

STUDI EKSPERIMENTAL PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH MENGUNAKAN PENGELASAN SMAW SISTEM *SLIDING ADAPTIVE TWO AXIS* DENGAN VARIASI SUDUT ELEKTRODA

Uberkis^[1], Yohanes^[2].

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

^[1]Uberkis.007@student.unri.ac.id, ^[2]yohanes@lecturer.unri.ac.id

Abstract

SMAW welding (shield metal arc welding) has advantages in the current and welding angle that can be varied, and the penetration width of the electrode melting can be adjusted. This study uses a SMAW welding machine with a sliding adaptive two axis system design so that the electrode angle in the welding process is constant, this design is the development of a vertical sliding adaptive system. This study varied the angle of the electrode to find out the results welding from the SMAW welding machine with the sliding adaptive two axis system. In this study the characteristics of welds are based on visual observations and mechanical properties using a tensile test. The parameters varied were the electrode angles 45°, 70°, and 90°. the welding speed controlled by Arduino Uno. The material used was low carbon steel, using campuh V with a slope angle of 60°. In this study the metal splicing area that had the highest tensile strength was 533.44 MPa and the lowest value was 399.88 MPa with 9 specimens varied. The micro-welding structure is determined by many factors including heat input, current strength, welding speed, and cooling rate. In this study the HAZ region has a larger grain structure than the base metal and weld metal.

Keywords: smaw welding, sliding adaptive two axis, electrode angle, seam v.

1. Pendahuluan

Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan proses penyambungan logam dengan cara mencairkan logam induk menggunakan energi panas. Menurut Broto, Sukendro S. dan Suparjo (2013). Panas yang diakibatkan pada proses pengelasan bisa mencapai suhu 1500 °C. Hasil dari pemanasan tersebut menyebabkan setiap titik daerah hasil pengelasan akan mengalami pemanasan yang berbeda dan juga laju pendinginan di masing-masing titik juga berbeda. Fenomena tersebut akan menyebabkan struktur mikro di masing-masing daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada laju pendinginan yang dialaminya (Sonawan, 2004:).

Dalam pengelasan SMAW variabel yang menentukan kualitas hasil pengelasan adalah pemilihan bahan tambah, pemilihan arus yang digunakan untuk mencairkan bahan tambah (elektroda) menjadi sempurna, kecepatan pengelasan dan penentuan sudut elektroda. Pemilihan variabel ini tergantung pada keterampilan operator yang melaksanakannya sehingga penentuan variabel-variabel tersebut sering berubah terutama pada sudut elektroda. Yohanes and Harahap, M. A. 2018 (2018).

Menurut Baroto, B.T. (2015) untuk mendapatkan kualitas hasil pengelasan SMAW yang baik tentunya dibutuhkan seorang operator yang memiliki sertifikasi pengelasan, akan tetapi keterampilan yang dimiliki oleh operator pengelasan sangat berbeda-beda, ini dapat dilihat dari posisi dan cara pengelasan operator yang tidak sama, maka dari itu untuk mendapatkan kekonstanan dari sudut elektroda pada saat

pengelasan mengalami kesulitan. Berbeda halnya dengan proses pengelasan yang dilakukan menggunakan mesin las SMAW dengan *sistem sliding adaptive two Axis* dimana sistem ini merupakan pengembangan dari sistem *sliding adaptive vertical* yang dikembangkan oleh Suwanda, W. dan Yohanes. (2018) untuk menggantikan operator pengelasan sehingga parameter sudut elektroda pada saat pengelasan bisa didapatkan secara konsatan (tetap). Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengelasan yang baik dari pengujian Visual, Pengujian Penetran, Pengujian Tarik dan Pengujian Metalografi. Dengan memvariasikan sudut elektroda menggunakan mesin las SMAW sistem *sliding adaptiv two axis*.

Penelitian ini adalah kelanjutan dari penelitian Yohanes and Sianipar, A. M. (2018) Sianipar, A. M. 2018 menggunakan *sliding adaptive vertical*, dalam penelitiannya mengatakan bahwa sudut elektroda yang paling bagus untuk pengelasan SMAW menggunakan sistem *Sliding adaptiv vertikal* adalah sudut 70° dengan kekuatan tariknya 571,35 MPa.

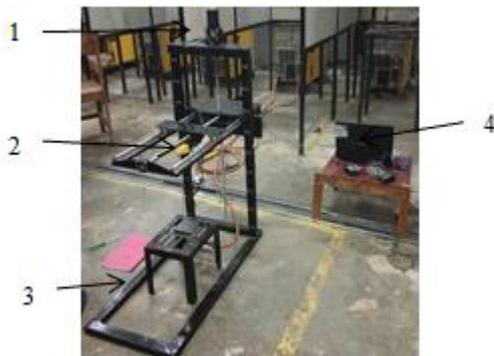
2. Metodologi

Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

2.1 Prinsip kerja Mesin las SMAW sistem *Sliding Adaptive Two Axis*

Pada *sliding adaptive two axis* ini mempunyai sumbu verikal dan sumbu harizontal dimana prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman dari sistem *control arduino*

tersebut. Dimana input yang dimasukan 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 sesuai arahnya. Perintah-perintah yang diberikan ke driver akan disambungkan ke penggerak berupa motor, penggerak yang akan melaksanakan kerja yang diberikan untuk memutar poros ulir sehingga akan terjadi pergerakan baik sumbu X dan Y. Seperti dilihat pada Gambar 1. Dibuat oleh tim *Sliding Adaptive Two Axis*.



Keterangan :
 1. Motor Stepper 2. Stang Las
 3. Rangka 4. Laptop

Gambar 1. Sliding adaptive two axis

2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin las SMAW sistem *sliding adaptive two axis*, liquid penetrant, mesin frais, Computer Servo Control Material Machine Testing dan mikroskop optik. Dengan bahan yang digunakan baja karbon rendah.

2.2 Pembuatan Benda Uji

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam eksperimen ini adalah pelat baja karbon rendah dengan ukuran panjang 100 mm, Lebar 100 mm, dan sudut kampuh 70°. Seperti gambar 2.



Gambar 2 spesimen uji pengelasan

2.3 Pengambilan Data

Dalam penelitian ini metode pengambilan data dilakukan secara ekperimental, yaitu dengan memvariasikan sudut elektroda pada saat pengelasan dengan menggunakan elektroda ESAB OK 46.00 AWS E6013 dengan diameter 3,2 mm. Untuk setiap huruf dan angka pada elektroda memiliki angka masing-masing :

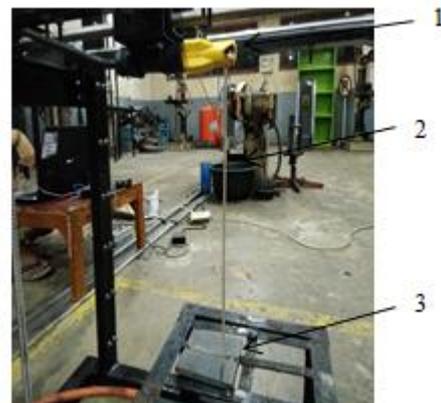
- E = Elektroda untuk pengelasan busur listrik
- 60 = nilai tegangan yang dikalikan 1000 Psi.
- 1 = posisi pengelasan, 1 berarti dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.
- 3 = elektroda dengan penetrasi material dangkal

Tabel pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 pengambilan data

Spesimen	Sudut	Arus		Input Jarak	Waktu
		(A)	Kecepatan Pada Program		
A ₁	45		X 200 mm/menit	100 mm	28,83
B ₁	45	90	Y 250 mm/menit		28,80
C ₁	45				28,81
A ₂	70		X 200 mm/menit		30,37
B ₂	70	90	Y 230 mm/menit	100 mm	30,34
C ₂	70				30,36
A ₃	90		X 200 mm/menit		31,81
B ₃	90	90	Y 200 mm/menit	100 mm	31,76
C ₃	90				31,78

Untuk pengaturan sudut elektroda sesuai dengan sudut yang ada pada stang pengelasan. Adapun contoh pengambilan data dengan sudut 90° ditunjukkan pada Gambar 3.



Keterangan :
 1. Stang Las 3. Spesimen
 2. Elektroda

Gambar 3. Penentuan sudut elektroda

3 Hasil

Hasil dari penelitian ini berupa hasil pengujian dari uji visual (visual test), *Liquid penetrant*, pengujian tarik dan metalografi, yang berdasarkan hasil dari variasi sudut elektroda.

3.1 Hasil Pengujian Visual

Pengujian visual adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui lebar hasil pengelasan menggunakan jangka sorong. Seperti terlihat pada Tabel 2.

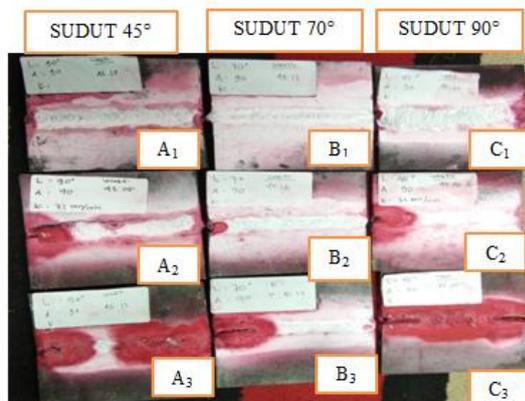
Tabel 2. Hasil pengujian visual

Spesimen	Sudut (°)	Lebar Pengelasan (mm)			
		Awal	Tengah	Ahir	Rata-rata
A ₁		11,5	12,2	12,5	12,1
A ₂	45	11,2	12	12,1	11,8
A ₃	11	11	12	12,3	11,8
B ₁		9,1	9,4	9,4	9,3
B ₂	70	8,8	9,1	9,1	9
B ₃		9,3	9,5	9,6	9,5
C ₁		8	8,3	8,5	8,3
C ₂	90	8,3	8,5	8,5	8,4
C ₃		8,1	8,4	8,6	8,4

Lebar pengelasan dengan rata-rata nilai tertinggi sebesar 12,1 mm terjadi pada spesimen A1, lebar pengelasan dengan nilai rata-rata terendah sebesar 8,3 mm terjadi pada spesimen C1. Dari Tabel 4.2 dapat dilihat hasil bahwa sudut elektroda mempengaruhi lebar hasil pengelasan.

3.2 Hasil Pengujian Liquid Penetran

Setelah melakukan sembilan percobaan, pemilihan dilakukan menggunakan liquid penetran untuk menemukan variasi terbaik yang telah dilakukan. Seperti terlihat pada Gambar 4.



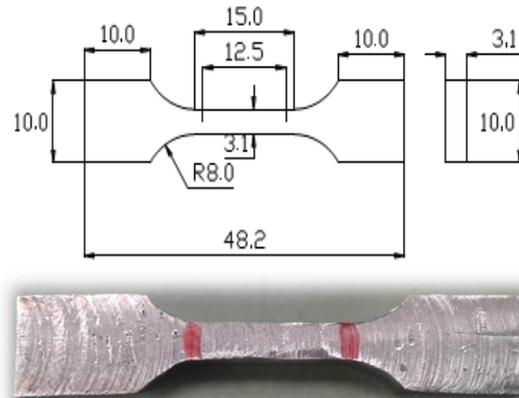
Gambar 4 pengujian liquid penetran

Hasil dari pengujian liquid penetran dipilih untuk melakukan pengujian selanjutnya. Spesimen uji tarik harus dilakukan pada tiga dari sembilan variasi terbaik yang telah dilakukan. Pada gambar 2 dapat dilihat hasil pengujian *liquid penetran* dan

memilih pengujian spesimen yang akan dilakukan selanjutnya, dimana spesimen A₁, B₁, dan C₁ memiliki cacat pengelasan paling sedikit.

3.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan JIS Z 2201 No 7. Pengujian tarik menggunakan *Computer Servo Control Material Macine Testing* dilakukan di Laboratorium Kontrol Kualitas Politeknik Kampar. Bangkinang-Kampar. Seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian tarik standar JIS Z 2201 No 7

Kekuatan suatu material dapat dilihat dari nilai kekuatan tariknya, semakin tinggi kekuatan tariknya maka material tersebut semakin kuat. Setelah melakukan sembilan percobaan, pemilihan dilakukan dengan menggunakan *liquid penetran* untuk menentukan yang terbaik dari variasi yang telah dilakukan menguji dan mengetahui hasil uji tarik, dapat ditentukan tegangan tarik (σ), Regangan (ϵ) dan modulus elastisitas (E) dengan rumus:

- Tegangan Tarik (Mpa)

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

- Regangan (%)

$$\epsilon = \frac{(l-l_0)}{l_0} \times \% \quad (2)$$

- Modulus Elastisitas (N/mm²)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

Hasil pengujian tarik terlihat pada Tabel 3.

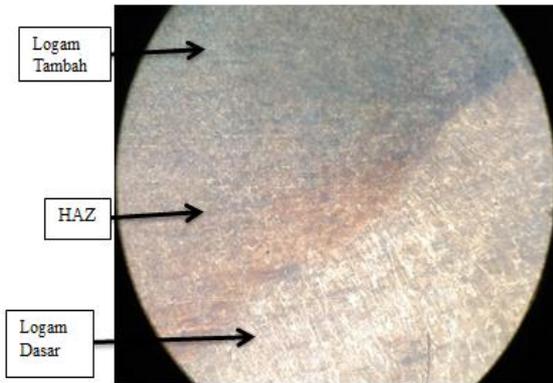
Tabel 3 hasil pengujian tarik

Spesimen	Area (Mm ²)	Max. Force (N)	Yield Strength (N/Mm ²)	Tensile Strength	Elongation
A ₁	11,88	6.080,7	332,47	511,84	32,55
B ₁	11,375	6.067,9	371,73	533,34	32,55
C ₁	11,88	4.750,5	310,94	399,88	32,55

Dari Tabel 3. Dapat dilihat bahwa spesimen uji dengan nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen B₁ dan nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen C₁.

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. Seperti terlihat pada Gambar 5.

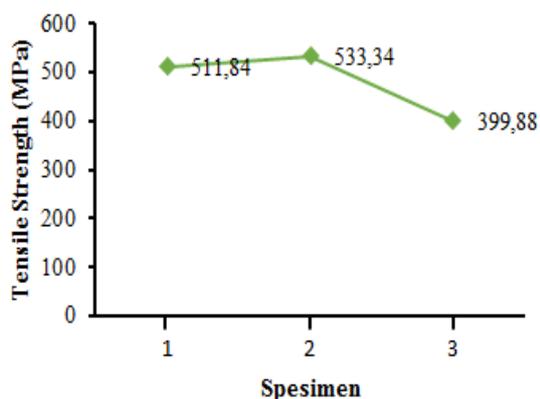


Gambar 6. Pengujian metalografi

Dari Gambar 6. Merupakan hasil pengujian metalografi pada spesimen B₁ yang memiliki kekuatan tarik tertinggi sebesar 533,44 MPa. Dapat dilihat perbandingan dimensi struktur butir, dimana pada daerah HAZ memiliki struktur butir yang lebih besar dibandingkan *base metal* dan *weld metal*. Struktur butir pada *weld metal* lebih kecil dibandingkan *base metal*. Berdasarkan analisa tersebut, dapat di simpulkan material *weld metal* lebih kuat dibandingkan dengan material *base metal*.

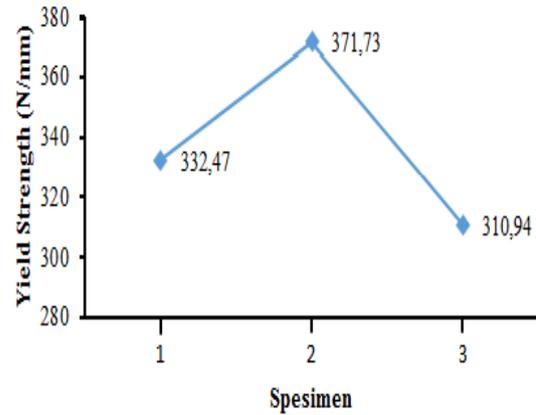
4. Pembahasan

Setelah melakukan penelitian didapatkan grafik kekautan dari tiap spesimen. Grafik *Tensile Strength* dapat terlihat pada Gambar 6.



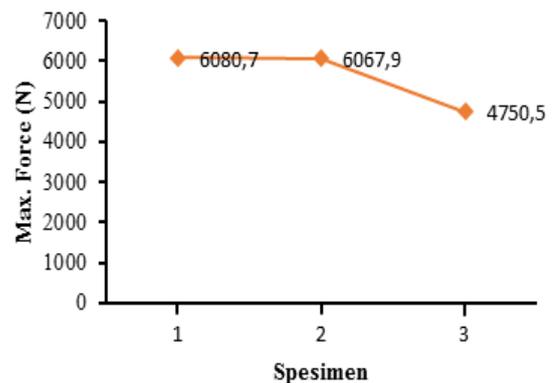
Gambar 7. Grafik tegangan maksimal

Dari Gambar 7. Dapat dilihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen B₁ sebesar 533,34 MPa, dan nilai kekuatan tarik terendah terjadi pada spesimen C₁ sebesar 399,88 MPa. Grafik *Yield Strength* dapat terlihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Grafik Tegangan luluh

Dari Gambar 8. Dapat dilihat bahwa nilai tegangan luluh tertinggi terjadi pada spesimen B₁ sebesar 371,73 (N/mm²), dan nilai tegangan luluh terendah terjadi pada spesimen C₁ sebesar 310,94 (N/mm²). Grafik *Max. Force* dapat terlihat pada Gambar 8.



Gambar 9. Grafik kekuatan masimum

Dari Gambar 9. Dapat dilihat bahwa nilai kekuatan maksimum tertinggi terjadi pada spesimen B₁ sebesar 6067,9 (N), dan nilai kekuatan maksimum terendah terjadi pada spesimen C₁ sebesar 310,94 (N).

5. Simpulan

Dari 9 spesimen uji visual selanjutnya dilakukan uji *liquid penetrant*, di dapatkan 3 spesimen yang warna putihnya paling banyak, ini menunjukkan bahwa pengelasan yang baik yaitu spesimen A₁, B₁ dan C₁. Selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui *tensile strength* dari spesimen tersebut. Dari data pengujian tarik didapatkan sudut *elektroda* yang paling baik untuk

pengelasan SMAW *Sliding Adaptive Two Axis* adalah spesimen B₁, selanjutnya dilakukan pengujian metalografi, dimana dimensi struktur butir *Weld Metal* lebih kecil dari pada struktur butir *Base Metal*, dan pada daerah *HAZ* metal memiliki struktur yang lebih besar dari base metal. Sehingga *Weld Metal* lebih kuat dari *Base Metal*. Sebaiknya penelitian selanjutnya menggunakan pembesaran 100 X pembesaran saat uji Metalografi agar struktur butirnya terlihat jelas.

Daftar Pustaka

- Baroto, B.T. 2015. Optimasi Pengelasan Smaw E6013 Pada Sambungan V Baja Carbon Rendah Terhadap Kekuatan Tekan Dengan Metode Taguchi *Jurnal IPTEK*. 14 (2): 2-7.
- Broto, Sukendro S. dan Suparjo 2013. Analisis Pengaruh Tebal Dan Arus Terhadap Distorsi Arah Transversal Pada Hasil Las. *Jurnal IPTEK*. 17(2):144.
- Sonawan, H. 2004. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: CV Alfabeta.
- Suwanda, W dan Yohanes 2018. Pengembangan Sistem *Sliding Adaptive* verikal pada proses pengelasan SAMW posisi 1G/1F. Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa FT UNRI*. ISSN 235556870.
- Yohanes and Harahap, M. A. 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* Vol.57
- Yohanes and Sianipar, A. M. 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-Science and Engineering*. Vol.57