testing, Metalografi, HAZ*

1. Pendahuluan

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. (Siswanto. 2011)

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) (Kumar dan Duhan, R. 2016)

Penyambungan logam dengan proses pengelasan akan menjadi penting baik ditinjau dari segi teknologi maupun komersial, karena pengelasan merupakan sambungan tetap atau permanen (Baroto, B. T. 2015).

Pada proses pengelasan SMAW, variable yang penting dalam menentukan kualitas pengelasan yang baik diantaranya adalah pemilihan arus dan kecepatan pengelasan. Untuk itu agar kecepatan pengelasan dapat konstan maka digunakan pengelasan SMAW dengan menggunakan *system sliding adaptive vertical* yang dikembangkan oleh Suwanda, W dan Yohanes pada tahun 2018. Kemudian dilanjutkan dengan Yohanes dan M. A.

Harahap melakukan eksperimental dengan parameter variasi arus pengelasan dan variasi kecepatan pengelasan dengan kekuatan tarik tertinggi sebesar 543,48 MPa. Selanjutnya Yohanes dan A. M. Sianipar (2018) melakukan penelitian dengan parameter yang berbeda yaitu pengelasan dengan variasi sudut dan variasi kecepatan pengelasan dengan kekuatan tarik tertinggi yang didapat sebesar 571,35 MPa.

Arus yang digunakan dalam pengelasan SMAW yang baik dapat ditentukan melalui penelitian dan kajian korelasi antara besar arus dan kecepatan pengelasan (*welding speed*). Pengelasan SMAW menggunakan *system sliding adaptive vertical* menggunakan arus DC diharapkan menghasilkan kualitas pengelasan yang baik karena nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil, dapat menggunakan jenis elektroda apa saja dan tingkat kebisingan lebih rendah daripada menggunakan arus AC. (Bintoro. 2005)

kecepatan umpan elektroda adalah faktor yang paling penting untuk mempengaruhi besarnya arus busur. Oleh karena itu, dianggap sebagai sistem kontrol kecepatan umpan elektroda. Kualitas pengelasan yang lebih baik dapat dicapai dengan menyesuaikan kecepatan umpan elektroda sesuai dengan arus busur yang diukur dengan sensor sedemikian sehingga besarnya arus busur tetap. (Chien-Yi Lee, Pi-Cheng Tung dan Wen-Hou Chu. 2016)

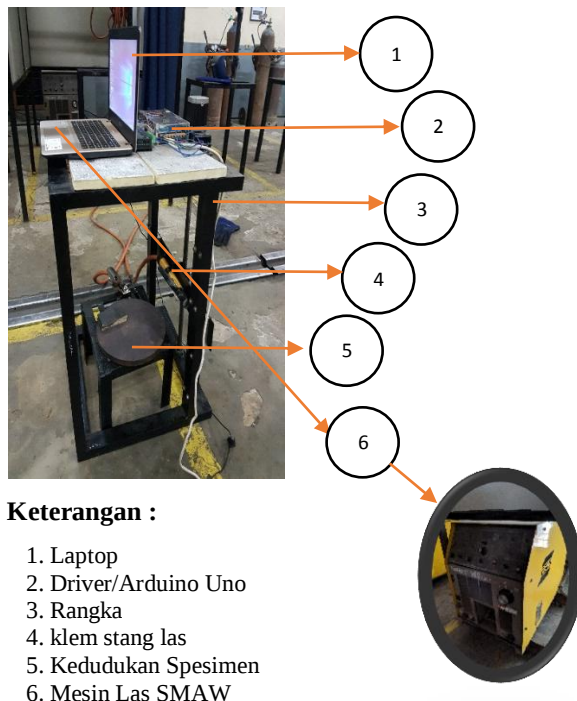
Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil pengelasan yang baik dari uji visual dan uji penetrasi dengan memvariasikan kecepatan *sliding*

adaptive vertical terhadap sudut elektroda dan arus pengelasan menggunakan mesin las SMAW sistem *sliding adaptive vertical*, untuk mengetahui kekuatan tarik dari hasil pengelasan menggunakan mesin las SMAW sistem *sliding adaptive Vertical*, untuk mengetahui struktur butir dari pengujian struktur mikro hasil pengelasan menggunakan mesin las SMAW dengan sistem *sliding adaptive vertical*.

Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah (mild steel). Menurut Wirjosumarto, H. dan Okumura, T (2000) baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0.3%. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling mudah diproduksi diantara semua karbon, mudah dimachining dan dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus.

2. Metodologi

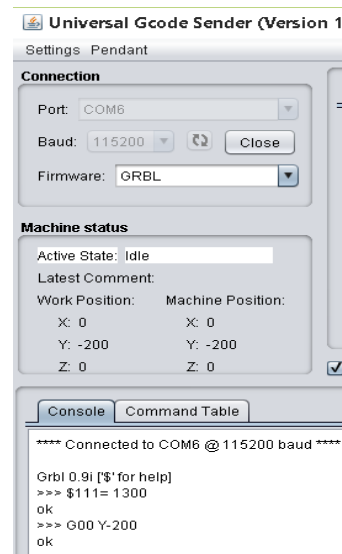
Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui optimasi mesin las SMAW pada sistem *Sliding Adaptive Vertical* dengan memvariasikan kecepatan *Sliding Vertical* terhadap polaritas arus yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Dimana *sliding* hanya bergerak dengan satu sumbu yaitu sumbu vertikal dan Arus yang digunakan pada penelitian ini yaitu arus 80, arus 85 dan arus 90. Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Sistem *Sliding adaptive Vertical*
(Suwanda, W dan Yohanes. 2018)

Pada pengaturan kecepatan menggunakan aplikasi *universal Gcode Sender* berbasis java yang dikoneksikan pada *arduino uno*. Untuk

menjalankan program, kode yang dimasukkan adalah G00, kemudian tentukan kecepatan dengan memasukkan simbol \$111 = 1300 lalu masukkan jarak pergerakan *Sliding* dengan y-200. Tampilan pada *software* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Pengaturan kecepatan *Sliding Adaptive Vertical* pada *software*

Sebelum memilih arus yang digunakan, ditentukan terlebih dahulu jenis arus yang akan digunakan, yaitu polaritas lurus (DCSP) atau polaritas terbalik (DCRP) yang dapat dilihat pada Gambar 3.



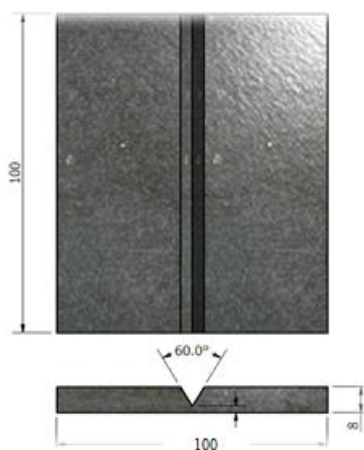
Gambar 3 Pemilihan Jenis Arus Yang Akan Digunakan

Adapun contoh pemilihan arus yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu arus 80 A dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 . Menentukan Arus Pengelasan

Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah baja karbon rendah dengan ukuran yang terdapat pada pada Gambar 5.



Gambar 5 spesimen uji pengelasan

2.1 Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini secara eksperimental dimana memvariasikan arus dengan menggunakan polaritas lurus dan polaritas terbalik dan kecepatan *sliding vertical* dengan menggunakan elektroda merek kobe RB – 26 seri E3016 dengan diameter 3,2 mm. Hasil dari pengambilan data dapat untuk polaritas lurus dan terbalik dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Pengambilan Data Polaritas Lurus

Spesimen	Sudut (°)	Arus (A)	Program			Aktual		
			Skala di software	Jarak tempuh (mm)	Waktu (detik)	Kecepatan sliding vertical (mm/s)	Jarak tempuh (mm)	Waktu (detik)
A1	70	80	1100	264	60,5	4,36	64	68,3
B1			1200	264	52,5	5,03	71	60,2
C1			1300	264	44,3	5,95	59	52,3
D1		85	1100	264	60,5	4,36	55	64,7
E1			1200	264	52,5	5,03	66	57,8
F1			1300	264	44,3	5,95	70	60,8
G1		90	1100	264	60,5	4,36	88	60,8
H1			1200	264	52,5	5,03	86	54,4
I1			1300	264	44,3	5,95	89	50,9

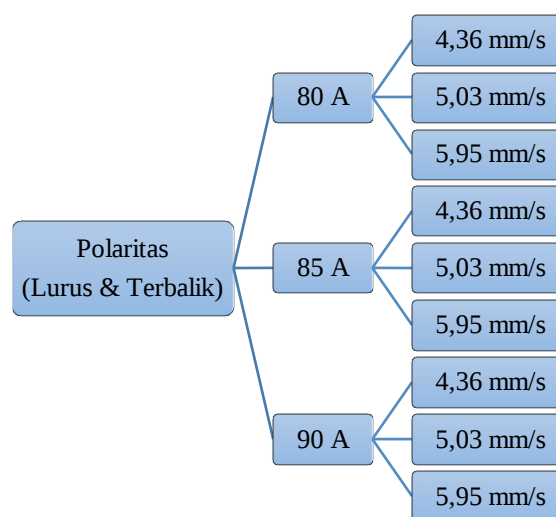
Tabel 2 Pengambilan Data Polaritas Terbalik

Spesimen	Sudut (°)	Arus (A)	Program			Aktual		
			Skala di software	Jarak tempuh (mm)	Waktu (detik)	Kecepatan sliding vertical (mm/s)	Jarak tempuh (mm)	Waktu (detik)
A2	70	80	1100	264	60,5	4,36	91	61,7
B2			1200	264	52,5	5,03	48	30,5
C2			1300	264	44,3	5,95	56	64,8
D2		85	1100	264	60,5	4,36	100	61,3
E2			1200	264	52,5	5,03	68	55,2
F2			1300	264	44,3	5,95	64	51,9
G2		90	1100	264	60,5	4,36	100	58,9
H2			1200	264	52,5	5,03	68	50,8
I2			1300	264	44,3	5,95	71	60,2

Pengambilan data kecepatan *sliding vertical* dan kecepatan pengelasan berbeda dikarenakan adanya beberapa faktor dari jarak tempuh, arus pengelasan dan sudut.

3. Hasil

Ada beberapa hasil dari penelitian pengujian ini yaitu dari pengujian visual (*visual test*), uji penetrasi (*penetrant test*), pengujian tarik dan metalografi. Adapun diagram pengambilan data terdapat pada Gambar 6.



Gambar 5 Diagram arus kecepatan terhadap kecepatan *sliding vertical*.

3.1 Hasil pengujian visual

Pengujian visual adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui lebar hasil pengelasan menggunakan jangka sorong seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian visual Polaritas Lurus

Spesimen	Arus listrik (I)	Tegangan Busur (E)	Sudut (θ)	Lebar pengelasan			Efisiensi	Welding Speed	Heat Input		
	A	V	$^{\circ}$	1	2	3	Rata-rata (mm)	%	mm/s	J/mm	
A1	80	27	70	13	14	14	13,7	0,8	0,93	1858,065	
B1				10	10	11	10,3	0,8	1,17	1476,923	
C1				10	13	13	12,0	0,8	1,91	904,712	
D1				13	15	14	14,0	0,8	0,85	2160	
E1	85			12	13	12	12,3	0,8	0,87	2110,345	
F1				12	11	10	11,0	0,8	1,15	1596,522	
G1				9	9	10	9,3	0,8	1,44	1350	
H1				90	10	9	10	9,7	0,8	1,58	1230,380
I1					12	11	12	11,7	0,8	1,74	1117,241

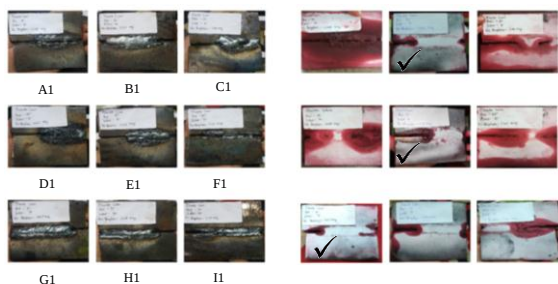
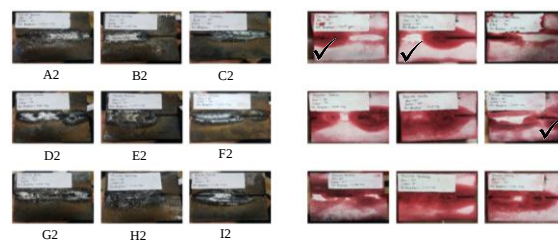
Tabel 4. Hasil Pengujian Visual Polaritas Terbalik

Spesimen	Arus listrik (I)	Tegangan Busur (E)	Sudut (°)	Lebar pengelasan				Efisiensi	Welding Speed	Heat Input
	A	V	°	1	2	3	Rata-rata (mm)	%	mm/s	J/mm
A2	80	28	70	9	10	9	9,3	0,8	1,47	1175,510
B2				10	10	9	9,7	0,8	1,57	1100,637
C2				11	13	13	12,3	0,8	0,86	2009,302
D2	13			16	14	14,3	0,8	1,63	1126,380	
E2	85			16	14	15	15,0	0,8	1,23	1492,683
F2				12	14	11	12,3	0,8	1,23	1492,683
G2				13	12	13	12,7	0,8	1,69	1150,296
H2				90	12	14	12	12,7	0,8	1,33
I2	13				12	12	12,3	0,8	1,17	1661,538

Dari hasil pengukuran pada 9 spesimen untuk polaritas lurus dan 9 spesimen polaritas terbalik, lebar pengelasan tertinggi pada polaritas lurus terdapat pada spesimen D1 dengan nilai 14 mm dan lebar pengelasan terendah terdapat pada spesimen G1 dengan nilai 9,3 mm. Pada polaritas terbalik lebar pengelasan dengan nilai tertinggi terjadi pada spesimen E2 dengan nilai 15 mm dan lebar pengelasan terendah terjadi pada spesimen A2 dengan nilai 9,3 mm.

3.2 Hasil Pengujian Liquid Penetrant

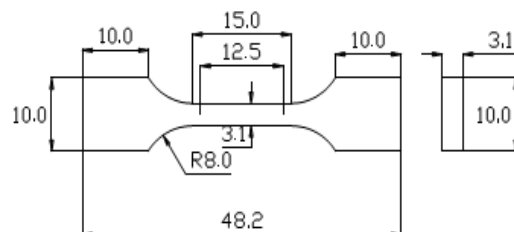
Pengujian penetrant ini dilakukan untuk mendeteksi kerusakan atau diskontinuitas yang terbuka pada permukaan. Pengujian penetrant dilakukan pada 18 spesimen dengan menyemprotkan cairan penetrant yang berwarna merah kemudian dibersihkan menggunakan *cleaner* lalu disemprotkan *developer* guna mengeluarkan cairan merah yang mengendap, sehingga akan terlihat perbedaan warna pada spesimen. Adapun hasil dari pengujian *penetrant* dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Gambar 6 pengujian *liquids penetrant* polaritas lurusGambar 7 Pengujian *liquids penetrant* polaritas terbalik

Hasil dari pengujian penetrant dipilih untuk melakukan pengujian selanjutnya yaitu uji tarik. Untuk mendapatkan spesimen uji tarik dipilihlah 3 dari setiap polaritas. Pada gambar 6 dan 7 dapat dilihat hasil dari pengujian penetrant dan memilih 6 spesimen yang memiliki cacat las paling sedikit, dimana spesimen yang dipilih untuk pengujian tarik adalah spesimen B1, E1, G1 untuk polaritas lurus dan A2, B2, F2 untuk polaritas terbalik.

3.3 Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standar JIS Z 2201 No 7 yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Spesimen Pengujian Tarik Standar JIS Z 2201 No 7

Pada pengujian tarik ini bertujuan untuk melihat kekuatan tarik pada hasil pengelasan SMAW dengan sistem *sliding adaptive vertical* dengan memvariasikan kecepatan *sliding vertical* terhadap sudut dan arus pengelasan. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Tarik

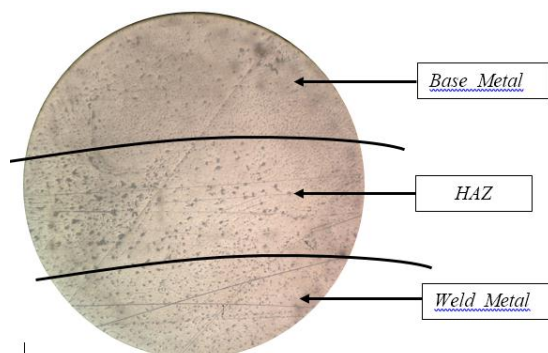
Spesimen	Arus Listrik (A)	Welding Speed (mm/s)	Max. Force (N)	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
B1/Lurus	80	5,03	5142,9	380,89	459,19	37,01
E1/Lurus	85	5,03	5160,3	331,38	488,66	37,01
G1/Lurus	90	5,03	5670,5	403,43	490,95	37,01
A2/Terbalik	80	4,36	4543,2	316,42	418,72	37,01
B2/Terbalik	80	5,03	2935,3	180,30	286,65	37,01
F2/Terbalik	85	5,95	2976,4	171,23	283,47	37,01

Dari Tabel 5 dapat dilihat nilai kekuatan tarik pada setiap spesimen yang telah dipilih. Untuk polaritas lurus, kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen G1 yang menggunakan arus 90 dan kecepatan pengelasan 4,36 mm/s. Dan untuk kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen B1 yang menggunakan arus 80 dan kecepatan pengelasan 1,428 mm/s. Sedangkan pada polaritas terbalik, kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen A2 yang menggunakan arus 80 A dan kecepatan pengelasan 0,958 mm/s. kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen F2 yang menggunakan arus 85 dan kecepatan pengelasan 1,470 mm/s. Untuk kekuatan tarik spesimen B1, E1, G1 dan A2 sudah lebih tinggi dari pada kekuatan tarik *mild steel*. dan spesimen B2 dan F2 memiliki kekuatan tarik terendah dibandingkan spesimen lain yang disebabkan adanya cacat pada sambungan las sehingga nilai kekuatan tariknya menurun.

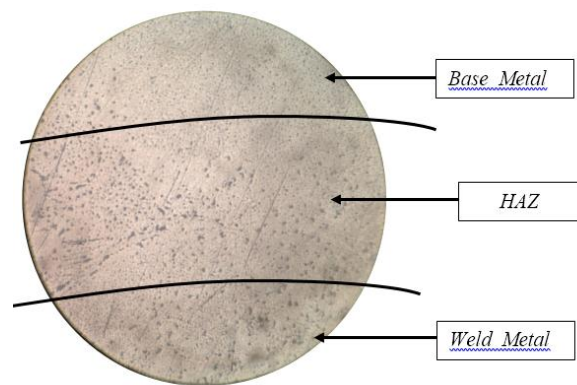
Dengan demikian setelah dilakukannya pengujian tarik selanjutnya adalah pengujian metalografi untuk mengetahui struktur mikro pada spesimen yang telah dilakukan pengelasan dengan pemilihan spesimen nilai kekuatan tariknya tertinggi.

3.4 Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui bentuk, susunan, dan ukuran butir pada daerah las dan HAZ. Struktur mikro pengelasan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu: masukan panas, kuat Arus, Kecepatan las, dan laju pendinginan. Hasil pengujian metalografi pada spesimen polaritas lurus dan polaritas terbalik dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 Hasil metalografi Polaritas lurus



Gambar 10 Hasil Metalografi Polaritas Terbalik

Dari Gambar 9 dan 10 dapat dilihat hasil pengujian metalografi dari spesimen H1 yang menggunakan polaritas lurus dengan kekuatan tarik sebesar 490,95 MPa dan spesimen A2 yang menggunakan polaritas terbalik dengan kekuatan tarik 418,72 MPa. Dapat dilihat pada daerah HAZ kedua spesimen yang mempunyai dimensi struktur mikro yang lebih besar dibandingkan *base metal* dan *weld metal*. Tetapi pada spesimen H1 dimensi struktur mikro *weld metal* lebih kecil dibandingkan *base metal*. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan daerah *weld metal* lebih kuat daripada material dasar atau *base metal*.

4. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah lebar pengelasan tertinggi pada polaritas lurus sebesar 13,7 mm terjadi pada spesimen A1 dan lebar pengelasan terendah sebesar 9,3 mm terjadi pada spesimen G1. Pada polaritas terbalik lebar pengelasan tertinggi sebesar 14,3 pada spesimen D2 dan lebar pengelasan terendah sebesar 9,3 pada spesimen A2. Kemudian pada pengujian *liquid penetrant* yang memiliki cacat las paling sedikit, yaitu untuk polaritas lurus spesimen B1, E1 dan G1. Dan pada polaritas terbalik A2, B2 dan F2. Untuk kekuatan tarik tertinggi pada polaritas lurus terjadi pada spesimen H1 sebesar 490,95 MPa dan pada polaritas terbalik terjadi pada spesimen A2 sebesar 418,72 MPa. Daerah HAZ memiliki struktur butir yang lebih besar dibandingkan *weld metal* dan *base metal*.

Daftar pustaka

Baroto, B.T. 2015. Optimasi Pengelasan Smaw E6013 Pada Sambungan I Baja Carbon Rendah Terhadap Kekuatan Tekan Dengan Metode Taguchi. *POLITEKNOSAINS VOL. XIV NO.2* 14 (2): 2-7

Bintoro, A. G., 2005, *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*, Kanisius, Yogyakarta.

Chien-Yi Lee, Pi-Cheng Tung and Wen-Hou Chu, Adaptive fuzzy sliding mode control for an automatic arc welding system, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* Vol. 29, No. 5-6, 2006, Pages 481-489.

Huda, S, J Waluyo dan T. Fintoro. 2013. Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Bentuk Kampuh Pada Pengelasan Smaw Terhadap Distorsi Sudut dan Kekuatan Tarik Sambungan Butt-Join Baja Aisi 4140. *Jurnal Teknologi* 6(2): 2-5

Jenney, C. L. dan O'Brien A. 2001. *Welding Science and Technology*, Edisi 9 American Welding Society, Miami

Santoso, T. B., Solichin dan Tri, Hutomo, P. 2015. Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW Dengan Elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin* 1(1): 2-6

Wirjosumarto, H. dan Okumura, T 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*, Edisi 8 Erlangga, Jakarta

Suwanda, W dan Yohanes. 2018. Pengembangan Sistem Sliding Adaptive Vertical Pada Proses Pengelasan SMAW Posisi 1G/1F. *Jurnal Online Mahasiswa FTEKNIK*. 5(1):1-3

Yohanes dan M. A. Harahap. 2018. Effects of Electrode Velocity Variations and Selection of Electric Current Against Quality Welding Results Mild Steel on SMAW Welding. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*.57.:1-3.

Yohanes dan A. M. Sianipar. 2018. Experimental Effect of Angle Variation and Speed Welding Filler Using Vertical Adaptive Sliding System In SMAW Welding. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*.. 58:1-3.