

KAJI EKSPERIMENTAL VARIASI ARUS DAN POLARITAS PENGELASAN SMAW MENGGUNAKAN SISTEM *SLIDING ADAPTIVE TWO AXIS*

Tazkiyah Ahcmad¹, Yohanes²

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹tazkiyah.ahcmad@student.unri.ac.id, ²yohanes@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Each welding process has its own advantages depending on the placement of the implementation. One of the welding techniques is SMAW (Shielded Metal Arc Welding), which has its own advantages, including large currents such as heat source that can be varied, easy to use in different welding positions and penetration and the melting height of the electrode can be adjusted. In the SMAW welding process, the variable that determines the quality of the welding results is the choice of the correct added material, the selection of the current used in the machine must be adjusted such that the added material (the electrode) is perfect and the welding speed (angle) of the welding itself. The selection of these variables depends on the skill (skill) of the operator who implements them, so that the determination of these variables often changes. In contrast to the welding process that is performed using the SMAW welding machine with a sliding adjustable system with two axes to replace the welder, so that the speed and position parameters of welds can be obtained constantly (fixed). The varied parameters are current and polarity using DC currents (unidirectional) with currents of 90A, 100A and 120A. The material used in this study uses mild steel, the seam used is V with an angle of 60° and electrodes with the AWS E-6013 standard. The number of samples tested was 18 samples, 9 of which for straight polarity and 9 samples for reverse polarity. The microstructure of the welding is determined by many factors, including heat input, current, welding speed and cooling speed. In this study, the HAZ area had a grain structure that was larger than base metal and weld metal.

Keywords : Currents, Polarity, SMAW Welding, Sliding Adaptive Two Axis

1. Pendahuluan

Menurut *Deutsche Industrie Norman* (DIN) pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam menggunakan energi panas. Pengelasan dapat diartikan sebagai proses penyambungan dua buah logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Dalam pengelasan ini logam induk 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 kampuh las (Sonawan, H. dan Rochim, S. 2004).

Pemilihan parameter las yang tepat akan menentukan kualitas hasil las. Salah satu parameter las adalah arus pengelasan. Arus pengelasan yang tinggi menyebabkan elektroda akan cepat meleleh, sehingga juru las cenderung mempercepat kecepatan pengelasan. Saat arus pengelasan rendah menyebabkan elektroda sulit meleleh, sehingga juru las cenderung

memperlambat kecepatan pengelasan (Broto, Sukendro S. Dan Suparjo 2013). Untuk mendapatkan kualitas hasil pengelasan SMAW yang baik dibutuhkan seorang *welder engineering*, akan tetapi kecepatan dan posisi pengelasan setiap *welder* berbeda-beda, maka dari itu untuk mendapatkan kekonstanan dari kecepatan dan posisi pengelasan mengalami kesulitan Yohanes dan M. A. Harahap (2018). Berbeda halnya dengan pengelasan yang dilakukan menggunakan mesin las SMAW dengan sistem *sliding adaptive two axis* untuk menggantikan *welder* sehingga parameter kecepatan dan posisi pengelasan bisa didapatkan secara konstan (tetap).

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi 3 macam yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin las DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus atau *Direct Current Straight Polarity* (DCSP) dan polaritas terbalik atau *Direct Current Reverse Polarity* (DCRP). Dimana pada polaritas lurus (DCSP) benda kerja atau material yang akan dilas disambungkan dengan kutup positif (+) dan elektrodanya disambungkan dengan kutup negatif

(-). Sedangkan pada polaritas terbalik (DCRP) benda kerja atau material dasar yang akan dilakukan pengelasan disambungkan dengan kutup negatif (-) dan elektroda disambungkan dengan kutup positif (+).

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui variasi arus dan polaritas pengelasan SMAW menggunakan sistem *Sliding Adaptive Two Axis* terhadap sifat mekanis menggunakan uji tarik dan pengujian struktur mikro untuk mengetahui perbedaan struktur butir antara *base metal*, HAZ dan *weld metal* menggunakan mikroskop optik. Dan manfaat dari penelitian ini adalah mempermudah *welder* dalam hal menentukan kecepatan pengelasan (*welding speed*) dan memilih arus listrik pada saat melakukan pengelasan.

Menurut Wiryosumarto, H. (2000) baja karbon terdiri dari besi dan karbon. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi kedalam tiga macam, yaitu baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*), baja karbon menengah (*Medium Carbon Steel*) dan baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*). Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan baja karbon rendah (*mild steel*).

2. Metodologi

Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

2.1 Prinsip Kerja Mesin Las SMAW Sistem *Sliding Adaptive Two Axis*

Sliding Adaptive Two Axis ini adalah pengembangan dari sistem *Sliding Vertikal* yang dikembangkan oleh Suwanda. W. Dan Yohanes (2018). Dimana pada mesin *sliding vertikal* ini dilakukan pengujian oleh Yohanes dan A. M. Sianipar (2018) tentang variasi sudut dan kecepatan pengelasan. Pada *sliding adaptive two axis* ini mempunyai sumbu vertikal dan sumbu horizontal dimana prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman dari sistem *control* arduino. Dimana input yang dimasukkan pada aplikasi *software* menggunakan laptop atau sejenisnya akan dibaca dan diterjemahkan oleh Arduino sehingga arduino akan mengirimkan sinyal kepada *driver* agar menjalankan perintah yang diberikan untuk menggerakkan motor penggerak yang akan melaksanakan kerja yang diberikan untuk memutar poros ulir sehingga akan terjadi pergerakan baik sumbu X dan Y. Dapat dilihat pada Gambar 1 mesin *sliding adaptive two axis* yang dibuat oleh tim *sliding adaptive two axis*.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1 (a) *Sliding Adaptive Two Axis*
(b) Pengaturan Kuat Arus
(c) Pengaturan Polaritas

2.2 Pembuatan Spesimen Uji

Dalam penelitian ini bahan uji yang digunakan adalah pelat baja *mild steel* dengan ukuran 100 mm × 100 mm × 8 mm dengan jumlah delapan belas (18) spesimen. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Spesimen Uji Pengelasan

2.3 Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan memvariasikan arus dan polaritas pengelasan SMAW menggunakan sistem *Sliding Adaptive Two Axis* dengan jumlah spesimen sebanyak 18 spesimen, dimana 9 spesimen dilakukan pada polaritas lurus dan 9 spesimen dilakukan pada polaritas terbalik. Elektroda yang digunakan OK 46.00 dengan AWS E6013. Untuk setiap huruf dan angka pada elektroda memiliki masing-masing makna :

- E = Elektroda untuk pengelasan busur listrik
- 60 = Nilai tegangan yang dikalikan 1000 Psi.
- 1 = Posisi pengelasan, 1 berarti dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.
- 3 = Elektroda dengan penetrasi material dangkal

Dapat dilihat pada Tabel 1 untuk pengambilan data polaritas lurus dan Tabel 2 untuk pengambilan data polaritas terbalik.

Tabel 1 Pengambilan Data Polaritas Lurus

No	Spesimen	Arus (A)	Kecepatan Pada Program	Input Jarak	Waktu (detik)
1	A ₁	90	X 200 mm/menit Y 230 mm/menit	100 mm	30,96
2	A ₂				31,15
3	A ₃				31,5
4	B ₁	100	X 200 mm/menit Y 230 mm/menit	100 mm	29,15
5	B ₂				30,27
6	B ₃				30,17
7	C ₁	120	X 230 mm/menit Y 260 mm/menit	100 mm	26,9
8	C ₂				27,15
9	C ₃				27,6

Tabel 2 Pengambilan Data Polaritas Terbalik

No	Spesimen	Arus (A)	Kecepatan Pada Program	Input Jarak	Waktu (detik)
1	D ₁	90	X 200 mm/menit Y 230 mm/menit	100 mm	31,81
2	D ₂				31,76
3	D ₃				31,78
4	E ₁	100	X 200 mm/menit Y 230 mm/menit	100 mm	30,37
5	E ₂				30,34
6	E ₃				30,36
7	F ₁	120	X 230 mm/menit Y 260 mm/menit	100 mm	28,83
8	F ₂				28,8
9	F ₃				28,81

3. Hasil

Hasil dari penelitian ini berupa hasil pengujian visual, *liquid penetrant*, pengujian tarik, dan metalografi, yang berdasarkan hasil dari variasi arus dan Polaritas pengelasan SMAW menggunakan sistem *Sliding Adaptive Two Axis*.

3.1 Hasil Pengujian Visual

Pengujian visual adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui lebar hasil pengelasan menggunakan jangka sorong. Tabel 3 menunjukkan hasil dari pengukuran lebar pengelasan polaritas lurus dan pada Tabel 4 menunjukkan hasil dari pengukuran lebar pengelasan polaritas terbalik.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Lebar pengelasan Polaritas Lurus

No	Spesimen	Arus (A)	Lebar Pengelasan (mm)			
			Awal	Tengah	Akhir	Rata-rata
1	A ₁	90	9	10	10,5	9,83
2	A ₂		10	11	11	10,67
3	A ₃		10,5	11	11	10,83
4	B ₁	100	9,5	10	10	9,83
5	B ₂		10,5	11	11	10,83
6	B ₃		10,3	10,5	10,5	10,43
7	C ₁	120	11,4	11	11	11,13
8	C ₂		12	12	12,3	12,10
9	C ₃		12	12,5	13	12,50

Tabel 4 Hasil Pengukuran Lebar pengelasan Polaritas Terbalik

No	Spesimen	Arus (A)	Lebar Pengelasan (mm)			
			Awal	Tengah	Akhir	Rata-rata
1	D ₁	90	11	12	12	11,67
2	D ₂		11,5	11,8	12	11,77
3	D ₃		11	12,5	12,5	12,00
4	E ₁	100	11	13	12,5	12,17
5	E ₂		12	13	13,4	12,80
6	E ₃		12	13	12,8	12,60
7	F ₁	120	12	14	14	13,33
8	F ₂		13	16	14	14,33
9	F ₃		13	13	13,5	13,17

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada 9 spesimen untuk polaritas lurus dan 9 spesimen untuk polaritas terbalik, lebar rata-rata nilai pengelasan tertinggi pada polaritas lurus terdapat pada spesimen C₃ dengan nilai 12,50 mm dan lebar pengelasan dengan rata-rata nilai terendah terdapat pada spesimen A₁ dengan nilai 9,83 mm. Pada polaritas terbalik lebar pengelasan dengan rata-rata nilai tertinggi terjadi pada spesimen F₂ dengan nilai 14,33 mm dan lebar rata-rata nilai pengelasan terendah terjadi pada spesimen A₁ dengan nilai 11,67 mm.

3.2 Hasil Pengujian Liquid Penetrant

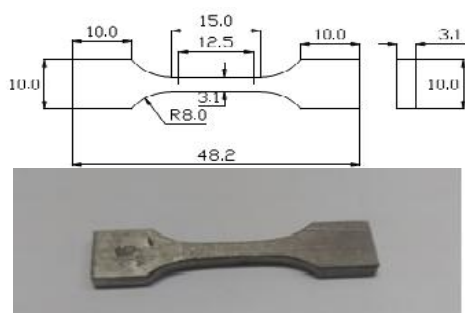
Setelah melakukan 18 percobaan, dimana 9 spesimen untuk polaritas lurus dan 9 spesimen untuk polaritas terbalik kemudian dilakukan pengujian *liquid penetrant*. Pengujian penetran ini dimulai dari pemberian *cleaner* guna membersihkan spesimen dari kotoran. Kemudian pemberian cairan *liquid penetrant* yang bertujuan apabila terdapat celah kecil maka celah tersebut akan menyerap cairan sehingga celah tersebut akan berisi cairan *penetrant*. Setelah itu dilakukan pemberian *developer*. Setelah semua prosedur pengujian *liquid penetrant* selesai, dilakukan analisa terhadap hasil *penetrant*, yang menunjukkan bercak merah yang keluar menandakan adanya cacat pada pengelasan. Dari 18 spesimen dimana 9 spesimen untuk polaritas lurus dan 9 spesimen untuk polaritas terbalik tersebut akan dipilih 3 spesimen untuk spesimen polaritas lurus dan 3 spesimen untuk polaritas terbalik yang memiliki cacat terendah yang akan dilakukan pengujian berikutnya yaitu Pengujian Tarik. Hasil pengujian *liquid penetrant* dapat lihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Pengujian *Liquid Penetrant*

3.3 Hasil Pengujian Tarik

Pada penelitian ini proses pengelasan menggunakan bahan baja karbon rendah (*mild steel*), proses pengelasan dilakukan dengan memvariasikan arus dan polaritas. Setelah didapat hasil uji *penetrant*, kemudian 6 spesimen dipilih untuk dibentuk spesimen uji tarik dengan menggunakan standar JIS Z 2201 N0.7. Spesimen uji tarik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201 No 7

Tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi dan polaritas arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan dimanakah letak putusnya sambungan las hasil pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan sistem *sliding adaptive two axis*. Dapat dilihat pada Tabel 5 menunjukkan hasil dari pengujian tarik.

Tabel 5 Hasil Pengujian Tarik

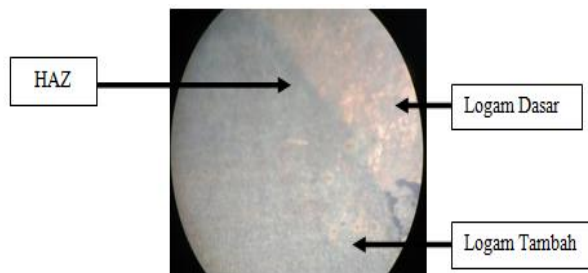
Spesimen	Polaritas	Area (mm ²)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation
1	LURUS	11.360	5630.3	309.57	309.57	495.62	40.01
2	LURUS	11.700	5865.5	319.86	319.86	501.33	40.02
3	LURUS	11.700	3337.2	282.27	282.27	285.23	40.03
4	TERBALIK	11.005	5414.2	298.85	298.85	491.98	40.04
5	TERBALIK	11.182	2821.1	246.56	246.56	252.28	40.05
6	TERBALIK	10.950	5338.0	335.52	335.52	487.48	40.06

Dari tabel 5 dapat dilihat nilai kekuatan tarik pada setiap spesimen. Untuk polaritas lurus, kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen B yang menggunakan arus 100 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 501,33 Mpa. Dan untuk kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen C dengan nilai kekuatan tarik sebesar 285,23 Mpa dengan arus 120 A. Sedangkan pada polaritas terbalik, kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen D yang menggunakan arus 90 A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 491,98. Kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen E yang menggunakan arus 100 A dengan nilai 252,28. Spesimen C dan E memiliki kekuatan tarik terendah dibandingkan spesimen lain yang disebabkan adanya cacat pada sambungan las sehingga nilai kekuatan tariknya menurun.

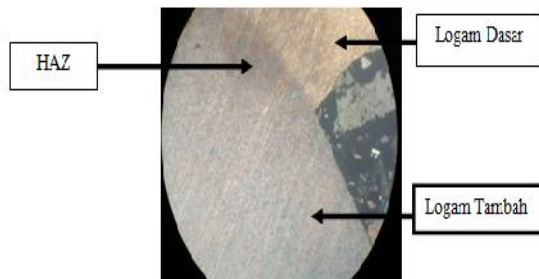
Jika dibandingkan polaritas lurus dan terbalik dari hasil uji tarik yang didapat, maka pengujian menggunakan polaritas lurus lebih baik dari pada polaritas terbalik. Pada polaritas lurus menghasilkan pencairan material dasar lebih banyak dibanding elektrodanya sehingga hasil las mempunyai penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan pada pengelasan yang lambat, wilayah yang sempit dan untuk pelat yang tebal. Sedangkan polaritas terbalik cocok digunakan untuk pelat tipis dan penetrasi dangkal.

3.4 Pengujian Metalografi

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui bentuk, susunan, dan ukuran butir pada daerah las dan HAZ. Struktur mikro pengelasan ditentukan oleh banyak faktor diantaranya masukan panas, kuat arus, kecepatan las, dan laju pendinginan. Dapat dilihat pada Gambar 5 untuk pengujian metalografi spesimen Polaritas lurus dan Gambar 6 untuk pengujian Metalografi spesimen Polaritas Terbalik



Gambar 5 Pengujian Metalografi Spesimen Polaritas Langsung



Gambar 6 Pengujian Metalografi Spesimen Polaritas Terbalik

Dari Gambar 5 dan 6 merupakan hasil pengujian metalografi dari spesimen B menggunakan polaritas lurus dengan kekuatan Tarik sebesar 501,33 MPa dan spesimen D yang menggunakan polaritas terbalik dengan kekuatan tarik 491,98 MPa. Dimana pada daerah HAZ memiliki struktur butir lebih besar dibandingkan *base metal* dan *weld metal*. Struktur butir pada *weld metal* lebih kecil dibandingkan *base metal*. Berdasarkan analisa tersebut, dapat disimpulkan bahwa material *weld metal* lebih kuat dibandingkan dengan material *base metal*.

4. Simpulan

Pengujian visual dilakukan pada 18 spesimen dengan lebar tertinggi sebesar 12,50 mm untuk polaritas lurus dan 14,33 mm untuk polaritas terbalik. Pengujian *Liquid penetrant* dilakukan sebanyak 18 spesimen, dimana 6 spesimen terbaik yang akan dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui *tensile strength* dari spesimen tersebut. Nilai kekuatan tarik tertinggi untuk polaritas lurus sebesar 501,33 Mpa dengan arus 100 A, dan untuk polaritas terbalik sebesar 491,98 Mpa dengan arus 90 A. Nilai *tensile strength* paling tinggi dari polaritas lurus dan terbalik kemudian dilakukan pengujian metalografi, dimana struktur butir *weld metal* lebih kecil dari pada struktur butir *base metal*, dan daerah HAZ memiliki struktur butir yang lebih besar dibandingkan *base metal*. Sehingga *weld metal* lebih kuat dari *base metal*.

Daftar Pustaka

- Broto, Sukendro S. Dan Suparjo 2013. Analisis Pengaruh Tebal dan Arus Terhadap Distorsi Arah Transversal Pada Hasil Las. *Jurnal IPTEK*. 17(2):141
- Sonawan, H. dan Rochim, S. 2004. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Alfabeta, Bandung.
- Suwanda, W. dan Yohanes. 2018. Pengembangan Sistem Sliding Adaptive Vertical Pada Proses Pengelasan Smaw Posisi 1g/1f. *Jurnal Online Mahasiswa FT UNRI*
- Wiryosumarto, H. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*, Edisi 8 Erlangga, Jakarta
- Yohanes dan A. M. Sianipar 2018. Experimental Effect Of Angle Variation And Speed Welding Filler Using Vertikal Adaptive Sliding System In SMAW Welding. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*. 58
- 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: 13